PROYECTO DE REPARACIÓN DE LA IMPULSION DE LA RECIRCULACION DEL DIGESTOR 3 DE LA EDAR

# DOCUMENTO Nº3

# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

## INDICE GENERAL


CAPITULO I.- GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS ..... 5
1.1 OBJETO DEL PLIEGO ..... 6
1.2 NORMAS Y DISPOSICIONES DE APLICACIÓN ..... 6
1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS ..... 11

CAPITULO II.- OBRA CIVIL - CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES ..... 12
2.1 PRESCRIPCIONES GENERALES ..... 13
2.2 CEMENTO ..... 15
2.3 ARIDOS ..... 15
2.4 AGUA ..... 15
2.5 PRODUCTOS QUIMICOS ADITIVOS ..... 16
2.6 HORMIGONES ..... 16
2.7 MORTEROS Y LECHADAS ..... 19
2.8 MADERA PARA ENCOFRADOS Y MEDIOS AUXILIARES ..... 20
2.9 ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS ..... 21
2.10 ACERO INOXIDABLE ..... 22
2.11 ACERO LAMINADO EN ESTRUCTURAS ..... 23
2.12 MATERIALES PARA LA FORMACION DE TERRAPLENES Y RELLENO DE ZANJAS ..... 24
2.13 MATERIALES PARA LA CAPA DE ASIENTO Y RELLENO GRANULAR DE LAS TUBERIAS ..... 25
2.14 TUBERÍA DE POLIETILENO PARA REDES DE SANEAMIENTO ..... 26
2.15 TUBOS DE PVC PARA SANEAMIENTO Y DRENAJE ..... 35
2.16 UNIÓN POZO DE REGISTRO-TUBERÍA DE SANEAMIENTO ..... 36
2.17 PATES DE ACERO RECUBIERTOS DE POLIPROPILENO ..... 37
2.18 TAPAS Y MARCOS EN SANEAMIENTO ..... 37
2.19 ZAHORRA ARTIFICIAL ..... 38
2.20 BETUNES ASFALTICOS ..... 39
2.21 EMULSIONES BITUMINOSAS ..... 39
2.22 ÁRIDOS PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES Y AGLOMERADOS ..... 40
2.23 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE ..... 40
2.24 URBANIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE URBANIZACIÓN ..... 44
2.25 REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS ..... 48
2.26 IMPERMEABILIZANTES ..... 52
2.27 CIERRES Y VALLAS ..... 53
2.28 JARDINERÍA ..... 54
2.29 TUBOS POLIETILENO PARA PROTECCIÓN DE CONDUCCIONES ELÉCTRICAS ..... 56
2.30 TUBERÍA DE ALOJAMIENTO DEL CABLE DE TELEMANDO ..... 58
2.31 MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PLIEGO ..... 58

CAPITULO III.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... 59
3.1 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO ..... 60
3.2 DEMOLICIONES ..... 60
3.3 EXCAVACIONES EN GENERAL ..... 62
3.4 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS PARA CONDUCCIONES Y OBRAS DE FÁBRICA ..... 64
3.5 RELLENOS ..... 67
3.6 ENTIBACIONES Y SOSTENIMIENTO DE LA EXCAVACIÓN ..... 69
3.7 AGOTAMIENTO DE LA EXCAVACION ..... 71
3.8 HORMIGONES ..... 72
3.9 ENCOFRADOS, CIMBRAS Y APEOS ..... 80

3.10 ACABADOS Y TOLERANCIAS DE SUPERFICIES ..... 81
3.11 ARMADURAS ..... 84
3.12 JUNTAS ..... 86
3.13 TUBERÍA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES ..... 89
3.14 TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA REDES DE SANEAMIENTO ..... 100
3.15 BASES Y SUB-BASES ..... 120
3.16 RIEGO DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA ..... 120
3.17 TRATAMIENTO SUPERFICIAL ..... 120
3.18 AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE ..... 120
3.19 REPOSICIÓN DE LA URBANIZACIÓN ..... 120
3.20 REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS AFECTADAS ..... 123
3.21 CANALIZACIÓN PARA CABLE DE TELEMANDO ..... 136
3.22 ANCLAJES, MARCOS, PASAMUROS METÁLICOS ..... 137
3.23 JARDINERÍA ..... 137
3.24 CRUCE CON SERVICIO EXISTENTE ..... 139
3.25 PARALELISMO CON SERVICIO EXISTENTE ..... 140
3.26 OTROS TRABAJOS ..... 141

CAPITULO IV.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS REFERENTES A OBRA CIVIL ..... 142
4.1 NORMAS GENERALES PARA EL ABONO DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA ..... 143
4.2 NORMAS GENERALES PARA LA MEDICIÓN DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA ..... 144
4.3 EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL Y DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO ..... 145
4.4 DEMOLICIONES ..... 145
4.5 EXCAVACIONES EN GENERAL ..... 146
4.6 EXCAVACIÓN DE POZOS ..... 147
4.7 EXCAVACIÓN EN ZANJA ..... 148
4.8 RELLENOS ..... 149
4.9 HORMIGONES ..... 152
4.10 ENCOFRADOS, CIMBRAS Y APEOS ..... 153
4.11 ARMADURAS ..... 153
4.12 ACERO INOXIDABLE EN OBRA CIVIL ..... 154
4.13 ACERO LAMINADO EN OBRA CIVIL ..... 154
4.14 JUNTAS CON CINTAS DE MATERIAL ELASTÓMERO ..... 154
4.15 ELEMENTOS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE ..... 156
4.16 TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD ..... 159
4.17 SUB-BASE Y BASE ..... 160
4.18 RIEGOS DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA ..... 160
4.19 AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE ..... 160
4.20 URBANIZACIÓN ..... 160
4.21 CIERRES Y VALLAS ..... 160
4.22 JARDINERÍA ..... 161
4.23 AFECCIÓN A SERVICIOS ..... 162
4.24 MODO DE ABONAR LAS PARTIDAS ALZADAS ..... 162
4.25 MODO DE ABONAR LAS OBRAS VARIAS CUYA EJECUCIÓN NO ESTA TOTALMENTE DEFINIDA EN ESTE PROYECTO ..... 163

CAPITULO V.- EQUIPOS ..... 164
5.1 CONDICIONES GENERALES ..... 165
5.2 RUIDOS DE LOS EQUIPOS ..... 168
5.3 TUBERÍAS ..... 172
5.4 NORMAS DE CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS Y VÁLVULAS ..... 176

5.5 VÁLVULAS ..... 178
5.6 CABLE DE TELEMANDO ..... 193
5.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ..... 194
5.8 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL ..... 228
5.9 PRUEBAS Y ENSAYOS DE EQUIPOS ..... 229

CAPITULO VI.- CONDICIONES GENERALES ..... 233
6.1 GENERALIDADES ..... 234
6.2 PROGRAMA DE TRABAJOS Y PLAZOS ..... 234
6.3 PERSONAL FACULTATIVO DEL CONTRATISTA ..... 235
6.4 REPLANTEOS ..... 235
6.5 MAQUINARIA Y PERSONAL DE LA OBRA ..... 236
6.6 OCUPACIÓN DE TERRENOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... 237
6.7 DISPOSICIONES LEGALES ..... 237
6.8 PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS ..... 237
6.9 CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS ..... 237
6.10 CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LOS DOCUMENTOS ..... 238
6.11 CAMBIOS AL PROYECTO ..... 238
6.12 PLANOS DE DETALLE ..... 238
6.13 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN ..... 238
6.14 RESPONSABILIDADES POR DAÑOS Y PERJUICIOS ..... 239
6.15 SOBRE LA CORRESPONDENCIA OFICIAL ..... 239
6.16 ENSAYOS Y RECOMENDACIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... 239
6.17 CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES, PRODUCTOS DE PRÉSTAMO, ALQUILER DE CANTERAS, ESCOMBRERAS ..... 239
6.18 PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... 240
6.19 MANTENIMIENTO DE SERVICIO, TRÁFICO Y PASO ..... 241
6.20 SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS ..... 241
6.21 OBRAS NO PREVISTAS EN EL PROYECTO ..... 241
6.22 SUBCONTRATOS ..... 241
6.23 PRUEBAS GENERALES QUE DEBEN EFECTUARSE ANTES DE LA RECEPCIÓN ..... 241
6.24 OBLIGACIONES SOCIALES ..... 242
6.25 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS ..... 242
6.26 INSPECCIÓN DE TALLERES ..... 244
6.27 RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA ..... 245

## CAPITULO I.- GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS


1.1 OBJETO DEL PLIEGO

1.2 NORMAS Y DISPOSICIONES DE APLICACIÓN

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

## 1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fija las condiciones particulares de los materiales y sistemas de ejecución para la construcción del **"PROYECTO DE REPARACION DE LA IMPULSION DE LA RECIRCULACION DEL DIGESTOR 3 DE LA EDAR".**

## 1.2 NORMAS Y DISPOSICIONES DE APLICACIÓN

En todo lo que no esté expresamente previsto en el presente Pliego, ni se oponga a él, serán de aplicación las siguientes normas y disposiciones:

### 1.2.1.- Con carácter general

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

- Real Decreto 716/2019, de 5 de diciembre, por el que se modifican el 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, y el Real Decreto 700/1988, de 1 de julio, sobre expedientes administrativos de responsabilidad contable derivados de las infracciones previstas en el título VII de la Ley General Presupuestaria.

- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro, de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.

- Real Decreto 300/2011, de 4 de marzo, por el que se modifica el 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 y se habilita al titular del Ministerio de Economía y Hacienda para modificar sus anexos.

- 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.

- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (BOE del 26 de octubre de 2001). El RD 817/2009, de 8 de mayo (BOE del 15 de mayo de 2009), deroga los artículos 79, 114 al 117 y los anexos VII, VIII y IX y modifica el artículo 179.1. Corrección de errores BOE del 19 de diciembre de 2001 y del 8 de febrero de 2002.

- Decreto 3854/70, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (BOE del 16 de febrero de 1971).

### 1.2.2.- Con carácter particular

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Texto consolidado

  Decisión 2455/2001/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el marco de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.

- Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Texto consolidado

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. Texto consolidado.

- Orden ARM/1312/2009, de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo.

- Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas. Texto consolidado

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas / modificación realizada por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (B.O.E. nº 176, de 24 de julio de 2.001).

- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. Texto consolidado

- Real Decreto 20/2016, de 15 de enero, por el que se aprueban los Planes de gestión del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental y de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Texto consolidado

- Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, con entrada en vigor el 10 de noviembre de 2021, excepto para los proyectos cuya orden de redacción o de estudio, en el ámbito de las Administraciones Públicas, se hubiese efectuado con anterioridad a

esta fecha, ni a las obras de ellos derivadas, siempre que éstas se inicien en un plazo no superior a tres años para las obras de ingeniería civil, desde dicha entrada en vigor. Por lo que en este caso seguirán siendo de aplicación:

  - Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

  - Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE)

- Real Decreto 256/2016 de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)

- Pliego de Prescripciones Técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones, aprobado por O.M. de 15 de septiembre de 1986

- Norma 3.1- IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero.

- Norma 5.2 - IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras, texto actualizado (BOE del 5 de junio de 2018), que comprende:

  - Orden FOM / 298 / 2016 por la que se aprueba la norma 5.2–IC de la Instrucción de Carreteras (BOE del 10 de marzo)

  - Corrección de errores de la Orden anterior (BOE del 28 de julio de 2016)

  - Orden FOM / 185 / 2017 (BOE del 6 de marzo de 2017

- Norma 6.1-IC Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras, Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre.

- Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de Carreteras del País Vasco

  - Orden de 12 de Julio de 2007. Edición revisada y ampliada en noviembre de 2012.

  - Orden de 10 de noviembre de 2015 por la que se aprueba la modificación de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco. Anejo 7 Áridos para mezclas bituminosas a utilizar en las capas de rodadura.

  - Orden de 19 de octubre de 2017, de segunda modificación de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco. Anejo 8 Materiales tratados con cemento (suelo cemento y grava cemento).

  - Recomendaciones para el diseño de firme de vías ciclistas.

  - Orden de 12 de julio de 2022 por la que se aprueba el texto revisado y ampliado de la Norma de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

- Norma 6.3-IC Rehabilitación de Firmes, de la Instrucción de Carreteras, Orden FOM/3459/2003 de 28 de noviembre.

- Norma 8.1-IC Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras, Orden FOM/534/2014 de 20 de marzo.
- Norma 8.2-IC Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras, Orden. 16 de julio de 1987 y nota de servicio 2/2007 sobre los criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal.

- Norma 8.3-IC Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado, de la Instrucción de Carreteras, Orden 31 de agosto de 1987.

- Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos, Orden Circular. 35/2014.

- Instrucción Técnica para la Instalación de Reductores de Velocidad y Bandas Transversales de Alerta en las Carreteras de la Red de Carreteras del Estado. Orden FOM 3053/2008 de 23 de septiembre de 2008.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras PG-3/75, aprobado por O.M de 6 de febrero de 1976 con sus posteriores modificaciones aprobadas por el Ministerio de Fomento.

    - ORDEN FOM/475/2002, de 13 febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes relativos a Hormigones y Aceros.

    - ORDEN FOM/1382/2002, de 16 mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.

    - Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

- Instrucciones del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (Normas UNE).

### 1.2.3.- Impacto ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE del 11 de diciembre de 2013).

- Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi (BOE del 21 de enero de 2022)

- Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco

- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en obras de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.

- Ley 4/2015, de 25 de junio para la prevención y corrección de la contaminación del suelo (BOE del 24 de julio de 2015)

- Decreto 209/2019, de 26 de diciembre, de 26 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo.

### 1.2.4.- Instalaciones eléctricas

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias. ITC-BT-01 A BT-51 de Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Real Decreto 337/2014 y publicado en el B.O.E. de 9-06-2014.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Real Decreto 223/2008 y publicado en el B.O.E. de 19-03-2008.

### 1.2.5.- Seguridad y salud

- Real Decreto 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 (BOE del 25 de agosto de 2007). Corrección de errores BOE del 12 de septiembre del 2007. Modificado por Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo (BOE del 14 de marzo de 2009).

- Nota de Servicio, de 4 de mayo de 2007, sobre la aplicación de la nueva Ley de Subcontratación.

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción (BOE de 19 de octubre de 2006).

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE de 25 de octubre). Modificado por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo (BOE de 29 de mayo).

### 1.2.6.- Consideraciones generales

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, o con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

En especial, serán de aplicación las siguientes guías y manuales:

- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión.
  Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX

- Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano.
  Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX

- Manual Técnico sobre tuberías de polietileno.
  ASETUB

- Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
  Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX

En caso de discrepancia entre lo especificado en dicha documentación, salvo manifestación expresa en contrario en el presente Proyecto, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva

Las modificaciones de las Prescripciones o Normas citadas en párrafos anteriores que se han introducido en este Proyecto serán siempre de aplicación preferente a éstas en cuanto lo permita la legislación establecida. Las contradicciones que puedan existir entre los distintos considerandos serán resueltas por la Dirección de las Obras.

## 1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras a ejecutar se definen en el documento PLANOS y su descripción se incluye en el documento MEMORIA del proyecto.

## CAPITULO II.- OBRA CIVIL - CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES


2.1 PRESCRIPCIONES GENERALES
2.2 CEMENTO
2.3 ÁRIDOS
2 4 AGUA
2.5 PRODUCTOS QUÍMICOS ADITIVOS
2.6 HORMIGONES
2.7 MORTEROS Y LECHADAS
2.8 MADERA PARA ENCOFRADOS Y MEDIOS AUXILIARES
2.9 ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS
2.10 ACERO INOXIDABLE
2.11 ACERO LAMINADO EN ESTRUCTURAS
2.12 MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE TERRAPLENES Y RELLENO DE ZANJAS
2.13 MATERIALES PARA LA CAPA DE ASIENTO GRANULAR DE LAS TUBERÍAS
2.14 TUBERÍA DE POLIETILENO PARA REDES DE SANEAMIENTO
2.15 TUBOS DE PVC PARA SANEAMIENTO Y DRENAJE
2.16 UNIÓN POZO DE REGISTRO-TUBERÍA DE SANEAMIENTO
2.17 PATES DE ACERO RECUBIERTOS DE POLIPROPILENO
2.18 TAPAS Y MARCOS EN SANEAMIENTO
2.19 ZAHORRA ARTIFICIAL
2.20 BETUNES ALFÁLTICOS
2.21 EMULSIONES BITUMINOSAS
2.22 ÁRIDOS PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES Y AGLOMERADOS
2.23 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE
2.24 URBNANIZACIÓN Y RESPOSICIÓN DE URBANIZACIÓN
2.25 REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS
2.26 IMPERMEABILIZANTES
2.27 CIERRES Y VALLAS
2.28 JARDINERÍA
2.29 TUBOS DE POLIETILENO PARA PROTECCIÓN DE CONDUCCIONES ELÉCTRICAS
2.30 TUBERÍA DE ALOJAMIENTO DEL CABLE DE TELEMANDO
2.31 MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PLIEGO

## 2.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

### 2.1.1 PLIEGOS GENERALES

En general son válidas todas las prescripciones que, referentes a las condiciones que deben satisfacer los materiales, aparecen en las Instrucciones, Pliego de Condiciones o Normas Oficiales que reglamentan la recepción, transporte, manipulación o empleo de cada uno de los materiales que se utilizan en las obras de este Proyecto, siempre que no se opongan a las prescripciones particulares del presente Capítulo.

### 2.1.2 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra las canteras, graveras, fábricas, marcas de prefabricados y, en general, la procedencia de todos los materiales que se empleen en las obras para su aprobación, si procede, en el entendido de que la aceptación en principio de un material no será obstáculo para poder ser rechazado en el futuro, si variasen sus características primitivas. En ningún caso se procederá al acopio y utilización en obra de materiales de procedencia no aprobada.

Como mínimo, propondrá tres lugares de procedencia, fábrica o marcas de cada material, para que la Dirección de Obra elija y pruebe uno de ellos, sin que el Contratista tenga derecho a modificación del precio del Contrato debido a la elección realizada.

Para cada caso en que los materiales a suministrar sean importados, el Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra:

- Certificado de origen
- Certificado de calidad del fabricante (con inclusión de pruebas si le fueran requeridas).

### 2.1.3 ENSAYOS

#### 2.1.3.1 Ensayos

Las muestras de cada material que, a juicio de la Dirección de Obra, necesiten ser ensayadas, serán suministradas por el Contratista a sus expensas, corriendo asimismo a su cargo todos los ensayos de calidad correspondientes. Estos ensayos podrán realizarse en el Laboratorio de Obra, si así lo autoriza la Dirección de Obra, la cual, en caso contrario, podrá designar el Laboratorio Oficial que estime oportuno.

El número de ensayos que se fijan en cada artículo, se da a título de orientación, pudiendo variar dicho número a juicio de la Dirección de las Obras.

En caso de que el Contratista no estuviera conforme con los resultados de los ensayos realizados, se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción, del "Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas", siendo obligatoria, para ambas partes, la aceptación de los resultados que en él se obtengan.

### 2.1.3.2 Gastos de los ensayos

Todos los gastos de prueba y ensayos serán de cuenta del Contratista considerándose incluidos en los precios de las unidades de obra hasta el límite del UNO POR CIENTO (1%) del Presupuesto de Ejecución Material, no incluyendo en dicho cómputo de gastos los correspondientes a:

- Todos los ensayos previos para aceptación de cualquier tipo de material.
- Todos los ensayos correspondientes a la fijación de canteras y préstamos.
- Los ensayos cuyos resultados no cumplan con las condiciones estipuladas en el presente Pliego.

El Contratista suministrará a los laboratorios señalados por la Dirección de Obra, y de acuerdo con ellos, una cantidad suficiente del material a ensayar.

## 2.1.4 TRANSPORTE Y ACOPIO

El transporte de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo, se efectuará en vehículos adecuados para cada clase de material, que, además de cumplir todas las disposiciones legales referentes al transporte, estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en obra y de forma que se facilite su inspección. La Dirección de Obra podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

La Dirección de Obra podrá rechazar todo material que por defecto de transporte o de almacenamiento no cumpla con las condiciones exigidas.

## 2.1.5 MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas en este Pliego para cada uno de ellos en particular, comprobadas por los ensayos indicados en 2.1.3.

La Dirección de Obra podrá señalar al Contratista un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados. En caso de incumplimiento de esta orden podrá proceder a retirarlos por cuenta y riesgo del Contratista.

## 2.1.6 PRODUCTOS DE EXCAVACIÓN

El Contratista podrá utilizar, en las obras objeto del contrato, los materiales que obtenga de la excavación, siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en el presente Capítulo. Para utilizar dichos materiales en otras obras será necesaria autorización de la Dirección de Obra.

### 2.1.7 MATERIALES EN INSTALACIONES AUXILIARES

Todos los materiales que el Contratista pudiera emplear en instalaciones y obras que parcialmente, fueran susceptibles de quedar formando parte de las obras de modo provisional o definitivo, cumplirán las especificaciones del presente Pliego. Así caminos, obras de tierra, cimentaciones, anclajes, armaduras o empalmes, etc.

Asimismo, cumplirán las especificaciones que, con respecto a ejecución de las obras, recoge el presente Pliego.

### 2.1.8 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La recepción de los materiales no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las obras en que dichos materiales se hayan empleado.

## 2.2 CEMENTO

El cemento empleado en hormigones y en morteros deberá cumplir las condiciones estipuladas en la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16 aprobada por Real Decreto de 256/2016, de 1 de junio, así como lo estipulado en la EHE.

Se empleará el tipo de cemento indicado en el cuadro de características de los planos de proyecto para cada tipo de hormigón definido. Cualquier modificación deberá ser debidamente justificada y autorizada por la Dirección de Obra.

## 2.3 ARIDOS

Los áridos cumplirán todas las especificaciones de la Instrucción EHE.

## 2.4 AGUA

El agua que se emplee en el amasado de morteros y hormigones deberá reunir las condiciones que prescribe la vigente Instrucción EHE.

Se rechazará toda agua cuyas características químicas no cumplan las condiciones siguientes:

- Anhídrido sulfúrico (SO3) menor que tres décimas de gramo por litro (0,3 g/l)
- Tendrá un total de sustancias disueltas menor a los ciento cincuenta miligramos por litro (150 mg/l)
- Materia orgánica expresada en oxígeno consumido menor que tres décimas de gramo por litro (0,3 g/l)
- Sulfuros expresados en azufre menor que cinco décimas de gramo por litro (0,5 g/l)

- Ion cloro en proporción inferior a seis gramos por litro (6.000 p.p.m.)
- Exenta de hidratos de carbono en cualquier cantidad
- Grado de acidez (pH) comprendido entre seis (6) y ocho (8)
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad menor de quince gramos por litro (15.000 p.p.m.)

## 2.5 PRODUCTOS QUIMICOS ADITIVOS

La adición de productos químicos en morteros y hormigones, con cualquier finalidad, aunque fuera por deseo del Contratista y a su costa, no podrá hacerse sin autorización expresa de la Dirección de la Obra, la que podrá exigir la presentación de ensayos o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial.

Si, por el contrario, fuese necesario el empleo de algún producto aditivo o corrector, el Contratista estará obligado a hacerlo en las condiciones que le señale la Dirección de la Obra y no tendrá derecho al abono de los gastos que por ello se le originen.

## 2.6 HORMIGONES

### 2.6.1 DOSIFICACIÓN Y CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN

La dosificación de todos los componentes del hormigón se hará en peso.

La dosificación del conjunto de áridos y cemento debe ser tal que, con el mínimo cemento, la densidad que alcance el hormigón después de colocado en obra, sea mayor que dos enteros y treinta y cinco centésimas (2,35) y las resistencias características alcanzadas no inferiores a las que se especifican para cada tipo de hormigón. Ambos parámetros se controlarán mediante ensayos realizados en obra.

Se empleará la cantidad mínima de cemento (c) y la relación máxima agua-cemento (a/c) indicadas en el cuadro de características de los planos de proyecto para cada tipo de hormigón definido. Cualquier modificación que quiera realizar el Contratista, deberá ser debidamente justificada y autorizada por la Dirección de Obra.

Se tendrá muy en cuenta que lo más importante es que el hormigón alcance la densidad y resistencia exigidos después de puesto en obra y por ello en caso de que resultase difícil alcanzar la compacidad adecuada, y siempre previa autorización de la Dirección de Obra, se permitirá aumentar la dosificación de agua hasta conseguir el citado requerimiento.

La determinación de la consistencia se efectuará midiendo el asiento de una masa moldeada con el cono de Abrams de treinta (30) centímetros de altura y con bases de diámetro veinte (20) y diez (10) centímetros, respectivamente.

La consistencia del hormigón, según el tipo de elemento, será la indicada en el cuadro de materiales de los planos de proyecto. Cualquier modificación que quiera realizar el Contratista, deberá ser debidamente justificada y autorizada por la Dirección de Obra.

Los ensayos de consistencia se repetirán cuantas veces sea necesario, y a ser posible en el mismo tajo de colocación del hormigón, con objeto de asegurar que el hormigón se coloca en todo momento con la consistencia deseada.

### 2.6.2 RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

Se define como resistencia característica de un hormigón, fck, aquel valor que presenta un nivel de confianza del 95% (noventa y cinco por ciento), es decir, tal que existe una probabilidad de 0,95 (cero coma noventa y cinco) de que se presenten valores individuales de resistencia de probetas más altos que fck.

La resistencia característica viene dada por la expresión:

fck = fcm (1 - 1,64 $\partial$)

donde:

fcm : Resistencia media de la serie de n probetas ensayadas
$\partial$ : Coeficiente de variación de la muestra

$$\partial = \frac{1}{n} \Sigma_{i=1}^{n} \frac{(fci - fcm)^2}{fcm}$$

fci: Resistencia de cada probeta
n : Número de probetas

No se admitirán valores de $\partial$ superiores al quince por ciento (15%).

Las probetas se curarán durante veintiocho (28) días en condiciones normales, esto es, en atmósfera saturada de humedad (con pulverización de agua) y a temperatura de veinte (20) grados centígrados.

Las probetas se realizarán con la masa de hormigón una vez tamizada de tal forma que el tamaño máximo del árido sea inferior a 40 mm.

Las resistencias características mínimas, a los veintiocho (28) días, de los hormigones utilizados en las obras especificadas en el presente Pliego serán las señaladas en los cuadros de características de los planos.

### 2.6.3 PRUEBAS PREVIAS DEL HORMIGÓN

Antes de comenzar las obras, y utilizando los materiales que vayan a emplearse como áridos, y la instalación para preparación y selección de los mismos, se determinará la composición granulométrica más conveniente.

Fijada la granulometría, y con una consistencia seca, se ejecutarán probetas cúbicas o cilíndricas de las dimensiones indicadas anteriormente, y con dosificaciones variables de cemento, obteniendo un mínimo de doce (12) probetas para cada dosificación. Rotas estas probetas a los veintiocho (28) días se dibujará la curva que represente la resistencia de rotura del hormigón en función de la cantidad de cemento, para la granulometría y consistencia elegidas.

Análogamente deben obtenerse otras curvas para granulometría y cantidades de agua diferentes.

A la vista de todas estas curvas se elegirá, entre las varias composiciones de hormigón que proporcionan la resistencia y densidad exigidas, la que tenga menor dosificación de cemento siempre que la proporción de agua sea compatible con una compactación adecuada del hormigón al colocarlo en obra.

### 2.6.4 ENSAYOS DE FRAGUADO

Se realizará un control de fraguado del conglomerante cada cinco mil (5.000) metros cúbicos de hormigón puesto en obra o cada semana, con objeto de asegurar que el hormigón se coloque entre los encofrados antes que se inicie el fraguado.

### 2.6.5 REGISTRO DE DOSIFICACIONES, RESISTENCIA Y DENSIDADES

Se debe llevar un cuaderno registro en que figuren de modo claro la dosificación, la resistencia y la densidad del hormigón en cada zona de las obras.

### 2.6.6 ESTACIÓN DE HORMIGONADO

Tanto la disposición de la estación de hormigonado que se emplee, así como cada uno de los elementos de la misma habrán de requerir la aprobación de la Dirección de Obra.

En particular, habrán de cumplirse las condiciones siguientes:

a) La dosificación de los diferentes componentes de la mezcla se realizará por peso. Y las tolerancias admisibles de esta dosificación son:

| | |
|---|---|
| Áridos gruesos | ± 5% |
| Arenas | ± 3% |
| Agua y cemento | ± 1% |

b) Ajuste rápido de las cantidades de cemento, agua y áridos para dosificaciones diversas.

c) Control seguro de todos los materiales, con dispositivo rápido de interrupción de suministro.

d) Facilidad para la rápida evacuación de los materiales excedentes de las tolvas.

e) El tiempo de batido en las hormigoneras será superior al triple del necesario para que la mezcla hecha en seco aparezca de aspecto uniforme.

f) Permitir que el contenido de las hormigoneras sea completamente descargado, antes de introducir los componentes para una nueva amasada.

g) Deberá tener corrección automática de la humedad de los áridos.

h) El orden de introducción de los distintos componentes del hormigón en la amasadora será establecido previo análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de la puesta en marcha de la planta.

## 2.7 MORTEROS Y LECHADAS

### 2.7.1 DEFINICIÓN

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por la Dirección de Obra.

Se define la lechada de cemento, como la pasta muy fluida de cemento y agua y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

### 2.7.2 CARACTERÍSTICAS

Se utilizarán los materiales adecuados a los diferentes usos, según especificaciones dadas en los planos y unidades de proyecto.

Los morteros serán suficientemente plásticos para rellenar los espacios en que hayan de usarse, y no se retraerán de forma tal que pierdan contacto con la superficie de apoyo.

La mezcla será tal que, al apretarla, conserve su forma una vez que se le suelta, sin pegarse ni humedecer las manos.

La proporción, en peso en las lechadas, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1). En todo caso, la composición de la lechada deberá ser aprobada por la Dirección de Obra por cada uso.

La Dirección de Obra podrá modificar la dosificación en más o menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen.

### 2.7.3 CONTROL DE CALIDAD

El Contratista controlará la calidad de los morteros a emplear en las obras para que sus características se ajusten a lo señalado en el presente Pliego.

La dosificación y los ensayos de los morteros de cementos deberán ser presentados por el Contratista al menos siete (7) días antes de su empleo en obra para su aprobación por la Dirección de Obra.

Al menos semanalmente se efectuarán los siguientes ensayos:

- Un ensayo de determinación de resistencia a compresión
- Un ensayo de determinación de consistencia.

En cada obra de fábrica se efectuará el siguiente ensayo:

- Una (1) determinación de variación volumétrica

## 2.8 MADERA PARA ENCOFRADOS Y MEDIOS AUXILIARES

La madera a emplear en andamios, cimbras, encofrados y medios auxiliares, deberá ser de tal calidad, que garantice la resistencia suficiente, de forma que estos elementos tengan mínimos de seguridad aceptables y deberán de cumplir las exigencias marcadas en la Instrucción EHE.

La madera cumplirá las siguientes condiciones:

- Proceder de troncos sanos, apeados en sazón.

- Haber sido desecada al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante un período mayor de dos (2) años.

- No presentar signo alguno de putrefacción, carcoma o ataque de hongos.

- Estar exenta de grietas, hendiduras, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los que, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión.

- Tener sus fibras rectas y no reviradas, paralelas a la mayor dimensión de la pieza.

- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad.

- Dar sonido claro por percusión.

Los encofrados que quedan vistos o vistos a través del agua, se deberán realizar con madera especial del tipo fenólico o similar y machihembrada.

En el caso de emplearse encofrado metálico, la chapa será perfectamente lisa, sin asperezas, rugosidades o defectos que puedan repercutir en el aspecto exterior del hormigón, y tendrá espesor adecuado para soportar debidamente los esfuerzos a que estará sometida, en función del trabajo que desempeña.

En todo caso, para el cálculo de los encofrados, se supondrá que el hormigón fresco es un líquido de densidad igual a dos con cuatro toneladas por metro cúbico (2,4 T/$m^3$).

## 2.9 ACERO PARA ARMADURAS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS

### 2.9.1 CALIDAD

Los aceros para armaduras cumplirán las condiciones de la instrucción EHE.

Se emplearán, en todos los casos, aceros especiales corrugados de alta resistencia.

Su límite elástico será igual o superior a cinco mil kilogramos por centímetro cuadrado (5000 kg/$cm^2$).

El alargamiento a la rotura, medido sobre la base de cinco diámetros, será superior al diez por ciento (10%).

Las barras serán acopiadas por el Contratista en parques adecuados para su conservación, identificación del número de colada de procedencia y clasificadas por tipos y diámetros de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación general. Se tomarán todas las precauciones para que los aceros no estén expuestos a la oxidación, no se manchen de grasas, ligantes o aceites.

### 2.9.2 ENSAYOS

A la llegada a la obra de cada partida, se realizará una toma de muestras y sobre éstas, se procederá a efectuar el ensayo de plegado, doblando las barras ciento ochenta grados (180º) sobre otra base de diámetro doble y comprobando que no se aprecian fisuras ni pelos en la barra plegada.

Independientemente de esto, la Dirección de Obra determinará las series de ensayos necesarias para la comprobación de las características anteriormente reseñadas.

Si la partida es identificable y el Contratista presenta una hoja de ensayos, redactada por un Laboratorio dependiente de la Factoría Siderúrgica, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para completar dichas series. La presentación de dicha hoja, no eximirá, en ningún caso, la realización del ensayo de plegado.

### 2.9.3 SEPARADORES PARA ARMADURAS

A fin de lograr una correcta disposición de las armaduras del hormigón, serán utilizados por el Contratista separadores de armaduras, consistentes en cubos de mortero de cemento de tres (3) o cinco (5) centímetros de lado, o elementos de plásticos diseñados para ese uso.

Si se usa cubos de mortero, serán confeccionados con el mismo cemento que formará parte del hormigón definitivo de la zona de obra de que se trate. El Contratista deberá incluir el costo correspondiente en los precios del hormigón.

### 2.9.4 ALAMBRES DE ATADO DE ARMADURAS

El alambre que se ha de emplear para ataduras de las armaduras, habrá de tener un coeficiente mínimo de rotura de treinta y cinco (35) kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento mínimo de rotura del cuatro (4) por ciento de su longitud.

El número de plegados en ángulo recto que debe soportar sin romperse, será de tres (3) por lo menos.

### 2.9.5 MALLAS ELECTROSOLDADAS

Las mallas electrosoldadas para elementos resistentes, cumplirán lo establecido en la instrucción EHE y serán del tipo de mallas corrugadas.

El límite elástico, alargamiento a rotura y ensayos de aceptación del material aparecen definidos en el artículo 2.9.1 de este Pliego.

Las mallas se almacenarán de forma que no se encuentren expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, betún, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras o alambres al hormigón.

En caso de almacenamiento prolongado, la Dirección de Obra, si lo estima oportuno, podrá exigir la realización de los ensayos precisos para comprobar que los aceros no presentan alteraciones perjudiciales.

## 2.10 ACERO INOXIDABLE

Los aceros inoxidables tendrán un contenido mínimo para su alta resistencia a la corrosión de:

- Cromo = 18%
- Níquel = 10%
- Molibdeno = 2%

Los tipos a emplear, de acuerdo con la nomenclatura de las normas AISI, serán el 304 o el 316 L. El acabado de su superficie será de acuerdo con la norma DIN 17.440 tipo III-d o las normas AISI tipo BA. No se permitirá en obra civil el empleo de cualquier otro tipo de acero inoxidable.

Los electrodos empleados para la soldadura cumplirán las especificaciones de las normas ASTM o la AWS, y los operarios que realicen estas soldaduras, deberán estar homologados por el Instituto Nacional de Soldadura.

## 2.11 ACERO LAMINADO EN ESTRUCTURAS

### 2.11.1.- DEFINICIÓN Y ALCANCE

Se define como estructura metálica los elementos o conjunto de elementos de acero que forman parte resistente y sustentante de una construcción.
Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

No es aplicable este artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

Esta unidad comprende:

- El suministro de todos los materiales empleados, tales como perfiles, tornillos, chapas, etc.
- La elaboración en taller de los diferentes elementos integrantes de la estructura.
- La carga, transporte, descarga y movimientos interiores de todos los elementos.
- El montaje de la estructura, incluyendo las estructuras de soporte provisionales, y cuantas operaciones sean necesarias como gateos, apuntalamientos, lastrados, construcciones parciales por elementos o módulos y el ensamblaje parcial o total, las uniones, soldadura en obra, etc.
- Los trabajos de acabado, limpieza y chorreado, así como repasos que se deban efectuar en el sistema de pintado una vez terminado éste y originados por soldaduras, daños mecánicos, arriostrados provisionales, etc.
- Todos los materiales auxiliares, mecánicos y personal necesario para la ejecución de los trabajos.
- Los ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías o ultrasonidos, etc., de acuerdo con las condiciones exigidas por este Pliego y la normativa vigente.

### 2.11.2.- MATERIALES

#### 2.11.2.1.- Aceros laminados

La totalidad de los aceros empleados en la obra deberán cumplir las especificaciones del CTE-SE-A en lo referente a tipo de acero, características mecánicas, composición química, series y tolerancias.

| Según UNE en 10.025 |
|---|
| S 275 J0 En perfiles laminados<br>S 355 J2 En chapas y perfiles tubulares |

#### 2.11.2.2.- Tornillos, tuercas y arandelas

Se definen como tornillos, los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión o para ejercer un esfuerzo de compresión.

### 2.11.2.3.- Electrodos

Soldadura manual por arco eléctrico

Se emplearán electrodos con revestimiento básico, de bajo contenido en hidrógeno, y serán tales, que las propiedades químicas y físicas de las soldaduras resultantes, superen las características resistentes especificadas en este Pliego para el metal base. Los ensayos y pruebas de impacto correspondientes se harán de acuerdo con la elección del electrodo.

Estarán de acuerdo con la especificación UNE 14-003 con la AWS/ASME 5.1 y AWS A 5.5. En cuanto al tipo de acero a soldar, estarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma AWS D.1-1. Si esta última no contempla alguno de los tipos de acero a soldar, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión que deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra, antes de su uso. Adicionalmente y en el caso de soldadura de acero estructural a armaduras, los electrodos deberán cumplir con AWS D 12.1.

Queda expresamente prohibida la utilización de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza.

En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos cuyo rendimiento nominal sea superior a 120. La determinación del rendimiento y del coeficiente de depósito de electrodos revestidos se realizará de acuerdo a la Norma UNE 14-038.

Las dimensiones de los electrodos se ajustarán a la Norma UNE 14-220.

La determinación de la humedad total de los electrodos revestidos de ajustará a la Norma UNE 14.211.

Soldadura automática por arco sumergido

Los electrodos para soldadura automática con arco sumergido estarán de acuerdo con la especificación AWS A5-17, AWS A5-23 y con la Norma AWS D 1-1, en cuanto a tipo de acero a soldar. En caso de que la Norma AWS D 1-1 no contemple alguno de los tipos de acero a soldar, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión que deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra antes de su uso.

En cualquier caso, el material de aportación tendrá características resistentes (incluso resiliencia) superiores a las del metal base.

## 2.12 MATERIALES PARA LA FORMACION DE TERRAPLENES Y RELLENO DE ZANJAS

### 2.12.1 CALIDAD

Los materiales a emplear en la formación de terraplenes y relleno de zanjas serán los especificados en el proyecto para cada zona diferenciada. En general, se obtendrán de las excavaciones realizadas en la propia obra, en préstamos adecuados que cumplan las condiciones exigidas y de cantera.

### 2.12.2 ENSAYOS

Serán de aplicación, como orientación, las normas siguientes:
Por cada mil metros cúbicos (1.000 m3) o fracción de tierras empleadas en terraplenes y rellenos en conducciones:

- Un (1) Ensayo Proctor normal (NLT - 107/72)
- Un (1) ensayo de contenido de humedad (NLT - 102/72 y 103/72)
- Un (1) Ensayo granulométrico (NLT - 104/72)
- Un (1) Ensayo de límites de Atterberg (NLT - 105/72 y 106/72)

Por cada quinientos metros cúbicos o fracción (500 $m^3$) de material de relleno clasificados:

- Un (1) Ensayo granulométrico (NLT - 104/72)
- Un (1) Ensayo de Atterberg (NLT - 105/72)

## 2.13 MATERIALES PARA LA CAPA DE ASIENTO Y RELLENO GRANULAR DE LAS TUBERIAS

### 2.13.1 CALIDAD

Será material granular de piedra caliza de cantera que cumpla las siguientes especificaciones:

Gravilla graduada de piedra caliza
- Máximo 15% de arena
- Máximo 25% que pasa por el tamiz de 3/8” (9,5 mm)
- Máximo 5% de finos
- Tamaño máximo 19 mm

- D15/d85 < 5, donde D15 es la apertura de la malla del tamiz que permite el paso del 15% en peso del material más grueso, y d85, la apertura de la malla del tamiz que permite el paso del 85% en peso del material más fino.

- D50/d50 < 25, donde D50 es la apertura de la malla del tamiz que permite el paso del 50% en peso del material más grueso, y d50, la apertura de la malla que permite el paso del 50% en peso del material más fino.

### 2.13.2 ENSAYOS

Como orientación, por cada doscientos metros cúbicos (200 $m^3$) o fracción:

- Un (1) Ensayo granulométrico (NLT - 104/72)
- Un (1) Límite de Atterberg (NLT - 105/72)

## 2.14 TUBERÍA DE POLIETILENO PARA REDES DE SANEAMIENTO

### 2.14.1 CONDICIONES GENERALES

Las tuberías empleadas en la obra procederán de fábrica con experiencia acreditada en el tipo concreto de tubería proyectada y en diámetros iguales o superiores al de diseño.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

### 2.14.2 MATERIALES

Para el presente proyecto se adopta tubería de polietileno de alta densidad PE-100 RC, resistente a la fisuración y a la propagación de fisuras a largo plazo y a la abrasión; fabricada con materia prima que cumpla, además de con las Normas vigentes, con las especificaciones al alza establecidas en la asociación PE-100+.

#### 2.14.2.1 NORMATIVA BÁSICA

Los tubos de polietileno para saneamiento bajo presión hidráulica interior deben cumplir, como base, con lo especificado en la Norma UNE-EN 13244 “Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua en general, y saneamiento a presión. Polietileno PE”.

Corresponderá a la serie S 8, con un valor SDR 17, equivalente a una presión nominal de 10 at.

En relación con los accesorios, se obtendrán por soldadura en taller con tubos cortados expresamente a la medida precisa para ser convertidos en piezas especiales. Se tendrán en cuenta normas internacionales, como la DVS 2207-1 en Alemania, que regulan los procedimientos de soldadura entre los segmentos que componen los accesorios. Para las dimensiones, deberá observarse lo especificado en la norma alemán DIN 16963, mientras que los ensayos recomendados para su control de calidad figuran en las normas de sistemas correspondientes: UNE-EN 12201, UNE-EN 13244 y UNE-EN 13476.

Las características básicas principales del polietileno seleccionado para el proyecto serán:

## PROPIEDADES BÁSICAS DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE-100 RC

| | | | | Edad del tubo (años) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Norma | Valor | 1 | 10 | 25 | 50 |
| **Propiedades físicas** | | | | | | | |
| Densidad | g/cm3 | ISO 1183 / EN 12201 | 0,96 | | | | |
| Índice de fluidez (190ºC/5,0 kg) | g/10 min | ISO 1133-1 | 0,3 | | | | |
| Coeficiente de Poisson | | | 0,38 | | | | |
| **Presión interna** | | | | | | | |
| MRS | MPa | ISO 9080 | 10 | | | | |
| **Propiedades mecánicas** | | | | | | | |
| Módulo elástico 2MPa 20ºC | Mpa | ISO 527 | **1000** | **200** | **175** | **165** | **150** |
| Resistencia tensión circunferencial 20ºC | MPa | ISO 527 | **23** | **11,91** | **11,44** | **11,1** | **10** |
| Resistencia a flexión 20ºC | MPa | | **22,5** | **21** | **20** | **17** | **15,2** |
| Resistencia a compresión 20ºC | MPa | | **23** | **23** | **21,8** | **18,5** | **16,5** |
| Alargamiento | % | ISO 527 | **9** | | | | |
| Módulo de tensión 1h 2MPa 20ºC | MPa | ISO 899 | **850** | | | | |
| Módulo de tensión 1000h 2MPa 20ºC | MPa | ISO 899 | **360** | | | | |
| Elongación máxima | % | EN 638 | **350** | | | | |
| **Módulo a flexión** | MPa | | | | | | |
| (1 min) 2MPa 20ºC | MPa | | **1050** | | | | |
| (24h) 2MPa 20ºC | MPa | | **400** | | | | |
| (2000 h) 2MPa 20ºC | MPa | | **350** | | | | |
| **Propiedades térmicas** | | | | | | | |
| Coeficiente de dilatación lineal | mm/m ºC | DIN 53752 | 1,8 | | | | |
| Índice de reblandecimiento | ºC | ISO 306 | 77 | | | | |
| Tiempo de inducción a la oxidación | min | EN 728 / UNE-EN | **>20** | | | | |
| **Resistencia a la abrasion** | | | | | | | |
| FNCT (4.0 Mpa, 2% Arkopal N 100, 80ºC) | h | ISO 16770 | **>8000** | | | | |
| **Otros** | | | | | | | |
| Dureza Shore D (3 sec) | | ISO 868 | **60** | | | | |
| Contenido de negro de carbono | % | ISO 6964 | **2,5** | | | | |

El control de la materia prima y de los tubos se realizará según lo especificado en el Manual Técnico de tuberías de polietileno, de ASETUB, según lo señalado en los aparatados 2.4.2.1 y 2.4.2.2, y que se transcriben a continuación.

*2.4.2.1 Control de la materia prima*

*Los ensayos que deben realizarse para la comprobación de las características técnicas básicas de la resina de PE empleada en la fabricación de los tubos de PE, deben ser los establecidos en las tablas indicadas en las normas de producto (por ejemplo, UNE-EN 12201, UNE-EN 13244, UNE-EN 1555) (véanse las tablas 2.5 y 2.6). Si para una instalación concreta fuera necesario evaluar la resistencia al ataque químico del polietileno, se comprobará lo indicado en la UNE 53389 (equivalente a la ISO/TR 10358).*

Tabla 2.5. Ensayos del compuesto en forma de granza empleado en los tubos de PE (basada en la Norma UNE-EN 12201)

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Densidad del compuesto | ≥ 930 kg/m | Temperatura de ensayo | 23 °C | UNE-EN ISO 1183 |
| | | Número de muestras | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1183 | |
| Contenido en negro de carbono (compuesto negro) | (2 al 2,5) % en masa | Debe ser conforme con la Norma ISO 6964 | | ISO 6964 |
| Dispersión del negro de carbono (compuesto negro) | ≤ grado 3 | Debe ser conforme con la Norma ISO 18553 | | ISO 18553 |
| Dispersión del pigmento (compuesto azul) | ≤ grado 3 | Debe ser conforme con la Norma ISO 18553 | | ISO 18553 |
| Contenido en agua[b] | ≤ 300 mg/kg | Número de probetas | 1 | UNE-EN 12118 |
| Contenido en materias volátiles | ≤ 350 mg/kg | Número de probetas | 1 | UNE-EN 12099 |

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Tiempo de inducción a la oxidación | ≤ 20 min | Temperatura de ensayo | 200 °C | UNE-EN 728 |
| | | Número de probetas | 3 | |
| Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 40 | 0,2 g/10 min a 1,4 g/10 min | Carga | 2,16 kg | UNE-EN ISO 1133 Condición D |
| | | Temperatura | 190 °C | |
| | | Tiempo | 10 min | |
| | Desviación máxima del ± 20% del valor especificado | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133 | |
| Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 63, PE 80 y PE 100 | 0,2 g/10 min a 1,4 g/10 min | Carga | 5 kg | UNE-EN ISO 1133 Condición T |
| | | Temperatura | 190 °C | |
| | | Tiempo | 10 min | |
| | Desviación máxima del ± 20% del valor especificado | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133 | |

Tabla 2.6. Ensayos del compuesto en forma de tubo

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope | Ensayo hasta rotura:<br>• Dúctil: Pasa<br>• Frágil: No pasa | Diámetro del tubo | 110 mm | UNE-EN 13953 |
| | | Relación de dimensión del tubo | SDR 11 | |
| | | Temperatura de ensayo | 23 °C | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 13953 | |
| Resistencia a la propagación lenta de fisuras (tamaño del tubo 110 o 125 mm SDR 11) | Sin fallo durante el periodo de ensayo | Temperatura de ensayo | 80 °C | UNE-EN ISO 13479 |
| | | Presión interna de ensayo para:<br>• PE 63<br>• PE 80<br>• PE 100 | <br>6,4 bar<br>8,0 bar<br>9,2 bar | |
| | | Duración del ensayo | 165 h | |
| | | Tipo de ensayo | Agua en agua | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 13479 | |
| Efecto sobre la calidad del agua | Debe ser conforme con las legislaciones nacionales existentes | | | |
| Resistencia a la intemperie (compuestos azules solamente) | Las probetas sometidas al ensayo a la intemperie debe cumplir todos los requisitos de las siguientes características | Radiación solar acumulada | ≥3,5 GJ/m$^2$ | UNE-EN 1056 |
| a) Tiempo de inducción a la oxidación | Debe ser conforme con la tabla 1 de esta norma | | | UNE-EN 1056 |
| b) Alargamiento en la rotura | Debe ser conforme con la tabla 5 de la Norma UNE-EN 12201-2 | | | UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3 |
| c) Resistencia hidrostática a 80 °C | Debe ser conforme con la tabla 3 de la Norma UNE-EN 12201-2 | | | UNE-EN 921 |

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Resistencia a la propagación rápida de fisuras | Parada | Diámetro del tubo ($d_n$) | 250 mm | ISO 13477 (ensayo S4) |
| | | Relación de dimensión del tubo | SDR 11 | |
| | | Temperatura de ensayo | 0 °C | |
| | | Medio del ensayo | Aire | |
| | | Presión interna de ensayo para:<br>• PE 100<br>• PE 80 | <br>10,0 bar<br>8,0 bar | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma ISO 13477 | |
| Resistencia a la propagación rápida de fisuras | Parada | Diámetro del tubo ($d_n$) | 500 mm | EN ISO 13478 (FST) |
| | | Relación de dimensión del tubo | SDR 11 | |
| | | Temperatura de ensayo | 0 °C | |
| | | Medio del ensayo | Aire | |
| | | Presión interna de ensayo para:<br>• PE 100<br>• PE 80 | <br>24,0 bar<br>20,0 bar | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma EN ISO 13478 | |

*2.4.2.2. Control de los tubos*

*Los ensayos que deben realizarse sobre los tubos de PE una vez fabricados son los que se indican en las tablas 2.7, 2.8 y 2.9.*

Tabla 2.7. Ensayos en los tubos de PE (características mecánicas)

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Resistencia hidrostática a 20 °C | Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo | Tapones | Tipo a) | UNE-EN 921 |
| | | Duración del acondicionamiento | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 921 | |
| | | Número de probetas | 3 | |
| | | Tipo de ensayo | Agua en agua | |
| | | Temperatura de ensayo | 20 °C | |
| | | Duración del ensayo | 100 h | |
| | | Esfuerzo (tensión) circunferencial para: | | |
| | | • PE 40 | 7,0 MPa | |
| | | • PE 63 | 8,0 MPa | |
| | | • PE 80 | 10,0 MPa | |
| | | • PE 100 | 12,4 MPa | |
| Resistencia hidrostática a 80 °C | Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo | Tapones | Tipo a) | UNE-EN 921 |
| | | Duración del acondicionamiento | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 921 | |
| | | Número de probetas | 3 | |
| | | Tipo de ensayo | Agua en agua | |
| | | Temperatura de ensayo | 80 °C | |
| | | Duración del ensayo | 165 h | |

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Resistencia hidrostática a 80 °C | Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo | Esfuerzo (tensión) circunferencial para: | | UNE-EN 921 |
| | | • PE 40 | 2,5 MPa | |
| | | • PE 63 | 3,5 MPa | |
| | | • PE 80 | 4,5 MPa | |
| | | • PE 100 | 5,4 MPa | |
| Resistencia hidrostática a 80 °C | Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo | Tapones | Tipo a) | UNE-EN 921 |
| | | Duración del acondicionamiento | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN 921 | |
| | | Número de probetas | 3 | |
| | | Tipo de ensayo | Agua en agua | |
| | | Temperatura de ensayo | 80 °C | |
| | | Duración del ensayo | 1 000 h | |
| | | Esfuerzo (tensión) circunferencial para: | | |
| | | • PE 40 | 2,0 MPa | |
| | | • PE 63 | 3,2 MPa | |
| | | • PE 80 | 4,0 MPa | |
| | | • PE 100 | 5,0 MPa | |

Tabla 2.8. Ensayos en los tubos de PE (características físicas)

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Alargamiento en la rotura para e ≤ 5 mm | ≥350% | Forma de la probeta | Tipo 2 | UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3 |
| | | Velocidad de ensayo | 100 mm/min | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1 | |
| Alargamiento en la rotura para 5 mm < e ≤ 5 mm | ≥350% | Forma de la probeta | Tipo 1 | UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3 |
| | | Velocidad de ensayo | 50 mm/min | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1 | |
| Alargamiento en la rotura para e ≤ 12 mm | ≥350% | Forma de la probeta | Tipo 1 | UNE-EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3 |
| | | Velocidad de ensayo | 25 mm/min | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1 | |
| | | o | | |
| | | Forma de la probeta | Tipo 3 | |
| | | Velocidad de ensayo | 10 mm/min | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 6259-1 | |
| Índice de fluidez en masa MFR para PE 40 | Cambio del MFR tras la transformación ± 20% | Carga | 2,16 kg | UNE-EN ISO 1133, condición D |
| | | Temperatura de ensayo | 190 °C | |
| | | Duración del ensayo | 10 min | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133 | |

| Características | Requisitos | Parámetros de ensayo | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|
| | | Parámetro | Valor | |
| Índice de fluidez en masa MFR para PE 63, PE 80 y PE 100 | Cambio del MFR tras la transformación ± 20% | Carga | 5 kg | UNE-EN ISO 1133, condición T |
| | | Temperatura de ensayo | 190 °C | |
| | | Duración del ensayo | 10 min | |
| | | Número de probetas | Debe ser conforme con la Norma UNE-EN ISO 1133 | |
| Tiempo de inducción a la oxidación | ≥20 min | Temperatura de ensayo | 200 °C | UNE-EN 728 |
| | | Número de probetas | 3 | |
| Efecto sobre la calidad del agua | Se aplican las legislaciones nacionales, y/o los proyectos de norma actualmente en elaboración | | | |

### 2.14.2.2 REQUISITOS ADICIONALES

Además de los señalado y requerido en las normas vigentes de obligado cumplimiento, la materia prima con la que elaborará el tubo y los componentes manipulados (codos, valonas…) cumplirá con las exigencias adicionales requeridas establecidas para pertenecer a la asociación PE-100+.

La calidad de las tuberías de PE depende, en gran medida, de algunos parámetros críticos:

- Resistencia a la ruptura por fluencia
- Resistencia al agrietamiento por tensión
- Detención de la rápida propagación de grietas

La durabilidad bajo presión está determinada tanto por la resistencia a la ruptura por fluencia como por la resistencia al agrietamiento por tensión. La tubería PE 100+ demuestra una mejora significativa en la resistencia a la ruptura por fluencia, que es un factor importante para determinar, en última instancia, la vida útil de un material. La resistencia al agrietamiento por tensión de los productos de tubería PE 100+ también ha mejorado claramente. Esto asegura una vida operativa más larga y segura para la tubería. La prueba de tubería con muescas es un método acelerado para evaluar la alta resistencia al agrietamiento por tensión. Como en todos los materiales para aplicaciones de presión, incluido el acero, se desea minimizar el riesgo de una rápida propagación de grietas. Como los materiales PE 100+ son muy dúctiles, este riesgo es muy bajo.

La prueba S4 estandarizada internacionalmente se utiliza para evaluar el rendimiento de los materiales PE100+ y demuestra un rendimiento mucho más allá de la presión operativa de dichos materiales. Al medir las tres propiedades en la misma tubería a un nivel más alto y de manera regular, los materiales de tubería enumerados por la Asociación PE 100+ brindan un rendimiento continuo y sobresaliente.

Los materiales PE 100-RC se han convertido en una subfamilia esencial y bien establecida de compuestos PE 100. Tienen una mayor resistencia al agrietamiento por tensión y, por lo tanto, menos riesgo de fallo debido a daños durante la instalación o debido a cargas puntuales después de la instalación. Esto, a su vez, ha facilitado el mayor uso de métodos de instalación de tecnología sin zanjas, que tienen un impacto ambiental reducido.

Con el fin de clasificar y monitorear el desempeño de estos compuestos PE 100-RC, la industria de tuberías, con el apoyo de la Asociación PE 100+, ha identificado cuatro métodos de prueba que describen detalladamente el desempeño de estos materiales con respecto a su resistencia al agrietamiento por tensión.

1. Ensayo de endurecimiento por deformación según ISO 18488
2. Prueba de barra redonda agrietada según ISO 18489
3. Prueba acelerada de tubería con muescas - ANPT - siguiendo la norma ISO 13479, usando actualmente una solución al 2% de nonil-fenil-etoxilato
4. Prueba acelerada de fluencia con muescas completas - AFNCT - utilizando una solución al 6,67 % de óxido de lauramina

Todas las pruebas anteriores se han implementado adicionalmente en la norma europea EN 1555 revisada recientemente para combustibles gaseosos publicada en 2021. La implementación de requisitos similares está en progreso en EN 12201 para aplicaciones de agua. Además, estos ensayos serán recogidos en las correspondientes normas ISO ISO 4437 e ISO 4427, cuando éstas sean actualizadas.

Para garantizar el alto nivel de calidad de los materiales PE 100+, la Asociación PE 100+ ha establecido una lista de calidad adicional para los compuestos PE 100-RC.

Para obtener un material candidato PE 100-RC en la lista, se deben cumplir los requisitos resumidos en la Tabla 1. Para los materiales PE 100-RC que ya están listados como PE 100, la prueba de presión y la prueba RCP no tienen que ejecutarse nuevamente para el listado inicial. Además, para este tipo de materiales, la prueba estándar de tubería con muescas en agua se reemplaza por la prueba acelerada de tubería con muescas.

Tabla 1 – Resumen de requisitos para materiales candidatos PE 100-RC

| Propiedad | Método de prueba | Requisito | Método de prueba |
|---|---|---|---|
| Resistencia a la ruptura por fluencia | Prueba de presión a 20 °C y 12,0 MPa | ≥ 200 horas | ISO 1167 |
| Resistencia a la propagación rápida de grietas | PC S4 a 0 °C | ≥ 10 bares | Norma ISO 13477 |
| Resistencia a la fisuración por tensión | Prueba acelerada de tubo Notch ANPT en solución de etoxilato de nonilfenol al 2 % [1)]<br>80 °C – 9,2 bar | ≥ 300 horas | Norma ISO 13479 |
| Resistencia a la fisuración por tensión | CRB de prueba de barra redonda agrietada | ≥ 1,5 x $10^6$ ciclos | ISO 18489 |
| Resistencia al agrietamiento por tensión | Prueba FNCT acelerada (AFNCT)<br>En solución de óxido de lauramina al 2 %<br>90 °C – 4,0 MPa<br>alternativamente<br>90 °C – 5,0 MPa | ≥ 550 horas<br><br>≥ 300 horas | ISO 16770 |
| Resistencia a la fisuración por tensión | Prueba de endurecimiento por deformación (SH) de tubería rectificada | ≥ 53,0 MPA | ISO 18488 |

1. Actualmente, la prueba se lleva a cabo en una solución de etoxilato de nonilfenol al 2 % (p. ej., Arkopal®N100). Se espera realizar la prueba en solución de óxido de lauramina al 2% (por ejemplo, Dehyton PL®) a partir de 2024 con nuevas especificaciones.

Al igual que para la lista de materiales PE 100 estándar, el candidato a PE 100-RC debe pasar las pruebas con éxito dos veces seguidas para la lista inicial y debe pasar las pruebas de las rondas de prueba anuales consecutivas como se indica en la Tabla 2, a continuación.

Tabla 2 – Programas de calificación inicial y prueba de verificación anual para materiales PE 100-RC

| Método de prueba | Método de prueba | Cualificación inicial | Cheque anual | especímenes |
|---|---|---|---|---|
| Prueba de presión<br>20 °C – 12,0 MPa | ISO 1167 | 2 rondas de prueba exitosas seguidas | 1 año | Tubo<br>110 mm DEG 11 |
| Prueba RCP PcS4 a 0 °C | Norma ISO 13477 | 2 rondas de prueba exitosas seguidas | 1 año | Tubo<br>110 mm DEG 11 |
| Prueba acelerada de tubo con muesca ANPT [1)] | Norma ISO 13479 | 2 rondas de prueba exitosas seguidas | 1 año | Tubo<br>110 mm DEG 11 |
| CRB de prueba de barra redonda agrietada | ISO 18489 | 2 rondas de prueba exitosas seguidas | - | Gránulos |
| Prueba acelerada de FNCT (AFNCT) | ISO 16770 | 2 rondas de prueba exitosas seguidas | - | Gránulos |
| Prueba de endurecimiento por deformación (SH) de tubería rectificada | ISO 18488 | 2 rondas de prueba exitosas seguidas | 1 año | Tubo triturado<br>110 mm SDR 11 |

1. Actualmente, la prueba se lleva a cabo en una solución de etoxilato de nonilfenol al 2 % (p. ej., Arkopal®N100). Se espera realizar la prueba en solución de óxido de lauramina al 2% (por ejemplo, Dehyton PL®) a partir de 2024 con nuevas especificaciones.

En este sentido, PE 100+ sigue, sin concesiones, las estrictas normas de calidad y listado que se han establecido para los compuestos PE 100+.

