

## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

## ÍNDICE

<b>PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.- OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>12</b>
I. 1.- OBJETO DEL PLIEGO .....	13
I. 2.- SITUACION DE LAS OBRAS .....	13
I. 3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	13
I. 4.- DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	14
<b>CAPITULO II.- DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL .....</b>	<b>15</b>
II. 1.- DIRECCIÓN DE OBRA.....	16
II. 2.- DISPOSICIONES VIGENTES .....	18
II. 3.- REPLANTEO. ACTA DE COMPROBACIÓN DE REPLANTEO.....	26
II. 4.- LIBRO DE ÓRDENES .....	26
II. 5.- PLAN DE EJECUCIÓN .....	27
II. 6.- RESTITUCIÓN DE SERVICIOS Y SEGURIDAD PÚBLICA .....	29
II. 7.- RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	30
II. 8.- SUBCONTRATOS .....	31
II. 9.- GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	31
II. 10.- CONSERVACIÓN DEL PAISAJE .....	32
II. 11.- INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES.....	33
II. 12.- LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS .....	33
II. 13.- CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	33
II. 14.- RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERALES Y LIQUIDACIÓN FINAL.....	34
II. 15.- PLAZO DE GARANTÍA .....	34
II. 16.- CANCELACIÓN DE GARANTÍA .....	34
II. 17.- CONTROL DE CALIDAD .....	35
II. 18.- FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN .....	36
II. 19.- PRUEBAS DE RECEPCIÓN .....	36
II. 20.- VALIDEZ DE LOS ENSAYOS .....	36
II. 21.- OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS .....	37
II. 22.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS .....	37
II. 23.- OBLIGACIONES SOCIALES.....	37
II. 24.- OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO.....	38
II. 25.- DESCRIPCIÓN GENERAL .....	38
II. 26.- VIGILANCIA DE LAS OBRAS .....	38
<b>CAPITULO III.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>39</b>
III. 1.- CONDICIONES GENERALES.....	40
<i>III. 1. 1.- MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA.....</i>	<i>40</i>
<i>III. 1. 2.- MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS POR OTROS CONTRATISTAS .....</i>	<i>40</i>
III. 2.- EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES .....	41
<i>III. 2. 1.- PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS.....</i>	<i>41</i>
<i>III. 2. 2.- ENSAYOS.....</i>	<i>41</i>

III. 2. 3.- GASTOS DE LOS ENSAYOS .....	41
III. 3.- CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES .....	41
III. 3. 1.- TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS .....	41
III. 3. 2.- MATERIAL DE RELLENO DE ZANJAS DE TUBERIAS .....	44
A) Materiales .....	44
B) Tipos de zanjas .....	45
III. 3. 3.- DRENES SUBTERRÁNEOS .....	46
III. 3. 4.- CUNETAS .....	46
III. 3. 5.- REJILLAS PARA SUMIDEROS Y TAPAS DE REGISTRO .....	46
III. 3. 6.- SUB-BASES GRANULARES .....	47
III. 3. 7.- ZAHORRA ARTIFICIAL .....	47
III. 3. 8.- GRAVA ó CEMENTO .....	47
III. 3. 9.- RIEGOS DE IMPRIMACIÓN .....	47
III. 3. 10.- RIEGOS DE ADHERENCIA .....	47
III. 3. 11.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE .....	47
III. 3. 12.- PAVIMENTOS DE HORMIGÓN .....	47
III. 3. 13.- BORDILLOS .....	48
III. 3. 14.- ESCOLLERA .....	48
A) Condiciones generales .....	48
B) Graduación .....	48
III. 3. 15.- COMPONENTES DE HORMIGONES Y MORTEROS .....	49
A) Áridos .....	49
B) Agua .....	52
C) Aditivos .....	53
D) Adiciones .....	53
E) Cemento .....	54
F) Estructura .....	55
III. 3. 16.- HORMIGONES .....	56
A) Calidad de los componentes .....	56
B) Control de calidad .....	56
III. 3. 17.- MORTEROS .....	56
A) Generalidades .....	56
B) Mortero para acabados impermeables .....	57
III. 3. 18.- RESINA EPOXI-BREA .....	57
III. 3. 19.- MATERIALES PARA JUNTAS .....	58
A) Condiciones generales .....	58
III. 3. 20.- ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS .....	60
A) Generalidades .....	60
B) Control de calidad .....	60
III. 3. 21.- ACERO PARA MALLAS .....	61
A) Generalidades .....	61
B) Control de calidad .....	61
III. 3. 22.- MADERAS .....	63
III. 3. 23.- ACERO EN PERFILES LAMINADOS .....	63
A) Generalidades .....	63
B) Control de calidad .....	64

<i>III. 3. 24. - SOLDADURAS DE PIEZAS METÁLICAS</i> .....	65
A) Cualificación del personal .....	65
B) Calidad de la soldadura.....	65
<i>III. 3. 25. - PINTURAS SOBRE PIEZAS METÁLICAS</i> .....	65
A) Generalidades .....	65
B) Control de calidad .....	66
<i>III. 3. 26. - GALVANIZADOS</i> .....	67
<i>III. 3. 27. - CHAPA GALVANIZADA PRELACADA</i> .....	67
<i>III. 3. 28. - EMBALAJE DE PIEZAS METÁLICAS</i> .....	68
<i>III. 3. 29. - ALBAÑILERÍA</i> .....	68
A) Arena.....	68
B) Cemento.....	69
C) Agua .....	69
D) Cal apagada .....	69
E) Ladrillos.....	70
F) Piezas cerámicas.....	71
G) Bloques de Hormigón.....	72
<i>III. 3. 30. - ALICATADOS</i> .....	73
<i>III. 3. 31. - ENFOSCADOS</i> .....	74
<i>III. 3. 32. - FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO</i> .....	74
<i>III. 3. 33. - MATERIALES ELÉCTRICOS</i> .....	75
A) Líneas aéreas de media tensión.....	75
B) Redes eléctricas subterráneas.....	76
C) Centros de transformación .....	78
D) Instalación de baja tensión.....	80
<i>III. 3. 34. - EQUIPOS DE IMPULSIÓN</i> .....	86
A) Definiciones.....	86
B) Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión .....	88
C) Sistemas habituales de arranque.....	90
D) Condiciones de funcionamiento de una bomba.....	90
E) Golpe de ariete en estación de bombeo.....	91
F) Automatización de estaciones de bombeo.....	91
G) Edificación.....	91
H) Condiciones para los acopios.....	91
I) Características de las bombas utilizadas .....	92
J) Calderines o depósitos de aire.....	92
K) Condiciones de los materiales.....	93
L) Ejecuciones generales.....	94
M) Ensayo y pruebas.....	94
<i>III. 3. 35. - GEOSINTÉTICOS: GEOTEXTILES Y GEOMEMBRANAS</i> .....	96
A) Geotextiles.....	96
B) Geomembranas .....	97
<i>III. 3. 36. - ESPECIFICACIÓN PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN</i> .....	101
<i>III. 3. 37. - TUBERÍAS</i> .....	102
A) TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) .....	102
B) TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV) .....	116

C) TUBERÍA DE FUNDICIÓN DÚCTIL .....	126
D) TUBERIAS DE ACERO HELICOSOLDADO.....	160
E) TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC).....	169
III. 3. 38.- VÁLVULAS, CONTADORES Y FILTROS .....	173
III. 3. 39.- VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	175
A) Campo de aplicación .....	175
B) Características de diseño.....	176
C) Características de los Materiales .....	177
D) Características dimensionales .....	179
E) Características de las Protecciones .....	182
F) Control de calidad.....	183
G) Ensayos y pruebas.....	184
H) Referencias, certificados y garantías .....	185
I) Marcado.....	187
III. 3. 40.- VÁLVULAS DE MARIPOSA .....	188
A) Campo de aplicación .....	188
B) Características de diseño.....	188
C) Características de los Materiales .....	191
D) Características dimensionales .....	194
E) Características de las protecciones .....	197
III. 3. 41.- VÁLVULA DE SEGURIDAD DE CIERRE POR SOBREVELOCIDAD .....	198
A) Descripción y construcción de la mariposa.....	198
B) Construcción de la chimenea de detección .....	198
C) Funcionamiento.....	198
III. 3. 42.- VENTOSAS .....	199
A) Calidad de los materiales.....	200
B) Control de calidad .....	200
C) Marcado.....	203
III. 3. 43.- FILTROS.....	204
A) Definiciones.....	204
B) Características y especificaciones .....	204
C) FILTROS DE ANILLAS.....	206
D) FILTROS DE VELA.....	212
E) FILTROS AUTOMÁTICOS DE MALLA ELÉCTRICOS .....	214
F) FILTROS CAZAPIEDRAS .....	216
III. 3. 44.- PIEZAS ESPECIALES EN CALDERERÍA.....	217
A) Protección mediante zincado en caliente.....	217
B) Protección mediante tratamiento poliéster epoxy.....	217
C) Uniones a tuberías .....	218
III. 3. 45.- PIEZAS DE CONEXIÓN.....	218
A) Cambios de sección.....	218
B) Uniones en T.....	218
C) Derivaciones en cruz .....	219
D) Otras derivaciones.....	219
E) Codos.....	219
III. 3. 46.- CARRETES DE DESMONTAJE TELESCOPICOS.....	220

<i>III. 3. 47.- PREFABRICADOS DE HORMIGÓN.....</i>	<i>220</i>
A) Calidad de los materiales.....	220
B) Control de calidad.....	220
C) Acopios.....	221
D) Transporte y manipulación.....	221
E) Marcado de los prefabricados.....	221
<i>III. 3. 48.- CONOS DE HORMIGÓN EN MASA CON ANILLO.....</i>	<i>222</i>
<i>III. 3. 49.- MATERIALES A EMPLEAR EN LOS VIALES.....</i>	<i>222</i>
<i>III. 3. 50.- SEÑALES VERTICALES.....</i>	<i>223</i>
<i>III. 3. 51.- VALLAS DE CERRAMIENTO.....</i>	<i>223</i>
<i>III. 3. 52.- MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO</i> <i>.....</i>	<i>223</i>
<i>III. 3. 53.- DISCORDANCIA ENTRE PROMOTOR Y CONTRATA CON RESPECTO A LA CALIDAD</i> <i>DE LOS MATERIALES.....</i>	<i>224</i>
<b>CAPITULO IV.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>225</b>
IV. 1.- CONDICIONES GENERALES .....	226
IV. 1. 1.- PROGRAMA DE TRABAJO.....	226
IV. 1. 2.- EQUIPO .....	226
IV. 1. 3.- MÉTODOS CONSTRUCTIVOS.....	227
IV. 2.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	227
IV. 2. 1.- TRABAJOS PREVIOS.....	227
A) Preparación del Replanteo.....	227
IV. 2. 2.- EXCAVACIÓN .....	229
A) Eliminación de la capa de tierra vegetal.....	229
B) Acceso a las obras.....	229
C) Excavaciones en general.....	231
IV. 2. 3.- ENTIBACIÓN.....	239
IV. 2. 4.- RELLENOS Y TERRAPLENES .....	239
A) En zanjas, caminos y obras de fábrica.....	239
B) En la balsa de regulación .....	247
C) Otros terraplenes .....	251
IV. 2. 5.- TALUDES .....	251
IV. 2. 6.- ARENA EN LECHO DE TUBERIAS .....	252
IV. 2. 7.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS POR EMPUJE HIDRÁULICO .....	253
A) Excavaciones con hincas.....	253
B) Pozos de trabajo .....	253
C) Colocación de la tubería .....	254
D) Tolerancias admisibles .....	255
IV. 2. 8.- DEMOLICIONES.....	255
IV. 2. 9.- CIMENTACIÓN (zapatas, encepados y losas de cimentación directa).....	256
IV. 2. 10.- PROTECCIONES DE ESCOLLERAS.....	257
IV. 2. 11.- PROTECCION DEL TERRENO Y LOS TERRAPLENES.....	257
IV. 3.- CIMENTACIONES Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.....	258
IV. 3. 1.- ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.....	258
A) Cemento .....	258

B) Áridos.....	258
C) Armadura.....	258
IV. 3. 2.- INSPECCIÓN.....	258
IV. 3. 3.- PRUEBAS DE LA ESTRUCTURA.....	258
IV. 3. 4.- ENSAYOS.....	259
IV. 3. 5.- DOSIFICACIÓN Y MEZCLA.....	259
A) Dosificación.....	259
B) Dosificación volumétrica.....	260
C) Medición de materiales, mezcla y equipo.....	261
D) Hormigón premezclado.....	262
E) Mezcla en central.....	262
IV. 3. 6.- ENCOFRADOS Y CIMBRAS.....	263
A) Requisitos generales.....	264
B) Encofrados, excepto cuando se exijan acabados especialmente lisos.....	265
C) Revestimientos.....	266
D) Remoción y protección de los encofrados.....	266
IV. 3. 7.- COLOCACION DE ARMADURAS.....	268
A) Requisitos Generales.....	268
B) Doblado.....	268
C) Colocación.....	269
D) Anclaje.....	269
E) Empalmes.....	270
F) Protección del hormigón.....	270
IV. 3. 8.- COLOCACION DEL HORMIGÓN.....	271
A) Transporte.....	271
B) Documentación.....	272
C) Recepción.....	272
D) Vertido.....	274
E) Vertido de hormigón en tiempo frío.....	276
F) Limitaciones de la ejecución.....	276
G) Vibrado.....	277
H) Juntas de Construcción.....	278
I) Juntas de Dilatación.....	279
J) Protección y curado.....	279
IV. 3. 9.- ACABADOS DE SUPERFICIES.....	281
A) Requisitos Generales.....	281
B) Acabado Normal.....	281
C) Acabados Especiales.....	282
D) Curado.....	282
E) Limpieza.....	282
IV. 4.- MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.....	283
IV. 4. 1.- ARRIOSTRAMIENTO.....	283
IV. 4. 2.- APTITUD DE LAS UNIONES PROVISIONALES.....	283
IV. 4. 3.- ESFUERZO DE MONTAJE.....	283
IV. 4. 4.- ALINEACIÓN.....	283
IV. 4. 5.- MANO DE OBRA DE SOLDADURA.....	283

IV. 4. 6.- ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	284
IV. 4. 7.- MANIPULACION DEL MATERIAL.....	284
IV. 4. 8.- EMPALMES.....	284
IV. 4. 9.- EJECUCION DE UNIONES SOLDADAS.....	285
IV. 4. 10.- INSPECCION DE LAS SOLDADURAS.....	287
IV. 4. 11.- TOLERANCIAS.....	287
IV. 4. 12.- PINTURAS.....	287
IV. 5.- EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO.....	288
IV. 6.- PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO.....	288
IV. 7.- ALBAÑILERIA.....	290
IV. 7. 1.- MUROS DE LADRILLO.....	290
IV. 7. 2.- JUNTAS.....	291
IV. 7. 3.- BLOQUE DE HORMIGÓN.....	291
IV. 7. 4.- PROTECCION.....	292
IV. 8.- ALICATADOS.....	292
IV. 8. 1.- CONDICIONES PREVIAS.....	292
IV. 8. 2.- EJECUCIÓN.....	292
IV. 9.- ENFOSCADOS.....	293
IV. 9. 1.- CONDICIONES PREVIAS.....	293
IV. 9. 2.- EJECUCIÓN.....	293
IV. 10.- ENLUCIDOS.....	296
IV. 11.- FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO.....	297
IV. 11. 1.- CONDICIONES PREVIAS.....	297
IV. 11. 2.- EJECUCIÓN.....	297
IV. 12.- CASETA DE VÁLVULAS.....	298
IV. 13.- TUBERIAS.....	298
IV. 13. 1.- COLOCACIÓN.....	298
IV. 13. 2.- PRUEBA DE PRESIÓN INTERIOR.....	300
IV. 13. 3.- PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD.....	301
IV. 14.- PIEZAS ESPECIALES.....	303
IV. 15.- VÁLVULAS, CONTADORES Y VENTOSAS.....	304
IV. 15. 1.- VÁLVULAS.....	304
A) Expedición y recepción.....	304
B) Instalación.....	305
IV. 15. 2.- CAUDALÍMETROS Y CONTADORES.....	308
A) Instalación.....	308
B) Mantenimiento.....	308
IV. 15. 3.- VENTOSAS.....	309
A) Expedición y recepción.....	309
B) Instalación.....	309
IV. 16.- CALDERINES O DEPÓSITOS DE AIRE.....	310
IV. 17.- SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN.....	310
IV. 17. 1.- LAMINAS GEOTEXTILES.....	310
A) Transporte y almacenamiento.....	310
B) Despliegue.....	311
C) Procedimientos de soldadura y unión.....	312



IV. 17. 2.- GEOMEMBRANAS. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	313
A) Generalidades .....	313
B) Despliegue y soldadura.....	314
C) Anclajes .....	318
IV. 18.- VIALES.....	320
IV. 19.- SEÑALES VERTICALES.....	321
IV. 20.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	322
IV. 20. 1.- LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.....	322
A) Replanteo y estaquillado.....	322
B) Apertura de hoyos .....	322
C) Transporte y acopio a pie de hoyo.....	323
D) Cimentaciones.....	324
E) Armado de apoyos metálicos .....	325
F) Protección de las superficies metálicas .....	325
G) Izado de apoyos .....	325
H) Tendido, tensado y retencionado.....	326
I) Reposición del terreno .....	327
J) Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico.....	327
K) Puesta a tierra.....	328
L) Recepción de obra .....	328
IV. 20. 2.- REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS.....	330
A) Obra civil.....	330
B) Instalaciones eléctricas .....	330
C) Medios y obras auxiliares .....	330
D) Conservación de las obras .....	331
E) Trazado .....	331
F) Apertura de zanjas .....	332
G) Canalización .....	332
H) Transporte de bobinas de cables .....	334
I) Tendido de cables .....	335
J) Protección mecánica.....	337
K) Cierre de zanjas.....	337
L) Reposición de pavimentos.....	338
M) Montajes diversos .....	338
IV. 20. 3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	338
A) Emplazamiento .....	339
B) Excavación.....	339
C) Descripción y componentes .....	339
D) Ventilación .....	340
E) Puertas .....	340
F) Alimentación subterránea.....	341
G) Alumbrado.....	341
H) Celdas de M.T.....	342
I) Conexionado B.T.....	343
J) Puesta a tierra.....	343
K) Aislamiento.....	345

L) Ensayo dieléctrico .....	345
M) Instalación de puesta a tierra .....	345
N) Regulación y protecciones .....	346
O) Transformadores .....	346
<b>IV. 20. 4.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>346</b>
A) Obra civil.....	346
B) Instalaciones eléctricas .....	346
C) Medios y obras auxiliares .....	347
D) Conservación de las obras .....	347
E) Características constructivas generales y de montaje de cuadros eléctricos.....	348
F) Obras accesorias .....	349
G) Detalles omitidos .....	349
H) Pruebas para la recepción .....	350
<b>IV. 21.- EQUIPOS DE FILTRADO .....</b>	<b>351</b>
<b>IV. 21. 1.- UBICACIÓN HABITUAL, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y VERIFICACIÓN DE MEDIDAS .....</b>	<b>351</b>
<b>IV. 21. 2.- COLECTORES DE ENTRADA Y SALIDA. VENTOSAS.....</b>	<b>351</b>
<b>IV. 21. 3.- PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>352</b>
A) Estanqueidad.....	352
B) Limpieza .....	352
C) Pérdidas de carga.....	352
<b>IV. 21. 4.- PRUEBA DE LIMPIEZA Y ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA.....</b>	<b>352</b>
<b>IV. 22.- ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>353</b>
<b>IV. 23.- CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO.....</b>	<b>353</b>
<b>IV. 24.- ORDEN DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>353</b>
<b>IV. 25.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS NO ESPECIFICADAS EN EL PRESENTE CAPÍTULO .....</b>	<b>353</b>
<b>CAPITULO V.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>354</b>
V. 1.- CONDICIONES GENERALES.....	355
V. 2.- DEMOLICIONES.....	356
V. 3.- DESBROCES .....	357
V. 4.- EXCAVACIONES Y DESMONTES.....	357
V. 5.- RELLENOS Y TERRAPLENES .....	360
V. 6.- CUNETAS DE HORMIGÓN .....	361
V. 7.- REFINO DE TALUDES.....	361
V. 8.- TERMINACIÓN Y REFINO DE CORONACIONES DE TALUDES.....	361
V. 9.- HINCAS .....	361
V. 10.- OBRA DE COMPACTACIÓN .....	362
V. 11.- ESCOLLERAS .....	363
V. 12.- AGLOMERADOS .....	363
V. 13.- RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE .....	363
V. 14.- VIALES.....	363
V. 15.- MARCAS VIALES .....	364
V. 16.- SEÑALES DE CIRCULACIÓN .....	364
V. 17.- OBRAS DE HORMIGÓN .....	364
V. 18.- ACERO EN ARMADURAS.....	365

V. 19.- ACERO EN MALLAS ELECTROSOLDADAS .....	366
V. 20.- ACERO EN PERFILES LAMINADOS .....	366
V. 21.- CHAPA ESTRIADA DE ACERO EN TAPAS DE ARQUETAS .....	366
V. 22.- ACERO EN PERFILES ANGULARES Y EN CHAPA .....	366
V. 23.- FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE .....	367
V. 24.- ALICATADOS .....	367
V. 25.- ENFOSCADOS .....	367
V. 26.- FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO .....	368
V. 27.- BORDILLOS .....	368
V. 28.- PINTURA EN PAREDES Y TECHOS .....	368
V. 29.- CUBIERTAS .....	368
V. 30.- COMPUERTAS .....	369
V. 31.- ELEMENTOS METALICOS VARIOS .....	369
V. 32.- EQUIPOS DE BOMBEO, FILTROS Y CALDERINES .....	370
V. 33.- LÁMINAS IMPERMEABLES Y FIELTROS .....	370
V. 34.- TUBERÍAS A PRESIÓN .....	371
V. 35.- TUBERIAS SIN PRESIÓN .....	371
V. 36.- ACCESORIOS DE TUBERÍAS .....	372
V. 37.- VÁLVULAS Y VENTOSAS .....	372
V. 38.- APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL .....	372
V. 39.- ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS .....	372
V. 40.- ELECTRICIDAD .....	372
V. 41.- IMPACTO AMBIENTAL .....	373
V. 42.- PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO .....	373
V. 43.- ACOPIOS .....	373
V. 44.- OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS .....	373
V. 45.- ABONO DE LAS OBRAS .....	374
V. 46.- ABONO DE OBRA INCOMPLETA .....	374
V. 47.- PRECIOS CONTRADICTORIOS .....	374
V. 48.- MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO .....	375
V. 49.- MATERIALES SOBRANTES .....	375
V. 50.- OBRAS ACCESORIAS .....	375
V. 51.- MEDIOS AUXILIARES .....	375
V. 52.- CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES .....	376
V. 53.- CARTELES DE OBRA .....	376
V. 54.- MEDICIÓN Y ABONO DE PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS .....	376

**CAPITULO I.- OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS  
OBRAS**

## **I. 1.- OBJETO DEL PLIEGO**

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares establece el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones, que junto a lo indicado en el Cuadro de Precios y los Planos del Proyecto, definen los requisitos técnicos a cumplir en la ejecución de las obras que son objeto del Proyecto de MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADIOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES ACEQUIAS DEL GUADALHORCE. FASE III. T.M. ALHAURÍN EL GRANDE (MÁLAGA).

Será de aplicación en estas obras cuanto se prescribe en el presente P.P.T.

## **I. 2.- SITUACION DE LAS OBRAS**

Las obras de modernización afectan a la superficie comprendida en la Comunidad de Regantes Acequias del Guadalhorce y extendiéndose por parte de los términos municipales de Alhaurin el Grande y Coín.

## **I. 3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Se proyecta la modernización de la zona de riego antes citada, sustituyendo la red actual de acequias, por tuberías que distribuirán el agua a presión con una entrega del agua de riego a la demanda. En cada parcela de riego quedará instalada una toma cuyo gasto estará relacionado con la superficie que domina y se asegurará una presión mínima de 40 m.c.a. La modernización incluida en este proyecto contempla las siguientes actuaciones:

1. Replanteo y materialización de referencias topográficas.
2. Excavación de zanjas.
3. Colocación y montaje de tubería en zanja.
4. Relleno y cubrimiento de tubería en zanja.
5. Construcción de balsa de regulación.
6. Pasos inferiores bajo carreteras y otras vías de comunicación y de servicio.
7. Construcción de arquetas, casetas de válvulas y todas las construcciones auxiliares definidas en planos.
8. Construcción de estación de filtrado.

9. Instalación y prueba de filtros, equipos de bombeo y valvulería.
10. Pruebas e inspección de las conducciones.
11. Limpieza y retirada de elementos auxiliares y restos de la obra.

#### **I. 4.- DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

Los documentos que definen las obras objeto del Proyecto son, enumerados por orden de prioridad: Cuadro de Precios, P.P.T., Planos, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, Mediciones y Memoria. A estos documentos iniciales hay que añadir:

- Los planos de obra complementarios o sustitutivos de los planos que hayan sido debidamente aprobados por la Dirección Facultativa.
- Las órdenes escritas emanadas de la Dirección Facultativa y reflejadas en el Libro de órdenes, que debe existir obligatoriamente en la obra.
- Lo mencionado en el Pliego y omitido en los Planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el P.P.T., prevalecerá lo previsto en este último.
- Las omisiones en Planos y P.T.T., o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en ellos, o que por su uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y P.P.T. Dicho incremento de obra no supondrá modificación alguna en el Presupuesto ofertado por el Contratista en su oferta.

**CAPITULO II.- DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER  
GENERAL**

## **II. 1.- DIRECCIÓN DE OBRA**

La dirección, seguimiento, control y valoración de las obras objeto del proyecto, así como las que correspondan a ampliaciones o modificaciones establecidas por la Propiedad, estará a cargo de una Dirección de Obra encabezada por un técnico titulado competente. La Propiedad participará en la Dirección de Obra en la medida que lo crea conveniente.

Para poder cumplir con la máxima efectividad la misión encargada, la Dirección de Obra tendrá las más amplias facultades, pudiendo conocer y participar en todas aquellas previsiones o actuaciones que lleve a cabo el Contratista. Será base para el trabajo de la Dirección de Obra:

Los planos del proyecto

El P.P.T.

Los cuadros de precios.

El precio y duración de ejecución contratados.

El Programa de trabajo formulado por el Contratista y aceptado por la Propiedad.

Las modificaciones de obra establecidas por la Propiedad.

Sobre estas bases, corresponderá a la Dirección de Obra:

- Impulsar la ejecución de las obras por parte del Contratista.
- Asistir al Contratista para la interpretación de los documentos del Proyecto y fijación de detalles de la definición de las obras y de su ejecución para que se mantengan las condiciones de funcionalidad, estabilidad, seguridad y calidad previstas en el Proyecto.
- Formular con el Contratista el Acta de replanteo e inicio de las obras y tener presente que los replanteos de detalle se hagan debidamente por el mismo.
- Requerir, aceptar o reparar si hace falta, los planos de obra que ha de formular el Contratista.
- Requerir, aceptar o reparar si hace falta, toda la documentación que, de acuerdo con lo establecido en este Pliego, establece el Programa de Trabajo.
- Establecer las comprobaciones de los diferentes aspectos de la obra que se ejecute que estime necesarias para tener pleno conocimiento y dar testimonio si cumplen o no con su definición y con las condiciones de ejecución y de obras prescritas.



- En caso de incumplimiento de la obra que se ejecuta con su definición o con las condiciones prescritas, ordenar al Contratista su sustitución o corrección paralizando los trabajos si lo cree conveniente.
- Proponer las modificaciones de obra que impliquen modificación de actividades o que crea necesarias o convenientes.
- Informar las propuestas de modificaciones de obra que formule el Contratista.
- Proponer la conveniencia de estudio y formulación, por parte del Contratista, de actualizaciones del programa de trabajos inicialmente aceptado.
- Establecer con el Contratista documentación de constancia de características y condiciones de obras ocultas, antes de su ocultación.
- Establecer las valoraciones mensuales a origen de la obra ejecutada.
- Establecer periódicamente informes sistemáticos y analíticos de la ejecución de la obra, de los resultados del control y de cumplimiento de los programas, poniéndose de manifiesto los problemas que la obra presenta o puede presentar y las medidas tomadas o que se proponen para evitarlos o minimizarlos.
- Preparación del estado y condiciones de las obras, y de la valoración general de éstas, previamente a su recepción para la Propiedad.
- Recopilación de los planos y documentos definitivos de las obras tal y como se ha ejecutado, para entregarlos a la Propiedad una vez acabados los trabajos.

El Contratista tendrá que actuar de acuerdo con las normas e instrucciones complementarias de acuerdo con lo que establece el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto y las que le sean dictadas por la Dirección de Obra para la regulación de las relaciones entre ambos en lo referente a las operaciones de control y valoración.

Por otro lado, la Dirección de Obra podrá establecer normativas reguladoras de la documentación u otro tipo de información que haya de formular o recibir el Contratista para facilitar la realización de las expresadas funciones, normativas que serán de obligado cumplimiento para el Contratista siempre que, si éste lo requiere, sean previamente conformados por la Propiedad.

El Contratista designará formalmente a las personas de su organización que estén capacitadas y facultadas para tratar con la Dirección de Obra las diferentes materias objeto de las funciones de las mismas y en los diferentes niveles de responsabilidad, de tal manera que estén siempre presentes en la obra personas capacitadas y facultadas

para decidir temas de los que la decisión por parte de la Dirección de Obra esté encargada a personas presentes en la obra, pudiendo entre unas y otras establecer documentación formal de constancia, conformidad u objeciones.

El Contratista está obligado a comunicar a la Propiedad, en un plazo de quince días contados a partir de la fecha en que se le haya notificado la adjudicación definitiva de las obras, su residencia o la de su Delegado, a todos los efectos derivados de la ejecución de aquellas.

El Contratista deberá, necesariamente, conservar en la oficina de obras, copia autorizada de los documentos contractuales del proyecto o proyectos base del contrato y el "Libro de Órdenes"; a tales efectos la Propiedad suministrará a aquél una copia de aquellos documentos antes de la fecha en que tenga lugar la comprobación del replanteo.

El Contratista no podrá proceder al cambio o traslado de la oficina de obras sin previa autorización de la Dirección de la Obra.

La Dirección de Obra podrá detener cualquiera de los trabajos en curso de la realización que, en su baremo, no se ejecuten de acuerdo con las prescripciones contenidas en la documentación definitiva de las obras.

## **II. 2.- DISPOSICIONES VIGENTES**

Además de lo especificado en el presente Pliego serán de aplicación en las obras regidas por este PCTP las siguientes disposiciones, normas y reglamentos en lo que resulte aplicable:

- Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre. Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas (B.O.E 26-10-2001).
- Real Decreto Legislativo 2/2000 de 16 de junio. Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (B.O.E 21-6-2000).
- Normas complementarias de aplicación al Ministerio de Obras Públicas del Art. 67 y 68 del Reglamento de Contratación, O.M. de 12 de junio de 1968 (B.O.E. 25-7-1968).

- Nueva redacción del Art. 70, segundo párrafo, del Reglamento General de Contratación, R.D. 1570/1985 de 1 de agosto (B.O.E. 6-9-1985) y su corrección de errores (B.O.E. 24-3-1986).
- Fijación de porcentaje de gastos generales a que se refiere el artículo 68 del Reglamento General de Contratación de Obras del Estado. O. M de 23 de noviembre de 1987 (B.O.E. 1 y 4-12-1987).
- Nueva redacción de los arts. 67 y 68 del Reglamento General de Contratación R.D. 982/1987 de 5 de junio.
- Sistema de fiscalización previa de contratos. Resolución de 25 de marzo de 1986 de la Secretaría de Estado de Hacienda. (B.O.E. 16 de abril de 1988).
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (PCAG), aprobado por Decreto 3854/70 de 31 de diciembre (B.O.E. nº 40 de 16 de Febrero de 1971), en cuanto no se oponga a lo establecido en la Ley y Reglamento General, Decreto 854/1970, de 31 de diciembre.
- Clasificación de Contratistas. Orden de 28 de junio de 1991 (B.O.E. 24 de julio de 1991).
- Decreto 3650/1970 de 19 de diciembre, sobre revisión de precios. (B.O.E. 29/12/1970) y corrección de errores del BOE 8/2/1971.
- Aplicación de la revisión a los contratos, O.M. de 10 de agosto de 1971. (B.O.E. 7-9-1971).
- Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (B.O.E 28 de marzo de 2006). Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
- Norma básica de edificación EA-95, estructuras de acero en edificación. R.D. 1829/1995 de 10 de noviembre.
- Instrucción del Hormigón Estructural EHE Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.

- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón Pretensado (EP-93).
- Real Decreto 996/1999 del 11 de junio (BOE 24/06/1999) por el que se modifican el Real Decreto 1177/1992, de 2 de octubre, por el que se reestructura la Comisión Permanente del Hormigón.
- Instrucción EFEHE-02 para el proyecto y construcción de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado. R. D 642/2002 de 5 de julio.
- P.P.T. para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (RB-90). Orden de 4-7-90 B.O.E. 11-7-90.
- P.P.T., para la recepción de cementos RC-03. Real Decreto 1979/2003 de 26 de diciembre.
- Homologación obligatoria de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados. R.D. 1313/1988 de 28 de Octubre y sus modificaciones Orden del 21 de mayo de 1997 por la que se modifican las normas UNE del Real Decreto 1313/1988.
- Certificación de conformidad a normas en la homologación de cementos. Orden de 17 de enero de 1989. (B.O.E. 25 de enero de 1989).
- Homologación de los alambres trefilados lisos y corrugados empleados en la fabricación de mallas electrosoldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado. Real Decreto 2702/1985.
- Homologación de armaduras activas. Real Decreto 2365/1985 de 20 de noviembre.
- Pliego General de Condiciones RL-88 para la recepción de los ladrillos cerámicos en las obras de construcción. Orden de 27 de julio de 1988 (B.O.E. de 3-8-1988).
- P.P.T. para tuberías de Abastecimiento de Aguas, O.M. de 28-07-1974. (B.O.E. 2,3 y 30-10-1974).