## 2.15 TUBOS DE PVC PARA SANEAMIENTO Y DRENAJE

### 2.15.1 CONDICIONES GENERALES

Las tuberías empleadas en la obra procederán de fábrica, con experiencia acreditada, y cumplirán la norma UNE-EN-1401. Previamente a la puesta en obra de cualquier tubería, el Contratista propondrá a la Dirección de la Obra el nombre del fabricante de tubería, siendo necesario presentar los siguientes requisitos:

- Sección tipo de cada diámetro de tubería con indicación de las dimensiones y espesores
- Longitud de tubería
- Tipo de junta a emplear
- Experiencia en obras similares

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

La tubería deberá ser la correspondiente a la serie SN indicada en los planos y/o en las unidades de presupuesto.

Para la aprobación de la tubería se realizarán los siguientes ensayos previos:

- Prueba de aplastamiento de probeta de dos tuberías de 200 mm. de longitud
- Prueba de rotura a presión interior de dos tuberías, debiendo romper a una presión superior a 2 kg/cm²

Estos ensayos se realizarán bajo la presencia de la Dirección de Obra o persona delegada, siendo a cuenta del Contratista todos los gastos que los mismos conlleven.

### 2.15.2 ENSAYOS

Por cada 100 tubos o fracción se realizarán los siguientes ensayos:

- Tres controles dimensionales de la tubería
- Un ensayo de aplastamiento en probeta de 200 mm.

Si alguno de estos dos ensayos no es cumplido satisfactoriamente se rechazará el lote.

Todos estos ensayos serán realizados en presencia de la Dirección de Obra o persona en quien delegue. Los ensayos iniciales de comprobación del lote serán abonados dentro de la partida de Control de Calidad. Los ensayos originados por fallos serán de cuenta del Contratista.

### 2.15.3 JUNTAS DE CAUCHO EN UNIONES DE TUBERÍA DE PVC

Cumplirán las características definidas en el Capítulo II de este Pliego en donde, asimismo, se definen los tipos de ensayos y frecuencia de los mismos.

### 2.15.4 JUNTAS DE GOMA EN UNIONES DE TUBERÍA DE PVC

Las juntas de goma a emplear para conseguir la estanqueidad en las tuberías de PVC cumplirán la Norma UNE 53.571 y todos los requisitos definidos en el Capítulo II de este Pliego.

Además, en dicho apartado se señalan los controles de aceptación previa a la puesta en obra de la junta y el control de calidad a realizar por lotes.

## 2.16 UNIÓN POZO DE REGISTRO-TUBERÍA DE SANEAMIENTO

### 2.16.1 CONDICIONES GENERALES

La unión entre pozo de registro y tubería de saneamiento se realizará mediante piezas especiales de entrada y salida a pozo formadas por tubería de hormigón del mismo diámetro que la conducción de entrada y salida correspondiente.

Si la unión entre pozo de registro y conducción de tubería es de PVC ó PAD se realizará mediante piezas especiales (manguitos pasamuros) de PVC ó PAD con junta, que garanticen la estanqueidad de la unión.

Tanto los materiales como las características de la unión cumplirán la norma ASTM C-923-89.

### 2.16.2 ENSAYOS

Los ensayos a las uniones pozo de registro- tubería de saneamiento se realizarán de acuerdo al Capítulo II del presente Pliego.

## 2.17 PATES DE ACERO RECUBIERTOS DE POLIPROPILENO

Los pates de acceso al interior de los pozos de registro, bombeos o tanques de tormentas serán metálicos recubiertos de polipropileno o polietileno de alta densidad, capaces de aguantar una carga concentrada de 130 Kg. colocado en el punto en que pueda producir los máximos esfuerzos. La distancia entre pates será igual o inferior a 35 cm. Se prohíbe expresamente el empleo de pates de aluminio sin recubrir.

Los pates se anclarán en el hormigón un mínimo de 7,5 cm. La anchura mínima del pate será de 20 cm. La distancia libre entre pared y pate será de 10 cm.
Los pates a anclar en paramentos circulares deberán llevar un anillo de polipropileno de protección que adapte la superficie contacto del pate al paramento circular. Este anillo no será necesario en pates para paramentos rectos.

## 2.18 TAPAS Y MARCOS EN SANEAMIENTO

### 2.18.1 TAPAS Y MARCOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL INTEGRAL

Las tapas a colocar en los pozos de registro, aliviaderos y bombeos proyectados en la red de saneamiento serán como mínimo de 600 mm. de diámetro de paso libre.

Tendrán un peso superior a 64 kg y de fundición nodular.

Estas tapas deberán resistir una carga de 40 t., con una flecha inferior a 1/500 del paso de abertura, realizándose el ensayo según lo establecido en la norma AFNOR P 98-311.

Además:

* Las tapas no tendrán agujeros de ventilación, salvo indicación expresa del proyecto de la Dirección de obra.

* El apoyo de la tapa, deberá realizarse en una sección mecanizada que asegure el correcto asiento.

* No deberá existir ningún contacto metal-metal entre marco y tapa, con junta de elastómero en el marco.

* La rótula no estará en contacto con el marco cuando la tapa esté en posición de cerrado.

* La tapa no tendrá ningún sistema que dificulte la apertura desde el interior.

* Deberá de ser de un modelo aprobado por el Aguas del Añarbe, incluyendo las inscripciones que el Aguas del Añarbe estime oportunas.

### 2.18.2 TAPAS Y MARCOS DE ALUMINIO

Las tapas especiales a colocar en los pozos de registro y aliviaderos de la red de saneamiento proyectada serán de las dimensiones libres señaladas en los planos.

Las tapas especiales serán de aluminio reforzado y deberán soportar con una flecha inferior al 0,2% una sobrecarga de 1.000 Kg por $m^2$ en acera y una carga puntual de 10 Tn. en calzada.

La parte superior de la tapa será granulada para evitar el deslizamiento sobre la misma.

La apertura se realizará mediante un eje de acero inoxidable AISI-316, sobre el que girará la tapa de registro debiendo poderse abrir 90 y tener mecanismos de anclaje en esa posición. La apertura y cierre estarán compensadas y deberán de ser lentas.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra para su aprobación el modelo de tapa incluyendo una descripción de su sistema de apertura, cierre y bloqueo.

## 2.19 ZAHORRA ARTIFICIAL

### 2.19.1 DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la excavación, transporte, extendido y compactación de una zahorra artificial, con las características que se especifican en el presente Artículo, como capas de subbase y base del firme en las zonas que se especifican en los planos y/o indicadas por la Dirección de la Obra.

Para esta unidad regirá el artículo “510 Zahorras” del PG-3, aprobado en la Orden FOM 2523/2014.

### 2.19.2 MATERIALES

Los materiales procederán del machaqueo y trituración de piedra caliza de cantera.
La composición granulométrica corresponderá al tipo ZA 0/32 o ZA 0/20 del PG
El material será NO PLASTICO según las normas UNE 103103 y UNE 103104.

## 2.20 BETUNES ASFALTICOS

### 2.20.1 CONDICIONES GENERALES

Cumplirá lo vigente en el PG-3, en su artículo “211 Betunes Asfálticos”, aprobado en la Orden FOM 2523/2014.

### 2.20.2 ENSAYOS

Las características de los betunes asfálticos se comprobarán antes de su utilización, mediante ejecución de ensayos que la Dirección de Obra estime oportunos, con independencia de lo anteriormente establecido se realizarán series derivadas de ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan:

Por cada veinticinco toneladas (25 t) o fracción:

- Una (1) Determinación del contenido de agua
- Un (1) Ensayo de viscosidad
- Un (1) Ensayo de destilación
- Un (1) Ensayo de penetración sobre el residuo de destilación
- Una (1) Determinación del peso específico

## 2.21 EMULSIONES BITUMINOSAS

### 2.21.1 CONDICIONES GENERALES

Cumplirá lo vigente en el PG-3. en su artículo “214 Emulsiones bituminosas”, aprobado en la Orden FOM 2523/2014.

### 2.21.2 ENSAYOS

Las características se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de las series completas de ensayos que estime pertinente la Dirección de Obra.

Aparte se realizarán por cada 25 toneladas o fracción los siguientes ensayos:

- Un (1) Ensayo de viscosidad
- Un (1) Ensayo de residuo de destilación
- Un (1) Ensayo de emulsibilidad
- Un (1) Ensayo de penetración sobre el residuo de destilación

- Un (1) Ensayo de determinación del peso específico

## 2.22 ÁRIDOS PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES Y AGLOMERADOS

### 2.22.1 CONDICIONES GENERALES

Cumplirá lo vigente en el PG-3.

### 2.22.2 ENSAYOS

Por cada quinientos metros cúbicos (500 $m^3$) o fracción y una vez al día se realizarán:

- Un (1) Ensayo granulométrico

## 2.23 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

### 2.23.1 DEFINICIÓN

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas de árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la de ambiente.

### 2.23.2 MATERIALES

#### 2.23.2.1 Ligante Hidrocarbonado

El Territorio Histórico de Gipuzkoa se encuentra dentro de la zona térmica estival media, de acuerdo con la Norma 6.3 – IC "Rehabilitación de firmes". En consecuencia, se emplearán los ligantes especificados en la tabla adjunta:

| CAPA | CATEGORIA DE TRAFICO PESADO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T 00 | T 0 | T 1 | T 2 | T 3 | T 4 |
| RODADURA | BM - 3b | BM – 3b | BM – 3b | B 60/70 | B 60/70 | B 60/70 |
| INTERMEDIA | B 40/50 | B 40/50 | B 40/50 | B 60/70 | B 60/70 | B 60/70 |
| BASE | B 40/50 | B 40/50 | B 60/70 | B 60/70 | | |
| ALTO MODULO | BM – 1 | BM – 1 | B 13/22 | B 13/22 | B 13/22 | |

#### 2.23.2.2 Aridos

Los áridos procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera, ofiticos en la capa de rodadura, pudiendo ser calizos en las restantes capas o procedentes del reciclado de mezclas bituminosas en caliente en proporción inferior al 10% de la masa total de la mezcla en las restantes capas.

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2. Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0'063 mm de la UNE-EN 933-2. Procederá de la trituración de piedra de cantera y deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas. El árido fino a emplear en las capas de rodadura será de naturaleza ofítica, salvo un porcentaje no superior al 50 % en peso, que será de naturaleza caliza.

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0'063 mm. de la UNE-EN 933-2. El polvo mineral podrá proceder de los áridos calizos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado. La caracterización del polvo mineral, bien procedente de los áridos calizos o cualquier otro equiparable para su uso como polvo mineral de aportación, requerirá la realización de los siguientes ensayos:

- Granulometría, según UNE EN 933-2
- Azul de metileno, según UNE EN 933-9
- Densidad aparente en tolueno, según NLT-176/92
- Densidad real, según UNE EN 1097-4
- Solubilidad en agua, según UNE EN 1744-1
- Contenido en carbonatos, según UNE EN 196-21
- Contenido de óxido cálcico y óxido de magnesio, según UNE EN 459-2

Asimismo, con el fin de analizar las condiciones de adhesividad del árido calizo u ofítico con el ligante, se realizarán los siguientes ensayos:

- Ebullición, para analizar el grado de cubrición de los áridos.
- UCL, para determinar la pérdida por desgaste.

Por último, con el fin de analizar el grado de finura y actividad del polvo mineral se calculará su concentración crítica, según el procedimiento propuesto por el laboratorio de Caminos de la UPC (IRAM 1542/83) y se aplicará el método UCL, antes señalado, para el estudio de la adhesividad de los áridos en presencia del polvo mineral, cuya dosificación no debe realizarse ponderalmente, sino volumétricamente.

La proporción del polvo mineral de aportación, excluido el de recuperación de áridos ofíticos de la central de fabricación, a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla adjunta. El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador en ningún caso podrá rebasar el dos por ciento (2%) de la masa de la mezcla.

Los áridos a emplear en la fabricación de las mezclas bituminosas en caliente cumplirán las siguientes especificaciones fijadas en la tabla adjunta:

<table>
<tr><th colspan="3">TIPO DE MEZCLA</th><th colspan="7">DENSA, SEMIDENSA, GRUESA y ALTO MODULO</th></tr>
<tr><th colspan="3">CATEGORIA TRAFICO PESADO</th><th colspan="2">T 00</th><th colspan="2">T 0</th><th>T 1</th><th>T 2</th><th>T 3</th><th>T 4</th></tr>
<tr><td rowspan="2">COMBINA-DO (antes secador)</td><td rowspan="2">LIMPIEZA</td><td rowspan="2">Eq. Arena (EN 933-8) Azul metil. (EN 933-9)</td><td colspan="9">Equivalente de arena > 50 ó<br>Azul de metileno < 10 y simultáneamente EA > 40</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Partículas trituradas</td><td>Rodadura</td><td>100</td><td colspan="2">100</td><td>100</td><td>≥ 90</td><td>≥ 75</td></tr>
<tr><td>Intermedia</td><td>100</td><td colspan="2">100</td><td>≥ 90</td><td colspan="2">≥ 75</td></tr>
</table>

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ARIDO GRUESO (retenido 2 mm.) | TEXTURA Y FORMA | (EN 933-5) | Base | 100 | ≥ 90 | ≥ 75 | |
| | | Ind. Lajas (EN 933-3) | D, S y G | ≤ 15 | ≤ 20 | | ≤ 25 |
| | CALIDAD | Desgaste Los Angeles (EN 1097-2) | Rodadura | ≤ 10 | ≤ 15 | | ≤ 15 |
| | | | Intermedia | ≤ 25 | | | |
| | | | Base | ≤ 25 | ≤ 30 | | |
| | | C.P.A.(UNE – 146130) | Rodadura | ≥ 0,55 | ≥ 0,55 | ≥ 0,50 | ≥ 0,50 |
| | LIMPIEZA | Impurezas (An.C.UNE - 146130) | < 0,5 % Se realizará un análisis macroscópico para asegurar el origen y características del árido y un análisis mineralógico para detallar su composición mineralógica. | | | | |
| ARIDO FINO (pasa 2 mm., reten. 0,063) | LIMPIEZA | Exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas. Se completará con un análisis macroscópico y mineralógico. | | | | | |
| | CALIDAD | Des.L.Ang. (EN 1097-2) | Rod.- Inter. | El del árido grueso ó ≤ 22 si es de aportación | | | |
| | | | Base | El del árido grueso ó ≤ 25 si es de aportación | | | |
| POLVO MINERAL (pasa 0,063) | DE APORTACION | | Rodadura | 100 | | | ≥ 50 |
| | | | Intermedia | 100 | | ≥ 50 | |
| | | | Base | 100 | ≥ 50 | | |
| | FINURA Y ACTIVIDAD | Dens. Apar. (NLT-176) | 0,5 – 0,8 g/cm$^3$ | | | | |

**2.23.2.3 Tipo y composición de la mezcla**

La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de alguno de los usos fijados en la tabla adjunta. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1.

HUSOS GRANULOMETRICOS, CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| TIPO DE MEZCLA | | TAMAÑO DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **40** | **25** | **20** | **12'5** | **8** | **4** | **2** | **0'500** | **0'250** | **0'125** | **0'063** |
| **Densa** | **D12** | | | 100 | 80-95 | 64-79 | 44-59 | 31-46 | 16-27 | 11-20 | 6-12 | 4-8 |
| | **D20** | | 100 | 80-95 | 65-80 | 55-70 | 44-59 | 31-46 | 16-27 | 11-20 | 6-12 | 4-8 |
| **Semi Densa** | **S12** | | | 100 | 80-95 | 60-75 | 35-50 | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 5-10 | 4-8 |
| | **S20** | | 100 | 80-95 | 64-79 | 50-66 | 35-50 | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 5-10 | 3-7 |
| | **S20*** | | 100 | 80-95 | 64-79 | 50-66 | 35-50 | 24-38 | 11-21 | 8-15 | 7-12 | 6-9 |
| | **S25** | 100 | 80-95 | 73-88 | 59-74 | 48-63 | 35-50 | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 5-10 | 3-7 |
| **Gruesa** | **G20** | | 100 | 75-95 | 55-75 | 40-60 | 25-42 | 18-32 | 7-18 | 4-12 | 3-8 | 2-5 |
| | **G25** | 100 | 75-95 | 65-85 | 47-67 | 35-54 | 25-42 | 18-32 | 7-18 | 4-12 | 3-8 | 2-5 |

La dotación de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente deberá cumplir lo indicado en la tabla adjunta, según el tipo de mezcla o de capa.

DOTACION MINIMA (*) DE LIGANTE HIDROCARBONADO
(% en masa sobre el total del árido seco, incluido el polvo mineral)

| TIPO DE CAPA | TIPO DE MEZCLA | DOTACION MINIMA (%) |
|---|---|---|
| RODADURA | DENSA Y SEMIDENSA | 5,0 |
| INTERMEDIA | SEMIDENSA Y GRUESA<br>ALTO MODULO | 4,3<br>5,3 |
| BASE | SEMIDENSA y GRUESA | 4,0 |

(*) Se tendrán en cuenta las correcciones por peso específico y absorción de los áridos, si son necesarias.

La relación ponderal recomendable, salvo justificación en contrario, entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado de las mezclas densas, semidensas y gruesas, en función de la categoría de tráfico pesado y de la zona térmica estival se fijará de acuerdo con las indicadas en la tabla adjunta:

RELACION RECOMENDABLE DE POLVO MINERAL-LIGANTE EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS PARA LAS CATEGORIAS DE TRAFICO PESADO T00 A T2

| TIPO DE CAPA | ZONA TERMICA ESTIVAL | |
|---|---|---|
| | CALIDA Y MEDIA | TEMPLADA |
| RODADURA | 1’3 | 1’2 |
| INTERMEDIA | 1’2 | 1’1 |
| BASE | 1’1 | 1’0 |
| | | |

**2.23.2.4 Control de procedencia y control de calidad de los áridos**

Los áridos a emplear en la fabricación de las mezclas bituminosas en caliente serán sometidos a los siguientes ensayos de control, que tendrán el carácter de ensayos de control de procedencia, aunque se aporte el certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de la marca, sello o distintivo de calidad del árido y de ensayos de control de calidad, realizados con la frecuencia que señala el apartado 542.9 del artículo 542 sobre cada fracción de árido que se produzca o reciba y se utilice en la fabricación de las mezclas bituminosas en caliente. Los ensayos de control a realizar serán los siguientes:

- Sobre cada procedencia del árido o sobre el árido acopiado en la planta asfáltica, independientemente de su tamaño:

  - Análisis macroscópico: origen y características.
  - Análisis mineralógico: composición mineralógica.
  - Resistencia a la fragmentación (Coeficiente de Los Angeles), según UNE-EN 1097-2
  - Resistencia al pulimento acelerado (Coeficiente de pulimento acelerado), según el anexo D de la UNE 146130.

- Sobre cada fracción de árido recibido o acopiado en la planta asfáltica:

  - Análisis granulométrico: según UNE-933-1.

- Densidad de las partículas y absorción de agua: según UNE-EN 1097-2.

- Sobre cada fracción de árido grueso recibido o acopiado en la planta asfáltica:

  - Contenido en impurezas: según el anexo C de la UNE 146130.
  - Forma del árido (Indice de lajas): según UNE-EN 933-3.
  - Angulosidad: según UNE-EN 933-5.

- Sobre cada fracción de árido fino recibido o acopiado en la planta asfáltica:

  - Equivalente de arena y valor de azul de metileno: según UNE-EN 933-8 y UNE-EN 933-9, respectivamente.

## 2.24 URBANIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE URBANIZACIÓN

### 2.24.1 FIRMES EN CALZADA

Los materiales a emplear en la ejecución de los firmes proyectados y en la reposición de los firmes afectados por esta obra se realizarán de acuerdo con las características y ensayos definidos en este capítulo 2 del presente Pliego, independientemente que el firme sea de hormigón o flexible.

### 2.24.2 ACERAS

Los materiales a emplear en la reposición de aceras serán similares a los existentes hoy día en las urbanizaciones actuales; si bien, su color y forma será elegido por la Dirección de Obra.

Si el material es baldosa, deberá cumplir todas las exigencias que se definen en la Norma UNE 127-001-90 siendo una baldosa para uso exterior.

La baldosa está apoyada en una solera de hormigón cuyos espesores se definen en los planos, y las características de los materiales de esta solera han sido señaladas en este capítulo 2 del presente Pliego.

Si el material es adoquín, éste deberá cumplir las siguientes características:

- El cuerpo del adoquín estará constituido por un hormigón vibro-comprimido con áridos de tamaño máximo de 34 mm. y una dosificación mínima de cemento de 350 Kg/$m^3$.

- La cara superficial del adoquín estará formada por un hormigón con áridos silíceos, una dosificación mínima de cemento de 400 Kg/$m^3$ y una adición de un colorante de óxido sintético totalmente estable.

- Las tolerancias permitidas serán las siguientes:

  - Ancho y largo: ± 1 mm.
  - Espesor: ± 2 mm.

- Las características mecánicas y físicas del pavimento deberán ser:

    - Resistencia a la tracción superior a 5 Mpa.
    - Absorción máxima de agua: 5%
    - Densidad mínima: 2,4 Tn/m3
    - Resistencia a la abrasión según la norma AFNOR: 25 mm. máximo.
    - Resistencia al ciclo de hielo y deshielo.
    - Antiderrapante.
    - Inatacable por productos derivados del petróleo.

Si el material es de hormigón coloreado, liso o con forma de loseta o adoquín, el hormigón cumplirá las condiciones estipuladas en este capítulo II y el material para dar color y trabajabilidad al hormigón será suministrado por casa especialista en la ejecución de firmes de este tipo, similar al existente.

El resto de materiales a emplear en las zonas peatonales serán idénticos a los existentes en cuanto a dimensiones, espesores, acabado y naturaleza.

### 2.24.3 BORDILLOS DE HORMIGÓN

**Condiciones Generales**

Los bordillos prefabricados de hormigón, se ejecutarán con hormigones de tipo HM-20 o superior, fabricados con áridos procedentes de machaqueo, cuyo tamaño máximo será de veinte milímetros (20 mm.), y cemento Portland (I) o cemento blanco si el bordillo es de jardín. Estos bordillos deberán ser realizados de acuerdo con la norma UNE 127-025-91 para la clase R7.

**Forma y dimensiones**

La forma y dimensiones de los bordillos de hormigón serán las señaladas en los Planos.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos, y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas rectas será de un metro (1 m.) y la de las piezas curvas la adecuada para adaptarla a la obra.
Se admitirá una tolerancia de las dimensiones de la sección transversal, de diez milímetros (±10 mm.).

**Características Mecánicas**

Peso específico neto: No será inferior a dos mil trescientos kilogramos por metro cúbico (2.300 kg/m$^3$).

Carga de Rotura (Compresión): Mayor o igual que doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm$^2$).

Tensión de rotura (Flexotracción): No será inferior a setenta kilogramos por centímetro cuadrado (70 kg/cm$^2$).

**Absorción de Agua**

- Máxima: 6% en peso
- Heladicidad: inerte a +20 C

**Control de Calidad**

Por cada 1000 uds. de bordillo de hormigón o fracción se realizarán los siguientes ensayos:

- Un (1) ensayo de carga de rotura a compresión.
- Un (1) ensayo de carga de rotura a flexotracción.
- Cinco (5) ensayos dimensionales.
- Cinco (5) absorciones de agua.

### 2.24.4 BORDILLOS DE PIEDRA CALIZA

**Condiciones Generales**

Los bordillos de piedra natural serán bordillos calizos o graníticos que además de cumplir las normas de recepción del Ayuntamiento correspondiente, cumplirá las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta.

- Carecer de grietas, pelos, coqueras, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con martillo.

- Tener adherencia a los morteros.

**Forma y Dimensiones**

La forma y dimensiones de los bordillos de piedra serán las señaladas en los Planos de Proyecto o las que en su momento determine la Dirección de Obra.

La longitud mínima de las piezas será de un metro (1 m.), aunque en suministros grandes se admitirá que el diez por ciento (10%) de las piezas tenga una longitud comprendida entre sesenta centímetros (60 cm.) y un metro (1 m.). Las secciones extremas deberán ser normales al eje de la pieza.

En las medidas de la sección transversal se admitirá una tolerancia de diez milímetros (10 mm.) en más o en menos.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos; y la directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

Las partes vistas de los bordillos deberán estar labradas con puntero o escoda; y las operaciones de labra se terminarán con bujarda media. Los dos centímetros (2 cm.) superiores de las caras interiores se labrarán a cincel. El resto del bordillo se trabajará a golpe de martillo, refinándose a puntero las caras de junta, hasta obtener superficies aproximadamente planas y normales a la directriz del bordillo.

**Características Mecánicas**

- Peso específico Neto: No será inferior a dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 Kg/$m^3$).

- Resistencia a compresión: No será inferior a quinientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (500 Kg/$cm^2$) para bordillo calizo y de mil trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (1.300 Kg/$cm^2$) para el granítico.
- Coeficiente de desgaste: Será inferior a veinte centésimas de centímetro (0,20 cm.) para el bordillo calizo e inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm.) para el bordillo de granito.

- Resistencia a la intemperie: Sometidos los bordillos a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, desconchados, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas UNE 7067, UNE 7068, UNE 7069 y UNE 7070.

**Control de Calidad**

Por cada 1.000 Uds. de bordillo de piedra o fracción se realizarán los siguientes ensayos:

- Un (1) Peso específico neto.
- Una (1) Resistencia a compresión.
- Un (1) Coeficiente a desgaste.
- Una (1) Resistencia a la intemperie.

### 2.24.5 CUNETAS, BADENES Y ENCINTADOS DE HORMIGÓN "IN SITU

**Condiciones generales**

Las cunetas y rigolas de hormigón "in situ" se efectuarán con hormigón tipo HM-20 con las mismas condiciones establecidas para la fabricación en otro apartado de este Pliego.

**Forma y dimensiones**

La forma y dimensiones de las cunetas de hormigón serán las señaladas en los Planos.

La sección transversal de las cunetas curvas será la misma que la de las rectas, y su directriz se ajustará a la curvatura proyectada.

La longitud máxima hormigonada de una sola vez será la marcada en los Planos de Proyecto o las que en su caso indique la Dirección de Obra.

Se admitirá una tolerancia en las dimensiones de la sección transversal de diez milímetros (± 10 mm.).

Todos estos elementos deberán de tener un acabado superficial a base de un enlucido de cemento espolvoreado.

## 2.25 REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

### 2.25.1 TUBERÍAS DE AGUA

La reposición de las tuberías de agua existentes podrá realizarse o bien con tubería de fundición cuando la tubería original sea de este material o de diámetro igual o superior a 80 mm, o bien con tubería de polietileno cuando la tubería original sea de este material o el diámetro original sea inferior a 100 mm. La naturaleza del material de la reposición a realizar será indicada por la Dirección de Obra. Las acometidas de agua potable de las estaciones de bombeo y tanques de tormentas se realizarán con tubería de polietileno.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

Los baipases provisionales se realizarán con tubería de polietileno.

La tubería de fundición dúctil cumplirá las condiciones especificadas en este Pliego en lo referente a Tuberías de Fundición Dúctil empleándose siempre en este caso el equivalente al antiguo K = 9.

**Tubería de Polietileno**

Las tuberías de polietileno utilizadas para abastecimiento de agua serán fabricadas a partir de polietileno de alta densidad y cumplirá lo establecido en el artículo 2-23 y 8 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de agua".

Además, cumplirá las siguientes condiciones:

- Peso específico mayor de 0,940 t/m$^3$
- Coeficiente de dilatación lineal de 200 a 230 E-6
- Temperatura de reblandecimiento superior a 100 C

- Indice de fluidez de 0,3 g
- Módulo de elasticidad superior a 9.000 Kg/cm²
- Resistencia a la tracción 200 Kg/cm²
- Alargamiento a la rotura superior a 350%
- Cumplirán obligatoriamente las normas UNE 53.131 y 53.133

### 2.25.2 TUBERÍA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

Se aplicará lo dispuesto en este pliego para tuberías de PVC y tuberías de hormigón armado para saneamiento y drenaje.

### 2.25.3 TUBERÍA PARA CANALIZACIÓN DE ALUMBRADO Y SEMÁFOROS

La tubería para reposición de las posibles canalizaciones de alumbrado y de instalaciones de semáforos será de polipropileno corrugado de doble pared; liso interior y corrugado exterior.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

En todos lo casos, se instalará una sirga de nylon en el interior del conducto.

### 2.25.4 TUBERÍA PARA CANALIZACIÓN TELEFÓNICA

La tubería para reposición de los posibles daños causados a la canalización telefónica será de PVC, de acuerdo con las marcas y características indicadas por la Compañía Telefónica.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

### 2.25.5 TUBERÍA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

Las tuberías para las posibles reposiciones de esta infraestructura seguirán las marcas, materiales y características señaladas por la compañía Iberdrola S.A.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

### 3.25.6 TUBERÍA PARA TELEMANDO

Las tuberías para las reposiciones de la instalación de las conducciones de telemando serán de polietileno PEAD PE-100 de 90 mm o tritubo de polietileno de alta densidad de 50 mm de diámetro interior, según las marcas y materiales aprobados por el Gobierno Vasco para esta infraestructura.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

### 2.25.7 TUBERÍA PARA CANALIZACIÓN DE GAS

Todos los tubos se fabricarán de acuerdo con la norma UNE-53.333 y con las Instrucciones MIG del Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos que les sean de aplicación. Los tubos deben de tener la marca de calidad ANAIP. Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

Los tubos deben ser fabricados con polietileno (PE) de media densidad según se define en la norma UNE 53.188. La densidad de la materia prima estará entre 0,93 y 0,98 gr/mm. y contendrá los antioxidantes, estabilizantes y pigmentos necesarios para la fabricación y utilización final de las tuberías objeto de esta especificación. Todos los aditivos tendrán una dispersión uniforme.

La tubería se suministrará con los diámetros exteriores y espesores indicados en la tabla nº 1 que se adjunta. Siempre que no indique lo contrario, la tubería deberá suministrarse en largos de 12 m. en tubos rectos.
Cuando se suministre en rollos, se indicará su longitud. El diámetro exterior de la bobina será como mínimo 20 veces el diámetro exterior de la tubería.

Las diferencias máximas, tanto para espesores como para el diámetro exterior de cualquier punto de la tubería, siempre serán positivas y sus valores no serán superiores a lo que se indican en la tabla nº 1.

TABLA Nº 1

| DIÁMETRO NOMINAL mm. | SERIE /P = 8,3 | | SERIE /P = 5,0 | |
|---|---|---|---|---|
| | ESPESOR NOMINAL DE PARED EN mm. | TOLERANCIA POSITIVA mm. | ESPESOR NOMINAL DE PARED EN mm. | TOLERANCIA POSITIVA mm. |
| 20 | --- | --- | 2,0 | 0,4 |
| 25 | 2,0 | 0,4 | 2,3 | 0,5 |
| 32 | 2,0 | 0,4 | 3,0 | 0,5 |
| 40 | 2,3 | 0,5 | 3,7 | 0,6 |
| 50 | 2,9 | 0,5 | 4,6 | 0,7 |
| 63 | 3,6 | 0,6 | 5,8 | 0,8 |
| 75 | 4,3 | 0,7 | 6,9 | 0,9 |
| 90 | 5,1 | 0,8 | 8,2 | 1,1 |
| 110 | 6,3 | 0,9 | 10,0 | 1,2 |
| 125 | 7,1 | 1,0 | 11,4 | 1,4 |
| 140 | 8,0 | 1,0 | 12,8 | 1,5 |
| 160 | 9,1 | 1,2 | 14,6 | 1,7 |
| 180 | 10,2 | 1,3 | 16,4 | 1,9 |
| 200 | 11,4 | 1,4 | 18,2 | 2,1 |
| 225 | 12,8 | 1,5 | 20,5 | 2,3 |
| 250 | 14,2 | 1,7 | 22,8 | 2,5 |

## 2.25.8 ARQUETAS

Las Arquetas a emplear en los elementos de urbanización serán prefabricadas o in situ y de hormigón, y cumplirán lo especificado en este Pliego para hormigones y arquetas de saneamiento. Las arquetas a reponer correspondientes a infraestructuras de energía eléctrica, telefonía, gas o fibra óptica serán según modelos aprobados por las compañías explotadoras del servicio.

El resto de arquetas cumplirán con el modelo aprobado por el Ayuntamiento correspondiente y en su defecto se realizarán de acuerdo con las secciones tipo que aparecen en los Planos.

## 2.25.9 TAPAS Y MARCOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL INTEGRAL EN SERVICIOS AFECTADOS

Las tapas serán de 600 mm. de diámetro o superior para saneamiento residual y pluvial, abastecimiento o distribución de agua, canalización eléctrica, y telefónica e instalación de fibra óptica, y de 400 o 500 mm de lado para alumbrado.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

Las tapas y marcos a colocar para cualquier tipo de red serán las indicadas por las empresas titulares o explotadoras de dichos servicios.

Las tapas de distribución de agua y saneamiento de aguas pluviales deberán resistir una carga de 40 t. con una flecha inferior a 1/500 de la abertura, realizándose el ensayo según lo establecido en la norma AFNOR P 98-311.

Además:

* Las tapas no tendrán agujeros de ventilación.

* El apoyo de la tapa, deberá realizarse en una sección mecanizada que asegure el correcto asiento.

* Deberá tener un sistema de sujeción que evite la rotación de la tapa o la apertura no deseada. Este sistema deberá estar protegido con una pieza de bloqueo que requiera un dispositivo de apertura.

* Deberá de ser de un modelo aprobado por la Dirección de Obra, incluyendo las inscripciones que la Dirección de Obra estime oportunas.

## 2.26 IMPERMEABILIZANTES

### 2.36.1 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE A IMPERMEABILIZAR

El soporte base ha de tener la resistencia mecánica suficiente de acuerdo con las condiciones de la obra. La terminación de la superficie de fábrica será un fratasado fino o acabado similar.
En ningún caso deberá colocarse un material impermeabilizante directamente sobre una base pulverulenta o granular suelta. La superficie de la base estará seca y exenta de polvo, suciedad, manchas de grasa o pintura en el momento de aplicar la impermeabilización

### 2.26.2 PINTURAS DE IMPRIMACION

Son productos bituminosos elaborados en estado líquido, capaces de convertirse en película sólida cuando se aplican en capa fina.

Deben ser de base asfáltica si el impermeabilizante es asfáltico.

Las características que deben reunir son las siguientes:

| CARACTERÍSTICAS | UNIDAD | TIPO |
|---|---|---|
| Contenido en agua | % | Nulo |
| Viscosidad Saybolt–Furol a 25ºC | Seg. | 25 – 150 |
| Valor mínimo del destilado hasta 225 ºC volumen | % | 35 |
| Valor máximo del destilado hasta 36ºC en volumen | % | 65 |
| Características del residuo obtenido en la destilación hasta 360ºC: | | |
| • Solubilidad mínima en sulfuro de Carbono | % | 99 |
| • Penetración a 25ºC, 100 g, 5 seg. | 0,1 mm | 20 – 50 |

### 2.26.3 MÁSTIC DE BASE ASFALTICA

Son aquellos materiales elaborados de consistencia más o menos pastosa que tienen en su composición base de betún asfáltico o de asfalto natural.

Los mástic se utilizan para la fijación y recubrimiento de armaduras y de láminas prefabricadas que componen el sistema de impermeabilización, y para recubrimiento de las láminas prefabricadas.

El filler no sobrepasará el 40% en peso del mástic.

Las características del aglomerante bituminoso serán:

| CARACTERÍSTICA | mínimo | máximo |
|---|---|---|
| Punto de reblandecimiento (anillo y bola), unidad ºC | 79 | 100 |
| Penetración a 25ºC, 100 g, 5 s, unidad 0,1 mm | 20 | 60 |
| Ductilidad a 25ºC 5 cm/min., unidad cm. | 3 | – |
| Perdida por calentamiento, 5 horas a 163ºC, unidad % | – | 1 |

## 2.27 CIERRES Y VALLAS

### 2.27.1 VERJAS

Las verjas se podrán materializar mediante malla de acero galvanizado en caliente con un espesor mínimo de zinc de 40 g/m$^2$; pasivación y plastificado de poliéster de espesor mínimo 50 micras; o lacado de 2,7 mm como mínimo de espesor, pudiendo ser soldada o de torsión. Dicha malla estará sujeta a postes que serán a su vez de acero galvanizado en caliente por el interior y el exterior con un espesor mínimo de zinc de 135 g/m$^2$; pasivación y plastificado de poliéster de espesor mínimo 50 micras; o lacado de 2,7 mm como mínimo de espesor.

Se podrán materializar también mediante paneles formados por perfil exterior y mallazo interior ambos de acero que podrá ser galvanizado y plastificado u opcionalmente lacado, o bien chorreado y pintado.

### 2.27.2 CONTROL DE CALIDAD

Se llevará a cabo de acuerdo con el apartado correspondiente a aceros y materiales metálicos del presente Pliego.

El plastificado tendrá las características siguientes:

* Brillo: ASTM D - 523: 70 á 90
* Dureza: DIN 53153 > 90
* Adherencia: DIN 53151: 0 sobre 1 mm.

### 2.27.3 PUERTAS

Estarán materializadas mediante perfiles de aluminio y lacadas

## 2.28 JARDINERÍA

El material a emplear en jardinería cumplirá las siguientes condiciones.

### 2.28.1 TIERRA VEGETAL

La tierra vegetal para los rellenos debe ser homogénea y meteorizada y deberá tener la siguiente composición: materia orgánica superior al 0,5%, arcillas entre el 12% y el 20%, limos del 15% al 50%, y el resto arenas y gravas, pero de forma que el porcentaje de gravas sea inferior al 10%.

### 2.28.2 SIEMBRA Y RECOGIDA DE CÉSPED

En zonas expuestas al sol la siembra se debe realizar con semillas que formen mezcla homogénea e integrada por un treinta por ciento (30%) de dáctilo, veinticinco por ciento (25%) de trebol subterráneo, un veinte por ciento (20%) de ray-grass y un veinticinco por ciento (25%) de grama.

En zonas sombreadas la siembra será de *poa memoralis* e hiedra de Irlanda, en la proporción que mejor se adapte a la falta de insolación.

En zonas sombrías y húmedas la siembra deberá efectuarse con *festuca rumbra, lolium perenne, festuca ovina* y trébol blanco, en la proporción más conveniente al grado de humedad.

### 2.28.3 PLANTACIÓN DE ÁRBOLES

Las variedades a plantar serán de hoja caduca, de acuerdo con la dermatología y edafología del entorno. El árbol tendrá una altura mínima de 2,5 mts. y un diámetro mínimo de 15 cm.

### 2.28.4 ABONO

El abono que se emplee debe ser complejo, con una composición que cumpla los mínimos siguientes:

- Nitrógeno amoniacal en forma de fosfato y sulfato amónicos solubles en agua, siete por ciento (7%).
- Anhídrido fosfórico en forma de fosfato amónico soluble en agua y de fosfato bicálcico soluble en citrato amónico, ocho por ciento (8% de P205).
- Oxido de potasio (potasa anhidra) soluble en agua, cinco por ciento (5% de K20).

### 2.28.5 MATERIALES A UTILIZAR EN LA HIDROSIEMBRA

- Agua: Las aguas empleadas para la hidrosiembra y los riegos nunca serán salitrosas (su contenido en cloruros sódico o magnésico será siempre inferior al 1%).

- Mulch: Se define como mulch toda cubierta superficial del suelo, orgánica o inorgánica, que tenga un efecto protector. Se empleará paja larga de cereal que puede proceder de cualquier vegetal y se empleará sobre todo trigo, cebada y centeno; no se utilizará el arroz. La paja no deberá estar trillada.

- Estabilizador: Se entiende por estabilizador cualquier material orgánico o inorgánico, aplicado en solución acuosa, que penetrando a través de la superficie del terreno reduzca la erosión por aglomeración física de las partículas, a la vez que ligue las semillas y el mulch, pero sin llegar a crear una película impermeable.

Se estima conveniente la utilización de productos que permitan el uso de fertilizantes minerales reduciendo así el peligro de reacciones alcalinas y favoreciendo la formación de humus.

- Semillas: Se empleará una mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas, presentando un grado de pureza de la menos el noventa por ciento (90%) y una potencia germinativa superior al noventa y cinco por ciento (95%) con ausencia de todo tipo de plagas y enfermedades en el momento del suministro.

La mezcla de semillas incluirá a las siguientes especies que se describen a continuación:

- *Festuca rubra*. Pertenece a la familia Graminea, orden Glumofloras. Laxamente cespitosa, verde a veces glaucescente. Propia de praderas húmedas, en valles y zonas montañosas.

- *Poa pratensis*. Pertenece a la familia Gramineas, forma césped flojo. Hojas basales planas o acanaladas, mucho más cortas que el tallo. Ligula decurrente sobre los márgenes de la vaina. Talla entre 15 y 70 cm. En prados, caminos y muros.

- *Festuca arundinacea*. Pertenece a la familia Gramineas. Hojas planas o acanaladas; tallo sin base tuberosa hinchada. En riveras, costas y prados húmedos.

- *Medicago sativa* (alfalfa). Pertenece a la familia Leguminosas, orden rosales. Planta perenne, de talla media (30 a 80 cm.) y porte erecto o postrado. Glabra, leñosa en la base. Folículos obovales u oblongos, dentado en el ápice.

La alfalfa necesita suelos relativamente profundos, de naturaleza caliza no demasiado compactos, con algo de humedad.

Extendida en toda España, desde el nivel del mar hasta 1.800 m. de altitud.

- *Pheum pratense* (piñuela). Pertenece a la familia Leguminosas, orden rosales. Especie vivaz, de talla media o grande, con panojas cilíndricas densas.

  Prefiere los suelos compactos y húmedos, de naturaleza caliza, pero también se dan en los silíceos y ácidos. Es muy resistente al frío y en general de ecología muy amplia.

- *Trifolium repens* (trábole blanco). Pertenece a la familia Leguminosas. Planta vivaz de 10 a 40 cm. Hojas largamente pecioladas, ovales con mancha blanca. Muy frecuente, típica de pastizales de siega.

- *Lolium perenne* (ballico). Pertenece a la familia Gramineas. Planta perenne de talla media (20 a 60 cm). Glabra, de tallo derecho. Espiga larga bastante grande.

  Propia de pastizales de siega y lugares transitados.
- Abonos minerales. Se definen como abonos minerales los productos que proporcionan al suelo uno o más elementos fertilizantes. Deberán ajustarse en todo a la legislación vigente y cualesquiera otras que pudieran dictarse posteriormente.

  La composición media será de:

  - Nitrógeno 0,65%
  - Fosfórico 0,55%
  - Potasa 0,70%

## 2.29 TUBOS POLIETILENO PARA PROTECCIÓN DE CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

### 2.29.1 CONDICIONES GENERALES

Las tuberías empleadas en la obra procederán de fábrica, con experiencia acreditada. Previamente a la puesta en obra de cualquier tubería, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra el nombre del fabricante de tubería, siendo necesario presentar los siguientes requisitos:

- Sección tipo de cada diámetro de tubería con indicación de las dimensiones y espesores.
- Longitud tubería.
- Tipo de junta a emplear.
- Experiencia en obras similares.

Las tuberías deberán cumplir las siguientes normas y ensayos:

- Norma francesa NF C.68.171: Conductos para la protección de canalizaciones eléctricas enterradas y sus accesorios de unión.
- Ensayo del grado de protección contra los daños mecánicos, según Norma UNE 20.324.89, “Clasificación de los grados de protección proporcionados por los envolventes”.
- Ensayo de resistencia al fuego, según norma UNE 20.334.91/1 “Conductos para instalaciones eléctricas. Condiciones generales”.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

## 2.29.2 DESCRIPCIÓN

Los tubos para protección de canalizaciones eléctricas son de polietileno alta densidad, con estructura de doble pared, lisa interior y corrugada exterior, unidos por termofusión en el momento de su fabricación.

La estructura de doble pared le da mayores prestaciones que otras tuberías ya que la pared lisa permite el paso de cables con gran facilidad y la pared externa corrugada aumenta su resistencia al aplastamiento, soportando la carga de relleno de las zanjas y el paso de vehículos sin perder sus dimensiones.

Se presentan de dos formas:

- Barras de 6 m no curvables, para instalaciones en zanjas lineales.
- En rollos, curvables, para instalaciones de tramos largos, punto a punto y donde existe la necesidad de curvado.

Llevan incorporada un guía de plástico para facilitar el paso de la guía final o de los cables.

## 2.29.3 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

Como están fabricados en Polietileno Alta Densidad tienen las características de este material:

- Imputrefactible en cualquier medio.
- Inalterable a la mayoría de productos químicos.
- Dieléctrico, aislante eléctricamente.
- Termoplástico y termosoldable.
- Flexible, y en rollos permite un radio de curvatura de 15 veces su diámetro.
- Tenaz, resistente al impacto y a la abrasión.
- Ligereza, debida a su bajo peso.

Propiedades polietileno Alta Densidad:

- Peso específico 0,95 kg/dm$^3$
- Resistencia rotura tracción 8Mpa
- Alargamiento a la rotura 350%
- Módulo elasticidad 800 N/mm$^2$
- Resistencia al aplastamiento 750 N < 10%
- Coeficiente dilatación lineal 11 x $10^{-5}$ % °C
- Conductividad térmica 0,36 Kcal/m.h.°C
- Rigidez dieléctrica 17-24 kv/mm
- Resistencia eléctrica superficial $10^{16}$ ○ cm.
- Resistencia a productos químicos UNE 53404
- Temperatura máxima utilización 60°C
- Radio de curvatura del PEHD curvable: 15 veces el diámetro

## 2.30 TUBERÍA DE ALOJAMIENTO DEL CABLE DE TELEMANDO

La tubería para alojamiento del cable de telemando será de un tritubo o tubo de polietileno de alta densidad, o TPC o PVC.

Deberá disponer de marcado CE y de la marca de calidad establecida en el país de fabricación (en España, AENOR).

El tritubo estará formado por tres tubos de 50 mm de diámetro mínimo mientras que, en caso de utilizarse tubo de PE, TPC o PVC, éste tendrá un diámetro mínimo de 90 mm.

Las arquetas de telemando serán realizadas “in situ” según la sección tipo que aparece en los planos y cumplirán las condiciones señaladas para los pozos de registro y saneamiento en este capítulo del presente Pliego.

## 2.31 MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PLIEGO

Los materiales, cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego, cumplirán las prescripciones de los Pliegos, Instrucciones o Normas aprobadas con carácter oficial, en los casos en que dichos documentos sean aplicables.

La Dirección de la Obra podrá rechazar dichos materiales si no reúnen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivara su empleo, y sin que el Contratista tenga derecho, en tal caso, a reclamación alguna.

## CAPITULO III.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS


3.1 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO
3.2 DEMOLICIONES
3.3 EXCAVACIÓN EN GENERAL
3.4 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS PARA CONDUCCIONES Y OBRAS DE FABRICA
3.5 RELLENOS
3.6 ENTIBACIONES Y SOSTENIMIENTO DE LA EXCAVACIÓN
3.7 AGOTAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN
3.8 HORMIGONES
3.9 ENCOFRADOS, CIMBRAS Y APEOS
3.10 ACABADOS Y TOLERANCIAS DE SUPERFICIES
3.11 ARMADURAS
3.12 JUNTAS
3.13 TUBERÍA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES
3.14 PANTALLAS DE HORMIGÓN ARMADO
3.15 TUBERÍA DE POLIETILENO
3.16 BASES Y SUBBASES
3.17 RIEGO DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA
3.18 TRATAMIENTO SUPERFICIAL
3.19 AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE
3.20 REPOSICIÓN DE LA URBANIZACIÓN
3.21 REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS AFECTADAS
3.22 CANALIZACIÓN PARA CABLE DE TELEMANDO
3.23 ANCLAJES, MARCOS, PASAMUROS METÁLICOS
3.24 JARDINERÍA
3.25 CRUCE CON SERVICIO EXISTENTE
3.26 PARALELISMO CON SERVICIO EXISTENTE
3.27 OTROS TRABAJOS

## 3.1 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

El despeje, desbroce y limpieza del terreno consiste en extraer toda la vegetación, incluyendo árboles, maleza, ramaje, raíces y tocones, basura o cualquier otro material indeseable, la extracción y almacenamiento de la tierra vegetal existente y la eliminación del arbolado y material que irán directamente a vertedero.

Con anterioridad a las operaciones de desbroce, el Contratista localizará y marcará las estructuras y servicios subterráneos y alcantarillas y conductos de agua, cables eléctricos, telefónicos, etc., y adoptará todas las precauciones para evitar que tales instalaciones resulten dañadas en el curso de las operaciones de desbroce. Se adoptarán análogas precauciones para evitar que resulten dañados los tendidos aéreos, tales como líneas telefónicas y eléctricas. En el caso en que, pese a adoptar las medidas prevenidas prescritas, se produjera algún desperfecto en cualquier instalación, la responsabilidad y, por tanto, su reposición, será enteramente a cargo del Contratista.

El espesor mínimo del desbroce será de 25 cm aunque pudiera ser superior en determinadas zonas a juicio de la Dirección de Obra.

Se realizarán acopios de tierra vegetal en lugares de fácil acceso para su conservación y posterior transporte al lugar de empleo.

Al excavar la tierra vegetal, se pondrá especial cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso, si la tierra está seca, se podrá emplear motoniveladoras.

Los acopios se harán en caballones de altura no superior a dos (2) metros, y con los taludes laterales lisos e inclinados para evitar la erosión y el encharcamiento.

La tierra vegetal que no se acopie para su uso posterior se llevará a vertedero, como si de un suelo inadecuado se tratase.

Los materiales sobrantes se llevarán a vertedero o centro de gestión.

## 3.2 DEMOLICIONES

### 3.2.1 DEFINICIÓN

Se define como demolición la operación de derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como firmes y pavimentos, obras de fábricas de cualquier tipo, colectores y construcciones en general, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de las obras.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Localización previa de servicios existentes.
- Trabajos de preparación y protección
- Demolición, derribo, fragmentación o desmontaje de los diferentes elementos según el sistema autorizado por la Dirección de Obra.

- Retirada de los materiales resultantes a vertedero o centro de gestión, o a su lugar de empleo, previa clasificación, así como su acopio definitivo o provisional.
- Carga del material y transporte a vertedero o centro de gestión

### 3.2.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.2.2.1 Demoliciones de obra de fábrica de cualquier tipo

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

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

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

**Derribo o demolición**

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

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

**Retirada de los materiales de derribo**

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

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

#### 3.2.2.2 Demolición de firmes y pavimentos

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

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

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

#### 3.2.2.3 Demolición de colectores existentes

Consiste en el seccionamiento o corte de colectores existentes, en la zona afectada por las obras de nueva ejecución, así como la remoción y extracción de los productos resultantes y su depósito en las proximidades de la zona de trabajo.

Previamente a la demolición de cualquier tramo de colector existente, se habrán adoptado las medidas adecuadas para dejarlo fuera de uso, realizando un desvío alternativo, provisional o definitivo, que asegure el mantenimiento del servicio.

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

Si el desvío previo efectuado tuviera carácter definitivo puede demolerse el colector antiguo sin las precauciones anteriormente mencionadas, taponándose en este caso los extremos de la conducción que se deja fuera de servicio, con hormigón pobre en toda su sección y una longitud mínima de medio metro (0,5 m.) hacia el interior del conducto abandonado.

## 3.3 EXCAVACIONES EN GENERAL

### 3.3.1 CONDICIONES GENERALES

En la ejecución de las excavaciones de cualquier clase, con la forma y dimensiones indicadas en los planos en este Pliego o prescritas por la Dirección de la Obra, se incluyen todas las operaciones necesarias de arranque, refino de superficies, protección de desprendimientos, remoción y transporte de material extraído a otras partes de la obra, a vertederos intermedios o a las escombreras fijadas por el Contratista, en donde los productos quedarán apilados y enrasados, formando caballeros con precisión equivalente a la obtenida por extensión con motoniveladora.

El método de excavación deberá constar de forma obligada con una fase de desbroce y limpieza quitando toda la zona de materia orgánica para posteriormente entrar la maquinaria de excavación, contando siempre con la aprobación escrita de la Dirección de las Obras, pudiendo ser variado el método por ésta durante la ejecución de la obra según las condiciones del material excavado. Si la excavación se realiza en una zona de firmes, antes de entrar la maquinaria de excavación, se procederá al serrado del firme que debe de ser removido. En este caso no se permitirá, salvo modificación expresa de la Dirección de Obra, el empleo de maquinaria provista de orugas.

La forma y dimensiones de las excavaciones son, en general, las reflejadas en los planos o descritas en los textos. Sin embargo, la Dirección de las Obras podrá:

- Variar la profundidad, anchura y longitud de las excavaciones e incrementar o reducir los taludes de las mismas.

- Exigir el uso de bermas de las dimensiones que estime adecuadas en taludes permanentes, reflejadas o no en los planos, si tales medidas contribuyen a mejorar la seguridad o a aumentar la economía.

También tendrá derecho a variar la línea de excavación de cualquier zona después de iniciada la excavación en la misma. Esta sobreexcavación, en caso de haberla, tendrá la misma unidad de obra y precio que la establecida para esta zona.

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de las Obras toda excavación ejecutada y no podrá rellenarla o cubrirla con ningún material, sin su aprobación, y en caso de hacerlo, deberá descubrirla a sus expensas.

El Contratista será directamente responsable del empleo de las entibaciones provisionales adecuadas para evitar desprendimientos que pudieran dañar al personal o a las obras, aunque tales entibaciones no figuren prescritas ni en los planos ni en el presente Pliego, ni fueran ordenadas por el Dirección de las Obras.

Toda excavación realizada por conveniencia del Contratista, o excavación realizada en exceso sobre los perfiles prescritos por cualquier razón, excepto si fuese ordenado por la Dirección de Obra, y sea o no debido a defecto de ejecución, será a expensas del Contratista.

Cuando así lo exija la ejecución de las obras, toda la excavación en exceso será rellenada con materiales suministrados y colocados por y a expensas del Contratista, siempre que el exceso de excavación sea causado por excavar sin cuidado o se haga para facilitar los trabajos del Contratista.

Si fuera necesario establecer agotamientos, éstos serán de cuenta del Contratista cualquiera que sea su volumen.

El agotamiento del agua se hará de forma que no se produzcan corrientes sobre el hormigón recién colocado, ni drenaje de lechada de cemento, ni erosión en la excavación, ni pueda producir asientos en las urbanizaciones y/o edificaciones de alrededor.

No se podrán interrumpir los trabajos de excavación sin la autorización de la Dirección de Obra, siendo en cualquier caso de cuenta del Contratista las desviaciones para salida de agua o de acceso a la excavación, los agotamientos y las entibaciones necesarias.

Cualquier excavación realizada por el Contratista para acceso a los tajos de la obra o para depósito de materiales o con cualquier otro objeto deberá ser aprobada previamente por la Dirección de la obra, y no será de abono al Contratista.

Las excavaciones, en general, son definidas en el artículo 320 del PG-3, y, en este proyecto, se definen como “NO clasificadas”.

El Contratista está obligado a la retirada y transporte a vertedero del material que se obtenga de la excavación y que no esté prevista su utilización en rellenos u otros usos. Dicho material sobrante será trasladado a centros de gestión autorizados.

La excavación en roca no ripable se realizará obligatoriamente por medios mecánicos con martillo neumático.

La excavación en cruces de cubriciones existentes, pasos de muros, etc. que entraña cierta dificultad se realizará por bataches con medios mecánicos o manuales, dejando sección suficiente para la ejecución de la obra necesaria.

### 3.3.2 TOLERANCIAS

En cada una de las explanadas definidas en los Planos, excavadas en roca no ripable, se admitirá una diferencia máxima de veinticinco (25) centímetros entre cotas extremas de la explanación resultante, en cuyo intervalo ha de estar comprendida la correspondiente cota de Proyecto. En el caso de roca ripable esta diferencia máxima será de diez (10) centímetros. En cualquier caso, la superficie resultante debe ser tal que no haya posibilidades de formación de charcos de agua, debiendo, para evitarlo, el Contratista realizar a su costa el arreglo de la superficie.

En las superficies de los taludes de excavación se admitirán salientes de hasta diez (10) centímetros y entrantes de hasta veinticinco (25), ambos sobre el perfil teórico indicado en los Planos del Proyecto para las excavaciones en roca no ripable. Para roca ripable se admitirán salientes de hasta cinco (5) centímetros y entrantes de hasta diez (10) centímetros.

En las explanaciones excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias en cota de hasta diez (10) centímetros en más y quince (15) en menos para excavaciones realizadas en roca no ripable y de cinco (5) centímetros más o menos para las realizadas en terreno duro o roca ripable, debiendo, en ambos casos, quedar la superficie perfectamente saneada y tal que no exista la posibilidad de que se formen charcos.

## 3.4 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS PARA CONDUCCIONES Y OBRAS DE FÁBRICA

### 3.4.1 DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado de las conducciones y de las obras de fábrica.

La excavación para conducciones se ha definido como "No clasificada".

Su ejecución comprende las siguientes operaciones:

* En el caso de zona rural, consistirá en: Retirada y almacenaje, en lugar oportuno, preferentemente al margen de la zona afectada por la obra, de la tierra vegetal, para su posterior utilización, excavación, nivelación de la capa de asiento, evacuación del terreno y el consiguiente apilado para su posterior utilización o transporte del sobrante a vertedero.

* En caso de zona urbana, consistirá en: Rotura del firme, pavimento, etc., y el resto de las operaciones sería similar al caso anterior, salvo en la operación final de reposición del acabado de la rasante.

Están incluidas también las entibaciones ligeras y semicuajadas, apeos y agotamientos.

Todo ello realizado de acuerdo con las presentes prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos, y con lo que, sobre el particular, ordene la Dirección de las Obras.

El Contratista está obligado a la retirada y transporte a vertedero del material que se obtenga de la excavación y que no esté prevista su utilización en rellenos u otros usos. Dicho material sobrante será trasladado a centros de gestión autorizados.

La excavación en roca no ripable se realizará obligatoriamente por medios mecánicos con martillo neumático.

### 3.4.2 EJECUCIÓN

El Contratista notificará a la Dirección de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de poder efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas, la Dirección de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación.

Cuando aparezca agua en las zanjas que se estén excavando, se utilizarán los medios e instalaciones necesarias para su evacuación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados con este fin, entendiendo cubiertos por el precio de la excavación.

En caso de atravesar caminos o carreteras, se hará la excavación de forma que no entorpezca el tráfico, realizando la excavación, en el caso de una carretera, sólo en su mitad de sección y no comenzando la otra mitad en tanto no esté repuesto el pavimento.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y hasta obtener una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada, según se ordene. Las superficies se acabarán con un refino hasta llegar a conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm.) en más o menos respecto a las superficies teóricas.

### 3.4.3 RETIRADA DE PRODUCTOS

Los productos de las excavaciones se depositarán a un solo lado de las zanjas, dejando libres los caminos, riberas, acequias, etc., de tal forma que no se afecte la estabilidad de los taludes de la zanja.

En las zonas urbanas y en otras zonas que por sus condiciones no fuera posible depositar los productos de excavación cerca de la zanja, se llevarán a un acopio intermedio. La situación del punto de acopio será responsabilidad íntegra del Contratista.

Este material podrá ser luego empleado en el relleno de la zanja o será transportado a los vertederos de la obra, estando comprendidas todas estas operaciones en los precios de excavación existentes.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar que las lluvias inunden las zanjas abiertas, no siendo de abono los desprendimientos en tales zanjas.

### 3.4.4 CAPA DE ASIENTO Y REFUERZO DE LOS TUBOS

Según las indicaciones de las secciones tipo de la tubería, definidas en los planos, el fondo de la zanja se nivelará con una capa de asiento de material granular, según las características indicadas en el capítulo II de este Pliego, o con una solera de hormigón HM-20, según lo indicado en el capítulo II de este Pliego, cuyas dimensiones aparecen definidas en los planos.

Con los mismos materiales se cubrirá la tubería, con el espesor de recubrimiento o refuerzo que se definen en los planos según las distintas secciones tipo.

Para el relleno y compactación de esta parte de la zanja, se extenderá el material en tongadas de diez centímetros de espesor máximo.

Una vez extendida cada tongada, se procederá a la humectación conveniente para obtener una compactación, al menos, de noventa y cinco por ciento (95%) de la que resulte en el ensayo Proctor Normal.

No se extenderá ninguna nueva tongada en tanto no apruebe la Dirección de las Obras las anteriores.

En los tubos de polietileno y de poliéster reforzado con fibra de vidrio, se aplicará lo señalado en las guías:

- Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión.
  Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX

- Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano.
  Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX

- Manual Técnico sobre tuberías de polietileno.
  ASETUB

- Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
  Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX

### 3.4.5 ESCOMBRERAS

Los productos sobrantes de las excavaciones que no se pueda emplear en la ejecución de las obras o que no cumplan las condiciones exigidas en este Pliego para su uso deberán verterse en las escombreras homologadas.

La compra o gestión, indemnización, etc. por el emplazamiento será cuestión del Contratista no teniendo este derecho a reclamación alguna por este cambio.

En general se cumplirá:

a) Los materiales se depositarán en las escombreras de forma que queden estables y no entorpezcan la circulación y evacuación de las aguas, debiendo dejarse el margen adecuado entre los cursos naturales y el pie de la escombrera.

b) El Contratista deberá acondicionar estéticamente los terrenos de escombrera cada vez que se produzcan vertidos.

## 3.5 RELLENOS

### 3.5.1 DEFINICIÓN

Consistirán en la extensión y compactación de los materiales procedentes de excavaciones anteriores o de préstamos en relleno de zanjas y trasdós de obras de fábrica, sea cualquiera el equipo que se utilice para la compactación.

Incluye, asimismo, la humectación, compactación y refino de superficie.

Todo ello realizado de acuerdo con las presentes prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos, y con lo que sobre el particular ordene la Dirección de las Obras.

### 3.5.2 MATERIALES

Los materiales a utilizar en rellenos cumplirán los requisitos expuestos en el capítulo II de este Pliego.

Para mayor claridad de las operaciones de ejecución de las obras se divide este artículo en los siguientes:

a) Relleno de zanjas para conducciones
b) Relleno de obras de fabrica

**a) <u>Relleno de zanjas para conducciones</u>**

Los rellenos de zanjas en las conducciones se realizarán con suelos seleccionados, por lo menos hasta cincuenta centímetros (50 cm.) por encima de la cara superior de la conducción. En las capas superiores del relleno podrán emplearse suelos con contenido de bolos siempre que no excedan del veinticinco por ciento (25%) en volumen, y que el suelo obtenido al retirar éstos cumpla lo exigido para los suelos seleccionados.