- Recomendación para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa (THM773, Instituto E.T. de la Construcción y del Cemento).
- Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado. Orden de 31 de agosto de 1987 (B.O.E. 18-09-1987).+Norma de Carreteras 8.3-IC. Señalización de Obras+
- Norma sismorresistente (NCSE-02), Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre (B.O.E. 11 de Octubre de 2.002).
- Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte. Orden de 31 de diciembre de 1958-
- P.P.T. Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3 y sus modificaciones Orden Ministerial FOM 891/2004.
- Normas UNE de cumplimiento obligatorio en el Ministerio de Obras Públicas O.M de 5 de julio de 1967 (B.O.E. 12-12-1967 y 29-05-1971).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía según Real Decreto 724/1979 de 20 de Febrero y modificación a dicho Reglamento según Real Decreto 1725/1984 de 18 de Julio (B.O.E de 25-9-84).
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto, B.O.E de 18-09-02) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (Decreto 3151/68 de 28 de noviembre). (B.O.E. nº 311 del 27 de Diciembre de 1968 y B.O.E. nº 58 de 8 de marzo de 1969).
- Normas UNESA
- Modelo de Libro de Incidencias. Orden del Ministerio de Trabajo del 22-09-1986.
- Estatuto de los Trabajadores. (B.O.E. 14-3-1980).

- Real Decreto Legislativo 1/1995 de 24 de Marzo por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. (B.O.E. 29-3-1995).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9-3-1971) (B.O.E. 16 y 17-3-1971). (Excepto en aquellos artículos que hayan sido derogados).
- Ordenanza en el trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 17-5-1974). (B.O.E. 29-5-1974).
- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71 de 11-3-1971). (B.O.E. 16-3-1971).
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 732/71, 11-3-1971). (B.O.E. 16-3-1971).
- Relación entre Jurados de Empresa y Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.M de 9 de diciembre de 1975.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción. Orden de 20-05-1952, modificada el 19-12-1953 y completada el 2-09-1988.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-11-59) (B.O.E. 27-11-1959).
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (O.M. 17-5-1974). (B.O.E. 29-5-1974).
- Cuadro de Enfermedades Profesionales, R.D. 1995/78.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas o Peligrosas, aprobado por Decreto 2414/61 de 30 de noviembre y sus modificaciones posteriores.
- Reglamento de explosivos (Real Decreto 2114/78, 2-3-78). (B.O.E. 7-9-1978).

- Modificación del Reglamento de explosivos por Real Decreto 829/1980 de 18 de abril y por Real Decreto 2288/1981 de 24 de julio.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995. (B.O.E. 10 de noviembre).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero. Reglamento para los servicios de prevención de Riesgos Laborales.
- Notificación de accidentes de trabajo. Orden 16-12-1987. (B.O.E. 29-12-1987).
- Lugares de trabajo. R.D 486/1997. (B.O.E. 23-4-1997).
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de Octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido durante el trabajo. (BOE 2/11/89).
- R.D. 1407/92 de 20 de noviembre por el que se regula la libre comercialización y la libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPI) y siguientes. (BOE 28/12/92. Corrección de erratas BOE 24/2/93)
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. R.D. 1627/1997. (B.O.E. de 25 de octubre de 1997).
- Real Decreto 485/1997, de 4 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento de Seguridad de máquinas. R.D. (B.O.E. 21-7-1986 y siguientes).

- Aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas. R.D. 1435/1992. (B.O.E. 11-12-1992) y su modificación R.D. 56/1995. (B.O.E. de 8 de febrero).
- Norma sobre señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo, R.D. 1403/1986 de 9 de mayo. (B.O.E. 8-7-1986) y su corrección de errores (B.O.E. 10-10-1987).
- Centros de trabajo. Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura o reanudación de actividades. (Orden de 6 de mayo de 1988). (B.O.E. 16 de mayo de 1988).
- Ley de Contratos de Trabajo y Disposiciones vigentes que regulen las relaciones patrono-obrero, así como cualquier otra de carácter oficial que se dicte.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre B.O.E. nº 288 de 1 de diciembre de 1.982) e Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento anterior (MIE-RAT) aprobadas por Orden Ministerial de 6 de julio de 1984 (B.O.E. de 1-8-84) y complementadas y actualizadas por Ordenes posteriores.
- Real Decreto 614/01, del 8 de junio (BOE nº 148 de 21 de junio de 2001), sobre Condiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera (Real Decreto 863/85, de 2-4-85). (B.O.E. 12-6-85).
- Reglamento de aparatos elevadores para obras (O.M. 23-5-77) (B.O.E. 14-6-77) y su modificación O.M. 07-03-1981.
- Reglamento de aparatos a presión de elevación y manutención (R.D. 2291/1985 de 8 de noviembre).



- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM 1 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos. Orden de 23 de septiembre de 1987 y su corrección de errores (B.O.E. 12 de Mayo de 1988).
- Orden de 30 de junio de 1999, por la que se deroga la Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM 1, con excepción de los artículos 10-15, 19 y 23.
- Real Decreto 836/2003, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a grúas torre desmontables para obras. (B.O.E. 170 de 17 de julio de 2003).
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM3 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a carretillas automotoras de manutención. Orden de 26 de mayo de 1989. (B.O.E. de 9 de junio de 1989).
- Ley de evaluación de impacto ambiental de 6/2001 de 8 de mayo.

En general, cuantas prescripciones figuran en los reglamentos, normas, instrucciones y pliegos oficiales, vigentes durante el período de ejecución de las obras, que guarden relación con las mismas, sus instalaciones auxiliares, o con los trabajos para ejecutarlos, así cómo las ampliaciones o modificaciones que haya de las anteriores.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todas las instrucciones, pliegos o normas de toda índole promulgadas por la administración del estado, de la autonomía, el ayuntamiento y otros organismos competentes, que tengan aplicación a los trabajos que se han de hacer, tanto si son mencionados como si no lo son en la relación anterior, quedando a decisión del Director de la obra resolver cualquier discrepancia que pueda haber respecto de lo que dispone este pliego. Será responsabilidad del contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se haya hecho comunicación explícita.

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte de la Contrata, como por la de la Dirección de las Obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación.

Las normas del presente Pliego prevalecerán sobre las figuradas en las Normas citadas y en caso de dualidad tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva.

## **II. 3.- REPLANTEO. ACTA DE COMPROBACIÓN DE REPLANTEO**

Con anterioridad a la iniciación de las obras, el Contratista, conjuntamente con la Dirección de Obra, procederá a la comprobación de las bases de replanteo y puntos fijos de referencia del inicio y final del trazado, levantándose Acta de los resultados; les acompañará un representante de la Propiedad.

En el Acta se hará constar que, tal y como establecen las bases del concurso y cláusulas contractuales, el Contratista, previamente a la formulación de su oferta, tomó datos sobre el terreno para comprobar la correspondencia de las obras definidas en el Proyecto con la forma y características del citado trazado, especialmente el paso de rieras por encima con acueductos y por debajo con sifones. En caso de que haya apreciado alguna discrepancia se comprobará y se hará constar en el Acta con carácter de información para la posterior formulación de planos de obra.

A partir de las bases y puntos de referencia comprobados se replanteará el ancho de las obras a ejecutar fijando los límites de las zonas de ocupación temporal. Estas afecciones se harán constar en el Acta, a efectos de tenerlos en cuenta, conjuntamente con los compromisos sobre servicios y terrenos afectados.

Corresponderá al Contratista la ejecución de los replanteos necesarios para llevar a cabo la obra. El Contratista informará a la Dirección de Obra de la manera y fechas que programe llevarlos a cabo. La Dirección de Obra podrá hacerle recomendaciones al respecto y, en caso de que los métodos o tiempos de ejecución den lugar a errores en las obras, prescribir correctamente la forma y tiempo de ejecutarlos.

La Dirección de Obra hará, siempre que lo crea oportuno, comprobaciones de los replanteos efectuados.

## **II. 4.- LIBRO DE ÓRDENES**

El "Libro de Órdenes" será diligenciado previamente por la Propiedad a que esté adscrita la obra, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de recepción.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección de la Obra, que cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

El Contratista estará también obligado a transcribir en dicho libro, por sí o por medio de su Delegado, cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito la Dirección, y a firmar a los efectos procedentes, el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la necesidad de una posterior autorización de tales transcripciones por la Dirección de la Obra, con su firma, en el libro indicado.

Efectuada la recepción, el "Libro de Órdenes" pasará a poder del Promotor, si bien podrá ser consultado en todo momento por el Contratista.

El Contratista está obligado a dar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que el Promotor pueda llevar correctamente un "Libro de Incidencias de la Obra", cuando así lo decidiese aquélla.

## **II. 5.- PLAN DE EJECUCIÓN**

Previamente a la contratación de las obras, el Contratista tendrá que formular un programa de trabajos completo. Este programa de trabajos será aprobado por el Promotor al tiempo y en razón del Contrato. La estructura del programa se ajustará a las indicaciones de la Propiedad. Este plan, una vez aprobado por el Promotor, se incorporará al P.P.T. y adquirirá carácter contractual. Se deberá tener en cuenta la garantía en el suministro de agua a los regantes durante la ejecución de las obras, en el caso que estas coincidan con el periodo de riego asignado a los agricultores, por tanto el Plan de Obras recogerá este aspecto programando las fases de obra adecuadamente.

El programa de Trabajos incluirá:

- La descripción detallada del modo en que se ejecutarán las diversas partes de obra, definiendo con criterios constructivos las actividades, vínculo entre actividades y duración que formarán el programa de trabajos.
- Anteproyecto de las instalaciones, medios auxiliares y obras provisionales, incluidos caminos de servicio, oficinas de obras, almacenes de tuberías, etc. y justificación de su capacidad para asegurar el cumplimiento del programa.

- Relación de la maquinaria que se utilizará con expresión de sus características, dónde se encuentra cada máquina al tiempo de formular el programa y fecha en que estará en la obra, así como la justificación de aquellas características conforme a las condiciones, las unidades de obra en las que se haya de utilizar y las capacidades para asegurar el cumplimiento del programa.
- Organización de personal que se destina a la ejecución de la obra, expresando dónde se encuentra el personal técnico superior, medio y especialista cuando se formule el programa y las fechas en que se encuentra en la obra.
- Procedencia que se propone para los materiales a utilizar en la obra, ritmos mensuales de suministros, previsión de la situación y cuantía de los almacenamientos.
- Relación de servicios que resultarán afectados por las obras y previsiones tanto para su reposición como para la obtención, en caso necesario, de licencias para ello.
- Programa temporal de ejecución de cada una de las unidades que componen la obra, estableciendo el presupuesto de obra que cada mes se hará concreto, y teniendo en cuenta explícitamente los condicionantes que para la ejecución de cada unidad representan las otras, así como otros particulares no comprendidos en éstas.
- Valoración mensual y acumulada de cada una de las Actividades programadas y del conjunto de la obra.

Los medios propuestos quedarán adscritos a la obra, sin que, en ningún caso el Contratista pueda retirarlos sin autorización de la Propiedad.

Asimismo, el adjudicatario deberá aumentar los medios auxiliares propuestos, no implicando exención alguna de responsabilidad para el Contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

En el transcurso de la ejecución de las obras, el Contratista deberá actualizar el programa establecido para la contratación, siempre que, por modificación de las obras, modificación en la secuencia o procesos y/o retardos en la realización de los trabajos, la Propiedad lo crea conveniente. La Dirección de Obra tendrá facultad de prescribir al Contratista la formulación de estos programas actualizados y participar en su redacción.

Aparte de esto, el Contratista deberá establecer periódicamente los programas parciales de detalle de ejecución que la Dirección de Obra crea convenientes. El Contratista se someterá, tanto en la redacción de los programas de trabajos generales como parciales de detalle, a las normas e instrucciones que le dicta la Dirección de Obra.

El adjudicatario deberá constituir, a su costa, una Oficina de Obra, cuyo emplazamiento y características deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras, y en donde esta tendrá a su disposición la documentación necesaria referente a las obras: Planos, Memoria, P.P.T., Contratos Vigentes y Normativa de Aplicación.

## **II. 6.- RESTITUCIÓN DE SERVICIOS Y SEGURIDAD PÚBLICA**

El Contratista queda obligado a la restitución de aquellos servicios o servidumbres afectados por las obras durante su construcción. Asimismo, tomará cuantas medidas de precaución sean precisas durante la ejecución de las obras, para proteger al público y facilitar el tráfico

En particular, el Contratista deberá mantener la posibilidad de tráfico en las obras de cruce de caminos, carreteras y ferrocarriles en unas condiciones aceptables a juicio del Ingeniero Director y deberá, asimismo, realizar con la debida antelación las obras necesarias para mantener en servicio los riegos actuales y las conducciones de agua o de cualquier tipo que crucen la red de tuberías. El Contratista se hará cargo de las responsabilidades que se puedan derivar por este motivo.

Así pues, las obras se ejecutarán de forma que el tráfico ajeno a la obra, en las zonas que afecte a caminos y servicios existentes, encuentre en todo momento un paso en buenas condiciones de viabilidad, ejecutando, si fuera preciso, a expensas del Contratista, caminos provisionales para desviarlos.

No podrá nunca ser cerrado al tráfico un camino actual existente sin la previa autorización por escrito de la Dirección de Obra, debiendo tomar el Contratista las medidas para, si fuera preciso, abrir el camino al tráfico de forma inmediata, siendo de su cuenta la responsabilidad que por tales motivos se deriven.

Mientras dure la ejecución de las obras, se mantendrán en todos los puntos donde

sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad del tráfico ajeno a ellas, las señales de balizamiento preceptivas. La permanencia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fuera necesario.

El Contratista deberá presentar al Ingeniero Director con la debida antelación y para su aprobación, el plan proyectado para la restitución de los servicios afectados.

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje.

Las cunetas y demás desagües se mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes ni daños por excesos de humedad en la explanación, debiendo realizar el Contratista, a su cargo, las obras provisionales que se estimen necesarias a este fin o modificando el orden de los trabajos en evitación de estos daños. Si por incumplimiento de lo prescrito se produce inundación de las excavaciones, no serán de abono los agotamientos o limpiezas y excavaciones suplementarias necesarias.

## **II. 7.- RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, públicos o privados, 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, de manera inmediata.

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, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptable.

## **II. 8.- SUBCONTRATOS**

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de Obra.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito, con suficiente antelación aportando los datos necesarios sobre este subcontrato, así como sobre la organización que ha de realizarse. La aceptación del subcontrato no releva al Contratista de su responsabilidad contractual.

Se cumplirán las normas establecidas en el capítulo VII del Reglamento de Contratación.

## **II. 9.- GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA**

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo de las obras o sus comprobaciones y los replanteos parciales de las mismas, los de su construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria o materiales, los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño e incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivo y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvíos del tráfico y servicio de las obras no comprendidas en el proyecto, desagües, señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras, los de retirada al fin de obra, de las instalaciones para suministro de agua, y energía eléctrica necesarias para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía, los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales de control de ejecución de las obras que disponga la Dirección de Obra, así como los proyectos de legalizaciones, permisos y cuotas referentes a la instalación de Baja Tensión y Alta Tensión necesarios.

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

## **II. 10.- CONSERVACIÓN DEL PAISAJE**

El Contratista adoptará en todas los trabajos que realice las medidas necesarias para que las afecciones al medio ambiente sean mínimas. Así, en el transporte a vertedero y préstamos tendrá establecido un plan de regeneración del terreno; los camiones suministradores de hormigón dispondrán de los elementos adecuados para evitar las fugas de cemento o polvo mineral a la atmósfera, y de cemento, aditivos y ligantes a las aguas superficiales o subterráneas; los movimientos dentro de la zona de obra se producirán de modo que sólo se afecte a la vegetación existente en lo estrictamente necesario. Se deberá tener especial cuidado en garantizar la no contaminación de los torrentes con cualquier tipo de vertido. Se deberá prever un sistema de recogida eficaz de las aguas provenientes de las limpiezas de cubilotes, cubas o cualquier otro equipo de manipulación del hormigón.

El Contratista será responsable único de las agresiones que, en los sentidos arriba apuntados y cualquier otra difícilmente identificable en este momento, produzca al medio ambiente, teniendo que cambiar los medios y métodos utilizados y reparar los daños causados siguiendo las ordenes de la Dirección de Obra o de los organismos institucionales en la materia.

El Contratista no podrá verter material procedente de la obra sin que previamente esté aprobado el vertedero por el Director de Obra y por la comisión de seguimiento medioambiental, en el caso que esté constituida.

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la consecución del contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen ubicadas las obras.

En tal sentido, cuidará que los árboles, hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos, para evitar posibles destrozos, que de producirse, serán restaurados a su costa.



Asimismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso deberán ser previamente autorizados por escrito, por la Dirección de Obra.

## **II. 11.- INSTALACIONES AUXILIARES PROVISIONALES**

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y retirar al fin de las obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, que no queden incorporados a la explotación, etc.

En particular queda obligado a construir y conservar, en perfecto estado de limpieza, las instalaciones sanitarias provisionales de las obras.

Terminadas las obras, si el Contratista no retirara las instalaciones, herramientas, materiales, etc. en el plazo que señale el Promotor, éste podrá mandar retirarlas a su satisfacción por cuenta del Contratista.

## **II. 12.- LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS**

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser demolidos.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

## **II. 13.- CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO**

Lo mencionado en el P.P.T. y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y el P.P.T., prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en Planos y P.P.T. o las prescripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y P.P.T., o que, por uso y costumbre deban ser realizados, no

sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos, sino que, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

## **II. 14.- RECEPCIÓN, MEDICIÓN Y VALORACIÓN GENERALES Y LIQUIDACIÓN**

### **FINAL**

La recepción de las obras, la medición general, valoración total y liquidación final, serán efectuados con arreglo a lo previsto en el RD 1098/2001, artículos 163 a 166.

## **II. 15.- PLAZO DE GARANTÍA**

El plazo de garantía será el legalmente establecido en el Real Decreto Legislativo 2/2000 de 16 de Junio y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la obra.

Durante el plazo de garantía serán de cuenta del Contratista todas las obras de conservación definidas en el Proyecto.

Además, serán de cuenta del Contratista, las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios a terceros, como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa imputable a aquél.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos o particulares, daños causados en sus bienes por apertura de zanjas o desvíos de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de maquinaria, materiales, y cuantas operaciones requiera la ejecución de las obras, siempre que no se hallen comprendidas en el proyecto respectivo o se deriven de una actuación culpable o negligente del Contratista.

## **II. 16.- CANCELACIÓN DE GARANTÍA**

La garantía de las obras se efectuará cuando haya vencido el plazo de garantía, en la forma y condiciones señaladas en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

## **II. 17.- CONTROL DE CALIDAD**

La Dirección de Obra tiene la facultad de realizar los reconocimientos, comprobaciones y ensayos que crea convenientes en cualquier momento, debiendo el Contratista de ofrecerle asistencia humana y material necesaria para ello. Los gastos de la asistencia no serán de abono especial. Previamente al inicio de las obras el Contratista propondrá un programa de Inspección y ensayos que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Cuando el Contratista ejecute obras que resulten defectuosas en geometría y/o calidad, según los materiales o métodos de trabajo utilizados, la Dirección de Obra apreciará la posibilidad o no de corregirlas y en función de esto dispondrá:

- Las medidas a adoptar para proceder a la corrección de las corregibles, dentro del término que se señale.
- Las incorregibles donde la separación entre características obtenidas y especificadas no comprometa la funcionalidad ni la capacidad de servicio, serán tratadas a elección del Promotor.
- Las incorregibles en que queden comprometidas la funcionalidad y la capacidad de servicio, serán demolidas y reconstruidas a cargo del Contratista, dentro del plazo que se señale.

Todas estas obras no serán de abono hasta encontrarse en las condiciones especificadas, y en caso de no ser reconstruidas en el plazo concedido, el Promotor podrá encargar su ejecución a terceros, por cuenta del Contratista.

La Dirección de Obra podrá, durante el curso de las obras o previamente a la recepción provisional de éstas, realizar cuantas pruebas crea necesarias para comprobar el cumplimiento de condiciones (estabilidad y resistencia necesarias) y el adecuado comportamiento de la obra ejecutada; estableciendo los criterios que habrán de seguirse para la interpretación de los resultados y dictaminando el juicio definitivo que debe merecer la obra. Estas pruebas se realizarán siempre en presencia del Contratista que, por su parte, está obligado a dar cuantas facilidades se necesiten para su correcta realización y a poner a disposición los medios auxiliares y personal que haga falta a tal objeto.

De las pruebas que se realicen se levantará Acta que se tendrá presente para la recepción de la obra. El personal que se ocupa de la ejecución de la obra podrá ser recusado por la Dirección de Obra sin derecho a ninguna indemnización para el Contratista.

## **II. 18.- FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN**

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra, a sus subalternos o agentes delegados, toda clase de facilidades, para el seguimiento de las obras., así como para poder practicar los replanteos de las obras, reconocimiento y prueba de los materiales y de su preparación, y para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la mano de obra y de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente Pliego, permitiéndose el acceso a todas partes, incluso a las fábricas y talleres en que se produzcan los materiales o se realicen trabajos para sus obras.

## **II. 19.- PRUEBAS DE RECEPCIÓN**

En el acto de la recepción, deberán presentarse las actas de las pruebas parciales de funcionamiento a lo largo de la obra que exija la Dirección de Obra, así como los resultados de las pruebas efectuadas para la finalización de la obra.

En particular, será preceptivo proceder, antes de recibir las obras, a probar el funcionamiento de los elementos de desagüe, compuertas, válvulas, etc. Se comprobará el fácil manejo y el buen funcionamiento de estos elementos, tanto en apertura como en cierre.

## **II. 20.- VALIDEZ DE LOS ENSAYOS**

Los ensayos a efectuar tanto en hormigón como en materiales sueltos, servirán a efecto de aceptación de una tongada y para expedir las certificaciones parciales; pero su admisión antes de la recepción, en cualquier forma que se realice, no atenúa las obligaciones del Contratista de subsanar o reponer cualquier elemento que resultara inaceptable, total o parcialmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción o anteriormente.

En caso de discrepancia entre la Dirección de Obra y el Contratista acerca del significado de los ensayos, se someterá la cuestión al arbitraje de un Laboratorio oficial,

corriendo el Contratista con todos los gastos ocasionados por este motivo.

## **II. 21.- OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS**

En la ejecución de otras fábricas y trabajos que entren en la construcción de las obras, para las cuales no existieran prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá, en primer término, a lo que resulta de los planos, cuadros de precios y presupuestos; en segundo término, a las buenas prácticas seguidas en fábricas y trabajos análogos por los mejores constructores.

El Contratista dentro de las prescripciones de este Pliego, tendrá la libertad para dirigir la marcha de las obras y para emplear los procedimientos que juzgue convenientes, con tal que con ello no resulte perjuicio para la buena ejecución o futura subsistencia de aquéllas, debiendo la Dirección de Obra, en casos dudosos que con estos se relacionen, resolver sobre estos puntos.

## **II. 22.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS**

El Contratista queda comprometido a conservar hasta que sean recibidas todas las obras que integran el proyecto. Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía (dos años) a partir de la fecha de recepción, debiendo restituir y/o reparar a su costa cualquier parte de ellas que haya sufrido deterioro por falta de calidad en los materiales y/o la ejecución, la acción previsible de agentes atmosféricos o cualquier otra causa que no tenga el carácter de fortuita o inevitable.

## **II. 23.- OBLIGACIONES SOCIALES**

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras. Dicho cumplimiento no podrá excusar, en ningún caso, la responsabilidad del Contratista, aún en el caso de que subcontrate total o parcialmente su trabajo.

El Contratista tendrá, asimismo, la obligación de cumplir cuanto prescribe la Reglamentación del Trabajo en 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.

## **II. 24.- OBLIGACIONES NO PREVISTAS EN ESTE PLIEGO**

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle estipulado expresamente en este P.P.T., y lo que sin apartarse de su recta interpretación, disponga por escrito el Ingeniero Director.

## **II. 25.- DESCRIPCIÓN GENERAL**

El Contratista deberá ejecutar todo aquello que, sin separarse del espíritu general de proyecto aprobado y de las especificaciones de este P.P.T., ordene la Dirección de Obra para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle taxativamente descrito y detallado en dicho Pliego.

Dada la gran variedad de materiales existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades o mejoras técnicas que pudieran presentarse en las fechas de ejecución de las obras, la Dirección de Obra, podrá ordenar la utilización de productos análogos a los definidos en este Pliego, y que por sus características se consideren más idóneos en el momento de realización de las obras.

## **II. 26.- VIGILANCIA DE LAS OBRAS**

El Promotor podrá nombrar un vigilante por lo menos, cuyas atribuciones serán presenciar la ejecución de los trabajos y transmitir al Contratista las órdenes que la Dirección de Obra vea conveniente comunicarle y cuyo deber será dar parte diario a la Dirección de Obra con todos aquellos detalles que se pidan.

El Contratista no podrá oponerse ni dificultar la labor de vigilante, por el contrario se le facilitarán cuantos datos le pida referentes a las obras. Serán de cuenta del Contratista los gastos de vigilancia, análisis, pruebas y ensayos, incluidos en el Proyecto.

## **CAPITULO III.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES**

### **III. 1.- CONDICIONES GENERALES**

En este capítulo se describen las propiedades y características que deben tener los materiales que tendrán que ser utilizados en la obra. En el caso de que algún material o característica no hubiesen estado suficientemente definidos, tendrá que suponerse que es el de mejor calidad que existe en el mercado dentro de su clase, y que tendrá que cumplir la normativa técnica vigente.

#### **III. 1. 1.- *MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA***

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el contratista.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares o fabricantes elegidos por el Contratista y que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.

En casos especiales, se definirá la calidad mediante la especificación de determinadas marcas comerciales y tipos de material a emplear.

#### **III. 1. 2.- *MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS POR OTROS CONTRATISTAS***

Los materiales e instalaciones suministrados, colocados y/o ejecutados por un Contratista distinto del Adjudicatario de esta obra serán los relacionados en la Memoria del Proyecto.

Se establecerá acuerdo entre la Dirección Facultativa y los contratistas correspondientes para la coordinación de los trabajos a realizar por cada uno especificando los plazos oportunos y las consecuencias de su incumplimiento.



### **III. 2.- EXAMEN Y PRUEBA DE LOS MATERIALES**

#### **III. 2. 1.- PRESENTACIÓN PREVIA DE MUESTRAS**

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales, sin que previamente se hayan presentado por el Contratista las muestras adecuadas para que puedan ser examinadas y aceptadas, previa realización, en su caso, de las pruebas y ensayos en los términos y formas prescritos en este Pliego, o que, en su defecto, pueda decidir la Dirección de Obra.

#### **III. 2. 2.- ENSAYOS**

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo el control de la Dirección de Obra, o persona en quién ésta delegue.

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Capítulo se fijan, o que figuran en el Capítulo II, artículo II.2. de este Pliego de Condiciones

El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

#### **III. 2. 3.- GASTOS DE LOS ENSAYOS**

Todos los gastos de pruebas y ensayos no incluidos en Presupuesto, necesarios para definir las cualidades de los materiales de este Pliego serán de cuenta del Contratista y se consideran incluidos en los precios de las unidades de obra.

### **III. 3.- CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

Lo comprendido en este apartado del Pliego afecta al suministro de toda la mano de obra, instalación de equipos, accesorios y materiales, así como a la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el diseño, fabricación y montaje de las unidades de obra comprendidas en el Proyecto, sujetas a los términos y condiciones del Contrato.

#### **III. 3. 1.- TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS**

- Los materiales para terraplenes cumplirán las condiciones que establece el PG-3 para "suelos adecuados" o "suelos seleccionados". El Proyecto de Construcción definirá el tipo de suelo a utilizar en función de la misión resistente del terraplén.

- Los materiales para terraplenes cumplirán las condiciones que para "rocas adecuadas" establece el PG-3.
- Los materiales para rellenos localizados cumplirán las condiciones que para "suelos adecuados" establece el PG-3. Cuando el relleno haya de ser filtrante se estará a lo que especifica el artículo 7.1.2.
- Los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra, si cumplen las condiciones que más adelante se detallan, o de los préstamos que se autoricen por el Ingeniero Director de las Obras.

Atendiendo a su posterior utilización en terraplenes los suelos excavados se clasificarán en los tipos siguientes:

#### Suelos tolerables

No contendrán más de un 25 por 100 en peso de elementos cuyo tamaño exceda de 15 cm. Su capacidad portante cumplirá la siguiente condición:  $CBR > 3$ . En cuanto a su plasticidad, la fracción cernida por el tamiz 40 ASTM, cumplirá las condiciones siguientes: Límite líquido 40 o simultáneamente: límite líquido 65 e índice de plasticidad  $> (0,6 LL - 9)$ .

La mínima densidad, obtenida en el ensayo de Próctor normal de compactación, será superior a  $1,450 \text{ kg/dm}^3$ .

#### Suelos adecuados

Carecerán de elementos con tamaño superior a 10 cm, y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al 35 por ciento en peso. Su capacidad portante cumplirá la condición:  $CBR > 5$ . El hinchamiento, medido durante la ejecución del ensayo CBR, será inferior al 2 por 100.

La mínima densidad, obtenida en el ensayo de Próctor normal de compactación será superior a  $1,750 \text{ kg/dm}^3$ .

El contenido de materia orgánica será inferior al uno por ciento (1 %) y su límite líquido  $> 40$ .

### Suelos inadecuados

Se clasificarán así los que no cumplan alguna de las condiciones exigidas a los suelos tolerables.

### Empleo

En la coronación de terraplenes en que se sitúa el camino de servicio, se utilizará, en los 0,50 m. inmediatamente debajo del firme, suelo adecuado. No obstante, el terraplén se ejecutará hasta la cara superior del firme con esta clase de suelo, excavándose en su momento la caja del firme, de tal forma que una vez ejecutado éste queden los 50 cm. de suelo adecuado bajo el mismo como explanada mejorada. En núcleos y cimientos de terraplenes deberá emplearse como mínimo, suelo tolerable.

Para determinar la calidad de los materiales, se realizarán los siguientes ensayos por cada 1.500 m<sup>3</sup>, o fracción de tierras a emplear:

- Un ensayo Próctor normal.
- Un ensayo granulométrico.
- Dos ensayos de equivalente de arena.
- Un ensayo de límites de Atterberg.
- Un ensayo CBR

Todos ellos, según las Normas NLT.

Se empleará tras los alzados, sobre las bóvedas, tras los muros, en relleno de zanjas o cualquier otra parte de la obra, cuyas dimensiones o situación no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con los que se lleve a cabo la ejecución de terraplenes.

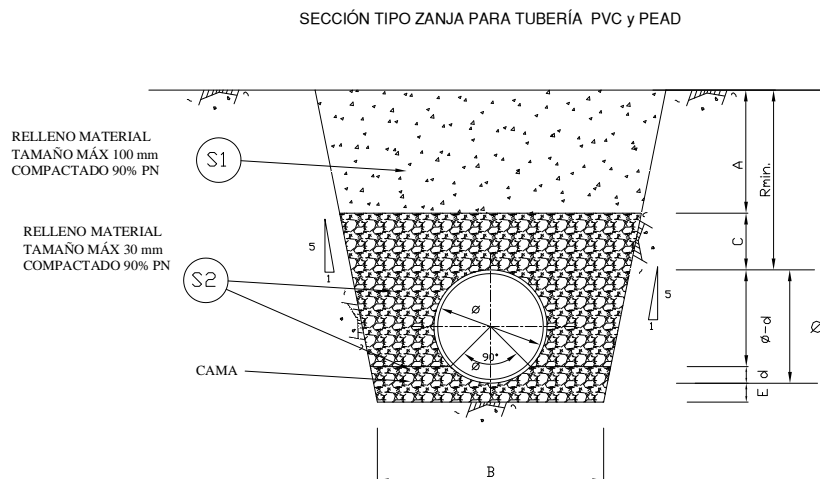
De forma particular, en la ejecución de **terraplenes del dique de cierre de las balsas** los materiales utilizados deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- Ninguno de los materiales que se coloquen en el dique tendrá forma hojosa, entendiéndose por tal aquellas piedras en las que la dimensión máxima es superior a cinco (5) veces la mínima.
- Carecerán por completo de materia orgánica.
- La densidad aparente después de la compactación será superior a 1,9 Tn/m<sup>3</sup>.

- El porcentaje de pérdidas debido a la acción de soluciones saturadas de sulfato sódico de acuerdo con la norma NLT 158/72 será inferior al cuatro por ciento (4%) después de cinco (5) ciclos.

### III. 3. 2.- MATERIAL DE RELLENO DE ZANJAS DE TUBERIAS

#### A) Materiales



#### Material para la formación de la cama granular de asiento de las tuberías (S2).

El material que se utilizará para formar la cama de asiento de las tuberías estará formado por un material procedente de la excavación o de préstamo, seleccionado con tamaño máximo de 30 mm., y compactado hasta alcanzar el 90% del P.N.

#### Material seleccionado para el relleno de protección de las zanjas de tuberías (S2)

El material que se utilizará para formar la cama de asiento de las tuberías estará formado por un material procedente de la excavación o de préstamo, seleccionado con tamaño máximo de 30 mm., y compactado hasta alcanzar el 90% del P.N.

### Material para el relleno de cobertura de las zanjas de tuberías (S1)

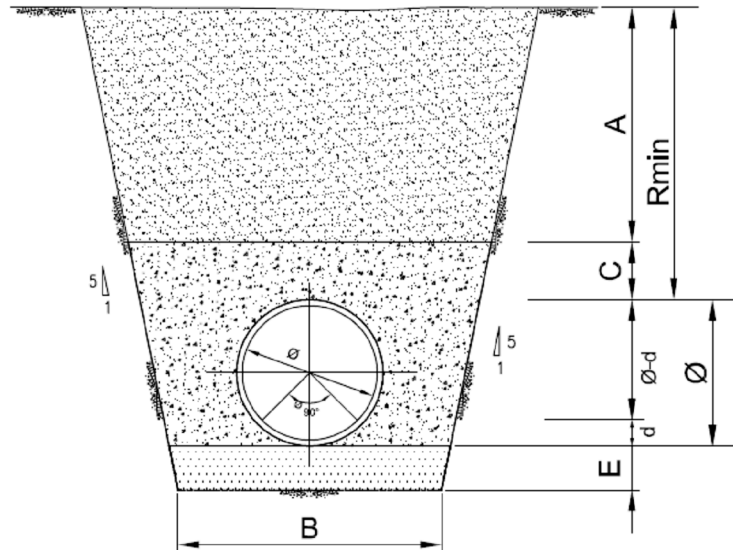
El material que se utilizará para formar la cama de asiento de las tuberías estará formado por un material procedente de la excavación o de préstamo, seleccionado con tamaño máximo de 100 mm., y compactado hasta alcanzar el 90% del P.N.

### B) Tipos de zanjas

En función del diámetro de las tuberías empleadas en el proyecto, se definen diferentes zanjas tipo cuyas dimensiones serán las siguientes:

DN (mm)	Talud	B (m)	E (m)	C (m)	Rmin (m)
90	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
110	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
125	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
140	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
160	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
180	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
200	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
250	1/5	0,60	0,10	0,15	1,00
315	1/5	0,80	0,10	0,15	1,00
400	1/5	0,80	0,10	0,15	1,00
500	1/5	1,20	0,15	0,15	1,00
600	1/5	1,20	0,15	0,15	1,00
700	1/5	1,60	0,15	0,15	1,00
800	1/5	1,60	0,15	0,15	1,00
900	1/5	2,00	0,20	0,15	1,00
1000	1/5	2,00	0,20	0,15	1,00
1100	1/5	2,00	0,20	0,15	1,00

## SECCIÓN TIPO ZANJA PARA TUBERÍA PVC Y PEAD



### III. 3. 3.- DRENES SUBTERRÁNEOS

Los tubos empleados en drenaje general del terreno deberán cumplir las condiciones establecidas en el PG-3. El material filtrante empleado en drenes y en rellenos filtrantes bajo cimientos deberá cumplir las condiciones establecidas en el PG-3.

### III. 3. 4.- CUNETAS

El hormigón para cunetas ejecutadas en obra cumplirá las condiciones establecidas a los hormigones en este PCTP.

El hormigón para cunetas prefabricadas cumplirá las mismas condiciones, siendo admisible un aditivo para aceleración del fraguado.

### III. 3. 5.- REJILLAS PARA SUMIDEROS Y TAPAS DE REGISTRO

Tapas y rejillas serán de fundición. La fundición deberá ser gris, con grafito laminar (conocida como fundición gris normal) o con grafito esferoidal (conocida también como nodular o dúctil).

La fundición presentará en su fractura grano fino, regular, homogéneo y compacto. Deberá ser dulce, tenaz y dura; pudiendo, sin embargo, trabajarse a la lima y al buril, y susceptible de ser cortada y taladrada fácilmente. En su moldeo no presentará

poros, sopladuras, bolsas de aire o huecos, gotas frías, grietas, manchas, pelos ni otros defectos debidos a impurezas que perjudiquen a la resistencia o a la continuidad del material y al buen aspecto de la superficie del producto obtenido. Las paredes interiores de las piezas deben estar cuidadosamente acabadas, limpiadas y desbarbadas.

### **III. 3. 6.- SUB-BASES GRANULARES**

Los materiales de las sub-bases granulares deberán cumplir las condiciones establecidas en el PG-3 para condiciones de tráfico pesado y medio.

### **III. 3. 7.- ZAHORRA ARTIFICIAL**

Los materiales de la zahorra artificial cumplirán las condiciones establecidas en el PG-3 y su curva granulométrica estará comprendida en los husos reseñados como Z1 ó Z2 de dicho artículo.

### **III. 3. 8.- GRAVA Ë CEMENTO**

Los materiales cumplirán las condiciones establecidas en el PG-3. La curva granulométrica de los áridos estará comprendida dentro de los límites del huso GC1.

### **III. 3. 9.- RIEGOS DE IMPRIMACIÓN**

Los materiales cumplirán las condiciones que establece el PG-3.ç

Los ligantes bituminosos deben ser betunes asfálticos fluidificados de curado medio del tipo MC0, MC1 ó MC2.

### **III. 3. 10.- RIEGOS DE ADHERENCIA**

Los materiales cumplirán las condiciones que establece el PG-3, debiendo ser betunes asfálticos fluidificados de curado rápido del tipo RC0, RC1 ó RC2.

### **III. 3. 11.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE**

Los materiales deberán cumplir las exigencias del PG-3. Los ligantes deberán ser betunes asfálticos y cumplirán las exigencias marcadas en este Pliego.

Se utilizarán mezclas basadas en el PG-3 para tráfico pesado.

### **III. 3. 12.- PAVIMENTOS DE HORMIGÓN**

Los materiales cumplirán las exigencias que se establecen en el PG-3. La resistencia característica a flexotracción del hormigón será superior a 40 kg/cm<sup>2</sup>.

### **III. 3. 13.- BORDILLOS**

Los bordillos serán prefabricados de hormigón y cumplirán las condiciones establecidas en el PG-3.

### **III. 3. 14.- ESCOLLERA**

La escollera será de roca machacada de tamaño comprendido entre 30 y 60 cm. Los materiales cumplirán las exigencias contempladas en el PG-3.

#### **A) Condiciones generales**

La piedra para escollera procederá de canteras de piedra caliza o ígnea no meteorizada que hayan sido aceptadas por la Dirección de la Obra a propuesta del Contratista.

La piedra estará limpia de raíces o tierras, será homogénea en su aspecto exterior, no tendrá forma lajosa y presentarán aristas vivas al ser rotas. No presentará cavernas ni diaclasas, ni tampoco inclusiones de otros materiales.

La densidad seca, de acuerdo con la norma NLT 153/58, será superior a dos mil cuatrocientos kilogramos por metro cúbico.

La absorción determinada según la norma anterior será inferior al cuatro por ciento.

El porcentaje de desgaste en el ensayo de Los Ángeles será igual o inferior a 35 después de 500 revoluciones.

El tanto por ciento debido a la acción de soluciones saturadas de sulfato sódico o magnésico, de acuerdo con la norma NLT 158/59 sea inferior al ocho por ciento.

#### **B) Graduación**

La escollera tipo para protecciones en los ríos deberá venir definida, por la siguiente tabla de valores:



<u>Peso de las Piedras (kg)</u>	<u>Tanto por ciento menor en peso</u>
800	100
700	75-100
600	50-80
400	15-60
300	5-20
-	2

Los ensayos para la comprobación de la granulometría especificada serán realizados por un laboratorio aprobado por la Dirección de Obra sobre muestras seleccionadas y fijadas por la misma, la cual exigirá los certificados relativos a dichos ensayos. Se exigirá un ensayo granulométrico al comienzo de la colocación de cada uno de los tipos de escollera.

### **III. 3. 15.- COMPONENTES DE HORMIGONES Y MORTEROS**

#### **A) Áridos**

##### **A.1.- Generalidades**

Los áridos a emplear en los hormigones serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente trituradas, mezclas de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y tamaño cumplan las condiciones exigidas en este artículo.

El material del que procedan los áridos ha de tener en igual o superior grado, las cualidades exigidas para el hormigón con él fabricado. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos, resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo  $%_{60+}$  y máximo  $%_{200+}$  en mm, de acuerdo con la siguiente expresión: árido d/D.

##### **A.2.- Control de calidad**

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE

83001:2000, con la norma UNE 146121:2000 o con la norma UNE-EN 12620:2003 no será necesario realizar un control de calidad de los áridos. En caso contrario se realizará el siguiente control.

#### Condiciones físico-químicas:

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

Sustancias perjudiciales	Cantidad máxima en % del peso	
	Árido fino	Árido grueso
Terrones de arcilla UNE 7133:58	1.00	0.25
Partículas blandas UNE 7134:58	-----	5.00
Partículas de bajo peso específico UNE 7244:71	0.50	1.00
Compuestos de azufre UNE EN 1744-1:99	1.00	1.00
Sulfatos solubles en ácidos UNE EN 1744-1:99	0.80	0.80
Cloruros UNE EN 1744-1:99	HA = 0.05 HP = 0.03	HA = 0.05 HP = 0.03
Materia orgánica UNE EN 1744-1:99	más claro	-----
Equivalente de arena UNE 83131:90	Clase I, IIa o IIb =75 Resto = 80	-----

Estos ensayos se realizarán con una periodicidad semestral excepto el análisis de materia orgánica y de equivalente de arena, que tendrán una periodicidad semanal.

#### Condiciones físico-mecánicas:

Los áridos cumplirán las limitaciones de la siguiente tabla y se ensayarán como mínimo una vez al año.

Condiciones	Árido fino	Árido grueso
Friabilidad de la arena UNE 83115:	<= 40	-----
Resistencia al desgaste (Desgaste de los Ángeles) UNE EN 1097-2:99	-----	<= 40
Absorción de agua UNE 83133:90 y UNE 83134:90	<= 5%	<= 5%

#### Granulometría y forma del árido:

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0.063 UNE EN 933-2:96, expresada en porcentaje del peso total de la muestra, no excederá de los valores indicados en la tabla 4 de la norma UNE 146121:2000, este análisis se realizará semanalmente.

La curva granulométrica del árido fino deberá estar comprendida dentro del huso definido en la siguiente tabla, este ensayo se realizará semestralmente.

Límites	Material retenido en % en peso						
	4 mm	2 mm	1 mm	0.5 mm	0.25 mm	0.125mm	0.063mm
Superior	0	4	16	40	70	82	(1)
Inferior	20	38	60	82	94	100	100

(1) Este valor será el que corresponda de acuerdo con la tabla 4 de la norma UNE 146121:2000.

La forma del árido grueso se expresará mediante su coeficiente de forma o bien mediante su índice de lajas, debiendo cumplir al menos las prescripciones relativas a uno de los dos, ambos ensayos se realizarán como mínimo una vez al año.

El coeficiente de forma del árido grueso determinado de acuerdo al método de ensayo indicado en la norma UNE 7238:71, no debe ser inferior a 0.20. El índice de lajas determinado con arreglo al método de ensayo indicado en la norma UNE EN 933-3:97, debe ser inferior a 35.

### A.3.- Árido fino

El árido fino consistirá en arena natural, o previa aprobación del Director de la Obra, en otros materiales inertes que tengan características similares. El árido fino estará exento de álcalis solubles al agua, así como de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón por reacción a los álcalis del cemento. Sin embargo, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido fino que proceda de un punto en que los ensayos anteriores se hubieran encontrado exentos de ellos, o cuando se demuestre satisfactoriamente que el árido procedente del mismo lugar que se vaya a emplear, ha dado resultados satisfactorios en el hormigón de dosificación semejante a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición, prácticamente iguales a las que ha de someterse el árido a ensayar, y en las que el cemento empleado era análogo al que vaya a emplearse. En cualquier caso, se ajustará a lo especificado en el Artículo correspondiente de la Norma EHE.

### A.4.- Árido grueso

Consistirá en piedra machacada o grava, o previa aprobación en otros materiales inertes y de características similares. Estará exento de álcalis solubles en agua y de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón a causa de su reacción con los

álcalis del cemento, no obstante, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido grueso que proceda de un lugar que en ensayos anteriores se haya encontrado exento de ellos o, cuando se demuestra satisfactoriamente que este árido grueso ha dado resultados satisfactorios en un hormigón obtenido con el cemento y una dosificación semejantes a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un periodo de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición prácticamente iguales las que tendrá que soportar el árido a emplear. En cualquier caso, todo árido se atenderá a lo especificado en el Artículo correspondiente de la Norma EHE.

El tamaño del árido grueso será el siguiente:

- 20 mm, para todo el hormigón armado, excepto en lo que se indica más adelante.
- 40 mm, para hormigón armado en losas o plataformas de cimentación.
- 65 mm, como máximo para hormigón sin armadura, con tal de que el tamaño no sea superior a 1/5 de la dimensión más estrecha entre laterales de encofrados del elemento para el que ha de usarse el hormigón, y en las losas sin armadura, no superior a 1/3 de las losas.

## B) Agua

El agua será limpia y estará exenta de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias nocivas. Al ser sometida a ensayo para determinar la resistencia estructural al árido fino, la resistencia de las probetas similares hechas con el agua sometida a ensayo y un cemento Portland normal será, a los 28 días, como mínimo el 95% de la resistencia de probetas similares hechas con agua conocida de calidad satisfactoria y con el mismo cemento árido fino. En cualquier caso, se cumplirá lo especificado en la Norma EHE.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberá cumplir las especificaciones contenidas en la siguiente tabla:

Exponente de hidrógeno pH UNE 7234:71	$\geq 5$
Sulfatos UNE 7131:58	$\leq 1$ g/l
Ión cloruro UNE 7178:60	HP $\leq 1$ g/l HA $\leq 3$ g/l HM $\leq 3$ g/l
Hidratos de carbono UNE 7132:58	No presencia
Sustancias orgánicas solubles en éter UNE 7235:71	$\leq 15$ g/l

Sustancias disueltas UNE 7130:58
----------------------------------

$\leq 15$ g/l
---------------

Los ensayos necesarios para garantizar estas condiciones se llevarán a cabo como mínimo una vez al año.

La toma de muestras para la realización de los ensayos se realizará según la norma UNE 7236:71.

### C) Aditivos

Los aditivos no estarán en una proporción superior al 5% del peso de cemento.

En los hormigones armados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro de calcio ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la norma UNE EN 934-2:98 y UNE EN 934-2/1M:99, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni presentar peligro para las armaduras.

Los aditivos que modifiquen el comportamiento reológico y el tiempo de fraguado del hormigón deberán cumplir con lo indicado en la norma UNE EN 934-2:98.

El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la norma UNE 83275:89.

### D) Adiciones

Se considera únicamente la utilización de cenizas volantes y de humo de sílice como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

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

### E) Cemento

El cemento a emplear en el presente proyecto, cualquiera que fuere la unidad de obra en que se emplee, cumplirá con las especificaciones del Pliego RC-03 de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

El tipo de cemento a emplear será el especificado en la Norma EHE en todo lo referente a cementos utilizables, suministro y almacenamiento, y en las normas UNE 80301:96 y UNE 80307:96 correspondientes a las clases resistentes 32.5 o superiores y según el tipo de hormigón indicado en la siguiente tabla

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa	Cementos comunes Cementos para usos especiales
Hormigón armado	Cementos comunes Cementos para usos especiales
Hormigón pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D

En cualquier caso el cemento deberá ser tal que el hormigón o mortero que con él se fabrique, alcance las resistencias exigidas en el presente proyecto.

El cemento deberá poseer el sello o marca de conformidad oficialmente homologado, conforme a lo establecido en el R.D: 1797/2003 de 26 de Diciembre.

El contratista deberá poner en conocimiento de la Dirección de Obra con antelación de al menos una (1) semana, la denominación, tipo, clase y característica especial que se vaya a emplear, y/o cuando pretenda efectuar cualquier cambio de denominación, tipo, clase y/o característica especial.

El costo de adquisición del cemento, su transporte, carga y descarga, ensilado, empleo, manipulación y puesta en obra se considera incluido en cada una de las unidades de obra en que se emplee, como hormigones, morteros, etc., por lo que no es de abono como unidad independiente.

El cemento de distintas procedencias se mantendrá totalmente separado y se hará uso del mismo en secuencia, de acuerdo con el orden en que se haya recibido, excepto cuando el Director de la Obra ordene otra cosa. Se adoptarán las medidas

necesarias para usar cemento de una sola procedencia en cada una de las superficies vistas del hormigón para mantener el aspecto uniforme de las mismas. No se hará uso de cemento procedente de la limpieza de los sacos o caído de sus envases, o cualquier saco parcial o totalmente mojado o que presente señales de principio de fraguado.

### F) Estructura

El tamaño de árido no será superior a 1/5 de la dimensión más estrecha entre los laterales de los encofrados de los elementos para los que se usará el hormigón, ni a 3/4 del espacio mínimo entre barras de armadura. En las losas de hormigón sin armaduras, el tamaño aproximado no será superior a 1/3 del grosor de las losas y en ningún caso superior a 65 mm.

La granulometría de los áridos será la siguiente:

MALLA (mm.) 7050	TANTO POR CIENTO EN PESO QUE PASA POR CADA TAMIZ, PARA TAMAÑOS MÁXIMOS DE ÁRIDO EN mm.					
	20	40	50	65	80	100
80			100	100	100	89,4
40		100	89,4	78,4	70,7	63,2
20	100	70,7	63,2	55,5	50	44,7
10	70,7	50	44,7	39,2	35,4	31,6
5	50	35,3	31,6	27,7	25	22,4
2,5	35,5	25	22,4	19,6	17,7	15,8
1,25	25	17,7	15,8	13,9	12,5	11,2
0,63	17,7	12,5	11,2	9,8	8,9	7,9
0,32	12,6	8,9	8	7	6,8	5,7
0,125	7,9	5,6	5	4,4	4	3,5
MÓDULO GRANO MÉTRICO	4,79	5,73	5,81	6,33	6,69	7,04

### **III. 3. 16.- HORMIGONES**

#### **A) Calidad de los componentes**

Todos los componentes del hormigón cumplirán las especificaciones anteriormente expuestas en el presente pliego, se utilizará cemento acorde a la categoría indicada en la EHE vigente.

#### **B) Control de calidad**

##### **B.1.-Consistencia**

Se realizará un ensayo de consistencia del 100% de las amasadas. El valor de la consistencia del hormigón se determinará mediante el cono de Abrams, por un laboratorio acreditado.

Este valor deberá cumplir con la tolerancia que se indica en el apartado 5.5 de la norma UNE 83001:2000.

##### **B.2.-Resistencia**

La resistencia del hormigón se comprobará como mínimo dos veces cada 100 m<sup>3</sup> por laboratorio acreditado, siendo la resistencia obtenida a 28 días superior a la resistencia característica.

A efectos de asegurar la uniformidad de la fabricación y ensayos de probetas el recorrido relativo de un grupo de tres probetas, tomadas de la misma muestra, no deberá exceder del 20%. En el caso de dos probetas, el recorrido relativo no superará el 13%.

El control de la resistencia del hormigón se hará de acuerdo con el control estadístico de la Guía de Aplicación de la EHE

### **III. 3. 17.- MORTEROS**

#### **A) Generalidades**

No se amasará el mortero hasta el momento en que haya de utilizarse, y se utilizará antes de transcurridas dos horas de su amasado.

Los morteros utilizados en la construcción cumplirán lo especificado en las normas UNE-EN 998-2 y CTE DB-SE-F.



Se mezclará el árido de modo que quede distribuido uniformemente por toda la masa, después de lo cual se agregará una cantidad suficiente de agua para el amasado de forma que se obtenga un mortero que produzca la dosificación de la mezcla, siendo incumbencia del Contratista la consecución de esta. No se permitirá el retemplado del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

### **B) Mortero para acabados impermeables**

Es una mezcla preparada de cemento modificado y áridos seleccionados que al mezclar con el agua forma un mortero idóneo para el rebozado o acabamiento de toda clase de paramentos, para su total impermeabilidad y carencia de fisuras por retracción.

Las características técnicas son las siguientes:

- 1) Resistencia mecánica a compresión a los 20 días de 100 a 150 kg/cm<sup>2</sup> (probetas cúbicas 10\*10\*10 cm).
- 2) Resistencia mecánica a flexotracción a los 20 días de 25 a 30 kg/cm<sup>2</sup> (probetas prismáticas 4\*4\*16 cm).
- 3) Resistencia mecánica a tracción a los 20 días de 15 a 20 kg/cm<sup>2</sup> (probetas tipo ASTM C-190).

Las superficies donde se van a aplicar deberán de estar limpias de polvos u otra suciedad, así como de materiales antiadherentes (grasas, aceites, etc.). Conviene que las superficies sean ligeramente rugosas. Sobre hormigón encofrado deberá aplicarse en dos capas, la primera muy fina o delgada y la segunda cuando la anterior se haya endurecido suficientemente.

Las superficies porosas o absorbentes deberán de estar húmedas antes de aplicar el mortero.

El amasado se realizará con una proporción de 8 l. de agua por cada 50 kg de mortero y se aplicará con un espesor medio de 1 cm.

### **III. 3. 18.- RESINA EPOXI-BREA**

Para recubrimientos impermeables se empleará una resina epoxi, formada por una combinación de resinas epoxi y breas en dos componentes excepto de disolventes.

Una vez que la resina ha vulcanizado se transforma en una lámina de protección flexible e impermeable, resistente a los agentes químicos agresivos. Será resistente a la abrasión, a la intemperie, al envejecimiento, a las raíces, soportando las posibles fisuras posteriores del soporte hasta a un espesor de 0,2 mm.

Aproximadamente la dosificación será de 1,6 kg/m<sup>2</sup> por cada mm de espesor.

### **III. 3. 19.- MATERIALES PARA JUNTAS**

#### **A) Condiciones generales**

A menos que el Ingeniero Director apruebe otro tipo de junta, éstas serán de los tipos siguientes:

- Junta de masilla asfáltica (Construcción o dilatación)
- Junta estanca de cloruro de polivinilo (En obras de fabrica)

Las juntas de dilatación tendrán el siguiente tratamiento:

- Relleno premoldeado de juntas de dilatación.
- Relleno sellante de juntas.
- Topes estancos de juntas premoldeadas.

#### **A.1.-Juntas de masilla asfáltica**

Estas juntas constarán de un componente bituminoso liquido o pintura asfáltica para el pintado de las superficies de la junta, una posible plancha de poliestireno (sólo utilizable en las juntas de construcción o dilatación) y de una banda de material asfáltico-plástico, introducida a presión, y que se adhiere a las paredes impregnadas por el componente liquido sellando de esta manera la junta para evitar el paso de agua o materiales extraños, pero permitiendo los movimientos de dilatación o contracción.

La pintura asfáltica tendrá una reconocida garantía y deberá ser impermeable, resistente a la agresión de los sulfatos, cloruros, azúcares, grasas y ácidos húmedos.

Tendrá un grado de fluidez suficiente para que pueda ser aplicada en frío fácil y homogéneamente como cualquier otra pintura. Deberá, además, poder extenderse en superficies húmedas, sin sufrir pérdidas de sus propiedades.

Para los ensayos de la masilla o banda de material asfáltico-plástico se aplicarán las normas siguientes:

- Ensayo de penetración (UNE 7157)
- Ensayo de fluencia (UNE 7160)
- Ensayo de adherencia (UNE 7156)

Cualquier material que cumpla las normas anteriormente citadas pero que a setenta grados (70°) con el setenta por ciento (70%) de pendiente fluya antes de las cinco (5) horas, será desechado y el Contratista deberá cambiarlo por otro que cumpla los requisitos sin derecho a reclamación o indemnización alguna.

### **A.2.-Junta estructural de cloruro de polivinilo**

Para impermeabilización de las juntas entre elementos estructurales, se emplearán bandas de material elástico adecuada a su utilización, según se define en los planos. Su composición podrá ser a base de cloruro de polivinilo o cualquier otro material que apruebe el Ingeniero Director.

La resistencia a la tracción será, como mínimo, de ciento veinticinco kilogramos por centímetro cuadrado. El alargamiento mínimo será de trescientos cincuenta por ciento. Serán de aplicación las siguientes normas:

- Envejecimiento artificial (UNE 53.519)
- Resistencia a la tracción (UNE 53.004)

Las bandas deberán resistir una temperatura de doscientos grados centígrados (200° C) durante cuatro horas (4 h), sin que varíe sus características anteriores y sin que dé muestras de agotamiento. Las bandas se almacenarán convenientemente protegidas contra cualquier acción que pueda dañarlas.

### **III. 3. 20.- ACERO EN REDONDOS PARA ARMADURAS**

#### **A) Generalidades**

El acero a emplear en redondos para armaduras será del tipo B-500-S y se ajustará a la siguiente serie: 6-8-10-12-14-16-20-25-32 y 40 mm.

Cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE R.D. 1247/2008 de 18 de julio y en la norma UNE 36065 EX del 2000.

#### **B) Control de calidad**

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE 36065 EX no será necesario realizar un control de calidad del armado. En caso contrario se realizará el siguiente control cada 40Tm de acero:

##### **B.1.-Características geométricas**

- Dos verificaciones geométricas consistentes en la comprobación de los límites del certificado específico de adherencia y en la correcta identificación según el código indicado en el Informe Técnico UNE 36811:98.
- Dos comprobaciones de la sección equivalente, aceptándose como válido un resultado mayor del 95% de la sección nominal.

##### **B.2.-Doblado-Desdoblado**

Se realizarán dos ensayos de doblado-desdoblado, conforme la norma UNE 36065 EX, comprobando que no existen grietas después de realizar el ensayo.

##### **B.3.-Características mecánicas**

Las armaduras de acero cumplirán lo establecido en los Artículos correspondientes de la norma EHE en cuanto a especificación de material y control de calidad.

- Las barras de acero que constituyen las armaduras para el hormigón no presentarán grietas, sopladuras ni mermas de sección superiores al 5%.
- El límite elástico será siempre superior o igual a 500 N/mm<sup>2</sup>.
- El alargamiento mínimo a rotura será el que expone el Artículo correspondiente de la EHE sobre la base de 5 diámetros.

- Los aceros especiales y de alta resistencia deberán ser los fabricados por casas de reconocida garantía e irán marcados con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo.

Por cada diámetro de barras empleado en la obra se realizarán dos ensayos de características mecánicas donde:

- El límite elástico conforme a la norma UNE 7174-1:92 será mayor o igual de 500 Mpa
- La carga de rotura conforme a la norma UNE 7174-1:92 será mayor o igual de 575 Mpa.
- El alargamiento de rotura será no menor del 16%.
- La relación entre el límite elástico real y el nominal será mayor de 1.25.
- La relación entre la carga de rotura y el límite elástico será mayor de 1.35.

### **III. 3. 21.- ACERO PARA MALLAS**

#### **A) Generalidades**

El acero a emplear en las mallas será del tipo B-500-S y cumplirá las prescripciones contenidas en la Instrucción para el hormigón estructural EHE R.D. 1247/2008 de 18 de julio y en la norma UNE 36099 del 1996.

#### **B) Control de calidad**

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE 36099 no será necesario realizar un control de calidad de las mallas. En caso contrario se realizará el siguiente control cada 40Tm de acero:

##### **B.1.-Características geométricas**

- Dos verificaciones geométricas consistentes en la comprobación de los límites del certificado específico de adherencia y en la correcta identificación según el código indicado en el Informe Técnico UNE 36811:98.
- Dos comprobaciones de la sección equivalente, aceptándose como válido un resultado mayor del 95% de la sección nominal.

##### **B.2.-Doblado-Desdoblado**

Se realizarán dos ensayos de doblado-desdoblado, conforme la norma UNE 36065 EX, comprobando que no existen grietas después de realizar el ensayo.



### **B.3.-Características mecánicas**

Por cada diámetro de barras empleado en la obra se realizarán dos ensayos de características mecánicas donde:

- El límite elástico conforme a la norma UNE 7174-1:92 será mayor o igual de 500 Mpa
- La carga de rotura conforme a la norma UNE 7174-1:92 será mayor o igual de 550 Mpa.
- El alargamiento de rotura estará comprendido entre el 8 y el 20%.
- Arrancamiento del nudo conforme la norma UNE 36462:80, será no menor de la siguiente expresión: 150 x la sección nominal de la barra.

### **III. 3. 22.- MADERAS**

Cualquiera que sea su procedencia, la madera que se emplee en construcciones definidas como provisionales o auxiliares que exija la construcción de aquellas, tales como cimbras, encofrados, andamios, ataguías, pasos provisionales, etc. deberá reunir las condiciones siguientes:

- Estará desprovista de nudos, vetas e irregularidades en sus fibras y sin indicios de enfermedad de diversos orígenes que padece este material y que accionan la descomposición del sistema fibroso.
- En el momento de su empleo estará seca y, en general, especialmente la que se destine a la ejecución de las obras definitivas, contendrá poca albura.
- La dirección de Obra, fijara en cada caso en las permanentes, la especie más adecuada y sus dimensiones precisas cuando no estén especificadas en los planos generales del proyecto y en los correspondientes presupuestos parciales.

### **III. 3. 23.- ACERO EN PERFILES LAMINADOS**

#### **A) Generalidades**

La calidad del acero en los perfiles laminados a emplear en todas las obras, será la correspondiente a la clase S-275 JR, definida en la instrucción CTE SE-A y descrito en la Norma UNE-36.080-73, debiendo cumplir exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en la norma en cuestión. El acero a emplear en las piezas de unión será S 275.

Los apoyos y aparatos de apoyo serán de calidad, forma y configuración descritas en la Norma CTE SE-A. Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

Los rodillos de los aparatos de apoyo serán de acero forjado y torneado con las mismas características mecánicas mínimas indicadas.

El Contratista presentará, a petición del Director de la Obra, la marca y clase de los electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. Estos electrodos pertenecerán a una de las clases estructurales definidas por la Norma CTE SE-A, y una vez aprobados no podrán ser sustituidos por otro sin el conocimiento y aprobación del Ingeniero o Director de la Obra. A esta presentación se acompañará una sucinta información sobre los diámetros, aparatos de soldadura e intensidades y voltajes de la corriente a utilizar en el depósito de los distintos cordones.

El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

## **B) Control de calidad**

Las condiciones de suministro y recepción del material se regirán por lo especificado en la Norma CTE SE-A, pudiendo el Director de la Obra exigir los certificados de haberse realizado los ensayos de recepción indicados en dicha Norma.

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1b según norma UNE-EN 10204:2006 garantizando que los perfiles laminados pertenecen a la clase S-275 conforme la norma correspondiente, no será necesario realizar el control de calidad del acero.

El Director de la Obra podrá inspeccionar el almacén de electrodos siempre que lo tenga por conveniente, y exigir que en cualquier momento se realicen los ensayos previstos en la Norma UNE-14022 para comprobar que las características del material de aportación se ajusta a las correspondientes al tipo de electrodos elegidos para las uniones soldadas.



### **III. 3. 24.- SOLDADURAS DE PIEZAS METÁLICAS**

#### **A) Cualificación del personal**

El personal que realizará el control de las soldaduras y la evolución de los resultados para la aceptación final de soldaduras debe estar cualificado y acreditado según norma UNE-EN 473:2001 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.

#### **B) Calidad de la soldadura**

La calidad de la soldadura se controlará mediante un examen visual y líquidos penetrantes.

##### Examen visual:

Se realizará conforme a la norma UNE-EN 970:1996, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN 25817:1994 o UNE-EN 30042:1995 será el B, el nivel de aceptación será también el B.

##### Examen mediante líquidos penetrantes:

Se realizará conforme a la norma UNE-EN 571-1:1997 o UNE 14612:1980, el nivel de calidad mínimo exigido según la norma UNE-EN 25817:1994 o UNE EN 30042:1995 será el B, el nivel de aceptación según la norma prEN 1289 será el 2X.

### **III. 3. 25.- PINTURAS SOBRE PIEZAS METÁLICAS**

#### **A) Generalidades**

Las pinturas utilizadas, tanto para la protección contra la oxidación, como las destinadas a las capas de terminación, deberán ser de características y marca de primera calidad, aceptadas previamente por la Dirección de Obra. Se prohíbe el empleo de pinturas compuestas en obra.

Las pinturas serán suministradas por fabricantes de reconocida garantía, debiendo presentar un perfecto estado de conservación en el momento en que se proceda a su aplicación.

## **B) Control de calidad**

El fabricante de pintura y la empresa encargada del proceso de pintado poseerán Certificado de Calidad ISO 9001 emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizarán el control de calidad que se expone a continuación.

En caso contrario o en el caso de que no se realice alguno de los controles siguientes, se llevarán a cabo por la empresa ejecutora en Laboratorio Externo debidamente acreditado.

### **B.1.-Inspección visual**

Se comprobará el aspecto general de todas las piezas una vez pintadas, de forma que no aparezcan oquedades, burbujas de aire o cualquier otro defecto apreciable a simple vista. En el caso de existir este tipo de defectos se considerará la pieza defectuosa, sometiéndola de nuevo al proceso de pintado.

### **B.2.-Comprobación del espesor:**

En 3 piezas de cada envío como mínimo se comprobará el espesor del pintado con un medidor de corriente de Foucault o similar. En el caso de que el espesor sea inferior al especificado se realizarán nuevas mediciones de espesor en dicha pieza, si el nuevo espesor es inferior al especificado se reprocesará la pieza.

### **B.3.-Adherencia:**

Se realizarán como mínimo, tres ensayos de adherencia por el método del corte por enrejado según la norma UNE-EN ISO 2409:1992, sobre probetas de 100x100mm. La clasificación obtenida deberá ser tipo 0 ó 1 según la tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 2409.

### **B.4.-Corrosión:**

Se ensayarán como mínimo, tres probetas de 150x100mm en cámara de niebla salina conforme la norma UNE-EN ISO 7253, durante al menos 48h. Una vez transcurrido este tiempo no se presentarán defectos evaluados de acuerdo con las normas ISO 4628-2 a ISO 4628-5, y la clasificación obtenida según la norma ISO 2409 será 0 ó 1.

### III. 3. 26.- GALVANIZADOS

La capa de galvanizado no deberá presentar señales de oxidación, y deberá resistir cuatro inmersiones de un minuto de duración en baño de solución de sulfato de cobre al veinte por ciento.

El galvanizado deberá ejecutarse de acuerdo con la norma UNE 21.006, siendo el peso de zinc de 5 gr/dm<sup>2</sup>. En cualquier caso deberá cumplirse la legislación vigente sobre recubrimientos galvanizados.

### III. 3. 27.- CHAPA GALVANIZADA PRELACADA

Las empleadas en este tipo de tejados serán lisas o conformadas y deberán ser de acero de calidad comercial protegidas contra la corrosión mediante proceso de galvanización en continuo con un recubrimiento mínimo Z 275 según especificación de la Norma UNE 36.130.

Su espesor no será inferior a cero con seis milímetros (0,6 mm).

Las capas de acabado podrán ser a base de:

- Pinturas o recubrimientos de poliuretanos o clorocaucho.
- Pinturas anticorrosivas de resinas 100% acrílicas, alquídicas u oleorresinosas de óxido de hierro.
- Pinturas o recubrimientos como plastisoles, organosoles, poliésteres fluorados o siliconados.

Cualquiera que sea la capa de acabado llevará las capas de imprimación y capas intermedias adecuadas.

Las chapas conformadas cumplirán lo especificado en la documentación técnica en cuanto a valores de su módulo resistente y momento de inercia que deberán garantizar la rigidez necesaria para que no se produzcan abolladuras locales bajo una carga puntual de cien kilogramos en las condiciones más desfavorables.

El tipo de perfil será:

- Ondulado pequeño Altura de cresta menos de treinta milímetros.
- Grecado grande Altura de cresta superior a cuarenta y dos milímetros
- Grecado medio Altura de cresta entre treinta y cuarenta y dos milímetros.

- Nervado grande Altura de cresta superior a cuarenta y dos milímetros.
- Nervado medio Altura de cresta comprendida entre treinta y cuarenta y dos milímetros.
- Nervado medio Altura de cresta inferior a treinta milímetros.

### III. 3. 28.- **EMBALAJE DE PIEZAS METÁLICAS**

El fabricante deberá embalar y/o proteger las piezas metálicas contra posibles daños mecánicos durante su manipulación, transporte y almacenaje, de forma tal que garantice el perfecto estado de las piezas en el momento de su montaje.

### III. 3. 29.- **ALBAÑILERÍA**

#### A) Arena

En este apartado nos referimos a la arena para uso en mortero, enlucidos de cemento, y lechadas de cemento.

La arena será de cantos vivos, fina, granulosa, compuesta de partículas duras, fuertes, resistentes y sin revestimientos de ninguna clase. Procederá de río, mina o cantera. Estará exenta de arcilla o materiales terrosos.