Para el relleno y compactación de la zanja, se extenderá el material en tongadas de quince centímetros de espesor máximo.

Una vez extendida cada tongada, se procederá a la humectación conveniente para obtener una compactación, al menos de noventa y cinco por ciento (95%) de la que resulte en el ensayo Proctor Normal.

No se extenderá ninguna nueva tongada en tanto no apruebe la Dirección de las Obras las anteriores.

Los rellenos se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C). El contratista cuidará de mantener perfectamente drenadas las superficies de compactación que pudieran, por su forma, retener agua.
En casos singulares, siempre que la zanja del tubo afecte a carreteras o pistas pavimentadas, se seguirá otra metodología para el relleno de zanja. Se sustituirá el relleno con material seleccionado por un material que cumpla las especificaciones de sub-base granular.

En los casos de zonas rurales, se cuidará expresamente que el relleno de la zanja altere mínimamente la utilización agrícola del terreno afectado, en cuya superficie se retirarán las piedras y escombros y se extenderá la tierra vegetal previamente acopiada.

La Dirección de la Obra podrá exigir, por cada trescientos metros cúbicos (300 $m^3$) de material empleado los siguientes ensayos:

- Un (1) Ensayo Proctor Normal.
- Un (1) Ensayo de contenido de humedad (NLT-102/72 Y 103/72).
- Un Ensayo de densidad "in situ" (NLT-101/72 Y 110/72).

**b) <u>Relleno de obras de fábrica</u>**

Siempre que sea posible, los materiales obtenidos de las excavaciones serán utilizados en la formación de rellenos. Por lo menos, cumplirán las condiciones de suelo adecuado definidas en 2.11.

No se procederá al relleno de excavaciones para las obras de fábrica sin que la Dirección de las Obras haga el reconocimiento de las mismas y dé la autorización correspondiente, después de tomar los datos precisos para su debida valoración. En las obras de importancia se extenderá acta del reconocimiento, firmándola la Dirección de las Obras y el Contratista.

La excavación no ocupada por obras de fábrica o estructuras se rellenará compactando debidamente hasta el nivel del terreno existente con margen adecuado para prever el asiento del relleno.

El relleno del trasdós de muros, obras de fábrica, etc., se hará por tongadas horizontales, cuyo espesor no exceda de quince centímetros (15 cm.), compactando cada tongada con medios adecuados, a juicio de la Dirección de las Obras, antes de extender la siguiente.

Cuando haya que colocar relleno a los dos lados de una estructura, se cuidará de mantener ambos al mismo nivel durante su ejecución.

En el caso de obras de fábrica de sección circular. antes de construir sobre ellas el terraplén, se dispondrá a cada lado el relleno perfectamente compactado en una anchura igual, por lo menos, al diámetro de la sección, siempre que quede espacio para ello entre la pared de la obra de fábrica y el terreno natural; el relleno compactado deberá cubrir la estructura con un espesor mínimo de veinte centímetros (20 cm.) que se aumentará siempre que sea posible, llegando, cuando las circunstancias lo permitan, a un espesor igual al doble del diámetro de la sección.

En obras de fábrica porticadas y muros, antes de construir sobre ellas el terraplén, el relleno compactado llegará hasta una distancia del trasdós igual, como mínimo, a la altura de la estructura o hasta el terreno natural.

No se permitirá el paso de maquinaria o el funcionamiento de elementos mecánicos sobre o cerca de las estructuras sin que éstas se encuentren debidamente protegidas por el relleno compactado, tal como acaba de describirse.

No se permitirá iniciar el trabajo de relleno sin autorización de la Dirección de las Obras y, a ser posible, sin que hayan transcurrido dos (2) semanas desde la terminación de la estructura.

## 3.6 ENTIBACIONES Y SOSTENIMIENTO DE LA EXCAVACIÓN

### 3.6.1 GENERALIDADES

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

Dentro del presente Proyecto se consideran como métodos de sostenimiento las entibaciones, a base de paneles y guías, los tablestacados en zonas de cruce de importantes servicios afectados y las entibaciones de tipo lineal para grandes luces colocada perimetralmente en el sostenimiento de las excavaciones de las estructuras.

### 3.6.2 PROYECTO DE LOS SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO DE LA EXCAVACIÓN

El Contratista estará obligado a presentar a Dirección de Obra para su aprobación, si procede, un proyecto de los sistemas de sostenimiento a utilizar en los diferentes tramos o partes de la obra, el cual deberá ir suscrito por un Técnico especialista en la materia. En dicho Proyecto deberá quedar debidamente justificada la elección y dimensionamiento de dichos sistemas en función de las profundidades de la zanja, localización del nivel freático, empujes del terreno, sobrecargas estáticas y

de tráfico, condicionamientos de espacio, transmisión de vibraciones, ruidos, asientos admisibles en la propiedad y/o servicios colindantes, facilidad de cruce con otros servicios, etc.

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

Si en cualquier momento la Dirección de Obra considera que el sistema de sostenimiento que está usando el Contratista es inseguro, la Dirección de Obra podrá exigirle su refuerzo o sustitución.

### 3.6.3 ENTIBACIÓN

Se define como entibación el sistema de protección para la contención de las paredes de excavación en zanjas y pozos en terrenos poco coherentes, con el fin de evitar desprendimientos.

**Sistemas de entibación**

El sistema de entibación utilizado será de entibación con paneles, siendo éstos un conjunto de chapas o perfiles arriostrados por elementos resistentes que se disponen en el terreno como una unidad y cuyas características resistentes se encuentran homologadas. Puede ser mediante cajones metálicos blindados o mediante paneles metálicos deslizantes con doble guía con sistema monocodal de patines.

**Condiciones generales de las entibaciones**

El sistema de entibación se deberá ajustar a las siguientes condiciones:

a) Deberá soportar las acciones previstas en el Proyecto o las que fije la Dirección de Obra y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de los mismos estén adecuadamente soportadas.
b) Deberá eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en los edificios e instalaciones próximos.
c) Eliminará el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.
d) Se dejarán perdidos los apuntalamientos si no se pueden recuperar antes de proceder al relleno o si su retirada puede causar un colapso de la zanja antes de ejecutar el relleno.
e) La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación del terreno adyacente.

**Ejecución de las obras**

El Contratista dispondrá en obra del material (paneles, puntales, vigas, etc.) necesario para sostener adecuadamente las paredes de las excavaciones con objeto de evitar los movimientos del terreno, pavimentos, servicios y/o edificios situados fuera de la zanja o excavación proyectada. El sistema de

entibación permitirá ejecutar la obra de acuerdo con las alineaciones y rasantes previstas en el Proyecto.

El Contratista será directamente responsable del empleo de las entibaciones provisionales adecuadas para evitar desprendimientos que pudieran dañar al personal o a las obras, aunque tales entibaciones no figuren prescritas ni en los planos ni en el presente Pliego, ni fueran ordenadas por la Dirección de las Obras.

Toda entibación en contacto con el hormigón en obra de fábrica definitiva deberá ser protegida para evitar la adherencia con el hormigón, o cortada, según las instrucciones de la Dirección de Obra y dejada "in situ". En este último caso, solamente será objeto de abono como entibación perdida si la Dirección de Obra lo acepta por escrito.

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

- Un metro (1,00 m) en el caso de suelos cohesivos duros o roca.
- Medio metro (0,50 m) en el caso de los suelos cohesivos, no cohesivos, pero temporalmente estables.

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

La entibación deberá tener un sistema de codales tal que garantice que durante la extracción de la misma no se pueda dañar al pavimento o estructura adyacente. Las vigas guías de entibación deberán permitir el cierre frontal de la zanja.

En el caso de atravesar servicios afectados en una zanja entibada, la entibación deberá permitir el uso de tablestaca de forma paralela con la entibación, usando las mismas vigas guías de forma que el hueco necesario a dejar para el paso y mantenimiento del servicio afectado sea mínimo y se asegure la estabilidad del terreno en esa zona.

## 3.7 AGOTAMIENTO DE LA EXCAVACION

Dado que la excavación se sitúa en algunas zonas de forma clara por debajo del nivel freático, será necesario prever los sistemas de agotamiento necesarios para que la zanja o pozo permanezcan siempre secos independientemente de la cota del nivel freático en la obra.

Todas las operaciones de agotamiento serán de cuenta del Contratista cualquiera que sea el volumen de agua a agotar.

El agotamiento del agua se hará de forma que no se produzcan corrientes sobre el hormigón recién colocado, ni drenaje de lechada de cemento, ni erosión de la excavación, ni asientos en la urbanización y edificios próximos.

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación el sistema que empleará para el descenso del nivel freático en las zonas en que fuera necesario. Asimismo, tomará las medidas adecuadas para evitar los asientos de zonas próximas debidos a la consolidación del terreno cercano a la zanja o pozo por el flujo de agua inducido por el sistema de descenso del nivel freático. En cualquier caso, el asiento máximo admisible bajo edificios será de cuatro (4) milímetros.

Todas las soluciones especiales para el rebajamiento del nivel freático requerirán para su ejecución la aprobación de la Dirección de Obra, sin que por ello quede eximido el Contratista de cuantas obligaciones y responsabilidades dimanen de su no aplicación, tanto previamente, como posteriormente a la aprobación.

Si la estabilidad de los fondos de las zanjas o pozos se viera perjudicada por sifonamientos o arrastres debido a los caudales de infiltración o fueran éstos excesivos para la realización de las obras, se adoptarán medidas especiales con pantallas de bentonita-cemento, hormigón o tablestacas.

En su caso podrá asimismo realizarse sustituciones de terreno con materiales de baja permeabilidad, como hormigón o arcillas, o inyectar y consolidar la zona en que las filtraciones se producen.

El Contratista deberá mantener el nivel freático al menos medio metro (0,5 m.) por debajo de la cota del fondo de la excavación durante la ejecución de la misma en el interior de la propia excavación hasta que se haya rellenado la zanja o pozo medio metro (0,5 m.) por encima del nivel freático original.

## 3.8 HORMIGONES

### 3.8.1 TIPOS DE HORMIGONES

Los tipos de hormigones están definidos en el capítulo II de este Pliego.

El Contratista está obligado inexcusablemente a conseguir las resistencias mínimas características señaladas para cada tipo de hormigón, para lo cual además de la adecuada dosificación y clasificación de los áridos, empleará la cantidad de cemento necesaria para obtenerla. Si esta cantidad de cemento fuese superior a la mínima exigida en la definición del hormigón, el Contratista no tendrá derecho a reclamar un precio distinto al que para cada hormigón se asigna en el Cuadro de Precios n° 1 de este Proyecto.

Si, como consecuencia de los estudios de dosificación, se utilizase otra dosificación de áridos distinta de la teórica prevista para la confección de los precios de hormigones del Proyecto, el Contratista no tendrá derecho a modificación alguna en aquellos, abonándose en cualquier caso los estipulados en el Cuadro de Precios n° 1.

Una vez conseguida una determinada composición o fórmula de trabajo, habrá de tenerse en cuenta que deberá ser reconsiderada y en su caso corregida, si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento.
- La naturaleza, procedencia o tamaños de los áridos.
- La naturaleza o proporción de aditivos, en su caso.
- El método de fabricación o puesta en obra.

### 3.8.2 FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

#### 3.8.2.1 Fabricación del hormigón

El hormigón se fabricará en central de hormigonado de acuerdo con lo señalado en el artículo 2.6 de este Pliego.

#### 3.8.2.2 Inspección y control de fabricación

Se exigirá el control para cementos, áridos, dosificación y hormigones definido en el artículo 2.6 de este Pliego.

### 3.8.3 TRANSPORTE Y VERTIDO DEL HORMIGÓN

Se atendrá a lo que prescribe la Instrucción EHE con los complementos siguientes:

- Al cargar los elementos de transporte no deben formarse con las masas montones cónicos de altura tal, que favorezcan la segregación.

- Se admite el uso de camiones hormigoneras en tiempos de transporte inferiores a una hora y media entre la carga del camión y la descarga en el tajo.

La velocidad de agitación de la amasadora del camión, estará comprendida entre dos (2) y seis (6) revoluciones por minuto.

- La máxima caída libre vertical de las masas, en cualquier punto de su recorrido, no excederá de un (1) metro, procurándose que la descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

- En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se cuidará especialmente de que no se produzcan desecaciones en las amasadas durante el transporte. A tal fin, si éste dura más de treinta (30) minutos, se adoptarán las medidas oportunas tales como aditivos especiales o amasar con agua enfriada, para conseguir una consistencia adecuada en obra sin necesidad de aumentar la cantidad de agua.

No se permitirá el reamasado de la masa para corregir posibles defectos de segregación. No se permitirá la adición de agua, una vez que el hormigón haya salido de la hormigonera, para corregir posibles problemas de transporte.

### 3.8.4 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

#### 3.8.4.1 Hormigón en masa

Como norma general, no deberá transcurrir más de una y media (1½) hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. La Dirección de Obra podrá modificar este plazo si se emplean conglomerantes o adiciones especiales, pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurran favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación en obras de amasadas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un (1) metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo más de un (1) metro dentro de los encofrados.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas de elefante para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice, expresamente, en casos particulares.

El hormigón se verterá por tongadas, cuyo espesor será inferior a la longitud de los vibradores que se utilicen, de tal modo que sus extremos penetren en la tongada, ya vibrada, inmediatamente inferior.

En cualquier caso, es preceptivo que el hormigón se consolide mediante vibradores de frecuencia igual o mayor a seis mil (6.000) revoluciones por minuto.

La distancia entre puntos de aplicación del vibrador será del orden de cincuenta (50) centímetros, salvo que se observe que entre cada dos puntos no quede bien vibrada la parte equidistante. En este caso, los puntos de aplicación se determinarán a la vista de las experiencias previas.

#### 3.8.4.2 Hormigón armado

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúnan gran cantidad de acero y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de las armaduras.

En las obras de hormigón armado, los hormigones se colocarán en tongadas de veinte (20) a treinta (30) centímetros.

En la ejecución de los elementos de superestructuras se deberá disponer de un sistema de puesta en obra complementario, de tal modo que, al fallar el principal, pueda llegarse a conformar el hormigón que se esté colocando en junta perpendicular a la dirección de las armaduras principales del hormigón armado.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice con todo su espesor.

En pilas, el hormigonado se efectuará de modo que su velocidad no sea superior a dos metros de altura por hora (2 m/h) y removiendo enérgicamente la masa, para que no quede aire aprisionado y vaya asentando de modo uniforme.

### 3.8.5 COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

La compactación de los hormigones colocados en obra se efectuará con igual o mayor intensidad que la empleada en la fabricación de las probetas de ensayos en los estudios de dosificación.

En general, la compactación se efectuará por vibración, con elementos lo suficientemente revolucionados y enérgicos que actúen en toda la subtongada de hormigón.

La compactación se continuará especialmente junto a los paramentos y rincones del encofrado hasta eliminar las posibles coqueras y conseguir que la pasta refluya por la superficie.

El espesor de las tongadas de hormigón, los puntos de aplicación de los vibradores y la duración de la vibración será propuesta por el Contratista de acuerdo con el equipo empleado a la aprobación de la Dirección de Obra.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales.

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

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse perpendicularmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada subyacente, y retirarse también perpendicularmente, sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá rápidamente y se retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose, a este efecto, que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a cincuenta (50) centímetros y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo.

Si se vierte hormigón en un elemento que, simultáneamente, se está vibrando, el vibrador no se introducirá a menos de metro y medio (1,5 m) del frente libre de la masa.

Si se avería uno o más de los vibradores empleados y no se pueden sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo del hormigonado, o el Contratista procederá a una compactación por picado aplicado con barra, suficiente para terminar el elemento que se está hormigonando.

### 3.8.6 INTERRUPCIONES DEL HORMIGONADO

Cuando se haya interrumpido el trabajo, aunque sea por breve tiempo, pero lo suficiente para que el hormigón anteriormente ejecutado haya iniciado su fraguado, se limpiará y regará la superficie sobre la que se va a verter el hormigón fresco, antes de echar éste.

En la ejecución de juntas de hormigones de diferentes tipos, o bien cuando la interrupción del trabajo haya sido de alguna duración, la limpieza de la superficie de contacto se ejecutará aún con mayor esmero, repicándose la fábrica antigua y vertiendo sobre ella, antes del hormigonado fresco, un mortero de retoma.

### 3.8.7 EJECUCIÓN DE JUNTAS

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación debiendo cumplir lo especificado en los Planos e instrucciones de la Dirección de Obra.

Si algunas armaduras atraviesan las juntas, se dejarán adecuadamente dispuestas en espera de la reanudación de hormigonado, disponiéndose si fuese preciso orificios en los encofrados para darles paso.

El Artículo 71 de la instrucción EHE es además de aplicación a este apartado.

### 3.8.8 CURADO DEL HORMIGÓN

Es de aplicación lo prescrito en el Artículo 74 de la Instrucción EHE.

El hormigón, salvo que la Dirección de Obra autorice otra cosa, se curará con agua, manteniendo la superficie continuamente húmeda durante veinte (20) días consecutivos o hasta que sobre ella se eche nuevo hormigón.

En principio se utilizarán aspersores para mantener húmedas las superficies, aunque la Dirección de Obra podrá autorizar o imponer otros métodos. En épocas de heladas se adoptarán las medidas necesarias para que, manteniendo la superficie húmeda, no se hiele el agua. Entre dichas medidas el Contratista puede venir obligado, a su cargo, a calentar el agua, a tomarla de pozos, o a incrementar la intensidad de lluvia artificial por unidad de superficie.

El agua que haya de utilizarse para cualquiera de las operaciones de curado, cumplirá las condiciones que se le exigen en el presente Pliego.

Las tuberías que se empleen para el riego del hormigón, serán preferentemente mangueras de goma, proscribiéndose la tubería de hierro si no es galvanizada. Asimismo, se prohíbe el empleo de tuberías que puedan hacer que el agua contenga sustancias nocivas para el fraguado, resistencia y buen aspecto del hormigón. La temperatura del agua empleada en el riego, no será inferior en más de veinte grados centígrados (20º C) a la de hormigón.

### 3.8.9 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

#### 3.8.9.1 Tiempo frío

El hormigonado se suspenderá, como norma general, siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes, la temperatura ambiente pueda descender por debajo de los cero grados centígrados (0º C). A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas (9 h.) de la mañana (hora solar), sea inferior a cuatro grados centígrados (4º C), puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

Las temperaturas antedichas podrán rebajarse en tres grados centígrados (3º C) cuando se trate de elementos de gran masa o cuando se proteja eficazmente la superficie del hormigón mediante sacos, paja u otros recubrimientos aislantes del frío.

En caso de que se produjesen temperaturas de este orden, siendo imprescindible continuar el hormigonado, se deberá tomar las siguientes precauciones:

. Se calentará el agua de amasado hasta un máximo de 38º, de tal forma que el hormigón, a la salida de la hormigonera, tenga una temperatura de 10 a 15º.

. El hormigón, durante la puesta en obra, tendrá una temperatura siempre superior a 7º.

. Se aislará térmicamente la zona hormigona, de tal forma que, durante el fraguado, la temperatura no sea inferior a 5º C y la humedad no sea inferior al 50%.
- 3 días en soleras y presoleras
- 6 días en alzado, losas y estructuras

En cualquier caso, los áridos a emplear en la fabricación de hormigón tendrá una temperatura superior a 1ºC.

Se llevará registro de las temperaturas máximas y mínimas en la obra, no sólo para poder prever la duración de las heladas, sino también por su importancia para el desencofrado.

#### 3.8.9.2 Tiempo caluroso

En tiempo caluroso se procurará que no evapore el agua de amasado durante el transporte y se adoptarán, si éste dura más de treinta (30) minutos, las medidas oportunas para que no se coloquen en obras masas que acusen desecación.

La temperatura del hormigón, una vez puesto en obra, deberá mantenerse entre cinco (5) y treinta (30) grados centígrados para lo cual el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias, tales como la refrigeración del hormigón, el riego de los áridos, enfriamiento del agua, protección de la conducción de agua, etc.

Si la temperatura ambiente es superior a 40ºC se suspenderá el hormigonado excepto determinación en contra de la Dirección de Obra. Si se hormigonase a estas temperaturas, se mantendrán las superficies protegidas de la intemperie y continuamente húmedas para evitar la desecación rápida del hormigón. La temperatura de éste al ser colocado no excederá de 30º C.

### 3.8.10 CONTROL DE CALIDAD

Se comprobará, sistemáticamente y de forma ordenada, la calidad del hormigón ejecutado.

La Dirección de Obra podrá ordenar que se realicen los ensayos que crea oportunos en cada fase de la obra y en la cuantía necesaria para que se permita obtener unos resultados fiables.

Con carácter general, cada doscientos (200) metros cúbicos de hormigón amasado, se realizarán los siguientes ensayos:

a) Comprobación de la relación agua-cemento, teniendo en cuenta la humedad de los áridos.
b) Medición del "asiento", tanto a la salida de la hormigonera, como en el hormigón colocado en obra.
c) Toma de muestras y pruebas de rotura.

La toma de muestras se ajustará a lo preceptuado en la Instrucción EHE.

Cada doscientos metros cúbicos (200 $m^3$) o fracción se realizarán seis (6) probetas de hormigón que serán rotas a siete (7) y veintiocho (28) días.

La Dirección de Obra podrá ordenar extraer probetas "in situ" siempre que los considere necesario.

Si a los veintiocho (28) días la resistencia de las probetas fabricadas fuese inferior al ochenta por ciento (80%) de la especificada para esa fecha, se ensayarán probetas extraídas "in situ", de la zona donde se hubo colocado el hormigón defectuoso y también de aquéllas que señalase la Dirección de Obra.

Al comparar entonces la resistencia de las probetas extraídas "in situ" con el ochenta por ciento (80%) de la exigida, a los veintiocho (28) días, puede ocurrir.

a) Que aquélla sea igual o menor, en cuyo caso se demolerán las partes ejecutadas con dicho hormigón.

b) Que aquélla sea igual o mayor. En este caso, la Dirección de Obra decidirá si se deben realizar otros ensayos, si puede aceptarse la obra, adoptando las medidas de precaución pertinentes, o si por el contrario es necesario demoler las partes defectuosas.

Si a los veintiocho (28) días la resistencia de las probetas fabricadas fuese superior al ochenta por ciento (80%) de la especificada para esa fecha, pero inferior al ciento por cien (100%) de la misma, la Dirección de la Obra decidirá si es necesario ensayar probetas extraídas "in situ".

En todas las probetas fabricadas se medirá su densidad inmediatamente antes de proceder a su rotura.

### 3.8.11 TOLERANCIAS

Se admitirán las siguientes tolerancias en las dimensiones de las obras de hormigón:

a) Posición en el Plano (Distancia a la línea de referencia más próxima):= 10 mm.

b) Verticalidad (Siendo h la altura básica):

| | | | | | Tolerancia permitida |
|---|---|---|---|---|---|
| | h | = | 0,50 m | ± | 5 mm |
| 0,50 m < | h | = | 1,50 m | ± | 10 mm |
| 1,50 m < | h | = | 3,00 m | ± | 15 mm |
| 3,00 m < | h | = | 10,00 m | ± | 20 mm |
| | h | > | 10,00 m | ± | 0,002 h |

c) Dimensiones transversales y lineales

| | | | | | Tolerancia permitida |
|---|---|---|---|---|---|
| | L | = | 0,25 m | ± | 5 mm |
| 0,25 m < | L | = | 0,50 m | ± | 10 mm |
| 0,50 m < | L | = | 1,50 m | ± | 12 mm |
| 1,50 m < | L | = | 3,00 m | ± | 15 mm |
| 3,00 m < | L | = | 10,00 m | ± | 20 mm |
| | L | > | 10,00 m | ± | 0,0002 L |

d) Dimensiones totales de la estructura

| | | | | | Tolerancia permitida |
|---|---|---|---|---|---|
| | L | = | 15,00 m | ± | 15 mm |
| 15,00 m < | L | = | 30,00 m | ± | 30 mm |
| | L | > | 30,00 m | ± | 0,001 L |

e) Rectitud

| | | | | | Tolerancia permitida |
|---|---|---|---|---|---|
| | L | = | 3,00 m | ± | 5 mm |
| 3,00 m < | L | = | 6,00 m | ± | 15 mm |
| 6,00 m < | L | = | 10,00 m | ± | 20 mm |
| 10,00 m < | L | = | 20,00 m | ± | 30 mm |
| | L | > | 20,00 m | ± | 0,0015 L |

f) Alabeo (Siendo L la diagonal del rectángulo):

| | | | | | Tolerancia permitida |
|---|---|---|---|---|---|
| | L | = | 3,00 m | ± | 10 mm |
| 3,00 m < | L | = | 6,00 m | ± | 15 mm |
| 6,00 m < | L | = | 12,00 m | ± | 20 mm |
| | L | > | 12,00 m | ± | 0,002 L |

g) Diferencias de nivel respecto a la superficie superior o inferior más próxima:

| | | | | | Tolerancia permitida | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h | = | 3,00 m | ± | 10 mm |
| 3,00 m | < | h | = | 6,00 m | ± | 12 mm |
| 6,00 m | < | h | = | 12,00 m | ± | 15 mm |
| 12,00 m | < | h | = | 20,00 m | ± | 20 mm |
| | | h | > | 20,00 m | ± | 0,001 L |

## 3.9 ENCOFRADOS, CIMBRAS Y APEOS

### 3.9.1 DEFINICIÓN

Se definen como obras de encofrado, las consistentes en la ejecución y desmontaje de las cajas destinadas a moldear los hormigones, morteros o similares.

Se llama cimbra o apeo al armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y colocación de encofrados y cimbras.
- Desencofrado y descimbramiento.

### 3.9.2 MATERIALES

Los materiales a emplear en encofrados, cimbras y apeos están definidos en el capítulo II del presente Pliego.

### 3.9.3 EJECUCIÓN

Es de aplicación la Instrucción EHE. 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, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio de la Dirección de Obra.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas, colocando si es preciso angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar; sin embargo, no se permite la utilización de berenjenos para achaflanar aristas salvo autorización expresa de la Dirección de Obra en casos especiales. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco (5) milímetros en las líneas de las aristas.

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellos se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Las cimbras o apeos poseerán una rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas, sobrecargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre

ellas como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, las debidas a la compactación de la masa respetándose las tolerancias definidas en este Pliego.

Antes de empezar el hormigonado de una unidad, deberán realizarse cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse de la exactitud de la colocación de los encofrados, así como de su fuerte sujeción para evitar cualquier desplazamiento.

Todo error que pudiera resultar en las alineaciones, dimensiones o formas de la estructura, como consecuencia de una incorrecta disposición o colocación de los encofrados, será imputable al Contratista, siendo de su cuenta los gastos necesarios para corregir el defecto, cualquiera que fuese su importancia.

### 3.9.4 DESENCOFRADO Y DESCIMBRADO

El encofrado y descimbrado se realizará de acuerdo a la Instrucción EHE.

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a los tres (3) días de hormigonada 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 costeros verticales de elementos de gran canto, o los costeros horizontales, no deberán retirarse antes de los siete (7) días, con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

La Dirección de Obra podrá reducir los plazos anteriores, respectivamente, a dos (2) días o a cuatro (4) días cuando el tipo de conglomerante empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

## 3.10 ACABADOS Y TOLERANCIAS DE SUPERFICIES

### 3.10.1 GENERALIDADES

El Contratista notificará a la Dirección de Obra las fechas de comienzo de los trabajos de superficie. Salvo indicación en contra de la Dirección de Obra, las operaciones de acabado en superficies se realizarán siempre en presencia de un representante de la misma, designado a tal efecto.

De modo general y mientras no se especifique otra cosa, se exigirán a las superficies las normas de acabado siguientes:

- Acabado A-I en:
  Superficies que han de quedar ocultas
- Acabado A-II en:
  Superficies que han de quedar permanentemente vistas
- Acabado A-III en:
  Tramos de paso de agua

### 3.10.2 DEFINICIÓN DE CALIDADES

A todos los efectos contractuales en este Pliego se considerarán definidas estas calidades A-I, A-II, y A-III como se indica a continuación.

Las tolerancias admitidas para cada tipo de acabado se indican en la tabla siguiente:

| TIPO IRREGULARIDADES | TIPO DE ACABADO (1) A-I | A-II | A-III |
|---|---|---|---|
| Suaves | 10 | 6 | 4 |
| Bruscas | 6 | 3 | 2 |

(1) Tolerancias en milímetros

Se incluyen como tolerancias bruscas los salientes y rebabas causadas por desplazamientos o mala colocación de los entablonados, revestimientos o tramos de encofrados y por defectos en los entablonados.

Las irregularidades suaves se miden con un patrón consistente en una regla recta para las superficies planas o su equivalente para las curvas, de 2,00 m. de longitud. Las tolerancias admisibles quedan reflejadas en la tabla anterior.

El acabado A-I no requiere, en general, frotamiento con tela de saco ni tratamiento con piedra de esmeril. Corresponde a una ejecución de encofrado normal adaptado a las dimensiones y alineaciones requeridas, sin apreciables bultos o salientes. Solamente deben eliminarse los salientes bruscos y las rebabas. El forro de los encofrados puede ser de tablas corrientes ensambladas a media madera, madera contrachapada o acero.

El acabado A-II requiere, en general, el pulimiento o amoldadura, y si el aspecto general puede quedar mejorado, se exigirá la eliminación de las burbujas de aire por medio de frotamiento con tela de saco. Para cumplir el acabado A-II es necesario que los encofrados se construyan de formas y dimensiones exactas, con acabados perfectos.

Los encofrados deben ser fuertes y sujetarse rígidamente y con precisión a la alineación prescrita. Puede usarse cualquier encofrado que produzca la superficie requerida (tales como madera machihembrada, encofrado metálico, etc.).

### 3.10.3 REPASO DE SUPERFICIES

No se podrá reparar ni repasar ninguna superficie de hormigón sin permiso expreso de la Dirección de Obra.

Cuando los valores de la tabla de tolerancias sean sobrepasados, las irregularidades bruscas o suaves se rebajarán a los límites exigidos mediante tratamiento con muela de esmeril o bien con tratamiento previo de bujarda y posterior de muela de esmeril. Este tratamiento será por cuenta del Contratista.

El tratamiento de supresión de los escalones o de irregularidades bruscas deberá hacerse convirtiendo estas irregularidades bruscas en irregularidades graduales mediante un ataluzado del escalón con piedra de esmeril.

El talud esmerilado tendrá una relación de altura a longitud de 1 a 30.

En los bordes de las juntas transversales al sentido del agua, se tendrá especial rigor en el cumplimiento de la norma de no existencia de ningún escalón en contra de la corriente, cualquiera que sea su cuantía, es decir, el borde de aguas abajo de la junta nunca sobresaldrá respecto al borde de aguas arriba.

### 3.10.4 CORRECCIONES Y REPARACIONES DE LAS SUPERFICIES

Se describen a continuación las correcciones y reparaciones que debe efectuar el Contratista, exclusivamente a su cargo, en todas aquellas superficies que no cumplan las condiciones del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las reparaciones del hormigón serán realizadas por equipos especialistas.

El Contratista deberá avisar a la Dirección de Obra de los momentos en que se vayan a realizar las reparaciones del hormigón. Salvo en los casos particulares en que la inspección no sea considerada necesaria por la citada Dirección de Obra, las reparaciones del hormigón no podrán realizarse más que en presencia de un representante de la misma y según las normas que en cada caso hayan establecido.

Las correcciones con piedra de esmeril o con bujarda y piedra esmeril, han sido ya indicadas en el apartado anterior.

Salvo indicaciones en contra, y salvo los casos de imperfecciones importantes, la reparación de imperfecciones en el hormigón encofrado se realizará dentro de las 24 horas siguientes al desencofrado.

El hormigón que esté dañado por cualquier causa y el hormigón que resulte con coqueras o defectuoso de cualquier otro modo, y el hormigón que a causa de los excesivos defectos o depresiones en la superficie tenga que ser picado y reconstruido para adaptar la superficie a las alineaciones y terminados prescritos, debe ser retirado y reemplazado por hormigón adherido con pintura Epoxi, morteros de reparación R-3 o R-4, etc., según decida la Dirección de Obra. Todas estas reparaciones y materiales serán por cuenta del Contratista.

En particular, las correcciones efectuadas sobre superficies que deban resultar con acabado A-III serán especialmente delicadas, debido a las exigencias del paso del agua a gran velocidad sobre su superficie y exigirán en muchos casos la utilización de resinas epoxi, picados o tallados de bordes perfectamente normales a la superficie con arista viva, utilizaciones de bujarda y piedra esmeril, etc.

El procedimiento de reparación será marcado siempre por la Dirección de Obra en cada caso particular, dependiendo de las dimensiones, profundidad, concavidad o depresión de la irregularidad o defecto, etc., y las normas de ejecución y materiales del procedimiento elegido serán las dadas en la Norma UNE-EN 1504 “Reparación y protección de estructuras de hormigón”, si bien la Dirección de Obra puede modificar o introducir variaciones en estas normas.

Si la retirada de los pernos de sujeción del encofrado produce orificios, los orificios deberán rellenarse con "retacado seco" (dry pack).

Todos los rellenos deberán quedar fuertemente adheridos a las superficies o paredes de las cavidades y una vez curados o secos deberán quedar sin grietas de retracción y sin zonas despegadas.

### 3.10.5 CORRECCIÓN DE COQUERAS

Las coqueras que pueden presentarse por falta de hormigón, se sanearán y tallarán en forma de "cola de milano" y en una profundidad mínima igual a la dimensión menor de la coquera, que debe presentar, una vez tallada, forma poligonal de vértices redondeados.

Si la armadura estuviera próxima al paramento, se descubrirá la misma.

El relleno de la coquera se hará con mortero R-3 o R-4.

Para las coqueras "en avispero" se hará previamente el saneo y tallado antes indicado y en su relleno se utilizarán morteros "epoxi". Estas coqueras, se entiende que son de muy pequeña superficie.

## 3.11 ARMADURAS

### 3.11.1 GENERALIDADES

La forma, diámetro y longitudes de las armaduras serán los señalados en los Planos, siendo obligación del Contratista el suministro, doblado y colocación en obra de las mismas. A este respecto deberán cumplirse las prescripciones de la Instrucción EHE.

Para aquellas unidades en que por su complejidad lo estime oportuno la Dirección de Obra, el Contratista preparará Planos de Obra con cuadros de despiece, situación de empalmes y detalles de doblados y colocación, los cuales remitirá a la citada Dirección de Obra para su aprobación o correcciones que estime necesarias.

Las armaduras se fijarán mediante las oportunas sujeciones para mantener las separaciones y recubrimientos establecidos, de modo que no haya posibilidad de movimiento de las mismas durante el vertido y consolidación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras. Las barras en losas hormigonadas sobre el terreno, se soportarán por medio de bloques prefabricados de hormigón de la altura precisa. En aquellas superficies de zapatas o losas y otros elementos que se hormigonen directamente sobre el terreno o la roca, las armaduras tendrán un recubrimiento mínimo de cinco (5) centímetros. En las demás superficies de hormigón se dispondrá un recubrimiento mínimo de tres centímetros mientras no se indique de otro modo en los Planos.

Después de colocada la armadura y antes de comenzar el hormigonado la Dirección de Obra o Inspector autorizado por ésta, hará una revisión para comprobar si cumple todas las condiciones exigidas

de forma, tamaño, longitud, empalmes, posición, etc., sin cuyo requisito no podrá procederse al hormigonado.

Si después de colocada la armadura se produjese algún retraso importante en el hormigonado, se hará una nueva inspección y se limpiarán las armaduras si fuese necesario.

### 3.11.2 TOLERANCIAS

- Tolerancias en el corte de armaduras:

    - Longitud de corte (siendo L la longitud básica)

| | | | Desviación permitida | |
|---|---|---|---|---|
| L | = | 6,00 m | ± | 20 mm |
| L | > | 6,00 m | ± | 30 mm |

- Tolerancias en el doblado

    - Dimensiones de forma

| | | | | Desviación permitida | |
|---|---|---|---|---|---|
| | L | = | 0,50 m | ± | 10 mm |
| 0,5 m = | L | = | 1,50 m | ± | 15 mm |
| | L | > | 1,50 m | ± | 20 mm |

- Tolerancia en la colocación

a) Recubrimientos: se permitirá una desviación en menos de 5 mm., y una desviación en más en función de h, siendo h el canto total del elemento definido.

| | | | | Desviación permitida | |
|---|---|---|---|---|---|
| | h | = | 0,50 m | ± | 10 mm |
| 0,5 m < | h | = | 1,50 m | ± | 15 mm |
| | h | > | 1,50 m | ± | 20 mm |

b) Distancia entre barras: se permitirá la siguiente desviación entre barras paralelas consecutivas (siendo L la distancia básica entre las superficies de las barras).

| | | | | Desviación permitida | |
|---|---|---|---|---|---|
| | L | = | 0,05 m | ± | 5 mm |
| 0,05 m < | L | = | 0,20 m | ± | 10 mm |
| 0,20 m < | L | = | 0,40 m | ± | 20 mm |
| | L | > | 0,40 m | ± | 30 mm |

c) Desviación en el sentido del canto o del ancho del elemento de cualquier punto del eje de la armadura o vaina (siendo L el canto total o el ancho total del elemento en cada caso).

| | | | | | Desviación permitida |
|---|---|---|---|---|---|
| | | L | = | 0,25 m | ± 5 mm |
| 0,25 m | < | L | = | 0,50 m | ± 10 mm |
| 0,50 m | < | L | = | 1,50 m | ± 20 mm |
| | | L | > | 1,50 m | ± 30 mm |

## 3.12 JUNTAS

### 3.12.1 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y DILATACIÓN

Serán de caucho natural o de PVC, de las formas y dimensiones definidas en los planos.

Su montaje se hará siempre de tal forma que, una vez hormigonada la primera fase, quede vista la mitad de la banda. No se permitirá agujerearla o maltratarla para su debido posicionamiento. Se aconseja, por tal motivo, el empleo de grapas de fijación.

La unión de los extremos de las bandas deberá hacerse con aportación de calor y empleando electrodo del mismo material, de forma que la estanqueidad sea garantizada. No se permitirá ningún tipo de pegamento.

En el caso de cambio en la dirección de la junta, se empleará piezas prefabricadas por el fabricante para la adaptación de estos cambios, uniéndose a las bandas mediante soldadura, con aportación del mismo material que la junta.

Si por olvido, el Contratista no colocara en algún sitio determinado dichas bandas, queda obligado a efectuar un chorreo con agua y aire, de forma que la superficie del hormigón viejo quede con el árido visto y suficientemente rugoso para la posterior imprimación de un producto a base de resinas, aprobado por la Dirección de Obra, para unión de hormigones de distintas edades.

Por esta operación el Contratista no tendrá derecho a ningún abono.

### 3.12.2 JUNTAS DE SELLADO

Se aplicarán como sobrejuntas para garantizar la estanqueidad de las juntas. Para ello, se procederá al serrado de las dos partes de la junta, en la forma definida en los planos, y al relleno así realizado a base de mástic de polisulfuro de dos componentes, de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

### 3.12.4 EJECUCIÓN DE JUNTAS

Las juntas de los tubos se realizarán de acuerdo con lo especificado en los apartados correspondientes, según el tipo de tuberías en que se empleen.

### 3.12.5 PRUEBAS

Las pruebas de la tubería de presión instalada en la zanja, para cuya realización el Contratista proporcionará todos los medios y personal necesario, serán las siguientes.

- Prueba de presión interior.
- Lavado y desinfección.

El agua necesaria para estas pruebas, deberá ser obligatoriamente potable, no permitiéndose agua que pueda crear una contaminación en el tubo.

- Prueba de presión interior (UNE-EN 805)

A medida que avance el montaje de la tubería, se procederá a pruebas parciales a presión interna, por tramos de longitud fijada por la Dirección de las Obras. Como norma general, se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los quinientos metros (500 m), pero en el tramo elegido la diferencia de cotas entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10%) de la presión de prueba.

En zona urbana, esta longitud máxima de prueba de 500 m. se reducirá a 200 m., pudiendo la Dirección de Obra reducirla más si la necesidad de cierre inmediato de zanjas así lo aconseja.

Antes de empezar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la canalización; la zanja puede estar parcialmente rellena, dejando al menos las juntas descubiertas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después, y sucesivamente de abajo hacia arriba, una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible, el tramo se empezará a llenar por la parte baja, con lo cual se facilitará la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería.

En el punto más alto, se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo a probar se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica, podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión con toda lentitud. Se dispondrá en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Dirección de las Obras, previamente comprobado por ella.

Los puntos extremos del trozo a probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser fácilmente

desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo de prueba, de existir, se encuentren bien abiertas.

Los cambios de dirección, piezas especiales, etc. deberán estar ancladas y sus fábricas fraguadas suficientemente.

**Fase I.** Llenado de tubería. Se realizará el llenado de la nueva red a través de la acometida de obra correspondiente y pasando por el contador hasta alcanzar la presión existente en la zona. Se dejará llena la tubería hasta comprobar que se ha estabilizado la red a ensayar.

**Fase II.** Puesta en presión. Una vez se vaya a iniciar la prueba de la red se procederá a desconectarla de la acometida de obra y se instalarán los manómetros de presión en los diferentes puntos de la red (mínimo en dos puntos de la red, punto alto y punto bajo de la misma, con escala adecuada a los rangos de presión a medir). Se incrementará la presión de la red a probar hasta 1,5 x Pservicio o 10 kg/ cm2 (la más desfavorable de las dos) y la duración de la prueba será de 1 hora, en la cual la pérdida máxima admisible será de 0,2 kg/cm2 para tuberías de fundición dúctil o polietileno. Las comprobaciones de dicha pérdida de presión se realizarán en todos los manómetros instalados. En caso de no dar la prueba, el contratista deberá hacer las comprobaciones necesarias y poner los medios para solventar la situación. No se volverá a realizar ninguna prueba de presión hasta que no se detecte o solucione la causa del fallo en la prueba.

**Desinfección de nuevas redes de abastecimiento y distribución de agua potable**

La prueba de desinfección se realizará una vez finalizadas y superadas las pruebas de presión de la nueva red de distribución de agua y antes de conectar a la red, dicha conexión se realizará a continuación de la citada desinfección y cuando se vaya a producir consumo en dicha red. Todos los consumos de agua para la prueba de desinfección serán por cuenta del contratista y se realizarán a través del correspondiente contador de obra.

**Fase I.** Llenado de tuberías con agua clorada. Se aumentará la concentración hasta 10 ppm. El llenado se realizará lentamente para asegurar “en la medida de lo posible” la distribución uniforme del cloro. La adicción de hipoclorito a la red a desinfectar lo realizará el personal municipal en horario de mañana, con un aviso previo para su ejecución de 24 horas.

**Fase II.** Una vez finalizado el llenado de la tubería con la concentración de cloro adecuada, se mantendrá la tubería cerrada y sin servicio durante 24 horas. Durante este tiempo es responsabilidad única y exclusiva del contratista o promotor evitar que se utilice la red en proceso de pruebas.

**Fase III.** Se procederá al vaciado de la tubería a través de los desagües de la nueva red de distribución de agua. En el caso de que los citados desagües viertan a algún cauce público, se deberá eliminar el cloro residual para evitar daños en la fauna existente.

**Fase IV.** Se volverá a llenar la tubería con agua de la red y se realizará una toma de muestra en el punto más desfavorable de la red (en redes extensas se realizará en varios puntos). A la citada muestra se le realizará un análisis de microbiología completa en los laboratorios de Aguas del Añarbe S.A. En caso favorable se podrá proceder a la conexión de la nueva red, sin no diera correcto, se repetirá el proceso otra vez más. En caso de producirse por segunda vez un resultado negativo deberán realizarse pruebas más completas (desinfección por zonas, catas en las redes existentes, etc.), dichas

actuaciones ya no serán realizadas por el personal municipal del Servicio de Explotación de Agua y Saneamiento.

## 3.13 TUBERÍA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES

### 3.13.1 GENERALIDADES

La instalación de la tubería de saneamiento de aguas residuales comprende las operaciones de:

- Manipulación, carga, transporte y almacenamiento
- Colocación de los tubos.
- Ejecución de juntas.
- Pruebas.

Todo ello realizado de acuerdo con las presentes Prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos y con lo que, sobre el particular, ordene la Dirección de las Obras.

### 3.13.2 MANIPULACIÓN, CARGA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Todas las operaciones de manipulación, carga, transporte, descarga y acopio de tubos, se efectuarán mediante el empleo de la maquinaria, herramientas y utillajes adecuados, debiendo el Contratista asegurarse que estas operaciones se realicen en forma que se eviten ovalizaciones, mordeduras, grietas o cualquier otro defecto en los tubos. A este respecto, la Dirección de la Obra podrá proscribir el empleo de cualquiera de los medios que, a su exclusivo juicio, resulten inadecuados a tal fin.

El transporte de los tubos se realizará en vehículos debidamente acondicionados mediante cunas de apoyo revestidas de caucho u otro material. El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los detalles del acondicionamiento de los vehículos de transporte. Asimismo, el Contratista está obligado a observar todos los preceptos del ordenamiento jurídico aplicables al transporte de los tubos, debiendo proveerse, pues, de todos los permisos y autorizaciones que las Administraciones competentes determinen.

El Contratista deberá tener, acopiados a pie de obra, las cantidades necesarias de tuberías impuestas para no retrasar los ritmos de la instalación de cada uno de los tajos previstos en el programa contractual.

Los tubos podrán almacenarse en zonas o áreas llanas sin vegetación y en pilas cuyo número de hileras sea el autorizado por la Dirección de Obra en cada caso, no debiendo sobrepasar nunca, la altura de las pilas, los tres metros.

Las pilas estarán constituidas por tubos del mismo tipo y diámetro y dispuestos en la misma dirección mediante los dispositivos de separación adecuados que imposibiliten los daños o defectos de los tubos en esta actividad. El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra todos los detalles y elementos definitorios de esta operación, así como los correspondientes a la manipulación, etc.

En todas las operaciones de manipulación de los tubos, el uso de ganchos, cables, etc., a aplicar a los tubos y su modo de aplicación, queda condicionado a que no se originen daños o defectos en los tubos.

Los terrenos que resultaran en cada caso necesario para la implantación de estos acopios provisionales de tuberías, serán a expensas del Contratista, siendo consiguientemente a su cuenta y cargo todos los gastos derivados de la instalación, alquileres, explotación, guardería, etc. que pudieran derivarse, así como la obtención de los permisos necesarios.

El Contratista procederá igualmente a realizar todas y cada una de las operaciones de carga, transporte y descarga necesarias para instalar los tubos acopiados en sus lugares de instalación definitiva.

Aquellos tubos que hayan sufrido desperfectos no tolerables en las operaciones de carga, transporte, descarga o acopio y que no hayan sido advertidos en la recepción serán rechazados.

La distribución de los tubos a lo largo de la zona de trabajo, no deberá realizarse en tanto no hayan sido terminados los trabajos de acondicionamiento de la misma que en cada caso resulten necesarios.

La disposición de los tubos distribuidos sobre dicha área será tal que se garantice que no se producen daños en la tubería usando calzos de madera, sacos terreros o cualquier otro método aprobado por la Dirección de Obra. En particular, se prestará especial atención al espaciamiento entre los extremos de los tubos con objeto de impedir choques entre sus embocaduras.

Los tubos acopiados en el borde de las zanjas y dispuestos para el montaje deben ser examinados por un representante de la Administración, debiendo rechazarse aquellos que presenten algún defecto perjudicial.

### 3.13.3 COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

En la colocación de los tubos, deberán cumplirse las normas del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Saneamiento de Poblaciones" así como las indicaciones de las Guías y Manuales mencionadas anteriormente.

Los tubos se bajarán a la zanja con precaución, empleando los elementos adecuados según su peso.

Los tubos de hormigón irán apoyados sobre una cama de hormigón HM-20 de resistencia característica. Los tubos de PVC irán apoyados, en general, sobre una cama de material granular cuyo material cumplirá las condiciones definidas en este Pliego; también podrán instalarse con base de hormigón, incluso con refuerzo del mismo material.

La cama de hormigón abarcará un ángulo mínimo de 120°, y el material granular en los tubos de PVC cubrirán totalmente éste hasta 15 centímetros por encima de su generatriz superior.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual, se procederá a calzarlos y acodarlos con un poco de material de relleno para impedir sus movimientos.

Se colocarán los tubos de forma que su parte más alta corresponda al enchufe. Se cuidará la perfecta alineación en planta y perfil sin garrotes ni defectos.

Las acometidas y salidas de pozos de registro, se ejecutarán siempre mediante la colocación de al menos dos tubos de menor longitud (bielas) en cada lado del pozo.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación.

Por otra parte, al final de cada jornada, los extremos de las tuberías montadas se cerrarán con una tapa que imposibilite la entrada de agua o cuerpos extraños en la tubería hasta la reanudación de los trabajos.

Colocada la tubería y pasadas las pruebas de inspección definidas en los apartados siguientes, podrá ser tapada siguiendo las normas de este Pliego y de la sección tipo de zanja definida en los Planos.

### 3.13.4 EJECUCIÓN DE JUNTAS

Las juntas de los tubos se realizarán de acuerdo con lo especificado en los apartados correspondientes, según el tipo de tuberías en que se empleen.

### 3.13.5 PRUEBAS Y ENSAYOS

**Generalidades**

Una vez instalada la tubería, y previamente a su recubrimiento, deberá ser sometida a las siguientes operaciones:

- Inspección visual de colocación.
- Comprobaciones topográficas.
- Prueba provisional de estanqueidad a presión interior.

Posteriormente, una vez rellena la zanja, las tuberías y pozos de registro se someterán a los siguientes controles:

- Inspección por televisión.
- Prueba definitiva de estanqueidad a presión interior para tuberías.
- Prueba definitiva de estanqueidad a presión para pozos de registro.
- Prueba de estanqueidad a infiltración.

A continuación, se desarrolla el alcance y metodología de cada una de las pruebas o inspecciones aquí planteadas.

**Pruebas previas al cubrimiento de la tubería**

Previamente a poder cubrir la tubería con el material señalado en la sección tipo correspondiente, será necesario realizar las siguientes pruebas.

**Inspección visual**

Se realizará una inspección visual de la colocación de la tubería, de la que quedará constancia en un acta de inspección, que se referirá, al menos, a los siguientes aspectos:

- Estado de las superficies y protecciones.
- Estado de las cunas de asiento.
- Estado de las juntas y conexiones.
- Revestimiento y acabados.
- Daños aparentes.

Los defectos que se detecten serán corregidos a su costa por el Contratista con métodos aprobados por la Dirección de Obra.

**Comprobaciones Topográficas**

Se comprobará que la tubería instalada no presenta desviaciones respecto de las alineaciones de proyecto o, en su caso, a las señaladas por la Dirección de Obra, superiores a los siguientes valores:

| MODO DE EJECUCIÓN | DESVIACIÓN MÁXIMA ADMISIBLE | |
|---|---|---|
| | PLANTA | PERFIL LONGITUDINAL |
| EN ZANJA | 20 mm | 10 mm |

Esta limitación respecto a las coordenadas teóricas (X, Y), se cumplirá en cualquier punto de la rasante de la tubería.

Además, se cumplirá que la pendiente entre dos puntos cualquiera de la conducción no variará en ±25% de la teórica de proyecto.

No se admitirán tramos horizontales ni en contrapendiente.

**Prueba de Estanqueidad**

Antes de proceder al relleno y tapado de cada tramo, será necesario realizar una prueba de estanqueidad de la tubería. Esta prueba se realizará con aire en todos los tramos de la conducción, y será de agua para los pozos de registro.

a) Prueba con aire (prueba neumática) para tramos de diámetro igual o inferior a 1.000 mm

Este ensayo se realizará de acuerdo con la Norma UNE-EN 1610, y en los casos no contemplados en la misma, con la ASTM C 924-89. En la citada norma se indicada una metodología de ensayo y límites de aceptación que a continuación se indican.

En primer lugar, conviene recordar diversas limitaciones correspondientes a la seguridad de los empleados que realizan el ensayo o que están en las proximidades:

- El diámetro máximo de la tubería a ensayar será de 1.000 mm, debido a la imposibilidad inicial de obturar convenientemente, y sin peligro, diámetros superiores.

- En el momento del ensayo no deberá haber empleado alguno en los pozos de registro en donde se han colocado los obturadores, ya que una mala colocación puede hacer saltar éstos cuando se inserta el aire a presión.

- El compresor deberá tener una válvula de seguridad que salte cuando la presión es superior a 45 KPa (0,45 Kg/cm$^2$), para evitar una sobrepresión en la tubería.

Para la realización del ensayo se deberá limpiar el tramo a ensayar y sobre todo la zona de apoyo de los obturadores. Además, conviene que el tramo a ensayar sea saturado con agua, si ello es posible.

Ahora bien, el ensayo se puede hacer en seco y si éste es positivo, la tubería se puede definir como estanca; pero si el resultado es negativo, conviene repetirlo saturando convenientemente la tubería y volverla a ensayar con aire.

Para la ejecución del ensayo es necesario un compresor cuya capacidad viene definida en la norma y que es:

$$C = \frac{0{,}17 D^2 L}{T} + Q$$

siendo:

C = capacidad del compresor en m$^3$/s.
T = tiempo del ensayo en s.
D = diámetro de la tubería en m.
L = longitud del tramo a ensayar en m.
Q = pérdida de aire prevista en m$^3$/s.

El tiempo de duración del ensayo con aire es el indicado en la tabla, según el diámetro de la tubería y el método considerado por el responsable de la instalación (LA, LB, LC o LD).
En este caso se utilizará el método LD por ser el que tiene mayor garantía.

Este ensayo se realiza colocando tapones en los pozos de registro y en el ramal de acometida, asegurando así una comprobación completa del tramo a ensayar.

| Método de prueba | $P_0$ | $\Delta p$ | Tiempo de prueba (minutos) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mbar | | DN100 | DN200 | DN300 | DN400 | DN600 | DN800 | DN1000 |
| LA | 10 | 2.5 | 5 | 5 | 7 | 10 | 14 | 19 | 24 |
| LB | 50 | 10 | 4 | 4 | 6 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| LC | 100 | 15 | 3 | 3 | 4 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| LD | 200 | 15 | 1.5 | 1.5 | 2 | 2.5 | 4 | 5 | 7 |

Se debe iniciar el proceso con una presión inicial (p0) del 10% superior a la requerida por el ensayo, y debe ser mantenida durante 5 minutos aproximadamente. A continuación, la presión deberá ajustarse a la de la prueba, indicada en la tabla, de acuerdo con el método de prueba elegido. Si la caída de presión, medida después del tiempo de prueba, es menor que el $\Delta p$ dado en la tabla 1, el ensayo es aceptable.

b) Prueba con aire (prueba neumática), junta a junta, para tramos de diámetro igual o superior a 1.000 mm

Este ensayo se realizará de acuerdo con la Norma ASTM C 924-89.

Para tuberías de diámetro superior a 1.000 mm se probarán, después de una inspección visual de la tubería, todas las juntas mediante un ensayo de estanqueidad con aire a presión. Para ello, se empleará un doble obturador que permita dejar entre medio la junta a ensayar introduciendo aire a presión de igual forma que la indicada en el ensayo anterior. En este caso se medirá el tiempo que tarda en caer la presión 7 Kpa y este período de tiempo será siempre superior a lo indicado en la tabla nº 2.

El ensayo consiste en introducir aire a presión en la tubería hasta alcanzar una presión de aire de 27 Kpa (0,27 kg/cm$^2$) aproximadamente. Esta presión se elevará en 1 Kpa por cada 0,10 m de nivel freático que tiene por encima la tubería hasta un máximo de 9 Kpa (0,9 m. de nivel freático). Si el nivel freático está más de un metro por encima del tubo, no se realizará este tipo de ensayo, pasándose a medir la estanqueidad de la tubería por el caudal de infiltración que se puede producir.

Suponiendo que se parte de una presión inicial de 27 Kpa, se espera a que la presión se estabilice por encima de 24 Kpa, 3 Kpa menos que la presión inicial. El ensayo comienza dejando que la presión del aire alcance, en este caso, 24 Kpa. Aquí se pone en marcha un cronómetro y se mide el tiempo que necesita para perder una presión de 7 Kpa. Es decir, en este caso, se detiene el reloj cuando la presión baja hasta 17 Kpa.

El tiempo así medido tiene que ser superior al indicado en la tabla que se adjunta en la página siguiente (tabla nº 2). Esta tabla se ha realizado para tramos de tubería sin injertos, acometidas, etc. Si el tramo a probar tiene acometidas de otras tuberías, éstas deberán ser obturadas, medidas en su longitud y diámetro y se deberá consultar a la norma ASTM-924M para conocer exactamente el tiempo mínimo del ensayo.

T A B L A Nº 2

**TABLA DEL ENSAYO CON AIRE PARA DIÁMETROS IGUAL O SUPERIOR 1.000 mm**

**ENSAYO JUNTA A JUNTA**

| | |
|---|---|
| FUGA ESPECIFICA = | 0,001 |
| FUGA MÁXIMA = | 0,100 |
| FUGA IGNIFICATIVA = | 0,060 |

| LONGITUD TRAMO | DIÁMETRO TRAMO | SUPERF. METRO L. | SUPERF. TOTAL | VOLUMEN TRAMO | CAUDAL FUGA | TIEMPO SEGUNDOS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,04 | 1000 | 3,14 | 0,13 | 0,03 | 0,06 | 5,00 |
| 0,04 | 1100 | 3,46 | 0,14 | 0,04 | 0,06 | 5,00 |
| 0,04 | 1200 | 3,77 | 0,15 | 0,05 | 0,06 | 5,00 |
| 0,04 | 1400 | 4,40 | 0,18 | 0,06 | 0,06 | 5,00 |
| 0,04 | 1500 | 4,71 | 0,19 | 0,07 | 0,06 | 5,00 |
| 0,04 | 1600 | 5,03 | 0,20 | 0,08 | 0,06 | 5,22 |
| 0,04 | 1800 | 5,65 | 0,23 | 0,10 | 0,06 | 6,61 |
| 0,04 | 2000 | 6,28 | 0,25 | 0,13 | 0,06 | 8,16 |
| 0,04 | 2500 | 7,85 | 0,31 | 0,20 | 0,06 | 12,75 |
| 0,04 | 3000 | 9,42 | 0,38 | 0,28 | 0,06 | 18,35 |

Las pruebas se realizarán siempre y cuando el nivel freático no esté más alto que 0,90 m sobre la generatriz superior del tubo. Si el nivel freático está más alto, sólo se realizará una prueba de infiltración, midiendo el caudal que entra en la tubería a través del nivel freático. Este caudal debe de ser inferior a 180 litros/cm de diámetro interior/km. de conducción en 24 horas.

En la tabla nº 3 aparece reflejado ese caudal máximo para diferentes diámetros de tuberías por metro lineal de conducción. El caudal está definido en l/s y ml., l/hora y ml. y l/día y ml.

TABLA Nº 3

**CAUDAL MÁXIMO DE INFILTRACIÓN**

| 3.1.1.1.1. D<br>**mm.** | **CAUDAL<br>lit/seg. y ml.** | **CAUDAL<br>lit/hora y ml.** | **CAUDAL<br>lit/día y ml.** |
|---|---|---|---|
| 300 | 0,000063 | 0,225 | 5,40 |
| 400 | 0,000083 | 0,300 | 7,20 |
| 500 | 0,000104 | 0,375 | 9,00 |
| 600 | 0,000125 | 0,450 | 10,80 |
| 700 | 0,000146 | 0,525 | 12,60 |
| 800 | 0,000167 | 0,600 | 14,40 |
| 900 | 0,000188 | 0,675 | 16,20 |
| 1000 | 0,000208 | 0,750 | 18,00 |
| 1200 | 0,000250 | 0,90 | 21,60 |
| 1400 | 0,000292 | 1,05 | 25,20 |
| 1500 | 0,000313 | 1,125 | 27,00 |
| 1600 | 0,000333 | 1,20 | 28,80 |
| 1800 | 0,000375 | 1,35 | 32,40 |
| 2000 | 0,000417 | 1,50 | 36,00 |

**Pruebas posteriores al relleno de la zanja del colector**

Una vez cubierta la zanja en donde están situados los colectores y realizadas todas las conexiones y pozos de registro, se pasará a la ejecución de las siguientes pruebas e inspecciones.

**Inspección por Televisión**

Se inspeccionarán por televisión todos los tramos de colector colocados. Ahora bien, la Dirección de Obra podrá disminuir, si estima oportuno, el alcance de la inspección.

Para la realización de la inspección, la tubería deberá estar limpia; siendo a cuenta del Contratista la limpieza de dichas tuberías si fuera necesario.

El Contratista suministrará el equipo necesario, incluyendo un espacio cubierto adecuado para la visión de pantalla monitor, junto con personal experimentado en el funcionamiento del equipo y en la interpretación del equipo y en la interpretación de resultados.

La intensidad de iluminación y la velocidad de toma de la cámara deberán permitir un examen adecuado del interior del tubo. Se podrá detener el movimiento de la cámara, tener referencia de su posición y tomar fotografías en cualquier punto.

Asimismo, se realizará un vídeo de todo el trabajo efectuado, cuya cinta será entregada a la Dirección de Obra.

**Prueba Definitiva de Estanqueidad de Tuberías**

La prueba definitiva de estanqueidad se realizará después de que se haya procedido al relleno de la zanja, con el fin de detectar los fallos que pudieran haberse producido con posterioridad a la prueba provisional.

Se realizará en la totalidad de los tramos ejecutados

Para la realización de la prueba definitiva son de aplicación todas las consideraciones expuestas para la prueba provisional.

**Prueba de Estanqueidad de los Pozos de Registro**

Igual que con los colectores, la prueba de estanqueidad de los pozos podrá realizarse con agua o con aire, siendo la Dirección de Obra quién elegirá el método más adecuado.

a) Prueba con agua (Prueba Hidráulica)

La prueba con agua se realiza obturando en primer lugar todos los tubos que acometen a la arqueta que se va a probar. El sistema de obturación propuesto es el mismo que para la prueba de estanqueidad de la propia tubería.