Contenido en materia orgánica: La disolución, ensayada según UNE-7082, no tendrá un color más oscuro que la solución tipo.

Contenido en otras impurezas: El contenido total de materias perjudiciales como mica, yeso, feldespatos descompuestos y piritas granuladas, no será superior al 2%.

Forma de los granos: Será redonda o poliédrica, se rechazarán los que tengan forma de laja o aguja.

Tamaño de los granos: El tamaño máximo será de 2,5 mm.

Volumen de huecos: Será inferior al 35%, por tanto el porcentaje en peso que pase por cada tamiz será:

Tamiz en mm:	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08
% en peso:	100	100-3	70-15	50-5	30-0	15-0

Se podrá comprobar en obra utilizando un recipiente que se enrasará con arena. A continuación se verterá agua hasta que rebose; el volumen del agua admitida será inferior al 35% del volumen del recipiente.

## **B) Cemento**

Todo cemento será preferentemente de tipo CEM I o CEM II, de clase resistente 32.5 o 42.5 ajustándose a las características definidas en el Pliego General de Condiciones para la recepción de Conglomerantes Hidráulicos. En los casos que proceda resistente a sulfatos.

Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la humedad e intemperie.

## **C) Agua**

El agua empleada en el amasado del mortero de cemento estará limpia y exenta de cantidades perjudiciales de aceite, ácido, álcali o materias orgánicas.

## **D) Cal apagada**

Esta Norma se aplicará al tipo de cal apagada para acabados adecuados para las capas de base, guarnecido y acabado de revestimientos, estucos, morteros y como aditivo para el hormigón de cemento I, II.

Las cales apagadas para acabados normales se ajustarán a la siguiente composición química: Oxido de calcio 85 a 90%. Dióxido de carbono: 5%.

La cal apagada para acabado normal cumplirá el siguiente requisito: Residuo retenido por un tamiz de la malla 100: máximo 5%.

La masilla hecha con cal apagada para acabado normal tendrá un índice de plasticidad no inferior a 200, cuando se apague durante un periodo mínimo de 16 horas y un máximo de 24.

Podrá utilizarse cal apagada en polvo, envasada y etiquetada con el nombre del fabricante, y el tipo a que pertenece según UNE-41066, admitiéndose para la cal aérea, la definida como tipo I en la UNE-41067, y para la cal hidráulica como tipo Y de la Norma UNE-411068.

Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la intemperie.

### E) Ladrillos

El ladrillo es una pieza prensada de arcilla cocida en forma de paralelepípedo rectangular, en la que se permiten perforaciones paralelas a una arista, de volumen total no superior al cinco por ciento (5 %) del total aparente de la pieza y rebajos en el grueso, siempre que éste se mantenga íntegro en un ancho mínimo de dos centímetros (2 cm.) de una soga o de los tizones, que el área rebajada sea menor del cuarenta por ciento (40 %) de la total y que el grueso mínimo no sea menor de un tercio (1/3) del nominal.

Para la recepción de los ladrillos en obra, éstos habrán de reunir las siguientes condiciones:

1. Las desviaciones de sus dimensiones con respecto a las nominales, no serán superiores a dos, tres, cuatro o cinco milímetros (2, 3, 4 ó 5 mm), según aquellas sean inferiores a seis con cinco centímetros (6,5 cm), estén comprendidas entre nueve y diecinueve centímetros (9 y 19 cm.), entre veinticuatro y veintinueve centímetros (24 y 29 cm), o sean iguales o mayores de treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente. La flecha en aristas o diagonales, no superará el valor de uno, dos o tres milímetros (1, 2, 3 mm), según la dimensión nominal medida sea inferior a once con cinco centímetros (11,5 cm), esté comprendida entre once con cinco centímetros (11,5 cm) y treinta y ocho con nueve centímetros (38,9 cm), o sea superior a treinta y nueve centímetros (39 cm), respectivamente.
2. Los ladrillos serán homogéneos, de grano fino y uniforme y textura compacta. Carecerán absolutamente de manchas, eflorescencias, quemaduras, grietas, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. No tendrán imperfecciones o desconchados, y presentarán aristas vivas, caras planas y un perfecto moldeado. Los ladrillos estarán suficientemente cocidos, lo que se apreciará por el sonido claro y agudo al ser golpeados con martillo, y por la uniformidad de color en la fractura. Estarán exentos de caliches perjudiciales.
3. La resistencia a compresión de los ladrillos, es decir, el valor característico de la tensión aparente de rotura, determinado según la norma UNE-7059, será como mínimo de doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm<sup>2</sup> ó 70-80 kg/cm<sup>2</sup>). Se define como tensión aparente, la carga dividida entre el área de la sección total, incluidos los huecos.

4. La capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14 %) en peso, después de un día de inmersión. Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma UNE-7061. Una vez llevado a cabo el ensayo de absorción los ladrillo no presentarán señales de desintegración.
5. Los resultados obtenidos en el ensayo de heladicidad, realizado según la norma UNE-7062, deberán ser adecuados al uso a que se destinen los ladrillos, a juicio de la Inspección de obra.
6. La eflorescencia, es decir, el índice de la capacidad de una clase de ladrillos para producir, por expulsión de sus sales solubles, manchas en sus caras, se determinará mediante el ensayo definido en la norma UNE-7063. Los resultados obtenidos deberán ser adecuados al uso a que se destinen las piezas, a juicio de la Inspección de obra
7. La succión de una clase de ladrillo, es decir, su capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, se determinará por el ensayo definido en la norma UNE. Los resultados obtenidos serán satisfactorios a juicio de la Inspección de obra.
8. Los ladrillos tendrán suficiente adherencia a los morteros.
9. Las piezas se apilarán en rejales para evitar fracturas y desportillamientos, agrietados o rotura de las piezas.

Se prohibirá la descarga de ladrillos por vuelco de la caja del vehículo transportador. Los ladrillos se entregarán en buenas condiciones, a ser posible paletizados, sin más de un 5% de ladrillos rotos.

#### **F) Piezas cerámicas**

- La presente Norma se refiere a ladrillo de arcilla para estructuras sin carga, de la calidad adecuada para los muros, tabiques, enrasillados y refracturación de los miembros estructurales.
- El ladrillo será de arcilla superficial, pizarra refractaria, o de mezclas de los materiales.
- Los ladrillos serán resistentes, estarán exentos de grietas mayores de un cuarto de las dimensiones del ladrillo en dirección a la grieta, así como de laminaciones y ampollas, y no tendrá alabeos que puedan impedir su adecuado asentamiento o perjudicar la resistencia o permanencia de la construcción. Solamente se tolerará que tengan defectos como máximo el 10% de los ladrillos de una remesa. Los ladrillos no tendrán partes de su superficie desportillados cuya extensión exceda

del 8 por ciento de la superficie vista del ladrillo, ni cada parte o trozo desportillado será mayor de 13 cm<sup>2</sup>. Únicamente se permitirá que tengan éstos un máximo de desportillado del 30 por ciento de los ladrillos de una misma remesa.

- El número de huecos en los ladrillos se ajustará a la siguiente tabla:

Dimensiones (cm)	25x12x9	25x12x4,5	25x12x3
Nº mínimo de huecos	6	3	3

- El valor para la absorción para ladrillo suministrado para cualquier estructura no será mayor del 15 por ciento.
- La resistencia a la compresión basada en el área total para ladrillos de construcción colocados con los huecos en sentido vertical, será de 49 Kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, y para ladrillo de construcción colocados con los huecos en sentido horizontal, será de un mínimo de 25 Kg/cm<sup>2</sup>.

Todos los ladrillos cumplirán además todo lo especificado en la Norma UNE 67-019-78.

### G) Bloques de Hormigón

La fábrica de bloque prefabricado de hormigón será del tipo ~~split~~ <sup>split+</sup> en color de 40x20x30, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, con formación de dinteles, zunchos, jambas en hormigón armado HA-25 N/mm<sup>2</sup>.

Los bloques de hormigón podrán ser de dos tipos: Bloques estructurales y de cerramiento; los primeros cumplirán con lo especificado en la NTE-EFB, y los segundos, con la NTE-FFB. Se incluyen en este Artículo los bloques huecos de hormigón de cemento Portland y arena o mezcla de arena y gravilla fina, de consistencia seca, compactados por vibro-compresión en máquinas que permiten el desmoldeo inmediato y que fraguan al aire en recintos o locales resguardados, curándose por riego o aspersión de productos curantes, etc. Tienen forma ortoédrica o especial, con huecos en dirección de la carga y paredes de pequeño espesor.

Las desviaciones de sus dimensiones con respecto a las nominales, no serán superiores a cuatro (4 mm) o tres milímetros (3 mm) según aquellas sobrepasen o no los veinte centímetros (20 cm). La flecha en aristas o diagonales, no será superior a dos (2 mm) o un milímetros (1 mm), según la dimensión nominal medida supere o no los veinte centímetros (20 cm).



La resistencia a compresión de los bloques de hormigón se realizará según la Norma UNE 41.172. Se define como tensión aparente, la carga de rotura dividida por el área total de la sección, incluidos los huecos.

La absorción de agua es determinada mediante el ensayo UNE 41.170. La succión de los bloques, es decir, la capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, se determinará mediante el ensayo definido en la Norma UNE 41.171. La Inspección de obra juzgará sobre la satisfactoriedad o no de los resultados.

Los bloques serán inertes al efecto de la helada hasta una temperatura de veinte grados centígrados bajo cero (-20° C).

El peso específico real de las piezas, no será inferior a dos mil doscientos kilogramos por metro cúbico (2.200 kg/m<sup>3</sup>).

Los bloques no presentarán desportillamientos, grietas, roturas o materias extrañas. Presentarán una coloración uniforme y carecerán de manchas, eflorescencias, etc. ofreciendo un aspecto compacto y estético a juicio de la Inspección de la obra.

### **III. 3. 30.- ALICATADOS**

Revestimiento de paramentos interiores verticales con piezas de cualquier tipo de material cerámico, recibidas con morteros o adhesivos, con acabado rejuntado. EL material cumplirá las especificaciones señaladas en la NTE-RPA y según normas UNE 67015 y 67016.

En los alicatados con mortero de cemento se realizarán los siguientes controles:

- 1) MORTERO DE AGARRE: Se comprobará que el espesor del mismo no varíe en más de 1 cm. del especificado. No se aceptará la ejecución cuando el mortero no cubra totalmente la cara posterior del azulejo. La frecuencia de este control será de 1 ud por cada 30 m<sup>2</sup> de alicatado y no menos de 1 ud por local.
- 2) CORTES Y TALADROS: Se realizará una inspección visual, no aceptando dimensiones superiores a las especificadas.
- 3) JUNTAS: Se comprobarán que sean paralelas, no aceptándose variaciones de  $\pm 1$  mm. por 1 metro de longitud.

- 4) PLANEIDAD: Se realizará con regla de 2 metros y no se admitirán variaciones de 2 mm. Se controlará un paramento por local.

### **III. 3. 31.- ENFOCADOS**

Revestimientos continuos realizados con mortero de cemento, de cal o mixtos en paramentos verticales y horizontales, interiores y exteriores, sobre muros de hormigón en masa o armado, fábricas de mampostería, de ladrillo cerámico y/o bloque de hormigón. El material cumplirá las especificaciones señaladas en la NTE-RPE.

Los materiales y componentes de origen industrial deberán cumplir las condiciones de calidad y funcionalidad así como de fabricación y control industrial señaladas en la normativa vigente que, en cada caso, les sea de aplicación.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones, normas y disposiciones anteriormente citadas, e incluso otras que un sello de calidad les exija, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

### **III. 3. 32.- FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO**

Elementos estructurales horizontales, que separan plantas de un edificio, y transmiten sus cargas a vigas principales, soportes y muros. Están constituidos por elementos resistentes y elementos aligerantes, colocados por separado, y finalmente hormigonados. La normativa a cumplir será la reflejada en la EHE (Instrucciones para el hormigón estructural), NTE-EAF- Estructuras de acero (Forjados), NTE-EHU - Estructuras de hormigón armado (Forjados unidireccionales) y NTE-EPF - Estructuras de hormigón pretensado (Forjados).

- Todos los elementos prefabricados deberán cumplir las normas vigentes; cuando tengan Sello de calidad, Certificado de origen industrial o Documento de Idoneidad Técnica, se aceptarán comprobándose su correspondencia con la documentación aportada.
- Se admitirán desviaciones longitudinales máximas de 2 mm.
- Se considera un lote de control cada 500 m<sup>2</sup>
- Se controlarán las viguetas (1 de cada 10), comprobándose su autorización de uso, identificación, fisuraciones (0.1 mm de espesor y 20 mm de longitud), coqueras, canto diferente al especificado, flecha, contraflecha mayor de L/300, combadura lateral > L/500, carencia de armadura de anclaje.

- Se comprobarán las sopandas, colocación de puntales, sujeción de bases y cabezales, espesor de encofrados y su estanqueidad.
- Se desencofrará a los 28 días.
- Se controlarán las bovedillas (1 cada 100 m<sup>2</sup>), comprobándose si presentan roturas, variación de superficie o de nivelación superiores a 5 mm, colocación sin juntas de más de 10 mm o en las zonas a macizar.
- Se controlarán las armaduras, realizando un control cada 20 t en nivel normal, y cada 40 t en nivel reducido.
- Se comprobará la calidad y el diámetro de las barras, identificación de resistencia, la oxidación superficial, fisuras, la mezcla de aceros de diferente calidad o fabricante, longitudes de anclaje o totales, colocación adecuada.
- Se controlará el hormigón y su puesta en obra, comprobando las características de fabricación en cuanto a dosificación o resistencia, consistencia o empleo de aditivos, compactación de la masa, espesor de la capa de compresión, recubrimiento de armaduras.

### **III. 3. 33.- MATERIALES ELÉCTRICOS**

Todos los materiales eléctricos a emplear en el proyecto cumplirán los reglamentos de Alta y Baja Tensión indicadas en Apartado II.2 de este mismo Pliego.

#### **A) Líneas aéreas de media tensión**

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el P.P.T.

##### **A.1.-Reconocimiento y admisión de materiales**

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este P.P.T.

##### **A.2.-Apoyos**

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Recomendación UNESA 6703 y en la Norma UNE 21080. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero de los seleccionados en la Recomendación UNESA 6702 y de acuerdo con la Norma UNE 36531-1R. Serán de modelo homologado por la empresa suministradora de que se trate y, en cualquier caso, estarán formados por perfiles galvanizados en caliente.

### **A.3.-Herrajes**

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados en caliente.

### **A.4.-Aisladores**

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o anclaje serán de vidrio y responderán a las especificaciones de la Norma UNE 21002.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

### **A.5.-Conductores**

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con la recomendación UNESA 3403 y con las especificaciones de la Norma UNE 21016.

## **B) Redes eléctricas subterráneas**

### **B.1.-Cable directamente enterrado**

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de obra, será necesario su cribado.

Se hará descender el cable en la zanja directamente desde la bobina y si existieran obstáculos que impidan emplear este procedimiento, se colocarán en el fondo de la zanja unos rodillos, tendiéndose el cable sobre ellos. No se permitirá, por lo tanto,

tirar de los cables por medios mecánicos ni humanos, para lo cual el Contratista dispondrá de suficiente personal, de tal forma que el cable sea llevado en peso, y depositado suavemente en la zanja.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atravesen terrenos rocosos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

## **B.2.-Cable entubado**

Los conductos protectores de los cables estarán constituidos por tubos de hormigón, fibrocemento o de material plástico del suficiente grado de protección mecánica siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables. Estos tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 10 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 40 cm por debajo de la superficie.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan dañar al cable. Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro y durante la obra se cuidará que no entren materias extrañas.

Se debe evitar la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería. Una vez tendido el cable estas calas se tapan cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y

aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 metros.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

## **C) Centros de transformación**

### **C.1.-Reconocimiento y admisión de materiales**

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados en los términos y forma que prescriba el Ingeniero Director o persona en quien delegue.

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo por el Ingeniero Director o por la persona en quien éste delegue.

La Dirección se reserva el derecho de controlar y aprobar, antes de su empleo, la calidad de los materiales deteriorables, tales como los aglomerantes hidráulicos. Por consiguiente, el Ingeniero Director podrá pedir al Contratista que envíe, por cuenta de éste, al Laboratorio que aquel designe, una cantidad suficiente de dichos materiales para ser ensayados.

El Contratista deberá montar las instalaciones, silos y almacenes necesarios, con la suficiente amplitud, a fin de que el material pueda estar en ellos retenidos cuatro (4) días, para poder efectuar los ensayos necesarios, sin que se interrumpa el ritmo normal de trabajo antes de su empleo.

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación exigida o cuando, por falta de prescripciones, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta y riesgo del Contratista o vertidos en los lugares indicados por el Ingeniero Director o no prescritos por él.

### **C.2.-Conductores**

Los conductores desnudos de cobre se ajustarán a las Recomendaciones UNESA 3405, 3406 Y 3407.

El tipo de sección y aislamiento de los cables, será el indicado en el Proyecto.

### **C.3.-Celdas prefabricadas**

Las celdas prefabricadas se ajustarán a las Normas EN 60694, EN60298, EN 60056 y EN60129.

### **C.4.-Transformadores**

Se ajustarán a las normas particulares de la Compañía Suministradora.

Se preverá la presencia de la Dirección Técnica en los preceptivos ensayos del transformador en fábrica. Si se desean completar el número y tipo de ensayos con otros

no incluidos en la oferta del fabricante deberá consultarse a la Dirección Técnica, corriendo los costes a cargo del contratista y no menoscabándose las condiciones de la garantía por el hecho de que se decida no realizarlos.

### **C.5.-Materiales varios**

Todos los materiales a emplear para la ejecución de las obras proyectadas deberán ser adecuados al fin a que se destinan, y habiéndose tenido en cuenta en las bases de precios y formación de presupuestos, se considera que serán de la mejor calidad dentro de su clase entre los existentes en el mercado.

Por esta razón, aunque por sus características singulares o menor importancia relativa no hayan merecido ser objeto de definición más explícita, su utilización en obra quedará condicionada a la aprobación del Ingeniero Director de la misma, el cual podrá determinar y exigir las pruebas o ensayos de recepción que estén adecuados al efecto.

En cualquier caso, los materiales serán de igual o mejor calidad que la que pudiera deducirse de su procedencia, valoración o características, citadas en algún documento del proyecto. Además deberán atenerse a las normas oficiales y criterios de buena fabricación en su ramo, pudiendo exigir en consecuencia el Ingeniero Director de obra su suministro por firma que ofrezca las adecuadas garantías y las pruebas y ensayos de control que considere más pertinentes al efecto.

### **C.6.-Responsabilidad del Contratista**

La recepción de los materiales no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de los mismos, la cual subsistirá hasta el momento en que se reciban definitivamente las obras en las que se han utilizado dichos materiales.

## **D) Instalación de baja tensión**

### **D.1.-Cables en líneas subterráneas**

Se utilizarán cables con conductor de cobre o aluminio y aislamiento de polietileno reticulado para 1 KV y cubierta exterior de P.V.C. Salvo indicación en contra, serán unipolares y de las secciones indicadas en los planos y el presupuesto.

El resto de las principales características serán las siguientes:

Denominación UNE	RV-K 0,6/1 KV
------------------	---------------



Tensión máxima de servicio	1000 V
Tensión de prueba	3500 V
Aislamiento	XLPE
Cubierta	PVC

## D.2.-Canalizaciones

Los tubos para alojamiento de conductores se tenderán bien grapeados o empotrados en paramentos o por encima de falsos techos grapados con fijaciones a los paramentos, pero las cajas de registro de las que parten, en todo caso estarán por debajo del falso techo. Los tubos se fijarán previamente introduciendo los conductores con posterioridad a su recibido y fijación.

El número de conductores que se han de introducir en cada tubo será tal que la suma de sus secciones sea inferior al 33% de la del tubo por el que discurren.

Las bandejas serán de material aislante autoextinguible con cubierta del mismo material y los soportes utilizados para su sujeción serán suministrados por el mismo fabricante de las bandejas, de forma que su uso no menoscabe la funcionalidad de las mismas ni sus propiedades.

## D.3.-Empalmes y derivaciones

Para la instalación interior se colocarán cajas de empalme que serán de material aislante (de P.V.C.) y en ellas se realizarán los empalmes de los conductores por medio exclusivamente de clemas de conexión.

Los cables de potencia, control y mando de los equipos a instalar irán dotados de los correspondientes terminales, adecuados a su sección, para las conexiones en los cuadros y en los equipos.

No se harán empalmes que hayan de quedar en el interior de los tubos de protección de las canalizaciones o en arquetas de registro. En general, los empalmes han de hacerse coincidir con los puntos en los que se hayan de hacer derivaciones.

## D.4.-Cables en instalaciones interiores

Se utilizarán cables con conductor de cobre y aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior de P.V.C., apantallado con cinta de cobre. Salvo indicación en contra, serán unipolares y de las secciones indicadas en los planos y el presupuesto.

El resto de las principales características serán las siguientes:

Denominación UNE	RV-K 0,6/1 KV
Tensión máxima de servicio	1000 V
Tensión de prueba	3500 V
Aislamiento	XLPE
Pantalla	Cinta de Cu
Cubierta	PVC

#### D.5.-Luminarias

Las luminarias deberán tener las características generales que se exponen en la memoria y deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) Ser fáciles de desmontar, montar y limpiar.
- b) Asegurar una cómoda y fácil reposición de la lámpara y, en el caso de que se instalen los accesorios de la misma en su interior, permitir un adecuado acceso a los mismos.
- c) Permitir que la lámpara funcione en condiciones adecuadas de temperatura, para lo cual debe asegurar la refrigeración necesaria y la protección contra frío o calor según el caso.
- d) Proteger a las lámparas y en su caso a los accesorios de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- e) Proteger a las lámparas, dentro de lo posible, del polvo y de efectos mecánicos.
- f) Proteger debidamente al portalámparas y sus conexiones eléctricas con la lámpara y la red.
- g) Permitir un buen rendimiento de la potencia luminosa instalada.

Los cristales utilizados en las luminarias herméticas deberán ser de alta resistencia al calor, así como los plásticos, recomendándose que solo se utilicen para ello los de tipo acrílico.

Los dispositivos de suspensión serán plásticos, o metálicos galvanizados o de aluminio y será capaces de resistir como mínimo cinco veces el peso del aparato.

## D.6.-Soportes

Serán báculos y columnas de chapa de acero galvanizado o de aluminio de espesores mínimos 2,5 o 3 mm respectivamente. Las bases, si las tienen, serán de los mismos espesores.

En la base, o si esta no existe en el fuste, se dispondrá una puerta de registro provista de cerradura. Esta puerta de registro y la cavidad a que dé acceso deberán ser de las dimensiones suficientes para permitir el alojamiento de los accesorios de las lámparas si no van instalados en la luminaria, de los fusibles y de los terminales de los cables.

Tanto las superficies exteriores como las interiores serán lisas y homogéneas, sin presentar irregularidades o defectos que indiquen mala calidad de los materiales, imperfección en la ejecución o proporcionen un mal aspecto exterior. Las aristas serán de trazado regular.

## D.7.-Lámparas de vapor de sodio

Serán lámparas de sodio de alta presión de tipo europeo y de una marca de reconocida solvencia. La ampolla será de material cerámico con punto de fusión superior a 2000° C.

El color de su luz será amarillo rojizo, siendo su emisión un espectro continuo.

Las lámparas podrán trabajar con una inclinación de hasta 20°. Los rendimientos luminosos de las lámparas deberán ser facilitados por su fabricante y no serán inferiores a los previstos en la memoria.

Sobre el flujo luminoso dado por el fabricante se admitirá una tolerancia de +- 15% si se prueban con accesorios comerciales.

La vida media no será inferior a las 8000 horas. Su depreciación (porcentaje de decrecimiento del flujo luminoso respecto al normal tras el 70% de vida) será como máximo del 20%.

El tiempo de encendido será como máximo de 10 minutos y el de reencendido prácticamente nulo.

#### **D.8.-Condensadores**

Para la corrección del factor de potencia se usarán condensadores o baterías de condensadores de la potencia y características definidas en la memoria del presente proyecto.

En ningún momento la energía absorbida por la red podrá ser capacitiva. La compensación podrá hacerse bien mediante equipos simples dotados de contactor de mando y fusibles de protección o bien mediante baterías automáticas de regulación.

La instalación se hará en todo caso de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-48.

La unidad básica del condensador será una bobina formada por un film de polipropileno metalizado en una cara con un depósito de aluminio.

Los recipientes serán cilíndricos o prismáticos de aluminio cerrados herméticamente.

Serán condensadores de muy bajas pérdidas, no superiores a 0,5 w por KVA<sub>r</sub> de cara a evitar la adopción de medidas especiales en la ventilación de armarios y estancias.

Dispondrán de sistemas de protección por desconexión al aparecer una sobrepresión interna.

La tensión nominal estará de acuerdo con la de la red a la que se conecten.

Sobrecargas admisibles:	1,1 veces la tensión nominal
	1,3 veces la corriente nominal
	1,35 veces la potencia nominal
Corriente de conexión:	200 veces la corriente nominal máximas
Resistencias de descarga:	De valor apropiado para reducir el valor máximo de la tensión residual a 50 V en un tiempo máximo de:
	1 minuto para $UN \leq 660 V$
	5 minutos para $UN > 660 V$

#### **D.9.-Arrancadores electrónicos**

Se incluyen en este apartado los dispositivos electrónicos destinados a controlar el arranque y parada de motores eléctricos o a variar su velocidad de giro.

En general se adaptarán a las características expresadas en la memoria y presupuesto del proyecto y a las peculiaridades de la instalación en cuanto a características y condiciones de funcionamiento de los motores.

Serán de marca y modelo de suficiente prestigio a juicio de la Dirección de Obra, de forma que se garantice su mantenimiento y duración.

Serán dispositivos basados en puentes de tiristores controlados mediante microprocesador. En el caso de utilizar un aparato para la regulación de cada motor, incluirán una etapa de protección del motor regulado que haga las funciones de relé electrónico de protección. En caso de que el regulador no incluya dicha etapa, si la descripción de la unidad lo contemplase, deberá suministrarse como unidad completa el conjunto variador-relé de forma que quede asegurada la protección integral del motor.

Estará protegido contra interferencias de acuerdo con la Normativa Internacional vigente.

Incorporarán filtros de armónicos que garanticen la reducción de los mismos a niveles que no perturben el funcionamiento normal y adecuado de las instalaciones y en todo caso a valores inferiores a los máximos permitidos por normativa. La generación de armónicos en la red no será mayor del 5% del armónico fundamental.

#### **D.10.-Generalidades**

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el P.P.T. Todos los materiales empleados, deberán ser de primera calidad. Todos los materiales y equipos a instalar cumplirán las normas particulares de la Compañía Suministradora y estarán dentro del grupo de los homologados por ésta. No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Los ensayos de los materiales eléctricos se realizarán de acuerdo con la norma o proyecto de norma UNE publicada por el extinto Instituto de Racionalización y Normalización (IRANOR) o más recientemente por AENOR y en caso de que no existan,

por aquellas pruebas que constituyen norma de buena construcción en el elemento ensayado. Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este P.P.T.

Responderán todos los materiales a las características de tensión, intensidades, aislamientos, pruebas, etc., del tipo de material que se indica en los Cuadros de Precios, en los Planos o en la memoria como idóneo para instalar.

En caso de que las marcas ofrecidas por el Contratista no reunieran a juicio del Director de Obra suficiente garantía, éste escogerá el material de fabricantes nacionales, dentro de los tres que, en cada caso y a su juicio, ofrezcan mayor garantía; y aún en este caso exigirá cuantas pruebas oficiales y certificados se precisen para comprobar con toda exactitud que el material es idóneo para el trabajo a que se destine.

### III. 3. 34.- EQUIPOS DE IMPULSIÓN

#### A) Definiciones

**Bomba centrífuga.** Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodetes radiales; baja: rodetes axiales; y, media: rodetes helicoidales o semiaxiales. Son las empleadas en las estaciones de elevación.

**Bomba de desplazamiento positivo.** En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.

**Curvas características de una bomba.** Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.

**NPSH<sub>d</sub>.** Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo. Es el resultado de la siguiente expresión:

$$NPSH_d = \left( \frac{P_a}{\gamma} - h_A - h_v \right) - k \cdot Q^2$$

Donde:

$P_a/\gamma$ , es aproximadamente 10 metros al nivel del mar

$h_A$ , es la distancia entre el rodete y el nivel del agua

$h_v$ , es la tensión de vapor del fluido

$k.Q^2$ , es la pérdida de carga en la aspiración

**NPSHr.** Es un valor característico de cada bomba, suministrado por el fabricante.

**Cavitación.** Es el fenómeno producido cuando NPSHr es mayor que NPSHd. Se traduce en vibraciones y daños en la bomba.

**Velocidad específica.** Conocidos los valores de giro (N), altura (H) y gasto (Q) de una bomba; la velocidad específica ( $n_s$ ) es el valor que tendría otra semejante elevando un gasto de 1 m<sup>3</sup>/s a una altura de 1 metro:

$$n_s = N * \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Donde:

N, expresado en r/min.

Q, expresado en m<sup>3</sup>/s.

H, expresado en metros.

**Leyes de semejanza.** Dependiendo de la velocidad de giro, una misma bomba ofrece valores diferentes de altura (H), gasto (Q), potencia (P) y altura neta positiva de aspiración requerida (NPSH<sub>r</sub>)

### Características y especificaciones

Dimensiones del colector de aspiración e impulsión

$$Q_2 = Q_1 * \frac{N_2}{N_1}$$

$$H_2 = H_1 * \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$

$$P_2 = P_1 * \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$$

$$NPSH_2 = NPSH_1 * \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$

El diámetro de los colectores de aspiración e impulsión será tal que la velocidad del fluido no supere 1,2 m/s.

En secciones superiores a 600 mm de diámetro es recomendable diseñar tapas atornilladas de acceso para poder visitar los colectores.

El espesor de la tubería seguirá las recomendaciones UNE tanto para secciones normalizadas como para las que no lo están.

## **B) Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión**

**Válvula de pie u otro elemento de cebado.** Cuando se trata de bombas horizontales habitualmente siempre se colocará en las aspiraciones que no estén en carga, y en bombas verticales en el soporte guía, para evitar que su descarga limite la lubricación de los ejes.

**Cono de aspiración.** La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlos se empleará un cono asimétrico que impida el alojamiento de aire en su parte superior. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa o de tubo; en cualquiera de los dos casos puede ser de aceros normales o inoxidable. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, sí las hay sobre su espesor: UNE 19053. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, pintura epoxi, galvanización, etc.

**Válvula de corte en la aspiración.** Se utiliza sólo cuando es necesario reparar el grupo. A partir de 500 mm de diámetro, conviene que esté motorizada.

**Cono de impulsión.** La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa, de tubo o ser de fundición. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, excepto en piezas de fundición, sí sobre su espesor: UNE 19053 y UNE 19050. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, fundición dúctil con mortero de cemento, pintura epoxi, galvanización, etc.



**Ventosas.** Sobre el cono de impulsión, o inmediatamente después, se colocarán ventosas para eliminar el aire de la columna de aspiración, donde no se instaló válvula de pie.

**Manguito que evite la transmisión de las vibraciones.** Colocado después del cono de impulsión, aislará las vibraciones del grupo de impulsión y absorberá posibles fallos en las medidas.

**Válvula de compuerta.** Se instala después del cono de impulsión solo para la puesta en marcha y en la parada, excepto en las instalaciones que siempre están bajo presión de funcionamiento, donde solo se usa durante la puesta en marcha y en las reparaciones. Solo tiene sentido automatizar su maniobra a partir de secciones de 500 mm y cuando se realizan varias operaciones al día.

**Válvulas de llenado de la tubería.** Controlan el grado de apertura en función del tiempo necesario para el llenado de la tubería, o midiendo la presión aguas abajo. Suelen ser hidráulicas o de compuerta motorizadas. Se colocan a la salida de la bomba.

**Válvula de retención.** Se instalan después de la válvula de compuerta o de llenado para evitar que la bomba gire al revés en las paradas. Es una seguridad añadida cuando hay válvula de pie.

**Válvulas de alivio.** Instaladas después de la válvula de retención, pueden resolver problemas de sobre presión. Complementan a las válvulas anticipadoras de onda.

**Calderines.** Utilizados en derivación a la salida de las bombas y siempre después de la válvula de retención, tienen por misión amortiguar el golpe de ariete y disminuir la frecuencia e histéresis de los arranques en los motores.

**Transmisores de presión.** Se roscan directamente sobre el colector de salida después de una llave de esfera y aguas abajo de la válvula de retención. El objetivo es obtener una medida analógica de la presión que será enviada a una entrada del autómatas que controla el grupo de bombeo.

**Colectores.** Las tuberías, que dentro de la estación de bombeo, sirven de aspiración e impulsión se ejecutarán en materiales de gran resistencia a rotura y envejecimiento:

fundición, tuberías de acero con o sin soldadura, etc. El diámetro y espesor estará recogido en alguna de las siguientes normas:

- UNE-EN ISO 6708, sobre diámetros.
- UNE-EN 545, sobre tuberías de fundición
- UNE 19045, sobre tubos soldados con rosca
- UNE 19046, sobre tubos sin soldadura con rosca
- UNE 19047, sobre tubos galvanizados soldados
- UNE 19048, sobre tubos galvanizados sin soldadura
- UNE 19049, sobre tubos de acero inoxidable
- UNE 19050, sobre tubos soldados
- UNE 19052, sobre tubos sin soldadura
- UNE 19053, sobre tubos sin soldadura y sin prescripciones de calidad

### **C) Sistemas habituales de arranque**

Si el motor es de combustión el sistema de arranque puede ser directo para potencias inferiores a 50 CV y con embrague para potencias superiores.

Si el motor es eléctrico, el arranque será preferiblemente directo, bien con arrancadores estáticos o combinando un grupo para regular con convertidor de frecuencia, en el caso de un conjunto de bombas trabajando en paralelo.

#### ***Instalaciones en paralelo y regulación de velocidad***

En zonas regables donde el número de usuarios es elevado es recomendable fraccionar la potencia por razones de seguridad y para atender mejor la demanda sin saltos.

La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. Una de las bombas o varias del conjunto funcionará con un convertidor de frecuencia atendiendo a los valores de un contador y de uno o varios transmisores de presión.

### **D) Condiciones de funcionamiento de una bomba**

Las curvas características de una bomba acotarán el intervalo de funcionamiento sin cavitación, esto es, cuando la altura neta positiva de aspiración disponible ( $NPSH_d$ ) es superior a la requerida ( $NPSH_r$ ).

### **E) Golpe de ariete en estación de bombeo**

El golpe de ariete ha de calcularse para comprobar el resultado, sobre todo, de paradas bruscas por interrupción del fluido eléctrico.