Una vez obturadas todas las acometidas de agua, se satura de agua el pozo de registro, durante un plazo máximo de 24 horas, y se llena totalmente de agua, hasta la rasante superior del pozo. El ensayo consiste en medir el volumen de agua que es necesario añadir, durante media hora, al pozo de registro para mantener en todo momento el nivel constante en el mismo e igual a la rasante superior. Si esta cantidad de agua es inferior a 0,30 litros/metros cuadrados de pozo, el ensayo es válido. En caso contrario, es necesario realizar el sellado del pozo. Se entiende como superficie del

pozo, toda la superficie interior del mismo que está en contacto con el agua durante la realización del ensayo.

En la tabla adjunta se indica la admisión de agua permisible para pozos de registro de planta circular de diámetro y altura variable.

**ADMISIÓN MÁXIMA EN EL ENSAYO DE ESTANQUEIDAD CON AGUA DE LOS POZOS (litros)**

ADMISIÓN PERMITIDA = 0,3

| | DIÁMETRO INTERIOR | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ALTURA** | **800** | **1000** | **1200** | **1500** | **1600** |
| 1,00 | 1,06 | 1,41 | 1,81 | 2,47 | 2,71 |
| 1,20 | 1,21 | 1,60 | 2,04 | 2,76 | 3,02 |
| 1,40 | 1,36 | 1,79 | 2,26 | 3,04 | 3,32 |
| 1,60 | 1,51 | 1,98 | 2,49 | 3,32 | 3,62 |
| 1,80 | 1,66 | 2,17 | 2,71 | 3,60 | 3,92 |
| 2,00 | 1,81 | 2,36 | 2,94 | 3,89 | 4,22 |
| 2,20 | 1,96 | 2,54 | 3,17 | 4,17 | 4,52 |
| 2,40 | 2,11 | 2,73 | 3,39 | 4,45 | 4,83 |
| 2,60 | 2,26 | 2,92 | 3,62 | 4,74 | 5,13 |
| 2,80 | 2,41 | 3,11 | 3,85 | 5,02 | 5,43 |
| 3,00 | 2,56 | 3,30 | 4,07 | 5,30 | 5,73 |
| 3,20 | 2,71 | 3,49 | 4,30 | 5,58 | 6,03 |
| 3,40 | 2,87 | 3,68 | 4,52 | 5,87 | 6,33 |
| 3,60 | 3,02 | 3,86 | 4,75 | 6,15 | 6,64 |
| 3,80 | 3,17 | 4,05 | 4,98 | 6,43 | 6,94 |
| 4,00 | 3,32 | 4,24 | 5,20 | 6,72 | 7,24 |
| 4,20 | 3,47 | 4,43 | 5,43 | 7,00 | 7,54 |
| 4,40 | 3,62 | 4,62 | 5,65 | 7,28 | 7,84 |
| 4,60 | 3,77 | 4,81 | 5,88 | 7,56 | 8,14 |
| 4,80 | 3,92 | 5,00 | 6,11 | 7,85 | 8,44 |
| 5,00 | 4,07 | 5,18 | 6,33 | 8,13 | 8,75 |
| 5,20 | 4,22 | 5,37 | 6,56 | 8,41 | 9,05 |
| 5,40 | 4,37 | 5,56 | 6,79 | 8,69 | 9,35 |
| 5,60 | 4,52 | 5,75 | 7,01 | 8,98 | 9,65 |
| 5,80 | 4,67 | 5,94 | 7,24 | 9,26 | 9,95 |
| 6,00 | 4,83 | 6,13 | 7,46 | 9,54 | 10,25 |

b) Prueba de vacío (Prueba Neumática)

El ensayo con aire a presión no es posible realizarlo con los pozos de registro, ya que es muy dificultoso obturar la tapa del pozo de registro con unas condiciones adecuadas de seguridad para que no se mueva y salte durante el ensayo. Por este motivo se requiere la ejecución de un ensayo por vacío que tiende a absorber los obturadores hacia el interior de la arqueta, lo que permite el adecuado acodalamiento de dichos obturadores.

La normativa de ensayo es similar al ensayo con aire de las tuberías, pero en este caso se crea una depresión inicial de 25,4 cm de Hg (mercurio) de vacío y se mide el tiempo en descender hasta una depresión de 22,86 cm de Hg de vacío. Este tiempo deberá ser siempre superior al que aparece representado en la tabla siguiente.

**ENSAYO DE VACÍO EN LOS POZOS DE REGISTRO (TIEMPO MÍNIMO ADMITIDO EN SEGUNDOS)**

| ALTURA | DIÁMETRO INTERIOR | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 800 | 1000 | 1200 | 1500 | 1600 |
| 1,00 | 3,21 | 4,21 | 5,23 | 6,77 | 7,29 |
| 1,20 | 3,85 | 5,06 | 6,28 | 8,13 | 8,75 |
| 1,40 | 4,50 | 5,90 | 7,33 | 9,48 | 10,21 |
| 1,60 | 5,14 | 6,74 | 8,37 | 10,84 | 11,66 |
| 1,80 | 5,78 | 7,59 | 9,42 | 12,19 | 13,12 |
| 2,00 | 6,42 | 8,43 | 10,46 | 13,55 | 14,58 |
| 2,20 | 7,06 | 9,27 | 11,51 | 14,90 | 16,04 |
| 2,40 | 7,71 | 10,12 | 12,56 | 16,26 | 17,50 |
| 2,60 | 8,35 | 10,96 | 13,60 | 17,61 | 18,96 |
| 2,80 | 8,99 | 11,80 | 14,65 | 18,97 | 20,41 |
| 3,00 | 9,63 | 12,64 | 15,70 | 20,32 | 21,87 |
| 3,20 | 10,28 | 13,49 | 16,74 | 21,68 | 23,33 |
| 3,40 | 10,92 | 14,33 | 17,79 | 23,03 | 24,79 |
| 3,60 | 11,56 | 15,17 | 18,84 | 24,39 | 26,25 |
| 3,80 | 12,20 | 16,02 | 19,88 | 25,74 | 27,70 |
| 4,00 | 12,85 | 16,86 | 20,93 | 27,10 | 29,16 |
| 4,20 | 13,49 | 17,70 | 21,98 | 28,45 | 30,62 |
| 4,40 | 14,13 | 18,55 | 23,02 | 29,80 | 32,08 |
| 4,60 | 14,77 | 19,39 | 24,07 | 31,16 | 33,54 |
| 4,80 | 15,41 | 20,23 | 25,11 | 32,51 | 34,99 |
| 5,00 | 16,06 | 21,07 | 26,16 | 33,87 | 36,45 |
| 5,20 | 16,70 | 21,92 | 27,21 | 35,22 | 37,91 |
| 5,40 | 17,34 | 22,76 | 28,25 | 36,58 | 39,37 |
| 5,60 | 17,98 | 23,60 | 29,30 | 37,93 | 40,83 |
| 5,80 | 18,63 | 24,45 | 30,35 | 39,29 | 42,29 |
| 6,00 | 19,27 | 25,29 | 31,39 | 40,64 | 43,74 |

**Prueba de infiltración**

A juicio de la Dirección de Obra, en los tramos en donde el nivel freático está a una cota superior a la rasante de la tubería se realizará la prueba de infiltración.

En el tramo de prueba se incluirán, en su caso, los pozos de registro, cerrándose antes de comenzar todas las entradas de agua al tramo.

Se aforará el volumen de infiltración en 30 minutos, siendo el máximo admisible:

$$V_{max} = 2 \; x \; A \; x \; \sqrt{hm}$$

Donde:

$V_{max}$ = volumen máximo admisible en litros por $m^2$ de superficie mojada.
hm = altura media del nivel freático sobre el tramo en metros.
A = coeficiente de valor 0,13 para tuberías de hormigón en masa o armado.
0,05 para tuberías de PVC o fundición.

## 3.14 TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA REDES DE SANEAMIENTO

### 3.14.1 GENERALIDADES

Para el presente proyecto se adopta tubería de polietileno de alta densidad PE-100 RC, resistente a la fisuración y a la propagación de fisuras a largo plazo y a la abrasión; fabricada con materia prima que cumpla, además de con las Normas vigentes, con las especificaciones al alza establecidas en la asociación PE-100+.

### 3.14.2 TRANSPORTE, MANIPULADO Y ACOPIO

- **Transporte**

Las operaciones de transporte de los tubos deben hacerse, en su caso, conforme a las vigentes normas de tráfico, siendo en ocasiones un condicionante para las longitudes de fabricación, dado que es posible fabricar tubos de más de 12 m.

Los tubos se suministran en rollos normalmente hasta el diámetro 110 mm y, para diámetros superiores, en barras (o tubos rectos) de 6 o 12 m de longitud.

Como norma general el proceso de carga, transporte y posterior descarga deberá realizarse cuidando que los tubos y accesorios no sufran deterioro alguno durante el trayecto, para lo que se deberán adoptar las siguientes precauciones:

- Los tubos tendrán que descansar por completo en la superficie de apoyo, para lo que los vehículos de transporte tendrán el suelo plano y exento de cualquier elemento suelto, protuberancia o borde rígido que pudiera dañarlos.
- En aquellos casos en que la plataforma del vehículo no sea completamente plana, se colocará algún elemento que compense los salientes, bien listones de madera a una separación de 0,40 m, o bien una capa de arena o viruta.
- Para asegurar la carga se usarán bandas o cintas evitando siempre el uso de cadenas o alambres en contacto con los tubos y un apriete excesivo que pueda deformarlos. Es conveniente la sujeción con eslingas de cinta ancha.
- En el caso de transporte de rollos, se procurará que éstos estén colocados de forma horizontal, pudiendo apilar varios de ellos hasta una altura máxima de 1,50 m. El de la parte inferior debe descansar sobre superficie plana, exenta de salientes que puedan dañar el tubo (véase la figura 8.2).
- Aquellos rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, se colocarán verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición, y evitando la colocación de cualquier carga adicional sobre los mismos.
- Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, es preciso colocarlos en sentido decreciente de los diámetros a partir del fondo.
- Los tubos de pequeño diámetro se transportarán paletizados.

- **Manipulado**

Las operaciones de carga y descarga deben realizarse de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo. La descarga debe hacerse, a ser posible, cerca del lugar donde deban ser colocados, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

La descarga de los tubos y accesorios debe realizarse ordenadamente, y podrá hacerse fácilmente con la mano o con equipos. Se evitará arrojarlos desde el camión al suelo, o golpearlos violentamente; asimismo se evitarán arrastres por el suelo o contactos con objetos de filo cortante.

La manipulación debe llevarse a cabo con la mano, tenazas de suspensión o eslingas de nailon de 50 mm de ancho. Al usar eslingas, se recomiendan dos puntos de apoyo.

Si debido al manejo o almacenaje defectuosos, un tubo resultara dañado o con dobleces, la porción afectada debe ser suprimida completamente. Se admitirán rayaduras que no superen el 10% del espesor.

Las bajas temperaturas no determinarán precauciones especiales en el manejo de los tubos.

- **Acopio**

A la llegada de los tubos a obra y previa a la recepción se comprobará que la carga no haya sufrido ningún tipo de deterioro por afloje de amarres, pérdida de protecciones, etc., retirándose cualquier material que plantee dudas sobre su posible uso, controlando su ubicación para evitar confusiones posteriores.

El acopio de los tubos se realizará preferentemente en locales cubiertos y sobre superficies planas y limpias, debiendo adoptarse las siguientes precauciones en función de la composición del tubo:

- En tubos de PE de color negro, la adición de negro de carbono permitirá almacenarlos tanto al descubierto como bajo techo, debido a la protección que les brinda su composición.
- En los restantes tubos (naranja, amarillo y azul) se procurará no mantenerlos más de seis meses a la intemperie, o bajo la exposición de rayos ultravioleta sin protección alguna.

Al igual que en el proceso de transporte, en el acopio puede distinguirse la presentación en rollos y en barras o tubos, adoptando como norma general la manipulación cuidadosa que evite caídas del material:

- Los rollos se podrán almacenar en posición horizontal hasta una altura máxima de 1,50 m o bien en posición vertical, en no más de una altura.
- Si no se va a utilizar todo el rollo y es necesario desatarlo para cortar un trozo de tubo, se atará nuevamente cuidando de no apretar excesivamente las ataduras con objeto de no segarlo. Éste se cortará con alguna herramienta que evite su aplastamiento, evitando en todo momento el uso de tijeras.
- El desenrollado se realizará de forma tangencial, rodando sobre sí mismo, y nunca en espiral.

- La presentación en barras permitirá el acopio en fardos o en estantes horizontales. En el primer caso los fardos se flejarán con zunchos de madera, permitiéndose el apilamiento, y en el segundo se preverán los apoyos necesarios para evitar cualquier deformación.

En cualquier caso, se evitará el contacto con combustibles, disolventes, adhesivos, pinturas agresivas o con conducciones de vapor o agua caliente, asegurándose de que la temperatura externa no alcance los 50 ºC, procurando una correcta aireación en previsión de la deformación producida por el calor.

### 3.14.3.- Excavaciones

Aunque las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, lo más usual es esto último, debiendo quedar alineadas en planta y con la rasante uniforme, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Es aconsejable que la apertura de zanja, la colocación de las tuberías y el relleno, vayan lo más adecuadamente acompasados, y que no esté demasiado tiempo abierta, para evitar el peligro de desprendimientos, inundaciones o meteorización del terreno, ni daños a las tuberías ya colocadas además de evitar posibles accidentes.

En general, debe excavarse hasta un espesor por debajo de la línea de la rasante igual al de la cama de apoyo, si existe, siempre que el terreno sea uniforme y no meteorizable. Cuando el fondo de la zanja quede irregular, por presencia de piedras, restos de cimentaciones, etc., será necesario realizar una sobre-excavación por debajo de la rasante de unos 15 a 30 cm, para su posterior relleno, compactación y regularización. El relleno de estas sobre-excavaciones, así como el de las posibles grietas y hendiduras que hayan aparecido en el fondo de la zanja, se debe efectuar, preferentemente, con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias en los que las zanjas vayan a estar abiertas durante un plazo en el que su rasante pueda deteriorarse, deben dejarse sin excavar unos 20 cm sobre dicha rasante, ejecutándose éstos poco antes del montaje de la tubería. Especial atención hay que prestar a la estabilidad de la zanja al comienzo de periodos lluviosos tras una temporada de tiempo seco.

Si la naturaleza del terreno no asegura la suficiente estabilidad de la tubería, debe procederse a su mejora bien por compactación, por sustitución por otro adecuado, por consolidación por procedimientos especiales o cimentaciones singulares, tales como apoyo discontinuo en bloques, pilotaje, etc.

Los productos de la excavación aprovechables para el relleno posterior de la zanja deben depositarse en caballeros situados a un solo lado de la zanja, dejando una banqueta del ancho necesario para evitar su caída, con un mínimo de 60 cm o 1 m. Los que no sean utilizables en el relleno se deben transportar y depositar en los vertederos o escombreras previstos. En particular, la tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones deberá removerse, recomendándose su acopio y posterior reposición en la traza de la tubería, al objeto de paliar el impacto ambiental que la misma haya podido producir.

### 3.14.4.- Soldadura a tope

- **Generalidades**

La soldadura a tope es una técnica que se emplea para unir tubos y accesorios de PE 80 o PE 100. Se emplea en tubos de espesor de pared superior a 3 mm y para diámetros superiores a 75 mm.

De manera resumida, consiste en calentar los extremos de los tubos a unir con una placa calefactora que está a una temperatura de 210 ± 10 ºC, y aplicar, a continuación, una determinada presión cuyo valor está normalizado.

Los accesorios a utilizar cuando se emplee este sistema de unión podrán ser inyectados o manipulados.

- **Equipos de soldadura a tope**

Hay muchos equipos de soldadura a tope disponibles en el mercado, si bien, en cualquier caso, deben disponer al menos de los siguientes componentes (además del necesario material de limpieza), debiendo cumplir, en cualquier caso, con lo especificado al respecto en la Norma ISO 12176:

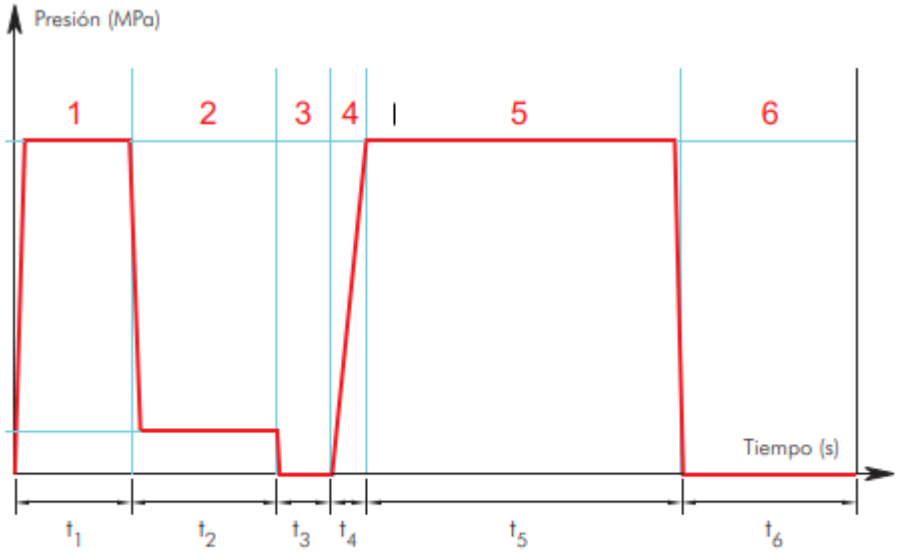
- Mordazas adecuadas al diámetro a soldar.
- Refrentador.
- Placa calefactora eléctrica.
- Fuente de energía (red o grupo electrógeno).

La placa calefactora debe ir revestida con PTFE (politetrafluoroetileno) con aerosol como revestimiento antiadherente.

Cuando los tubos de PE se unan mediante soldadura a tope en obra, existen dos posibilidades: que la conducción esté fija en su emplazamiento definitivo y se vaya desplazando el equipo de soldadura, o la contraria, esto es, que sea el equipo de soldadura el que se mantenga en una misma ubicación y la conducción se vaya trasladando a su colocación definitiva posteriormente (una vez soldada). En este último caso deben extremarse las precauciones para no dañar el tubo durante el traslado, evitando especialmente las posibles rayaduras. Los equipos para la soldadura a tope (aun disponiendo de los componentes básicos antes enunciados) son diferentes en un caso o en otro, según deban o no tener capacidad de movimiento.

- **Proceso de soldadura a tope**

El proceso de soldadura a tope de dos tubos de PE entre sí (o de un tubo a un accesorio) puede resumirse en las siguientes etapas, conforme puede verse esquemáticamente representado en la figura siguiente:

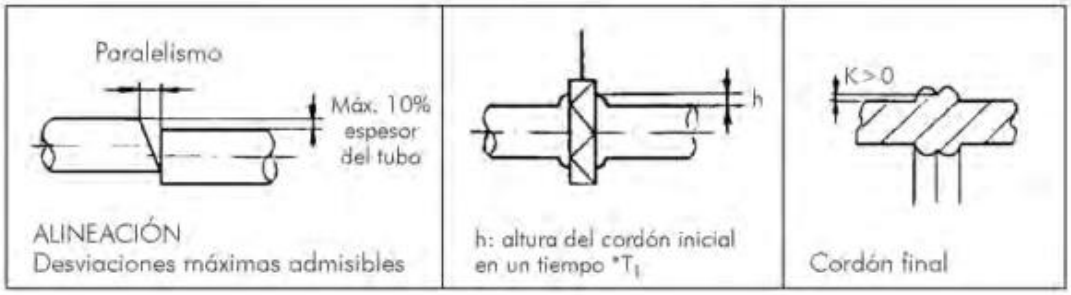


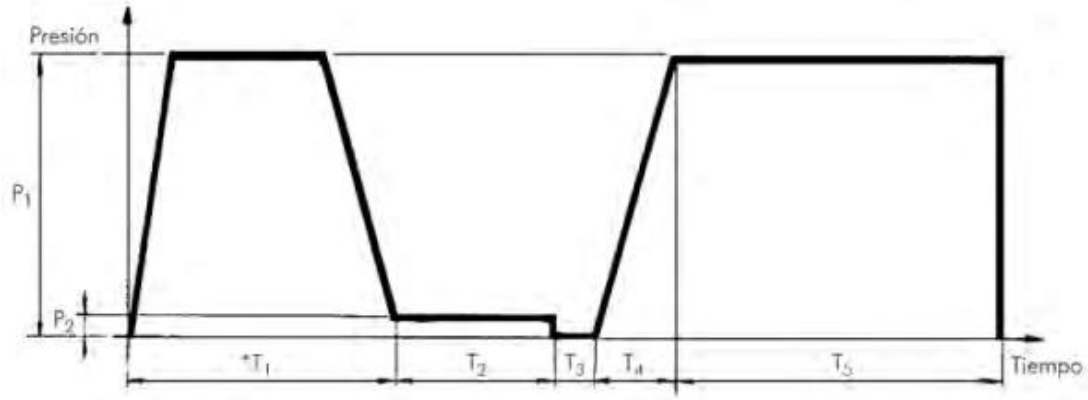

1. Calentamiento.
2. Calentamiento interno.
3. Retirada de la placa.
4. Aplicación de la presión de unión.
5. Soldadura (o unión o fusión).
6. Enfriamiento.

Con anterioridad, no obstante, hay que hacer una serie de operaciones previas, como las siguientes:

- Emplazamiento de la maquinaria necesaria.
- Colocación y alineado de los tubos en la máquina.
- Refrentado.
- Colocación de la placa de soldar.

El alcance de todo ello es el que se indica en la figura siguiente y en textos posteriores.
La zona de soldadura debe protegerse en el caso de condiciones atmosféricas adversas (lluvia, nieve) colocando, por ejemplo, una caseta o paravientos a modo de protección.




$P_1$ es la presión del sistema hidráulico (manómetro en bar). (Véase la tabla de la máquina de soldar)

$P_2$ es la presión de soldadura prefijada: 1,5 bar

$P_2$ es la presión en el tiempo de calentamiento: $P_2 = 10\%\ P_1$

$^*T_1$ es el tiempo para la formación del cordón inicial de altura h

$T_2$ es el tiempo de calentamiento en segundos

$T_3$ es el tiempo de retirar placa en segundos

$T_4$ es el tiempo para alcanzar la presión de soldadura en segundos

$T_5$ es el tiempo de enfriamiento en minutos,
$T_5 = 1{,}2$ s × espesor (PE 100),
$T_5 = 1{,}5$ s × espesor (PE 80)

Proceso de soldadura a tope paso a paso:

1. Preparar la máquina. En caso necesario, por lluvia, frío o viento se deberá montar una caseta o similar.

2. Colocar y alinear en la máquina los tubos (o accesorios polivalentes) de PE. Refrentar las superficies a soldar, hasta que se limpie totalmente la superficie transversal de los tubos. Retirar la viruta sin tocar las superficies a unir.

3. Controlar el paralelismo, confrontando los extremos de los tubos a soldar. La desalineación máxima no debe superar el 10% del espesor del tubo.

4. Comprobar la presión de arrastre y anotarla en la ficha de soldadura. Calcular la presión para la formación del labio inicial, P1 (presión de soldadura tabulada más presión de arrastre), y anotarla en la ficha.

5. Limpiar las caras de la placa calefactora y comprobar con un termómetro de contacto que la temperatura de la placa esté a 210 ºC ± 10º C.

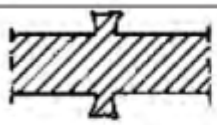
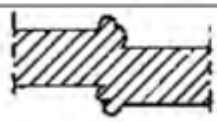
6.Poner la placa calefactora entre los tubos a soldar y presionar los extremos de los tubos a la placa, a la presión calculada P1, hasta formar un labio inicial uniforme y de altura h. Reducir la presión a P2 = 10% P1, para el calentamiento, y pasado el tiempo de calentamiento T2 (tabulado en cada máquina), separar los tubos de la placa.

7.Retirar la placa y unir los extremos de los tubos en un tiempo máximo T3. Aumentar progresivamente la presión (rampa de presión) desde cero a la presión requerida P1, en un tiempo T4 y mantenerla durante un tiempo T5.

8. Dejar enfriar la soldadura en esta posición. Pasado el tiempo de enfriamiento, aflojar las abrazaderas y retirar la máquina.

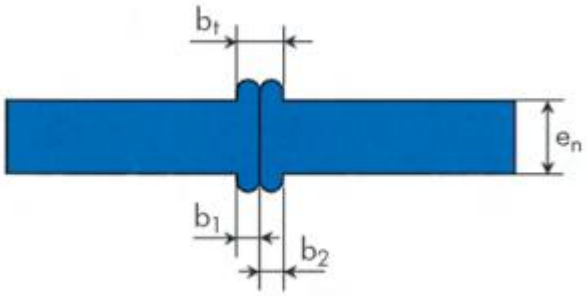
| | | Altura inicial del cordón h (mm) | Tiempo $T_2$ (s) | Tiempo $T_3$ (s) | Tiempo $T_4$ (s) | Tiempo $T_5$ (min) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Espesor del tubo (mm) | Hasta 4,5 | 0,5 | 45 | 5 | 5 | 5 |
| | 4,5 a 7 | 1,0 | 45 a 70 | 5 a 6 | 5 a 6 | 6 a 10 |
| | 7 a 12 | 1,5 | 70 a 120 | 6 a 8 | 6 a 8 | 10 a 16 |
| | 12 a 19 | 2,0 | 120 a 190 | 8 a 10 | 8 a 11 | 16 a 24 |
| | 19 a 26 | 2,5 | 190 a 260 | 10 a 12 | 11 a 14 | 24 a 32 |
| | 26 a 37 | 3,0 | 260 a 370 | 12 a 16 | 14 a 19 | 32 a 45 |
| | 37 a 50 | 3,5 | 370 a 500 | 16 a 20 | 19 a 25 | 45 a 60 |
| | 50 a 70 | 4,0 | 500 a 700 | 20 a 25 | 25 a 35 | 60 a 80 |

Una vez realizada la soldadura, debe verificarse visualmente que la misma está correctamente realizada, comprobando el cordón resultante

| Aspecto | | Comentario |
|---|---|---|
|  | Cordón redondeado | Soldadura correcta |
|  | El cordón es demasiado estrecho y largo | Exceso de presión |
|  | El cordón es muy pequeño | Presión insuficiente |
|  | Hendidura profunda en el centro del cordón | Temperatura insuficiente o tiempo de transición demasiado largo |
|  | Desalineamiento | La desviación máxima permitida es del 10% del espesor de la pared |
|  | Diferente tamaño de cordón | Materiales con diferentes temperaturas de fusión |

Es recomendable que el cordón de soldadura final tenga un espesor bt (véase la figura siguiente) del orden de lo establecido en la tabla posterior en función del espesor de los tubos a soldar.






En cuanto a las tolerancias admisibles, es deseable que la anchura total del cordón bt oscile entre unos valores extremos bt,máx y bt,mín calculados conforme a las fórmulas seguidamente indicadas. Los espesores parciales del cordón (b1 y b2) deben cumplir con la expresión indicada en las tablas siguientes.

| | | Anchura del cordón $b_t$ (mm) |
|---|---|---|
| Espesor del tubo e (mm) | 3 | 4 a 6 |
| | 4 | 4 a 7 |
| | 5 | 5 a 8 |
| | 6 | 6 a 9 |
| | 8 | 7 a 10 |
| | 9 | 8 a 11 |
| | 11 | 9 a 12 |
| | 13 | 10 a 14 |
| | 16 | 11 a 15 |
| | 18 | 12 a 16 |
| | 19 | 12 a 18 |

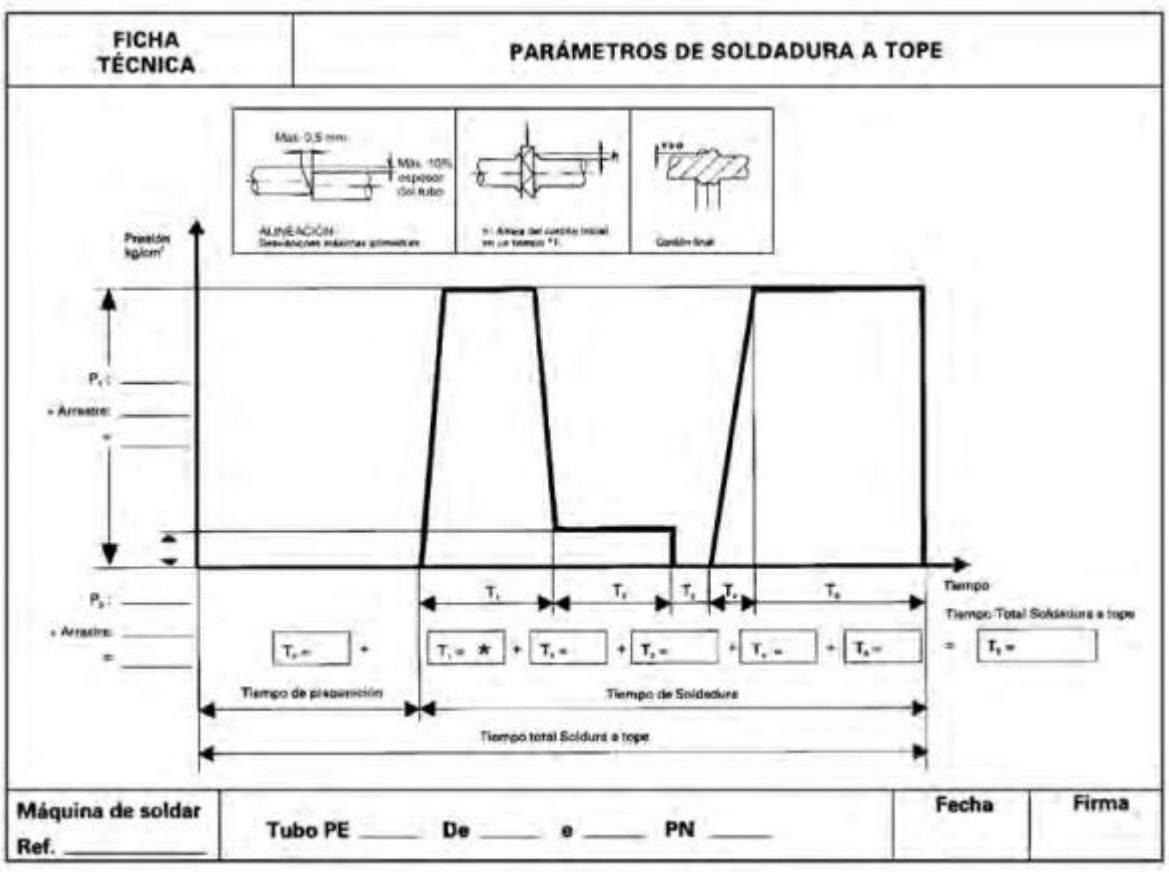
| | | Altura del cordón $b_t$ (mm) |
|---|---|---|
| Espesor del tubo e (mm) | 22 | 13 a 18 |
| | 24 | 14 a 19 |
| | 27 | 15 a 20 |
| | 30 | 16 a 21 |
| | 34 | 17 a 22 |
| | 40 | 18 a 23 |
| | 45 | 20 a 25 |
| | 50 | 22 a 27 |
| | 55 | 24 a 30 |
| | 60 | 26 a 32 |
| | 65 | 28 a 36 |

$$b_{t,min} \geq 0{,}9 \cdot b_{t,m}$$

$$b_{t,max} \leq 1{,}1 \cdot b_{t,m}$$

$$b_{t,m} = \frac{b_{t,max} + b_{t,min}}{2}$$

Para el seguimiento y control de las soldaduras a tope realizadas en una conducción es deseable que se rellenen unas fichas tipo en las que se puedan ir introduciendo los parámetros de cada una de las soldaduras realizadas.




- **Rendimientos**

En la tabla siguiente se indican unos rendimientos medios razonables en el proceso de soldadura a tope como técnica para unir tubos de PE.

Tales rendimientos corresponden a instalaciones sencillas; en instalaciones de dificultad media o grande, los rendimientos disminuirán.

Por otro lado, cuando el tipo de instalación así lo requiera, se pueden efectuar más soldaduras en el mismo tiempo si se disponen dos equipos, puesto que durante el tiempo de enfriamiento T5 se puede efectuar una soldadura con el segundo equipo

| DN tubo (mm) | PN tubo (bar) | N.º soldaduras día/8 h |
|---|---|---|
| 110 | 10 | 20 |
| | 16 | 16 |
| 125 | 10 | 19 |
| | 16 | 15 |
| 140 | 10 | 13 |
| | 16 | 11 |
| 160 | 10 | 14 |
| | 16 | 13 |
| 180 | 10 | 13 |
| | 16 | 12 |
| 200 | 10 | 11 |
| | 16 | 10 |
| 225 | 10 | 10 |
| | 16 | 9 |
| 250 | 10 | 9 |
| | 16 | 8 |
| 280 | 10 | 9 |
| | 26 | 8 |
| 315 | 10 | 8 |
| | 16 | 7 |
| 355 | 10 | 7 |
| | 16 | 6 |
| 400 | 10 | 6 |
| | 16 | 5 |
| 500 | 6 | 6 |
| | 10 | 5 |
| 560 | 6 | 5 |
| | 10 | 4 |
| 630 | 6 | 5 |
| | 10 | 4 |
| 710 | 6 | 4 |
| | 10 | 3 |
| 800 | 6 | 4 |
| | 10 | 3 |
| 900 | 6 | 4 |
| | 10 | 3 |
| 1.000 | 6 | 3 |
| | 10 | 3 |
| 1.200 | 6 | 3 |
| 1.400 | 6 | 3 |
| 1.600 | 6 | 2 |

### 3.14.5.- Montaje

Los tubos, a su llegada al lugar de instalación, se repartirán a lo largo de la conducción y en el caso de que la zanja no está abierta en el momento de la descarga se colocarán, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación, y de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, explosivos, etc.

Antes de colocar la tubería en zanja, ésta debe estar limpia de objetos extraños como piedras, pedazos de madera, etc., que pudieran perjudicar a la tubería.

Durante el tendido en zanja, la tubería debe tener los puntos de apoyo suficientes (rodillos), con el fin de que sirvan de guías para no rozarla contra las paredes; después, estos elementos deben ser retirados.

La tubería deberá reposar libremente en el fondo de la zanja, sobre el correspondiente lecho de arena.

La alta flexibilidad del PE le confiere características importantes en el proceso de montaje y tendido, ya que podrán unirse fuera de la zanja los tubos e instalarse con radios de curvatura pequeños sin necesidad de accesorios.

### 3.14.6.- Apoyos de la conducción

El material del lecho vendrá definido en proyecto, en base a garantizar suficiente resistencia y rigidez al conjunto y uniformidad del contacto, que le confieran suficiente estabilidad como para minimizar la deformación debida a las cargas del terreno.

La carga de tierras actúa de manera desigual a lo largo del contorno de la tubería, provocando una variabilidad de estados tensionales entre la clave y rasante del tubo y los riñones. La tubería tiende a ovalarse, provocando que las paredes actúen sobre el terreno circundante incrementando las tensiones horizontales del suelo y movilizando un empuje pasivo que nuevamente modificará el estado tensional de la tubería, y que inducirá deformaciones adicionales. Este hecho obliga a garantizar la calidad de la ejecución del apoyo y posterior relleno, para que la tubería quede perfectamente embebida en el interior del material granular. Se tendrá especial cuidado en conseguir una densidad mínima aceptable en la fase de compactación, ya que ella será la que controle las futuras deformaciones de la tubería.

Por tanto, para conseguir una distribución uniforme de tensiones sobre toda la superficie de apoyo de los tubos es indispensable tener una base con rasante uniforme.

Las camas granulares hay que realizarlas en etapas. En la primera se ejecuta la parte inferior de la cama, con superficie plana, sobre la que se colocan los tubos, acoplados y acuñados. En una segunda etapa se realiza el resto de la cama rellenando a ambos lados del tubo.

Los rellenos se efectúan por capas compactadas mecánicamente. Unos espesores razonables para cada capa pueden ser del orden de 7 o 10 cm y los grados de compactación es recomendable que sean tales que la densidad resulte como mínimo el 95% de la máxima del ensayo próctor normal, o bien el 70% de la densidad relativa si se tratara de material granular libremente drenante, de acuerdo con la Norma UNE 53394 IN.

### 3.14.7.- Rellenos

Una vez concluido el montaje de la tubería y realizadas las pruebas pertinentes, se procederá al relleno de la zanja y a su posterior compactación.

Deben distinguirse dos zonas de relleno, el principal de la zona alta, y el envolvente alrededor del tubo, en la zona baja de la zanja.

Como se ha venido comentando a lo largo de este capítulo estas conducciones son susceptibles de deformarse permanentemente en razón de la carga y de su tiempo de aplicación de la citada carga.

Es necesario limitar esta deformación de acuerdo con las normas establecidas, mediante los cálculos necesarios para el enterrado de este tipo de tuberías (UNE 53331 IN).

- **Criterios de selección de materiales**

Los requisitos exigidos a los materiales de relleno, no se centrarán exclusivamente en criterios mecánicos de resistencia a las cargas, sino también en su estabilidad en las condiciones de uso, la facilidad de puesta en obra y posterior compactación, su coste y su disponibilidad.

La migración de las partículas finas de cualquier suelo a través de los huecos de las partículas gruesas es uno de los problemas principales de inestabilidad interna que debe considerarse. El tipo de instalación que se contempla, donde en ocasiones la tubería debe quedar por debajo del freático, genera la aparición de un gradiente hidráulico de presiones que provoca la fuga de los finos. Esto se observará en suelos erosionables, tales como arenas finas, y limos y arcillas dispersivas. Esta situación puede verse incrementada en aquellos casos donde la propia zanja haga de dren, es decir, que el gradiente de presiones tienda hacia el interior de la zanja.

Para minimizar sus efectos, es recomendable usar materiales de las clases I y II, según ASTM D-2487, especificando que sean angulares y bien graduados, ya que las partículas redondeadas tienen tendencia a canalizar el flujo interno de corriente. A continuación, a modo indicativo se muestran los criterios de diseño del relleno para minimizar estos problemas de inestabilidad interna, que han sido propuestos por el cuerpo de ingenieros del ejército estadounidense:

$$D_{15}^{R} < 5 \cdot D_{15}^{S} \qquad D_{50}^{R} < 25 \cdot D_{85}^{S}$$

siendo $D_{15}$, $D_{50}$ y $D_{85}$ los tamaños de partícula definidos en un ensayo granulométrico para porcentajes de finos del 15, 50 y 85%, respectivamente, y DR, el tamaño para el relleno, y DS, el del suelo adyacente.

- **Criterios de compactación**

Si en cualquier movimiento de tierras la compactación es primordial para garantizar unas condiciones óptimas de densidad, en el caso de la instalación enterrada de tuberías flexibles es de notable importancia su correcto planteamiento, para poder controlar la deflexión. La compactación supone, por tanto, reducir los huecos entre los distintos granos e incrementar su densidad, mejorando notablemente su comportamiento frente a las cargas, mientras reducimos la deflexión y los posibles problemas por infiltración de agua. La compactación del relleno aumentará la rigidez del suelo in situ, proporcionando una especie de pretensado al conjunto relleno-suelo.

El grado de compactación requerido en una instalación estará en función de:

- Características del suelo.
- Cobertura de tierras.
- Vida útil de la instalación.
- Nivel freático.

Generalmente, los requisitos “moderados” de compactación enumerados anteriormente son absolutamente satisfactorios. Cuando se compacte con este nivel “moderado” se recomienda que los valores mínimos que se adopten sean los definidos para un 95% del próctor normal.

- **Técnicas de compactación**

Se debe prestar especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrá de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

La pala mecánica de ruedas es adecuada para arcillas cohesivas o sedimentos, y no lo es para suelos granulares. Los rodillos de llantas de goma, que proporcionan peso estático y acción de amasado, son efectivos para muchos suelos. Los rodillos vibratorios son efectivos para materiales granulares.

Para instalaciones en zanja, cuando el espacio está limitado, las apisonadoras neumáticas o de impacto mecánico son los medios de compactación más efectivos. Las apisonadoras de impacto, que actúan por peso estático y acción de amasado, se usan principalmente en suelos arcillosos, mientras que los suelos granulares se consolidan con mayor eficacia por vibración. Cuando se usen apisonadoras de impacto, se deben tomar precauciones en la compactación e introducción de las capas del relleno lateral del tubo para conseguir la mayor uniformidad. El material no se debe verter directamente a la zanja lanzándolo bruscamente sobre el tubo.

El sistema de compactación por inundación con agua y de aplicación de chorro a presión es utilizable sólo para casos excepcionales, para compactar suelos suficientemente permeables para distribuir el exceso de agua y no serán usados con suelos cohesivos. El relleno, después de alcanzar la saturación, descenderá de 15 a 45 cm. Después de la saturación inicial y del asentamiento, se impulsa el agua al relleno, a la profundidad del tubo, en intervalos que varían de 8 a 16 cm. Este proceso se repite hasta que la totalidad del material de relleno queda compactada.

El relleno de la zanja se realizará una vez colocada y probada la tubería. Debe realizarse por capas sucesivas de unos 10 cm hasta una altura de 30 cm sobre la generatriz superior de los tubos, consiguiendo un 95% del Proctor Normal en la compactación. El proceso de compactación debe realizarse de forma equilibrada a ambos lados del tubo para igualar la presión sobre el mismo.

El relleno inicial que va directamente sobre el tubo se debe compactar por procedimientos manuales donde sea necesario. La compactación mecánica del relleno principal directamente sobre el tubo no debe comenzar hasta que la profundidad del relleno sea de, al menos, 30 cm sobre la generatriz superior del tubo.

En los casos en que resulte peligrosa la utilización de compactadores de tamaños medios y grandes, por estar los rellenos muy próximos a otras conducciones, se deben ejecutar los rellenos por capas de espesor pequeño (10 o 15 cm) compactándose con máquinas ligeras, como rodillos arrastrados a mano, bandejas vibrantes, pisones, etc.

Una vez colocado y compactado el material de relleno lateral alrededor del tubo, se debe colocar y compactar el resto del relleno para prevenir asientos de la superficie. No se recomienda usar equipos

de vibración para operar directamente sobre el tubo hasta que haya sido colocada una altura mínima de 1 m de relleno.

La compactación del material de relleno efectuado con material seleccionado se realiza con un pisón de cabeza plana o aparato similar, con el fin de evitar que las tuberías resulten influenciadas por esfuerzos dinámicos.

### 3.14.8.- Agotamientos y rebajes del nivel freático

La presencia de agua en la excavación, como en cualquier tipología de obra, plantea problemas en las distintas fases de ejecución, obligando a adoptar las medidas necesarias para realizar un correcto drenaje, definiendo incluso en soluciones a media ladera una cuneta de recogida de pluviales. Esto permitirá, debido a las especiales características de los tubos de PE, por su flotabilidad, un correcto tendido de los tubos y un aseguramiento de la entibación.

Como norma general, se procurará excavar las zanjas en sentido ascendente de la pendiente con objeto de permitir el drenaje de las aguas en el punto bajo, procurando evitar la inundación de las zanjas por aguas superficiales y en todo caso previendo los medios necesarios para el agotamiento y evacuación de éstas.

### 3.14.9.- Control geométrico de la tubería instalada

La tubería de PRFV es de naturaleza flexible, por lo que experimenta una deflexión circunferencial natural en sentido vertical al ser sometida a los esfuerzos de carga del suelo de relleno por encima de la clave.

La verificación del cumplimiento de los requisitos iniciales se debe efectuar inmediatamente después de finalizar la instalación de cada tubo (normalmente en el plazo de las 24 horas siguientes a la consecución de la cobertura máxima). El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Medir y registrar el valor del diámetro interior vertical instalado ($ID_{\text{vertical instalado}}$).
  Esta medición es fácil de realizar en los tubos de fácil acceso. Para el caso de diámetros pequeños se pasará un calibre de madera a través de los tubos.

- Determinar el diámetro interior real (IDreal) midiendo los diámetros de un tubo depositado sobre un suelo razonablemente plano que no ha sido instalado aún, y sin tubos apilados sobre el mismo. Se empleará la siguiente fórmula:

$$ID_{real} = \frac{ID_{vertical} + ID_{horizontal}}{2}$$

- Calcular la deflexión vertical, mediante la siguiente expresión:

$$\%\ \text{Deflexión} = \frac{ID_{real} - ID_{\text{vertical instalado}}}{ID_{real}} \cdot 100$$

La deflexión vertical inicial prevista para la mayoría de las instalaciones después de llegar a la máxima cobertura de relleno de la zanja es de aproximadamente el 2 %.

Cualquier valor en exceso de este valor es indicativo de que la instalación no se ajusta a lo previsto y de que el montaje se debe mejorar. Se pueden plantear las siguientes situaciones:

• Si la deflexión vertical inicial es inferior al 2 %, se ajusta a la normalidad.
• Una deflexión inicial de entre un 2 % y un 3 % es admisible, pero se recomienda revisar la calidad de la instalación.
• Una deflexión superior al 3% no es admisible.

### 3.14.9.- Inspección de la tubería instalada

Toda conducción de abastecimiento, tras haberse instalado, debe someterse a una prueba de presión para garantizar la integridad de los tubos, uniones, accesorios y otros componentes tales como macizos de anclaje. Asimismo, las instalaciones de saneamiento deben ser probadas antes de su puesta en funcionamiento para comprobar su estanquidad. Se asegura así una instalación correcta.

En el presente capítulo se describe la metodología que debe seguirse para la prueba de las tuberías de PE una vez instaladas y previo a la recepción, para los dos empleos más habituales de estas conducciones en el sector del agua: abastecimiento y saneamiento a presión.

El CEDEX ha publicado la *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión y la Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano* que son los que serán de aplicación.

- **La prueba según la Norma UNE-EN 805**

La prueba de presión se realizará según la norma UNE-EN 805, donde se establece un método de prueba para las redes de abastecimiento de agua potable, la cual prevé una metodología específica para conducciones de PE (en su anexo informativo A, apartado A.27), que se fundamenta en el comportamiento viscoelástico del material, de manera que la fluencia, que con la metodología general no quedaría considerada más que parcial mente, pueda ser tenida en cuenta de forma completa.

A medida que avance el montaje de la tubería, ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada en el proyecto o por la dirección de obra, los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas que han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de los tramos en prueba deben seleccionarse de modo que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba.
- Pueda aplicarse una presión de al menos igual a MDP en el punto más alto de cada uno de ellos.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba.

- La diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10% de STP.
- En la medida de lo posible, sus extremos coincidirán con válvulas de paso de la tubería.

Con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos oscilan entre 500 y 1.000 o incluso 2.000 m.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, los accesorios, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas.

Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión mínima de 0,02 N/mm2. La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 l.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la prueba consta, en general, de las tres etapas siguientes, conforme puede apreciarse en la figura 9.1:

- Etapa preliminar o de relajación.
- Etapa de caída de presión.
- Etapa principal.

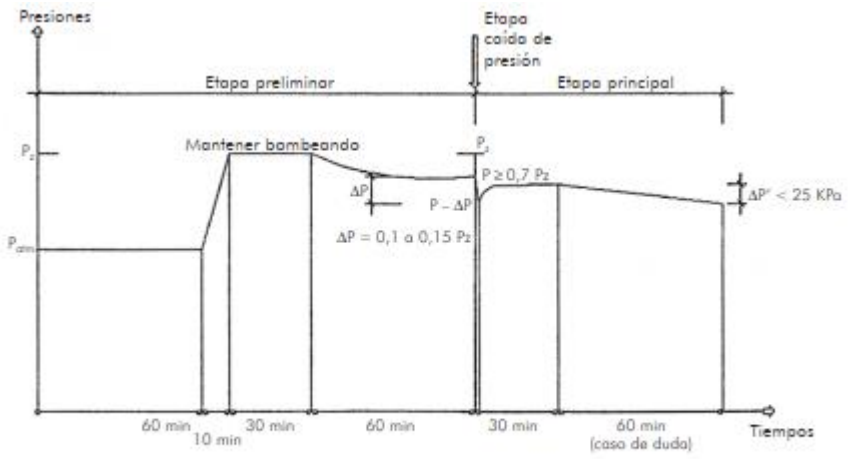



Figura 9.1. **Etapas de la prueba de la tubería instalada en conducciones de PE**

- **Etapa preliminar o de relajación**

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida.

El tramo en prueba, una vez lleno de agua, esto es, con presión atmosférica en su punto más alto, se mantendrá en esta situación al menos una hora.

Transcurrido este tiempo, la presión se aumentará de forma rápida y regular, en un plazo no mayor de diez minutos, hasta alcanzar la presión de prueba (STP), la cual se mantendrá constante durante media hora, bombeando agua cuando sea necesario.

Posteriormente se dejará transcurrir una hora sin bombear y se medirá la presión remanente al final de este periodo.

La presión de prueba (STP) se calcula a partir de MDP, de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm2):

a) Golpe de ariete calculado en detalle:

   STP = MDP + 0,1

b) Golpe de ariete estimado; el menor valor de:

   STP = MDP + 0,5

   STP = 1,5 MDP

Se considerará superada esta etapa preliminar de la prueba si la presión remanente medida es como mínimo el 70% de la presión de prueba (STP). En caso contrario, deberá procederse a la revisión de la tubería, previa reducción de la presión en la misma hasta la presión atmosférica, y una vez transcurrido al menos una hora se procederá a repetir esta etapa preliminar de la prueba.

- **Etapa de caída de presión**

Una vez superada satisfactoriamente la etapa preliminar se procederá a la realización de la etapa de caída de presión. Para ello se extraerá rápidamente un volumen de agua $\Delta V$ tal que provoque en la tubería una caída de presión $\Delta P$ entre un 10 y un 15% de la presión de prueba STP.

En estas condiciones se considerará satisfactoria la etapa de caída de presión si el volumen de agua extraído es inferior al valor admisible $\Delta V_{máx}$ calculado mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V_{máx} = 1{,}2 \times V \times \Delta p \times \left[ \frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

| | |
|---|---|
| $\Delta V_{máx}$ | pérdida admisible, en litros |
| V | volumen del tramo de tubería en prueba, en litros |
| $\Delta P$ | caída admisible de presión provocada en la tubería al extraer el volumen $\Delta V$, en $N/mm^2$ |
| $E_w$ | módulo de compresibilidad del agua, en $N/mm^2$ |
| E | módulo de elasticidad del material del tubo, en $N/mm^2$ |
| ID | diámetro interior del tubo, en mm |
| e | espesor nominal del tubo, en mm |
| 1,2 | factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería |

Cuando esta etapa no resulte satisfactoria, se procederá a desairear de nuevo la tubería, previa puesta de la misma a la presión atmosférica, y se repetirá por completo toda la prueba de la tubería instalada, comenzando desde la etapa preliminar.

- **Etapa principal**

Una vez superadas satisfactoriamente las dos etapas anteriores, se procederá a la realización de la etapa principal.

Para ello, durante media hora, se observará, se anotará y se representará gráficamente la variación de presión, de forma que si la misma presenta una clara tendencia creciente esta etapa principal y última de la prueba podrá considerarse satisfactoria.

En caso de duda sobre el crecimiento de la presión en este periodo de media hora, la prueba se prolongará una hora más, de forma que, si durante este periodo adicional la caída de presión resulta inferior a 0,025 $N/mm^2$, la prueba podrá considerarse satisfactoria.

## 3.15 BASES Y SUB-BASES

### 3.15.1 CONDICIONES GENERALES

Cumplirán lo vigente en el PG-3.

### 3.15.2 ENSAYOS

Por cada mil metros cuadrados (1.000 m²) o fracción de capa colocada se realizarán los siguientes ensayos:

- Tres (3) determinaciones de humedad durante la compactación.
- Un (1) ensayo de placa de carga

## 3.16 RIEGO DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA

Cumplirá lo vigente en el PG-3.

## 3.17 TRATAMIENTO SUPERFICIAL

Cumplirá lo vigente en el PG-3.

## 3.18 AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE

Cumplirá lo vigente en el PG-3.

El árido en la capa base será calizo, el árido en la capa de rodadura deberá ser ofítico.

## 3.19 REPOSICIÓN DE LA URBANIZACIÓN

### 3.19.1 FIRMES EN CALZADA

La ejecución de la reposición de los firmes de calzada se realizará de acuerdo con lo indicado en este capítulo en lo referente a firmes, cumpliendo el vigente PG - 3 de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales.

### 3.19.2 BORDILLOS

La ejecución de los bordillos de hormigón o de piedra se realizará de acuerdo con lo señalado en los planos de detalle en lo referente a cimentación, y en el Pliego General PG-3.

Se cuidará que los bordillos estén enterrados al menos la mitad de su canto, así como de que las juntas estén bien rellenas de lechada.

No se aceptarán variaciones superiores a seis milímetros (6 mm) medidos por solapo con regla de dos metros (2,00 m), ni cejas superiores a cuatro milímetros (4 mm), al igual que juntas superiores a un centímetro (1 cm).

### 3.19.3 CUNETAS DE HORMIGÓN IN SITU

Una vez nivelado y preparado el lecho de asiento de la cuneta a construir, se procederá a la fabricación, puesta en obra y curado del hormigón, cuidando su terminación hasta que la superficie vista quede en perfectas condiciones de servicio y en todo conforme con lo que sobre el particular señalen los Planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberán corregirse mediante la aplicación de mortero de cemento de un tipo aprobado por la Dirección de Obra.

Se realizarán juntas de hormigonado cada 15 m. de cuneta realizada in-situ.

No se aceptarán variaciones superiores a seis milímetros (6 mm), medidas por solapo con regla de dos metros (2,00 m.), ni cejas superiores a cuatro milímetros (4 mm).

### 3.19.4 ACERAS

Las aceras a reponer se ejecutarán preparando primeramente la superficie de asiento, cuyo espesor viene señalado en los planos, a base de una subbase granular que cumplirá todas las condiciones establecidas, para dicha unidad de obra, en este Pliego.

Posteriormente se realizará la solera de hormigón, cuyo espesor también aparece definido en los planos de este Proyecto y su ejecución se hará según las condiciones y prescripciones que se definen en este Pliego para el hormigón. Esta solera será sin juntas, las únicas juntas que se permiten, serán de hormigonado, tanto transversales como longitudinales en una malla máxima de seis (6) por seis (6) metros. Las juntas serán siempre perpendiculares al eje de los viales y no se sellarán.

La regularidad superficial de cada solera de hormigón será controlada dentro de las veinte y cuatro (24) horas siguientes a su ejecución. La superficie acabada no rebasará a la teórica en ningún punto, ni quedará por debajo de la misma en más de treinta (30) milímetros. Así mismo, no deberá variar más de diez (10) milímetros cuando se comprueba con una regla de tres (3) metros de longitud, aplicada tanto paralela como normalmente al eje del vial.

A partir de aquí distinguiremos si la acera a reponer es de baldosa hidráulica o es de adoquín.

En el caso de baldosa hidráulica, y una vez fraguada la solera de hormigón y con cierta resistencia, una semana como mínimo después de la puesta en obra, se pasará a la colocación de la baldosa hidráulica.

La baldosa hidráulica se colocará sobre mortero de cemento fresco entre la solera de hormigón y la propia baldosa.

Una vez colocada y fraguado el mortero se pasará al relleno de las juntas mediante polvo de cemento.

En el caso de pavimento de adoquín será necesario realizar primeramente el elemento que confine el adoquín para evitar desplazamientos de las piezas, aperturas de las juntas y pérdida de trabazón entre adoquines. Para ello, y antes de pasar a su colocación, es necesario ejecutar los bordes de confinamiento, conformes a las normas y prescripciones de este Pliego.

Posteriormente, y una vez fraguado la solera de hormigón y con cierta resistencia, una semana como mínimo después de la puesta en obra, se pasará a la extensión y nivelación de la capa de arena de apoyo del adoquín.

Para ello se depositará cuidadosamente la arena en una capa de espesor uniforme utilizando una maestra de nivelación con guías longitudinales. Una vez nivelada la arena, y no compactada, no podrá pisarse, por lo que la colocación posterior del adoquín se realizará desde tramos ya terminados.

El espesor final de esta capa de arena, una vez colocado el adoquín y compactado el pavimento, estará comprendido entre tres (3) y cinco (5) centímetros.

Realizada esta fase, se pasará a colocar el adoquín sin usar ningún tipo de aglomerante.

Se dejarán unas juntas entre dos (2) y tres (3) milímetros para, posteriormente, rellenarlas de arena, tal y como se indica más adelante en este mismo apartado.

Todos los adoquines deben quedar nivelados, garantizándose que no existan diferencias totales de más de un (1) centímetro cuando se comprueba la superficie con una regla de tres (3) metros de longitud aplicada tanto paralela como normalmente al eje del vial. En caso de que las diferencias existentes sean mayores, se pasará a corregir la colocación de la arena de apoyo. La diferencia entre dos bloques consecutivos será inferior a dos (2) milímetros.

El ajuste del adoquín con los bordes de confinamiento se realiza cortando el propio adoquín. Si la distancia al borde es inferior a cuatro (4) centímetros, el hueco se rellenará con mortero de cemento.
Una vez colocados los adoquines, se pasará a la compactación de los mismos mediante una placa vibrante, pasando como máximo tres (3) veces por encima de toda la superficie a vibrar. Si la zona a compactar no tiene el confinamiento por estar en la mitad de un tajo, se dejará una franja mínima de un (1) metro de anchura junto al lado libre sin compactar.

Por último, se pasará al extendido de la arena fina, que deberá quedar entre las juntas de los adoquines. La arena deberá estar totalmente seca y se deberá realizar la operación con la superficie del adoquín también seca. Se extiende la arena sobre la superficie adoquinada y, posteriormente, se barre con una escoba o cepillo para que la arena entre por los espacios existentes entre adoquín y adoquín, a la vez que se hace un nuevo vibrado final que asegure el mejor llenado de las juntas. La arena sobrante debe retirarse mediante barrido, y nunca empleando agua.

No debe terminarse una jornada de trabajo sin completar el vibrado y el sellado del pavimento realizado.

### 3.20 REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS AFECTADAS

En el caso de que por la realización de la obra fuera necesario reponer infraestructuras que se ven afectadas, éstas se realizarán de acuerdo con las especificaciones aquí reseñadas.

#### 3.20.1 REPOSICIÓN EN LA RED DE AGUA POTABLE

Esta reposición se realizará de acuerdo con el Pliego General de Tuberías de Abastecimiento y con los apartados de este Pliego, ya sea tubería de fundición, acero, polietileno o PRFV, al tramo afectado.

Las válvulas y piezas cumplirán lo estipulado en el capítulo 5 de este Pliego. Las arquetas, anclajes, etc. se realizarán de acuerdo con el capítulo 3 de este Pliego en lo referente a hormigones, encofrados, armaduras, etc.

Estas normas son también de aplicación para el caso de baipases provisionales de la tubería de agua.

#### 3.20.2 REPOSICIÓN EN LA RED DE SANEAMIENTO

Las posibles afecciones en la red de saneamiento que no es modificada por el presente proyecto se realizarán efectuando el asiento de las tuberías según la forma que aparece definida en los planos para la tubería de saneamiento de agua residual.

Se colocarán los tubos de forma que la junta de unión entre ellos se realice de forma adecuada y se asegure su impermeabilidad. Se cuidará la perfecta alineación en planta y perfil sin garrotes ni defectos. Esta reposición se realizará en seco, siendo necesario ejecutar previamente los baipases necesarios o empalmes y desvíos provisionales, siguiendo las condiciones indicadas en este Pliego.

La máxima tolerancia admitida en el perfil longitudinal de las tuberías será de un (1) centímetro respecto de las cotas existentes o respecto a las modificaciones que introduzca la Dirección de Obra.

#### 3.20.3 REPOSICIÓN DE LA OBRA CIVIL DE ALUMBRADOY SEMAFORIZACIÓN

Las posibles obras del colector podrán afectar al alumbrado e instalación de semaforización en tres unidades de obra civil: canalizaciones, cimentaciones de los báculos y arquetas.

A continuación, se indican las condiciones especificadas para su total reposición.

## Canalizaciones

Las zanjas para el tendido de cables en las aceras tendrán como mínimo 0,60 m de profundidad.

El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente retirando los elementos puntiagudos o cortantes, y sobre dicho fondo se extenderá una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo que servirá de asiento a los tubos. Sobre los tubos se depositará otra capa de hormigón de 10 cm. de espesor y sobre esta una cinta plástica de color amarillo con inscripción de aviso de canalización de electricidad. El relleno de la zanja se compactará perfectamente.

La canalización en calzada tendrá 0,80 m de recubrimiento.

En toda la canalización subterránea se tenderá cable de nylon de 3 mm de diámetro por el interior del tubo al objeto de facilitar el tendido de cables.

## Cimentaciones

Las cimentaciones u obra de fábrica para el anclaje de báculos se realizarán en hormigón en masa HM-20 las que quedarán empotrados los pernos de anclaje.

Comprenderán la excavación, encofrado si fuese necesario y colocación de los pernos de anclaje mediante plantillas y zunchado en su parte inferior para su correcto posicionamiento vertical y a las distancias correctas, colocación adecuada del tubo, hormigonado, nivelado de la superficie superior y transporte de los productos sobrantes a vertedero.

En las cimentaciones que se realicen en zonas de tierra o jardines, la cara superior de la misma quedará en 5 cm., bajo el nivel de tierra y en las que se realicen en aceras o similares, la terminación será la que considere oportuna la Dirección de Obra en cada caso.

Por el Adjudicatario serán tomadas a su cuenta y riesgo todas las medidas de seguridad y defensa que garanticen el tráfico normal de vehículos y peatones, asimismo, se instalarán todas las señales diurnas y nocturnas precisas, que adviertan del peligro para la circulación.

Cuidará igualmente de la estabilidad y conservación de las canalizaciones e instalaciones que existan sobre el suelo y que resulten directa o indirectamente afectadas por los trabajos. A este efecto, llegado el caso, el Adjudicatario se pondrá en contacto con la Dirección de Obra que le dará las indicaciones pertinentes y que deberán ser aceptadas en su totalidad.