La ubicación de la válvula de retención protegerá elementos sensibles como contadores y filtros. El anclaje de esta soportará el empuje máximo sin transmitirlo directamente al edificio donde se alojan las bombas.

Cuando el golpe de ariete es positivo puede amortiguarse con válvulas hidráulicas anticipadoras de onda, en otro caso es necesario instalar un calderín u otros sistemas.

### **F) Automatización de estaciones de bombeo**

La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. El funcionamiento de una estación atenderá a la demanda de un determinado gasto en cada momento y a la presión que desee mantenerse en puntos críticos de la red de distribución. En los dos casos se trata de señales analógicas que un autómata interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente.

En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.

### **G) Edificación**

Las instalaciones de bombeo pueden estar en recintos cerrados o abiertos dependiendo del grado de vigilancia y de las condiciones atmosféricas.

En todos los casos se ha de garantizar la ventilación que evite temperaturas superiores a los 50°C y condensaciones, imprescindible para el correcto funcionamiento de los cuadros eléctricos.

En recintos cerrados donde no se pueda emplear una grúa portátil se dispondrá en la estructura de vigas carrileras para instalar un puente grúa accionado por motor eléctrico.

### **H) Condiciones para los acopios**

Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

### **I) Características de las bombas utilizadas**

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

#### **I.1.- Bombeo a balsa.**

- Grupo formado por dos motobomba de eje vertical de 425 CV (315 kW) a 1.450 rpm, cada una.
- Cuerpo, rodete/impulsor y cabezal de descarga de hierro fundido GG-25.
- Eje y cabezal de acero inoxidable AISI 420.
- Eje columna de acero AISI 1045.
- Tubo de la columna en acero al carbono y cojinetes de la columna en goma.
- Caudal de impulsión por bomba de 282 l/s hasta altura manométrica 71 mca.

### **J) Calderines o depósitos de aire**

Con la finalidad de reducir el golpe de ariete, se considerarán en este Pliego los Calderines o depósitos de aire. Estos dispositivos, colocados en derivación sobre las tuberías, estarán contruidos de chapa de acero A-42 CP o similar y según la Directiva Europea para Recipientes a Presión 97/23/CE con forma cilíndrica, cerrando los extremos mediante casquetes esféricos del mismo material. El acabado tanto interior como exterior será chorreado en arena y con capa epoxi.

Uno y otro dispositivo podrán sustituirse por cualquier otro que produzca escasa pérdida de carga en el sentido del calderín y gran pérdida de carga en el sentido opuesto, siempre que el procedimiento y mecanismos empleados sean aprobados expresamente por la Propiedad.

La unión con la tubería se realizará mediante uno o dos tubos de acero, intercalando en cada uno un tramo más elástico, de cobre o caucho reforzado, de modo que no exista una unión rígida entre el depósito y la tubería.

En la conducción que los une, se intercalará una válvula de retención, con clapeta de apertura en la dirección tubería depósito, provista de un orificio central y otra válvula

de retención de menor diámetro, con apertura en la dirección depósito-tubería. Además, entre la válvula de retención y la tubería, debe instalarse una válvula de paso de compuerta o mariposa.

Deberá protegerse la chapa de acero mediante galvanizados en caliente, resina epoxi o un procedimiento mixto, debiendo efectuarse esta protección tanto en el exterior como en el interior del calderín y en las conducciones metálicas de conexión con el mismo.

El depósito irá provisto de un dispositivo de entrada de gas situado en la parte superior y de un purgador de agua, así como de un nivel visual, que permita poner de manifiesto la altura que alcanza el agua en el mismo y graduarla convenientemente.

Se instalará un flotador circular como separador del agua y gas para disminuir la disolución de éste, de un material que no sea rígido y frágil, goma y similares.

El calderín irá provisto de una válvula de seguridad graduable.

El coeficiente de seguridad para calcular estos depósitos de aire, será, como mínimo 10.

La Contrata se reservará el derecho de introducir modificaciones al modelo de calderín, cuyas características se acaban de esbozar en este Pliego.

#### **K) Condiciones de los materiales**

Todos los equipos de bombeo a instalar deberán satisfacer los puntos de funcionamiento para los que han sido calculados y llevarán asociado motores cuya potencia nominal figura en los cálculos justificativos.

Al constar la instalación de aparatos de medida de calidad, se comprobará en la obra el punto nominal de cada bomba, en presencia del Ingeniero Director.

De modo transitorio, los motores eléctricos, pueden ser alimentados por grupos electrógenos, capaces de dar las sollicitaciones requeridas, en tanto haya mayor suministro de energía en la red.

**Válvulas:** El Director de las obras podrá exigir si lo cree oportuno, protocolo de pruebas de las válvulas tales como pruebas de seguridad y hermeticidad del cuerpo y prueba de hermeticidad del cierre.

**Tuberías metálicas:** Están diseñadas para disminuir las pérdidas de carga y evitar posibles cavitaciones y pulsaciones de presión.

Se construirán teniendo en cuenta las siguientes normas:

- El radio de los codos ha de ser como mínimo vez y media el diámetro interior de las tuberías.
- La longitud de los conos ha de ser como mínimo siete veces la diferencia entre los diámetros interiores máximo y mínimo.
- Los entronques de las tuberías se rigidizan con refuerzos planos.
- No se permitirá la soldadura directa de conos con las reducciones, etc. en bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico cuya longitud no será nunca inferior a cien milímetros, que se suelda por un extremo a la brida y por el otro a la pieza en cuestión.
- El sobreespesor por corrosión será como mínimo de dos milímetros.
- Las bridas, tornillería y juntas se construirán de acero con la norma DIN correspondiente a bridas planas para soldar.

El Director de las obras podrá exigir además si lo cree oportuno, certificado de calidad de la chapa empleada, y control radiográfico de al menos un 15% del total de las soldaduras.

## **L) Ejecuciones generales**

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

## **M) Ensayo y pruebas**

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este P.P.T. serán abonadas por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este P.P.T., ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de las Obras.

### III. 3. 35.- **GEOSINTÉTICOS: GEOTEXTILES Y GEOMEMBRANAS**

Bajo esta denominación se incluyen los geotextiles y geomembranas o láminas impermeables. Las principales propiedades de los geosintéticos son las físicas, mecánicas e hidráulicas. Todas estas características deberán estar definidas exactamente en la ficha técnica y ser contrastadas mediante ensayos normalizados específicamente definidos.

#### **A) Geotextiles**

Estos materiales se emplearán en la obra para cumplir como filtros:

- Antipunzonamiento: Bajo la lámina de impermeabilización de polietileno como elemento protector antipunzonamiento.
- Anticontaminantes: para impedir que el material filtrante que envuelve las tubería de drenaje, resulte parcial o totalmente colmatado por áridos finos procedentes del terreno circundante.

Las principales características de los geotextiles son:

#### **Masa por unidad de superficie**

Se relaciona con la uniformidad del geotextil e indirectamente con el resto de las características del mismo, y se medirá según UNE EN 965. El geotextil estará formado por fibras sintéticas de polipropileno, de filamento continuo unido por un proceso de agujeteado, no tejido, con un peso no inferior de 280 gr/m<sup>2</sup>. El valor indicado para este parámetro en el proyecto es 300 gr/m<sup>2</sup>

#### **Espesor**

El espesor del geotextil esta condicionado por la presión aplicada sobre él y se medirá según UNE EN 964-1. El espesor no será en ningún caso inferior a 1,7 mm. El valor indicado para este parámetro en el proyecto es 2,9 mm

#### **Durabilidad**

Es la propiedad por la cual el geotextil mantiene sus características con el paso del tiempo. La durabilidad se evalúa como la reducción medida en % de los valores de las propiedades iniciales, una vez que el geotextil ha sido sometido, de acuerdo con UNE ENV 12226, a la acción de los agentes físicos, químicos y bacteriológicos a los que previsiblemente vaya a estar sometido. Las normas de aplicación serán UNE ENV 12224 para la resistencia a la intemperie; ENV ISO 12960 para la resistencia a la degradación



química en ambientes agresivos; UNE ENV 12225 para la resistencia a agentes biológicos; UNE ENV 12447 para la resistencia a la hidrólisis; ENV ISO 13438 para la resistencia a la oxidación, en tanto que esta norma provisional no sea sustituida por la correspondiente norma UNE EN.

### **Resistencia a tracción**

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

La resistencia a la tracción tendrá un valor no inferior a 16 kN/m (24 kN/m es el valor indicado para este proyecto) y un alargamiento a la rotura no inferior del 35%.

### **Resistencia a punzonamiento estático**

Mide la resistencia de un geotextil bajo una carga estática, mediante un ensayo tipo CBR que se realizará según UNE EN ISO 12236. La resistencia a perforación CBR tendrá un valor no menor de 2700 N. El valor indicado para este parámetro en el proyecto es 3850 N

### **Resistencia a perforación dinámica**

Mide la resistencia de un geotextil a las cargas dinámicas mediante un ensayo por caída de cono que se realizará según UNE EN 918. La perforación a caída libre de cono será no mayor de 20 mm.

**Permeabilidad normal al plano** (permeabilidad sin carga), según EN ISO 11058.

**Permeabilidad en el plano** (trasmisividad) según EN ISO 12958.

**Diámetro eficaz de poros**, debe cumplir la EN ISO 12956.

## **B) Geomembranas**

Las principales características exigibles a las geomembranas son:

### **Dimensionales**

Espesor (UNE 53213 y DIN EN ISO 2286-3), Densidad (UNE 53020 y DIN 53479-A), Índice de fluidez (DIN EN ISO 1133 (190°C/2,16kg)), peso específico, ancho, rectitud y planeidad, y el aspecto.

### **Mecánicas**

Resistencia a tracción (UNE 104 300): resistencia a la rotura (DIN EN ISO 527-3 probeta 5), alargamiento en rotura (DIN EN ISO 527-3 probeta 5;  $l_0 = 50$  mm) y módulo de elasticidad (DIN EN ISO 527-3 probeta 5;  $l_0 = 50$  mm), resistencia a punzonamiento (UNE 104 300 y ASTM D 4833), al desgarro (UNE 104 300 y DIN 53515) y al impacto dinámico (UNE 104 300), adherencia entre capas, perforación por raíces, resistencia de las uniones y resistencia al cuarteamiento por tensiones en medio activo (NCTL) (ASTM D 5397; anexo).

### **Térmicas**

Estabilidad al calor (UNE 104 300 y DIN 53377; (120°C/1h)) y doblado a bajas temperaturas (UNE 104 300 y ASTM D 746).

### **Durabilidad**

Resistencia al ozono y tiempo de inducción a la oxidación (ASTM D 3895; 200 °C; O<sub>2</sub>; 1 atm), envejecimiento artificial acelerado y térmico, migración de plastificantes y estabilidad dimensional (DIN 53377; (120 °C/1h)).

### **Comportamiento**

Resistencia al betún y a agentes químicos, almacenamiento de agua potable, extracción de aditivos por el agua, absorción de agua (UNE 53028), y resistencia a microorganismos.

Las Normas que hacen referencia a la impermeabilización de embalses y en las que se exigen las características que deben cumplir las láminas y se definen los métodos de ensayo correspondientes son: UNE 53-402 ~~%Elásticos+~~, UNE 53-586 ~~%Elastómeros+~~, UNE 104-421 ~~%Materiales sintéticos+~~, UNE 104-423 ~~%Materiales sintéticos+~~, UNE 104-304 ~~%Materiales sintéticos+~~.

La lámina estará constituida por resina de polietileno de alta densidad obtenida de un proceso de polimerización del etileno a baja presión siguiendo la norma DIN 16776. El espesor medido en muestras aleatorias no descenderá en ningún caso bajo el 90% del valor nominal. La medida obtenida en al menos 20 muestras no será nunca inferior al valor nominal.

La fijación a obras de fábrica de hormigón a construir se efectuará mediante pletina embutida en la obra de fábrica y contrapletina de acero galvanizado. La pletina dispondrá de tornillería de acero inoxidable cada 10 cm de desarrollo, encima se colocarán las láminas de geotextil, la lámina de PEAD y una junta de EPDM, la contrapletina se colocará sobre el conjunto apretándolo con tuercas de acero inoxidable.

En obra se efectuarán los ensayos específicos tipo "Peel Test" para confirmar la calidad de la soldadura sobre la superficie del perfil. Al término del ensayo, el aire es liberado desde el extremo opuesto de la soldadura para asegurar que se comprueba la totalidad del tramo.

Complementariamente al test anterior y dentro del programa de control de calidad de la instalación, se realizan ensayos destructivos tipo Peel-tests, sobre muestras de láminas extraídas cada 160 m, además de los necesarios ensayos Peel al inicio de cada turno de soldadura y en general cada 4-5 horas de operación de cada máquina.

Características de la lámina de PE de alta densidad:

- Espesor (mm) ..... 1,5 mm
- Densidad (kg/m<sup>3</sup>) ..... ≥940
- Índice de fluidez (gr/10 min)..... ≤0,5
- Resistencia al límite elástico (N/mm<sup>2</sup>) ..... ≥17
- Alargamiento al límite elástico (%) ..... ≥10
- Resistencia a la rotura (N/mm<sup>2</sup>) ..... ≥35
- Alargamiento a la rotura (%) ..... ≥700
- Resistencia al desgarro (N)..... ≥200
- Resistencia a la perforación (N)..... ≥400
- Contenido en negro de Carbono (%) ..... ≥2
- Dispersión en negro de Carbono ..... ≤4
- Estabilidad dimensional (cada dirección)(%)..... ±2
- Doblado a bajas temperaturas (°C)..... -77
- Resistencia a la corrosión (h)..... ≥1500
- Tiempo de inducción a la oxidación (h)..... ≥100
- Resistencia al cuarteamiento por tensiones  
en medio activo (NCTL) (h)..... ≥300

Previamente al inicio de la instalación, el productor deberá proporcionar, bajo petición, la siguiente información:

- Composición de la geomembrana indicando porcentajes de polietileno, negro de humo, aditivos, etc.
- Certificación del cumplimiento de los valores mínimos aportados
- Certificados de control de calidad incluyendo números de identificación para todos los rollos, métodos de ensayo y resultado de al menos las siguientes características:
  - Densidad
  - Contenido en negro de humo
  - Dispersión de negro de humo
  - Espesor
  - Propiedades tensodeformacionales (esfuerzo/deformación)
  - Resistencia al punzonamiento
- El productor aportará datos sobre identificación de los rollos a suministrar conteniendo la siguiente información:
  - Nombre del fabricante
  - Identificación del producto
  - Espesor
  - Número de rollo
  - Dimensiones del rollo

Las soldaduras dobles con canal central de comprobación se controlarán por el instalador según norma UNE 104-481-3-2.

### **III. 3. 36.- ESPECIFICACIÓN PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN**

La presente especificación debe ser aplicada para todos aquellos proyectos de impermeabilización en los campos hidráulicos o control de la polución en los que fuese necesaria la soldadura por extrusión de Geomembranas.

Se cumplirá con las siguientes Normas:

- DIN 16726 Ensayo de Geomembranas Flexibles.
- DIN 16776 Material base para Geomembrana de Polietileno.
- DIN 18195 Sellado Estructural.
- DIN 1910 Soldadura de Plásticos.

La soldadura por extrusión puede ser de tres tipos diferentes:

- Extrusión monolítica con una banda de soldadura de 40 mm de ancho aproximadamente.
- Extrusión doble con canal central de ensayo con dos bandas de soldadura de 15 mm de ancho cada una a ambos lados de un hueco central vacío de 5 mm. de ancho, destinado al ensayo con aire a presión.
- Cordón de soldadura por extrusión de ancho mínimo 5 veces el espesor de las láminas al unir sobre cada uno de los bordes.

### III. 3. 37.- TUBERÍAS

#### A) TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

Las especificaciones técnicas de los sistemas de canalizaciones en PEAD se adecuarán a lo recogido en la Norma UNE 53966, basada a su vez en el trabajo realizado por el Comité Técnico de Normalización Europeo CEN/TC 155 en la Norma Europea de Sistemas de tuberías y canalización de materiales plásticos, destinadas para su utilización en la conducción de agua. Las tuberías de P.E. estarán fabricadas a base de polímeros de etileno. Estos polímeros cumplirán con lo establecido en la norma UNE 53 188 89 1R.

#### A.1.- Normas de referencia

Normas UNE y UNE-EN	Normas EN o ISO	DESIGNACIÓN
UNE-EN 712		Accesorios. Resistencia al arrancamiento bajo fuerza constante
UNE-EN 713		Accesorios. Resistencia a la presión interior con curvatura
UNE-EN 715		Accesorios. Resistencia a la presión interior
UNE-EN 805		Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
UNE-EN 911		Accesorios. Resistencia a la presión exterior
UNE-EN 1555		Tubos de Polietileno de media y alta densidad para canalizaciones enterradas de distribución de combustibles gaseosos
UNE-EN-ISO 9080		Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Determinación de la resistencia hidrostática a largo plazo de materiales termoplásticos en forma de tuberías mediante extrapolación.
	ISO/TS 10839	Polyethylene pipes and fittings for the supply of gaseous fuels - Code of practice for design, handling and installation
	ISO 11413	Plastics pipes and fittings. Preparation of test piece assemblies between a polyethylene (PE) pipe and a electrofusion fittings
	ISO 11414	Plastics pipes and fittings - Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion
UNE-EN 12201 ERRATUM		Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE)
UNE-EN 13244 ERRATUM		Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua en general y saneamiento a presión.

Normas UNE y UNE-EN	Normas EN o ISO	DESIGNACIÓN
UNE-EN-ISO 12162		Materiales termoplásticos para tubos y accesorios para aplicaciones a presión. Clasificación y designación. Coeficiente global de diseño (servicio)
UNE-EN 13689		Guía para la clasificación y el diseño de sistemas de canalización en materiales plásticos utilizados en la renovación.
	ISO 13953	Polyethylene (PE) pipes and fittings - Determination of the tensile strength and failure mode of test pieces from a butt-fused joint
	ISO 14409	Sistemas de canalización en materiales plásticos para la renovación de redes enterradas de suministro de agua.
UNE-EN-ISO 15494		Sistemas de canalización en materiales plásticos para aplicaciones industriales. Polibutileno (PB), polietileno (PE) y polipropileno (PP). Especificaciones para componentes y el sistema. Series métricas
UNE 53331 Informe		Criterios para la comprobación de los tubos de PVC y PE a utilizar en conducciones con o sin presión sometidos a cargas externas. (Basada en la ATV 127)
UNE 53389 Informe	ISO/TR 10358	Tubos y accesorios de materiales plásticos. Tabla de clasificación de la resistencia química
UNE 53394 IN		Sistemas de canalización para la conducción de agua a presión Polietileno (PE). Guía para la instalación
UNE 53959 IN	ISO/TR 10501	Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión: Cálculo de la pérdida de carga

UNE = Una Norma Española.

EN = Norma Europea.

ISO = Organización internacional de Normalización.

## A.2.-Definiciones

### A.2.1.-Definiciones del material

Relación de dimensiones nominales, SDR. Relación entre el diámetro exterior nominal y el espesor nominal.

$$SDR = D_e / e$$

La relación entre la serie del tubo, S, y la relación de dimensiones nominales, SDR, viene dada por la ecuación siguiente, tal como se especifica en la Norma ISO 4065:

$$(S) = (SDR-1) / 2$$

Límite inferior de confianza durante 50 años a 20 °C,  $L_{CL}$ . Valor, con las dimensiones de esfuerzo, en megapascales, que puede considerarse como una propiedad del material y que representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia media a largo plazo, durante 50 años, a una temperatura de 20 °C y con presión interna de agua.

Resistencia mínima requerida, MRS. Valor de  $L_{CL}$ , redondeado al valor inmediatamente inferior de la serie R 10 o de la serie R 20 (véase nota), dependiendo del valor de  $L_{CL}$ .

NOTA - Las series R 10 Y R 20 son las series numéricas de Renard, de acuerdo con ISO 3 e ISO 497.

Coefficiente de seguridad (de servicio), C. También denominado coeficiente de diseño o global, con un valor superior a 1, que toma en consideración las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de un sistema de canalización distinto de los que están representados en el límite inferior de confianza.

Tensión de diseño,  $s$ . Esfuerzo permitido para una aplicación determinada. Se obtiene del cociente entre el MRS y el coeficiente C, redondeando el resultado al valor inmediato inferior más próximo de la serie R 20, es decir:

$$s = MRS / C, \text{ expresado en MPa.}$$



### **A.2.2.-Definiciones de los tubos**

Diámetro exterior medio,  $d_{em}$ . Cociente entre el valor de la medición de la circunferencia exterior del tubo o del extremo macho del accesorio, en cualquier punto de la sección transversal, y  $\pi = 3,142$ , redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Diámetro exterior medio mínimo,  $d_{em,mín}$ . Valor mínimo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior medio máximo,  $d_{em,máx}$ . Valor máximo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.

Diámetro exterior en cualquier punto,  $d_{e,y}$ . Valor de la medición del diámetro en cualquier parte del tubo, redondeando al 0,1 mm inmediatamente superior.

Ovalación. Diferencia entre el diámetro exterior máximo y el diámetro exterior mínimo medidos en la misma sección transversal del tubo o del extremo macho del accesorio.

Espesor de pared en cualquier punto,  $e_y$ . Valor de la medición del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared mínimo en cualquier punto,  $e_{y,mín}$ . Valor mínimo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared máximo en cualquier punto,  $e_{y,máx}$ . Valor máximo del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.

Espesor de pared medio,  $e_m$ . Media aritmética de un número de medidas regularmente distribuidas alrededor de la circunferencia del componente y la misma sección transversal de éste, incluyendo los valores de espesor mínimo y máximo medidos.

Tolerancia. Variación permitida del valor especificado para una cantidad, expresada como la diferencia entre los valores máximo y mínimo permitidos.

Presión nominal,  $P_n$ . Designación numérica utilizada con fines de referencia y relativa a las características mecánicas del componente de un sistema de canalización. Para las tuberías de materiales plásticos que transportan agua, dicha presión corresponde a la

presión en servicio continua máxima, en bar, que puede mantenerse con agua a 20 °C, tomando como base el coeficiente de diseño mínimo.

Presión de trabajo, Pt. Presión interna máxima para la que se ha diseñado el tubo con un determinado coeficiente de seguridad.

Espesor nominal (e).

$$e = \frac{P_n \cdot D_n}{2\sigma + P_n}$$

donde: Pn = presión nominal en MPa

Dn = diámetro nominal en mm.

$\sigma$  = esfuerzo tangencial de trabajo a 20 °C en MPa.

### A.3.-Características y especificaciones

#### A.3.1.-Características del material

Propiedad	Unidad	PE 100
Mínima tensión requerida, MRS	MPa	10
Tensión de diseño, $\sigma$	MPa	8
Coeficiente de seguridad, C	-	1,25
Densidad aprox.	g/cm <sup>3</sup>	0,955
Resistencia a la tracción, min.	MPa	19
Alargamiento a la rotura, min.	%	350
Módulo de elasticidad	MPa	1100
Coeficiente de dilatación lineal	mm/m. °C	0,22
Contenido en negro de carbono	%	2 - 2,5
Conductividad térmica	Kcal/m. °C	0,37
T.I.O. a 210 °C, min.	minutos	10
Constante dieléctrica	-	2,5

### A.3.2.-Aspecto de los tubos

Exentos de burbujas y grietas, presentando sus superficies exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones u otros defectos.

- Aptos para uso alimentario: UNE-EN 12201 ERRATUM.
- Aplicación: conducción de agua potable a presión según UNE-EN 12201 ERRATUM.  
conducción de agua NO potable según UNE-EN 13244 ERRATUM.
- Color: negro banda azul (UNE-EN 12201 ERRATUM)  
negro bandas marrones (UNE-EN 13244 ERRATUM)

### A.3.3.-Diámetros, espesores y presiones nominales

DN mm	PN 6 bar			PN 10 bar			PN 16 bar		
	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m
20	-	-	-	-	-	-	2,0	16,0	0,116
25	-	-	-	-	-	-	2,3	20,4	0,170
32	-	-	-	2,0	28,0	0,194	3,0	26,0	0,279
40	-	-	-	2,4	35,2	0,294	3,7	32,6	0,431
50	-	-	-	3,0	44,0	0,452	4,6	40,8	0,667
63	-	-	-	3,8	55,4	0,720	5,8	51,4	1,055
75	-	-	-	4,5	66,0	1,017	6,8	61,4	1,473
90	-	-	-	5,4	79,2	1,462	8,2	73,6	2,134
110	-	-	-	6,6	96,8	2,175	10,0	90,0	3,165
125	4,8	115,4	1,845	7,4	110,2	2,774	11,4	102,2	4,107
140	5,4	129,2	2,329	8,3	123,4	3,483	12,7	114,6	5,119
160	6,2	147,6	3,054	9,5	141,0	4,546	14,6	130,8	6,718
180	6,9	166,2	3,802	10,7	158,6	5,750	16,4	147,2	8,491
200	7,7	184,6	4,716	11,9	176,2	7,095	18,2	163,6	10,471
225	8,6	207,8	5,926	13,4	198,2	9,000	20,5	184,0	13,254
250	9,6	230,8	7,342	14,8	220,4	11,029	22,7	204,6	16,300
280	10,7	258,6	9,158	16,6	246,8	13,856	25,4	229,2	20,436
315	12,1	290,8	11,666	18,7	277,6	17,546	28,6	257,8	25,868
355	13,6	327,8	14,744	21,1	312,8	22,333	32,2	290,6	32,839

DN mm	PN 6 bar			PN 10 bar			PN 16 bar		
	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m
400	15,3	369,4	18,696	23,7	352,6	28,223	36,3	327,4	41 ,690
450	17,2	415,6	23,639	26,7	396,6	35,757	40,9	368,2	52,791
500	19,1	461,8	29,167	29,7	440,6	44,1 82	45,4	409,2	65,141
560	21,4	517,2	36,553	33,2	493,6	55,349	50,8	458,4	81,606
630	24,1	581,8	46,316	37,4	555,2	70,102	57,2	515,6	103,396

Tubos de Polietileno PE 100 para grandes diámetros+

DN mm	SDR 26			SDR 17		
	PN 6 bar			PN 10 bar		
	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m	e mm	Dint. mm	Peso Kg/m
710	27,2	655,6	58,965	42,1	625,8	89,090
800	30,6	738,8	74,679	47,4	704,9	112,968
900	34,4	831,2	94,828	53,3	793,4	142,900
1000	38,2	923,8	116,547	59,3	881 ,4	176,611
1200	45,9	1108,2	167,861	-	-	-
1400	53,5	1293,0	228,31 5	-	-	-
1600	61,2	1477,6	298,493	-	-	-

#### A.3.4.-Marcado de los tubos

Los tubos irán marcados de forma indeleble, como mínimo cada metro de longitud, con los datos siguientes:

- Identificación del fabricante
- Diámetro nominal (en mm)
- Espesor nominal (en mm)
- Presión nominal (en MPa)
- Fecha de fabricación y/o turno.
- Norma de referencia vigente

### **A.3.5.-Sistemas de unión**

La unión puede realizarse por soldadura o mediante accesorios de plástico o metálicos. Los accesorios para unión deben tener una resistencia acorde con la presión de trabajo de la instalación.

Las tuberías de polietileno no admiten unión por adhesivo.

#### **- Uniones mediante accesorios**

Las uniones con accesorios roscados no deben efectuarse roscando directamente la tubería.

Cuando se empleen accesorios, es conveniente que éstos resistan los esfuerzos de tracción (aros dentados sobre el diámetro exterior del tubo, casquillos insertados en el interior del tubo con tuerca de apriete exterior o accesorio con entalladuras en forma de dientes de sierra). Únicamente cuando las contracciones de la tubería o esfuerzos de tracción no den lugar a pérdida de estanqueidad de la unión, pueden emplearse accesorios que no permitan uniones resistentes a la tracción (uniones Gibrault o manguitos y bridas con junta elástica).

Las uniones embridadas, no usadas en tuberías de pequeño diámetro, consisten en portabridas de polietileno soldables a la tubería con brida loca o en bridas metálicas unidas mecánicamente a la tubería.

#### **- Uniones por soldadura**

##### Unión por soldadura a tope

Se efectúa por calentamiento de los extremos de los tubos mediante una placa previamente calentada. Posteriormente se mantienen juntos los extremos bajo presión controlada.

El método sirve para todos los diámetros, aunque es necesario un equipo adecuado para alineamiento de tubos y aplicación de presión controlada si el diámetro es mayor de 50 mm. La unión se hará en 3 fases:

- 1ª) Preparación de superficie. Superficies de acoplamiento alineadas y libres de imperfecciones.

2ª) Calentamiento de superficies. La placa estará a  $210\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se presionarán las superficies de acoplamiento sobre la placa hasta que se forme una rebaba de material fundido.

3ª) Soldadura. Se unen las caras calentadas bajo presión de 1,5 a  $2\text{ kg/cm}^2$ , manteniéndola hasta que se enfríe el área de unión. Quedará una rebaba en el interior y exterior de la tubería, cuya altura no debe exceder  $1/3$  del espesor de pared.

Unión con embocadura soldada

Se utiliza con accesorios de polietileno con embocadura.

Se usa un calefactor que, una vez calentado a  $275\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se aplica al extremo del tubo y a la embocadura hasta que se funden las superficies. A continuación se retira el calefactor y se inserta el extremo macho del tubo en la embocadura del accesorio, inmovilizando el conjunto hasta que esté frío. En los diámetros mayores de tubería es aconsejable aplicar una presión circunferencial a la embocadura del accesorio. Debe cuidarse que el cabezal esté limpio antes del uso.

Unión por electrofusión

Se emplean accesorios de polietileno en el interior de cuya embocadura se aloja una resistencia eléctrica que se conecta a un equipo eléctrico para realizar la fusión. Se seguirán las indicaciones del fabricante sobre temperaturas y tiempos de calentamiento.

**A.3.6.-Flexibilidad**

Las tuberías de polietileno admiten curvaturas en frío, sin piezas especiales. El radio de curvatura es función del tipo de material y de la presión nominal del tubo. Es recomendable no realizar a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  radios de curvatura R inferiores a los que se indican a continuación:

PN tubo	Temperatura	Radio mínimo R
		PE 100
6	$20^{\circ}\text{ C}$	$40 \times D_n$
10	$20^{\circ}\text{ C}$	$30 \times D_n$

16	20° C	20 x D <sub>n</sub>
----	-------	---------------------

Si la curvatura se realiza a 0 °C los radios de curvaturas indicados anteriormente se incrementarán 2,5 veces. Entre 0 °C y 20 ° C el radio de curvatura puede determinarse por extrapolación lineal.

#### **A.4.-Condiciones para los acopios**

##### **A.4.1.- Suministro**

Los tubos se suministrarán en rollos hasta el diámetro de 110 mm y el resto en barras de 6 ó 12 m de longitud.

Los tubos de pequeño diámetro suministrados en rollos, se extenderán tangencialmente y los de mayor diámetro se extenderán, en posición horizontal, atando a un punto fijo el extremo del tubo exterior del rollo y estirando con precaución del extremo del tubo interior del rollo, al cual se le habrá atado una cuerda de 5 m. Los tubos no deben doblarse en ningún caso. Además es muy importante tanto el desenrollado como el tendido, evitando que se deterioren los tubos con cortes producidos por piedras puntiagudas o elementos de filo cortante.

##### **A.4.2.- Manejo**

Se evitará arrastrar los tubos y rollos de tubería sobre el suelo áspero o el contacto con objetos de filo cortante.

Si una tubería resultara dañada o con dobleces, la porción afectada se suprimirá completamente.

##### **A.4.3.- Transporte**

Los vehículos utilizados estarán provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos o elementos que puedan dañar los tubos. La carga se acondicionará sin poner en contacto cables metálicos o cadenas con el material. No se colocarán rollos en posición vertical unos sobre otros. Durante el transporte no deben situarse otras cargas encima de los tubos.

#### **A.4.4.- Almacenamiento**

El almacenamiento puede hacerse bajo techo o al descubierto. Los rollos pueden almacenarse en posición horizontal unos sobre otros, pero no en posición vertical.

Las barras pueden almacenarse en estantes horizontales, con el apoyo necesario para evitar su deformación. La altura máxima apilada de tubos no debe exceder de 1,5 m tanto en rollos como en barras.

No deben ponerse en contacto las tuberías con combustibles, disolventes o pinturas agresivas. Asimismo tampoco tendrán contacto con tuberías de vapor o agua caliente y se mantendrán separadas de superficies con temperatura superior a 50 °C.

#### **A.5.-Prueba de presión según norma UNE 805**

##### **A.5.1.- Prueba principal de presión**

###### *A.5.1.1.- Generalidades*

Este método alternativo, aplicable a las conducciones con comportamiento viscoelástico (tales como la conducciones de polietileno y polipropileno) se basa en que la fluencia que caracteriza el material, no recoge suficientemente en la prueba principal de presión indicada en el apartado 11.1.3.3.4 de la norma UNE-EN 805. En consecuencia, se describe a continuación un procedimiento particular.

###### *A.5.1.2.- Procedimiento de prueba*

El procedimiento de prueba completo incluye, necesariamente:

- una fase preliminar,
- una fase de relajación,
- una prueba de purga,
- y una fase de prueba principal.

###### *A.5.1.3.- Fase preliminar*

La realización de una fase preliminar es una condición previa a la fase de prueba principal.

El objeto de la fase preliminar es crear las condiciones iniciales para las variaciones de volumen dependientes de la presión, del tiempo y de la temperatura.

Realizar la fase preliminar como sigue, para evitar resultados erróneas durante la



fase de prueba principal.

- Tras el lavado y purga, despresurizar hasta la presión atmosférica y permitir un periodo de relajación de al menos 60 min, para eliminar toda tensión debida a la presión, tomar medidas que eviten la entrada de aire.
- Tras este periodo de relajación, aumentar la presión de forma regular y rápida (en menos de 10 min) hasta la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP durante 30 min, Bombeando de forma continua o frecuentemente. Durante este tiempo, inspeccionar la conducción para detectar las fugas que aparezcan.
- Esperar sin bombear un periodo suplementario de una hora, durante el cual la conducción puede expandirse de forma viscoelástica.
- Medir la presión remanente al final de este periodo

En el caso de que la fase preliminar se supere con éxito, continuar con el procedimiento de ensayo. Si la presión ha caído en más de un 30% de STP, interrumpir la fase preliminar y despresurizar la conducción hasta la presión atmosférica. Examinar y revisar las condiciones de prueba (por ejemplo, influencia de la temperatura, fugas). No reanudar la prueba hasta que haya transcurrido un tiempo de relajación de al menos 60 min.

#### A.5.1.4.- Prueba de purga

Los resultados de la fase de prueba principal no pueden juzgarse hasta que el volumen remanente de aire en el tramo sea suficientemente bajo. Las etapas siguientes son indispensables:

- Reducir rápidamente la presión absoluta restante, medida al final de la fase preliminar, extrayendo agua del sistema para producir una caída de presión comprendida entre el 10% y el 115% del STP.
- Medir con precisión el volumen de agua extraído  $V$ .
- Calcular la pérdida de agua admisible  $V_{max}$  con la ayuda de la siguiente fórmula y verificar que el volumen extraído no sobrepasa  $V_{max}$ .

$$V_{max} = 1,2 \cdot p (1/E_w + D/e.E_R)$$

donde:

$V_{max}$  = es la pérdida de agua admisible, en litros.

1,2 = es un factor de corrección que considera la cantidad de aire restante admisible antes de la prueba principal de presión.

$V$  = es el volumen del tramo de conducción de prueba, en litros.

$p$  = es la caída de presión, en kPa.

$E_w$  = es el módulo de elasticidad del agua =  $2,1 \times 10^6$  kPa.

$D$  = es el diámetro interior del tubo, en metros.

$e$  = es el espesor de la pared del tubo, en metros.

$E_R$  = es el módulo de elasticidad transversal de la pared del tubo en kPa.

Para la interpretación del resultado, es importante utilizar el valor exacto de  $E_R$  correspondiente a la temperatura y duración de la prueba. Especialmente para pequeños diámetros y tramos pequeños de prueba, es conveniente medir  $p$  y  $V$  con la mayor precisión posible.

Interrumpir la prueba si  $V$  es superior a  $V_{max}$  y purgar de nuevo tras despresurizar la conducción hasta la presión atmosférica.

#### *A.5.1.5.- Fase de prueba principal*

La fluencia viscoelástica debida a la tensión producida por la presión de prueba de la red, se interrumpe por la prueba de purga. La caída rápida de presión conduce a una contracción de la tubería. Observar y anotar durante 30 min (fase de prueba principal) el incremento de presión debido a la contracción. La fase de prueba principal se considera satisfactoria si la curva de presiones muestra una tendencia creciente y no es, en ningún caso, decreciente durante este intervalo de tiempo de 30 min, el cual es normalmente suficientemente largo como para dar una buena indicación (véase figura nº 1). Una curva de presiones que muestre una tendencia decreciente durante este intervalo de tiempo, indica una fuga en la red.

En caso de duda, prolongar la fase de prueba principal hasta una duración total de 90 min. En este caso la caída de presión se limita a 25 kPa a partir del valor alcanzado en la fase de contracción.

Si la presión cae más de 25 kPa, la prueba no es satisfactoria.

Se aconseja verificar todos los accesorios mecánicos, previo control visual de las uniones. Corregir todo defecto de la instalación detectado durante la prueba y repetirla.

La repetición de la fase principal de prueba no puede realizarse más que

siguiendo el procedimiento completo, incluyendo los 60 min de tiempo de relajación de la fase preliminar.

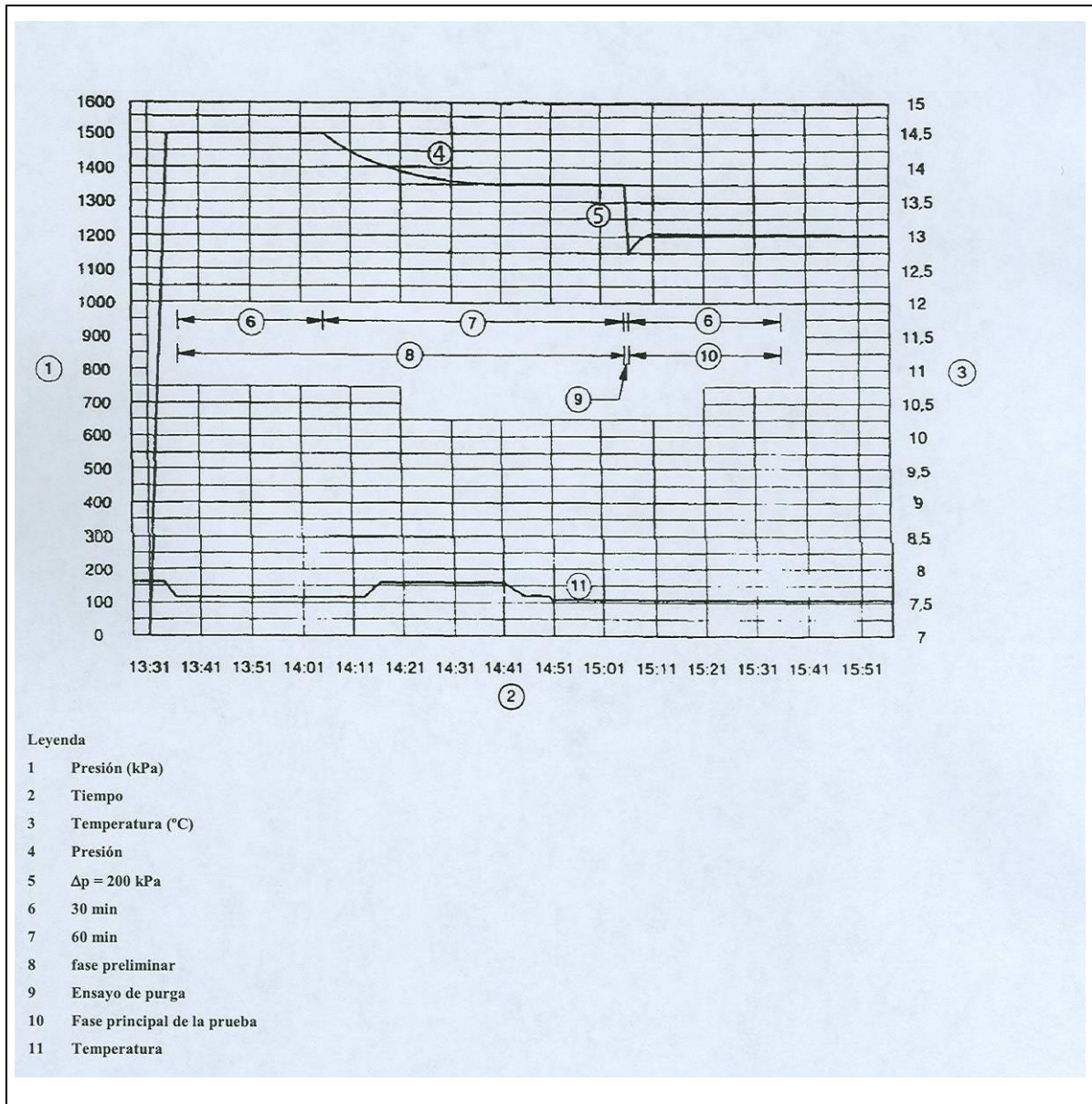


Figura nº 1. Ejemplo de prueba de presión para conducciones con comportamiento viscoelástico

## B) TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

Esta especificación es de aplicación para el suministro de todos los trabajos, materiales y servicios relacionados con la fabricación, ensayo, envío e instalación de tubería enterrada de poliéster reforzada con fibra de vidrio, juntas, accesorios y piezas especiales según se especifiquen en los documentos técnicos y planos.

### B.1.- Normas

Todos los tubos, juntas y accesorios suministrados bajo esta especificación deberán cumplir como mínimo, con los requerimientos de la norma AWWA C950, Norma AWWA para Tubos Reforzados con Fibra de Vidrio con Presión y con la norma ASTM D3517, Norma para Tubos de Fibra de Vidrio+ con Presión (Resina Termoestable Reforzada con Fibra de vidrio).

### B.2.-Métodos de ensayo

ASTM D63:	Método de Ensayo de las Características de Resistencia a la Tracción de los Plásticos.
ASTM D1586:	Método de Ensayo de Penetración y Clasificación de Suelos.
ASTM D2290:	Método de Ensayo de la Resistencia a la Tensión Aparente de Anillos o Tubos de Plásticos Reforzados por el Método del Disco Partido.
ASTM D2412:	Método de Ensayo de las Propiedades de Resistencia a la Carga Externa de Tubos de Plástico mediante Platos de Carga Paralelos.
ASTM D2583:	Método de Ensayo de Dureza de Plásticos Rígidos por Medio del Durómetro Barcol.
ASTM D2992:	Método para la Obtención de la base Hidrostática de Diseño de Tubos y accesorios de Fibra de Vidrio (Resina Termoestable Reforzada con Fibra de Vidrio).
ASTM D3567:	Método para la Determinación de las Dimensiones de Tubos y Accesorios de Fibra de Vidrio+ (Resina Termoestable Reforzada con Fibra de Vidrio).
ASTM D5365:	Alargamiento Unitario Debido a la flexión Transversal, a Largo Plazo de Tubos de Fibra de Vidrio+ (Resina Termoestable Reforzada con Fibra de Vidrio)

Además, y de forma indistinta con los anteriores, podrán aplicarse, según el criterio de la Dirección de Obra, las siguientes normas:

UNE EN 637:96	CONTENIDO DE CONSTITUYENTES
UNE EN 705:95	ANÁLISIS DE REGRESIÓN
UNE EN 761:95	FACTOR DE FLUENCIA EN CONDICIONES SECAS
UNE EN 1119:96	ESTANQUIDAD Y FALLO DE JUNTAS FLEXIBLES
UNE EN 1120:96	RESISTENCIA AL ATAQUE QUÍMICO EN DEFLEXIÓN
UNE EN 1225:96	FACTOR DE FLUENCIA EN CONDICIONES HÚMEDAS
UNE EN 1226:96	RESISTENCIA INICIAL A LA DEFLEXIÓN
UNE EN 1228:96	RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECÍFICA INICIAL
UNE EN 1229:96	ESTANQUIDAD A PRESIÓN INTERNA A CORTO PLAZO
(*) prUNE EN 1447:96	RESISTENCIA A LARGO PLAZO A PRESIÓN INTERIOR
(*)prUNE EN 1229:96	DISEÑO DE UNIONES CON BRIDA ATORNILLADA

(\*): Se encuentran en el proceso de traducción para su edición como norma UNE.

### B.3.-Normas del producto

AWWA C950: Norma AWWA para tubos Reforzados con Fibra de Vidrio con Presión.

ASTM D4161: Especificación estándar para Juntas de Tubos de Fibra de Vidrio+(Resina Termoestable reforzada con Fibra de Vidrio) con Anillos Sellantes Flexibles Elastoméricos

ISO 8639: Norma para uniones de tubos de Fibra de Vidrio.

### B.4.-Descripción del Producto

#### B.4.1.-. Materiales

##### B.4.1.1.- Resina

El Fabricante usará solamente resinas de composición aprobadas. La composición habrá sido adquirida a partir de material composite de construcción y composición similar al producto presente para este Proyecto.

##### B.4.1.2.- Refuerzos de vidrio

Los refuerzos de fibra de vidrio a utilizar en la fabricación de componentes serán filamentos de vidrio del grado de la más alta calidad comercial, convenientemente tratados para hacerlos compatibles con las resinas a impregnar. Los refuerzos de vidrio podrán ser de fibra cortada de hilo continuo mecha, tejido, etc.

##### B.4.1.3.- Cargas

Con el fin de robustecer el laminado y sobre todo favorecer la absorción del calor y evitar la laminación, deberán usarse cargas de arena de sílice u otros materiales con un

tamaño de grano máximo de 0,8 mm. Siendo estas situadas en una sola capa del laminado estructural.

#### ***B.4.1.4.- Aditivos***

El uso de aditivos en la resina tales como pigmentos, tintes u otros agentes colorantes, si son usados, no irán en detrimento de las características del producto ni impedirán la inspección visual del producto acabado.

#### ***B.4.1.5.- Anillos sellantes elastoméricos***

Los anillos elastoméricos de estanquidad deben ser suministrados por proveedores de reconocida calidad. El componente elastomérico deberá ser compatible con el entorno en el que se usa.

### **B.5.- Fabricación y construcción**

#### ***B.5.1.- Tubos***

Los tubos serán suministrados según los diámetros y tolerancias de fabricación indicados en la Norma. Estarán fabricados mediante un proceso controlado y reproducible, utilizando los materiales descritos en la Norma, con los cuales se obtendrá una estructura composite, resistente a la corrosión para funcionar según las condiciones de servicio del proyecto, especificadas en los apéndices A y B.

El método de fabricación será Filament Winding Cruzado (ASTM D2310-ASTM D2996).

Para aumentar la rigidez del tubo podrán usarse nervios de refuerzo.

#### ***B.5.2.- Acoplamientos***

Las uniones de los tubos y accesorios podrán ser flexibles o rígidas. En el primer caso, la unión se realizará por medio de un manguito con junta elastomérica y vendrá convenientemente montada en el tubo procedente de fábrica. Dichas uniones podrán ser resistentes a los esfuerzos axiales o no, por lo que deberá detallarse en cada caso. Las uniones flexibles también podrán ser uniones mecánicas de abrazadera (tipo Arpol). Las uniones rígidas serán embreadas, integrales o locas.

La desviación angular, es decir el ángulo entre los ejes de dos tubos y/o accesorios conectados entre sí, máxima en juntas flexibles deberá ser dada por el



fabricante pero en el caso de uniones que no soportan empujes axiales nunca deberá ser inferior a los siguientes valores:

DN (mm)	DESVIACIÓN ANGULAR MÍNIMA
Menores o iguales a 500	3°
Entre 600 y 1000	2°
Entre 1200 y 1800	1°
Entre 200 y 2400	0,5°

Los acoplamientos deberán cumplir con los requerimientos indicados en la norma ASTD D4116, o bien ISO 8639.

En el caso de uniones trabadas, el fabricante debe declarar la desviación angular máxima.

### **B.5.3.- Accesorios**

Las bridas, codos, reductores, tes, derivaciones y otros accesorios deberán, cuando se instalen, resistir las condiciones de funcionamiento indicadas en el proyecto.

Los accesorios se unirán con la tubería utilizando el mismo tipo de junta de manguito específica en la Norma.

La Dirección de Obra podrá escoger, asimismo, la instalación de piezas especiales en chapa de acero con protección de pintura epoxi.

## **B.6.- Dimensiones**

### **B.6.1.- Diámetro nominal**

Las series de diámetros interiores y exteriores serán las indicadas en el catálogo de fabricación del proveedor.

### **B.6.2.- Longitudes**

Las longitudes vienen dadas en metros, quedando a elección de la Dirección de Obra la utilización de tubos de 6 m., 12m. o de otras longitudes.

### **B.6.3.- Espesores**

El espesor mínimo medio será el indicado por el fabricante y deberá ser el adecuado para poder cumplir con las especificaciones de cálculo dadas en la norma AWWA C950.

### **B.6.4.- Perpendicularidad de los extremos**

Los extremos de los tubos deberán ser cortados perpendicularmente al eje con una tolerancia igual al mayor valor de  $\pm 6\text{mm}$ . ó  $0,5\%$  del diámetro nominal.

### **B.6.5.- Tolerancias de los accesorios**

La tolerancia del ángulo de los codos y del ángulo entre el ramal y la tubería principal de una *te* o derivación será de  $\pm 2$  grados. La tolerancia de la longitud efectiva de un accesorio será de  $\pm 0,5$  mm.

## **B.7.-Producto**

### **B.7.1.- Rigidez**

El parámetro rigidez depende de las condiciones de enterramiento y presión negativa (si existe). Los tubos se suministrarán según la rigidez circunferencial específica SN 5.000. A no ser que se especifique, por motivos técnicos rigideces superiores o inferiores.

## **B.8.- Ensayos de validación**

Las propiedades físicas y las características de la tubería serán determinadas a través del ensayo de muestras elaboradas con los medios de fabricación.

Estos ensayos no necesitan ser realizados específicamente para este proyecto si previamente han sido realizados sobre productos similares. Los ensayos pueden ser realizados sobre un diámetro y extrapolarlos a otros diámetros si los tubos son similares en composición y disposición de los materiales y si además son fabricados a partir de las mismas especificaciones de material usando procesos similares.

Todos los resultados de los ensayos sobre prototipos estarán en poder del Fabricante y a disposición para la inspección a requerimiento del comprador o su representante autorizado.



### **B.8.1.- Base hidrostática de diseño $\ddot{E}$ HDB**

La Base Hidrostática de Diseño (HDB) comité CEN se obtendrá según el procedimiento B de la norma ASTM D2992 siendo establecida por extrapolación al valor correspondiente a 50 años de vida, o bien la correspondiente norma del comité CEN.

### **B.8.2.- Alargamiento unitario a largo plazo debido a la Flexión $\ddot{E}$ Sb**

El alargamiento unitario debido a la flexión a largo plazo (Sb) se determinará según la norma ASTM D5365 para proyectos de agua potable. El ensayo se realizará a temperatura ambiente para temperaturas de trabajo inferiores a 35°C.

## **B.9.- Utilización del producto**

### **B.9.1.- Deflexión**

La deflexión inicial admisible (% del diámetro nominal) será del 3%, independientemente del tipo de suelo donde se instale.

## **B.10.- Instalación de los tubos**

Irán instalados en zanjas según se detalla en los planos y presupuestos.

Se pondrá especial cuidado en la compactación del material granular en la mitad inferior del diámetro del tubo, debiendo alcanzarse al menos un 95% del Próctor Normal en toda la sección.

El material de relleno se depositará en la zanja en capas de 200 mm. de espesor, reduciéndose al mínimo la caída libre de materiales sobre la generatriz superior del tubo.

En general se empleará como material de relleno de la tubería arena o grava, llegando con este material hasta la generatriz superior de la tubería, con una compactación del 95% del Próctor Normal.

En determinados casos en los que, a la vista de la calidad del terreno natural de asiento la Dirección de obra considere que se pueden emplear materiales presentes en la zona, con mezcla de arenas o grava, con materiales finos y sin plasticidad, procedentes de canteras situadas en la zona, es posible la utilización de estos.

## **B.11.- Ensayos de control de calidad**

Los ensayos de control de calidad de los tubos se realizarán siguiendo estrictamente esta especificación. Estos ensayos cubrirán como mínimo:

- A: Materias primas.
- B: Rigidez
- C: Ensayo hidrostático
- D: Capacidad de carga
- E: Dureza Barcol
- F: Dimensiones críticas
- G: Aprobación visual

El Fabricante deberá guardar los registros adecuados correspondientes a los ensayos, dichos informes deberán estar disponibles para inspección por el Cliente o su representante autorizado. Los ensayos de Control de Calidad serán verificados por el Cliente o su representante autorizado.

### ***B.11.1.- Materias primas***

Las materias primas usadas en la fabricación de tuberías según la presente especificación serán ensayadas, previo muestreo, por el fabricante antes de utilizarlas para asegurar que cumplen con las especificaciones dadas en el momento de la compra. Cualquier material que no cumpla con las especificaciones estándares será rechazado inmediatamente.

Todos los materiales serán suministrados con los Certificados de Calidad del vendedor a fin de demostrar que cumplen con las especificaciones del Fabricante.

Únicamente podrán utilizarse aquellas materias primas que hayan sido previamente homologadas por el fabricante y que por lo tanto aparezcan en el listado de materias primas admisibles para su posterior elaboración.

### ***B.11.2.- Rigidez***

Se ensayarán muestras de tubo para verificar la conformidad de la rigidez del tubo de acuerdo con la Norma. La frecuencia de muestreo será de un anillo por día. Si una de las muestras falla, el ensayo se realizará de nuevo. Si sigue fallando se cortarán dos anillos adicionales del lote (del tubo precedente y del siguiente). Si los dos pasan el ensayo, el lote se considerará aceptables individualmente. El ensayo se llevará a cabo de

acuerdo con la norma ASTM D2412, con el valor de la rigidez obtenido con una deflexión del 5%. Las muestras se ensayarán también someténdolas al nivel de deflexión *A*, según lo establecido en la Norma AWWA C-950, en el que no se deberán apreciar grietas en la superficie interior y exterior de la muestra. Posteriormente se someterán a una deflexión *B*, de la misma norma en la que no deberán producirse delaminaciones de la pared del tubo.

Podrán aplicarse de forma indistinta con la anterior, si así lo determina la Dirección de Obra, las normas de ensayo DIN 53769, parte 4, DIN 16869 y DIN 19565.

#### ***B.11.3.- Ensayo hidrostático***

El Fabricante ensayará hidrostáticamente los tubos y acoplamientos que se le indiquen, independientemente ensayándolos a 2 veces su Presión Nominal durante 2 minutos.

La clase de presión de los tubos será la que se especifica en la Norma. Cualquier tubo que no pase este ensayo será rechazado. Los tubos rechazados podrán ser reparados y ensayados de nuevo; si pasan el ensayo serán aceptados.

Podrán aplicarse de forma indistinta con lo anterior, las normas de ensayo hidrostático especificado en DIN 53758, satisfaciendo las exigencias de resistencia a presión de rotura y resistencia a tensión circunferencial establecida en DIN 16869, parte Z.

#### ***B.11.4.- Capacidad de carga***

Para verificar la capacidad de carga (o esfuerzo) en la dirección axial y circunferencial, se realizarán los ensayos de acuerdo a los requerimientos de las normas AWWA C950 y ASTM D3517.

Se realizarán el ensayo de resistencia axial 1 vez por día y el de resistencia circunferencial 1 vez por producción.

Si las muestras no sobrepasan los requerimientos de ensayo, se cortarán dos muestras adicionales, una del tubo precedente y una del siguiente.

Si los dos cumplen el ensayo y la media de los tres también cumple, se considerará todo el lote como aceptable.

#### ***B.11.5.-. Dureza Barcol***

La medición de la dureza Barcol se realizará según la norma ASTM D2583. Los tubos que no alcancen una dureza mínima de 35, serán rechazados. Los tubos rechazados podrán ser analizados posteriormente de acuerdo con esta especificación.

En caso de que el curado alcance el estándar requerido, los tubos serán aceptados.

#### ***B.11.6.-. Dimensiones críticas***

Los tubos serán medidos para mostrar su conformidad con las dimensiones críticas según se especifica en la sección correspondiente incluyendo el diámetro espesor, perpendicularidad del corte y longitud. Las mediciones se realizarán según la norma ASTM D3567.

#### ***B.11.7.-. Diámetro***

Se realizarán controles del diámetro en cada cambio de diámetro fabricado. Las tolerancias serán las indicadas en la Norma.

#### ***B.11.8.-. Espesor***

Todos los tubos deberán ser conformes con los espesores indicados en el catálogo del fabricante. El espesor medio mínimo deberá ser mayor o igual indicado. El espesor mínimo para un solo punto deberá ser mayor del 87,5% del espesor indicado.

#### ***B.11.9.-. Perpendicularidad del corte***

Cualquier tubo que muestre irregularidades en su corte deberá ser verificado para que cumpla con las tolerancias indicadas en la Norma.

#### ***B.11.10.-. Longitud***

Se medirán todos los tubos para verificar que cumplen con los requerimientos de la Norma.

#### ***B.11.11.-. Aprobación visual***

Los tubos deben estar libres de todo defecto superficial; incluyendo delaminaciones, burbujas, poros, grietas, hoyos, ampollas, inclusiones y áreas pobres de resina que por su naturaleza, grado o extensión pudieran ir en detrimento de las características en servicio de la tubería. El tubo deberá ser tan uniforme como sea posible en color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas.

Los tubos deberán presentar un acabado exterior liso suficiente para que pueda efectuarse el montaje de los manguitos directamente sobre los tubos cortados en obra, cuando los diámetros exteriores sean los adecuados a la tolerancia de montaje.

## **B.12.- Inspecciones del cliente**

### ***B.12.1.- Inspecciones del cliente***

El cliente o su representante autorizado tendrán derecho a inspeccionar los tubos o a presenciar la fabricación y ensayos de calidad de los tubos. Dicha inspección no eximirá al Fabricante de la responsabilidad de suministro de productos que cumplan con las normas aplicables de la presente especificación.

### ***B.12.2.- Notificaciones del fabricante al cliente***

En el caso de que el Cliente desee ver algún tubo determinado durante algún estado concreto de la fabricación, el Fabricante dará aviso al Cliente o su representante autorizado, con el suficiente tiempo de antelación, de donde y cuando tendrá lugar la producción de dichos tubos.

### ***B.12.3.- Renuncia a la inspección***

En el caso de que el Cliente no inspeccione la fabricación, ensayos o tubos terminados, no significará que haya aprobado los ensayos o productos.

## **B.13.- Información adicional**

### ***B.13.1.- Información adicional a entregar antes o en el momento de la oferta***

La contrata presentará a la Dirección de Obra la información suficiente para una amplia evaluación de la tubería propuesta. Dicha información incluirá como mínimo los siguientes datos específicos:

*B.13.1.1.- Detalle del espesor y propiedades de la tubería propuesta.*

B.13.1.1.1.- Clase de Presión.

Clase de Rigidez

Detalles de los acoplamientos.

Listado de las materias primas homologadas por el fabricante a utilizar durante la fabricación.

***B.13.2.- Información adicional a entregar después de cursado el pedido de los tubos y antes de su fabricación***

Detalles del embalaje y del anidamiento de tubos juntamente con los métodos para el desembalaje de los mismos

Recomendaciones para el almacenaje y manipulación de los tubos y acoplamientos.

Recomendaciones de instalación

**B.14.- Embalaje, manipulación y transporte**

El embalaje, manipulación y transporte será realizado de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante.

***B.14.1.-Asistencia en la instalación***

El representante del departamento de Asistencia Técnica deberá asistir periódicamente al lugar de instalación y particularmente en el inicio de la misma.

El tiempo de presencia del representante de Asistencia Técnica será especificado en el contrato de suministro entre el Fabricante y el Cliente.

***B.14.2.-Identificación***

Todos los tubos vendrán perfectamente identificados con N° de fabricación, fecha, rigidez, presión nominal, fabricante y diámetro nominal. Esta identificación estará embebida en resina de forma que no pueda ser manipulada ni deteriorada por el paso del tiempo. No sirven impresiones sobre el tubo.

**C) TUBERÍA DE FUNDICIÓN DÚCTIL**

**C.1.- CLASE K7**

***C.1.1.-Tubos***

***C.1.1.1.-Normativa***

Han de cumplir las especificaciones establecidas en las siguientes normas:

UNE-EN 545: Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.

ISO 8179-1: Tubos de fundición dúctil. Revestimiento externo de Cinc. Parte 1: Zinc metálico y capa de acabado.

UNE-EN 681-1: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.

UNE EN ISO 9001: Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.

#### C.1.1.2.- Descripción

Los tubos serán fabricados colados por centrifugación en molde metálico y estarán provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

Este tipo de unión es de un diseño tal que proporciona una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno, etc.

#### C.1.1.3.-Características mecánicas mínimas

Estas características son comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma UNE-EN 545:2002

Resistencia mínima a la tracción ( $R_m$ )	ALARGAMIENTO MÍNIMO A LA ROTURA (A)	Dureza Brinell (HB)
TUBOS	TUBOS	TUBOS
DN 150 a 600	DN 150 a 600	DN 150 a 600
<b>420 Mpa</b>	<b>10 %</b>	<b>≤ 230</b>

#### C.1.1.4.- Prueba de estanquidad

Todos los tubos se someten en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no es inferior a 15 seg., de los cuales 10 seg. son a la presión de ensayo.

Dicha prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a la presión indicada en la tabla, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas.

DN (mm)	150-250	300	350-600
Presión (bar) Tubos	40	32	24

Estos valores de presión son los exigidos por las normas UNE EN-545.

*C.1.1.5.- Marcado de los tubos*

Directo de fundición y localizado en el fondo del enchufe:

Diámetro nominal (mm).

Tipo de unión.

Año de fabricación.

Identificación fabricante.

Material (fundición dúctil).

Clase de espesor.

Semana de fabricación.

*C.1.1.6.- Revestimientos*

C.1.1.6.1.- Revestimiento interno

Todos los tubos son revestidos internamente con una capa de mortero de cemento, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE EN 545.

Los espesores de la capa de mortero una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor (mm)	
	Valor nominal	Tolerancia
150 - 300	4	- 1,5
350 - 600	5	- 2

C.1.1.6.2.- Revestimiento externo

Los tubos se revisten externamente con dos capas:

1) Una primera con cinc metálico:

Electrodeposición de hilo de cinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 200 gr./m<sup>2</sup>. Cantidad superior a la exigida por la norma UNE EN 545 e ISO 8179-1 que es de 130 gr./m<sup>2</sup>.

2) Una segunda, de pintura epoxi verde.

Pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 .



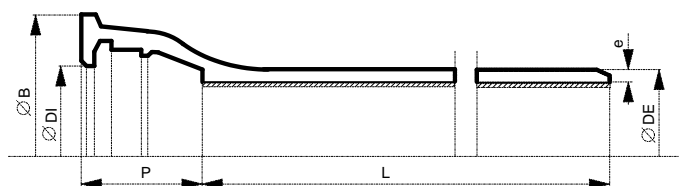
Antes de la aplicación del cinc, la superficie de los tubos está seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior, es tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo un secado en estufa).

La capa de acabado recubre uniformemente la totalidad de la capa de zinc y está exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos

**C.1.1.7.- Aseguramiento de la calidad**

El proceso de producción es sometido a un sistema de aseguramiento de calidad, conforme a la norma **UNE EN ISO 9001: 2000**, y está certificado por un organismo exterior.

**C.1.1.8.- Características geométricas**

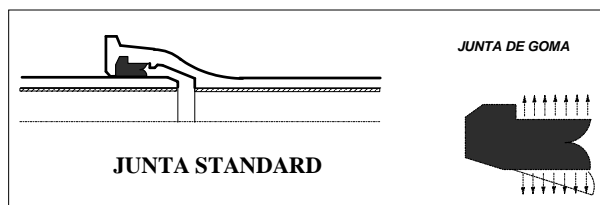


TUBOS DE RIEGO							
DN (mm)	L (m)	e (mm)	DE (mm)	DI (mm)	P (mm)	B (mm)	Peso aprox.
150	6	5	170	173	98	243	23.6
200	6	5.4	222	225	104	296	33.1
250	6	5.8	274	277	104	353	43.5
300	6	6.0	326	329	105	410	53.71
350	6	6.0	378	381	108	465	66.44
400	6	6.3	429	432	110	517	78.25
450	6	6.6	480	483	113	575	92.55
500	6	7.0	532	535	115	630	106.58
600	6	7.7	635	638	120	739	138.18

**C.1.2.- Sistemas de unión**

**C.1.2.1.- JUNTA AUTOMÁTICA FLEXIBLE (J.A.F.)**

La estanqueidad se consigue por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso en el enchufe.



Para instalaciones donde se requiera que la unión soporte tracción, el tipo de junta será acerojada.

### C.1.2.2.- ANILLOS DE ELASTÓMERO

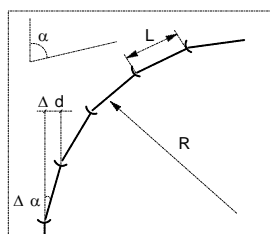
Para su utilización en regadío son de caucho sintético EPDM (Etileno-Propileno).

Los anillos de caucho son marcados de forma visible para su identificación (periodo de fabricación y fabricante).

Características:

Dureza DIDC (Shore A)	66 a 75 ( $\pm 3$ )
Resistencia mínima a la tracción	9 MPa
Alargamiento mínimo a la rotura	200 %
Deformación remanente tras la compresión:	
durante 72 horas a 23 °C $\pm$ 2°C	15 %
durante 24 horas a 70 °C $\pm$ 1°C	25 %
Temperatura máxima de utilización	50°C

### C.1.2.3.- DESVIACIONES ADMISIBLES



Radio de curvatura :

$$R = \frac{L}{2 \cdot \text{Sen} \frac{\Delta\alpha}{2}}$$

$\alpha$  = Ángulo del cambio de dirección

$\Delta\alpha$  = Desviación máxima admisible .

Nº de tubos para un cambio de dirección :

$$N = \frac{\alpha}{\Delta\alpha}$$

L = Longitud del tubo.

$\Delta\delta$  = Desplazamiento máximo.

C = Longitud del cambio de dirección:

$$C = N \cdot L$$

### Junta STANDARD

DN (mm)	Desviación Grados	L (m)	R (m)	Desplazamiento (cm)
150	5°	6	69	52
200 - 300	4°	6	86	42
350 - 600	3°	6	115	32

#### **C.1.3.- Presiones**

El cálculo de presiones se basa en la Norma UNE EN-545.

##### *C.1.3.1.- PRESIÓN MÁXIMA DE FUNCIONAMIENTO (PFA)*

Presión interior que un componente de la canalización puede soportar con toda seguridad de forma continua en régimen hidráulico permanente.

$$PFA = \frac{20 \cdot e \cdot R_t}{C \cdot D} \quad (1)$$

PFA: Presión de funcionamiento admisible.  
(Máximo 64 bar)

e: Espesor mínimo de la pared del tubo  
 $e = e_n \cdot T$  (mm).

$e_n$  = Espesor nominal

(Mínimo de 4,8 mm para tubos de DN 100 a DN 250)

T = Tolerancia máxima:

$T = 1,3$  para  $e_n \leq 5$

$T = (1,3 + 0,001 DN)$  para  $e_n > 5$

Con  $e_n \leq 6,0$ :  $T = 1,3$

Con  $e_n > 6,0$ :  $T = (1,3 + 0,001 DN)$

DN 150 - 250

DN 300 - 600

$R_t$  = Resistencia mínima a la tracción 420  
MPa.

C = Coeficiente de seguridad  
3.

D = Diámetro medio=  
 $D_{ext} - e$ .

$D_{ext}$  = Diámetro exterior (mm).

##### *C.1.3.2.- PRESIÓN MÁXIMA ADMISIBLE (PMA)*

Presión hidrostática máxima (incluyendo golpe de ariete) que es capaz de soportar un componente de la canalización en régimen de sobrepresión transitoria.

La forma de cálculo de esta presión es igual que la expresión (1), pero utilizando un coeficiente de seguridad  $C = 2,5$ .

### C.1.3.3.-PRESIÓN DE ENSAYO ADMISIBLE (PEA)

Presión hidrostática máxima de prueba en zanja a la cual es capaz de resistir un componente de la canalización durante un tiempo relativamente corto con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la misma.

$$PEA = 5 + PMA$$

### C.1.3.4.-TABLA DE PRESIONES

#### **TUBOS PARA RIEGO CON JUNTA STANDARD**

DN (mm)	en (mm)	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
150	5	62	74	79
200	5,4	50	60	65
250	5,8	43	51	56
300	6,0	41	49	54
350	6,0	35	42	47
400	6,3	30	36	41
450	6,6	28	34	39
500	7,0	28	33	38
600	7,7	26	31	36

### C.1.4.- Perdidas de carga (cálculo hidráulico)

#### C.1.4.1.-Coeficiente de rugosidad

Los revestimientos interiores de mortero de cemento centrifugado tienen una superficie lisa y regular de coeficiente de rugosidad equivalente de valor 0,03 mm.