Aun cuando por el Adjudicatario sean tomadas todas las medidas de seguridad que procedan, la reparación de cualquier avería y consecuencias de cualquier accidente que de modo imprevisto se produzca, será de cuenta del Adjudicatario y responderá igualmente de cuanto de ello se derive.

**Arquetas**

Las arquetas correspondientes a cada farola tendrán como dimensiones interiores mínimas:

0,40 x 0,40 x 0,60 m

Las paredes serán de hormigón y se dispondrá de un dren al objeto de favorecer el filtrado de las aguas pluviales.

El marco y tapa serán de hierro fundido con la inscripción del titular.

Las arquetas de cambio de sentido serán similares en construcción a la anterior variando únicamente las dimensiones que serán de:

0,80 x 0,80 x 1 m

Para su construcción se empleará hormigón armado.

### 3.20.4 REPOSICIÓN DE CANALIZACIÓN TELEFÓNICA

La posible afección y reposición de las canalizaciones telefónicas existentes se realizarán de acuerdo con las normas de la compañía explotadora.

En el momento en que la zanja del colector transcurra, a juicio de la Dirección de Obra, próxima o cruce una canalización de telefónica, existirá un vigilante de esta Compañía para dirigir las operaciones de afección, siendo los gastos de la citada persona por cuenta del Adjudicatario.

### 3.20.5 REPOSICIÓN DE CANALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las acometidas de energía eléctrica previstas en este proyecto se realizarán de acuerdo con las especificaciones de este capítulo del Pliego de Prescripciones, con las secciones tipo definidas en plano y las instrucciones de la compañía Iberdrola, S.A.

La reposición de las posibles afecciones de la red de energía eléctrica por las obras de este proyecto se efectuará de acuerdo con las normas de la compañía explotadora, siendo necesario aviso previo a la ejecución de la obra a dicha compañía. Durante la ejecución de la zanja próxima a la red eléctrica, deberá existir un vigilante de la compañía Iberdrola cuyos gastos serán por cuenta del Adjudicatario.

### 3.20.6 REPOSICIÓN DE CANALIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA

La reposición de las posibles afecciones a las redes de fibra óptica (Gobierno Vasco, Añarbe, Ayuntamientos, Operadores varios…) por las obras se efectuará de acuerdo con las normas de cada titular a este respecto, siendo necesaria la comunicación previa a dicha entidad de la posible afección que se cree.

## 3.20.7 REPOSICIÓN DE CANALIZACIÓN DE GAS

Las posibles reposiciones y afecciones en la canalización de gas existente se realizarán de acuerdo con las normas que la compañía suministradora señale y de acuerdo con las especificaciones que a continuación se indican.

### 3.20.7.1 Montaje de las tuberías

**Almacenamiento, manipulación y transporte**

La tubería de polietileno se almacenará sobre superficies planas, exentas de piedras, protegida de la luz solar o de focos de calor y de objetos punzantes.

Cuando se utilice polietileno enrollado sobre bobinas metálicas, se vigilará que la última capa quede a una distancia suficiente del aro o corona exteriores de apoyo de la bobina, tal que al depositarla en el suelo las irregularidades del mismo no lleguen a dañar el polietileno que conforma las últimas capas.
El transporte, carga, descarga y las diferentes manipulaciones deberán hacerse tomando todas las precauciones necesarias para no dañar la tubería.

No se admitirá:

a) Hacer rodar los tubos sobre el suelo. El desplazamiento de los tubos por rodadura debe ejecutarse sobre potros de madera de bordes redondeados.

b) Desplazar o levantar los tubos mediante cables u otros medios que puedan dañar los mismos.

c) Apilar los tubos sobre una altura de más de 1 metro con el fin de evitar deformaciones.

d) Poner los tubos o accesorios en contacto con aceites o productos bituminosos.

e) Colocar los tubos o accesorios bajo temperaturas superiores a los 40ºC.

**Colocación en zanja**

En la colocación en zanja de la tubería, el Contratista adoptará las siguientes medidas para no producir daños a la tubería:

- Antes de colocar la tubería en zanja, ésta debe estar limpia de objetos extraños, como piedras, pedazos de madera, desperdicios, etc., que pudieran dañar la tubería.

- Durante el tendido en zanja, la tubería debe tener los puntos de apoyo suficientes, con el fin de que sirvan de guía para no rozarla con las paredes; después deben ser retirados.

- La tubería debe ser colocada haciendo un ligero serpenteo de forma que las contracciones del material que puedan producirse a posteriori no afecten en absoluto a la canalización.

- Si fuera necesario bordear obstáculos, se puede curvar la tubería siempre y cuando el radio mínimo de curvatura sea de 20 veces el diámetro de la tubería.

- La tubería debe reposar libremente en el fondo de la zanja sin tocar los bordes.

Para colocar la tubería en la zanja se empleará el método convencional, que consiste en tener la zanja abierta antes de tender el tubo.

Una vez abierta la zanja, y empleando tubería en bobinas, se fijará un extremo de la tubería haciendo trasladar la bobina sobre la zanja, depositándose el tubo sobre el fondo a medida que la desplazamos.

Este método tiene el inconveniente que no puede usarse en caso de que exista algún obstáculo transversal en la zanja.

Para evitar el inconveniente anterior, otro método sería a partir de la bobina fija se tira del tubo y se va introduciendo en la zanja sobre lecho de arena. De esta forma se evitan roces con el fondo, haciendo deslizar la tubería sobre la cama de arena. Permite salvar obstáculos transversales que aparezcan en la zanja.

Tanto en el empleo de un método o de otro, se tomará la precaución de que el extremo de la tubería esté tapado para que no pueda penetrar ningún objeto o arena en el interior de la misma.

En todos los cruces o pasos que se requieran tubos de protección, éste debe instalarse recto, de manera que la conducción pueda ser reemplazada sin problemas en caso de ser necesario.

En cambios secundarios o en otros donde sea necesario instalar tubo de protección durante la construcción de las obras, la tubería debe instalarse recta para facilitar la colocación de la vaina en caso de requerirse posteriormente.

El interior del tubo de protección se limpiará cuidadosamente antes de introducir la tubería. Se colocará a la entrada del tubo de protección un útil para evitar el rozamiento de la tubería con la vaina. Inmediatamente después de introducir la tubería se sellarán los extremos de tubo protector.

Las uniones entre tubos se realizarán mediante soldadura, de acuerdo con las especificaciones del apartado siguiente.

Las extremidades de toda conducción que se abandonan provisionalmente en la zanja deberán ser siempre protegidas contra las infiltraciones de agua y la penetración de suciedad o cualquier objeto por medio de un accesorio de cierre.

Cuando se realice la continuación de la canalización con tubería en carga, se utilizará el estrangulador de tubería, para de esta forma proceder al corte del accesorio de cierre y colocación del manguito de unión.

Colocada la tubería en la zanja, se procederá al relleno de la misma una vez que la colocación haya sido aprobada por la Dirección de Obra.

La zanja pendiente de relleno será debidamente señalizada por el Contratista.

El relleno se efectuará preferentemente con la máxima temperatura ambiental, y nunca cuando el terreno de relleno esté helado.

**3.20.7.2 Soldadura de la tubería**

**Uniones soldadas en Polietileno**

La técnica de unión soldada para materiales de polietileno (PE) permite asegurar la continuidad del material.

Hay cuatro tipos de técnicas para las uniones soldadas en tuberías de PE, que son: a tope, enchufe, asiento y electrosoldadura. Esta última es la que se impone por su facilidad de empleo y fiabilidad.

En los cuatro tipos, las superficies de PE a unir se calientan hasta una determinada temperatura para dotar de movilidad a las cadenas moleculares. Difieren entre sí sólo en los medios materiales empleados en su aplicación y en el control de los tres parámetros fundamentales siguientes:

1 La temperatura a la cual debe llevarse al PE para obtener la fusión sin degradación del material.

2 La presión de contacto de las dos superficies a unir para conseguir la suficiente interpenetración de las cadenas moleculares.

3 El tiempo de calentamiento para fundir la materia y el tiempo de enfriamiento para permitir la soldadura y su solidificación.

- <u>Soldadura a tope</u>

Especialmente indicada para tuberías a partir de 110 mm. de diámetro.

Las dos caras de los tubos a unir de PE se sueldan a un plano transversal a sus paredes. El aporte de la energía térmica necesaria es aportada por una placa calentada eléctricamente.

En toda soldadura a tope pueden establecerse las siguientes fases en el procedimiento de unión:

- La preparación de las caras a soldar comprende el pelado, limpieza y alineación de las extremidades de las piezas a soldar.

- Para conseguir mantener paralelas las dos superficies a soldar a ambas caras de los tubos a unir, se le aplica una determinada presión contra la placa de calentamiento para provocar la fusión del material y su fluencia, que luego provocará el cordón de soldadura.

- Concluida la fase de calentamiento, se hace disminuir la presión para permitir la disipación de calor sin que continúe la fluencia del material.
- La retirada de la placa calefactora deber hacerse rápidamente, para evitar fenómenos de oxidación y, sobre todo, pérdidas térmicas.

- La soldadura se consigue presionando ambas caras de los tubos. En esta fase se produce el cordón de soldadura.

- El enfriamiento puede durar entre 15 y 45 minutos, según el espesor de la pared a soldar.

La soldadura a tope no se aplica a tubos de pequeño diámetro o espesor de pared inferior a 5 mm., pero sí es especialmente indicada para soldar tubos de medianos a grandes diámetros.

Este método de unión va unido al uso de barras y equipos más sofisticados, pudiendo apuntarse las siguientes consideraciones:

- La necesidad de utilizar barras multiplica el número de soldaduras (una cada 10 ó 12 metros), frente a la ventaja de utilizar tubo enrollado en bobinas.

- El contacto entre las superficies a soldar exige el desplazamiento de los tubos a unir.

- La unión de resinas de diferentes índices de fluencia debe tenerse muy en cuenta debido a la disimetría de los cordones de soldadura.

Esta técnica exige máquinas automatizadas y trabajar prácticamente fuera de zanja, teniendo luego que emplear alguna técnica especial de puesta zanja.

- Soldadura por enchufe

Mediante este procedimiento se suelda la superficie interna de una pieza con la externa de la otra. La energía térmica es aportada por un elemento metálico calentado eléctricamente.

Las principales fases de soldadura son:

- Cortar el tubo a unir perpendicularmente a su eje, eliminando la rebaba inferior.

- Calibrado del extremo del tubo mediante el correspondiente útil de pelado.

- Limpieza del interior del accesorio para eliminar la oxidación superficial, aplicando papel absorbente celulósico y un decapante.

- Controlar la temperatura del elemento calefactor con lápices térmicos.

- Calentar conjuntamente tubo y accesorio.

- Separar de repente las partes a soldar, quitar el elemento calefactor y unir introduciendo

rápidamente a presión (sin girar) tubo y manguito, manteniendo unidas ambas piezas durante el tiempo especificado en el enfriamiento.

La soldadura tipo enchufe permite soldar tubería de pequeños diámetros (20 - 110 mm. de diámetro), aunque en la práctica a partir de diámetros superiores a los 63 mm. se usan útiles y pequeñas máquinas de aproximación y alineación.

Desde el punto de vista constructivo, cuando se utiliza este método de unión debe preverse el movimiento de aproximación de la tubería antes de proceder al tapado de la zanja.

- Soldadura de asiento

Mediante este procedimiento se suelda la superficie externa de una pieza (accesorio) con la superficie externa de la otra (tubería). La energía térmica es aportada por un elemento metálico calentado eléctricamente.

Las principales fases de soldadura incluyen:

- Control dimensional de las piezas a unir.

- Limpieza del accesorio y de la tubería en la zona de soldadura para eliminar la oxidación superficial.

- Controlar la temperatura del elemento calefactor, que tiene que situarse sobre los 275□C, y calentar conjuntamente tubo y accesorio.

- Separar las partes a soldar, retirar el elemento calefactor y unir rápidamente presionando el accesorio contra la tubería, manteniendo unidas ambas piezas durante el tiempo especificado para el enfriamiento, efectuando una inspección visual de la soldadura una vez enfriada la misma.

La soldadura de asiento está indicada para realizar injertos sobre una red de distribución.

- Electrosoldadura

La electrosoldadura es un procedimiento de unión que permite soldar la superficie interna de una pieza de PE con la superficie externa de otra. En este tipo de soldadura la energía térmica es obtenida por efecto Joule, gracias a unas resistencias eléctricas incorporadas en la pieza hembra.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Preparación de las partes a unir, comprendiendo la limpieza de las mismas, rascado de la parte de PE que actúe como macho (el tubo, cuando el accesorio es un manguito) para eliminar la película de PE oxidada por contacto con el aire, alineamiento y posicionado del material a soldar.

- El enderezamiento previo en el supuesto de trabajar con tubería procedente de bobinas es imprescindible.

- Calentamiento y soldadura en una operación sin solución de continuidad. Los parámetros del proceso son controlados automáticamente por equipos especialmente diseñados para ello, siendo prácticamente nulo el margen de error humano. La expansión de material de PE al fundir, unido a la contracción de la pieza hembra obtenida por la liberación de tensiones internas incorporadas a la misma en el curso de su fabricación, favorece el apriete del accesorio hembra sobre la pieza interior y la aplicación de una presión de soldadura adecuada.

- El enfriamiento del material empieza al término del proceso de calentamiento, al interrumpirse de forma automática el aporte de energía eléctrica.

Pueden encontrarse en el mercado accesorios electrosoldables hasta de 110 mm de diámetro, e incluso de hasta 200 m, que cubren en la práctica la gran mayoría de las necesidades para la realización de redes de distribución de gas natural.

En este procedimiento, los movimientos de la materia de fusión son realmente pequeños y se limitan a rellenar el espacio anular existente entre la pieza hembra y la pieza macho, debido a la dilatación y expansión de la materia al alcanzarse temperaturas de fusión.

Por otra parte, al poder acoplar las piezas a temperaturas ambiente antes de iniciar el calentamiento, se evita, asimismo, pérdidas de calor y oxidación de las superficies en fusión.

En cualquiera de los casos, y para aprovechar al máximo las ventajas de ese procedimiento de soldadura, es preciso emplear correctamente útiles que impidan los movimientos relativos de las piezas en curso de unión. Esta recomendación es especialmente válida cuando se procede a unir dos extremos de tubería procedente de bobinas; en cuyo caso, y a partir generalmente de diámetros de 63 mm. en adelante, deben tomarse las precauciones adecuadas para enderezar el tubo, alineando los ejes, y mantener fijos tubería y manguito a lo largo del proceso de soldadura. De no tomarse estas disposiciones, las tensiones internas liberadas en el momento de la soldadura y las tensiones ejercidas por los tramos de la tubería a ambos lados del manguito, trasmitirán a la zona de fusión esfuerzos locales excesivos y perjudiciales para la calidad de la soldadura.

Los útiles enderezadores y posicionadores deben permanecer instalados durante todo el proceso de enfriamiento durante un espacio de tiempo variable en función del espesor de la tubería a unir. El enfriamiento del material en la zona de soldadura es lento debido al bajo coeficiente de conductividad térmica del PE, unas treinta veces inferior al del acero.

Desde un punto de vista constructivo, la utilización de manguitos electrosoldables para unir tubería de PE presenta notables ventajas respecto al resto de sistemas de soldadura, especialmente cuando se trabaja en el campo.

Por una parte, al no precisarse movimientos de aproximación o separación de los extremos de los tubos, la canalización puede cubrirse inmediatamente, dejando sólo descubierto el espacio indispensable para la colocación de un manguito, no precisándose pozos de soldadura ni manipulaciones especiales ni costosas. Simplemente, hacer llegar los cables de alimentación hasta los bornes del accesorio electrosoldable, encargándose la máquina de control automático de la

energía térmica a suministrar, corrigiendo el tiempo necesario de calentamiento en función del tipo y diámetro del accesorio y temperatura de las superficies a unir.

**Capacitación de soldadores y garantía de calidad**

- Capacitación de soldadores

Es recomendable, y constituye práctica habitual, que los operarios a los que se les vaya a encomendar trabajos de soldadura superen previamente pruebas de capacitación de los métodos operativos.

Cada soldador al terminar la soldadura marcará la misma con su clave de identificación, utilizando rotuladores indelebles.

- Control de calidad

Los inspectores de obra deben asegurarse regularmente de que el soldador sigue el método prescrito, controlando visualmente la realización de las mismas.

El control visual de las soldaduras incluye la observación del procedimiento seguido y de los principales parámetros, como son la temperatura, tiempo y presiones aplicadas.

Serán rechazadas soldaduras que presenten cordones de soldadura no uniformes, ángulos vivos, porosidades, si la superficie del material aparece excesivamente brillante, prueba de que el material ha sido sometido a temperaturas excesivas, con riesgo de degradación del material.

También constituyen motivo de rechazo de la soldadura la existencia de desalineaciones en las piezas soldadas o deterioro de los tubos en la proximidad de la soldadura.

Las últimas generaciones de accesorios electrosoldables incorporan sistemas visuales que facilitan el control de calidad de las soldaduras.

En cuanto a los controles destructivos, no existe un criterio unificado al respecto, si bien es conveniente su aplicación de forma periódica. Siempre que existan dudas de la buena calidad de la soldadura, es prudente repetir la unión, aprovechando el accesorio para analizar el estado de la soldadura.

Otros tipos de controles no destructivos (ultrasonidos) no suelen aplicarse en obra, quedando reservados a laboratorio o en los procesos de fabricación más sofisticados.

Por supuesto, entre los distintos procedimientos de unión soldada, la electrosoldadura es el procedimiento en el que menos incide el error humano, por la automatización del equipo de soldadura. No obstante, es muy recomendable efectuar periódicamente chequeos de la propia máquina y también comprobar que los tiempos de soldadura que se dan en la práctica se sitúan en la horquilla admisible de tiempos que se recogen en las tablas correspondientes, según tipo de accesorios y diámetro.

### 3.20.7.3 Pruebas de la tubería

Antes de la puesta en servicio, la canalización de gas se someterá a las pruebas neumáticas de resistencia mecánica y de estanqueidad. Para la realización de las mismas el Contratista hará los siguientes pasos.

**Condiciones generales**

A la terminación del tapado se probará la conducción. El método y los criterios de prueba deberán ser aprobados por la Dirección de Obra de antemano, que estarán de acuerdo con la normativa vigente.

El procedimiento de la prueba y los materiales utilizados en ella serán de tal naturaleza que demuestren con claridad la resistencia de cualquier sección de la tubería y la existencia o no de fugas que puedan constituir un peligro para la seguridad pública y/o funcionamiento.

Las pruebas a realizar, así como la duración y presiones, son las determinadas en el apartado de procedimiento de este artículo.

Las pruebas se realizarán "in situ" una vez instalada la conducción, realizándose la de estanqueidad inmediatamente antes de que ésta se ponga en servicio.

Si la prueba revela la presencia de una fuga u otro defecto cualquiera, se ha de proceder a su reparación o sustitución. Una vez efectuada la misma se repetirá la prueba para ver si la reparación se ha hecho correctamente.

La conducción se aprobará si durante la prueba ocurren elevaciones o caídas de presión que puedan explicarse satisfactoriamente en su totalidad por fluctuaciones de temperatura u otro fenómeno físico acaecidos en ese tiempo.

Las conexiones que sean necesarias instalar después de la prueba de estanqueidad entre secciones y/o instalaciones de gasoductos no precisan de ninguna prueba separada de resistencia, si bien los materiales a emplear se deberán probar previamente.

Cuando sea posible, se verificará la estanqueidad de dicha conexión después de la admisión de gas a presión. Esto se puede hacer, por ejemplo, con la ayuda de una solución jabonosa.

Después de comprobar una junta o unión con agua jabonosa se efectuará un lavado profundo con agua para que no quede resto de detergente en contacto con el tubo.

Durante la prueba se han de tomar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad del personal y el público, y evitar en la medida de lo posible causar daños materiales.

Las cabezas de pruebas, "caps" y demás elementos de construcción utilizados en las pruebas se diseñarán, fabricarán e instalarán de conformidad con las normas aprobadas sobre diseño y construcción de canalizaciones. Para dichos elementos, la presión de diseño aplicada al calcular el espesor de pared será la presión de prueba de la tubería que se haya de conectar con un coeficiente de seguridad del 0,72.

No podrá hallarse presente ninguna persona en la zanja mientras se esté elevando la presión hasta el nivel requerido, en cuyo caso a la única persona a quien se permite hallarse en la zanja es el responsable de comprobar la estanqueidad de la junta.

**Procedimiento de las pruebas**

- Prueba de estanqueidad

Esta prueba se hará con agua, aire o gas, y a una presión de 5 Kg/cm$^2$. La duración será de 6 horas a partir del momento en que se haya estabilizado la presión de prueba (ITC-MIG R.5.3.)

La elección del fluido de prueba a emplear será a criterio de la Dirección de Obra.

La línea estará cerrada por ambos extremos con cabezas de prueba construidas para que llenen o vacíen la conducción, y tendrán una conexión para un manómetro y/o registrador de presión.

La Dirección de Obra tendrá acceso a la instalación de pruebas, así como a la comprobación de cualquier instrumento que en dicha instalación se utilice.

Se medirá la temperatura al menos en dos puntos.

- Prueba de agua

Se llenará de agua limpia. Con un rascador de llenado, el aire y la suciedad se empujará hasta el final de la línea. La bomba estará dotada de filtros de arena.

Antes de que la prueba pueda comenzar, la línea deberá estar llena de agua al menos durante 6 horas. Este tiempo se considerará suficiente si la temperatura del agua para φ exteriores de hasta 20" no cambia más de 1º C durante las últimas dos horas.

Transcurrido el citado período, se dará la presión a la conducción mediante la bomba. La cantidad de agua necesaria para presurizar la conducción indica la presencia de aire. La cantidad de agua que se haya de añadir se medirá con ayuda de un vaso medidor u otro método aprobado.

Para comprobar el aire que pueda hallarse presente en la conducción, se evacuará una cantidad de agua de la tubería presurizada que arroje un descenso de presión de 0,5 bar. Esta cantidad se medirá con una precisión de 1%.

Este dato se registrará y conservará en el archivo.

La evacuación del agua de la conducción una vez terminada la prueba será por cuenta del contratista.

- Prueba con aire o gas

Se tomarán las medidas necesarias para que no se introduzca en la conducción aceite procedente del compresor u otro producto que pueda dañar al material.

Durante la duración de las pruebas, el contratista deberá registrar con medios adecuados los datos de temperatura y presión.

Si una vez terminada la prueba hay indicios de que la línea probada no mantiene la presión o si existe una duda razonable sobre el resultado, no se dará la aprobación y habrá que someterla a otra prueba, o bien se prolongará la duración de la primera según indique la Dirección de Obra y sin cargo para ésta, a menos que el Contratista pueda demostrar que la duda no era razonable.

Una vez recopilados todos los datos y entregados a la Dirección de Obra, ésta dará su aprobación final o no.

Todas las válvulas estarán parcial o totalmente abiertas durante la prueba.

- Prueba de resistencia mecánica

Cuando se haya instalado un tramo de conducción de suficiente longitud, se podrá someter a continuación a los ensayos de resistencia mecánica.

Este ensayo se realizará con aire a una presión entre 5 y 6 Kg/cm$^2$ y con una duración de 6 horas, a partir del momento en que se haya estabilizado la presión. Esta prueba se efectuará contra bridas ciegas o tapones soldados, todas las válvulas semiabiertas y la instrumentación, si la hubiese, desconectada.
La estanqueidad de las uniones o juntas se controlará con agua jabonosa, limpiándose posteriormente con agua.

- Purgado de la conducción con nitrógeno

Previo a la puesta en marcha de las conducciones de gas natural y una vez que se ha realizado una prueba de estanqueidad de la conducción, se procede a la operación de evacuar el aire existente y se sustituye por nitrógeno. La conducción se inertiza con nitrógeno presurizado hasta una presión un poco superior a la presión del gas de las demás redes.

### 3.20.7.4 Señalización de la conducción

A lo largo de toda la longitud de la canalización se colocarán dos bandas de señalización con el fin de extremar las medidas de identificación de la red de gas existente en el subsuelo ante las acciones de terceros.

El material empleado para señalización de las tuberías enterradas será una banda de polietileno de 30 cm de ancho y de 0,1 mm de espesor, estable a las variaciones de temperatura y resistente a la acción de los ácidos y lejías.

La banda será opaca de color amarillo naranja vivo b-532 según la norma UNE 48.103, inalterable a la acción del sulfuro de hidrógeno según norma DIN 53.378. Deberá tener una resistencia mecánica mínima a la tracción de 100 Kg/cm$^2$ en su sección longitudinal y de 80 Kg/cm$^2$ en su sección transversal.

El material se suministrará en rollos de cien metros.

Se instalará en la zanja de alojamiento e implantación de las tuberías con una doble banda de señalización separadas entre ellas 150 mm. y colocada la más baja a 200 mm. de la generatriz superior del tubo. En los puntos donde el recubrimiento de la tubería es inferior a 0,80 metros, la distancia de la banda al nivel del suelo será reducida a criterio de la Dirección de Obra.

## 3.21 CANALIZACIÓN PARA CABLE DE TELEMANDO

### 3.21.1 CANALIZACIÓN

Las zanjas para el tendido de la canalización para el cable de telemando, salvo que vaya en la misma zanja que la tubería de saneamiento, en las aceras tendrán como mínimo 0,80 m. de profundidad y en las zonas alejadas de sus arquetas de registro seguirán las cotas de la propia tubería de saneamiento si así lo dispone la Dirección de Obra.

El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente retirando los elementos puntiagudos o cortantes, y sobre dicho fondo se extenderá una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo que servirá de asiento a los tubos. Sobre los tubos se depositará otra capa de hormigón de 10 cm de espesor y sobre esta una cinta plástica de color amarillo con inscripción de aviso de canalización de electricidad. El relleno de la zanja se compactará perfectamente.

La zanja en calzada, salvo que vaya en la misma zanja que la tubería de saneamiento, tendrá 1 metro de profundidad mínima y se colocará de manera idéntica que la definida para la acera.

En toda la canalización subterránea se tenderá una cuerda de nylon de 5 mm de diámetro por el interior del tubo al objeto de facilitar el tendido de cable de telemando.

### 3.21.2 ARQUETAS

Las arquetas de registro correspondientes a esta instalación tendrán las dimensiones definidas en los planos del presente Proyecto.

Las paredes serán de hormigón y se dispondrá de un dren conectado al terreno al objeto de favorecer el filtrado de las aguas pluviales.

El marco y tapa serán de fundición nodular con anagrama.

## 3.22 ANCLAJES, MARCOS, PASAMUROS METÁLICOS

Son todos aquellos elementos fabricados a partir de redondos, perfiles y chapas de acero, convenientemente elaborados mediante corte y soldadura, de acuerdo a las dimensiones especificadas en los planos de detalle, que posteriormente son colocados embebidos en elementos de hormigón armado, para servir de conexión, fijación y soporte de los mecanismos u otros equipos o unidades de obra.

Tanto los materiales de base como los elementos de elaboración (electrodos, etc.) se ajustarán a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este Pliego o en los planos de Proyecto.

La colocación en obra, con anterioridad al hormigonado del lugar en que quedarán embebidos, se efectuará posicionando la pieza de acuerdo con lo indicado en planos y asegurando su estabilidad durante el vertido del hormigón mediante soldadura a las armaduras o por cualquier otro medio adecuado (atado con alambres, arriostrado con perfiles, etc.).

Todos los elementos a embeber en hormigón, a excepción de los anclajes serán de acero inoxidable. Los pasamuros para canales o tuberías de hormigón serán de hormigón dejando un encofrado perdido en las paredes a atravesar.

En todo caso, se evitará durante el acopio y montaje que pueda sufrir daño el recubrimiento. En estos elementos en principio no sobresaldrán de la pared de hormigón dejándose alrededor de ellos un anillo de porexpan de tres (3) centímetros de espesor y diez (10) centímetros de anchura para la posterior soldadura de brida o tubería. El hueco, una vez soldada la prolongación del pasamuros, se rellenará con un mortero de resina de epoxi.

## 3.23 JARDINERÍA

### 3.23.1 CONDICIONES GENERALES

Primeramente, se hará un rastrillado en el terreno original para eliminar piedras, cascotes, tablas, plásticos, etc., y seguidamente se extenderá una capa de tierra vegetal de veinticinco a treinta centímetros (25 a 30 cm) de espesor la cual será nivelada y apisonada.

### 3.23.2 FORMACIÓN DE CÉSPED

Se esponjará el mantillo para su oxigenación mediante un rulado, se efectuará la siembra y se tapará la semilla por apisonado.

El abono será efectuado sobre la base de distribuir unos quinientos kilogramos de abono por hectárea (500 kg/Ha) disponiéndose el regado de forma tal que permitan el brote de la semilla fuerte y sana, eliminando las hierbas extrañas para que no dominen e impidan germinar las semillas plantadas.

Se considerará que la formación de césped ha sido conseguida si después de la segunda siega éste presenta las condiciones de calidad normal para estas siembras. El regado hasta la segunda siega se considera parte integrante de la jardinería y será efectuado por personal del Contratista y a su cargo.

### 3.23.3 PLANTACIÓN DE ÁRBOLES

Los árboles tendrán de cuatro a cinco metros (4 a 5 m.) de altura y la profundidad de la tierra vegetal en la zona a plantar será, al menos, de ochenta centímetros (80 cm.). Su abonado y cuidado serán a cargo del Contratista hasta que el desarrollo del mismo no presente anormalidades o vicios.

### 3.23.4 HIDROSIEMBRA

- Extendido de la tierra vegetal. Se define el extendido de tierra vegetal como la operación de situar, en los lugares y cantidades indicados por la Dirección de Obra, una capa de tierra vegetal procedente de excavaciones en préstamos o de los acopios realizados.

  Las superficies sobre las que se extenderá la tierra vegetal se escarificarán con anterioridad.

  Se evitará el paso sobre la tierra de maquinaria pesada que pueda ocasionar su compactación, especialmente si la tierra está húmeda.

  En caso de operar sobre taludes, la carga y distribución se hará con pala cargadora y camiones basculantes, que dejarán la tierra en la parte superior de los taludes.

- Hidrosiembra. El proceso descrito cronológicamente consistirá en:

  Llenar el tanque de la hidrosiembra con aguas hasta cubrir la mitad de las paletas del agitador; en este momento incorporar el mulch y esperar algunos minutos hasta que se haya extendido en la superficie del agua sin formar bloques o grumos que puedan causar averías en la máquina al ponerse en marcha el agitador. Continuar llenando el tanque hasta los 3/4 de su capacidad, ya en movimiento las paletas del agitador, e introducir en el interior del tanque las semillas y los abonos.

  Es recomendable tener en marcha el agitador durante 10 minutos más, antes de comenzar la siembra, para favorecer la disolución de los abonos y estimular la facultad germinativa de las semillas. Seguir, mientras tanto, llenando de agua el tanque hasta que falten unos 10 cm. y entonces añadir el producto estabilizador de suelos. Con el llenado del tanque y el cierre de la trampilla se completa la operación.

  Colocar en forma conveniente la hidrosiembra en relación con la superficie a sembrar e iniciar la operación de siembra. Uno o dos minutos antes del comienzo, acelerar el movimiento de las paletas de los agitadores para conseguir una mejor homogeneidad de la mezcla.

  El cañón de la hidrosembradora debe estar inclinado por encima de la horizontal para lograr una buena distribución, es decir, el lanzamiento debe ser de abajo arriba.

- Tapado de la siembra. Se realizará después de la operación anterior sin solución de continuidad. Se utilizará emulsión asfáltica para recubrir el mulch. Es de gran importancia la inmediatez de las fases de siembra y tapado; cuando se prevea que el tiempo disponible no permitirá realizar las dos fases en la misma jornada se dejarán ambas operaciones para el día siguiente.
- Cuidados posteriores. El riego inmediato a la siembra se hará con las precauciones oportunas para evitar arrastres de tierra o de semillas. Los momentos del día más adecuados para regar son las últimas horas de la tarde y las primeras de la mañana.

  La frecuencia de los riegos será de uno cada cuatro días con una dosis de 5 litros por metro cuadrado. En total se darán 5 riegos hasta que las semillas germinen.

## 3.24 CRUCE CON SERVICIO EXISTENTE

### DEFINICIÓN

Se define como cruce con servicio existente a la situación que se da cuando la ejecución de la conducción proyectada ha de realizarse por debajo de un servicio existente, pudiendo ser éste: colector de saneamiento o drenaje, artería de agua potable, red de energía eléctrica en BT, MT o AT (Iberdrola), red de alumbrado, red de comunicaciones (Telefónica, Euskaltel, etc.), arterias de gas en baja, media o alta presión (Nortegás), galerías de servicios, etc.

Quedan incluidos en este concepto todos los cruces, tanto perpendiculares como esviados, con cualquier ángulo de esviaje entre la nueva infraestructura y la existente.

### EJECUCIÓN

Previamente al inicio de la ejecución de la excavación de la zanja, la contrata verificará la existencia de servicios en el entorno de la misma y procederá a la ejecución de catas para su localización precisa, tanto en planta como en alzado. Para ello, deberá notificarlo previamente a la compañía o institución titular del servicio a fin de que se cuente con la presencia de personal técnico-vigilante que, con los medios de detección que disponga, señale con suficiente aproximación el trazado y la profundidad del servicio, y que esté presente durante los trabajos de ejecución de las catas.

Una vez localizado el servicio, la contrata propondrá a la dirección de oba la propuesta a implementar para el mantenimiento permanente del servicio durante la ejecución de la zanja, entibación, instalación de tubería y relleno final; propuesta que deberá ser aprobada por la compañía o institución titular del mismo.

La solución para la ejecución del cruce con mantenimiento del servicio podrá consistir, bien en un sistema resistente de sustentación del servicio, o bien en un baipás provisional del mismo. En este último caso, el servicio afectado deberá ser restituido con su trazado original una vez ejecutado el relleno de zanja.

Para la ejecución de la excavación de la zanja, será necesario adecuar el sistema de entibación a la situación del servicio a cruzar, teniendo en cuenta el esviaje que se presente y la necesidad de dotar a las paredes de la zanja del mismo grado de seguridad.

La fase final de la operación de cruce consistirá en restituir la sección tipo que corresponda al servicio que se cruza, según los planos de detalle del proyecto.

En las conducciones de agua y gas, las tuberías quedarán envueltas en arena y se dispondrá la correspondiente banda de señalización.

Las canalizaciones de energía eléctrica, alumbrado y comunicaciones se restituirán según las secciones tipo definidas, recomponiendo todo el prisma de hormigón. Si alguno de los tubos originales sufre daños durante la obra, será sustituido por una tubería de polietileno corrugado de doble pared (liso interior y corrugad exterior) del diámetro que se precise, o de PVC, en su caso. Si el tubo lleva cableado interior, será preciso un corte longitudinal en el nuevo tubo y la posterior costura con elementos de alta adherencia. Embebido en el relleno sobre el prisma de hormigón, se dispondrá la correspondiente banda de señalización.

Las tuberías de saneamiento y drenaje se mantendrán en servicio, bien directamente, bien mediante baipás; restituyendo en este caso el trazado inicial. Para la restitución del trazado y de las tuberías que hayan podido quedar dañadas, se aplicarán las secciones tipo definidas en plazos para las redes de saneamiento y drenaje.

En todos los casos, se tendrá especial cuidado a la hora de compactar el relleno de la zanja por debajo del servicio cruzado. A partir de la cota en la que no quede altura suficiente para introducir el compactador bajo el servicio, el relleno restante hasta la base del servicio se realizará con hormigón.

Se deberán realizar los trabajos con extremo cuidado a fin de no afectar al conjunto del servicio. Para ello, las canalizaciones que no vayan en prismas de hormigón serán descubiertas a mano, y siempre con la presencia de un vigilante de la compañía titular. En el caso de cruces con tuberías de gas de alta presión, no se podrá afectar en ningún punto al revestimiento protector; nada más descubierta la tubería, se procederá a envolverla con una coquilla de 20 mm de espesor y una lámina geotextil.

## 3.25 PARALELISMO CON SERVICIO EXISTENTE

### DEFINICIÓN

Se define como paralelismo con servicio existente a la situación que se da cuando la ejecución de la conducción proyectada ha de realizarse en paralelo un servicio existente próximo, pudiendo ser éste: colector de saneamiento o drenaje, artería de agua potable, red de energía eléctrica en BT, MT o AT (Iberdrola), red de alumbrado, red de comunicaciones (Telefónica, Euskaltel, etc.), arterias de gas en baja, media o alta presión (Nortegas), galerías de servicios, etc.

Quedan incluidos en este concepto todos los paralelismos, independientemente de la distancia entre la nueva infraestructura y la existente.

## EJECUCIÓN

Previamente al inicio de la ejecución de la excavación de la zanja, la contrata verificará la existencia de servicios en el entorno de la misma y procederá a la ejecución de catas para su localización precisa, tanto en planta como en alzado. Para ello, deberá notificarlo previamente a la compañía o institución titular del servicio a fin de que se cuente con la presencia de personal técnico-vigilante que, con los medios de detección que disponga, señale con suficiente aproximación el trazado y la profundidad del servicio, y que esté presente durante los trabajos de ejecución de las catas.

Una vez localizado el servicio, se analizará su compatibilidad con la conducción proyectada, por si fuera necesario realizar algún ajuste de trazado.

Si durante la ejecución de la zanja se afectase parcialmente al servicio se restituirá la sección tipo que corresponda al servicio paralelo, según los planos de detalle del proyecto.

En las conducciones de agua y gas, las tuberías quedarán envueltas en arena y se dispondrá la correspondiente banda de señalización.

Las canalizaciones de energía eléctrica, alumbrado y comunicaciones se restituirán según las secciones tipo definidas, recomponiendo todo el prisma de hormigón. Si alguno de los tubos originales sufre daños durante la obra, será sustituido por una tubería de polietileno corrugado de doble pared (liso interior y corrugad exterior) del diámetro que se precise, o de PVC, en su caso. Si el tubo lleva cableado interior, será preciso un corte longitudinal en el nuevo tubo y la posterior costura con elementos de alta adherencia. Embebido en el relleno sobre el prisma de hormigón, se dispondrá la correspondiente banda de señalización.

Se deberán realizar los trabajos con extremo cuidado a fin de no afectar al conjunto del servicio. Para ello, las canalizaciones que no vayan en prismas de hormigón serán descubiertas a mano, y siempre con la presencia de un vigilante de la compañía titular.

## 3.26 OTROS TRABAJOS

En la ejecución de las obras, fábricas y construcciones para las cuales no existen prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atendrá a lo que resulte de los planos, cuadro de precios y presupuesto; en segundo término, a las reglas que dicte la Dirección de las obras, y en tercero a las buenas prácticas de la construcción seguidas en obras análogas.

## CAPITULO IV.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS REFERENTES A OBRA CIVIL


4.1 NORMAS GENERALES PARA EL ABONO DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA
4.2 NORMAS GENERALES PARA LA MEDICIÓN DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA
4.3 EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL Y DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO
4.4 DEMOLICIONES
4.5 EXCAVACIONES EN GENERAL
4.6 EXCAVACIONES DE POZOS
4.7 EXCAVACIÓN EN ZANJA
4.8 RELLENOS
4.9 PANTALLAS DE HORMIGÓN ARMADO
4.10 PILOTES IN SITU DE HORMIGÓN
4.11 MICROPILOTES
4.12 HORMIGONES
4.13 ENCOFRADOS, CIMBRAS Y APEOS
4.14 ARMADURAS
4.15 ACERO INOXIDABLE EN OBRA CIVIL
4.16 ACERO LAMINADO EN OBRA CIVIL
4.17 JUNTAS CON CINTAS DE MATERIAL ELASTÓMERO
4.18 TUBERÍAS DE HORMIGÓN
4.19 TUBERÍAS DE PVC
4.20 ELEMENTOS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE
4.21 TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO
4.22 TUBERÍA DE POLIETILENO
4.23 SUBBASE Y BASE
4.24 RIEGO DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA
4.25 AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE
4.26 URBANIZACIÓN
4.27 CIERRES Y VALLAS
4.28 JARDINERÍA
4.29 AFECCIÓN A SERVICIOS
4.30 MODO DE ABONAR LAS PARTIDAS ALZADAS
4.31 MODO DE ABONAR LAS OBRAS VARIAS CUYA EJECUCIÓN NO ESTA TOTALMENTE DEFINIDA EN ESTE PROYECTO

## 4.1 NORMAS GENERALES PARA EL ABONO DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA

Las unidades de obra se abonarán a los precios del Cuadro de Precios nº 1 afectados por los coeficientes de Contrata y de adjudicación. Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas, ejecutadas de acuerdo con la definición de los Planos y con las condiciones del Pliego y aptas para ser recibidas por la Dirección de las Obras.

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en su descripción.

Todos los gastos que, por su concepto, sean asimilables a los considerados como gastos indirectos quedan incluidos en los precios de las unidades de obra del Proyecto cuando no figuren en el Presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

Serán por cuenta de la Contrata los gastos de ensayos de la obra civil con un porcentaje máximo del uno por ciento (1%) respecto del volumen de obra, así como las cargas fiscales que se deriven de las disposiciones legales vigentes.

También serán por cuenta de la Contrata y quedan absorbidos en los precios:

- La construcción de accesos de obra, pistas, etc. que no estén expresamente definidos en el Proyecto y valorados en su Presupuesto.

- Los gastos originados al practicar los replanteos y la custodia y reposición de estacas, marcas y señales.

- Las indemnizaciones a la Administración y a terceros por todos los daños que cause con las obras y por la interrupción de los servicios públicos o particulares.

- Las catas para mejor definición de la infraestructura y de localización de los servicios afectados.

- Los gastos de establecimiento y desmontaje de almacenes, talleres y depósitos, así como las acometidas de energía eléctrica y agua, y sus consumos.

- La implantación y conservación de señales de tráfico y elementos para la seguridad del tráfico rodado y peatonal, de acuerdo con la normativa vigente.

- Los gastos de protección de todos los materiales y de la propia obra contra todo deterioro o daño durante el periodo de construcción y durante el plazo de garantía.

- Los gastos derivados de la más estricta vigilancia para dar cumplimiento a todas las disposiciones relacionadas con la seguridad personal de los obreros en el trabajo.

- La retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc. y la limpieza general final de la Obra para su recepción.

En el caso de que el Contratista no cumpliese con alguna de las obligaciones expresadas, la Dirección de Obra, previo aviso, podrá ordenar que se ejecuten las correspondientes labores con cargo a la Contrata.

## 4.2 NORMAS GENERALES PARA LA MEDICIÓN DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA

Las unidades de obra se medirán de acuerdo con los conceptos definidos en este capítulo.

Para la medición serán válidos los levantamientos topográficos y los datos que hayan sido conformados por la Dirección de Obra.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para llevarlas a cabo posteriormente.

La Dirección de Obra, en el momento de la orden de iniciación de las obras, señalará al Contratista el proceso que ha de seguirse para la ordenada toma de datos y siguiente medición de las sucesivas fases de obra.

Sin perjuicio de particularizaciones que se hagan en este Pliego, el sistema a seguir será tal que no se iniciará una nueva fase de obra sin que previamente esté medida y confirmada la fase anterior, y ello para cada uno de los tajos de obra.

El representante del Contratista, o persona en quien delegue al efecto, habrá de prestar su conformidad a la medición que en su presencia se haga, antes de iniciar la fase siguiente.

Si por error imputable al Contratista la obra ejecutada fuere en exceso sobre la fijada en los Planos de Construcción que se hubieren entregado, a efectos de mediciones y consiguientemente valoración los planos a conformar serán los entregados por la Dirección de Obra para la ejecución del tajo respectivo.

Si el Contratista construye mayor volumen de cualquier clase de fábrica que el correspondiente a los dibujos que figuran en los Planos del Proyecto o de sus reformas autorizadas (ya sea por verificar mal la excavación, por error, por su conveniencia, por alguna causa imprevista, o por cualquier otro motivo), no le será de abono el exceso de obra, y si resultase perjudicial, el Contratista tendrá la obligación de demoler la obra a su costa y rehacerla nuevamente con las dimensiones debidas.

En el caso de que se trate de un aumento excesivo de excavación que no pueda subsanarse con la demolición de la obra ejecutada, el Contratista quedará obligado a corregir ese defecto de acuerdo con las normas que dicte la Dirección de Obra (relleno con hormigón, inyecciones de lechada de cemento, etc.) sin que tenga derecho a exigir indemnización alguna por estos trabajos.

Sin embargo, los excesos de obra que la Dirección de Obra defina por escrito como inevitables se abonarán a los precios que para las unidades realizadas figuren en el Contrato.

## 4.3 EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL Y DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

Se medirá y abonará por los metros cúbicos ($m^3$) realmente ejecutados.

Este precio incluye la tala de árboles y arbustos con acopio y corte de los troncos, previa eliminación de maleza y ramaje, extracción de raíces y tocones, retirada y almacenamiento de la tierra vegetal existente en un acopio intermedio adoptando las medidas oportunas para su protección hasta el momento de su reutilización en la obra, estando incluido en el precio la carga y transporte hasta lugar de acopio intermedio, así como la carga y transporte a su lugar de empleo dentro de la obra.

Adicionalmente, la tala de arbolado, para los casos que se especifique dicha unidad en el proyecto, se abonará por unidad (ud), en función del diámetro del arbolado e incluyendo el troceado y apilado del mismo, así como el destoconado, mediante la aplicación del precio correspondiente en el Cuadro de Precios del proyecto.

Para los materiales sobrantes, se considera incluido en el precio de la unidad la carga en camión, así como el transporte a acopio intermedio en caso necesario, y nueva carga.

No se consideran incluidos en el precio de la unidad el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

## 4.4 DEMOLICIONES

Las demoliciones de muros se medirán y abonarán por los metros cúbicos ($m^3$) correspondientes al elemento a demoler.

Las demoliciones de elementos superficiales tales como aceras, firmes, etc. se medirán por metros cuadrados ($m^2$) correspondientes a la superficie a demoler.

Las demoliciones de elementos lineales tales como bordillos, cunetas, etc. están incluidas en la demolición de elementos superficiales, por lo que no serán de abono.

Las demoliciones de arquetas y tuberías no son de abono, estando incluidas en el precio de la excavación.

La retirada de los equipos eléctricos y de alumbrado existentes se medirá también por unidades.

En los precios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 se incluyen la demolición, apuntalamiento si fuera preciso y las medidas de seguridad a adoptar.

Para los materiales sobrantes, se considera incluido en el precio de la unidad la carga en camión, así como el transporte a acopio intermedio en caso necesario, y nueva carga.

No se consideran incluidos en el precio de la unidad el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

En el caso de elementos reutilizables, se acopiarán en obra hasta el momento de su reutilización, estando incluido en el precio la carga y transporte hasta lugar de acopio intermedio, así como la carga y transporte a su lugar de empleo. Si no se reutilizan dentro de la misma obra, se llevarán al punto que indique la Dirección de Obra para su almacenamiento.

### 4.5 EXCAVACIONES EN GENERAL

La medición de las excavaciones en explanaciones, para emplazamiento de estructuras y desmontes, se refieren al volumen de metros cúbicos ($m^3$) ocupados por el material excavado antes de ser removido y se calcularán por diferencia entre los perfiles tomados antes de iniciarse las obras y los perfiles finales.

Los excesos en las excavaciones que realice el Contratista sin debida autorización de la Dirección de la Obra no serán de abono y deberán rellenarlos a su costa, de acuerdo con las órdenes de la Dirección de la Obra en cada caso.

El precio a aplicar por este concepto aparece en el Cuadro de Precios nº 1 no distinguiéndose el tipo de material, ya sea tierra o roca, es decir, excavación no clasificada en cualquier tipo de terreno.

La excavación en roca se realizará obligatoriamente con martillo rompedor, estando expresamente prohibido el uso de explosivos.

En el precio de las excavaciones, asimismo, estarán incluidos todos los medios auxiliares y operaciones necesarias para desviar las aguas y realizar los agotamientos que se precisen.

Todos los agotamientos se considerarán incluidos sin limitación del caudal de entrada.

Quedan específicamente incluidos los gastos de entibaciones ligeras y semicuajadas y demás medidas necesarias para la seguridad del personal y de las Obras, siendo responsabilidad absoluta del Contratista su adopción.

Dentro de precio de la excavación se encuentra incluido el refino de taludes y el redondeo de las cabezas del mismo.

Para los materiales sobrantes, se considera incluido en el precio de la unidad la carga en camión, así como el transporte a acopio intermedio en caso necesario, y nueva carga.

No se consideran incluidos en el precio de la unidad el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

Así mismo, para el material procedente de la excavación que cumpla con las especificaciones correspondientes para su reutilización en obra, se considera incluido en el precio de excavación la carga y el transporte de dichos productos a un acopio intermedio y la nueva carga y transporte de los mismos a los tajos de obra correspondientes, en los casos en que dichos productos no se puedan acopiar cerca del tajo o no puedan ser utilizados directamente.

Los cruces con los servicios existentes serán de abono independiente; no obstante, los paralelismos con los servicios existentes no serán de abono independiente, al considerarse repercutidos en el precio de la excavación.

## 4.6 EXCAVACIÓN DE POZOS

La medición de las excavaciones en pozos para emplazamiento de obras de fábrica, se refieren al volumen de metros cúbicos ($m^3$) ocupados por el material excavado antes de ser removido y se calcularán por diferencia entre los perfiles tomados antes de iniciarse las obras y los perfiles finales.

Los excesos en las excavaciones que realice el Contratista sin debida autorización de la Dirección de la Obra no serán de abono y deberán rellenarlos a su costa, de acuerdo con las órdenes de la Dirección de la Obra en cada caso.

El precio de esta excavación se considera como no clasificada independientemente del porcentaje de roca o suelos existentes.

En el precio de las excavaciones, asimismo, estarán incluidos todos los medios auxiliares y operaciones necesarias para desviar las aguas y realizar los agotamientos que se precisen.

Todos los agotamientos se considerarán incluidos sin limitación del caudal de ningún tipo.

Quedan específicamente incluidos los gastos de entibaciones ligeras y semicuajadas, y demás medidas necesarias para la seguridad del personal y de las Obras, siendo responsabilidad absoluta del Contratista, su adopción.

Cuando en la definición del precio de elementos de obras de fábrica figure expresamente que la excavación está incluida, no se procederá el abono de la excavación necesaria para la ejecución de dicho elemento.

Se consideran incluidos en el precio los trabajos necesarios para la localización y desvío provisional de los servicios existentes.

Para los materiales sobrantes, se considera incluido en el precio de la unidad la carga en camión, así como el transporte a acopio intermedio en caso necesario, y nueva carga.

No se consideran incluidos en el precio de la unidad el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental

desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

Así mismo, para el material procedente de la excavación que cumpla con las especificaciones correspondientes para su reutilización en obra, se considera incluido en el precio de excavación la carga y el transporte de dichos productos a un acopio intermedio y la nueva carga y transporte de los mismos a los tajos de obra correspondientes, en los casos en que dichos productos no se puedan acopiar cerca del tajo o no puedan ser utilizados directamente.

Los cruces con los servicios existentes serán de abono independiente; no obstante, los paralelismos con los servicios existentes no serán de abono independiente, al considerarse repercutidos en el precio de la excavación.

## 4.7 EXCAVACIÓN EN ZANJA

La excavación de la zanja para la conducción, se medirá en todos los casos por los metros cúbicos ($m^3$) de la misma realmente ejecutados, medidos a partir de las profundidades especificadas en los perfiles longitudinales, y se abonarán según los precios que para esta unidad figuran en el Cuadro de Precios.

Dentro del precio indicado anteriormente y que figura definido en el Cuadro de Precios se incluye la excavación de la zanja cualquiera que sea el terreno por el que discurra y la forma de ejecución de la misma, a mano o a máquina, entendiendo la citada excavación como "no clasificada", es decir, independientemente del material de excavación, tierra o roca y de la parte proporcional de cada uno de ellos. También se incluye dentro de este precio, las entibaciones y medios auxiliares y los agotamientos de las aguas que puedan aparecer en la zanja, ya sean procedentes de las mismas o del exterior; así como la demolición de todas las obras de fábrica enterradas.

La excavación y relleno adicionales para ubicación de arquetas y macizos se considera incluida, también, en esta unidad.

Para los materiales sobrantes, se considera incluido en el precio de la unidad la carga en camión, así como el transporte a acopio intermedio en caso necesario, y nueva carga.

No se consideran incluidos en el precio de la unidad el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

Así mismo, para el material procedente de la excavación que cumpla con las especificaciones correspondientes para su reutilización en obra, se considera incluido en el precio de excavación la carga y el transporte de dichos productos a un acopio intermedio y la nueva carga y transporte de los mismos a los tajos de obra correspondientes, en los casos en que dichos productos no se puedan acopiar cerca del tajo o no puedan ser utilizados directamente.

Si por conveniencia del Contratista se realizara mayor excavación de la indicada en las secciones tipo, el exceso de ésta, así como el posterior relleno de dicha demasía, no será objeto de abono.

Se consideran incluidos en el precio, los trabajos necesarios para la localización y desvío provisional de los servicios existentes.

Los cruces con los servicios existentes serán de abono independiente; no obstante, los paralelismos con los servicios existentes no serán de abono independiente, al considerarse repercutidos en el precio de la excavación.

## 4.8 RELLENOS

### 4.8.1 RELLENOS

La medición de rellenos en zanjas y trasdós de muros y obras de fábrica se hará en metros cúbicos ($m^3$) de material consolidado y terminado en las condiciones establecidas en el Capítulo III, y se realizará por diferencia entre el perfil del terreno preparado para la ejecución del relleno y de la sección de relleno terminado.

En el precio del $m^3$ está incluida la selección de productos de la excavación, la carga y el transporte hasta el lugar de empleo, el suministro de cantera o de préstamos, la extensión, compactación, humectación y refino de taludes.

La medición de los rellenos de zanja se hará en metros cúbicos ($m^3$) y se realizará a partir de las profundidades especificadas en los perfiles longitudinales y las secciones tipo indicadas en los planos.

Los precios a los que serán abonadas estas unidades de obra son los que para cada tipo figuran en el Cuadro de Precios nº 1.

Cuando en la definición del precio de elementos de obras de fábrica figure expresamente que el relleno está incluido, no procederá el abono del relleno necesario para la terminación completa de dicho elemento.

### 4.8.2 RELLENOS CON MATERIAL FILTRO

La medición y abono se realizará por metros cúbicos ($m^3$) ejecutados de acuerdo con los planos de Proyecto.

El precio aparece definido en el Cuadro de Precios e incluye el suministro, transporte, colocación y compactación.

## 4.9 PANTALLAS DE HORMIGÓN ARMADO

Las cimentaciones por pantallas de hormigón armado in situ se abonarán por metros cuadrados ($m^2$) útiles de pantalla realmente ejecutados medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno

de ellos, desde la punta hasta la base de la viga de atado, por las correspondientes anchuras medidas por el eje.

El precio incluye todas las operaciones, materiales y medios auxiliares necesarios para la completa realización de la pantalla, a excepción del acero; entre otros, sin ser completa la relación, incluye lo siguiente:

- Preparación de la plataforma de trabajo
- Perforación del terreno en ausencia de vibración
- Perforación de obstáculos mediante trépano
- Perforación en punta mediante trépano
- Fabricación, manipulación y regeneración de los lodos bentoníticos o poliméricos, sea cual sea el volumen requerido
- Instalación de la armadura
- Suministro del hormigón
- Colocación del hormigón con tubo Tremie
- Extracción de los lodos
- Retirada de las tierras de la excavación.
- Descabezado de la pantalla.
- Acondicionado de la superficie vista
- Resto de operaciones auxiliares

No serán de abono al estar incluidos o repercutidos en el precio:

- Las pruebas de carga en las pantallas, si se realizan por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que sean imputables al Contratista.
- Los sondeos que fuesen necesarios para la comprobación de longitud de la pantalla en el caso de detectarse alguna anomalía.
- El exceso de hormigón en las cabezas de las pantallas hormigonadas con lodo en el tubo.
- La demolición de la cabeza de la pantalla.
- Las pantallas rechazadas o defectuosas.

No se consideran incluidos en el precio de la unidad la retirada del material extraído, así como la retirada adecuada de los lodos sobrantes en su caso, su carga en camión, el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

La puesta en obra y retirada de los equipos serán de abono en partida independiente.

### 4.10 PILOTES IN SITU DE HORMIGÓN

Las cimentaciones por pilotes in situ se abonarán por metros (m) útiles de pilote realmente ejecutados medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la base de la viga de atado.

El precio incluye todas las operaciones, materiales y medios auxiliares necesarios para la completa realización del pilote, a excepción del acero; entre otros, sin ser completa la relación, incluye lo siguiente:

- Preparación de la plataforma de trabajo
- Perforación del terreno a rotación en ausencia de vibración.
- Perforación de obstáculos a rotación con corona especial, sin vibraciones.
- Perforación en punta de pilotes a rotación con corona especial, sin vibraciones.
- Entubación recuperable introducida a rotación sin generar vibraciones. En principio, en toda la longitud del pilote, y como mínimo, en la longitud señalada en el proyecto; en función de las características del terreno.
- Fabricación, manipulación y regeneración de los lodos bentoníticos o poliméricos, sea cual sea el volumen requerido.
- Instalación de la armadura
- Suministro del hormigón
- Colocación del hormigón con tubo Tremie
- Extracción de los lodos y de la entubación.
- Retirada de las tierras de la excavación.
- Descabezado del pilote.
- Resto de operaciones auxiliares.

No serán de abono al estar incluidos o repercutidos en el precio:

- Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo, si se realizan por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que sean imputables al Contratista.
- Los sondeos que fuesen necesarios para la comprobación de longitud de pilote en el caso de detectarse alguna anomalía.
- El exceso de hormigón en las cabezas de los pilotes hormigonados con lodo en el tubo.
- La demolición de la cabeza del pilote.
- Los pilotes rechazados o defectuosos.

No se consideran incluidos en el precio de la unidad la retirada del material extraído, así como la retirada adecuada de los lodos sobrantes en su caso, su carga en camión, el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

La puesta en obra y retirada de los equipos serán de abono en partida independiente.

### 4.11 MICROPILOTES

La medición de los micropilotes se medirá por metros (m) realmente ejecutados en obra y se abonará al precio establecido en el cuadro de precios según el diámetro.

Está incluido en el precio la perforación, el tubo, la inyección de lechada de cemento, o en su caso mortero, los excesos de inyección de lechada o mortero, el empleo de lodos tixotrópicos o camisa de acero recuperable en caso necesario y las barras de acero soldadas en la zona superior.

En el precio se encuentran incluidos todas las obras y elementos necesarios para la instalación y retirada de los equipos, formación de la plataforma de trabajo, perforación, ejecución de pantalla y anclajes necesarios de los voladizos, así como el posterior descabezado.

No se encuentra incluido en el precio la viga de atado, los apeos horizontales, los bulones, que en caso necesarios serán de abono independiente.

No se consideran incluidos tampoco en el precio de la unidad la retirada del material extraído, así como la retirada adecuada de los lodos sobrantes en su caso, su carga en camión, el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

La puesta en obra y retirada de los equipos serán de abono en partida independiente.

### 4.12 HORMIGONES

Se entiende por metro cúbico ($m^3$) de cualquier clase de hormigón, un metro cúbico (1 $m^3$) de obra ejecutada, completamente terminada de acuerdo con lo ordenado en este Pliego, cualquiera que sea la procedencia de los materiales que en dichas fábricas se empleen.

La cubicación para el abono de obras de fábrica se calculará exactamente por procedimiento geométrico, cuando ello sea posible, o bien tomando perfiles cuando la obra de fábrica vaya adosada al terreno, deduciéndose del volumen real que corresponda el relleno de sobreanchos por demasías de la excavación o desprendimientos.

En los precios de las distintas clases de hormigón están incluidas todas las operaciones de preparación, transporte, ejecución, curado y terminación.

En los precios se incluyen las siguientes partidas:

- Limpieza de las superficies subyacentes o juntas de hormigonado según se especifica en este Pliego.
- Fabricación, puesta en obra, consolidación o vibrado del hormigón y curado de las superficies.
- Acabado y retoque, en su caso, de superficies.
- Curado y protección de hormigón.

A cada tipo de hormigón medido, se le aplicará el precio señalado en el Cuadro de Precios nº1, salvo que las resistencias medias a las roturas de las probetas, según lo previsto en el Capítulo II de este Pliego, fueran inferiores a lo señalado para cada clase de hormigón, en cuyo caso, al precio de los hormigones correspondientes les será aplicado un descuento proporcional al doble de la pérdida de resistencia, según se especifica en el párrafo correspondiente.

Cuando unidades de obra incluyan elementos acabados completos, el hormigón que se incluya en las mismas no será de abono adicional.

### 4.13 ENCOFRADOS, CIMBRAS Y APEOS

Los encofrados empleados para la colocación de hormigones se medirán por metro cuadrado (m²) medidos "in situ". Dentro de este precio, se encuentran incluidas todas las operaciones de encofrado, apuntalamiento, desencofrado, limpieza de maderas, cimbras, apeos, etc., independientemente del espesor, altura, etc.

Cuando unidades de obra incluyan elementos acabados completos, el encofrado utilizado en las mismas no será de abono adicional.

En el caso de que se incluya una unidad de obra específica de apeos y cimbras, y se mida expresamente en el presupuesto del proyecto, se medirá por metro cúbico ($m^3$). Y en el precio estarán incluidas las operaciones de montaje y desmontaje, preparación de accesos, el asiento y todas las operaciones necesarias para su correcta instalación.

En los elementos en los que no estén expresamente medidos la cimbra y el apeo, no serán de abono.

### 4.14 ARMADURAS

La medición del acero en armaduras, se realizará por la suma de longitudes desarrolladas de las barras empleadas sin contar solapes, clasificados según sus diámetros transformando las longitudes resultantes en kilogramos (kg) de peso mediante la relación que para cada diámetro existe entre aquellas dos magnitudes.

En este precio queda incluido los materiales que se empleen en la sujeción de las armaduras y los solapes, uniones, etc. de las mismas, así como el ferrallado y su colocación.

No serán objeto de abono, habiéndose repercutido en los precios, todas aquellas armaduras que sirvan de soporte a la principal y que no vengan reflejadas en los planos.

Cuando unidades de obra incluyan elementos acabados completos, la armadura incluida en ellas no será de abono independiente.

## 4.15 ACERO INOXIDABLE EN OBRA CIVIL

Todos los elementos que conforman las obras metálicas, refuerzos, pletinas, etc. deberán pesarse, comprobar su peso según el catálogo de Ensidesa o AHV, en el caso de perfiles normalizados laminados o deducir su peso tomando como peso específico un valor de 7,85 toneladas por metro cúbico. A los kilogramos (kg) resultantes se les aplicará los precios del Cuadro de Precios nº 1.

Se considera incluido en el precio el suministro, la elaboración, la puesta en obra, la parte proporcional de soldadura u otro tipo de unión, tornillería y juntas, montaje y cuantas operaciones fueran precisas para su perfecto funcionamiento.

## 4.16 ACERO LAMINADO EN OBRA CIVIL

Todos los elementos que conforman las obras metálicas, refuerzos, pletinas, etc. deberán pesarse, comprobar su peso según el catálogo de Ensidesa o AHV, en el caso de perfiles normalizados laminados o deducir su peso tomando como peso específico un valor de 7,85 Toneladas por metro cúbico. A los kilogramos (kg) resultantes se les aplicará el precio del Cuadro de Precios nº 1.

Se considera incluido en el precio el suministro, la elaboración, la puesta en obra, la parte proporcional de soldadura u otro tipo de unión, montaje, pintura, galvanizado y cuantas operaciones fueran precisas para su perfecto funcionamiento.

En los casos en que la unidad de obra incluya la retirada de los elementos metálicos, esta operación no será de abono independiente.

## 4.17 JUNTAS CON CINTAS DE MATERIAL ELASTÓMERO

Las juntas de impermeabilización, formadas con cintas de PVC o de caucho natural junto con el sellado, se medirán y abonarán por la longitud (m) colocada en obra al precio del Cuadro de Precios nº 1.

En cada precio se incluye la banda de impermeabilización, su colocación y soldadura, piezas especiales, así como los rellenos complementarios de mástic, madera o poliestireno y todas las operaciones necesarias para dejar la obra perfectamente terminada.

## 4.18 TUBERÍAS DE HORMIGÓN

### 4.18.1 TUBERÍA CONVENCIONAL

Se medirá y abonará por los metros lineales (m) realmente ejecutados y medidos a cinta corrida por la longitud de su eje, descontando la longitud de los pozos de registro.

Los precios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 comprenden el suministro, transporte, montaje y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, incluido la

preparación de las superficies de apoyo, nivelación, juntas de las tuberías, parte proporcional de incremento de coste por bielas, gastos de las pruebas y ensayos y cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Dirección de Obra.

En especial, en este precio están incluidos los gastos correspondientes a las pruebas de estanqueidad de los tramos de colector y la inspección por cámara de televisión.

### 4.18.2 TUBERÍA EN HINCA

La medición de la hinca de tubería tiene varios conceptos que a continuación se definen en cuanto a medición y abono.

El primer concepto corresponde al transporte de equipo de hinca desde los almacenes del Contratista al primer pozo de hinca de la obra. Este precio se medirá en unidades (ud) y se abonará al precio definido en el Cuadro de Precios nº 1. En él está incluido el transporte desde el almacén del Contratista hasta el primer pozo de la obra, la instalación de la maquinaria, el acopio del material necesario, incluyendo las instalaciones de lodos y bentonita, la retirada de todas las instalaciones desde el último pozo de hinca y transporte al punto elegido por el Contratista.

La junta de estanqueidad necesaria a colocar en cada tajo de hinca en el pozo de hinca se medirá por unidad (ud) realmente colocada y se abonará al precio que aparece en el Cuadro de Precios nº 1. En este precio están incluidos todos los elementos necesarios para su colocación, anclaje al hormigón, recuperación, etc.

El tubo de hormigón armado clase V empleado en la hinca se medirá por metros lineales (m) realmente colocados y se abonará al precio definido en el Cuadro de Precios nº 1, según el diámetro de la tubería. Este precio comprende el suministro, transporte y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, hinca, nivelación, juntas de las tuberías, injertos, gastos de las pruebas y cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Dirección de Obra. En especial, en este precio están incluidos los gastos correspondientes a las pruebas de estanqueidad de los tramos de colector y la inspección por cámara de televisión. Estas inspecciones y pruebas no están incluidas en la partida de control de calidad de obra. Además, en el precio está incluido el tratamiento posterior de la junta de la tubería incluso su serrado, limpieza, producto de imprimación y el sellado con polisulfuro de dos componentes. Se incluye suministro, transporte, descarga a pie de obra o en acopio intermedio, nueva carga y traslado al tajo en caso necesario.

Las estaciones intermedias de empuje se medirán por unidades (ud) del conjunto de dos tubos en función del diámetro: un tubo macho-escudo y un tubo macho hembra rebajado con disco de empuje y junta activa con anillo prensador.

El elemento soporte para estación intermedia de empuje se medirá en unidad aparte por unidad (ud). Incluye el precio el suministro, montaje y armado del elemento soporte junto con los cilíndricos hidráulicos necesarios, el posterior desmontaje y cierre de cada estación intermedia, así como los medios auxiliares de elevación necesarios para el manejo de los componentes en las operaciones de carga, descarga y manipulación.

La hinca mediante empujador de la tubería de hormigón se medirá por metro lineal (m) realmente ejecutado. En este concepto está incluido el empleo de la maquinaria de hinca con escudo ciego, la excavación, extracción del material excavado, la inyección de agua y lodo bentonítico, el control de alineación y de tensiones de hinca, la pérdida de rendimiento en trazados curvos y trabajo del equipo en el interior del pozo de hinca y cuantas operaciones sean necesarias, en especial, la inyección de mortero de cemento para macizar el espacio entre el terreno y el tubo, que será obligada en todos los tramos.

En el caso de necesidad de tratamiento secundario de lodos, éste será objeto de abono en unidad independiente y se medirá por metros lineales (m) de hinca.

No se consideran incluidos tampoco en el precio de la unidad la retirada adecuada de los restos de lodos sobrantes resultantes del tratamiento en obra realizado, su carga en camión, el transporte a centro de gestión autorizado cualquiera que sea la distancia a éste, el canon de vertido y de gestión, así como la gestión documental desde origen al centro de gestión. Estos conceptos se consideran incluidos en el capítulo del presupuesto correspondiente a la gestión de residuos de construcción y demolición.

## 4.19 TUBERÍAS DE PVC

Se medirá y abonará por los metros lineales (m) realmente ejecutados y medidos a cinta corrida por la longitud de su eje, descontando la longitud de los pozos de registro.

Los precios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 comprenden el suministro, transporte, montaje y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, incluido la preparación de las superficies de apoyo, nivelación, juntas de las tuberías, parte proporcional de incremento de coste por bielas, gastos de las pruebas y ensayos, y cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Dirección de Obra.

En especial, en este precio están incluidos los gastos correspondientes a las pruebas de estanqueidad de los tramos de colector y la inspección por cámara de televisión.

## 4.20 ELEMENTOS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE

### 4.20.1 POZOS DE REGISTRO DE SANEAMIENTO

Los pozos de registro se medirán y abonarán descomponiendo los elementos de que consta el pozo de registro, según lo señalado en el cuadro de precios nº 1.

### 4.20.2 ARQUETAS

Las arquetas se medirán y abonarán por unidad (ud) completamente terminada, según lo señalado en el cuadro de precios nº 1.

Este precio incluye la excavación, el relleno, hormigón, encofrado y desencofrado, armaduras, tapa de fundición reforzada con dispositivo de cierre y anagrama oficial o rejilla de fundición dúctil en caso de arqueta sumidero, pates de acero reforzados con polipropileno y cuantas obras auxiliares sean necesarias para la correcta y completa terminación de las obras.

### 4.20.3 SUMIDEROS

Los sumideros se medirán y abonarán por unidad (ud) completamente terminada, según lo señalado en el cuadro de precios nº 1.

Este precio incluye la excavación, el relleno, hormigón, encofrado y desencofrado, armaduras, rejilla de fundición dúctil y cuantas obras auxiliares sean necesarias para la correcta y completa terminación de las obras.

### 4.20.4 PATES

Los pates de polipropileno se medirán por unidades (ud) realmente colocadas en obra y se abonarán al precio definido en el Cuadro de Precios nº 1.

En este precio está incluido el replanteo, taladros, limpieza de los mismos y colocación del pate hasta su total terminación.

El precio del pate a emplear en los pozos de registro está incluido en el precio del alzado del propio pozo de registro y en el caso de arquetas, en el precio de unidad de arqueta.

### 4.20.5 TAPAS DE FUNDICIÓN EN SANEAMIENTO

Las tapas de fundición nodular serán de paso libre mínimo 60 cms y diseñadas para una carga de 40 toneladas. Se medirán por unidades (ud) realmente colocadas en obra y se abonarán al precio definido en el Cuadro de Precios nº 1, en función del tamaño.

En este precio está incluido el marco, la colocación, la fijación mediante anclajes a la obra de hormigón y cuantos materiales y operaciones sean precisas para su terminación.

El precio de las tapas en los pozos de registro está incluido en el precio de la unidad de base y cubierta del propio pozo de registro y en el caso de arquetas, en el precio de unidad de arqueta.

### 4.20.6 TAPAS METÁLICAS DE ACERO INOXIDABLE EN SANEAMIENTO

Las tapas metálicas de acero inoxidable se medirán por unidades realmente colocadas y se abonarán en función de sus dimensiones al precio definido en el Cuadro de Precios nº 1.

En este precio está incluido el marco, la fijación mediante anclajes a la obra de hormigón, la colocación y cuantas operaciones sean precisas para su total terminación.

### 4.20.7 BARANDILLAS

Estas unidades se abonarán aplicando los precios unitarios correspondientes a los metros lineales (m) realmente ejecutados en obra de los diferentes tipos de barandillas definidos en los planos.

En los precios estará incluido el material, fabricación, protección, colocación, fijaciones, y soldadura.

### 4.20.8 ACCESOS A POZOS

En el caso en que los pozos sean de altura apreciable se ha previsto la ejecución de plataformas intermedias de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Esta unidad se abonará por los metros cuadrados (m²) de tramex realmente ejecutado, incluyéndose en el precio las barandillas, escaleras y la estructura principal y auxiliar de sustentación de la plataforma; así como la correspondiente justificación estructural por el fabricante.

En los precios estará incluido el material, fabricación, protección, colocación, fijaciones, y soldadura si es preciso.

## 4.21 TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Las tuberías de PRFV se medirán por metros (m) de conducción totalmente terminada y probada en obra.

El precio al que se abonará cada tubería será el que corresponda a su uso, diámetro nominal, rigidez nominal y presión nominal, si procede, de los precios que figuren en el Cuadro de Precios.

En los precios se consideran incluidos la parte proporcional de junta de unión y de los tubos biela, los medios auxiliares y todas las pruebas necesarias para el correcto funcionamiento de la tubería.

En especial, en este precio están incluidos los gastos correspondientes a las pruebas de estanqueidad de los tramos de colector y la inspección por cámara de televisión.

Los codos y piezas con extremos embridados se abonarán por unidad, estando incluidas las juntas con alma de acero y la tornillería de acero inoxidable.

## 4.22 TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

La tubería de PE se medirá por metros (m) de conducción totalmente instalada y probada, diferenciando tubería en zanja y tubería en el interior de la hinca, a los que se aplicará su correspondiente precio del cuadro de precios nº 1.

- **Tubería en zanja**

En el caso de tubería en la zanja, la unidad incluye la soldadura a tope, tanto en superficie como en el fondo de la zanja, el traslado de la tubería a la posición previa, la instalación de rodillos en el fondo de la zanja, el tiro de la tubería hasta su posición definitiva, retirada de rodillos, alineación en planta y alzado y todas las operaciones complementarias necesarias para la instalación completa de la tubería.

En el precio de la unidad está incluido el control informatizado del proceso de soldadura con la verificación del cumplimiento de la normativa, la prueba de presión y la inspección con cámara de televisión.

- **Tubería en el interior de la hinca**

Para la tubería alojada en el interior de una hinca previa, la unidad incluye la soldadura a tope, el traslado a la tubería a la posición inicial, la instalación y posterior retirada de los rodillos de apoyo, el tiro controlado desde el extremo opuesto de la hinca, y todas las operaciones complementarias necesarias para la instalación completa de la tubería.

La operación de relleno con lechada entre el tubo de PE y el tubo hincado de hormigón, así como el llenado previo del tubo de PE con agua para evitar la flotación y el vaciado posterior, será de abono independiente.

La instalación de elementos de centrado se abonará de manera independiente

- **Piezas especiales**

Las piezas especiales proyectadas: codos y valonas portabridas, se abonarán por unidad aplicando los diferentes precios del cuadro de precios nº1.

El precio incluye la fabricación del elemento en la misma fábrica de suministro de la tubería, los controles informatizados de las soldaduras de los elementos que componen las piezas especiales, el suministro a obra, su instalación, las soldaduras en obra, bien en superficie bien en zanja, así como todas las operaciones auxiliares necesarias para la completa instalación de la pieza; incluyendo las juntas con alma de acero y la tornillería de acero inoxidable.

- **Pruebas**

Todos los elementos, tanto tubos como piezas especiales, tienen incluidos en sus precios las operaciones de pruebas de presión y las de inspección con cámara de televisión.

## 4.23 SUB-BASE Y BASE

La base y sub-base granular se abonará por aplicación del precio definido en el Cuadro de Precios nº 1 a los $m^3$ ejecutados, medidos en las secciones tipo señaladas en los planos, o bien por los perfiles transversales, antes y después del vertido y compactación.

## 4.24 RIEGOS DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA

La preparación de la superficie se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente.

El riego de imprimación, incluido recebo, compactación y todas las operaciones auxiliares, se abonará por aplicación del precio señalado en el Cuadro de Precios ofertado a los m² ejecutados y medidos "in situ".

El riego de adherencia se abonará por aplicación del precio señalado en el Cuadro de Precios ofertado a los m² ejecutados y medidos "in situ".

## 4.25 AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado.

En esta unidad, se consideran incluidos el betún, filler y áridos, así como su extensión, apisonado y cuantas operaciones auxiliares sean necesarias para el perfecto acabado.

El aglomerado en caliente se abonará por aplicación del precio señalado en el Cuadro de Precios a los metros cuadrados (m2) realmente ejecutados de acuerdo con lo definido en los planos y según el tipo de mezcal asfáltica, o por toneladas, si así se encuentra definido en las unidades de obra.

## 4.26 URBANIZACIÓN

Serán de aplicación los precios señalados en el Cuadro de Precios a las unidades de obra realmente ejecutadas, considerándose incluidos en dichos precios la totalidad de los materiales y operaciones específicas propias de cada realización, de forma que cada unidad se abone totalmente terminada.

## 4.27 CIERRES Y VALLAS

La retirada y reposición de cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente afectados.

En los precios se incluye la retirada, almacenamiento o reposición de postes y alambrada, la excavación y recibido de los postes, alambrada, etc. según la calidad que estaba colocada.

Las verjas y cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados estando incluidos en dichos precios los trabajos previos de preparación del terreno, así como la excavación, relleno y ejecución de las bases de hormigón y todos los medios necesarios para la perfecta colocación.

Las puertas se medirán y abonarán por unidades (ud) totalmente colocadas estando incluido en el precio materiales, transporte, medios de fijación, cerraduras, chorreado, imprimación, pintura y colocación en obra, así como todos los trabajos auxiliares necesarios.

## 4.28 JARDINERÍA

### 4.28.1 IMPLANTACIÓN DE CÉSPED

Se abonará y medirá por los metros cuadrados ($m^2$) realmente ejecutados, y que sean de abono, de acuerdo con el precio definido en el Cuadro de Precios nº 1.

Dicho precio comprende el suministro de los materiales (tierra vegetal procedente de préstamos, estiércol, abono mineral, semilla y cubre-siembra), su transporte, extendido de la tierra vegetal en capa de 30 cm de espesor, despedregado, abonado, rotavateado, rastrillados, siembra, extensión de cubre-siembra, rulado, riegos y primer corte.

### 4.28.2 PLANTACIÓN DE ÁRBOLES

Se abonará y medirá por las unidades (ud) realmente ejecutadas de acuerdo con los precios definidos en el Cuadro de Precios nº 1. Dichos precios comprenden el material (planta, tutor o vientos, ataduras y estiércol), transporte al lugar de emplazamiento, apertura de hoyo, abonado, plantación, protección del tronco en su caso, entutorado, confección del alcorque de riego y riegos hasta el asentamiento.

Cuando se trate de plantación de árboles en alcorque, esta operación comprenderá, además de todo lo anterior, el material, transporte y colocación del tubo perforado.

Cuando la época de plantación de los árboles no sea la adecuada para esta operación, se deberá realizar la plantación mediante cepellón de manera que se garantice el arraigamiento de la planta en su nueva ubicación. Asimismo, se tendrá especial cuidado en dar a la planta los riegos necesarios y los tratamientos necesarios para evitar la infección de parásitos.

### 4.28.3 PLANTACIÓN DE ARBUSTOS

Se abonará y medirá por las unidades realmente ejecutadas de acuerdo con los precios definidos en el Cuadro de Precios nº 1. Dichos precios comprenden el material (planta y estiércol), transporte al lugar de emplazamiento, apertura de hoyo, abonado, plantación y riegos hasta el arraigamiento.

## 4.29 AFECCIÓN A SERVICIOS

### 4.29.1 CRUCE CON SERVICIO EXISTENTE

El cruce con servicio existente se medirá por unidad, entendiéndose que los paquetes de canalizaciones envueltos en prismas de hormigón o arena (energía eléctrica, comunicaciones, alumbrado…) constituyen una unidad de cruce.

En el precio están incluidas las gestiones con la compañía o institución titular del servicio, las catas para la localización del servicio, los trabajos para sustentación y apeo del servicio o su baipás y posterior restitución con el trazado inicial, la reposición de los tubos dañados y del prisma de hormigón afectados, las protecciones de las tuberías de gas, el relleno, la adopción de medidas especiales complementarias para la entibación de la zanja, los materiales necesarias para el baipás y restitución final como tubos, codos, tes, piezas especiales, etc., la restitución de la sección tipo, con los materiales definidos en los planos, la banda de señalización, las operaciones de desconexión y conexión con el servicio existente, la pérdida de rendimiento en la excavación y relleno de la zanja así como en la instalación de la tubería. En resumen, todos los materiales y operaciones necesarias para el cruce del servicio manteniéndolo operativo, protegido y seguro en todo momento.

### 4.29.2 PARALELISMO CON SERVICIO EXISTENTE

El paralelismo con servicio existente no será de abono independiente, al estar incluido en el precio de la excavación de zanja.

## 4.30 MODO DE ABONAR LAS PARTIDAS ALZADAS

### 4.30.1 PARTIDAS ALZADAS SIN JUSTIFICAR

Las partidas alzadas que figuran en el Presupuesto para su abono sin justificar, el Contratista las cobrará íntegras afectadas por el coeficiente de baja, siempre que cumplan las obras correspondientes las exigencias (características, marcas, calidades, mediciones, etc.), que figuran en la redacción del concepto de cada una de ellas.

### 4.30.2 PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR

Las partidas alzadas que figuran en el Presupuesto para su abono a justificar, el Contratista demostrará sus costes para tener derecho al abono. Dichas partidas irán también sometidas al coeficiente de baja, y los trabajos realizados no excederán de las cantidades presupuestadas en Proyecto.

Los tiempos empleados para efectuar los trabajos correspondientes para su abono por este capítulo, así como las características de los materiales, mediciones, etc., deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de las Obras.

## 4.31 MODO DE ABONAR LAS OBRAS VARIAS CUYA EJECUCIÓN NO ESTA TOTALMENTE DEFINIDA EN ESTE PROYECTO

Las obras varias, cuya ejecución no está totalmente definida en este Proyecto, se abonarán de acuerdo con lo previsto para las obras accesorias en la legislación y normativa vigentes.

## CAPITULO V.- EQUIPOS

5.1 CONDICIONES GENERALES
5.2 RUIDOS DE LOS EQUIPOS
5.3 TUBERÍAS
5.4 NORMAS DE CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS Y VÁLVULAS
5.5 VÁLVULAS
5.6 EQUIPOS DE BOMBEO
5.7 CABLE DE TELEMANDO
5.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA
5.9 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL
5.10 PRUEBAS Y ENSAYOS DE EQUIPOS

## 5.1 CONDICIONES GENERALES

### 5.1.1 GENERALIDADES

Se tratará en este capítulo de cumplimentar una serie de normas y calidades mínimas que se exigirán a los distintos equipos e instalaciones que se incluyen en el presente proyecto.

Se indicará, asimismo, la forma en que se efectuará la medición y abono por aplicación de los precios de los distintos equipos e instalaciones, que son introducidos en el Cuadro de Precios nº 1.

### 5.1.2 DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE

El Contratista, para cada equipo definido en este capítulo, deberá presentar tres proposiciones de diferentes casas especializadas, para que la Dirección de Obra pueda escoger la más conveniente respetando siempre los precios definidos en el Cuadro de Precios nº 1.

Cada proposición será presentada, como mínimo, con seis meses de antelación al comienzo de la fabricación prevista del equipo y reunirá la siguiente documentación:

- Plano conjunto del equipo
- Plano de detalle
- Materiales que componen cada equipo
- Documentación complementaria suficiente para que la Dirección de Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo
- Manifestación expresa de que las instalaciones propuestas cumplen con todos los reglamentos vigentes que pudieran afectarles, así como las normas e indicaciones particulares de la Delegación de Industria de Gipuzkoa
- Marcas, modelos y tipos completamente definidos de todos los materiales presupuestados.
- Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
- Normas para mantenimiento preventivo de cada elemento.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuáles de ellas deben realizarse en banco y cuáles en obra. Para las primeras deberá avisarse a la Dirección de Obra con quince días (15 días) de anticipación a la fecha de pruebas.
  Se dará preferencia a las normas españolas UNE y en su defecto a las internacionales ISO. Si el Contratista presentase un equipo cuyas pruebas a realizar no estén contenidas en ninguna de las normas antes citadas, deberá presentar la norma extranjera por él propuesta, acompañada de la correspondiente traducción al español.
- Protocolo de pruebas. Estará formado por el conjunto de normas que para los diferentes equipos presente el Contratista y será utilizado para la comprobación de los equipos a la recepción.

En caso de que las pruebas propuestas por el Contratista no se ajusten a ninguna norma oficial y deban desarrollarse éstas bajo condiciones particulares, el Contratista está obligado a prestar cuanta información complementaria estime conveniente la Dirección de Obra, quien podrá rechazar el equipo propuesto si, a su juicio, dicho programa de prueba no ofrece garantías suficientes.

- Instrucción de conjunto para el manejo y conservación de la totalidad del equipo, incluyendo una descripción de todos los mecanismos y accesorios.

El Contratista distribuirá y remitirá a la Dirección de Obra todos los planos y revisiones de los mismos.

Todos los planos del Contratista serán comprobados y aprobados por la Dirección de Obra. El fabricante del equipo no está autorizado a la fabricación del mismo sin disponer de esta aprobación. Esta aprobación es para el diseño general únicamente y no eximirá al Contratista de su responsabilidad en lo referente a su suficiencia de detalle, diseño y previsión de cálculos.

### 5.1.3 GARANTÍAS

El Contratista establecerá su garantía sobre la totalidad del suministro. Esta garantía se manifestará a través de los siguientes aspectos:

- Toda la ingeniería, proyectos y dibujos de los equipos especificados serán considerados por la Dirección de Obra como realizado exclusivamente por el Contratista, y del no cumplimiento de lo indicado, será éste el único responsable.

- El Contratista será el único responsable de la construcción de la totalidad de los equipos, de acuerdo con los proyectos por él realizados. Deberá efectuar un control de calidad de todos los materiales que compondrán los equipos, realizando ensayos mecánicos, químicos y pruebas no destructivas, por Laboratorio oficial.

- El Contratista será el único responsable del suministro del equipo, bajo los siguientes aspectos:

    a) Deberá entregar la totalidad de los equipos descritos en las especificaciones Técnicas del Contratista y aceptados por la Dirección de Obra.

    b) Realizará todas las entregas de acuerdo con el programa establecido por él y la Dirección de Obra.

- Durante el período de garantía, el Contratista reparará o cambiará cualquier parte defectuosa aparecida en la operación o pruebas de los equipos. Todos los gastos de personal, materiales y medios, serán a su cargo.

- Si durante el período de pruebas y primera época de la operación del equipo se comprobase que el equipo o parte del mismo no cumple las características especificadas por la Dirección de Obra y garantizadas por el Contratista en su oferta, éste procederá a la mayor urgencia posible a las necesarias reparaciones o modificaciones de equipo para alcanzar los valores deseados, con todos los gastos de personal, materiales y medios a su cargo.

### 5.1.4 NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

Las normas y códigos a tener en cuenta para el diseño de la instalación, serán los siguientes:

a) ISO
   - Tuberías y válvulas de PVC

b) NFP
- Equipos eléctricos

c) IEC
- Equipos eléctricos

d) DIN y UNE
- Tuberías a presión, válvulas

e) UNE e IIS-ASME
- Soldaduras de elementos metálicos

### 5.1.5 MANUAL DE INSTRUCCIONES

El Contratista entregará un mínimo de dos (2) copias de los Manuales de Instrucción de los equipos suministrados.

El contenido del Manual de Instrucciones será, como mínimo, el siguiente:

I Descripción del equipo

II Características nominales de diseño y de prueba

III Composición y características de los materiales

IV Principios de operación

V Instrucciones de operación

VI Gradientes máximos, limitaciones y funcionamiento en condiciones distintas de las normales. Puntos de tarado.

VII Lista de componentes o de despiece, con números de identificación, dibujos de referencia, nombre y características de la pieza (dimensiones, materiales, etc.)

VIII Instrucciones de recepción, almacenamiento, manejo y desembalaje del equipo

IX Instrucciones de montaje y desmontaje: tolerancias

X Instrucciones de mantenimiento
XI Pruebas y controles periódicos

XII Lista de repuestos

Este Manual de Instrucciones deberá estar íntegramente redactado en español.

### 5.1.6 NORMAS DE APROBACIÓN DE SUMINISTRADORES

El adjudicatario presentará a la Dirección de Obra y para cada equipo, una relación con nombre y dirección de tres posibles suministradores, así como calidad de los materiales propuestos. De entre estos tres, la Dirección de Obra elegirá el que estime como más adecuado. No se podrá instalar ningún material sin que se haya recibido la aprobación correspondiente por parte de la Dirección de la Obra. Esta aprobación se hará por escrito, conservando en su poder una muestra del material aceptado. Los materiales considerados como inadecuados deberán ser retirados de obra lo más rápidamente posible, con cargo al Adjudicatario.

## 5.2 RUIDOS DE LOS EQUIPOS

### 5.2.1 REQUISITOS EXIGIDOS AL SUMINISTRADOR

Todos los materiales, equipos e instalaciones que se sitúen en la instalación, deberán haber sido sometidos a un estudio sobre el nivel de ruidos que producen. No se considerará como aceptable el material o equipo que no haya pasado el estudio indicado.

En primer lugar, el suministrador enviará a la Dirección de Obra, y para cada equipo, una "HOJA DE DATOS", donde se indican los niveles de presión sonora permitidos por la Dirección de Obra, los niveles garantizados por el Suministrador de los equipos en las posiciones de medida y los niveles garantizados por el Vendedor; y cuando es necesario el empleo de diseños especiales o tratamientos acústicos. Este dato se cumplimentará siempre que los niveles garantizados por el Suministrador sean superiores a los permitidos por la Dirección de Obra.

Los niveles garantizados por el Suministrador, serán los obtenidos mediante lecturas de nivel sonoro realizadas en taller, alrededor de equipos iguales y funcionando en las condiciones de operación requeridas.

En el caso de que sea preciso ofertar un diseño especial o disponer de un tratamiento acústico adicional para garantizar los niveles requeridos, se describirán, detalladamente, todas las modificaciones introducidas en el diseño o las características del tratamiento acústico requerido. Estas modificaciones no podrán suponer desviación alguna en el cumplimiento de otras especificaciones del proyecto sin contar con la autorización expresa de la Dirección de la Obra.

Se realizarán lecturas del nivel de ruidos en el taller de fabricación y con el equipo instalado. Si durante las inspecciones se comprueba que los niveles de ruido producidos exceden a los garantizados, el Suministrador reparará las deficiencias que originan los niveles en exceso, sin que la Dirección de Obra tenga que abonar gasto alguno por este concepto.

### 5.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE INSONORIZACIÓN

Todos los equipos de insonorización se diseñarán para una duración igual a la vida prevista para dicho equipo. Irán provistos de una protección adecuada contra la corrosión. Las partes internas que sean metálicas, se construirán con materiales resistentes a la corrosión.

Los recubrimientos acústicos se construirán a prueba de roedores, serán no inflamables y no higroscópicos. Se protegerán adecuadamente contra la lluvia, nieve y calor.

Todo cerramiento acústico dispondrá de una ventilación adecuada. Las aperturas serán minimizadas para que las pérdidas en la atenuación no afecten de forma significativa al valor del aislamiento requerido para el cerramiento. Los accesos de tuberías y tomas para instrumentos, se diseñarán convenientemente para evitar al máximo problemas de montaje, operación y mantenimiento.

Se presentará estudio técnico justificativo de la solución adoptada, garantizando los niveles de aislamiento acústico.

### 5.2.3 RESTRICCIONES PARA EL RUIDO EMITIDO EN BANDA ESTRECHA

Se define como ruido emitido en banda estrecha o tono puro aquél que es claramente diferenciable por el oído al estar localizado en una determinada banda de frecuencias del aspecto audible y producir un nivel sonoro considerablemente mayor (5 dB o más) en dicha banda que en las bandas adyacentes del espectro.

Los tonos puros deberán eliminarse por resultar molestos al oído, además de que pueden ser consecuencia de algún defecto constructivo del equipo. Si en los ensayos de niveles de ruido se detecta un tono puro, el nivel en la banda donde se presenta dicho tono deberá rebajarse hasta 5 dB, independientemente de que el equipo cumpla con los niveles de ruido especificados.

### 5.2.4 CONDICIONES GENERALES PARA REALIZAR LOS ENSAYOS DE NIVEL DE RUIDO

Las posiciones de medida se indicarán individualmente para cada equipo.

Para cada una de las posiciones de medida, deberá anotarse el nivel de presión sonora SPL en dB para cada una de las bandas de octava internacionales (63, 125, 250, 500, 1K, 2K, 4K y 8K Hz) y el nivel de presión sonora SPL global en dB (A).

Para todas las mediciones se empleará un sonómetro de precisión que cumpla con la norma BS 4192, acoplado con un filtro de bandas de octava que cumpla con la norma BS 2475.

El aparato de medida deberá calibrarse antes y después de realizarse las lecturas, debiéndose repetir cuando se detecten alteraciones sensibles en el nivel de referencia.

Todas las lecturas se tomarán con el sonómetro en posición de respuesta lenta.

El suelo del lugar donde se realicen las pruebas será de hormigón, no colocándose ningún material absorbente sobre el suelo o en los alrededores del equipo. Las paredes del local se situarán a la mayor distancia posible del equipo sometido a prueba.

Cuando el equipo, el sistema de acoplamiento y el elemento de mover formen un conjunto, no es necesario realizar pruebas por separado, sino que pueden tomarse lecturas alrededor de todo el conjunto funcionando. Para este caso, los límites de nivel de ruido aceptables para el conjunto serán los

que correspondan al equipo que permita mayor nivel global en dB, aumentando en 2 dB para cada una de las bandas para el nivel de presión sonora global.

El nivel de presión sonora ambiente en cada una de las posiciones de medida deberá ser 10 dB menor que el nivel resultante medido cuando el equipo está funcionando. Si la diferencia entre los niveles citados se encuentra entre 3 y 10 dB, se establecerá la siguiente corrección:

| SPL (Ambiente + equipo)-SPL (Ambiente sólo) | Corrección _ L |
|---|---|
| >10 | - |
| 10 | 0,4 |
| 9 | 0,6 |
| 8 | 0,8 |
| 7 | 1 |
| 6 | 1,3 |
| 5 | 1,7 |
| 4 | 2,2 |
| 3 | 3 |
| < | No es adecuado el lugar |

SPL(equipos) = SPL(ambiente + equipos) - _ L

### 5.2.5 CONTROL DE RUIDO EN LAS BOMBAS

Se aplicará a todas las bombas de 7,5 KW y mayores.

Los equipos auxiliares como son los accionamientos, cajas de engranaje, etc. se considerarán a todos los efectos equipos separados. El nivel de ruido producido por los citados equipos auxiliares no deberá influir en las mediciones realizadas alrededor del equipo principal.

Cuando la bomba, el acoplamiento y los equipos auxiliares formen un conjunto objeto de suministro, no será preciso realizar pruebas por separado a cada una de las partes integrantes, sino que podrán efectuarse las lecturas alrededor del grupo funcionando. Para este caso, los límites de nivel de ruido aplicables al conjunto serán los que correspondan al equipo que permita mayor nivel global en dB, aumentando en 2 dB para cada una de las bandas y en 2 dB para el nivel de presión sonora global.

Los límites permisibles de nivel de presión sonora son :

| Frecuencia central de la banda (Hz) | Nivel de presión sonora SPL(dB) ref. 2x10 $N/m^2$ |
|---|---|
| 63 | 93 |

| | |
|---|---|
| 125 | 86 |
| 250 | 81 |
| 500 | 77 |
| 1 K | 76 |
| 2K | 74 |
| 4K | 73 |
| 8K | 70 |
| Nivel global SPL dB | 92 |

Las posiciones de medida de los límites de presión sonora estarán en las siguientes posiciones:

- 1 m desde la superficie de la máquina o cerramiento, siempre que el eje esté situado como mínimo 0,25 m. por encima del suelo.
- 1 m desde la pared de las tuberías de succión y descarga.
- 1 m del cerramiento sobre la línea del eje.

### 5.2.6. CONTROL DE RUIDO EN EQUIPOS VARIOS

Este apartado es aplicable a todos los equipos y dispositivos capaces de generar ruidos elevados y que no hayan sido considerados en los apartados anteriores.

Los límites de nivel de presión sonora son los siguientes:

| Frecuencia central de la banda (Hz) | Nivel de presión sonora SPL(dB) ref. 2x10 $N/m^2$ |
|---|---|
| 63 | 97 |
| 125 | 93 |
| 250 | 85 |
| 500 | 80 |
| 1 K | 79 |
| 2 K | 77 |
| 4 K | 77 |
| 8 K | 75 |
| Nivel global SPL dB | 86 |

Todos los valores se medirán a 1 m de la superficie de la máquina o cerramiento, a la altura del eje, no situándose éste a una altura desde el suelo inferior a 0,25 m.

En las descargas a la atmósfera se medirá a 3 m de boca de salida en cualquier dirección, y a 1,5 m por encima del terreno o plataforma de acceso.

## 5.3 TUBERÍAS

### 5.3.1 CONDICIONES GENERALES

La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que dentro de las tolerancias prescritas y que no representen merma en la calidad de la capacidad de desagüe. La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

Los tubos y demás elementos de la conducción estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las paredes exteriores y especialmente interiores queden regulares y lisas, con aristas vivas.

Todas las piezas constitutivas de mecanismos (llaves, válvulas, juntas mecánicas, etc.) deberán, para un mismo diámetro nominal y presión normalizada, ser rigurosamente intercambiables.

Todos los elementos de la conducción deberán resistir, sin daños, a todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas y ser absolutamente estancos, no produciendo alteración alguna en las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas de las aguas, aun teniendo en cuenta el tiempo y los tratamientos físico-químicos a que éstas hayan podido ser sometidas.

El enlace entre tuberías entre éstas y piezas especiales se hará siempre por bridas.

Todos los elementos deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de juntas empleado para que éstas sean estancas; a cuyo fin, los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que las juntas sean impermeables, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje de las mismas, evitando tener que forzarlas.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar la entrada de cuerpos extraños durante el montaje de las tuberías y que, posteriormente, puedan originar obstrucciones.

Cada tubería debe inspeccionarse antes de ser colocada, pues una vez situado no podrá ser extraída ni reemplazada.

Las que vayan a situarse enterradas se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3 de este Pliego.

Todos los pasamuros se hormigonarán "in situ" previo montaje y nivelación efectuados.

Pruebas

Todas las pruebas deben hacerse sobre todos los tramos realizados. El Adjudicatario dispondrá todos los equipos necesarios para la realización de la pruebas, como son: bombas manómetros, tuberías de conexión, válvulas, etc., así como el agua necesaria para la realización de la prueba.

El tramo a probar deberá estar lleno de agua un período de 24 horas antes de elevar su presión e iniciar el ensayo.

Las pruebas se realizarán de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3 de este Pliego.

### 5.3.2 TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE

#### 5.3.2.1 Condiciones Generales

Se entiende por tubería de acero inoxidable la construida a partir de acero inoxidable destinada al transporte de fluidos para los que se precisa estanqueidad.

#### 5.3.2.2 Material

El acero inoxidable correspondiente a las tuberías de la conducción, tuberías de desagüe, perfiles laminados, elementos de refuerzo y bridas será del tipo AISI 316L, cuyas características han sido definidas en el capítulo II de este Pliego.

Mediante el certificado de garantía de la factoría siderúrgica, podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción. Independientemente de esto, la Dirección de Obra determinará las series de ensayos necesarias para la comprobación de las características anteriormente reseñadas. Estos ensayos serán a cuenta del presupuesto de la obra, salvo en el caso de que sus resultados demuestren que no cumplen las Normas anteriormente citadas, y entonces serán abonadas por el Contratista.

#### 5.3.2.3 Ejecución en taller

Las tuberías deben construirse en taller, debiendo realizar en obra el menor número posible de soldaduras. Por tanto, deberán ser de la mayor longitud transportable.

La chapa para la ejecución de la virola se curvará en frío. La unión de las placas de acero y virolas entre sí se realizará por soldadura, que podrá ser longitudinal, transversal.

La preparación de bordes se efectuará siguiendo las indicaciones en los Planos del Proyecto o, en su defecto, ateniéndose a las instrucciones contenidas en la Norma UNE 14036.

Las soldaduras longitudinales se efectuarán siempre antes que las transversales se crucen con ellas. No obstante, se podrán dejar sin soldar, hasta el momento de ejecutar las uniones transversales, trozos de diez (10) centímetros de aquéllas, con objeto de facilitar el debido acoplamiento de las virolas contiguas.

El sobreespesor total de las soldaduras a tope no será superior al diez por ciento (10%).

El Contratista propondrá a la Dirección de la Obra un plan completo de fabricación de la tubería, indicando el orden y modalidad de las soldaduras con objeto de evitar al máximo las tensiones residuales.

No podrá comenzar la fabricación sin la aprobación previa de aquélla y está obligado a adoptar cuantas modificaciones se le impongan.

**5.3.2.4 Control en taller**

El Control que se realice sobre estos elementos deberá ser ejecutado por una empresa homologada, elegida por la Dirección de Obra.

Las calificaciones que se exigen a las soldaduras son las 1 y 2 (XR 1) del Instituto Internacional de Soldadura, admitiéndose la calificación 3 siempre que no existan defectos lineales. Si en algún tramo la calidad de las soldaduras no resulta aceptable, de acuerdo con lo indicado anteriormente, el Contratista corregirá el defecto y la nueva inspección de comprobación correrá de su cuenta.

En una misma soldadura no se permitirá más de dos correcciones por fallo de ésta, siendo obligado a volver a empezarla de nuevo.

Los labios terminales de la virola deben ir preparados para la ejecución de la soldadura en obra.
Para la soldadura longitudinal-transversal se realizará el siguiente control.

En el caso de emplear soldadura longitudinal-transversal con tuberías no sometidas a esfuerzos de consideración, se realizará:

Sobre costuras longitudinales: al 100% por ultrasonidos y control gama o radiográfico en las zonas en que se localicen defectos apreciables.

Sobre costuras circulares: soldadas en vertical girando progresivamente los tubos, control por muestreo con gama o radiografía. El muestreo no será inferior, en principio, al 20% de la longitud total del cordón, incluyendo todos los cruces. En función de los resultados obtenidos, el muestreo podrá ampliarse hasta el 100%.

Sobre costuras circulares soldadas "in situ": control por muestreo con gamma o radiografía. Se radiografiará el 100% del cordón.

Aparte de este control, se ejecutará el siguiente:

En taller se comprobará que los soldadores que intervengan en la ejecución dispongan de los correspondientes certificados de aptitud, extendidos por organismo competente, de acuerdo con la norma UNE 14.010. Los gastos de estos certificados serán de cuenta del Contratista.

Se comprobará que la preparación de bordes y la ejecución de soldaduras se realiza en forma satisfactoria y de acuerdo con los planos y especificaciones.

Se comprobará que los electrodos empleados son adecuados a los materiales a soldar y empleen las condiciones del Código ADME II, Sección C y que se respetan las instrucciones de uso dadas por los fabricantes.

Se examinarán visualmente la totalidad de los cordones, comprobando su aspecto y midiendo sus espesores.

Control dimensional. Se verificará un control unitario de dimensiones de acuerdo con los planos.

Acabado. Se realizará un detenido examen de aspecto de los elementos terminados. Se cuidará especialmente que no existan irregularidades ni discontinuidad en las superficies en contacto con el agua.

Una vez comprobado y aprobado en taller la correcta ejecución de la tubería, se procederá a levantar un certificado de aptitud con sello impreso en el tubo para poder ser transportado a obra.

**5.3.2.5 Ejecución en obra**

Para la ejecución de la soldadura en obra será necesario el empleo de soldadores con el certificado de aptitud, siguiéndose las mismas indicaciones para el control y aceptación de la soldadura que las definidas en el artículo 5.3.2.4. de este Pliego.

Se realizará la inspección siguiente:

1 - Comprobación de materiales:

Se identificarán los materiales y elementos antes de su montaje, comprobando que los que lo requieran llevan las correspondientes marcas de inspección en taller.

2 - Vigilancia del montaje:

Se comprobará la correcta presentación y montaje de los diferentes elementos. En particular:

- Presentación y preparación de bordes de los elementos a unir por soldadura.

- Presentada la tubería y alineada ésta, de no ejecutarse la soldadura, se protegerá con cinta de papel. Dicha cinta no se retirará hasta ejecutar la soldadura.

- No se dejará, al concluir la jornada, ninguna soldadura sin terminar.

En todas las soldaduras de montaje se verificará el control por gamma o radiografía con el siguiente muestreo:

a) En las costuras realizadas en 1 GR se radiografiará el 10%

b) En las radiografías realizadas en 5 G se radiografiará el 100%

Bajo ningún concepto se podrá soldar a la tubería llegada a obra elementos de anclaje, apoyos provisionales, etc. que puedan dañar su aspecto. La colocación de la tubería se realizará mediante viga carril, rodillos, etc. con el fin de no dañar nunca el tubo. Todos estos elementos de colocación deberán de ser por cuenta del Contratista.

#### 5.3.2.6 Anclajes de las tuberías

Se deberán suministrar los perfiles, pletinas, bulones y demás partes metálicas para anclajes en el hormigón, soportes y guías de las tuberías de acero inoxidable.

La calidad del acero de estos elementos será de acero inoxidable 316L.

La superficie de las partes metálicas que deben transmitir cargas a la obra de hormigón armado deberá ser dimensionada de manera que las tensiones de compresión sobre la misma no excedan de cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado (50 kg/cm²).
Si el anclaje queda visto y no es de acero inoxidable, llevará un recubrimiento de galvanizado en caliente. En este caso el anclaje de la tubería abrazará la misma con una cinta de caucho para evitar el contacto acero inoxidable - acero galvanizado eliminando el posible par galvánico.

#### 5.3.2.7 Tornillería y bridas

La tornillería será siempre de acero inoxidable equivalente al AISI 316L.

El material de las bridas será de la misma calidad que el de la tubería a la cual la brida está soldada, es decir, será de acero inoxidable AISI 316L.

#### 5.3.2.8 Medición y abono

Las tuberías de acero inoxidable de cualquier diámetro interior, con sus chapas, cartelas, rigidizadores, perfiles laminados para anclaje, chapas y bridas para recibir válvulas, se abonarán por kilogramo de tubería de acero inoxidable realmente colocado en obra. En el precio está incluido piezas especiales, elementos de unión, pasamuros, juntas de dilatación, anclajes, transporte, montaje y pruebas.

Las bridas de acero inoxidable se abonarán por kilogramos de acero realmente colocados. La soldadura, tornillos y tuercas de unión, etc. no se medirán aparte, estando repercutidos como parte proporcional en el precio de la brida.

Las juntas de estanqueidad colocadas entre bridas, así como los tornillos de amarre de las mismas, no serán de abono por considerarse incluidas dentro del precio de la unidad.

### 5.4 NORMAS DE CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS Y VÁLVULAS

Los cálculos mecánicos e hidráulicos se realizarán indicando las Normas Generales que se han empleado, UNE, DIN, ASME, etc. Se recomienda la utilización de la Norma DIN 19704 en la parte de los cálculos de comprobación que resulte aplicable.

Los actuadores de maniobra de las válvulas, serán de gran robustez y dimensionada para un esfuerzo de 1,5 veces el esfuerzo máximo de cálculo. Las válvulas deben poder accionarse manualmente y su maniobra no exigirá un esfuerzo superior a 10 kg.

El Contratista indicará las tensiones de trabajo simples y compuestas a que quedan sometidos los diferentes materiales que constituyen las estructuras. Asimismo, se indicarán las siguientes tensiones máximas de trabajo o tensiones base para el cálculo:

- Tensión admisible de tracción o compresión previa, comprobación de pandeo
- Tensión admisible a esfuerzo cortante
- Tensión de comparación

La tensión base o máximo de trabajo es un límite absoluto que no deberá ser sobrepasado ni siquiera en el caso de piezas sometidas a choques, esfuerzos dinámicos, fatigas locales o alternadas, vibración, oxidación, etc.

Asimismo, se indicarán las cargas máximas transmitidas al hormigón por las piezas fijas, así como las correspondientes a los órganos de maniobra.

Los esfuerzos de compresión en el hormigón se atendrán a lo especificado en las Normas DIN y no superarán en cualquier caso, los cincuenta (50) kg/cm².

Las conducciones blindadas y los revestimientos deberán dimensionarse para los estados de carga más desfavorables, sin tener en cuenta la colaboración del hormigón que los engloba.

El cálculo de resistencia de los elementos sometidos a esfuerzos de origen hidráulico, se deberá hacer sobre la base de fuerzas equivalentes al ciento cincuenta por ciento (150%) de la carga hidráulica máxima aplicable.

Las tensiones admisibles a usar para el diseño de los componentes de soporte y rigidez de las válvulas de cierre y regulación no excederán de un tercio (1/3) de la tensión de fluencia mínima garantizada del material utilizado, o de un quinto (1/5) de la tensión de rotura del mismo (debiendo adoptarse el menor de ellos).

En ningún caso, las tensiones resultantes del esfuerzo combinado producido por la acción compuesta de las cargas exteriores y esfuerzos mecánicos máximos de operación excederán de dos tercios (2/3) de la tensión de fluencia máxima admisible del material utilizado.

Para los componentes de los accionamientos sometidos a esfuerzos de operación, se adoptará una tensión admisible máxima no superior a una quinta (1/5) de la tensión garantizada mínima de rotura de los materiales a utilizarse.

Al espesor de cada elemento metálico calculado, se le añadirán uno y medio milímetro (1½ mm) por cada cara del mismo que ha de hallarse en contacto con el agua para compensar debilitamiento por corrosión. En ningún caso, el espesor mínimo de estos elementos será inferior a seis milímetros (6 mm).

Se realizará para cada válvula el cálculo, de su brida, cuerpo y tajadera.

## 5.5 VÁLVULAS

### 5.5.1 DESCRIPCIÓN

Se incluyen en el Proyecto válvulas de compuerta y de mariposa, así como elementos de protección de entrada y salida de aire, carretes de desmontaje, etc., según las características definidas en los diferentes apartados.

### 5.5.2 CONDICIONES GENERALES

#### 5.5.2.1 Diámetros y bridas

Los diámetros nominales de las válvulas se ajustarán a la norma UNE 19003 y el enlace con la tubería será embridado, debiendo cumplirse lo especificado en las normas UNE 19152 a 19155, ambas inclusive, y 19159.

Las válvulas de 40 mm y menores, serán normalmente de paso reducido, es decir, que el paso por los asientos de las válvulas es un tamaño menor que el de la línea en la que va montada, excepto cuando se requiera válvula de paso total que será claramente indicado en la requisición de material.

#### 5.5.2.2 Presiones

Se considerarán las siguientes:

a) Presión nominal

Es la máxima presión de trabajo que admite la válvula.

b) Presión de trabajo

Es la que se encuentra sometida la válvula en las condiciones más adversas.

c) Presión de resistencia

Es la máxima presión a que se someterá la válvula en el banco de pruebas y con el obturador abierto.

d) Presión de prueba de estanqueidad

Se realizará con el obturador cerrado y es la máxima presión que se someterá al cierre sin que se origine pérdida de presión alguna.

La relación entre la presión nominal y la de prueba será la indicada en la tabla nº1.

TABLA Nº 1

| Presión Nominal | Presión de prueba en Kg/cm$^2$ | |
|---|---|---|
| | Resistencia | Estanqueidad |
| 6 | 10 | 6 |
| 10 | 16 | 10 |
| 16 | 25 | 16 |
| 25 | 40 | 25 |
| 64 | 96 | 64 |

**5.5.2.3 Materiales**

Los materiales a emplear, cumplirán con las especificaciones que se citan en la Tabla nº2. Cuando por circunstancias especiales, el Contratista considere conveniente emplear materiales diferentes a los detallados en la citada tabla, éste deberá justificar los motivos de su modificación y acompañar la Norma que corresponde al nuevo material en la que, como mínimo, deberá contener la composición química y las características mecánicas. La Dirección de Obra podrá exigir la presentación de los datos complementarios que estime necesarios para su información y, en consecuencia, proceder a la aceptación o rechazo del material propuesto por el Contratista.

No se usarán materiales antifricción de cobre en ninguna parte de la válvula.

La junta de la tapa de las válvulas será del tipo espirometálica. El acabado y tipo de la superficie de la junta de la tapa será igual al de las bridas de los extremos.

La superficie de la contracara de la brida donde asientan las tuercas se mecanizará paralela a la propia cara de la brida.

En las válvulas de bola, el material de la bola será de acero inoxidable tipo 316L.

No se admitirán palancas o llaves de accionamiento de material plástico o termo-deformable que la haga inoperable.

**TABLA Nº 2**

| CLASE | NORMA | TIPO |
|---|---|---|
| **CUERPOS Y OBTURADORES** | | |
| Fundición de hierro modular<br>(grafito esferoidal) | DIN 1693<br>ASTM | GTW 40<br>A-395 |
| Acero moldeado al carbono | DIN 1681<br>ASTM | GS-45<br>A-216<br>Grado-WCB |
| Acero moldeado para baja temperatura<br>(mínima temperatura de servicio) 73° C | ASTM | A-352<br>Grado-LC-2 |
| Acero inoxidable moldeado de gran resistencia mecánica | ASTM | A-296<br>Grado-CA-15 |
| Acero inoxidable moldeado resistencia a la corrosión | ASTM | A-296<br>Grado-CF-8M |
| Bronce normal | ASTM<br>DIN 1705 | B-62<br>RG-5 |
| Acero laminado | UNE 36080 | A-42-b |
| **ACCESORIOS DE VALVULAS** | | |
| Bronce al aluminio, (Gran resistencia a la corrosión) | ASTM | B-148<br>Clase-952 |
| Latón de gran resistencia mecánica | DIN 17770 | MS-58 |
| Metal normal (Gran resistencia a la corrosión) | ASTM | B-164 |
| Acero inoxidable laminado (fácilmente soldable) | AISI | Grado-304 |
| Acero inoxidable laminado (gran resistencia a la corrosión) | AISI | Grado-316 |
| **TORNILLOS Y TUERCAS** | | |
| Acero al carbono (para tornillos y tuercas) | ASTM | A-307<br>Grado-A |
| Acero aleado para tornillos | ASTM | A-193<br>Grado-B-7 |
| Acero especial para tuercas | ASTM | B-194<br>Grado-7 |
| Acero inoxidable | UNE 36016 | F-312 |

**5.5.2.3.1 <u>Acero moldeado</u>**

Cumplirá las normas reseñadas en la tabla nº 2

En el cálculo, la carga de trabajo de tracción o compresión, no será superior a quinientos (500) kilogramos por centímetro cuadrado.

#### 5.5.2.3.2 Bronces

La superficie de contacto de las compuertas con sus marcos, tanto en éstos como en aquéllos serán de bronce con un espesor mínimo de veinte (20) milímetros.

La superficie de contacto o rozamiento debe ser tal que no resulte una presión del orden de los treinta y cinco (35) kilogramos por centímetro cuadrado, cuando sea la máxima presión actuante.

La composición del bronce será la siguiente:

1) Para las compuertas:

Cu = Cobre comprendido entre 82 y 84%
Sn = Estaño comprendido entre 7 y 8%
Pb = Plomo comprendido entre 4 y 5%
Zn = Zinc comprendido entre 5 y 6%

2) Para los marcos:

Cu = Cobre comprendido entre 82 y 83%
Sn = Estaño comprendido entre 4 y 5%
Pb = Plomo comprendido entre 7 y 8%
Zn = Zinc comprendido entre 5 y 6%

La superficie de contacto o de rozamiento debe ser tal que no resulte en ella una presión superior a treinta y cinco (35) kilogramos por centímetro cuadrado, cuando sea máxima la presión actuante en toda la compuerta.

#### 5.5.2.3.3 Fundición

La fundición a emplear en los cuerpos de válvula será fundición nodular según lo indicado en la tabla nº2. No se permitirá el empleo de fundición ordinaria en las válvulas descritas en este apartado.

#### 5.5.2.3.4 Acero inoxidable

El acero inoxidable a emplear en los cuerpos de las válvulas cumplirá las normas reseñadas en la tabla nº2.

En el cálculo, la carga de trabajo de tracción o compresión no será superior a quinientos (500) kilogramos por centímetro cuadrado.

### 5.5.2.4 Ensayos y pruebas

1) Ensayos en taller

Todas las uniones soldadas serán inspeccionadas mediante radiografías que se harán en presencia de un representante de la Dirección de las Obras. La calificación de las uniones soldadas radiografiadas, se harán con arreglo a las Normas UNE y no se aceptarán uniones con clasificación 3, 4 o 5.

Se ensayarán mecánicamente varias probetas de soldadura realizadas con los materiales, postura y operaciones que hayan de intervenir en la obra.

En las piezas mecanizadas si existiesen zonas dudosas se recurrirá al examen por control radiográfico, antes y después del mecanizado si fuese necesario.

Los cilindros de los servomotores y demás órganos que contengan aceite o presión como son los cuerpos de las bombas de aceite, los depósitos y tuberías de aire o aceite y sus correspondientes válvulas serán sometidas en taller a una presión de ensayo igual a la de servicio aumentada en un cincuenta por ciento (50%).

Los esfuerzos durante el ensayo no deberán, en ningún caso, sobrepasar el cuarenta por ciento (40%) de la carga de rotura, ni el ochenta por ciento (80%) del límite elástico. Durante dicho ensayo, no deberán producirse deformaciones apreciables, fugas, ni filtración alguna.

2) Presentación en taller

Con el fin de prever las dificultades que pudieran presentarse en el montaje definitivo de válvulas y compuertas, es necesario que se realice en el taller una presentación completa de todas las válvulas.

3) Pruebas en taller

Se comprobará que todas las dimensiones dadas están dentro de las tolerancias exigidas.

Se comprobará que la apertura y cierre de las válvulas se realiza en condiciones normales, sin vibraciones ni ruidos molestos.

Se comprobará la estanqueidad de las válvulas en situación de cierre, a presión máxima o nominal de funcionamiento y no debiendo existir fuga alguna de agua.

En el resto de las válvulas se comprobarán además a 1,5 veces la presión nominal, con control de fugas, no debiendo existir fuga alguna de agua.

4) Pruebas de puesta en marcha

Inmediatamente después de terminado el montaje se realizarán pruebas de funcionamiento en vacío de todos los mecanismos de accionamiento de los equipos y de las protecciones eléctricas.

**5.5.2.5 Protección contra la corrosión**

**5.5.2.5.1 <u>Preparación de superficies</u>**

a) Pretratamiento

Antes de chorrear, deberán eliminarse todas las irregularidades, arco de soldadura, protuberancias, bordes cortantes, etc...

b) Chorreado

Chorrear con abrasivo "seco" hasta el grado Sa-2½, de las normas SIS-055900 para todas las superficies.

c) Perfil de anclaje

El perfil de anclaje debe ser el obtenido por una granalla angular tipo G-40, o por perdigón tipo S-230, o por arena silícea de 36/60 mallas, capaces de proporcionar un perfil entre 40 y 60 m, medido con un comparador KEANE-TATOR o similar.

Perfiles más rugosos exigen un espesor de silicato de zinc más alto que el especificado.

En el caso de reutilizar las granallas o perdigones, éstos deben ser previamente descontaminados.

No es aconsejable reutilizar la arena silícea.

d) Equipo de chorreo

El compresor a utilizar debe poseer purgadores, a fin de asegurar que el aire está exento de agua o aceite y será capaz de suministrar un mínimo de 6 $m^3$/hr, de aire, a una presión de 7 kg/$cm^2$ mínima.

e) Condiciones generales

No se procederá a chorrear si se prevé, o, es patente, cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si la humedad relativa es > 90%
- Si llueve o es inminente la lluvia
- Si el abrasivo está húmedo
- Si el proceso de chorreado afecta al adyacente de pintado

f) Finalización de chorreado

Cuando se ha alcanzado el grado de limpieza especificado, se eliminará, mediante aire a presión exento de agua y/o aceite, aspiradores adecuados o cepillos; todos aquellos residuos de polvo, abrasivo, etc., o cualquier otra materia extraña, que pudiera haber sobre la superficie.

g) Pintado

La aplicación del recubrimiento debe realizarse inmediatamente después de chorrear y, como norma, nunca después de 4 horas de haberse finalizado.

En el momento de la aplicación, si apareciesen zonas de la superficie, con presencia de óxido, éstas deben sufrir un nuevo chorreado, hasta restablecer las condiciones iniciales de limpieza.

**5.5.2.5.2 Sistema de pintura especificado**

El sistema de protección propuesto según este procedimiento es el siguiente:

- Exterior superficie vista

a) Imprimación: SILICATO INORGANICO DE ZINC

Aplicar una mano de DIMETCOTE 210 de la firma AMERCOAT o similar, para dejar un espesor de película seca de 30 a 40 m.

(Mínimo 30 m, medido por métodos magnéticos con puesta a cero sobre superficie rugosa, o, descontando la medida que obtenga el aparato sobre esta superficie).

La adherencia de esta capa al sustrato será del 100%ó equivalente (Grado O según INTA 160299) realizada por corte por enrejado sobre una placa testigo a la que se le ha realizado el mismo proceso que a la tubería.

El peine a utilizar, será de 1 mm de separación entre dientes.

El color será gris, o por lo menos, distinto de la capa intermedia.

b) Capa intermedia: TIE-COAT-VINILICA

Aplicar una capa de AMERCOAT 54 TC, de la firma AMERCOAT o similar, hasta conseguir un espesor de película seca de 20 a 30 µ.

El conjunto de las dos capas (imprimación y capa intermedia) tendrá un mínimo de 50 µ, teniendo en cuenta que, el DIMETCOTE 210 no puede ser inferior a 30 µ.

La adherencia de la capa intermedia a la imprimación será Grado O según norma INTA 160299 sobre testigo, realizado con peine de 1 mm de separación entre dientes.

El color será blanco o en su defecto distinto de la capa de imprimación y de la de acabado.

c) Capa de acabado: VINIL-ACRÍLICA

Aplicar una capa de AMERCOAT 234 HS de la firma AMERCOAT o similar, hasta dejar un espesor de película seca entre 65 y 75 µ.

En conjunto, el sistema tendrá un mínimo de 120 µ entre las tres capas aplicadas, de espesor de película seca.

La adherencia de esta capa será Grado O según norma INTA 160299, realizada sobre testigo, con peine de 2 mm.

- Exteriores de superficie parcial o totalmente embebidas en hormigón

a) Zonas embebidas

Chorrear grado de limpieza Sa 2½ según norma SIS 059900 y aplicar lechada de cemento.

Si se sospecha que pueden existir zonas muy agresivas, por la naturaleza de las materias primas del hormigón, con sales de tipo cloruros, sulfatos, etc., o puede haber zonas de filtraciones de agua, y así se especifica, se aplicará la protección adicional:

Chorrear hasta grado de limpieza Sa 2½, según norma SIS 059900.

Aplicar una capa de silicato de zinc tipo DIMETCOTE 210, de la firma AMERCOAT o similar, a un espesor de película seca de 30 a 40 µ, con adherencia Grado O, s/INTA 160299, sobre testigo y con peine de 1 mm.

b) Zonas parcialmente embebidas

Sistema idéntico a exteriores superficie vista.

- Interior de válvulas

Chorrear hasta grado de limpieza Sa 2½ de la norma SIS 059900, con perfil de 40 a 70 µ.

Aplicar dos capas de 125 µ de espesor de película seca de epoxi-fenólica modificada (2x125 µ), AMERCOAT 90 de la firma AMERCOAT o similar.

La adherencia será Grado O, según norma INTA 160299, realizada sobre testigo, con peine de 2 mm y efectuada después de aplicar las dos capas, entre ellas y entre la primera y el acero.

El color de acabado será blanco y, preferiblemente, la capa que toca el substrato será de diferente color, con el fin de comprobar que se recubre toda la superficie a proteger.

Debe tener especial cuidado con los tiempos de repintado entre capa y capa, de este recubrimiento; como norma general, se aplicará la segunda capa, antes de que transcurra un mes de haber aplicado la primera. Si se sobrepasa este tiempo debe consultarse al fabricante.