No obstante, la rugosidad de superficie equivalente de una canalización no depende sólo de la rugosidad de la pared del tubo, sino también y sobre todo del número

de codos, tés, reducciones, e irregularidades del perfil de la canalización (mala alineación). La experiencia ha demostrado que  $K = 0,1 \text{ mm}$  es un valor razonable en el caso de canalizaciones de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento de horno alto para la red en conjunto, aunque en el caso de grandes canalizaciones que constan de un escaso número de uniones por kilómetro,  $K$  puede ser ligeramente inferior (0,06 a 0,08 mm).

Tubo solo	Red completa
$k = 0,03 \text{ mm}$	$k = 0,1 \text{ mm}$

- Las pérdidas de carga debidas a la rugosidad de la superficie del tubo y a los puntos singulares (empalmes, uniones, etc.) son en general menores que las debidas al rozamiento propio interior del fluido (20 % como máximo para un valor de  $K = 0,1 \text{ mm}$ ).
- Las pérdidas de carga debidas a la superficie del tubo son inferiores a las provocadas por perturbaciones locales (5 a 7 % contra 10 a 13 %). Un cambio en el valor inicial de  $K$  entre 0 y 0,03 mm tiene muy poca importancia; sin embargo, es esencial que el valor inicial de  $K$  permanece constante en el tiempo, gracias al revestimiento de mortero de cemento.

*C.1.4.2.-Formulas para el cálculo*

COLEBROOK-WHITE :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \text{Log} \left[ \frac{K}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{R^o} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right]$$

De donde:  $\nu$  = Viscosidad cinemática a la temperatura de funcionamiento.

$$R^o = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (\text{Número de Reynolds})$$

$K$  = Rugosidad de la superficie.  
= coeficiente de pérdida de carga.

$$\frac{2,51}{R^o} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \quad (\text{pérdidas de carga debidas al rozamiento intrínseco del fluido}).$$

$\frac{K}{3,71 \cdot D}$  (pérdidas de carga causadas por el rozamiento del fluido contra la pared del tubo).

DARCY:  $J = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot D}$  Pérdidas de carga en conducciones llenas, en función del caudal y de la velocidad.

Hipótesis de cálculo:

- Tubería llena.
- Coeficiente de rugosidad:  $K = 0,003 \text{ mm}$  y  $K = 0,1 \text{ mm}$ .
- Viscosidad cinemática del agua:  $\nu = 1,301 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$ .
- Temperatura de agua:  $T = 10^\circ\text{C}$ .

<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>						
<b>Q</b>	<b>DN 150</b>			<b>DN 200</b>		
<b>l/seg</b>	<b>j (m/km)</b>		<b>V</b>	<b>j (m/km)</b>		<b>V</b>
	<b>k = 0,03 mm</b>	<b>k = 0,1 mm</b>	<b>m/seg</b>	<b>k = 0,03 mm</b>	<b>k = 0,1 mm</b>	<b>m/seg</b>
7,00						
7,50						
8,00						
8,50						
9,00	1,84	1,98	0,51			
9,50	2,03	2,19	0,54			
10,00	2,25	2,41	0,57			
10,50	2,44	2,64	0,59			
11,00	2,65	2,88	0,62			
11,50	2,88	3,12	0,65			
12,00	3,11	3,39	0,68			
12,50	3,35	3,66	0,71			
13,00	3,60	3,94	0,74			
13,50	3,85	4,22	0,76			
14,00	4,12	4,52	0,79			
14,50	4,39	4,83	0,82			
15,00	4,67	5,15	0,85			
15,50	4,96	5,48	0,88			
16,00	5,26	5,81	0,91	1,30	1,39	0,51
16,50	5,56	6,16	0,93	1,37	1,47	0,53
17,00	5,87	6,52	0,96	1,45	1,56	0,54
17,50	6,19	6,89	0,99	1,53	1,64	0,56
18,00	6,52	7,26	1,02	1,61	1,73	0,57
18,50	6,86	7,65	1,05	1,69	1,82	0,59
19,00	7,21	8,05	1,08	1,77	1,91	0,60
19,50	7,56	8,45	1,10	1,86	2,01	0,62
20,00	7,92	8,87	1,13	1,95	2,11	0,64
20,50	8,29	9,30	1,16	2,04	2,20	0,65
21,00	8,67	9,73	1,19	2,13	2,31	0,67
21,50	9,05	10,18	1,22	2,22	2,41	0,68
22,00	9,44	10,63	1,24	2,31	2,52	0,70
22,50	9,84	11,10	1,27	2,41	2,62	0,72
23,00	10,25	11,57	1,30	2,51	2,73	0,73
23,50	10,67	12,06	1,33	2,61	2,85	0,75
24,00	11,09	12,55	1,36	2,71	2,96	0,76
26,00	12,87	14,63	1,47	3,14	3,44	0,83
28,00	14,77	16,86	1,58	3,60	3,96	0,89
30,00	16,79	19,24	1,70	4,09	4,51	0,95
32,00	18,94	21,79	1,81	4,60	5,10	1,02
34,00	21,21	24,49	1,92	5,14	5,72	1,08
36,00	23,60	27,34	2,04	5,72	6,37	1,15
38,00	26,12	30,35	2,15	6,32	7,06	1,21
40,00	28,76	33,51	2,26	6,95	7,79	1,27
42,00	31,52	36,83	2,38	7,60	8,55	1,34
44,00	34,40	40,31	2,49	8,29	9,34	1,40
46,00	37,41	43,94	2,60	9,00	10,17	1,46
48,00	40,54	47,73	2,72	9,74	11,04	1,53
50,00	43,79	51,67	2,83	10,51	11,93	1,59
55,00				12,56	14,33	1,75
60,00				14,78	16,95	1,91
65,00				17,17	19,78	2,07
70,00				19,73	22,82	2,23
75,00				22,47	26,09	2,39
80,00				25,37	29,56	2,55
85,00				28,45	33,26	2,71
90,00				31,69	37,17	2,86

				<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>					
Q	DN 250			DN 300			DN 350		
l/seg	j (m/km)		V	j (m/km)		V	j (m/km)		V
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	m/seg	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	m/seg	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	m/seg
30,00	1,38	1,48	0,61						
32,00	1,55	1,67	0,65						
34,00	1,73	1,87	0,69						
36,00	1,92	2,09	0,73	0,79	0,84	0,51			
38,00	2,12	2,31	0,77	0,87	0,93	0,54			
40,00	2,33	2,54	0,81	0,96	1,03	0,57			
42,00	2,55	2,79	0,86	1,05	1,13	0,59			
44,00	2,78	3,04	0,90	1,14	1,23	0,62			
46,00	3,01	3,31	0,94	1,24	1,33	0,65			
48,00	3,26	3,59	0,98	1,34	1,45	0,68			
50,00	3,51	3,88	1,02	1,44	1,56	0,71	0,68	0,73	0,52
52,00	3,78	4,18	1,06	1,55	1,68	0,74	0,73	0,78	0,54
54,00	4,05	4,49	1,10	1,66	1,80	0,76	0,79	0,84	0,56
56,00	4,33	4,81	1,14	1,78	1,93	0,79	0,84	0,90	0,58
58,00	4,62	5,14	1,18	1,89	2,06	0,82	0,89	0,96	0,60
60,00	4,92	5,48	1,22	2,02	2,20	0,85	0,95	1,02	0,62
62,00	5,23	5,84	1,26	2,14	2,34	0,88	1,01	1,09	0,64
64,00	5,55	6,20	1,30	2,27	2,48	0,91	1,07	1,15	0,67
66,00	5,87	6,58	1,34	2,40	2,63	0,93	1,13	1,22	0,69
68,00	6,21	6,96	1,39	2,54	2,78	0,96	1,20	1,29	0,71
70,00	6,55	7,36	1,43	2,68	2,94	0,99	1,26	1,36	0,73
72,00	6,90	7,77	1,47	2,82	3,10	1,02	1,33	1,44	0,75
74,00	7,26	8,19	1,51	2,97	3,27	1,05	1,40	1,51	0,77
76,00	7,63	8,61	1,55	3,12	3,44	1,08	1,47	1,59	0,79
78,00	8,01	9,05	1,59	3,27	3,61	1,10	1,54	1,67	0,81
80,00	8,40	9,51	1,63	3,43	3,79	1,13	1,61	1,75	0,83
85,00	9,41	10,68	1,73	3,83	4,25	1,20	1,80	1,97	0,88
90,00	10,47	11,92	1,83	4,26	4,74	1,27	2,00	2,19	0,94
95,00	11,58	13,23	1,94	4,71	5,26	1,34	2,21	2,43	0,99
100,00	12,75	14,61	2,04	5,18	5,80	1,41	2,43	2,67	1,04
105,00	13,98	16,05	2,14	5,68	6,37	1,49	2,66	2,93	1,09
110,00	15,25	17,57	2,24	6,19	6,97	1,56	2,90	3,20	1,14
115,00	16,58	19,14	2,34	6,73	7,59	1,63	3,15	3,49	1,20
120,00	17,97	20,79	2,44	7,28	8,23	1,70	3,41	3,78	1,25
125,00	19,41	22,50	2,55	7,86	8,91	1,77	3,68	4,10	1,30
130,00	20,90	24,29	2,65	8,46	9,60	1,84	3,96	4,41	1,35
135,00	22,44	26,13	2,75	9,08	10,33	1,91	4,25	4,74	1,40
140,00	24,04	28,05	2,85	9,72	11,08	1,98	4,54	5,08	1,46
145,00	25,70	30,03	2,95	10,38	11,86	2,05	4,85	5,43	1,51
150,00				11,07	12,66	2,12	5,17	5,80	1,56
155,00				11,77	13,49	2,19	5,49	6,17	1,61
160,00				12,50	14,34	2,26	5,83	6,56	1,66
165,00				13,24	15,22	2,33	6,17	6,96	1,71
170,00				14,01	16,13	2,41	6,53	7,37	1,77
175,00				14,79	17,06	2,48	6,89	7,80	1,82
180,00				15,60	18,02	2,55	7,27	8,23	1,87
185,00				16,43	19,01	2,62	7,65	8,68	1,92
190,00				17,28	20,02	2,69	8,04	9,14	1,97
195,00				18,15	21,06	2,76	8,44	9,61	2,03
200,00				19,04	22,12	2,83	8,86	10,09	2,08
210,00				20,89	24,32	2,97	9,71	11,09	2,18
220,00							10,59	12,13	2,29
230,00							11,52	13,22	2,39
240,00							12,48	14,36	2,49
250,00							13,49	15,55	2,60
260,00							14,52	16,78	2,70
270,00							15,60	18,06	2,81
280,00							16,71	19,38	2,91



<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>									
<b>Q</b>	<b>DN 400</b>			<b>DN 450</b>			<b>DN 500</b>		
<b>l/seg</b>	<b>j (m/km)</b>		<b>V m/seg</b>	<b>j (m/km)</b>		<b>V m/seg</b>	<b>j (m/km)</b>		<b>V m/seg</b>
	<b>k = 0,03 mm</b>	<b>k = 0,1 mm</b>		<b>k = 0,03 mm</b>	<b>k = 0,1 mm</b>		<b>k = 0,03 mm</b>	<b>k = 0,1 mm</b>	
65,00	0,58	0,61	0,52						
70,00	0,66	0,70	0,56						
75,00	0,75	0,80	0,60						
80,00	0,84	0,90	0,64	0,47	0,50	0,50			
85,00	0,94	1,01	0,68	0,53	0,56	0,53			
90,00	1,04	1,13	0,72	0,59	0,63	0,57			
95,00	1,15	1,25	0,76	0,65	0,69	0,60			
100,00	1,27	1,37	0,80	0,71	0,76	0,63	0,43	0,45	0,51
105,00	1,39	1,50	0,84	0,78	0,84	0,66	0,47	0,50	0,53
110,00	1,51	1,64	0,88	0,85	0,91	0,69	0,51	0,54	0,56
115,00	1,64	1,79	0,92	0,92	0,99	0,72	0,55	0,59	0,59
120,00	1,77	1,94	0,95	1,00	1,08	0,75	0,60	0,64	0,61
125,00	1,91	2,09	0,99	1,08	1,16	0,79	0,64	0,69	0,64
130,00	2,06	2,25	1,03	1,16	1,25	0,82	0,69	0,74	0,66
135,00	2,20	2,42	1,07	1,24	1,34	0,85	0,74	0,80	0,69
140,00	2,36	2,59	1,11	1,32	1,44	0,88	0,79	0,85	0,71
145,00	2,52	2,77	1,15	1,41	1,54	0,91	0,85	0,91	0,74
150,00	2,68	2,96	1,19	1,50	1,64	0,94	0,90	0,97	0,76
155,00	2,85	3,15	1,23	1,60	1,74	0,97	0,96	1,03	0,79
160,00	3,02	3,35	1,27	1,70	1,85	1,01	1,01	1,09	0,81
165,00	3,20	3,55	1,31	1,79	1,96	1,04	1,07	1,16	0,84
170,00	3,38	3,76	1,35	1,90	2,08	1,07	1,13	1,23	0,87
175,00	3,57	3,97	1,39	2,00	2,20	1,10	1,20	1,30	0,89
180,00	3,76	4,19	1,43	2,11	2,32	1,13	1,26	1,37	0,92
185,00	3,96	4,42	1,47	2,22	2,44	1,16	1,32	1,44	0,94
190,00	4,16	4,65	1,51	2,33	2,57	1,19	1,39	1,52	0,97
195,00	4,37	4,89	1,55	2,45	2,70	1,23	1,46	1,59	0,99
200,00	4,58	5,13	1,59	2,56	2,83	1,26	1,53	1,67	1,02
210,00	5,01	5,63	1,67	2,81	3,11	1,32	1,67	1,83	1,07
220,00	5,47	6,16	1,75	3,06	3,40	1,38	1,83	2,00	1,12
230,00	5,95	6,71	1,83	3,33	3,70	1,45	1,98	2,18	1,17
240,00	6,44	7,29	1,91	3,60	4,02	1,51	2,15	2,36	1,22
250,00	6,95	7,88	1,99	3,89	4,34	1,57	2,31	2,56	1,27
260,00	7,49	8,50	2,07	4,18	4,68	1,63	2,49	2,75	1,32
270,00	8,04	9,15	2,15	4,49	5,04	1,70	2,67	2,96	1,38
280,00	8,61	9,82	2,23	4,80	5,40	1,76	2,86	3,17	1,43
290,00	9,19	10,51	2,31	5,13	5,78	1,82	3,05	3,39	1,48
300,00	9,80	11,22	2,39	5,47	6,17	1,89	3,25	3,62	1,53
310,00	10,43	11,96	2,47	5,82	6,57	1,95	3,46	3,86	1,58
320,00	11,07	12,72	2,55	6,17	6,99	2,01	3,67	4,10	1,63
330,00	11,73	13,50	2,63	6,54	7,42	2,07	3,89	4,35	1,68
340,00	12,42	14,31	2,71	6,92	7,86	2,14	4,11	4,61	1,73
350,00	13,12	15,14	2,79	7,31	8,31	2,20	4,34	4,87	1,78
360,00	13,84	15,99	2,86	7,71	8,78	2,26	4,57	5,14	1,83
370,00	14,57	16,87	2,94	8,11	9,26	2,33	4,82	5,42	1,88
380,00				8,53	9,75	2,39	5,06	5,71	1,94
390,00				8,96	10,25	2,45	5,32	6,00	1,99
400,00				9,40	10,77	2,52	5,58	6,30	2,04
420,00				10,31	11,84	2,64	6,11	6,93	2,14
440,00				11,26	12,96	2,77	6,67	7,58	2,24
460,00				12,25	14,13	2,89	7,26	8,26	2,34
480,00							7,86	8,97	2,44
500,00							8,49	9,71	2,55
520,00							9,15	10,48	2,65
540,00							9,83	11,28	2,75
560,00							10,53	12,11	2,85
580,00							11,25	12,97	2,95

		<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>		
<b>Q</b>	<b>DN 600</b>			
<b>l/seg</b>	<b>j (m/km)</b>		<b>V</b>	
	<b>k = 0,03 mm</b>	<b>k = 0,1 mm</b>	<b>m/seg</b>	
160,00	0,42	0,44	0,57	
170,00	0,47	0,50	0,60	
180,00	0,52	0,55	0,64	
190,00	0,57	0,61	0,67	
200,00	0,63	0,67	0,71	
210,00	0,69	0,74	0,74	
220,00	0,75	0,81	0,78	
230,00	0,81	0,88	0,81	
240,00	0,88	0,95	0,85	
250,00	0,95	1,03	0,88	
260,00	1,02	1,10	0,92	
270,00	1,09	1,19	0,95	
280,00	1,17	1,27	0,99	
290,00	1,25	1,36	1,03	
300,00	1,33	1,45	1,06	
310,00	1,41	1,54	1,10	
320,00	1,50	1,64	1,13	
330,00	1,58	1,74	1,17	
340,00	1,68	1,84	1,20	
350,00	1,77	1,94	1,24	
360,00	1,86	2,05	1,27	
370,00	1,96	2,16	1,31	
380,00	2,06	2,27	1,34	
390,00	2,16	2,39	1,38	
400,00	2,27	2,51	1,41	
420,00	2,48	2,76	1,49	
440,00	2,71	3,01	1,56	
460,00	2,94	3,28	1,63	
480,00	3,19	3,56	1,70	
500,00	3,44	3,85	1,77	
520,00	3,71	4,16	1,84	
540,00	3,98	4,47	1,91	
560,00	4,26	4,79	1,98	
580,00	4,55	5,13	2,05	
600,00	4,85	5,48	2,12	
620,00	5,16	5,84	2,19	
640,00	5,48	6,21	2,26	
660,00	5,81	6,59	2,33	
680,00	6,14	6,98	2,41	
700,00	6,49	7,39	2,48	
720,00	6,84	7,80	2,55	
740,00	7,21	8,23	2,62	
760,00	7,58	8,67	2,69	
780,00	7,96	9,12	2,76	
800,00	8,36	9,58	2,83	

## C.2.- CLASE K9

### C.2.1.-Tubos y accesorios

#### C.2.1.1.-Normativa

Han de cumplir las especificaciones establecidas en las siguientes normas:

UNE-EN 545: Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.

UNE-EN 681-1: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.

UNE EN ISO 9001: Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.

UNE EN ISO 14001: Sistemas de Gestión Medioambiental: Especificaciones y directrices para su utilización

#### C.2.1.2.- Descripción

Los tubos serán fabricados colados por centrifugación en molde metálico y estarán provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

Este tipo de unión es de un diseño tal que proporciona una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno, etc.

#### C.2.1.3.-Características mecánicas mínimas

Estas características son comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma UNE-EN 545:2002

Resistencia mínima a la tracción ( $R_m$ )	Alargamiento mínimo a la rotura (A)			Dureza Brinell (HB)	
	TUBOS	TUBOS	ACCESORIOS	TUBOS	ACCESORIOS
DN 60 a 2000	DN 60 a 1000	DN 1100 a 2000	DN 60 a 2000	DN 60 a 2000	DN 60 a 2000
<b>420 MPa</b>	<b>10 %</b>	<b>7 %</b>	<b>5 %</b>	<b>≤ 230</b>	<b>≤ 250</b>

### C.2.1.4.- Prueba de estanquidad

Todos los tubos se someten en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no es inferior a 15 seg., de los cuales 10 seg. son a la presión de ensayo.

Dicha prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a la presión indicada en la tabla, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas.

DN (mm)	60 - 300	350 - 600	700 . 1000	1100-1600	1800 -2000
<b>Presión (bar) Tubos de agua K9</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>25</b>

Estos valores de presión correspondientes a la serie K9, son los exigidos por las normas UNE EN-545.

**Todas** las piezas especiales se prueban en fábrica a estanquidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consiste en mantener la pieza con aire como mínimo a 1 bar de presión y comprobar la estanquidad con un producto jabonoso.

### C.2.1.5.- Marcado

#### C.2.1.5.1.- De los tubos

Directo de fundición y localizado en el fondo del enchufe:

Diámetro nominal (mm).

Tipo de enchufe.

Año de fabricación.

Identificación fabricante.

Identificación de fundición dúctil.

Clase de espesor de tubería (necesario si es diferente de K9).

Semana de fabricación: Directo de fundición o punzonado en frío según los diámetros.

En pequeños diámetros podrá indicarse el número de tubos que forman el paquete.

#### C.2.1.5.2.- De los accesorios

Todas las piezas llevan de origen las siguientes marcas:

Diámetro nominal	60- 1800
Tipo de unión	STD o EXP
Material	GS
Fabricante	PAM
Año	dos cifras
Ángulo de codos	1/4, 1/8, 1/16; 1/32
Bridas	PN y DN
Semana de fabricación	41

#### C.2.1.6.- Revestimientos

##### C.2.1.6.1.- Revestimiento interno

Todos los tubos son revestidos internamente con una capa de mortero de cemento, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE EN 545.

Los espesores de la capa de mortero una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor (mm)	
	Valor nominal	Tolerancia
60 - 300	3,5	- 1,5
350 - 600	5	- 2
700 - 1200	6	- 2,5
1400 - 2000	9	- 3

##### C.2.1.6.2.- Revestimiento externo

Los tubos se revisten externamente con dos capas:

1) Una primera con cinc metálico:

Electrodeposición de hilo de cinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 200 gr./m<sup>2</sup>. Cantidad superior a la exigida por la norma UNE EN 545 que es de 130 gr./m<sup>2</sup>.

2) Una segunda, de pintura bituminosa:

Pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 m.

Antes de la aplicación del cinc, la superficie de los tubos está seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior, es tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo un secado en estufa).

La capa de acabado recubre uniformemente la totalidad de la capa de zinc y está exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos

#### C.2.1.6.3.- Revestimiento de los accesorios

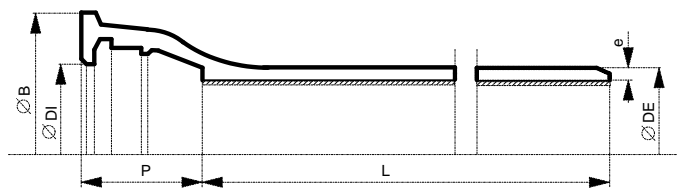
Interior y exteriormente las piezas se recubren, hasta diámetro 1200 mm, con barniz epoxi depositado por cataforesis de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 35  $\mu$ m.

Las piezas de diámetro superior a 1200 mm se recubren tanto interior como exteriormente con pintura bituminosa de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 70  $\mu$ m.

#### C.2.1.7.- Aseguramiento de la calidad

El proceso de producción es sometido a un sistema de aseguramiento de calidad, conforme a la norma **UNE EN ISO 9001: 2000**, y está certificado por un organismo exterior.

#### C.2.1.8.- Características geométricas (clase K9)



TUBOS ABASTECIMIENTO DE AGUA 6 CLASE K 9							
DN (mm)	L (m)	e (mm)	DE (mm)	DI (mm)	P (mm)	B (mm)	Peso aprox. (Kg/m)
60	6	6	77	80	87	145	11,5
80	6	6	98	101	90	168	15
100	6	6,1	118	121	92	189	18,5
125	6	6,2	144	147	95	216	23
150	6	6,3	170	173	98	243	27,5
200	6	6,4	222	225	104	296	37
250	6	6,8	274	277	104	353	48
300	6	7,2	326	329	105	410	61

TUBOS ABASTECIMIENTO DE AGUA ó CLASE K 9							
DN (mm)	L (m)	e (mm)	DE (mm)	DI (mm)	P (mm)	B (mm)	Peso aprox. (Kg/m)
350	6	7,7	378	381	108	465	80,5
400	6	8,1	429	432	110	517	95,5
450	6	8,6	480	483	113	575	113
500	6	9	532	535	115	630	131
600	6	9,9	635	638	120	739	170
700	7	10,8	738	741	145	863	218
800	7	11,7	842	845	145	974	267
900	7	12,6	945	948	145	1082	320
1000	7	13,5	1048	1051	155	1191	378
	8,27	13,5	1048	1051	155	1191	378
1100	7	14,4	1151	1154	160	1300	441
1200	8,26	15,3	1255	1258	165	1412	506
1400	8,19	17,1	1462	1465	245	1592	694
1500	8,18	18	1565	1568	265	1710	779
1600	8,18	18,9	1668	1671	265	1816	868
1800	8,17	20,7	1875	1878	275	2032	1058
2000	8,13	22,5	2082	2085	290	2265	1262

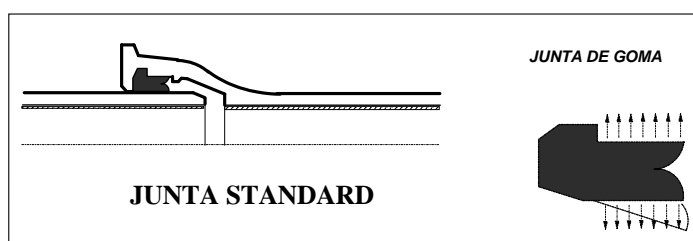
Todas las piezas especiales tienen como espesores mínimos los de la serie K12

## C.2.2.- Sistemas de unión

### C.2.2.1.- TUBOS: JUNTA AUTOMÁTICA FLEXIBLE (J.A.F.)+

La estanqueidad se consigue por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso en el enchufe.

Este tipo de junta se utiliza en la unión de los tubos tanto para abastecimiento de agua como saneamiento, en los accesorios para saneamiento y en los accesorios para abastecimiento de agua de DN 1100 a 2000.

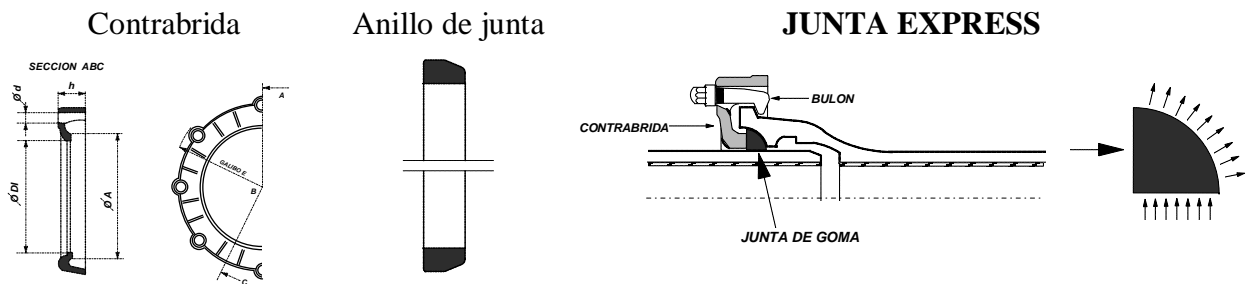


Para instalaciones donde se requiera que la unión soporte tracción, el tipo de junta será acerojada. Junta STD Vi y Ve acerojada.

### C.2.2.2.-PIEZAS: +JUNTA EXPRES+

La estanqueidad se consigue por la compresión axial de un anillo de elastómero presionado por medio de una contrabrida móvil taladrada y sujeta por bulones en el resalte de la campana por su parte exterior.

Una vez verificada la posición de la contrabrida, se deben apretar las tuercas progresivamente por pasadas y operando sobre tornillos - tuercas enfrentados aplicando los pares de apriete (12 Kgm para los bulones de 22 mm y 30 Kgm para los bulones de 27 mm) y verificándolos después de la prueba de presión en zanja.



Este tipo de junta se utiliza en la unión de los accesorios para abastecimiento de agua de DN 60 a 1200.

### C.2.2.3.- OTROS TIPOS DE UNIONES EN PIEZAS

Para ciertos diámetros la unión de piezas a tubos podrá ser automática flexible, similar a la de los tubos (DN 1100-1800)

Cuando las piezas lleven unión con brida, será conforme con la serie ISO y podrán ser móviles.

Para instalaciones donde se requiera tracción en la tubería, los accesorios podrán ser del tipo junta automática acerrojada o junta EXP Vi acerrojada.

Existen otros tipos de uniones adaptadas a utilizaciones específicas, como la unión IM en el saneamiento que permite conectar determinados accesorios con extremos lisos de diferentes materiales.



### C.2.2.4.- ANILLOS DE ELASTÓMERO

Para su utilización en abastecimiento de agua son de caucho sintético **EPDM** (Etileno-Propileno).

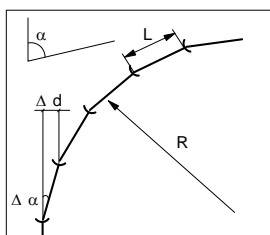
Los anillos de caucho son marcados de forma visible para su identificación (periodo de fabricación y fabricante), así mismo las juntas para saneamiento vienen identificadas por dos líneas amarillas en la parte interior de la misma.

Características :

Dureza DIDC (Shore A)	66 a 75 (± 3)
Resistencia mínima a la tracción	9 MPa
Alargamiento mínimo a la rotura	200 %
Deformación remanente tras la compresión:	
durante 70 horas a 23 ± 2°C	15 %
durante 22 horas a 70 ± 1°C	25 %
Temperatura máx. de utilización	50°

### C.2.2.5.- DESVIACIONES

Las desviaciones máximas admisibles que permiten las diferentes juntas son:



Radio de curvatura:

$$R = \frac{L}{2 \cdot \text{Sen} \frac{\Delta\alpha}{2}}$$

$\alpha$  = Ángulo del cambio de dirección  
 $\Delta\alpha$  = Desviación máxima admisible .

Nº de tubos para un cambio de dirección:

$$N = \frac{\alpha}{\Delta\alpha}$$

L = Longitud del tubo.

$\Delta\delta$  = Desplazamiento máximo.

C = Longitud del cambio de dirección:  $C = N \cdot L$

### Juntas STANDARD y EXPRES

DN (mm)	$\Delta\alpha$ (Grados)	L (m)	R (m)	Desplazamiento $\Delta\delta$ (cm)
60 - 150	5°	6	69	52
200 - 300	4°	6	86	42
350 - 600	3°	6	115	32
700 - 800	2°	7	200	25
900 - 1000	1,5°	7	267	19
1000 - 1800	1,5°	8	305	21

### C.2.2.6.- CORTE DE LOS TUBOS

Los tubos de fundición dúctil pueden ser cortados en la obra para lo que será necesario respetar las instrucciones de corte. Conforme a las exigencias de la NORMA UNE 545, para garantizar el corte en DN  $\geq 800$  este deberá realizarse sobre los 2/3 de la longitud del tubo a partir del extremo liso. Para el resto de DN hay que consultar al proveedor

### C.2.3.- Presiones

El cálculo de presiones se basa en la Norma UNE EN-545.

#### C.2.3.1.- PRESIÓN MÁXIMA DE FUNCIONAMIENTO (PFA)

Presión interior que un componente de la canalización puede soportar con toda seguridad de forma continua en régimen hidráulico permanente.

$$PFA = \frac{20 \cdot e \cdot R_t}{C \cdot D} \quad (1)$$

**PFA** = Presión de funcionamiento admisible. (máx. 64 bar)

**R<sub>t</sub>** = Resistencia mínima a la tracción = 420 MPa.

**e** = Espesor mínimo de la pared del tubo =  $e_n - T$ .

**C** = Coeficiente de seguridad = 3.

**e<sub>n</sub>** = Espesor nominal =  $K (0,5 + 0,001 DN)$ . (mínimo 6mm)

**D** = Diámetro medio =  $D_{ext} - e$ .

**T** = Tolerancia máxima =  $(1,3 + 0,001 DN)$ .

**D<sub>ext</sub>** = Diámetro exterior.

#### C.2.3.2.- PRESIÓN MÁXIMA ADMISIBLE (PMA)

Presión hidrostática máxima (incluyendo golpe de ariete) que es capaz de soportar un componente de la canalización en régimen de sobrepresión transitoria.

La forma de cálculo de esta presión es igual que la expresión (1), pero utilizando un coeficiente de seguridad  $C = 2,5$ .

#### C.2.3.3.- PRESIÓN DE ENSAYO ADMISIBLE (PEA)

Presión hidrostática máxima de prueba en zanja a la cual es capaz de resistir un componente de la canalización durante un tiempo relativamente corto con el fin de asegurar la integridad y estanqueidad de la misma.

$$PEA = 5 + PMA$$

**C.2.3.4.-TABLA DE PRESIONES**
**C.2.3.4.1.- Accesorios con unión a bridas**

DN	PN 10			PN 16			PN 25			PN 40		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
	bar			bar			bar			bar		
40 a 50	Ver PN 40			Ver PN 40			Ver PN 40			40	<b>48</b>	53
60 a 80	Ver PN 40			Ver PN 40			Ver PN 40			40	<b>48</b>	53
100 a 150	Ver PN 16			16	<b>20</b>	25	25	<b>30</b>	35	40	<b>48</b>	53
200 a 300	10	<b>12</b>	17	16	<b>20</b>	25	25	<b>30</b>	35	40	<b>48</b>	53
350 a 1200	10	<b>12</b>	17	16	<b>20</b>	25	25	<b>30</b>	35			
1400 a 2000	10	<b>12</b>	17	16	<b>20</b>	25						

**C.2.3.4.2.- Tubos para abastecimiento de agua con junta Standard K9**

DN (mm)	e <sub>n</sub> (mm)	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
60	5,98	64	<b>77</b>	96
80	6,04	64	<b>77</b>	96
100	6,1	64	<b>77</b>	96
125	6,17	64	<b>77</b>	96
150	6,25	64	<b>77</b>	96
200	6,3	62	<b>74</b>	79
250	6,75	54	<b>65</b>	70
300	7,2	49	<b>59</b>	64
350	7,65	45	<b>54</b>	59
400	8,1	42	<b>51</b>	56
450	8,55	40	<b>48</b>	53
500	9	38	<b>46</b>	51
600	9,9	36	<b>43</b>	48
700	10,8	34	<b>41</b>	46
800	11,7	32	<b>38</b>	43
900	12,6	31	<b>37</b>	42
1000	13,5	30	<b>36</b>	41
1100	14,4	29	<b>35</b>	40
1200	15,3	28	<b>34</b>	39
1400	17,1	28	<b>33</b>	38
1500	18	27	<b>32</b>	37
1600	18,9	27	<b>32</b>	37
1800	20,7	26	<b>31</b>	36
2000	22,5	26	<b>31</b>	36

### C.2.3.4.3.- Accesorios con junta Standard y con junta Express

DN (mm)	JUNTA STANDARD			JUNTA EXPRESS		
	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
60	64	<b>77</b>	96	64	<b>77</b>	96
80	64	<b>77</b>	96	64	<b>77</b>	96
100	64	<b>77</b>	96	64	<b>77</b>	96
125	64	<b>77</b>	96	64	<b>77</b>	96
150	57	<b>68</b>	73	57	<b>68</b>	73
200	50	<b>60</b>	65	50	<b>60</b>	65
250	46	<b>55</b>	60	46	<b>55</b>	60
300	43	<b>52</b>	57	43	<b>52</b>	57
350	41	<b>49</b>	54	25	<b>30</b>	35
400	40	<b>48</b>	53	25	<b>30</b>	35
500	38	<b>46</b>	51	25	<b>30</b>	35
600	36	<b>43</b>	48	25	<b>30</b>	35
700	34	<b>41</b>	46	25	<b>30</b>	35
800	32	<b>38</b>	43	25	<b>30</b>	35
900	31	<b>37</b>	42	25	<b>30</b>	35
1000	30	<b>36</b>	41	25	<b>30</b>	35
1200	28	<b>34</b>	39	25	<b>30</b>	35
1400	22	<b>26</b>	31			
1600	21	<b>25</b>	30			
1800	23	<b>28</b>	33			
2000	23	<b>28</b>	33			

### C.2.4.- Pérdidas de carga (cálculo hidráulico)

#### C.2.4.1.-Coeficiente de rugosidad

Los revestimientos interiores de mortero de cemento centrifugado tienen una superficie lisa y regular de coeficiente de rugosidad equivalente de valor 0,03 mm (determinado por el laboratorio de SOGREAH en GRENOBLE).