Este recubrimiento debe poseer CERTIFICADO DE SANIDAD PARA AGUA POTABLE.

**5.5.2.5.3 Mezcla**

Aquellas pinturas que, por su naturaleza, sea necesario efectuar la mezcla de sus componentes, tendrán que seguir las pautas generales siguientes:

- Deben medirse o pesarse las proporciones de mezcla especificadas por el fabricante.

- La mezcla debe realizarse, teniendo en cuenta el pot-life o tiempo de vida de la mezcla, por lo que, únicamente se prepararán aquellas cantidades que vayan a utilizarse dentro de este período.

- La homogeneización de la mezcla es siempre preferible realizarla con agitadores mecánicos.

- Aquellas pinturas con uno de los componentes con pigmentos susceptibles de decantación y/o deposición, deben homogeneizarse por separado con agitadores mecánicos.

#### 5.5.2.5.4 Aplicación

Las pinturas se aplicarán en capas uniformes, en pasadas cruzadas y con un solape de un 50%.

Las zonas de difícil acceso, se pintarán a brocha.

Está especialmente contraindicado el rodillo en aquellas zonas con remaches, tornillos, bordes o ángulos.

El método indicado para estos trabajos, es la pistola aerográfica, que poseerá agitador mecánico de bajas revoluciones en el interior del calderín, especialmente para los silicatos de zinc, donde es imprescindible.

De cualquier forma, es aconsejable seguir las indicaciones del fabricante del producto.

#### 5.5.2.5.5 Reparaciones

No existe una pauta general para todo tipo de reparaciones y cada caso es particular; por tanto, las reparaciones se realizarán mediante un procedimiento presentado a la propiedad y que ésta autorice expresamente.

#### 5.5.2.5.6 Criterios de aceptación

a) No podrá chorrearse con abrasivo contaminado con agua, aceite u otra materia extraña.

b) Las condiciones ambientales son críticas, cualquier variación sobre las especificadas será sometida a aprobación.

c) Cualquier variación en el tipo de abrasivo y en tamaño, deberá someterse a aprobación.

d) El grado de limpieza, según la norma SIS 059900, debe conseguirse en el 100% de la superficie donde se ha especificado, las zonas que no han alcanzado el grado especificado, serán chorreadas de nuevo, hasta alcanzarlo.

e) El perfil de anclaje es crítico en el caso de aplicar silicatos de zinc, el valor máximo especificado no debe ser superado; en el caso de tener necesidad de sobrepasarlo, deberá modificarse el

espesorde capa seca, aumentándose ésta en la misma proporción que aumente el perfil de anclaje, teniendo presente que el EPS para estos recubrimientos tienen límites máximos.

f) Las medidas de espesores de capa seca, medidos por medios magnéticos, tienen según SSPC-PA-2 que cumplir:

- La media de todos los valores tomados no puede estar por debajo del valor especificado.

- A su vez, ningún valor tomado puede ser inferior al 80% del valor especificado.

g) Las medidas de adherencia por corte por enrejado, según norma INTA-160299, pueden llegar a admitir Grado 1 ó 2, siempre que se presenten casos especiales y, previa consulta con el fabricante de la pintura.

La norma INTA-160299 especifica:

- Peine de 1 mm. para EPS = 60
- Peine de 2 mm. para EPS de 60 a 200 µ

Se admite que, por especificación particular se varíen estos valores, por lo que en este procedimiento se especifica:

- Peine de 1 mm. para EPS £ 80 µ
- Peine de 2 mm. para EPS de 80 a 200 µ

h) No serán admitidas:

- Pinturas no especificadas
- Pinturas con tiempo de vida útil caducado
- Pinturas de color no aprobada por la Dirección de Obra
- Mezclas con el pot-life superado
- Aplicaciones con tiempos entre chorreo y pintado superior a 4 horas
- Aplicaciones con tiempos de repintado inferiores a lo indicado por la ficha técnica del fabricante
- Aplicaciones en superficies con temperatura inferior a 3ºC sobre el punto de rocío (DEW-POINT: D.P.).

i) Si no se especifica lo contrario, no será admitida la adición de diluyentes, y, en todo caso, el valor máximo especificado en la ficha técnica del fabricante.

j) No se permitirá realizar trabajos de chorreo y/o pintado que perjudique zonas de equipos, instalaciones, etc. sin que éstas sean protegidas, máxime, si ambas operaciones se interfieren.

k) El espesor de película seca es crítico en los silicatos de zinc cuando son por exceso, como norma general no se admitirán espesores superiores 100 µ.

l) No son admisibles y exigen reparación los defectos siguientes:

- Descuelgues y escurridos
- Ojo de pez y piel de naranja
- Poros y/o burbujas
- Cuarteo y/o enyesado
- Mate por brillo y viceversa

**5.5.2.5.7 Inspección y control**

Para el control e inspección de los trabajos de pintura el Contratista presentará un programa de puntos de inspección que contemple todo lo especificado en los puntos anteriores. Este programa deberá ser aprobado por la Dirección de Obra y llevado a cabo por la empresa de control designada por la Dirección de Obra.

**5.5.2.6 Especificaciones técnicas generales**

Las válvulas deben cumplir las siguientes condiciones:

- El cierre y apertura ha de ser posible sin limitación alguna bajo el máximo caudal y presión de agua.

- Podrán detenerse durante la carrera de apertura o cierre en cualquier posición y con cualquier nivel de carga en las tuberías.

- No se admiten cavitaciones ni vibraciones en las válvulas. Se indicarán detalles sobre soluciones incorporadas para evitar estos problemas.

**5.5.3 VÁLVULAS COMPUERTA**

Válvula compuerta

Estas válvulas compuerta serán del tipo husillo interior no ascendente y tapa puente atornillada ó no.

Las válvulas compuerta tendrán un cuerpo envolvente en fundición nodular, estando situadas en su parte superior el prensa-estopas.

El cierre se realizará por medio de un plato recubierto de material elastomérico, no debiendo existir ranuras de cierre en la parte inferior.

Deberán estar proyectadas de tal forma que la rosca del husillo no esté en contacto con el agua.

La presión superficial del obturador sobre el cuerpo de la válvula en el contacto con el material elastomérico será inferior a 50 kg/cm².

El esfuerzo sobre los volantes de accionamiento para las válvulas compuerta en todos los puntos de su carrera, tanto de cierre como en apertura y sean cuales fueren las circunstancias hidráulicas, no excederá de diez kilogramos (10 kg).

El cuerpo de la válvula será de fundición nodular ASTM A-395 pintado electroestáticamente con resina de epoxi. El eje será de acero inoxidable F-314. La estanqueidad se realizará mediante juntas tóricas.

La empaquetadura de cualquier válvula compuerta podrá cambiarse cuando estén bajo presión y la posición completamente abierta.

### 5.5.4 VÁLVULAS MARIPOSA

En las válvulas de mariposa, el cuerpo será fundido en una misma pieza de fundición nodular o acero fundido. El eje centrado será en acero inoxidable, empleándose cojinetes de bronce.

La mariposa será de acero inoxidable. La estanqueidad se producirá mediante junta de caucho de EPDN.

Todas las unidades llevarán un indicador de posición de la mariposa, así como finales de carrera.

### 5.5.5 VENTOSAS, PURGADORES Y ADUCCIONES DE AIRE

Estas válvulas cumplirán, aparte de las condiciones generales indicadas en apartados anteriores, las prescripciones siguientes:

#### 5.5.5.1 Ventosas de triple efecto

- Permitirán de forma automática la entrada y expulsión de aire durante las operaciones de llenado y vaciado de la tubería, así como bajo presión, una vez en servicio.

- Su funcionamiento será en base a un único flotador con dos escalones de operación, estando proscritas aquellas que para su correcto funcionamiento necesiten de más de un flotador. Dicho flotador será de forma esférica cilíndrica, rematado por dos superficies cónicas, y fabricado en acero inoxidable. El movimiento de ascenso-descenso del flotador estará limitado por una jaula, anclada al cuerpo de la ventosa, que impida el acodalamiento del flotador y su atoramiento.

- Deberán ir provistas de un dispositivo tal que, al llenar la tubería con el caudal máximo previsto, la velocidad del aire que es expulsado por la ventosa no cierre la misma por elevación del flotador, lo que únicamente debe ocurrir cuando esté totalmente llena de agua la tubería y expulsado todo el aire.

- Su instalación en la conducción se hará a través de una válvula de cierre que permita aislar la ventosa de la conducción, permitiendo su reparación o sustitución sin necesidad de interrumpir el funcionamiento del abastecimiento y sin ocasionar pérdidas de agua.

- Estarán dotadas de un dispositivo de purga tipo purgador sónico, con el fin de permitir la expulsión de pequeñas cantidades de aire que se encuentren en el interior de la tubería, de forma que no se produzca un efecto de golpe de ariete al expulsar éstas.

- El cuerpo de la ventosa llevará una purga manual con objeto de permitir, cerrando la válvula que la aísla de la conducción y abriendo dicha purga, que la ventosa quede sin presión y en la misma posición inicial que tenía antes de llenar de agua la tubería.

- Su dimensionamiento se hará en base a las necesidades de entrada de aire en la conducción, en función del pésimo punto de rotura de la tubería con relación a la posición de la ventosa, admitiendo como valor máximo una depresión en la conducción de tres (3) metros de columna de agua.

#### 5.5.5.2 Purgadores Duosonic

- Permitirán de forma automática, la expulsión de pequeñas cantidades de aire bajo presión durante el servicio de la conducción, así como la salida de aire en grandes cantidades durante el llenado de la conducción.

- Su funcionamiento será a base de un flotador y a una tubería móvil acabada en un disco, que operan sobre un orificio pequeño y otro de gran sección respectivamente. Con la tubería vacía, la tubería móvil y el flotador estarán situados en su posición base, dejando los dos orificios abiertos. Durante el llenado de las tuberías, el aire contenido en ellas escapará por el orificio grande; en el momento en que el empuje aerodinámico sobre el disco móvil sea superior a su peso, o bien la llegada de agua eleve el flotador, el disco obturará el agujero grande, dejando en servicio el orificio pequeño, por donde saldrá el aire acumulado durante el funcionamiento en carga de la conducción.

  La sección del orificio pequeño será tal que la salida de aire se produzca a una velocidad máxima de 200 m/seg. La sección del orificio grande será como mínimo del orden de 10 veces la del orificio pequeño.

- El flotador tendrá forma cilíndrica, rematada por dos casquetes esféricos o elipsoidales y estará fabricado en acero inoxidable. Para evitar el acodalamiento del flotador, deberá estar dotado de unos elementos que garanticen la imposibilidad de que esto ocurra, tipo aletas guía del flotador o cualquier otro sistema, dispuesto en el cuerpo del purgador.

- Su instalación en la conducción se hará a través de una válvula de cierre que permita aislar el purgador de la conducción, permitiendo su reparación o sustitución sin necesidad de interrumpir el funcionamiento del abastecimiento y sin ocasionar pérdidas de agua.

- El cuerpo del purgador llevará una purga manual con objeto de permitir, cerrando la válvula que la aísla de la conducción y abriendo dicha purga, que la ventosa quede sin presión y en la misma posición inicial que tenía antes de llenar de agua la tubería.

#### 5.5.5.3 Aducciones de aire

- Su función es la de permitir la entrada de aire en la conducción cuando, por cualquier motivo, se produzca una depresión. Su dimensionamiento se hará en base a las necesidades de entrada de aire en la conducción, en función del pésimo punto de rotura de la tubería con relación a la

posición de la aducción, admitiendo como valor máximo una depresión en la conducción de dos (2) metros de columna de agua.

- Su diseño será tal que impida el atoramiento del elemento móvil con el cuerpo de la clapeta durante el funcionamiento normal de la conducción, de forma que cuando sea necesaria su actuación, la entrada de aire se efectúe sin problemas, sin provocar esfuerzos anormales, tanto en la conducción como en el propio elemento.

- Su instalación en la conducción se hará a través de una válvula de cierre que permita aislar el purgador de la conducción, permitiendo su reparación o sustitución sin necesidad de interrumpir el funcionamiento del abastecimiento y sin ocasionar pérdidas de agua.

- Deberán disponerse de forma que se garantice la imposibilidad de entrada de agua estancada del exterior cuando la clapeta se abra.

- Todo el conjunto de la aducción de aire será, por los materiales de fabricación o por un sistema de protección debidamente avalado, resistentes a la corrosión y a la oxidación, de acuerdo con lo definido en el apartado 5.5.2

### 5.5.6 ELEMENTOS ACCESORIOS

Carretes de desmontaje

Todas las válvulas mariposa, así como las válvulas de regulación, deberán llevar carrete de desmontaje. La presión nominal del carrete de desmontaje será la misma que la de la válvula adyacente.

El carrete de desmontaje será, de acuerdo con la tabla nº 2 del apartado 5.3.2 de este Pliego, de acero inoxidable AISI 316L, siendo sus partes móviles también de acero inoxidable AISI 316L.

Los carretes deberán ser montados de tal forma que en su posición de trabajo no superen la longitud máxima admitida, pero se encuentren cercana a la misma.

### 5.5.7 MEDICIÓN Y ABONO

Las válvulas de esta partida se medirán y abonarán por unidades realmente instaladas y se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1, para cada unidad de válvula. Estos precios incluyen la fabricación, transporte, montaje, instalación y pruebas de la válvula, así como la tornillería y tuercas de acero inoxidable equivalente al AISI 316L.

## 5.6 EQUIPOS DE BOMBEO

### 5.6.1 CONDICIONES GENERALES

Los equipos de movimiento circular no serán montados si previamente no se ha realizado el equilibrio estático y dinámico de los elementos de movimiento.

La instalación de cada equipo estará diseñada de forma tal que el ruido y las vibraciones producidas por éstos durante su funcionamiento no resulte molesto, adaptándose planchas de goma como elementos aisladores en los anclajes, etc. De todas formas, se adaptarán perfectamente a las normativas que existan en cada caso sobre ruidos.

Para la corrección del ruido producido por estos equipos se seguirán las indicaciones definidas en el apartado 5.2.

El Contratista indicará las características hidráulicas de las bombas en toda su amplitud de funcionamiento previsible y para la velocidad de rotación nominal considerada.

Se especificarán perfectamente los tipos y calidad de los materiales empleados, presentando los certificados correspondientes.

Las bombas se suministrarán con los siguientes elementos como mínimo:

- Acoplamiento directo entre motor y bomba
- Rodete
- Motor
- Pruebas y certificados
- Carcasa de protección

Los certificados o pruebas que como mínimo se han de presentar son: Caudal impulsado, Número de revoluciones, Potencia en el eje, Rendimiento y Altura manométrica.

### 5.6.2 BOMBAS DE AGUA POTABLE

Serán unidades del tipo centrífugo, previstas para trabajar horizontal o verticalmente.

La bomba deberá llevar un elemento de frenado, que impida el giro del rodete en sentido contrario, en caso de corte de la energía eléctrica.

Todos los elementos rotativos de la bomba deberán estar equilibrados estática y dinámicamente.

El cuerpo de la bomba deberá tener todas sus superficies interiores mecanizadas y libres de defectos superficiales. Todos los puntos por donde exista circulación de agua deberán estar diseñados para que los cambios de velocidad sean graduales, y para que no se produzcan zonas muertas en la circulación del fluido. El espesor de la pared será el necesario para soportar la presión de trabajo.

Los rodetes de las bombas estarán cuidadosamente mecanizados, se construirán de una sola pieza. Será capaz de resistir todas las anomalías de funcionamiento que se presenten, como son entradas de aire, turbulencias, etc., sin que se vea afectada la estructura de metal.

Los anillos de cierre que se sitúan en cada bomba deberán ser resistentes a la corrosión.

El motor llevará medidores de temperatura en cada fase, así como en los cojinetes de giro. Todas estas señales se transmitirán al panel de control de las bombas, donde sonarán las alarmas, y recibirán las señales de desconexión de la bomba.

b) Materiales

Los materiales de las bombas serán de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones y con las características que a continuación se indican. Los materiales aquí no especificados deberán ser aprobados antes de su colocación.

- Carcasa del Motor y de la bomba: hierro fundido GG-25 (DIN-17.2000)
- Rodete: hierro fundido GG-20 o GG-25
- Prisioneros, tuercas y tornillos: acero inoxidable X3CRNi 18/9
- Anillos tóricos: goma nítrica (70° IRH), Buna-N, nitrilo o NB-Perbunan

Si se desea por alguna razón colocar otros materiales distintos de los anteriormente indicados, deberán proponerse para su aprobación dichos materiales, adjuntando una completa especificación de los mismos.

Todos los materiales serán probados de acuerdo con los métodos que sean especificados por las normas DIN.

### 5.6.3 MEDICIÓN Y ABONO

Los equipos de bombeo se abonarán por aplicación de los precios del Cuadro de Precios nº 1 a las unidades realmente montadas en obra.

En el precio así definido para cada equipo se considerará incluido todos los elementos complementarios y accesorios que precise el mismo para su funcionamiento.

## 5.7 CABLE DE TELEMANDO

Será un cable de telemando y señalización para transmisiones de señales de débil tensión a larga distancia.

Todos los conductores estarán cableados en estrella por cuartetos, consiguiendo una simetría ideal y una diafonía mínima entre los diferentes pares conductores.

Los hilos se compondrán de un núcleo de cobre semiduro desnudo de 0,9 mm de f, con un aislamiento de polietileno sólido, formado en cuadretes estrella, en capas concéntricas. Llevará un relleno de antihumedad de vaselina, con cubierta constituida por:

- Cinta dieléctrica.
- Pantalla de aluminio con película de polietileno por ambas caras.

- Cubierta interior de polietileno.
- Armadura de acero corrugado de 0,15 mm con cubierta antioxidante.
- Cubierta exterior de polietileno negro.

Las características técnicas del cable serán:

- nº de hilos: 3x4
- Diámetro de hilo: 0,9
- Resistencia del conductor: 28 W/km
- Resistencia de aislamiento entre conductores: 20.000 M Wxkm (500V-CC/1 minuto)
- Capacidad mutua (a 1000 Hz): 58 nF/km
- Rigidez dieléctrica: 3.000 V-CC

La "tirada" mínima de cable sin empalmes será de 1 km. Para los empalmes de distintas "tiradas" se emplearán elementos de conexión eléctrica y mecánica indelebles mediante soldaduras entre conductores y empleo de resinas de suficiente resistencia de aislamiento y se dejará una coca de 1,5 m en cada empalme.

Cada empalme se realizará en una arqueta y quedará señalizado por un mojón de hormigón o cualquier indicador suficientemente señalizable.

La atenuación máxima permitida será de:

0,74 dB/Km para 0,8 Khz.
1,01 dB/Km para 1,5 Khz.
1,42 dB/Km para 3,0 Khz.
1,90 dB/Km para 10 Khz.
2,10 dB/Km para 30 Khz.
12,08 dB/Km para 1000 Khz.

Su instalación sobre pared se realizará mediante grapas de PVC tipo GYR o similares colocadas cada 0,40 m aproximadamente, y a una distancia mínima de 0,25 m del paralelismo de otro cable conductor de energía.

Cuando se instale sobre zanja y en subterráneo se hará en el interior de una tubería de polietileno, sobre cama de hormigón de 0,10 m. y recubrimiento del mismo tipo, con una profundidad total de 0,60 m. Sobre la última capa de hormigón y a 0,50 m de profundidad se instalará una cinta de aviso en PVC y color indeleble.

La medición y abono se realizará por aplicación de los precios del Cuadro de Precios nº1 a cada metro lineal totalmente instalada en obra, considerándose incluido en el precio la fabricación, transporte, colocación, pruebas y parte proporcional de uniones, piezas y accesorios especiales para la instalación completa de cada unidad de obra especificada.

## 5.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 5.8.1 ALCANCE

Esta especificación describe los requisitos generales del equipo, materiales y proyecto de la instalación eléctrica.

Los detalles específicos del sistema eléctrico serán descritos en los diagramas unilaterales, especificaciones de equipo, requisiciones de material y planos.

### 5.8.2 BASES DE DISEÑO

La instalación eléctrica se diseñará de forma que proporcione:

- Seguridad para el personal
- Fiabilidad
- Previsión para las necesidades futuras
- Sistema de protección selectiva
- Equipos con capacidad de ruptura e intensidades nominales adecuadas a los niveles de aislamiento conformes con las tensiones del sistema para asegurar una operación correcta bajo cualquier posibilidad de maniobra
- Facilidad de operación, maniobrabilidad y accesibilidad
- Compatibilidad en la acometida con las normas de Iberdrola
- Facilidad de mantenimiento
- Fácil adición de cargas futuras

### 5.8.3 EQUIPOS Y MATERIALES

Todos los equipos eléctricos serán nuevos y suministrados por fabricantes aprobados. Todos los materiales estarán sujetos a inspección por la Dirección de Obra.

En todos los equipos y materiales eléctricos; tales como cuadros, paneles de control, paneles de alumbrado, motores, botoneras, luminarias, tomas de corriente, cajas de derivación principales, interruptores, etc.; se fijarán en una posición visible unas placas de características adecuadas con los valores nominales y los datos importantes del equipo. Las placas para los equipos de intemperie serán de acero inoxidable y se sujetarán con tornillos o remaches del mismo material.

Para los equipos situados en el interior, las placas podrán ser de plástico laminado blanco.

Todas las roscas serán NTP. Con materiales no metálicos puede admitirse la rosca Pg.

Todos los componentes del sistema eléctrico se diseñarán para que sean capaces de soportar, como mínimo, la carga máxima impuesta por las más severas condiciones de servicio con un coeficiente de sobrecarga de 1,15.

Toda la tornillería de material eléctrico a instalar en áreas exteriores será de acero inoxidable.

### 5.8.4 NORMAS Y REGLAMENTOS

La instalación de todos los materiales se realizará con las prácticas establecidas en la última edición de los siguientes Códigos y Standards:

1 - Reglamento Electrotécnico Español de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.
2 - Reglamento Electrotécnico Español de Alta Tensión.
3 - Normas UNE.
4 - Normas CEI.
5 - Normas CENELEC.
6 - National Electrical Code.
7 - Ordenanza Laboral de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

La instalación cumplirá con los requisitos más estrictos de cada una de estas normas. En caso de discrepancia prevalecerán los Reglamentos y Normas Nacionales.

### 5.8.5 INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN

#### 5.8.5.1 Línea de acometida

En exteriores, se canalizará subterráneamente, bajo tubo de TPC D 160 mm y colocado a 0,60 m de profundidad en acera y 0,80 m en calzada, sobre cama y cubierta de hormigón, con cinta de aviso a 0,40 m.

En interiores, la conducción se hará bajo tubo metálico flexible, con cubierta de PVC tipo ELECPLAST o similar, de un diámetro nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, y discurrirá por lugares de uso común de fácil acceso.

Estará construida con cables tipo RV-0,6/1 KV EUROFLAM, conductor de cobre y una sección tal que la máxima caída de tensión sea inferior al 1%, garantizando un calentamiento máximo de hasta 40°C con la máxima corriente circulante.

#### 5.8.5.2 Caja General de Protección

Será de material aislante, autoextinguible de clase A, con tapa precintable y responderá al grado de protección que corresponde al lugar de instalación.

Llevará alojado en su interior cortocircuitos fusibles tipo NH en todos los conductores de fase con un poder de corte superior a la posible corriente-cortocircuito a que haya lugar en un punto de la instalación, así como una borna de conexión para el conductor de neutro, aislado contra contactos indirectos, además de conos elásticos que permitan la entrada de la acometida a través de cable o tubo indistintamente.

Llevará grabado marca, tipo, tensión nominal en voltios, intensidad nominal I en amperios y anagrama de homologación UNESA.

Será de montaje exterior, fabricado en poliéster autoextinguible, reforzado con fibra de vidrio, con posibilidad de mecanizado con herramientas normales. Las tapas serán sujetables por medio de tornillos de cabeza triangular y serán precintables por la Cía. Suministradora.

En casos necesarios, dispondrá de botella para entrada de cables partida para facilitar el embornamiento de los conductores.

Se dispondrá una por cada línea repartidora.

Se situará en el interior de un nicho mural. Se fijará a una pared de resistencia no inferior a la de tabicón. En el interior del nicho se preverán dos orificios para alojar dos tubos de fibrocemento de 120 mm de diámetro para la entrada de la acometida de la red general.

Las dimensiones del nicho se ajustarán al siguiente cuadro:

| Número de cajas | Intensidad nominal de la caja I | Anchura L en cm | Altura H en cm | Profundidad en cm |
|---|---|---|---|---|
| 1 caja | Hasta 250 A | 70 | 140 | 30 |

En edificios que se alimentan directamente desde un centro de transformación, las cajas generales de protección irán previstas de cuchillas seccionadoras en lugar de cortocircuitos fusibles.

**5.8.5.3 Centralización de contadores**

Estará constituido por envolvente y cortacircuitos fusibles, y llevará incorporado una caja de derivación o unidad de embarrado para conexión con el conjunto prefabricado para centralización de contadores.

La envolvente será de material aislante de clase A resistente a los álcalis y autoextinguible, con grado de protección mínimo de IP-403.

La cara frontal será de cobre e irá provisto de bornas para conexiones de L. repartidora y d. individuales.

Los cortocircuitos fusibles serán de cartucho de fusión cerrada de la clase GT y se dispondrá de una por cada fase.

Llevará anagrama de homologación UNESA.

Se utilizará para alojar los contadores destinados a medir el consumo de energía eléctrica.

El emplazamiento será de fácil y libre acceso, estará situado en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Estará ventilado, construido con materiales no inflamables y separada de otros locales que presentan riesgo de incendio o produzcan vapores corrosivos.

El conjunto prefabricado para centralización de contadores se fijará sobre una pared de resistencia no inferior a la del tabicón, o bien se instalará sobre celda metálica en las cercanías del Centro de Transformación.

Entre el módulo más saliente y la pared opuesta, deberá respetarse un pasillo de 1,10 m.

#### 5.8.5.4 Derivación individual

Será de las mismas características que la línea repartidora, pero la máxima caída de tensión admisible será inferior al 0,5%.

#### 5.8.5.5 Cuadro general de distribución

Estará constituido por: armario, interruptores diferenciales, interruptores magnetotérmicos, fusibles cortacircuitos, interruptores manuales, pilotos y aparatos de medida.

Se utilizará para protección contra contactos indirectos y sobreintensidades y para distribución de cada uno de los circuitos que componen la instalación interior. El interruptor diferencial actuará además como dispositivo general de mando de la instalación interior.

Se situará próximo a la puerta, en lugar fácilmente accesible y de uso general. Todos los cuadros se construirán en los locales del Adjudicatario e inspeccionados y conformados antes de su colocación en obra.

Los cuadros de baja tensión de interior tendrán un grado de protección de IP-44, serán de tipo adecuado para uso general, autosoportantes, adecuados para montaje sobre el suelo de diseño normalizado. Estarán constituidos por el suelo y de diseño normalizado. Estarán constituidos por celdas individuales atornilladas entre sí, que deberán ser fabricados en chapa de acero de alta calidad. Los cuadros tendrán el frente sin tensión e interruptores del tipo extraible. Los cuadros serán completamente montados en fábrica, lo cual incluirá el montaje y cableado completo, de tal manera que en obra solamente será necesario la instalación de los cuadros y las conexiones de los cables de entrada y salida. Estos cuadros estarán dotados de alumbrado interior y extracción de aire.

Las puertas estarán diseñadas de forma que se puedan manejar de forma fácil y segura sin el uso de herramientas especiales.

Todos los aparatos frágiles estarán montados sobre soportes elásticos adecuados.

En ambientes húmedos, se instalarán resistencias de calefacción controladas por termostatos para prevenir la condensación. La tensión de alimentación será de 220 V. La temperatura superficial de las resistencias no excederá de 220°C. Las resistencias estarán situadas de forma que resulten fácilmente accesibles y que no perjudiquen a los cables. Las conexiones y cableado deberán reflejarse en los planos. En el frente de cada compartimento se dispondrá una puerta metálica donde se instalarán los relés, instrumentos y aparatos de medida y control.

El fondo de los cuadros será cerrado incluso en el compartimento de salida con una chapa metálica de separación con la zanja. En la chapa se practicarán las aberturas necesarias para el paso de los cables. Todos los elementos de sujeción emplearán dispositivos de retención resistentes a las vibraciones, de manera que impidan su aflojamiento.

Todos los cuadros que lo necesiten, se fijarán al suelo con pernios de anclaje.

La base de fijación y los pernios de anclaje serán suministrados separadamente, de manera que puedan ser instaladas antes que el mismo cuadro. Todos los tornillos, tuercas, pernios y arandelas de acero serán galvanizados o, en todo caso, tratados de manera que los proteja de la corrosión.

Todos los equipos de cuadro deberán ser accesibles para ensayos y mantenimiento desde la parte frontal y/o la parte posterior sin interferir con cualquier equipo adyacente.
Los interruptores automáticos deberán ser accesibles desde el frente del cuadro abriendo la puerta de la celda correspondiente.

Las entradas de todos los cables se harán por la parte inferior del cuadro.

Las conexiones de los conductores de barras, si se requieren, deberán hacerse siempre por la parte superior del cuadro.

Todos los equipos auxiliares deberán ser montados en posición fácilmente accesible. El ajuste de los relés deberá ser posible sin desconectar la alineación a otros equipos. Todos los elementos auxiliares se podrán desmontar sin necesidad de quitar sección a partes que afecten a otras celdas.

La conexión de cualquier cable a la celda deberá ser posible sin tomar ninguna precaución especial, e incluso con las barras en tensión y las otras celdas en servicio.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel o bastidor de chapa perforada o ranurada que, a su vez, fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Todos los cables se instalarán dentro de las canaletas de puentes basculantes con tapa desmontable desde el exterior del cuadro. Los cables de fuerza irán en una canaleta distinta e independiente, en todo su recorrido, de la canaleta de los cables de control y otros servicios.

En la entrada y salida de cables a los cuadros se colocará cortafuegos de tal forma que por ningún motivo pueda propagarse el fuego.

El armario estará fabricado en chapa de acero laminado en frío de 2 mm. de espesor, siendo el cuerpo de una sola pieza plegada y soldada eléctricamente con hilo continuo de aportación y un montante central soldado con el mismo sistema.

El cierre será con bloqueo mediante llave, y conjuntas de estanqueidad de neopreno.

Para un tratamiento antioxidante, estará sometido a los procesos de desengrasado, fosfatado, pasivado y acabado con pintura epoxi, martelé o similar.

Serán incombustibles, de doble fondo y metálicos, y estarán protegidos contra los contactos de los dedos de prueba con piezas bajo tensión, la penetración de cuerpos extraños, contra proyecciones de afuera, etc.

Debiendo cumplir todas las normas del Reglamento de Baja Tensión y con las disposiciones pertinentes del Gobierno y Autoridades competentes.

El armario de las estaciones importantes de bombeo tendrá al menos 4 puertas de 800 x 2000 x 600 mm en cuatro módulos diferentes. Tres módulos se emplearán para el accionamiento de las bombas y uno para los automatismos, protecciones, PLC de control y alumbrado.

Las puertas de los cuadros serán destinadas exclusivamente a mandos, aparatos de medida y pilotos de señalización.

Los aparatos de medida deben quedar instalados a una altura que permitan su fácil lectura.

Los interruptores, bases, corta-circuitos, contadores y otros elementos quedarán montados rígidamente sobre el doble fondo o sobre un bastidor intermedio en los que el cuadro sea accesible por la parte posterior.

Los conductores deberán estar numerados de manera indeleble en sus dos extremos para su fácil identificación y serán de color reglamentario (fases de negro, gris y marrón, neutro en azul y tierra amarillo-verde).

Los conductores, tanto de alimentación como de salida de distribución, no se ubicarán tirantes en sus conexiones correspondientes, sino que en los casos que el acceso no sea por prensaestopas individual se colocará una barra horizontal a la que se sujetarán físicamente los cables mediante grapas, de tal forma que no ejerzan tracción sobre el embornado, dejándose el seno necesario y, siempre que sea posible, unos 150 m/m. en forma de tirabuzón, sobre todo en las salidas de distribución, y de coca en los de mayor sección.

Las entradas y salidas de conductores del cuadro serán unitarias y con su prensa correspondiente, nunca habrá más de un contador para cada prensaestopas.

En caso necesario, el cableado interior del cuadro irá montado sobre regletas de material aislante ranuradas, y tapas fácilmente desmontables y numeradas.

La distribución se hará por regletas numeradas con la misma identificación que el cableado correspondiente, que a su vez irá numerado en sus dos extremos. Estas regletas irán montadas de forma que sea fácil su acceso y sustitución en caso necesario.

Todos los cuadros llevarán una placa general de características con sus datos correspondientes.

Todos los mandos que aparezcan en el frente del cuadro deben llevar un rótulo (Placas) indeleble que especifique a qué servicio corresponde.

La instalación de la protección de tierra que proviene de un cable de Sección mínima de 50 de f irá sujeta a su borna correspondiente, aislada de los conductores, alimentará a una regleta numerada e independiente con las bornas necesarias para cada una de las derivaciones.

Las partes metálicas estarán protegidas con el cable de tierra, que dispondrá de un terminal unido a presión y conexionado al cuadro, pero nunca a su anclaje.

La posición de la instalación debe permitir el libre acceso a cualquier elemento para su reposición y limpieza.

Al determinarse el tipo, calidad y tamaño del cuadro se deberá tener en cuenta que el equipo que en él se instale no ocupe más del 80% de su capacidad y que tenga disponibilidad para la instalación de una posible ampliación de dos servicios.

En la parte interior de la puerta del cuadro se colocará un esquema sinóptico, protegido por un plástico transparente para que a primera vista pueda conocerse su funcionamiento y se identifique los diferentes servicios, también indicará el calibre de los distintos fusibles.

Todos los cuadros llevaran como mínimo una lámpara piloto de color rojo que indique que el circuito está cerrado y la instalación con tensión. Llevarán también lámparas de color verde en la parte superior de cada mando con objeto de indicar su puesta en servicio.

En la parte inferior y superior de los paneles existirán zócalos de 10 cm.

En cualquier caso, los paneles deberán quedar sobreelevados con relación a la solera 10 cm, por lo cual se apoyarán sobre fábrica de ladrillo, a la cual se fijarán mediante pernos roscados.

Será registrable su cara posterior mediante puerta con cerradura, y tendrán frente muerto. El chasis estará convenientemente puesto a tierra.

Cuando se trate de paneles apoyados sobre bancada, no se dispondrá ningún elemento a menos de 20 cm del suelo.

Antes de que el Contratista comience la ejecución del cuadro, deberán entregar a la Dirección de la Obra para su aprobación un plano de montaje a escala 1/10 con detalles y secciones de paneles, situación de aparatos, vista frontal, etc.

Los pilotos de señalización estarán constituidos por una base fija a la puerta del panel y una lentilla roscable por la parte frontal del cuadro, de tal modo que la reposición de la lámpara se realice por delante desmontando la lentilla, sin necesidad de mover la base de conexión. La lentilla deberá soportar sin deformación el calor provocado por la lámpara.

#### 5.8.5.5.1 Condiciones de servicio

Los cuadros serán adecuados para servicio duro y continuo.

Las condiciones del medio ambiente serán:

a) - Altitud: menos de 1.000 m sobre el nivel del mar
b) - Temperatura: 40°C
c) - Humedad máxima: 100%
d) - Atmósfera: polvorienta, húmeda y ambiente agresivo y deflagrante.

Las variaciones máximas del sistema eléctrico serán:

a) - Tensión: ± 10%.
b) - Frecuencia: ± 5%.

Las etiquetas de identificación serán de plástico laminado del tipo FANTASIT o similar, de color blanco con las letras de 6 mm.

Los componentes de control como relés auxiliares, aparatos de medida, fusibles, etc., se identificarán según los diagramas de cableado. Se asegurará la fijación firme de estas identificaciones. Igualmente, se identificarán con el nº correspondiente los elementos de campo como motores, electroválvulas, etc.

#### 5.8.5.5.2 Protección contra la corrosión

Todos los tornillos, pernos, tuercas y arandelas de acero estarán cadmiados, galvanizados o, en todo caso, tratados de manera que se les proteja contra la corrosión.

Un tratamiento protector semejante se aplicará a todas las piezas de acero que no vayan pintadas, a menos que sean partes móviles, en cuyo caso deberán ir engrasadas de forma conveniente.

#### 5.8.5.6 Criterios de diseño de la instalación interior

Todos los cables serán de cobre. Los valores de las intensidades admisibles para todos los cables de fuerza, operando bajo tensiones de 600 voltios o menos, serán como máximo los especificados en la Norma UNE 21029 de acuerdo con la siguiente tabla:

INTENSIDADES ADMISIBLES

| Sección $mm^2$ | Subterráneos. Temperatura Ambiente a 25°C | Aéreos. Temperatura Admisible a 40°C |
|---|---|---|
| 2,5 | 34 | 21 |
| 4 | 45 | 28 |
| 6 | 56 | 36 |
| 10 | 75 | 50 |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | 97 | 65 |
| 25 | 125 | 87 |
| 35 | 150 | 105 |
| 50 | 180 | 130 |
| 70 | 220 | 165 |
| 95 | 264 | 205 |
| 120 | 305 | 240 |
| 150 | 340 | 275 |

Los cables de alimentación se dimensionarán de acuerdo con las siguientes condiciones mínimas:

- Alimentación a motores: 125% del valor nominal
- Alimentación a C.C.M.: Igual al valor nominal del Interruptor
- Transformadores: 125% del valor correspondiente
- Alimentación a paneles de alumbrado: 125% de la carga conectada, con corrección de 1,8 para lámparas de descarga

Los cables se dimensionarán para limitar la caída de tensión debida a las cargas iniciales como sigue:

- Cables de alimentación principal: 1% de la tensión nominal.

- Tensión en los terminales del motor: Como máximo 3% de la tensión nominal, con la carga normal de operación.

- Alumbrado: 3% de la tensión nominal de la lámpara.

Cuando se instalen dos o más cables en paralelo debido a las exigencias de la carga o la caída de tensión, los cables no se dimensionarán para el nivel total de cortocircuito, excepto para faltas propias.

Las secciones mínimas para los cables de baja tensión serán las siguientes:

- Fuerza ..... 6 $mm^2$
- Alumbrado ..... 1,5 $mm^2$
- Control ..... 2,5 $mm^2$
- Alumbrado exterior ..... 6 $mm^2$
- Tomas de corriente y motores fraccionales ..... 2,5 $mm^2$

No se podrán combinar cables a diferentes tensiones dentro de un mismo multiconductor.

Los factores de corrección para el dimensionamiento de los cables estarán de acuerdo con las normas UNE aplicables y con las recomendaciones del fabricante. Para unificar criterios en el diseño,

se utilizará un coeficiente de agrupamiento por cable de baja tensión de 0,5 para cable en tubo y 0,7 para cable aéreo.

Los terminales de los cables serán del tipo presión sin soldadura.

#### 5.8.5.7 Cables

Serán no propagadores de incendio ni llama, y de reducida emisión de humos y gases tóxicos, de manera que en la composición de su aislamiento-cubierta no contengan halógenos (Cl, F, etc.).

La composición de los gases emitidos en pruebas de incendio, por cada 5 kg. de material orgánico con una concentración 350 p.p.m. de $CO_2$ en el aire ambiente antes de la prueba será:

| CO2 (p.p.m.) | CO (p.p.m.) | C1H (mgr/m$^3$) | Humos (mgr/m$^3$) |
|---|---|---|---|
| £ 385 | no aprecible | nulo | 6 |

Las características físicas mínimas serán:

- Aislamiento coloreado según UNE 21.089
- Identificación de fases según UNE 21.029 y 21.117
- Aptos para una tensión de 0,6/1 KV con una tensión de prueba de 3.500 V
- Temperatura de funcionamiento -25°C a +90°C
- Alta resistencia a grasas, aceites y agentes químicos
- Resistente a la abrasión
- Resistente a la absorción de agua
- Resistente a los rayos ultravioleta
- Carga de rotura = 4,2 NW/mm$^2$
- Alargamiento rotura = 200%
- Resistencia transversal a 20°C = $10^{15}$ W/cm
- Resistencia transversal a 90°C = $10^{12}$ W/cm
- Constante de aislamiento a 20°C = 3.670 MW/km
- Constante de aislamiento a 90°C = 3,67 MW/km

- Ensayo de tensión (3x180 OV) = NO PERFORACIÓN

- Ensayo ozono (0,025 ¸ 0,030 de $O_3$ = 30 h. sin grietas

La identificación de cada fase responderá como mínimo a UNE 21.029, realizándose su codificación empleando portarrótulos.

**5.8.5.7.1 Instalación del cable**

El recorrido de los cables se elegirá de manera que las estructuras existentes presten protección física a los cables.

Siempre que haya cables de diferente tensión en el mismo canal, se agruparán por clases de tensión.

Se preverá en los canales espacio suficiente de reserva para la adición de un 20% de cables.

No habrá más de dos capas de cables de fuerza o alumbrado en el mismo canal. Si se instala una segunda capa, habrá un separador continuo y ventilado entre capas que se dispondrán de manera que el fondo del separador quede 25 mm por encima del cable más cercano.

Los cables se dispondrán de manera que se reduzcan al mínimo los cruces.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, como ocurre en la alimentación a motores de baja tensión, será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo. Cuando el equipo, cajas de derivación, etc., esté equipado con terminales de tierra, el conductor de tierra se conectará a los mismos. De no estar previsto este terminal, el Contratista tendrá que realizar una conexión adecuada. Los tornillos de sujeción de la tapa no se consideran como adecuados para este fin.

Los cables se conectarán a los equipos por medio de accesorios terminales adecuados.
En las acometidas con los cables de baja tensión se realizará una coca si su diámetro lo permite. Esta coca se fijará con brida de plástico apta para montaje intemperie.

Cada cable se identificará mediante banda de metal, resistente a la corrosión, con el número del cable estampado. Estas pondrán en los cables siempre que éstos entren o salgan de bandejas o escalerillas y a intervalos de 8 m como máximo, y próximos a las cajas de derivación cuando éstas existan.

En tendidos largos se preverá que los cables puedan expansionarse sin que les afecte las dilataciones de los soportes del cable producidas por cambios de temperatura.

**5.8.5.7.2 Empalmes y terminaciones de cables**

Todos los empalmes y terminaciones de cables se harán cuidadosamente, siguiendo las instrucciones del fabricante para cada tipo de cable.

Cuando los cables aislados estén dotados de pantallas de cinta metálica y/o con tubos de plomo, la terminación de las mismas se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cable. Estas pantallas se terminarán en forma de "Cono equipotencial" y con la cinta metálica conectada a tierra.

Las terminaciones de cables y conductores en los equipos se harán con terminales de ojal en conectores con arandelas planas, arandelas grover, tuercas y tornillos de material resistentes a la corrosión. Los conductores de hilos múltiples se conectarán por medio de terminales del tipo de anillo.

#### 5.8.5.8 Tipos de instalación

##### 5.8.5.8.1 Instalación con tubos

Todos los tubos utilizados se instalarán cumpliendo con la instrucción MIBT-019 y 26 del Reglamento Electrotécnico Español de Baja Tensión.

El sistema de cableado en las Sala de Bombas, válvulas y Edificación en general se realizará bajo tubo rígido de PVC no propagador de llama. Las bases de entrada de los tubos se escariarán para evitar que puedan dañar los cables, y cuando los planos lo indiquen se instalarán boquillas de protección.

Todas las tiradas de cables se medirán cuidadosamente y los cables se cortarán a las longitudes requeridas, dejando margen suficiente en los extremos para conectarlos a los terminales.

Las diversas longitudes de cables que se corten de las bobinas se seleccionarán convenientemente a fin de evitar en lo posible desperdicios indebidos.

Los cables se pasarán por las conducciones con gran cuidado para evitar dañarlos. Cuando sea preciso, se utilizará talco u otro producto previamente aprobado para facilitar el movimiento del cable.

En los puntos donde el cable entra en una conducción, se curvará con un radio amplio.

El tamaño de los tubos se determinará teniendo en cuenta que 3 o más cables no ocupen más del 40% de la sección del tubo, 2 cables más del 30% y el cable más del 50%.

El trazado de tubos se dispondrá de forma que los cables se tiendan fácilmente. No se permitirán más de dos codos de 90° entre cajas de empalme.

Los codos de los tubos tendrán un radio de curvatura no inferior a diez veces el diámetro exterior del mismo, y deberán hacerse con una máquina curvadora adecuada que no deforme la sección circular del tubo.

Los accesorios para tubos serán de chapa de acero y adecuados para instalación empotrada.

Los tubos se fijarán a las cajas y equipos por medio de conexiones roscadas, con racores o prensaestopas.

Para los aparatos con entradas roscadas, las conexiones se efectuarán roscando directamente a los aparatos o conectándolos a través de un conector apropiado con rosca. Para los aparatos con entrada por medio de orificio, la conexión se efectuará con contratuercas roscadas tanto por la parte interior como por la parte exterior del aparato, con los extremos del tubo protegidos por boquillas adecuadas. Estas contratuercas serán del tipo de cuello para que penetren en el orificio al ser apretadas.

Durante su instalación, los cables se manejarán cuidadosamente para evitar que puedan ser dañados. La tensión a que se someten durante el tendido no excederá los límites permitidos por el fabricante del cable. Se preferirán mallas de tracción para los cables grandes.

Los extremos de los cables que salgan de las zanjas se enrollarán y dotarán de una caja o cubierta de protección hasta que se vayan a conectar al equipo de forma permanente.

Todos los extremos provisionales de los cables se protegerán contra la suciedad y humedad para evitar que dañe su aislamiento. Las puntas de cables se protegerán con una caperuza de plomo soldada a la funda del cable. Como precaución adicional, antes de hacer la conexión definitiva, se cortarán y tirarán los últimos 200 mm de cables de media tensión; se tendrá en cuenta esta precaución en el tendido del cable.

Una vez instalados los cables y terminados los ensayos en los mismos, se sellarán con pasta adecuada todas las bocas de los tubos y conductos que queden sobre el nivel del suelo.

**5.8.5.8.2 Instalación con bandeja**

En lugares donde se prevea un paso masivo de cables, se emplearán bandejas conductoras cerradas con tapa.

Serán de material PVC rígido, de gran resistencia estructural, ligeros y sencillos de mecanización, no produciendo rebabas al corte.

Poseerá una baja conductividad térmica, será no propagador de la llama y difícilmente inflamable (clasificado M-2).

Se instalará en tiras rectas de 3 m. de longitud, con bandeja perforada, con acanaladoras interiores y tapas de cubierta.

Se emplearán soportes horizontales y verticales de PVC para la fijación del mismo y piezas especiales de cambios de dirección como "esquinas", "derivaciones", "tapas finales", etc., no admitiéndose piezas especiales fabricadas "in situ".

Toda la tornillería será de PVC o protegida contra la corrosión mediante algún procedimiento de tratamiento superficial.

Serán aptos o para una temperatura de servicio comprendida entre -20°C hasta +60°C, y cumplirán las siguientes condiciones:

- Rigidez dieléctrica: cumplirá UNE 21.315 y CEI 243
- Autoextinguible y no propagador de llama según UNE 53.315, sin goteo de material inflamado a 960°C
- Reacción al fuego según M-2
- Coeficiente de dilatación lineal de 0,07 mm/°C.m
- Cumplirá DIN 16.929 en comportamiento frente a productos químicos
- Grado de protección daños mecánicos IP-9

En su interior el cableado se realizará formando mazos y enhebrados mediante bridas flexibles de poliamida, y señalizando e identificando con placas de señalización y cajetines portaetiquetas.

Se preverán canaladuras separadoras cuando el cableado sea de circuitos claramente especifico, como control, transmisión, comunicación u otros. Deberá quedar siempre un 20 % de la bandeja libre para futuras ampliaciones.

**5.8.5.9 Alumbrado**

Se considerará el pozo de bombeo y la sala de válvulas como zona a iluminar con sus correspondientes accionamientos y protecciones.

La iluminación mínima será de 180 lux medido a 1 metro del suelo. En la zona de situación de los cuadros de control y eléctrico esta iluminación mínima se elevará a 250 lux.

El cableado general y el de acometida a lámparas se canalizará bajo tubo rígido de PVC, empleando cajas de derivación tipo CRADY o HYMEL de aislamiento IP-65 con prensaestopas para entrada y bornas aisladas para conexión, así como racores y grapas soportes, siendo todos estos herrajes y accesorios en PVC no propagador de llama. El cableado a emplear será no propagador de incendio ni de llama y de reducida emisión de humos y gases tóxicos tipo AFUMEX de PIRELLI o similar, con una tensión de aislamiento de 0,6/1 KV. El cableado general cuando sea independiente se canalizará bajo bandeja de PVC rígido no propagador de llama, tipo UNEXBAND ó similar.

Las bornas derivatorias se cubrirán con dos capas de cinta aislante plástica y una capa muy solapada con cinta aislante vulcanizable.

Las luminarias estarán fabricadas por una casa de garantía y deberán cumplir las condiciones que establezca la Dirección de Obra. Serán luminarias estancas con las siguientes características:

Serán de cuerpo de poliester con fibra de vidrio, con difusor de metacrilato reforzado con posibilidad de abatimiento lateral para las operaciones de mantenimiento.

El cierre será articulado e imperdible, colocándose juntas de neopreno perfilado adosados al chasis.

Interiormente se instalará un reflector con portaequipo auxiliar, en chapa de acero esmaltado en color blanco y con sistema de retención para operaciones de mantenimiento.

Llevará incorporado lateralmente un sistema de racores de PVC para el acoplamiento de tubos de canalización.

El grado de protección del conjunto será de IP-67 y de clase I.

Se adosará al techo mediante tornillería protegida y estanqueizada la abertura con masillas MASTIC o similares.

Se emplearán tubos fluorescentes de un índice IRC ³ 86 de temperatura de color » 4.000°K y rendimiento superior a 95 lm/w.
Las reactancias cumplirán, como mínimo, lo establecido por DIN 49.865. Tendrán una vida media de 10 años como mínimo funcionando en un ambiente de hasta 50°C permanentes.

Los núcleos tendrán la suficiente sección como para que las vibraciones a la frecuencia fundamental y a la vida de sus armónicos sean inaudibles, y estarán sólidamente construidas y sin partes metálicas que puedan vibrar.

Estarán construidos por: cajetines de poliamida 6 con 30% de fibra de vidrio capaz de soportar temperaturas mínimas de 180°C sin deformación; los hilos esmaltados serán de cobre con aislamiento de clase térmica H (180°C) grado 2; bobinados de capa a capa sin cruzamiento; los núcleos magnéticos serán de chapa blanca descarburada, equivalente a DIN 46.400 MM-2,6 de espesor 0,5 mm troquelados y sin rebabas; las resinas serán de poliéster no saturado, pigmentadas en blanco y secado al horno a más de 140°C, la resina de encapsulado será de poliuretano con carga inorgánica y endurecida por catalizador.

Los cables de conexión serán de 600 V y 130°C, y se llevarán a una regleta de conexión con soporte aislante de poliamida 6, con tornillería de latón.

Los condensadores a emplear estarán homologados según CEI-82 y CEI-556, y serán capaces de mantener un cos s ³ 0,95.

Las reactancias utilizadas serán de las denominadas de "BAJAS PERDIDAS", con una pérdida de potencia en reactancia INFERIOR al 13% de la potencia de lámpara y un rendimiento del equipo-lámpara superior al 88%.

El incremento de temperatura sobre el ambiente será inferior a Dt 20°C, con una clase térmica tw=13°C y un calentamiento anormal inferior a 60°C.

En caso de cortocircuito del cebador, la temperatura alcanzada será inferior a 70°C.

Asimismo, el fabricante de la luminaria repondrá, sin cargo alguno, cualquier aparato que resulte defectuoso durante un período de 1 año, y adjuntará:

- Certificado para el uso de la marca, conformidad a normas UNE.
- Certificado de características emitido por laboratorio oficial de ensayos.

Antes de colocar cualquier aparato, se presentará una muestra; y previa prueba y ensayo, se procederá o no a su aprobación por la Dirección de Obra.

### 5.8.5.10 Fuerza

Toda la instalación de fuerza se realizará con cable AFUMEX - PIRELLI ó similar UNE 0,6/1 KV., canalizado bajo tubo de PVC rígido con abrazaderas de plástico tipo LEGRAND en acometida individuales, y bajo bandeja tipo UNEXBAND en líneas generales.

Los tubos servirán únicamente como protección mecánica de cables o como elementos de sustentación y canalización.
Las entradas y salidas en cajas derivatorias y cuadros parciales de maniobra serán exclusivamente con racor y prensaestopas.

Para la maniobra y accionamiento de los distintos motores, se colocará un cuadro en las inmediaciones del mismo. Este cuadro constará como mínimo de: fusibles de entrada, interruptor general, contactores de maniobra, magnetotérmicos, diferenciales, pulsadores de accionamiento y pilotos de señalización, así como accesorios complementarios como temporizadores, relojes, interruptores, transformadores, etc.

### 5.8.5.11 Materiales

Las calidades y características mínimas de los materiales en las instalaciones eléctricas son las que a continuación se indican.

#### 5.8.5.11.1 Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos se emplearán para los siguientes servicios:

- Acometidas.
- Alimentación a Cuadros en general.

Los interruptores serán tripolares, de corte al aire y tendrán un poder de corte y de cierre de acuerdo con lo especificado en la requisición de material. Cada interruptor tendrá, como mínimo, dos (2) contactos auxiliares N.A. y 2 N.C.; en cualquier caso, todos los contactos auxiliares se cablearán a bornas exteriores.

Los interruptores automáticos de iguales valores nominales serán intercambiables. Para conservar la intercambiabilidad, los dispositivos, los dispositivos auxiliares de control no se montarán directamente sobre el interruptor extraíble.

La capacidad térmica de los interruptores será, como mínimo, la suficiente para que permitan el paso durante un (1) segundo de la intensidad del cortocircuito, sin que se produzca ningún daño en el interruptor o en su equipo auxiliar.

La tensión auxiliar de control será 110 V. c.c. tanto para el cierre como para la apertura. La operación se realizará en ambos casos a emisión de corriente.

Serán de METRON, UNTELEC, MERLIN-BERIN.

**5.8.5.11.2 Transformadores para medida y protección**

Los transformadores de intensidad serán de tipo seco, encapsulados en resinas epoxi.
Los terminales primarios y secundarios serán marcados de forma indeleble.

Los transformadores de intensidad deberán ser capaces de soportar los efectos térmicos producidos por el paso de la corriente máxima de cortocircuito durante un (1) segundo y los esfuerzos dinámicos correspondientes a su valor de pico. Los valores mínimos aceptables para la intensidad térmica y dinámica serán 100 In y 250 In respectivamente.

La intensidad secundaria para medida y relés de protección será 5 A. Tendrán un secundario para los relés de protección y otro para los de medida.

Los transformadores de intensidad se montarán en la parte fija de los cuadros de distribución no en el interruptor automático.

Los transformadores de intensidad se conectarán en el lado de la carga del interruptor, de forma que queden desenergizados cuando el interruptor esté en las posiciones "abierto" o "desconectado". Los transformadores de intensidad deberán tener suficiente precisión en caso de sobrecarga y/o de cortocircuito como para garantizar la operación correcta de los relés y la selectividad de los sistemas de protección. El mínimo valor aceptable para el factor de sobrecarga será 10P10. La localización de los transformadores de intensidad será tal que permita su desmontaje sin necesidad de quitar tensión a otros cubículos. A través de este acceso serán visibles las bornas de secundario y la placa de características. Para medida, el factor de saturación de los transformadores de intensidad será Es £ 5 y la clase C1 = 1. Las potencias de precisión mínimas de los transformadores de intensidad serán definidas por el fabricante previo conocimiento de los relés de protección.

**5.8.5.11.3 Control y protecciones**

Los aparatos de control, tales como aparatos de medida, conmutadores, pilotos de señalización, etc., se montarán en las puertas del frente de los cuadros.

Todos los aparatos de control deberán llevar disposiciones de seguridad para evitar disparos accidentales.

Los interruptores accionados eléctricamente serán mandados por una maneta o selector con retorno a la posición cero. Todas las manetas deberán poder ser enclavadas en la posición de "abierto".

Los relés dispondrán de dispositivos de indicación de la operación de los mismos. Estos dispositivos deberán ser claramente visibles desde el frente del cuadro sin necesidad de quitar la tapa del relé.

Los voltímetros y amperímetros serán del tipo empotrado, preferentemente de forma cuadrada con escala de 90° y en caja de 50 x 90 mm., precisión de 1% del valor de fondo de la escala.

Se instalarán los siguientes aparatos de medida:

- Un voltímetro digital con conmutador de acometida principal.
- Un amperímetro digital con conmutador principal.

Todos los circuitos de alarma deberán ser cableados hasta una regleta común que se instalará en cuadro y será accesible por la parte frontal.

**5.8.5.11.4 Equipos de conexión de motores**

Los equipos para control de motores serán de interior para uso estanco y antideflagrante.

El equipo será autoportante para montarlo adosado a la pared o espalda contra espalda, anclado al suelo de frente sin tensión, del tipo "metalclad", de diseño normalizado montaje completo en fábrica incluirá ensamblado y cableado completos, de forma que en la planta sólo sea necesario emplazar el equipo y conectar los circuitos de alimentación y salida.

Los arrancadores serán adecuados para arranque a plena tensión.

El equipo de control de motores incluirá dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, y proporcionará un retardo mínimo de cinco segundos para la intensidad de rotor bloqueado. Este retardo se revisará y aumentará según se requiera en los motores con tiempos de arranque normales.

El tamaño mínimo de arrancador será de 30 A.

Los motores de más de 7 CV se alimentarán a través de arrancadores estáticos.

Los motores de menos de 7 CV se alimentarán a través de arrancadores directos provistos de los siguientes componentes, como mínimo:

- Interruptor automático
- Interruptor diferencial
- Contactor magnético
- Relé térmico trifásico diferencial compulsador de rearme.
- Relés de reaceleración (si se requiere).
- Pulsador mantenido para parada de emergencia en el frente del cuadro.

**5.8.5.11.5 Guardamotores**

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores de jaula de ardilla con corriente de arranque máxima de 840% de la nominal y tiempo de arranque máximo de 8 segundos.

El contactor será diseñado para servicio duro y capaz de abrir y cerrar hasta 8 veces la intensidad nominal a tensión nominal y factor de potencia máxima de 0,6. Los contactores serán capaces de 1.500 ciclos de servicio consistente en cerrar una corriente 8 veces la nominal y a continuación abrir la corriente nominal sin necesidad de recambios ni reparaciones, y cumplirán UNE 0660. La

protección de sobrecarga en los guardamotores se hará por medio de elementos térmicos para las tres fases con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

Su duración mecánica no será inferior a 15-10 (elevado a 6) ciclos de maniobra.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para futuros enclavamientos.
Su tensión de aislamiento será de 660 V para una temperatura ambiente admisible de -25 a 55°C.

**5.8.5.11.6 Fusibles y ruptores**

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura y siempre con indicador de fusión.

Los fusibles que vayan en circuitos, tales como alimentación de alumbrado y control, serán de alta capacidad de ruptura y acción extrarrápida, y acción lenta cuando vayan en el circuito de alimentación a motores.

Los cartuchos fusibles de hasta 63A tendrán una característica gl según UNE 21103 con un poder de ruptura de 50 KA y llevarán incorporado un indicador de fusión.

Para la protección de la distribución general se emplearán fusibles NH-3NA con características gl UNE 21103 y con indicador de fusión. El sistema de fijación de las bases será a presión hasta 63 A y sobre pletina para mayores intensidades. Fabricantes: SIEMENS-A. SIMON-LEGRAND o similares.

**5.8.5.11.7 Desconectador fusibles**

Será tripolar y estará constituido por soporte y tapa. El soporte llevará bornas para la conexión de los tres conductores, contactos fijos con las bornas y sistema de fijación para montaje tras cuadro. La tapa provista de manilla de abertura, llevará tres cortacircuitos fusibles de intensidad I de cartucho de fusión cerrada de la clase G.T. Fabricantes: SIEMENS-A. SIMON-LEGRAND o similares

**5.8.5.11.8 Interruptores magnetotérmicos**

Las características mínimas de estos interruptores de disparo automático serán:

Tiempo de reacción 0,8 a 1,2 ms.
Temperatura de ajuste 20 + 5°C
Poder de corte 15 KA (IEC)

La curva característica de disparo (H.L.G.) será la adecuada al tipo de protección que se desea realizar (alumbrado, distribución, motores, etc.). Fabricantes: SIEMENS-MERLINGERIN-A. SIMON o similares

**5.8.5.11.9 Interruptores diferenciales**

Estos interruptores serán solamente de protección diferencial y de 30 mA de sensibilidad, en alumbrado y fuerza respectivamente.

La intensidad nominal será la adecuada en cada caso.

Estará constituido por envolvente aislante y dispositivo de protección formado por un núcleo magnético combinado con un sistema bilamina o bobina de disparo magnético. Fabricantes: SIEMENS-MERLINGERIN-A.SIMON o similares.

**5.8.5.11.10 Interruptores manuales de corte omnipolar**

Serán los llamados rotativos de paquete de levas multimodulares y de accionamiento manual, concebidos para ser usados en corriente alterna con tensión nominal hasta 600 V. con una duración mecánica de aproximadamente 1 millón de maniobras. Estarán formados a base de módulos superpuestos, compuestos por una pieza base, aislante de resinas de melamina y con contactos de aleación de plata. Todos los componentes metálicos estarán protegidos contra la oxidación por medio de un recubrimiento de níquel. Fabricantes: GAVE-TELERGON o similares.

**5.8.5.11.11 Contactores**

Responderán como mínimo a las normas UNE 0660, con las siguientes características:

- Duración mecánica: $15.10^6$ ciclos de maniobra
- Tensión de aislamiento: 660 V
- Temperatura ambiente admisible: -25¸ H 55°C
- Fabricante: TELEMECANIQUE-SIEMENS-AGUT o similares.

**5.8.5.11.12 Cortacircuitos fusibles**

Constarán de base portafusibles, anillo de ajuste, cartucho fusible, tapón roscado e indicador de fusión del tipo luminoso. Los cartuchos fusibles de hasta 63 A tendrán una característica gl según UNE 21103, un poder de ruptura mínimo de 59 KA y llevarán un indicador de fusión.

**5.8.5.11.13 Bornas de conexión**

Serán de material termoestable, resistente al calor y al fuego y a la humedad y a los hongos, con la parte conductora de latón o cobre niquelado o estañados.

El tornillo no ejercerá su presión directamente sobre el cable, sino mediante una lámina que preferiblemente seguirá al tornillo de la base al aflojarlo, facilitando la introducción del cable.

Serán de montaje sobre raíl DIN normalizado y tendrán dispositivos de numeración protegidos contra la suciedad.

Se apreciarán los dispositivos que impidan que el atornillador se salga de la ranura durante el proceso de apriete.

Las bornas se elegirán con una capacidad mínima del doble de la del cable que se conecta.
Las bornas en su instalación quedarán separadas por servicios, conexionándose un cable a cada borna y dejando un espacio entre bornas de distintos servicios de 15 mm como mínimo.

Las bornas de tierra quedarán instaladas en un extremo de la regleta, y serán del tipo seleccionable para facilitar la colocación de derivaciones a tierra. La conexión de las bornas de tierra entre sí, se hará preferiblemente mediante un peine de cortocircuito de la sección adecuada.

**5.8.5.11.14 Tubos de protección**

Para instalación empotrada se empleará tubo aislante flexible de PVC, estanco, corrugado, curvable con la mano estable hasta los 60°C, no propagador de la llama, y de grado de protección mecánico no inferior a 7 (UNE 20.324) tipo REFLEX ó similar, con un diámetro mínimo de 16 mm.

Para instalación exterior se empleará tipo aislante rígido de PVC, y grado de protección mecánica no inferior a 7 "tipo E" de tureplástica ó similar, con un diámetro mínimo. Las características técnicas del tubo serán como mínimo:

- Calor especifico: 0,24 cal/gr/°C
- Densidad: ³ 1,41 gr/cm$^3$
- Dilatación: 0,08 mm/m/°C
- Comportamiento al fuego: ININFLAMABLE
- Resistencia a la tracción: 562,8 kg/cm²
- Alargamiento a la rotura: 125,9%
- Grado de protección: 7
- Conductividad térmica a 20°C: 0,090

Será un tubo liso y sin rosca, con conexión mediante manguito de presión cónico.

**5.8.5.11.15 Mecanismos**

Estarán constituidos por base aislante, con bornas para conexión de conductores, mecanismo de contacto, interrupción o conexión, soporte metálico para fijación a caja, mando y placa de cierre aislante.

- Interruptores: Se utilizarán interruptores de corte unipolar para el accionamiento de los distintos puntos de luz de la instalación interior. La distancia de los interruptores desde su caja de mecanismos al pavimento será de 110 cm.
- Conmutadores: Se utilizará conmutadores para el accionamiento combinado desde dos lugares, de un mismo punto de luz.
- Base de enchufe de 10/16 Amp.: Se utilizará para la conexión y toma de corriente de puntos de luz y aparatos que requieran la energía eléctrica para su funcionamiento. La distancia desde su caja de mecanismos al pavimento será de 20 cm excepto en cocinas y baños, en los que dicha distancia será de 110 cm.
- Bases de enchufe de 25 Amp.: Se utilizará para la conexión y toma de corriente de puntos de fuerza. La distancia desde su caja de mecanismos al pavimento será de 70 cm. Como solución alternativa, la conexión a la instalación interior, podrá efectuarse mediante caja de bornas con tapa, debiéndose disponer un interruptor de corte bipolar de 25 amperios para su accionamiento.

#### 5.8.5.11.16 Cajas de derivación

Serán de material aislante y autoextinguible. La tapa será del mismo material ajustable a presión rosca o con tornillos; y llevará huellas de ruptura para el paso de tubos o conos elásticos de adaptación de secciones.

Las dimensiones mínimas previstas son de: 150 x 150 x 40 cm.

Las bornas de conexión libre estarán envueltas con material PVC incombustible de forma que la parte metálica de las mismas no resalte sobre el material aislante (scotch n°33 y n°23).

### 5.8.6 RED DE TIERRA

#### 5.8.6.1 General

La red de tierra cumplirá con los requisitos de las Instrucciones complementarias MI-BT-026 y MI-BT-039 del "Reglamento Electrotécnico Español". Se dispondrán los siguientes sistemas de puesta a tierra:

a) - Un sistema de puesta a tierra para el sistema de baja tensión, incluyendo las conexiones a los equipos, estructuras, carcasas, etc.

b) - Un sistema de puesta a tierra para el equipo de protección contra descargas atmosféricas y/o autoválvulas.

c) - Un sistema de puesta a tierra para el sistema de instrumentación.

d) - Una red equipotencial.

La red de tierra será del tipo anillo.

#### 5.8.6.2 Tipos de protección de la Puesta a Tierra

Se efectuará una puesta a tierra adecuada para obtener los siguientes tipos de protección:

- Seguridad del personal.
- Limitar la tensión de un cortocircuito cuando éste quede expuesto a una tensión superior a aquélla para la que ha sido diseñado.
- Protección contra descargas atmosféricas.

##### 5.8.6.2.1 Puesta a tierra para seguridad del Personal

Las partes metálicas no conductoras de corriente de equipos eléctricos principales, tales como: motores, cuadros, arrancadores, etc., conectarán a la red de tierra o, si el equipo queda lejos de la misma, a una o más picas u otro medio adecuado.
La puesta a tierra de los motores de baja tensión se hará por medio de un conductor adicional que forma parte del cable de alimentación.

Los conjuntos de alumbrado, las estaciones de maniobra, cajas terminales y/o derivación, etc., se pondrán a tierra por medio de un conductor extra incluido en el cable de alimentación. Para ello, todas las envolventes tendrán una terminal interior de puesta a tierra.

#### 5.8.6.2.2 Puestas a tierra para protección contra descargas atmosféricas

Las protecciones contra las descargas atmosféricas se conectarán a tierra a través de picas independientes de los sistemas de tierras.

Las carcasas metálicas, recipientes o equipos no protegidos, como se indica anteriormente, se conectarán a tierra al menos en dos puntos por picas independientes de la red de tierras.

### 5.8.6.3 Instalación

La red de tierra consistirá en un hilo principal conectado a las picas de tierra con los necesarios puntos de inspección. El anillo principal será de cable de 50 $mm^2$. El cable de tierra será de cobre con aislamiento de PVC color amarillo verde. Se evitarán los empalmes de los cables de tierra. La sección podrá ser superior a 50 $mm^2$ si por protección contra contactos indirectos así se exigiese.

Donde sea inevitable realizar derivaciones o conexiones enterradas, se usarán grapas adecuadas. Los equipos móviles se conectarán a tierra con conectadores del tipo de grapa.

Se conectarán picas de tierra al anillo principal a intervalos máximos de 3 m., según se requiere para obtener una resistencia máxima de 3 W desde cualquier estructura a tierra. Las picas serán de hierro y cada sistema llevará un ánodo de zinc.

El cable de conexión entre picas de tierra no estará tenso. Todos los cables de tierra se protegerán contra daños mecánicos.

Las conexiones de tierra se harán a los aparatos y no a las fundaciones o pernos de anclaje.

#### 5.8.6.3.1 Puesta a tierra de circuitos e instrumentos

Los circuitos de instrumentos se pondrán a tierra para reducir los efectos de interferencias eléctricas sobre la señal que se transmita. Se seguirán cuidadosamente todas las instrucciones dadas por el fabricante de los instrumentos.
En general, se aplicarán las siguientes reglas:

a) - Los circuitos de un lazo en corriente continua se pondrán a tierra, únicamente, en un sólo punto.
b) - Normalmente, la puesta a tierra se localizará en el polo negativo de la alimentación del lazo.

#### 5.8.6.3.2 Pantallas de cables

Todas las pantallas de los cables serán puestas a tierra en un punto únicamente, que estará en la Zona de Válvulas; excepto para termopares, que éstas estarán puestas a tierra en la cabeza de éste.

La continuidad de la pantalla será mantenida durante el recorrido del cable. Las pantallas serán aisladas respecto a la tierra de los instrumentos y las cajas de derivación. Esto se aplica tanto a las pantallas individuales como a las generales.

#### 5.8.6.3.3 Armaduras de cables

Todas las armaduras de los cables serán puestas a tierra en un único punto, siendo éste la caja de derivación en campo.

Estas serán aisladas de la tierra de la zona de válvulas.

### 5.8.6.4 Materiales a emplear

Se emplearán picas con alma de acero recubierta con capa protectora de cobre-puro electrolítico de 14 mm de diámetro y 2 m. de longitud, y cumplirán con las normas UNESA 6501-E, siendo las características mínimas:

- El acero empleado en el alma de la pica será un acero fino al carbono, de una dureza brinell comprendida entre 130 y 200 H. Su contenido en fosfato y azufre no excederá de 0,04%.
- El cobre se recubre a la varilla de acero será electrolíticamente puro, con una conductividad igual a la de los conductores eléctricos desnudos.
- El espesor medio de la capa de cobre en cualquier sección de las picas tendrá un valor mínimo de 0,300 mm.
- La capa de cobre se depositará mediante electrólisis fusión.
- En caso de picas enlazables, el roscado se efectuará después del cobreado por el procedimiento de laminado en frío sin arranque de viruta.
- Para el conexionado de líneas se emplearán grapas con cuerpo de cobre y tornillo de latón.

Las secciones de Cu empleadas son:

- Línea de enlace: 50 $mm^2$
- Línea principal: 35 $mm^2$

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión tipo borna-regleta.

Se realizará según NTE-IEP, empleando conductores de 50 $mm^2$ de sección para la línea de enlace con tierra, y 35 y 25 $mm^2$ para líneas principales.

Para las derivaciones individuales se seguirá lo ordenado en la tabla VI de la MI-BT-01.
El cable subterráneo es de cobre desnudo y está enterrado directamente.

La separación entre electrodos será superior a 10 m.

Se cuidará de no interrumpir los circuitos de tierra, así como de no intercalar fusibles, interruptores, etc.

Los materiales empleados en la presente instalación serán de KLK:

- Pica J.2050.....200x14,3 (long x 0) en mm
- GrapaKU-16,16..... 16 mm 0 máx. pica
- EmbarradoEC-70,2..... de 2 2 grapas
- ArquetaAC-C..... 500 x 0,20 mm

### 5.8.7 MOTORES ELÉCTRICOS

#### 5.8.7.1 Generalidades

Esta especificación cubre el diseño y construcción de los motores eléctricos de Baja Tensión que se precisen para accionar el equipo mecánico usado en este Proyecto, y forma parte integral de todas las requisiciones a las que se adjunta.

Los motores estarán de acuerdo con las siguientes normas:

1 - Reglamento Electrotécnico Español.
2 - Normas UNE.
3 - Recomendaciones de la CEI, que no hayan sido cubiertas por las anteriores.
4 - P-30C1 Preparación para el transporte.
5 - P-96A2 Límites de ruido.
6 - P-0-101 Pintura.
7 - 5260-1300-A Notas Generales para Equipo Mecánico.

No obstante, cuando así se indique en las hojas de datos, se aceptarán motores construidos según otras normas, siempre que se cumplan las exigencias de las arriba indicadas.

#### 5.8.7.2 Condiciones de servicio

Los motores se instalarán a la intemperie o sumergidos en agua residual y deberán poder trabajar satisfactoriamente en el servicio especificado.

- Temperatura ambiente..... Máx. 40°C
  Mín. -5°C
- Humedad relativa ..... Máx. 100%
- Altitud ..... 10 m

Los motores deberán admitir las siguientes variaciones de estas condiciones nominales sin perjuicio alguno:

- Tensión: ± 5% con la carga y frecuencia nominales
- Frecuencia: ± 5% con la carga y tensión nominales
- Tensión y frecuencia combinadas: ± 5% con la carga nominal

Bajo las condiciones "b" o "c", el calentamiento no deberá sobrepasar los valores normalizados por la zona UNE 20.113 (CEI 34.1) para la condición "a".

La potencia nominal será una de las indicadas en la Tabla II recomendada por la norma UNE 20.106, Parte III (Publicación 72 de la CDI). Se evitarán en lo posible las potencias inferiores a 1 CV. La Tabla I es aceptable previa aprobación de la Administración.

Los motores deberán poder arrancar el número de veces que se indica en directo y a plena carga con la tensión equivalente al 80% de la nominal, alcanzando su velocidad de régimen en 15 segundos o menos sin perjuicio alguno para ellos.

Los motores deberán admitir sin deterioros la reaceleración en carga contra una tensión residual igual al 40%, y se diseñarán para admitir aplicaciones instantáneas de una tensión igual al 150% de la tensión nominal, si no se especifican condiciones más rigurosas en las hojas de datos, en previsión de que se especifiquen para reaceleración automática después de una interrupción en el suministro y energía eléctrica de una duración que será igual o inferior a 5 segundos.

El grado de protección proporcionado por las envolventes de los motores contra contactos por personas con las partes en tensión o con las piezas en movimiento interiores a la envolvente y contra la penetración perjudicial de cuerpos sólidos y líquidos, se fijará de acuerdo con la Norma UNE 20111. Se definirá el grado de protección del párrafo anterior por las siglas IP seguidas de las dos cifras características.

Las protecciones para los motores, aparatos de conexión y aparatos de instalación responderán a las instrucciones de la Norma DIN 40.050, ajustándose a las exigencias que se citan:

* Montaje intemperie:
Montaje exterior ..... IP-66

Todos los elementos eléctricos montados en la Sala de Bombeo situados a una altura inferior a setenta centímetros (70 cm), deberán estar protegidos contra el chorro de agua, por lo tanto, la segunda cifra indicativa será cinco (5) conforme a la nomenclatura de la Norma DIN 40050. Todos los elementos eléctricos montados en la sala de sombeo, sala de válvulas e interior del pozo de bombeo serán también antideflagrantes.

**5.8.7.3 Bobinados y aislamiento**

El bobinado del estator se conectará preferiblemente en triángulo.

Las seis terminales del bobinado se llevarán a la caja de bornas.

Los motores que tengan la carcasa de tamaño UNE/CEI 250, tendrán, como mínimo, el aislamiento de clase F según la misma norma; sin embargo, el máximo calentamiento admitido será de 80°C sobre la temperatura ambiente.

Los bobinados de los motores se aislarán completamente como para trabajar en un sistema sin puesta a tierra.

Los terminales de los cables se aislarán con neopreno u otro material similar resistente al calor, o con barniz aislante. El aislamiento de barniz llevará una cubierta exterior de algodón, cristal o porcelana.

El aislamiento se diseñará para una duración mínima de 20 años (160.000 horas) de trabajo.
Los aislamientos higroscópicos y/o de goma natural no son aceptables.

Los bobinados serán de cobre.

Todos los motores, salvo los sumergidos en agua, llevarán previsto un sistema de caldeo contra la humedad para cuando el motor esté parado, consistente en utilizar bien uno de los bobinados como resistencia calefactora en los motores pequeños, o bien una resistencia de caldeo "ad hoc" para potencias considerables. En todos los casos, el caldeo del motor entrará en funcionamiento automáticamente una vez anulada su alimentación general.

Se observarán las siguientes condiciones generales:

- Temperatura ambiente máxima ..... 40°C
- Temperatura máxima de máquinas ..... 120°C

Cada motor de baja tensión recibirá siempre un interruptor de seguridad, con dispositivo de cortocircuito magnético y un elemento de sobrecarga térmico. Las dimensiones del interruptor de seguridad se regirán por las cargas de la corriente de corto-circuito en lugar de montaje.

Los accionamientos para el arranque pesado irán provistos de relés de bimetal con convertidores de saturación.

Todos los relés de bimetal y los interruptores de protección del motor recibirán un bloqueo de conexión ulterior.

En el caso de pequeños interruptores de seguridad que no tengan suficiente resistencia contra cortocircuitos, se incorporarán fusibles de potencia adecuada. Las placas de características de los motores serán ejecutadas según DIN-42961, con lectura en castellano.

Todos los motores llevarán incorporado o instalado en las inmediaciones un interruptor pulsador con enclavamiento "PARO" en caso de emergencia. El grado de hermeticidad en caso será el correspondiente al motor.

Cada motor llevará un sistema de arranque adecuado a la potencia nominal del mismo, según lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para B.T., pudiendo ser arranque directo o estrella-triángulo, para pequeños motores (potencia inferior a 10 C.V.) y el arranque será del tipo estático a base de trisistores para motores de potencia superior.

**5.8.7.4 Equilibrado y vibración**

Todos los motores estarán equilibrados dinámicamente, además de haberlo sido estáticamente.

El valor máximo del doble de la amplitud de la vibración a lo largo de los tres ejes sobre las cajeras de los cojinetes, no excederá de 50 mm o de los límites establecidos en la siguiente fórmula (la que sea menor):

$$Valor doble de la amplitud (en \mu m) \frac{90.000}{RPM}$$

**5.8.7.5 Diseño mecánico**

**5.8.7.5.1 Carcasas**

La carcasa tendrá las dimensiones normalizadas por las normas UNE 20106, 20107 y 20108, Publicación 72 de la CEI y/o la UE.

La carcasa cubrirá totalmente el motor. Los diseños en los que los paquetes de chapas magnéticas formen parte de la carcasa no son aceptables.

Los motores podrán tener la carcasa de fundición de hierro o de acero. Esta será suficientemente resistente como para soportar todas las tensiones que pueda sufrir durante el arranque, trabajo y paradas repentinas. Los alojamientos de los cojinetes deberán mantener correcta su alineación bajo todas estas condiciones.

En los motores no sumergidos se instalarán drenajes en los puntos donde puede acumularse agua o, si fuesen necesarios, el fabricante lo certificará en su oferta.

Todos los tornillos, tuercas y demás accesorios del interior de la carcasa serán de material resistente a la corrosión, o bien cadmiados o niquelados para hacerlos resistentes a la misma.

Las tapas y culotes de los ventiladores serán de hierro fundido, acero fundido y planchas de acero. Otros materiales sólo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de la Obra. Las aberturas de entrada de aire irán protegidas por una parrilla fundida, formando parte de la tapa, o por una rejilla metálica hecha de un material resistente a la corrosión; en ambos casos, los orificios resultantes serán menores de 12 mm f (IP-20). El sistema de ventilación será de construcción rígida y fijado de forma que impida una distorsión o desplazamiento, los cuales podrían causar choques o fricciones entre las partes fijas y las partes móviles.

Las aletas de refrigeración de la carcasa y las de galerías de aire tendrán un espesor mínimo de 3 mm.

Los motores o partes del motor que pesen más de 25 kg. tendrán uno o más cáncamos orejetas o ganchos para facilitar su transporte o mantenimiento.

**5.8.7.5.2 Cajas de bornas**

Serán estancas, con protección IP-55. Tendrán juntas de Neopreno.

Las entradas de cables se roscarán para ponerles prensaestopas y admitirán la conexión del cable. El mínimo tamaño de rosca aceptable es de 3/4' NPT.F según la norma ANSI B.2.1. Las cajas de bornas podrán ser de fundición de hierro, acero fundido o plancha de acero de un espesor mínimo de 3 mm, otros materiales sólo serán aceptables si reciben la aprobación previa de la Dirección de Obra. La

tornillería será de acero inoxidable (AISI 340 SS). Todas las cajas de bornas serán orientables en cualquiera de las cuatro posiciones o transversales al eje del motor.

Las terminales se marcarán clara y permanentemente según la norma UNE 21086 o según las del país de origen (preferiblemente VDE 0530). Las conexiones de los cables serán de tipo sin soldadura en los terminales.

Las cajas de bornas se dimensionarán suficientemente grandes para permitir la fácil conexión de los cables de alimentación. Se dispondrá un borne de PAT de rosca M-6 en el interior de la caja de bornas y otro igual sobre la carcasa. Ambos se identificarán claramente.

El paso de cables a través de la carcasa hasta la caja de bornas se cerrará de manera que se evite la entrada de humedad y/o de cuerpos extraños. Se sellará con material termostable y no higroscópico.

**5.8.7.5.3 Rotor**

El rotor estará libre de empujes axiales propios y se equilibrará dinámicamente.

El eje será de acero y admitirá el acoplamiento directo bajo la mínima carga indicada, sus manguetas tendrán chaveteros mecanizados según la norma UNE 20106, 20107 y 20108 (CEI 72 y ISO R-775), completados con las chavetas ya preparadas para colocarles los semiacoplamientos o poleas. Cuando se precise otro tipo de manguetas se indicará en las hojas de datos.

Salvo indicación en contra de las hojas de datos o requerimientos de nivel sonoro, los ventiladores para motores de carcasa UNE/CEI 280, NEMA 445 o menores serán aptos para girar en ambas direcciones. Para carcasas mayores que éstas, se prefieren ventiladores reversibles, pero son también admisibles los irreversibles. Cuando el ventilador sea irreversible, se indicará en la oferta.

El material de los ventiladores será resistente a la corrosión y dúctil, tal como bronce, aluminio, latón, plástico, hierro o acero. Los ventiladores de aluminio serán de una aleación que no contenga más del 0,2% de cobre. Si son de aleación ligera, ésta no contendrá más del 6% de Mg.

**5.8.7.5.4 Cojinetes y su lubrificación**

Los cojinetes podrán ser de deslizamiento o de rodamientos a bolas o rodillos, según se indique en las hojas de datos.

Los objetos de deslizamiento se lubrificarán sólo con aceite. Los cojinetes de rodamiento se podrán lubrificar con aceite y con grasa.

También son aceptables los cojinetes engrasados y sellados "a vida". Pero solo previo acuerdo entre la Dirección de la Obra y el fabricante del motor.

Los cojinetes de deslizamiento siempre se dotarán con anillos de lubricante por aceite.

Cuando la lubricación sea por anillo de aceite se usarán aceitadores de nivel constante del tipo de botella invertida. Estos depósitos serán de cristal inastillable e irán protegidos por una jaula de alambre.

La lubrificación por mecha o anillos de fieltro no es aceptable. Se instalarán cierres adecuados para evitar el derrame del lubrificante de los cojinetes. Se evitará, en particular, la entrada de aceite o de grasa dentro del motor.

Los cojinetes de rodamiento se diseñarán para una duración B-10 mínima de 5 años (40.000 horas) de funcionamiento continuo.

Los motores que deban accionar transmisiones por correas o cadenas, tendrán cojinetes de empuje radial de suficiente capacidad para estos servicios.

Los cojinetes de deslizamiento de los motores horizontales deben tener una capacidad de empuje adecuada para soportar cualquier empuje axial inherente al rotor, para evitar la necesidad de usar acoplamientos limitadores de juego axial. Cuando se usen estos cojinetes y el motor no tenga cojinetes de empuje, el juego axial mínimo del rotor será de 10 mm, indicándolo en su oferta y planos.

Los motores con juego axial tendrán la mangueta del eje marcada de forma permanente, indicando el centro magnético y los extremos de la carrera.

#### 5.8.7.5.5 Exigencias adicionales para motores de rotor bobinado

No precisarán dispositivos levanta escobillas.
En la parte de los anillos colectores se instalarán puertas de inspección del mismo grado de protección que el resto del motor.

Los terminales de los conductores del rotor se llevarán a una caja de bornas independiente colocada junto a la caja principal de bornas.

#### 5.8.7.5.6 Exigencias adicionales para motores

Serán de eje macizo y estarán preparadas para colocarles acoplamientos flexibles o rígidos. Cuando se precisen otros tipos se indicarán en las hojas de datos.

Cuando se empleen motores de eje hueco, lo que sólo será previa aprobación de la Dirección de la Obra, se colocarán dispositivos de antirretorno y desembrague automático en previsión de la eventualidad de un alargamiento del eje del equipo accionado que pueda producirse por un giro invertido.

Los cojinetes tendrán suficiente capacidad de empuje como para resistir el empuje vertical hacia arriba y/o hacia abajo, ejercicio por el equipo accionado que se indique en las hojas de datos.

Los rodamientos de bolas serán del tipo blindado 2RS. Cuando el ventilador vaya colocado en la parte superior se protegerá la toma de aire con un sombrerete que evite totalmente la entrada de agua en la cámara del ventilador y en los cojinetes.

### 5.8.7.6 Accesorios

#### 5.8.7.6.1 Calefactores

Todos los motores, salvo los sumergidos, irán dotados con calefactores que se conectarán automáticamente, pero solamente cuando el motor esté parado.

La temperatura superficial de los calefactores no deberá exceder en ningún caso de los valores establecidos por las normas UNE 20327 y 20328.El Adjudicatario indicará la potencia consumida para las resistencias de calefacción.

#### 5.8.7.6.2 Placas de características

Serán de acero inoxidable AISI 304 SS, y se sujetarán con pasadores y tornillos del mismo material.

Estarán de acuerdo con las normas UNE 20041 y 20113. Como mínimo, las placas de características incluirán la información indicada más abajo, además de la exigida por dichas normas, o bien se colocará una placa adicional que la incluya.

1.- Tamaño UNE/CEI de carcasa
2.- Forma de montaje (según UNE 20.112)
3.- Posibilidad de inversión de giro
4.- Par de arranque
5.- Par máximo
6.- Intensidad de arranque
7.- La protección según UNE 2111
8.- Peso
9.- Lubrificante recomendado
10.- Tensión y potencia elemento calefactor
11.- Valor máximo permisible del juego axial del rotor

#### 5.8.7.6.3 Indicación del sentido de giro

El sentido de giro para el que está preparado el motor, se indicará con una flecha estampada o atornillada sobre la carcasa en el lado contrario al de accionamiento.

En motores aptos para girar en ambas direcciones la flecha tendrá dos puntas.

Una flecha pintada no es suficiente.

### 5.8.8 PRUEBAS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 5.8.8.1 Caídas de tensión

En las acometidas generales, derivaciones individuales, líneas parciales o cualquier otro punto que se considere oportuno, se medirá la tensión en el arranque y al final de las mismas cuando la carga sea la máxima prevista en cada caso.

La caída máxima de tensión no será superior a las previstas en cada caso en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, o las especificaciones en el Proyecto que en ningún caso contradecirán al citado Reglamento.

#### 5.8.8.2 Aislamiento

Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores activos con relación a tierra, y entre conductores activos aislados separando todos los receptores dejando conectados todos los interruptores y colocadas las protecciones y enchufes.

La medida de aislamiento deberá cumplir lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### 5.8.8.3 Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos

Se comprobará que la intensidad nominal de los interruptores magnetotérmicos y cartuchos fusibles no supera en 1,2 veces, como máximo, el valor de la intensidad de servicio admisible en el conductor protegido, constatando el correcto funcionamiento de los P.I.A.S. e interruptores con dispositivo diferencial.

#### 5.8.8.4 Resistencia de tierra

Antes de puesta en funcionamiento de la instalación se procederá a:

- Verificar la eficiencia de la instalación de tierra partiendo de los electrodos, controlando la ejecución de los empalmes.
- Asegurarse de que todas las tuercas y tornillos estén apretados a fondo, y, en general, de que los materiales utilizados no puedan dar lugar a fenómenos de corrosión.
- Controlar la sección de los conductores de tierra y protección, verificando la continuidad del protector de tierra.
- Medir el valor de la resistencia de tierra, controlando si están coordinados con los dispositivos de intervención diferencial.
- Llevar a cabo, si fuera preciso, la medida de las tensiones de contacto y de paso.

#### 5.8.8.5 Conexiones

Se comprobará que la conexión de los conductores entre sí y de éstos con los aparatos están realizados correctamente y que no se produzcan calentamientos anormales, verificándose el deslizamiento de los conductores en tubos de protección comprendidos entre dos cajas.

#### 5.8.8.6 Equilibrio entre fases

Se medirán las intensidades en cada una de las fases de las líneas que se quieran comprobar, estando toda la carga conectada en cada caso. Se tratará de lograr el máximo equilibrio posible entre fases de cada uno de los circuitos.

#### 5.8.8.7 Factor de potencia

Se medirá el factor de potencia en las acometidas generales de B.T. a plena carga. El valor de dicha medición no deberá ser inferior al previsto en este Proyecto, que será de: cos d = 0,95.

#### 5.8.8.8 Otros ensayos

La Dirección de Obra podrá realizar los ensayos y mediciones que estime necesarios o convenientes para la determinación de la calidad, características y estado de cualquier material, pudiendo ser rechazados si los resultados del ensayo en laboratorio no fuesen satisfactorios.

### 5.8.9 PLANOS DE OBRA

El Contratista y previo a la instalación del sistema eléctrico deberá presentar los siguientes planos de obra:

Escala

- Se presentará gráficamente un plano de situación del edificio de red de distribución de energía eléctrica desde la que se efectuará la acometida, así como el punto por el que dicha acometida penetrará en el edificio ..... 1:200

- Se presentará por un símbolo en cada planta y se enumerarán todos los elementos de la red con indicación de su posición exacta ..... 1:100

- Sobre las secciones del edificio se dibujarán esquemas de la red necesarios para definir la situación de cada uno de sus elementos ..... 1:100

- Se presentarán gráficamente todos los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista específicamente NTE.....1:20

### 5.8.10 MEDICIÓN Y ABONO

El abono se efectuará por aplicación del precio unitario al número de unidades realmente instaladas en obra.

Los tubos portaconductores, canaletas, bandejas, hilos flexibles y cables conductores se abonarán por aplicación de los precios unitarios a los metros lineales de tendido realmente efectuados en obra.

Los materiales, sus características y valoración que oferta el Adjudicatario, deberán merecer la aprobación de la Dirección de Obra.

Los cuadros eléctricos se abonarán por aplicación de los precios ofertados por el Adjudicatario al número de unidades montadas realmente en obra. En dichos precios estarán incluidos tanto el armario como complementos y aparellaje eléctricos que, no correspondiendo a equipos específicos, sean precisos montar para la protección y funcionamiento correcto de los servicios.

## 5.9 APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL

Los instrumentos deberán cumplir, como mínimo, y en general, las características funcionales siguientes:

- Precisión: 0,50 - 1,00%
- Repetibilidad: 0,15 - 0,20%
- Banda muerta: 0,10 - 0,20%

Las escalas y márgenes de medida se elegirán, siempre que sea posible, de forma que normalmente se actúe entre el 40% y el 80% del valor de la escala.

Los transmisores, interruptores e indicadores nivel, presión y presión diferencial deberán estar diseñados para soportar una sobrepresión estática como mínimo del 50% de la máxima requerida, sin que se produzcan daños ni pérdidas de calibración.

### 5.9.1 MEDIDOR DE NIVEL

En los pozos de bombeo de importancia existirá un medidor de nivel compuesto por una caja de medición con batería que asegura una alimentación independiente de la red de energía eléctrica en caso de avería de esta última. De la caja de medición sale un cableado que acaba en una sonda piezorresistiva. El funcionamiento del medidor de nivel es el siguiente.

La presión de agua comprime la membrana de la sonda piezorresistiva Este aumento de presión es medido por una sonda piezorresistiva situada en la caja de medición.

La caja de medición llevará un reloj incorporado y una memoria tipo EPROM en donde registrará cada minuto el nivel del agua en los tanques o estaciones de bombeo.

Asimismo, tendrá una salida 4-20 mA para conectarlo a los posibles PLC de control y telemando.

La sonda se instalará verticalmente a una altura de unos 10 cm respecto a la solera del tanque, y la tubería de polietileno de unión de la sonda con la caja de medición se instalará lo más verticalmente posible, evitando codos o ángulos importantes.

La caja de medición se colocará en un punto situado a corta distancia de la sonda, fuera del tanque y protegida convenientemente frente a lluvia y vandalismo.

### 5.9.2 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de estos elementos de medida y control se realizará por unidades totalmente colocadas y probadas y se abonarán al precio definido en el cuadro de precios nº 1. Dentro del precio, están incluidos todos los elementos necesarios para la colocación, pruebas y correcto funcionamiento.

## 5.10 PRUEBAS Y ENSAYOS DE EQUIPOS

### 5.10.1 CONDICIONES GENERALES

La Dirección de Obra realizará por sí u ordenará la realización de cuantas pruebas y ensayos estime necesario dentro de los establecido en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Todos los gastos de pruebas y ensayos, tanto los realizados en obra como los que se lleven a cabo por laboratorios oficiales o firmas especializadas, serán de cuenta del Adjudicatario, es decir, se entienden que están comprendidos en los precios unitarios de la unidad de obra a que correspondan. Siempre que no superen el 1% del presupuesto total de la obra.

Las pruebas y ensayos a que se hace referencia en el presente Pliego se entienden independientes de aquellas que preceptivamente se exigen o realizan por medio de Organismos Oficiales.

Ningún equipo o material puede ser autorizado para envío sin las correspondientes autorizaciones de la Dirección de Obra. En aquellos equipos que requieran inspecciones intermedias antes de la finalización del mismo, se efectuará una reunión con el Adjudicatario para determinar el programa y la extensión de la inspección a ser realizada.

En los artículos referentes a equipos se ha definido algunas pruebas a realizar; además de ellos, se deberán ejecutar las pruebas que a continuación se definen.

Dentro de las pruebas, quedarán definidas las que han de desarrollarse durante la construcción del equipo, en bancos; al recepcionarse el mencionado equipo y una vez montado éste, y las correspondientes a la instalación, o parte de la misma, a que pertenezca.

### 5.10.2 INSPECCIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

#### 5.10.2.1 Alcance del procedimiento

Este procedimiento será aplicable para la inspección de todos los materiales, que se realizará en el taller.

Los tantos por ciento abajo citados se refieren a la totalidad de las partidas de materiales o equipos de un proyecto y no tienen la intención de definir el tipo de inspección que deberá llevarse a cabo.

1. Donde se especifique inspección al 100%, cada partida será inspeccionada.
2. Donde se indique inspección al 10%, se inspeccionará solamente el 10% de la cantidad comprendida en cada conjunto.

Los certificados requeridos por los códigos, certificados del fabricante y cualquier otro documento requerido, serán incluidos en el Catálogo Mecánico o Dossier final del equipo.

Para el seguimiento del Control de Calidad en los apartados que a continuación se mencionan, el Laboratorio de Control de Calidad deberá completar y cumplimentar el Programa de Puntos de Inspección correspondiente.

### 5.10.2.2 Inspección de válvulas y accesorios

#### 5.10.2.2.1 Válvulas

Las válvulas de acero al carbono, acero aleado y fundición nodular, etc. se inspeccionarán al 100%.

La inspección consistirá en:

a) Identificar los materiales con los certificados del Fabricante.

b) Presenciar las pruebas de detección de grietas, dureza, etc. que sean requeridas.

Si existiese alguna duda sobre la validez de los certificados, se harán comprobaciones por muestreo.

c) Presenciar las pruebas hidráulicas en cuerpo y asiento.

d) Control dimensional y visual para comprobar la conformidad con las normas y especificaciones.

e) Para válvulas operadas con motor, comprobar visualmente que el motor está conforme con la requisición.

No se requiere inspección para accesorios de válvulas tales como cadenas, volantes, guías, alargadores de husillo, columnas de maniobra, etc.

#### 5.10.2.2.2 Accesorios

1. Identificar todos los materiales con los certificados de calidad del Fabricante.

2. Presenciar las pruebas de detección de grietas, durezas, etc. que estén especificadas.

3. Inspección visual y dimensional.

#### 5.10.2.2.3 Bridas

Como los accesorios.

#### 5.10.2.2.4 Tornillos, espárragos, pernios y juntas

No se requiere inspección salvo que se especifique en la requisición.

### 5.10.2.3 Inspección de las pinturas y protecciones

Todos los trabajos de pintura serán sometidos a inspección por la Dirección de Obra, tanto para los elementos pintados en campo como para aquellos pintados en taller o para los que hayan requerido pintura en ambos sitios.

El Contratista y/o el fabricante de equipos, tuberías, etc. permitirán libre acceso a su taller y a sus elementos a la Dirección de la Obra cuando ésta desee inspeccionar su trabajo en base a esta especificación.

Los materiales o trabajos defectuosos, según esta especificación, serán corregidos o sustituidos por el Contratista.

Todas las capas de pintura serán inspeccionadas para determinar su espesor y la posible existencia de poros antes de aplicar la siguiente capa.

No se admitirán pinturas que están caducadas por tiempo.

Antes de empezar a pintar se hará una prueba de ensayo del sistema de pintura, haciéndose ensayos de adherencia según norma DIN 52151.

Durante la obra, además, se llevará un control de espesores de pintura, etc., y se harán pruebas de adherencia según norma DIN 53151.

La inspección se efectuará principalmente en ángulos, soldaduras, etc.

### 5.10.3 PRUEBAS DE PRESIÓN

#### 5.10.3.1 Alcance

Esta especificación define los requerimientos mínimos para las pruebas de presión que se deben realizar en el taller y/o en campo de equipos.

Esta especificación describe lo que se requiere y el modo de ejecutar las pruebas por el Contratista antes de la terminación del montaje en el campo. Después de la satisfactoria realización de las pruebas descritas en el apartado correspondiente a las condiciones generales, se emitirá un certificado específico de aceptación de las pruebas.

#### 5.10.3.2 Materiales y servicios

De acuerdo con los puntos anteriores, el Contratista proporcionará las diversas tuberías, indicadores de presión, accesorios, bombas de prueba o compresores, bridas ciegas, válvulas, etc. necesarios para proveer el adecuado equipo de prueba. Todos estos materiales se desmontarán una vez llevados a cabo las pruebas, a menos que figure en los planos como parte del trabajo terminado. Suministrará, igualmente, todas las tuberías o mangueras desde la fuente de agua hasta el punto de conexión de la prueba.

Además, suministrará todos los filtros necesarios para proteger durante la prueba el equipo rotativo, instrumentos, etc.

Proporcionará equipos de personal de prueba especializado, de número adecuado, equipados con herramienta manual suficiente y apropiada para manejar adecuadamente las operaciones de prueba. La Dirección de la Obra determinará la suficiencia de todos los equipos usados por los equipos de pruebas.

Será responsable, igualmente, del vaciado de agua utilizada en la prueba y de realizar todo el sistema de tuberías y/o equipos. Donde sean necesarias zanjas o líneas temporales para zanjas, el Contratista será el encargado de proporcionarlas. Después de su utilización estas zanjas o líneas se eliminarán dejando el área en su condición original o igual.

El secado o limpiado especial, después de que la prueba se haya completado será llevado a cabo por el Contratista.

## CAPITULO VI.- CONDICIONES GENERALES


6.1 GENERALIDADES
6.2 PROGRAMA DE TRABAJOS Y PLAZOS
6.3 PERSONAL FACULTATIVO DEL CONTRATISTA
6.4 REPLANTEOS
6.5 MAQUINARIA Y PERSONAL DE LA OBRA
6.6 OCUPACIÓN DE TERRENOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
6.7 DISPOSICIONES LEGALES
6.8 PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
6.9 CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS
6.10 CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LOS DOCUMENTOS
6.11 CAMBIOS AL PROYECTO
6.12 PLANOS DE DETALLE
6.13 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN
6.14 RESPONSABILIDADES POR DAÑOS Y PERJUICIOS
6.15 SOBRE LA CORRESPONDENCIA OFICIAL
6.16 ENSAYOS Y RECOMENDACIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
6.17 CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES, PRODUCTOS DE PRÉSTAMO, ALQUILER DE CANTERAS, ESCOMBRERAS
6.18 PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
6.19 MANTENIMIENTO DE SERVICIO, TRÁFICO Y PASO
6.20 SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS
6.21 OBRAS NO PREVISTAS EN EL PROYECTO
6.22 SUBCONTRATOS
6.23 PRUEBAS GENERALES QUE DEBEN EFECTUARSE ANTES DE LA RECEPCIÓN
6.24 OBLIGACIONES SOCIALES
6.25 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS
6.26 INSPECCIÓN DE TALLERES
6.27 RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA

## 6.1 GENERALIDADES

Las obras a que se refiere el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberán quedar terminadas en el plazo que se señale en las condiciones de la licitación para su ejecución por contrata, o en el menor que el Contratista hubiese ofrecido con ocasión de dicha licitación y fuese aceptado en el contrato subsiguiente.

## 6.2 PROGRAMA DE TRABAJOS Y PLAZOS

### 6.2.1 PROGRAMA DE TRABAJOS

En el plazo de quince (15) días hábiles, a partir de la fecha de aprobación del Acta de Comprobación del Replanteo, el Contratista presentará el Programa definitivo de ejecución de los trabajos.

Este programa incluirá los datos siguientes:

a) Ordenación en partes o clases de obra de las unidades que integran el proyecto con expresión del volumen de éstas.

b) Determinación de los medios necesarios tales como personal, instalaciones, equipo y materiales con expresión de sus rendimientos medios.

c) Estimación en días calendario de los plazos de ejecución de las diversas obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y de los de ejecución de las diversas partes o clases de obra.

d) Valoración mensual y acumulada de la obra programada, sobre la base de las obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y partes o clases de obra a precios unitarios.

e) Gráfico de las diversas actividades o trabajos.

f) El programa de trabajo será sometido a la aprobación de la Dirección de Obra, que propondrá al Contratista las modificaciones que estime oportunas para la mejor realización de los trabajos. El programa finalmente aprobado será obligatorio para el Contratista, necesitando la aprobación de la Dirección de Obra para introducir cualquier variación en el mismo.

Los plazos parciales serán fijados por la Administración al aprobar el Programa de trabajos del Proyecto de Construcción.

En el Programa de Trabajo, se definirá y detallará expresamente los tiempos y medios de las pruebas parciales y de conjunto.

### 6.2.2 MODIFICACIONES DEL PROGRAMA

Si el Contratista durante la ejecución de la obra se viese obligado a alterar la programación realizada, deberá ponerlo en conocimiento de la Dirección de la Obra, al menos, con siete (7) días de antelación a la fecha prevista como origen de dicha alteración. Por otra parte, la Dirección de la Obra se reserva el derecho de modificar la marcha prevista de los trabajos, poniéndolo en conocimiento del Contratista con diez (10) días de antelación, siempre que no respondan a causas de fuerza mayor.

## 6.3 PERSONAL FACULTATIVO DEL CONTRATISTA

El Contratista comunicará por escrito a la Administración, antes de la firma del Acta de Replanteo, el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente del mismo y de las obras y pruebas previstas, para representarlo como "Delegado/a de Obra".

Esta persona tendrá la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y con la experiencia profesional suficiente a juicio de la Dirección de la Obra, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituida sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquélla.

La representación de la Contrata y la Dirección de la Obra acordarán los detalles de sus relaciones, estableciéndose modelos para comunicación escrita entre ambos, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras y pruebas.

Además del Delegado/a, el Contratista dispondrá en tanto duren las obras, salvo autorización expresa de la Dirección de las mismas, del siguiente personal a pie de obra, como mínimo:

- Un/a titulado/a en Ingeniería Técnica con experiencia en obras de saneamiento y abastecimiento
- Un/a titulado/a en Topografía.

## 6.4 REPLANTEOS

En la zona de ubicación de las obras a realizar, la Empresa Consultora adjudicataria de los trabajos de redacción del Proyecto ha establecido una serie de hitos de triangulación y de referencia de nivel, que servirán al Contratista para ejecutar sus replanteos. Este cuidará de la conservación de los mismos, reponiendo todos aquéllos que sufriesen alguna modificación en el transcurso de los trabajos. Igualmente, construirá los hitos adicionales que sean necesarios para facilitar lo más posible los replanteos.

Dentro del plazo que se consigne en el Contrato de Obras, la Dirección de Obra procederá, en presencia del Contratista, a efectuar la comprobación del replanteo, extendiéndose acta del resultado que será firmada por ambas partes interesadas.

Cuando del resultado de la comprobación del replanteo se deduzca la viabilidad del Proyecto, a juicio de la Dirección de Obra y sin reserva por parte del Contratista, se dará por aquél la autorización para iniciarlas, haciéndose constar este extremo explícitamente en el acta extendida, de cuya autorización

quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla y empezándose a contar el plazo de ejecución de las obras desde el día siguiente al de la firma del acta.

En caso contrario, cuando la Dirección de Obra entienda necesaria la modificación parcial o total de las obras proyectadas o el Contratista haga reservas, se hará constar en el acta que queda suspendida la iniciación de las obras total o parcialmente hasta que la Dirección de Obra dicte la resolución oportuna. En tanto sea dictada esta resolución, y salvo en caso en que resulten infundadas las reservas del Contratista, las obras se considerarán suspendidas temporalmente desde el día siguiente a la firma del acta.

El acuerdo de autorizar el comienzo de las obras una vez superadas las causas que lo impidieron requiere un acto formal con debida notificación al Contratista, dando origen al cómputo del plazo de ejecución desde el día siguiente al que tenga lugar la misma.

Los replanteos de detalle o complementarios del general hechos por la Administración serán efectuados por el Contratista, según vayan siendo necesarios para la realización de las distintas partes de la obra, debiendo obtener conformidad escrita de la Dirección de las Obras antes de comenzar la parte de que se trate, sin cuyo requisito será plenamente responsable de los errores que pudieran producirse y tomará a su cargo cualquier operación que fuese necesaria para su corrección.

Está obligado el Contratista a poner en conocimiento de la Dirección de Obra cualquier error o insuficiencia que observase en las referencias del replanteo general hecho por la Administración, aun cuando ello no hubiera sido advertido al hacerse la comprobación previa que da lugar al Acta. En tal caso, el Contratista podrá exigir que se levante Acta complementaria de ésta, en la que consten las diferencias observadas y la forma de subsanarlas.

## 6.5 MAQUINARIA Y PERSONAL DE LA OBRA

Con la antelación prevista en el Programa de Trabajo, el Contratista situará en las obras los equipos de maquinaria y personal que, para realizarlas, se comprometió a aportar en la licitación.

La Dirección de Obra, no ordenará el comienzo de una unidad de obra hasta que compruebe la existencia del personal y maquinaria y materiales adecuados para la realización de la misma, de acuerdo con lo indicado por el Contratista en la licitación. El Contratista no podrá empezar una nueva unidad sin cumplir estas condiciones previas.

Los equipos y las instalaciones auxiliares necesarias para su funcionamiento serán examinados y probados en todos sus aspectos (incluso en el de la adecuación de su potencia y capacidad al volumen de obra a ejecutar en el plazo programado) por la Dirección de Obra y no podrán ser empleados en la obra sin la aprobación previa de éste.

Las Instalaciones y equipos de maquinaria aprobados quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse, y deberán mantenerse en todo momento en condiciones satisfactorias de trabajo, mediante las reparaciones y sustituciones que sean precisas.

No podrán retirarse de la obra sin la autorización expresa de la Dirección de Obra. Se señala expresamente que, si durante la ejecución de las obras se observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuesto, el Contratista deberá sustituirlos por otros que lo sean, previo permiso por escrito a la Dirección de Obra.

## 6.6 OCUPACIÓN DE TERRENOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los terrenos que se precisen ocupar definitivamente para ubicación de las obras serán proporcionados por la Administración.

Las indemnizaciones que corresponda abonar por la ocupación de aquello que se precise ocupar provisionalmente durante la ejecución de las obras para instalaciones, depósitos de materiales, escombreras, caminos, toma de tierras, de préstamos, etc., serán de cuenta del Contratista, quien deberá gestionar su ocupación si no corresponden a los terrenos adquiridos por la Administración.

## 6.7 DISPOSICIONES LEGALES

El Contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en materia de Higiene y Seguridad y Salud del Trabajo, así como de cuantas disposiciones legales de carácter laboral, social, de protección a la Industria Nacional, etc. rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

Viene también obligado al cumplimiento de cuanto le dicte la Dirección de Obra encaminado a garantizar la seguridad de los trabajadores y buena marcha de las obras, bien entendido que en ningún caso dicho cumplimiento eximirá al Contratista de su responsabilidad.

## 6.8 PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto o de las disposiciones especiales que al efecto se dicten por quien corresponda u ordene la Dirección de Obra, será ejecutado obligatoriamente por el Contratista, aún, cuando no esté estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones.

Todas las obras se ejecutarán, siempre, ateniéndose a las reglas de la buena construcción y con materiales de primera calidad, con sujeción a las normas del presente Pliego; en aquellos casos en que no se detallen en éste las condiciones, tanto de los materiales como de la ejecución de las obras, se atenderá a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.

## 6.9 CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar inmediatamente después de recibidos todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente a la Dirección de Obra sobre cualquier contradicción en los mismos.

Las cotas de los planos deberán, en general, preferirse a las medidas de escala, y los planos a mayor escala, en general, ser preferidos a los de menor escala.

El Contratista deberá confrontar los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

## 6.10 CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LOS DOCUMENTOS

Lo mencionado en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ejecutarse como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el presente Pliego prevalecerá la decisión de la Dirección de Obra al respecto.

Las omisiones en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o las descripciones erróneas de los detalles de obra que sean indispensables para llevar a cabo las mismas con el espíritu o intención expuesto en dicho documento y que, por uso o costumbre, deban ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y en el citado Pliego de Prescripciones.

Si se encontrasen disposiciones en los Pliegos Generales y en el presente de Prescripciones Técnicas que condicionen de forma distinta algún concepto, será entonces válida la prescripción más restrictiva.

## 6.11 CAMBIOS AL PROYECTO

El emplazamiento, forma y dimensiones de las obras del Proyecto podrán modificarse durante la construcción de las mismas, principalmente para adaptarlas a las características del terreno que aparezca al efectuar las excavaciones y a los resultados del replanteo definitivo.

Estas modificaciones se harán tan sólo mediante orden por escrito de la Dirección de Obra y serán de obligado cumplimiento por parte del Contratista dentro de lo que, a este respecto, dispone el P.C.A.G.

## 6.12 PLANOS DE DETALLE

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras deberán estar aprobados por la Dirección de Obra, sin cuyo requisito no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

## 6.13 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra o a sus subalternos o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las

condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo los accesos a todas las partes de la obra, e incluso a los talleres o fábricas donde se producen los materiales o se realizan trabajos para las obras.

## 6.14 RESPONSABILIDADES POR DAÑOS Y PERJUICIOS

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños y perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, con arreglo a la legislación vigente sobre el particular.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, estableciendo sus condiciones primitivas o compensando adecuadamente los daños y perjuicios causados.

## 6.15 SOBRE LA CORRESPONDENCIA OFICIAL

El Contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si lo pide, de las comunicaciones o reclamaciones que dirija a la Dirección de Obra y, a su vez, estará obligado a devolver a aquélla los originales o una copia de las órdenes que reciba de la Dirección de Obra, poniendo al pie el "enterado".

## 6.16 ENSAYOS Y RECOMENDACIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los ensayos y recomendaciones verificados durante la ejecución de los trabajos no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o de piezas, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción definitiva, no atenúa las obligaciones del Contratista de subsanar o reponer las obras o instalaciones que resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

## 6.17 CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES, PRODUCTOS DE PRÉSTAMO, ALQUILER DE CANTERAS, ESCOMBRERAS

Serán de cuenta del Contratista los gastos de construcción, desmontaje y retirada de las construcciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los Reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos o carburantes, los de limpieza de los espacios interiores y exteriores y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción, conservación y retirada de pasos y caminos provisionales, alcantarillas, señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tránsito dentro de las obras; los derivados de dejar tránsito a peatones y vehículos durante la

ejecución de las obras; los de construcción, conservación, limpieza y retirada de las instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales, etc., y limpieza general de la obra. Asimismo, será de cuenta de la Contrata los gastos ocasionados por averías o desperfectos producidos con motivo de las obras.

Será de cuenta del Contratista el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro de agua y de la energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de dichas aguas y energía.

Serán de cuenta del Contratista los gastos ocasionados por la retirada de las obras de los materiales rechazados; los de jornales y materiales para las mediciones periódicas, para la redacción de certificaciones y los ocasionados por medición final; los de las pruebas, ensayos, reconocimiento y toma de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales o definitivas de las obras; la corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., antes citadas, y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precaución y la reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía.

Serán de cuenta del Contratista la tramitación, adquisición, alquiler o fórmula de uso que proceda de las canteras para obtener materiales de construcción o productos de préstamo.

Especialmente, será de cuenta del Contratista la tramitación, negociación, adquisición, alquiler o fórmula de uso que proceda de los vertederos o escombreras destinados a verter los productos sobrantes de las excavaciones, incluso la indemnización a los propietarios, cupo de vertedero, etc., salvo los vertederos señalados en los planos que está a disposición del Contratista. Las canteras, préstamos y escombreras quedarán supeditados a la aprobación de la Dirección de la Obra.

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con las obras, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte de aquellos o para apertura y desviación que requieran la ejecución de las Obras.

Todas estas obras estarán supeditadas a la aprobación de la Dirección de Obra en lo que se refiere a ubicación y cotas e incluso al aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija.

## 6.18 PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista adoptará, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes al empleo de explosivos y a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros y seguirá las instrucciones complementarias que diere, a este respecto, la Dirección de las Obras.

Especialmente, el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua por efecto de los combustibles, aceites, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial.

## 6.19 MANTENIMIENTO DE SERVICIO, TRÁFICO Y PASO

El Contratista, al encontrarse un servicio afectado, río, camino o paso de peatones o vehículos, deberá realizar las operaciones de tal forma que bajo ningún aspecto se pueda interrumpir el servicio o tráfico, debiendo para ello realizar los trabajos necesarios.

Si para ello fuera necesario realizar desvíos provisionales, rampas de acceso, construir infraestructura provisional, etc., la construcción y conservación durante el plazo de utilización será de cuenta del Contratista, no recibiendo el mismo abono alguno por estos conceptos, ya que están incluidos en los precios de la obra.

## 6.20 SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista queda obligado a señalar a su costa las obras objeto de Contrato, con arreglo a la normativa vigente, a la que señalen los Organismos competentes y a las instrucciones de la Dirección de Obra.

## 6.21 OBRAS NO PREVISTAS EN EL PROYECTO

Si durante la ejecución del Proyecto surgiese la necesidad de efectuar algunas obras de pequeña importancia, no previstas en el mismo y debidamente autorizadas por la Dirección de Obra, deberán realizarse con arreglo a las normas generales de este Pliego y a las instrucciones que al efecto dicte la citada Dirección de Obra, realizándose el abono de las distintas partidas a los precios que para las mismas figuren en el Cuadro de Precios n° 1.

## 6.22 SUBCONTRATOS

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo, solicitado por escrito, de la Dirección de las Obras. Dicha solicitud incluirá los datos precisos para garantizar que el Subcontratista posee la capacidad suficiente para hacerse cargo de los trabajos en cuestión.

La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual. La Dirección de las Obras estará facultada para decidir la exclusión de aquellos subcontratistas que, previamente aceptados, no demuestren, durante los trabajos, poseer las condiciones requeridas para la ejecución de los mismos. El Contratista adoptará las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de dichos subcontratos.

## 6.23 PRUEBAS GENERALES QUE DEBEN EFECTUARSE ANTES DE LA RECEPCIÓN

Una vez terminadas las obras, se someterán las mismas a las pruebas de comportamiento y funcionamiento que ordene la Dirección de la Obra, de acuerdo con las especificaciones y Normas en vigor.

## 6.24 OBLIGACIONES SOCIALES

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo, encaminados a garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no excusará en ningún caso la responsabilidad del Contratista, aun en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

El Contratista tiene asimismo la obligación de cumplir cuanto prescribe la Reglamentación Nacional de Trabajo de las Industrias de la Construcción y Obras Públicas, y todas las disposiciones vigentes o que en lo sucesivo se dicten de carácter laboral y social.

## 6.25 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

### 6.25.1 GENERALIDADES

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista responderá de la ejecución de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiera, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección de Obra haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, sin que hayan sido incluidos éstos y aquéllas en las mediciones y certificaciones parciales.

Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen vicios ocultos en la obra ejecutada, la Dirección Técnica ordenará, durante el curso de la ejecución y siempre antes de la recepción definitiva, la demolición y reconstrucción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

Si la Dirección de Obra ordena la demolición y reconstrucción por advertir vicios o defectos patentes en la construcción, los gastos de esas operaciones serán de cuenta del Contratista, con derecho de éste de reclamar en el plazo de diez días contados a partir de la notificación escrita a la Dirección de Obra.

En el caso de ordenarse la demolición y reconstrucción de unidades de obra por creer existentes en ella vicios o defectos ocultos, los gastos incumbirán al Contratista si resulta comprobada la existencia real de aquellos vicios o defectos, caso contrario le serán abonados.

Para las obras o parte de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección de Obra con la suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definen, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta del aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda, éste, obligado a aceptar las decisiones de la Dirección de Obra sobre el particular.

La Dirección de Obra tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutada a que se refiere el artículo anterior y los precios contratados, redactará la correspondiente relación valorada al origen.

El Contratista podrá proponer, siempre por escrito, a la Dirección de Obra la sustitución de una unidad de obra por otra que reúna mejores condiciones, el empleo de materiales de más esmerada preparación o calidad que los contratados, la ejecución con mayores dimensiones de cualesquiera partes de la obra o, en general, cualquiera otra mejora de análoga naturaleza que juzgue beneficiosa para ella.

Si la Dirección de Obra estimase conveniente, aun cuando no necesaria, la mejora propuesta, podrá autorizarla por escrito, pero el Contratista no tendrá derecho a indemnización alguna, sino sólo el abono con estricta sujeción a lo contratado.

El Contratista estará obligado a la realización y utilización de todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

### 6.25.2 MODO DE ABONAR LAS OBRAS DEFECTUOSAS PERO ADMISIBLES

Si alguna obra no se hallara ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y si fuera, sin embargo, admisible a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser recibida provisional y definitivamente en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que la Dirección de Obra apruebe, salvo el caso en que el Contratista prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.

### 6.25.3 MODO DE ABONAR LAS OBRAS CONCLUIDAS Y LAS INCOMPLETAS

Las obras concluidas con sujeción a las condiciones del contrato, se abonarán con arreglo a los precios del cuadro número uno (1) del Presupuesto.

Cuando como consecuencia de rescisión o por otra causa, fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del Cuadro número dos (2) sin que pueda pretenderse valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho Cuadro.

En ningún caso, tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna de insuficiencia de los precios de los Cuadros u omisión del coste de cualquiera de los elementos que constituyen los referidos precios.

### 6.25.4 CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS CONTRADICTORIOS EN OBRAS NO PREVISTAS

Si ocurriese algún caso imprevisto en el cual sea absolutamente necesario la fijación de los precios contradictorios, este precio deberá fijarse partiendo de los precios básicos: jornales, seguridad social, materiales, transporte, etc., vigentes en la fecha de licitación de la obra, así como los restantes precios que figuren en el Proyecto y que pueden servir de base.

La fijación del precio habrá de hacerse precisamente antes de que se ejecute la obra a que hubiese de aplicarse; si por cualquier causa la obra hubiera sido ejecutada antes de llenar este requisito, el Contratista estará obligado a conformarse con el precio que para la misma señale la Dirección de Obra.

### 6.25.5 ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR

Se limitarán al mínimo imprescindible las obras e instalaciones cuyo presupuesto figure en el Proyecto por partida alzada. Las que se incluyen en esta forma serán objeto, para su abono, de mediciones detalladas, valorándose cada unidad al precio que, para la misma, figure en el Cuadro nº1 o a los contradictorios que apruebe la Superioridad en el caso de que alguna de las unidades no figurase en dicho cuadro.

### 6.25.6 ABONO DE LOS ACOPIOS

No se realizará ningún tipo de abono por acopios.

### 6.25.7 RETENCIONES EN EL ABONO DE LAS OBRAS E INSTALACIONES SUJETAS A PRUEBA

Cuando las obras e instalaciones ejecutadas formen un conjunto parcial que debe ser objeto de prueba, no se abonará su total importe a los precios que resulten de la aplicación del cuadro de precios nº1 hasta tanto se hayan ejecutado pruebas suficientes para comprobar que la parte de las instalaciones en cuestión cumplen las condiciones señaladas para las mismas en el Pliego.

Del importe de dichas instalaciones se retendrá un 5% hasta la ejecución satisfactoria de las pruebas, de cuyo resultado se levantará Acta, pudiendo acreditarse el 5% retenido en la siguiente certificación o en la liquidación, según corresponda.

### 6.25.8 ABONO DE OBRAS Y/O EQUIPOS DEFECTUOSOS

Cuando fuera preciso valorar obras y/o equipos defectuosos, se aplicarán los precios del cuadro número 2 disminuidos en el tanto por ciento que, a juicio de la Dirección de Obra, corresponde a las partes de la unidad fraccionaria o al total de la unidad considerada cuando la parte o partes defectuosas afecten al funcionamiento de la unidad, de manera que el mismo no pueda cumplir con lo establecido en las cláusulas de las garantías.

## 6.26 INSPECCIÓN DE TALLERES

Por la Dirección Facultativa de las obras se designará el Organismo o Ingeniero/a que haya de inspeccionar en talleres la construcción de la parte metálica, y serán de cuenta del Contratista los gastos, indemnizaciones y remuneraciones que corresponda a esta inspección de la ejecución de la obra dentro del presupuesto definido para Ensayos.

El Contratista avisará, con anticipación oportuna, los días en que han de fabricar las piezas, así como también las fechas en que se verifiquen montajes provisionales en talleres.

El Organismo o Ingeniero/a encargado/a de la Inspección en talleres elegirá probetas para ensayos de comprobación de las condiciones mecánicas de resistencia. En caso de duda, serán decisivos los ensayos realizados por el Laboratorio Central sobre probetas elegidas y preparadas con la citada intervención. Sólo serán admisibles, para confección de piezas, los materiales que dieran resultado satisfactorio.

La forma y dimensiones de las piezas acabadas y sus dispositivos serán las que figuren en el proyecto.

## 6.27 RECEPCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA

### 6.27.1 RECEPCIÓN

Al término de la puesta a punto de las obras e instalaciones se hará, si procede, la recepción de las mismas.

### 6.27.2 PLAZO DE GARANTÍA

Empezará a contar desde la recepción de las obras y será, como mínimo, de un año.

Durante dicho plazo, el Contratista se verá obligado a reparar o sustituir todos los elementos, equipos, deficiencias en obra civil, etc. a él imputables o de aquellos equipos que no cumplan las especificaciones definidas en el Proyecto.

Donostia- San Sebastián, junio de 2025

La directora de proyecto



**Fdo.: Maider Arregi Intxausti**
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Aguas del Añarbe, S.A.