No obstante, la rugosidad de superficie equivalente de una canalización no depende sólo de la rugosidad de la pared del tubo, sino también y sobre todo del número de codos, té, reducciones, e irregularidades del perfil de la canalización (mala alineación). La experiencia ha demostrado que  $K = 0,1$  mm es un valor razonable en el caso de canalizaciones de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento de

horno alto para la red en conjunto, aunque en el caso de grandes canalizaciones que constan de un escaso número de uniones por kilómetro, K puede ser ligeramente inferior (0,06 a 0,08 mm).

Tubo solo	Red completa
k = 0,03 mm	k = 0,1 mm

- Las pérdidas de carga debidas a la rugosidad de la superficie del tubo y a los puntos singulares (empalmes, uniones, etc.) son en general menores que las debidas al rozamiento propio interior del fluido (20 % como máximo para un valor de K = 0,1 mm).
- Las pérdidas de carga debidas a la superficie del tubo son inferiores a las provocadas por perturbaciones locales (5 a 7 % contra 10 a 13 %). Un cambio en el valor inicial de K entre 0 y 0,03 mm tiene muy poca importancia; sin embargo, es esencial que el valor inicial de K permanece constante en el tiempo, gracias al revestimiento de mortero de cemento.

#### C.2.4.2.-Formulas para el cálculo

COLEBROOK-WHITE :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \text{Log} \left[ \frac{K}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{R^o} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right]$$

De donde:  $\nu$  = Viscosidad cinemática a la temperatura de funcionamiento.

$$R^o = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (\text{Número de Reynolds})$$

K = Rugosidad de la superficie.  
= coeficiente de pérdida de carga.

$$\frac{2,51}{R^o} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \quad (\text{pérdidas de carga debidas al rozamiento intrínseco del fluido}).$$

$$\frac{K}{3,71 \cdot D} \quad (\text{pérdidas de carga causadas por el rozamiento del fluido contra la pared del tubo}).$$

DARCY:  $J = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot D}$  Pérdidas de carga en conducciones llenas, en función del caudal y de la velocidad.

#### C.2.4.3.- Tablas de pérdidas de carga

Hipótesis de cálculo:

- Tubería llena.
- Coeficiente de rugosidad:  $K = 0,003$  mm y  $K = 0,1$  mm.
- Viscosidad cinemática del agua:  $\nu = 1,301 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/seg.
- Temperatura de agua:  $T = 10^{\circ}\text{C}$ .

<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>									
Q	DN 40			DN 50			DN 60		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
0,60	8,51	9,24	0,48						
0,70	11,21	12,40	0,56						
0,80	14,24	15,87	0,64						
0,90	17,60	19,75	0,72						
1,00	21,28	24,04	0,80	7,21	7,90	0,51			
1,10	25,29	28,74	0,88	8,55	9,42	0,56			
1,20	29,61	33,84	0,95	10,00	11,06	0,61			
1,30	34,25	39,34	1,03	11,55	12,83	0,66			
1,40	39,21	45,25	1,11	13,20	14,73	0,71			
1,50	44,48	51,57	1,19	14,95	16,75	0,76	6,17	6,75	0,53
1,60	50,06	58,29	1,27	16,80	18,90	0,81	6,93	7,61	0,57
1,70	55,95	65,41	1,35	18,75	21,18	0,87	7,73	8,51	0,60
1,80	62,16	72,94	1,43	20,81	23,58	0,92	8,57	9,47	0,64
1,90	68,67	80,87	1,51	22,96	26,10	0,97	9,45	10,47	0,67
2,00	75,48	89,20	1,59	25,21	28,75	1,02	10,36	11,52	0,71
2,10	82,61	97,93	1,67	27,55	31,53	1,07	11,32	12,61	0,74
2,20	90,03	107,07	1,75	30,00	34,43	1,12	12,31	13,76	0,78
2,30	97,77	116,61	1,83	32,54	37,45	1,17	13,35	14,95	0,81
2,40	105,81	126,55	1,91	35,18	40,60	1,22	14,42	16,19	0,85
2,50	114,15	136,89	1,99	37,92	43,87	1,27	15,53	17,48	0,88
2,60	122,80	147,63	2,07	40,75	47,27	1,32	16,68	18,82	0,92
2,70	131,75	158,78	2,15	43,68	50,80	1,38	17,87	20,21	0,95
2,80	141,00	170,33	2,23	46,71	54,44	1,43	19,09	21,64	0,99
2,90	150,55	182,28	2,31	49,83	58,21	1,48	20,35	23,12	1,03
3,00	160,41	194,63	2,39	53,05	62,11	1,53	21,66	24,65	1,06
3,10	170,56	207,39	2,47	56,37	66,13	1,58	22,99	26,23	1,10
3,20	181,02	220,55	2,55	59,77	70,27	1,63	24,37	27,85	1,13
3,30	191,78	234,10	2,63	63,28	74,54	1,68	25,79	29,53	1,17
3,40	202,84	248,06	2,71	66,88	78,93	1,73	27,24	31,25	1,20
3,50	214,20	262,42	2,79	70,75	83,45	1,78	28,73	33,02	1,24
3,60	225,86	277,18	2,86	74,36	88,09	1,83	30,25	34,83	1,27
3,70	237,82	292,34	2,94	78,25	92,86	1,88	31,82	36,70	1,31
3,80				82,23	97,74	1,94	33,42	38,61	1,34
3,90				86,30	102,76	1,99	35,05	40,57	1,38
4,00				90,47	107,89	2,04	36,73	42,57	1,41
4,20				99,09	118,54	2,14	40,19	46,73	1,49
4,40				108,08	129,68	2,24	43,80	51,08	1,56
4,60				117,46	141,32	2,34	47,56	55,61	1,63
4,80				127,20	153,45	2,44	51,46	60,34	1,70
5,00				137,33	166,08	2,55	55,51	65,26	1,77
5,20				147,82	179,21	2,65	59,71	70,37	1,84
5,40				158,69	192,83	2,75	64,05	75,67	1,91
5,60				169,94	206,95	2,85	68,54	81,16	1,98
5,80				181,56	221,56	2,95	73,18	86,84	2,05
6,00							77,96	92,70	2,12
6,20							82,88	98,76	2,19
6,40							87,95	105,01	2,26
6,60							93,17	111,45	2,33
6,80							98,53	118,08	2,41
7,00							104,04	124,90	2,48
7,20							109,09	131,91	2,55
7,40							115,48	139,11	2,62
7,60							121,42	146,49	2,69
7,80							127,51	154,07	2,76
8,00							133,73	161,84	2,83
8,20							140,10	169,80	2,90
8,40							146,62	177,95	2,97

## PÉRDIDAS DE CARGA

Q l/seg	DN 65			DN 80			DN 100		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
1,60	4,71	5,12	0,48						
1,80	5,81	6,36	0,54						
2,00	7,03	7,73	0,60						
2,20	8,34	9,22	0,66						
2,40	9,77	10,85	0,72						
2,60	11,29	12,60	0,78	4,12	4,48	0,52			
2,80	12,92	14,47	0,84	4,71	5,14	0,56			
3,00	14,64	16,48	0,90	5,33	5,84	0,60			
3,20	16,47	18,61	0,96	5,99	6,58	0,64			
3,40	18,40	20,86	1,02	6,69	7,37	0,68			
3,60	20,43	23,24	1,08	7,42	8,20	0,72			
3,80	22,55	25,75	1,15	8,18	9,07	0,76			
4,00	24,78	28,38	1,21	8,98	9,98	0,80	3,04	3,29	0,51
4,20	27,11	31,13	1,27	9,81	10,94	0,84	3,32	3,60	0,53
4,40	29,53	34,02	1,33	10,68	11,94	0,88	3,61	3,92	0,56
4,60	32,05	37,02	1,39	11,58	12,98	0,92	3,91	4,26	0,59
4,80	34,67	40,16	1,45	12,52	14,07	0,95	4,22	4,61	0,61
5,00	37,39	43,41	1,51	13,49	15,19	0,99	4,55	4,98	0,64
5,20	40,20	46,80	1,57	14,49	16,36	1,03	4,88	5,35	0,66
5,40	43,11	50,30	1,63	15,53	17,57	1,07	5,23	5,74	0,69
5,60	46,12	53,94	1,69	16,51	18,82	1,11	5,59	6,15	0,71
5,80	49,22	57,69	1,75	17,70	20,12	1,15	5,95	6,56	0,74
6,00	52,42	61,58	1,81	18,84	21,46	1,19	6,38	6,99	0,76
6,20	55,72	65,58	1,87	20,01	22,83	1,23	6,72	7,44	0,79
6,40	59,11	69,71	1,93	21,22	24,26	1,27	7,12	7,89	0,81
6,60	62,60	73,97	1,99	22,46	25,72	1,31	7,53	8,36	0,84
6,80	66,19	78,35	2,05	23,73	27,23	1,35	7,95	8,85	0,87
7,00	69,87	82,86	2,11	25,03	28,77	1,39	8,39	9,34	0,89
7,20	73,64	87,49	2,17	26,37	30,36	1,43	8,83	9,85	0,92
7,40	77,52	92,25	2,23	27,74	31,99	1,47	9,28	10,37	0,94
7,60	81,48	97,13	2,29	29,14	33,67	1,51	9,75	10,91	0,97
7,80	85,55	102,13	2,35	30,58	35,38	1,55	10,22	11,46	0,99
8,00	89,70	107,26	2,41	32,05	37,14	1,59	10,71	12,02	1,02
8,20	93,96	112,52	2,47	33,55	38,94	1,63	11,20	12,59	1,04
8,40	98,31	117,90	2,53	35,08	40,78	1,67	11,71	13,18	1,07
8,60	102,75	123,40	2,59	36,65	42,67	1,71	12,23	13,78	1,09
8,80	107,29	129,03	2,65	38,25	44,59	1,75	12,75	14,39	1,12
9,00	111,93	134,78	2,71	39,89	46,56	1,79	13,29	15,02	1,15
9,20	116,66	140,66	2,77	41,55	48,57	1,83	12,84	15,66	1,17
9,40	121,48	146,66	2,83	43,25	50,62	1,87	14,40	16,32	1,20
9,60	126,40	152,79	2,89	44,98	52,71	1,91	14,97	16,98	1,22
9,80	131,41	159,04	2,95	46,74	54,85	1,95	15,55	17,66	1,25
10,00				48,56	57,03	1,99	16,14	18,35	1,27
10,50				53,17	62,65	2,09	17,66	20,14	1,34
11,00				58,00	68,54	2,19	19,24	22,01	1,40
11,50				63,04	74,69	2,29	20,89	23,96	1,46
12,00				68,28	81,11	2,39	22,61	25,99	1,53
12,50				73,71	87,78	2,49	24,39	28,11	1,59
13,00				79,35	94,72	2,59	26,23	30,30	1,66
13,50				85,20	101,91	2,69	28,14	32,58	1,72
14,00				91,26	109,37	2,79	30,11	34,94	1,78
14,50				97,48	117,10	2,88	32,14	37,38	1,85
16,50							40,91	47,95	2,10
18,50							50,70	59,82	2,36
20,50							61,49	72,99	2,61
22,50							73,29	87,46	2,86



## PÉRDIDAS DE CARGA

Q	DN 125			DN 150			DN 200		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
7,00	2,83	3,07	0,57						
7,50	3,21	3,49	0,61						
8,00	3,61	3,94	0,65						
8,50	4,03	4,41	0,69						
9,00	4,47	4,91	0,73	1,84	1,98	0,51			
9,50	4,93	5,43	0,77	2,03	2,19	0,54			
10,00	5,42	5,98	0,81	2,25	2,41	0,57			
10,50	5,92	6,55	0,86	2,44	2,64	0,59			
11,00	6,45	7,15	0,90	2,65	2,88	0,62			
11,50	6,99	7,78	0,94	2,88	3,12	0,65			
12,00	7,56	8,43	0,98	3,11	3,39	0,68			
12,50	8,15	9,10	1,02	3,35	3,66	0,71			
13,00	8,76	9,81	1,06	3,60	3,94	0,74			
13,50	9,39	10,53	1,10	3,85	4,22	0,76			
14,00	10,04	11,29	1,14	4,12	4,52	0,79			
14,50	10,71	12,06	1,18	4,39	4,83	0,82			
15,00	11,40	12,87	1,22	4,67	5,15	0,85			
15,50	12,11	13,70	1,26	4,96	5,48	0,88			
16,00	12,84	14,55	1,30	5,26	5,81	0,91	1,30	1,39	0,51
16,50	13,59	15,43	1,34	5,56	6,16	0,93	1,37	1,47	0,53
17,00	14,36	16,33	1,39	5,87	6,52	0,96	1,45	1,56	0,54
17,50	15,15	17,26	1,43	6,19	6,89	0,99	1,53	1,64	0,56
18,00	15,96	18,22	1,47	6,52	7,26	1,02	1,61	1,73	0,57
18,50	16,80	19,20	1,51	6,86	7,65	1,05	1,69	1,82	0,59
19,00	17,65	20,21	1,55	7,21	8,05	1,08	1,77	1,91	0,60
19,50	18,52	21,24	1,59	7,56	8,45	1,10	1,86	2,01	0,62
20,00	19,42	22,29	1,63	7,92	8,87	1,13	1,95	2,11	0,64
20,50	20,33	23,38	1,67	8,29	9,30	1,16	2,04	2,20	0,65
21,00	21,26	24,48	1,71	8,67	9,73	1,19	2,13	2,31	0,67
21,50	22,21	25,61	1,75	9,05	10,18	1,22	2,22	2,41	0,68
22,00	23,19	26,77	1,79	9,44	10,63	1,24	2,31	2,52	0,70
22,50	24,18	27,96	1,83	9,84	11,10	1,27	2,41	2,62	0,72
23,00	25,19	29,16	1,87	10,25	11,57	1,30	2,51	2,73	0,73
23,50	26,22	30,40	1,91	10,67	12,06	1,33	2,61	2,85	0,75
24,00	27,28	31,66	1,96	11,09	12,55	1,36	2,71	2,96	0,76
26,00	31,68	36,94	2,12	12,87	14,63	1,47	3,14	3,44	0,83
28,00	36,41	42,63	2,28	14,77	16,86	1,58	3,60	3,96	0,89
30,00	41,45	48,73	2,44	16,79	19,24	1,70	4,09	4,51	0,95
32,00	46,80	55,23	2,61	18,94	21,79	1,81	4,60	5,10	1,02
34,00	52,47	62,13	2,77	21,21	24,49	1,92	5,14	5,72	1,08
36,00	58,45	69,43	2,93	23,60	27,34	2,04	5,72	6,37	1,15
38,00				26,12	30,35	2,15	6,32	7,06	1,21
40,00				28,76	33,51	2,26	6,95	7,79	1,27
42,00				31,52	36,83	2,38	7,60	8,55	1,34
44,00				34,40	40,31	2,49	8,29	9,34	1,40
46,00				37,41	43,94	2,60	9,00	10,17	1,46
48,00				40,54	47,73	2,72	9,74	11,04	1,53
50,00				43,79	51,67	2,83	10,51	11,93	1,59
55,00							12,56	14,33	1,75
60,00							14,78	16,95	1,91
65,00							17,17	19,78	2,07
70,00							19,73	22,82	2,23
75,00							22,47	26,09	2,39
80,00							25,37	29,56	2,55
85,00							28,45	33,26	2,71
90,00							31,69	37,17	2,86

## PÉRDIDAS DE CARGA

Q	DN 250			DN 300			DN 350		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
30,00	1,38	1,48	0,61						
32,00	1,55	1,67	0,65						
34,00	1,73	1,87	0,69						
36,00	1,92	2,09	0,73	0,79	0,84	0,51			
38,00	2,12	2,31	0,77	0,87	0,93	0,54			
40,00	2,33	2,54	0,81	0,96	1,03	0,57			
42,00	2,55	2,79	0,86	1,05	1,13	0,59			
44,00	2,78	3,04	0,90	1,14	1,23	0,62			
46,00	3,01	3,31	0,94	1,24	1,33	0,65			
48,00	3,26	3,59	0,98	1,34	1,45	0,68			
50,00	3,51	3,88	1,02	1,44	1,56	0,71	0,68	0,73	0,52
52,00	3,78	4,18	1,06	1,55	1,68	0,74	0,73	0,78	0,54
54,00	4,05	4,49	1,10	1,66	1,80	0,76	0,79	0,84	0,56
56,00	4,33	4,81	1,14	1,78	1,93	0,79	0,84	0,90	0,58
58,00	4,62	5,14	1,18	1,89	2,06	0,82	0,89	0,96	0,60
60,00	4,92	5,48	1,22	2,02	2,20	0,85	0,95	1,02	0,62
62,00	5,23	5,84	1,26	2,14	2,34	0,88	1,01	1,09	0,64
64,00	5,55	6,20	1,30	2,27	2,48	0,91	1,07	1,15	0,67
66,00	5,87	6,58	1,34	2,40	2,63	0,93	1,13	1,22	0,69
68,00	6,21	6,96	1,39	2,54	2,78	0,96	1,20	1,29	0,71
70,00	6,55	7,36	1,43	2,68	2,94	0,99	1,26	1,36	0,73
72,00	6,90	7,77	1,47	2,82	3,10	1,02	1,33	1,44	0,75
74,00	7,26	8,19	1,51	2,97	3,27	1,05	1,40	1,51	0,77
76,00	7,63	8,61	1,55	3,12	3,44	1,08	1,47	1,59	0,79
78,00	8,01	9,05	1,59	3,27	3,61	1,10	1,54	1,67	0,81
80,00	8,40	9,51	1,63	3,43	3,79	1,13	1,61	1,75	0,83
85,00	9,41	10,68	1,73	3,83	4,25	1,20	1,80	1,97	0,88
90,00	10,47	11,92	1,83	4,26	4,74	1,27	2,00	2,19	0,94
95,00	11,58	13,23	1,94	4,71	5,26	1,34	2,21	2,43	0,99
100,00	12,75	14,61	2,04	5,18	5,80	1,41	2,43	2,67	1,04
105,00	13,98	16,05	2,14	5,68	6,37	1,49	2,66	2,93	1,09
110,00	15,25	17,57	2,24	6,19	6,97	1,56	2,90	3,20	1,14
115,00	16,58	19,14	2,34	6,73	7,59	1,63	3,15	3,49	1,20
120,00	17,97	20,79	2,44	7,28	8,23	1,70	3,41	3,78	1,25
125,00	19,41	22,50	2,55	7,86	8,91	1,77	3,68	4,10	1,30
130,00	20,90	24,29	2,65	8,46	9,60	1,84	3,96	4,41	1,35
135,00	22,44	26,13	2,75	9,08	10,33	1,91	4,25	4,74	1,40
140,00	24,04	28,05	2,85	9,72	11,08	1,98	4,54	5,08	1,46
145,00	25,70	30,03	2,95	10,38	11,86	2,05	4,85	5,43	1,51
150,00				11,07	12,66	2,12	5,17	5,80	1,56
155,00				11,77	13,49	2,19	5,49	6,17	1,61
160,00				12,50	14,34	2,26	5,83	6,56	1,66
165,00				13,24	15,22	2,33	6,17	6,96	1,71
170,00				14,01	16,13	2,41	6,53	7,37	1,77
175,00				14,79	17,06	2,48	6,89	7,80	1,82
180,00				15,60	18,02	2,55	7,27	8,23	1,87
185,00				16,43	19,01	2,62	7,65	8,68	1,92
190,00				17,28	20,02	2,69	8,04	9,14	1,97
195,00				18,15	21,06	2,76	8,44	9,61	2,03
200,00				19,04	22,12	2,83	8,86	10,09	2,08
210,00				20,89	24,32	2,97	9,71	11,09	2,18
220,00							10,59	12,13	2,29
230,00							11,52	13,22	2,39
240,00							12,48	14,36	2,49
250,00							13,49	15,55	2,60
260,00							14,52	16,78	2,70
270,00							15,60	18,06	2,81
280,00							16,71	19,38	2,91

<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>									
Q	DN 400			DN 450			DN 500		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
65,00	0,58	0,61	0,52						
70,00	0,66	0,70	0,56						
75,00	0,75	0,80	0,60						
80,00	0,84	0,90	0,64	0,47	0,50	0,50			
85,00	0,94	1,01	0,68	0,53	0,56	0,53			
90,00	1,04	1,13	0,72	0,59	0,63	0,57			
95,00	1,15	1,25	0,76	0,65	0,69	0,60			
100,00	1,27	1,37	0,80	0,71	0,76	0,63	0,43	0,45	0,51
105,00	1,39	1,50	0,84	0,78	0,84	0,66	0,47	0,50	0,53
110,00	1,51	1,64	0,88	0,85	0,91	0,69	0,51	0,54	0,56
115,00	1,64	1,79	0,92	0,92	0,99	0,72	0,55	0,59	0,59
120,00	1,77	1,94	0,95	1,00	1,08	0,75	0,60	0,64	0,61
125,00	1,91	2,09	0,99	1,08	1,16	0,79	0,64	0,69	0,64
130,00	2,06	2,25	1,03	1,16	1,25	0,82	0,69	0,74	0,66
135,00	2,20	2,42	1,07	1,24	1,34	0,85	0,74	0,80	0,69
140,00	2,36	2,59	1,11	1,32	1,44	0,88	0,79	0,85	0,71
145,00	2,52	2,77	1,15	1,41	1,54	0,91	0,85	0,91	0,74
150,00	2,68	2,96	1,19	1,50	1,64	0,94	0,90	0,97	0,76
155,00	2,85	3,15	1,23	1,60	1,74	0,97	0,96	1,03	0,79
160,00	3,02	3,35	1,27	1,70	1,85	1,01	1,01	1,09	0,81
165,00	3,20	3,55	1,31	1,79	1,96	1,04	1,07	1,16	0,84
170,00	3,38	3,76	1,35	1,90	2,08	1,07	1,13	1,23	0,87
175,00	3,57	3,97	1,39	2,00	2,20	1,10	1,20	1,30	0,89
180,00	3,76	4,19	1,43	2,11	2,32	1,13	1,26	1,37	0,92
185,00	3,96	4,42	1,47	2,22	2,44	1,16	1,32	1,44	0,94
190,00	4,16	4,65	1,51	2,33	2,57	1,19	1,39	1,52	0,97
195,00	4,37	4,89	1,55	2,45	2,70	1,23	1,46	1,59	0,99
200,00	4,58	5,13	1,59	2,56	2,83	1,26	1,53	1,67	1,02
210,00	5,01	5,63	1,67	2,81	3,11	1,32	1,67	1,83	1,07
220,00	5,47	6,16	1,75	3,06	3,40	1,38	1,83	2,00	1,12
230,00	5,95	6,71	1,83	3,33	3,70	1,45	1,98	2,18	1,17
240,00	6,44	7,29	1,91	3,60	4,02	1,51	2,15	2,36	1,22
250,00	6,95	7,88	1,99	3,89	4,34	1,57	2,31	2,56	1,27
260,00	7,49	8,50	2,07	4,18	4,68	1,63	2,49	2,75	1,32
270,00	8,04	9,15	2,15	4,49	5,04	1,70	2,67	2,96	1,38
280,00	8,61	9,82	2,23	4,80	5,40	1,76	2,86	3,17	1,43
290,00	9,19	10,51	2,31	5,13	5,78	1,82	3,05	3,39	1,48
300,00	9,80	11,22	2,39	5,47	6,17	1,89	3,25	3,62	1,53
310,00	10,43	11,96	2,47	5,82	6,57	1,95	3,46	3,86	1,58
320,00	11,07	12,72	2,55	6,17	6,99	2,01	3,67	4,10	1,63
330,00	11,73	13,50	2,63	6,54	7,42	2,07	3,89	4,35	1,68
340,00	12,42	14,31	2,71	6,92	7,86	2,14	4,11	4,61	1,73
350,00	13,12	15,14	2,79	7,31	8,31	2,20	4,34	4,87	1,78
360,00	13,84	15,99	2,86	7,71	8,78	2,26	4,57	5,14	1,83
370,00	14,57	16,87	2,94	8,11	9,26	2,33	4,82	5,42	1,88
380,00				8,53	9,75	2,39	5,06	5,71	1,94
390,00				8,96	10,25	2,45	5,32	6,00	1,99
400,00				9,40	10,77	2,52	5,58	6,30	2,04
420,00				10,31	11,84	2,64	6,11	6,93	2,14
440,00				11,26	12,96	2,77	6,67	7,58	2,24
460,00				12,25	14,13	2,89	7,26	8,26	2,34
480,00							7,86	8,97	2,44
500,00							8,49	9,71	2,55
520,00							9,15	10,48	2,65
540,00							9,83	11,28	2,75
560,00							10,53	12,11	2,85
580,00							11,25	12,97	2,95

## PÉRDIDAS DE CARGA

Q l/seg	DN 600			DN 700			DN 800		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
160,00	0,42	0,44	0,57						
170,00	0,47	0,50	0,60						
180,00	0,52	0,55	0,64						
190,00	0,57	0,61	0,67						
200,00	0,63	0,67	0,71	0,30	0,31	0,52			
210,00	0,69	0,74	0,74	0,32	0,34	0,55			
220,00	0,75	0,81	0,78	0,35	0,38	0,57			
230,00	0,81	0,88	0,81	0,38	0,41	0,60			
240,00	0,88	0,95	0,85	0,41	0,44	0,62			
250,00	0,95	1,03	0,88	0,45	0,48	0,65			
260,00	1,02	1,10	0,92	0,48	0,51	0,68	0,25	0,27	0,52
270,00	1,09	1,19	0,95	0,51	0,55	0,70	0,27	0,28	0,54
280,00	1,17	1,27	0,99	0,55	0,59	0,73	0,29	0,30	0,56
290,00	1,25	1,36	1,03	0,59	0,63	0,75	0,31	0,33	0,58
300,00	1,33	1,45	1,06	0,63	0,67	0,78	0,33	0,35	0,60
310,00	1,41	1,54	1,10	0,66	0,71	0,81	0,35	0,37	0,62
320,00	1,50	1,64	1,13	0,70	0,76	0,83	0,37	0,39	0,64
330,00	1,58	1,74	1,17	0,75	0,80	0,86	0,39	0,41	0,66
340,00	1,68	1,84	1,20	0,79	0,85	0,88	0,41	0,44	0,68
350,00	1,77	1,94	1,24	0,83	0,90	0,91	0,43	0,46	0,70
360,00	1,86	2,05	1,27	0,88	0,95	0,94	0,46	0,49	0,72
370,00	1,96	2,16	1,31	0,92	1,00	0,96	0,48	0,51	0,74
380,00	2,06	2,27	1,34	0,97	1,05	0,99	0,50	0,54	0,76
390,00	2,16	2,39	1,38	1,02	1,10	1,01	0,53	0,57	0,78
400,00	2,27	2,51	1,41	1,06	1,16	1,04	0,55	0,59	0,80
420,00	2,48	2,76	1,49	1,17	1,27	1,09	0,61	0,65	0,84
440,00	2,71	3,01	1,56	1,27	1,39	1,14	0,66	0,71	0,88
460,00	2,94	3,28	1,63	1,38	1,51	1,20	0,72	0,72	0,92
480,00	3,19	3,56	1,70	1,49	1,64	1,25	0,78	0,84	0,95
500,00	3,44	3,85	1,77	1,61	1,77	1,30	0,84	0,91	0,99
520,00	3,71	4,16	1,84	1,73	1,91	1,35	0,90	0,98	1,03
540,00	3,98	4,47	1,91	1,86	2,05	1,40	0,97	1,05	1,07
560,00	4,26	4,79	1,98	1,99	2,20	1,46	1,03	1,13	1,11
580,00	4,55	5,13	2,05	2,13	2,35	1,51	1,10	1,20	1,15
600,00	4,85	5,48	2,12	2,27	2,51	1,56	1,12	1,28	1,19
620,00	5,16	5,84	2,19	2,41	2,68	1,61	1,25	1,37	1,23
640,00	5,48	6,21	2,26	2,56	2,85	1,66	1,32	1,45	1,27
660,00	5,81	6,59	2,33	2,71	3,02	1,71	1,40	1,54	1,31
680,00	6,14	6,98	2,41	2,86	3,20	1,77	1,48	1,63	1,35
700,00	6,49	7,39	2,48	3,02	3,38	1,82	1,57	1,72	1,39
720,00	6,84	7,80	2,55	3,19	3,57	1,87	1,65	1,82	1,43
740,00	7,21	8,23	2,62	3,36	3,76	1,92	1,74	1,92	1,47
760,00	7,58	8,67	2,69	3,53	3,96	1,97	1,83	2,02	1,51
780,00	7,96	9,12	2,76	3,71	4,17	2,03	1,92	2,12	1,55
800,00	8,36	9,58	2,83	3,89	4,38	2,08	2,01	2,23	1,59
850,00				4,36	4,92	2,21	2,25	2,50	1,69
900,00				4,86	5,50	2,34	2,51	2,80	1,79
950,00				5,38	6,11	2,47	2,78	3,10	1,89
1.000,00				5,93	6,74	2,60	3,06	3,43	1,99
1.050,00				6,50	7,42	2,73	3,35	3,76	2,09
1.100,00				7,10	8,12	2,86	3,66	4,12	2,19
1.150,00				7,73	8,85	2,99	3,98	4,49	2,29
1.200,00							4,31	4,88	2,39
1.250,00							4,66	5,28	2,49
1.300,00							5,02	5,70	2,59
1.350,00							5,39	6,13	2,69
1.400,00							5,77	6,57	2,79
1.450,00							6,17	7,05	2,88

<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>									
Q	DN 900			DN 1000			DN 1100		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
340,00	0,23	0,24	0,53						
360,00	0,26	0,27	0,57						
380,00	0,28	0,30	0,60						
400,00	0,31	0,33	0,63	0,19	0,20	0,51			
420,00	0,34	0,36	0,66	0,20	0,22	0,53			
440,00	0,37	0,40	0,69	0,22	0,24	0,56			
460,00	0,40	0,43	0,72	0,24	0,26	0,59			
480,00	0,44	0,47	0,75	0,26	0,28	0,61	0,16	0,18	0,51
500,00	0,47	0,50	0,79	0,28	0,30	0,64	0,18	0,19	0,53
520,00	0,51	0,54	0,82	0,30	0,32	0,66	0,19	0,20	0,55
540,00	0,54	0,58	0,85	0,32	0,35	0,69	0,20	0,22	0,57
560,00	0,58	0,63	0,88	0,35	0,37	0,71	0,22	0,23	0,59
580,00	0,62	0,67	0,91	0,37	0,40	0,74	0,23	0,25	0,61
600,00	0,66	0,71	0,94	0,39	0,42	0,76	0,25	0,26	0,63
620,00	0,70	0,76	0,97	0,42	0,45	0,79	0,26	0,28	0,65
640,00	0,74	0,81	1,01	0,44	0,48	0,81	0,28	0,30	0,67
660,00	0,79	0,85	1,04	0,47	0,50	0,84	0,30	0,31	0,69
680,00	0,83	0,90	1,07	0,50	0,53	0,87	0,31	0,33	0,72
700,00	0,88	0,96	1,10	0,52	0,56	0,89	0,33	0,35	0,74
720,00	0,93	1,01	1,13	0,55	0,60	0,92	0,35	0,37	0,76
740,00	0,97	1,06	1,16	0,58	0,63	0,94	0,37	0,39	0,78
760,00	1,02	1,12	1,19	0,61	0,66	0,97	0,38	0,41	0,80
780,00	1,07	1,17	1,23	0,64	0,69	0,99	0,40	0,43	0,82
800,00	1,13	1,23	1,26	0,67	0,73	1,02	0,42	0,45	0,84
850,00	1,26	1,38	1,34	0,75	0,82	1,08	0,47	0,51	0,89
900,00	1,40	1,54	1,41	0,84	0,91	1,15	0,52	0,57	0,95
950,00	1,55	1,71	1,49	0,93	1,01	1,21	0,58	0,63	1,00
1.000,00	1,71	1,89	1,57	1,02	1,11	1,27	0,64	0,69	1,05
1.050,00	1,87	2,08	1,65	1,11	1,22	1,34	0,70	0,76	1,10
1.100,00	2,04	2,27	1,73	1,22	1,33	1,40	0,76	0,83	1,16
1.150,00	2,22	2,47	1,81	1,32	1,45	1,46	0,83	0,90	1,21
1.200,00	2,41	2,69	1,89	1,43	1,58	1,53	0,90	0,98	1,26
1.250,00	2,60	2,91	1,96	1,55	1,71	1,59	0,97	1,06	1,32
1.300,00	2,80	3,13	2,04	1,66	1,84	1,66	1,04	1,14	1,37
1.350,00	3,00	3,37	2,12	1,79	1,98	1,72	1,12	1,23	1,42
1.400,00	3,22	3,62	2,20	1,91	2,12	1,78	1,19	1,31	1,47
1.450,00	3,44	3,87	2,28	2,04	2,27	1,85	1,28	1,41	1,53
1.500,00	3,67	4,14	2,36	2,18	2,43	1,91	1,36	1,50	1,58
1.550,00	3,90	4,41	2,44	2,31	2,58	1,97	1,45	1,60	1,63
1.600,00	4,14	4,69	2,52	2,46	2,75	2,04	1,53	1,70	1,68
1.650,00	4,39	4,98	2,59	2,60	2,92	2,10	1,63	1,80	1,74
1.700,00	4,65	5,27	2,67	2,76	3,09	2,16	1,72	1,91	1,79
1.750,00	4,91	5,58	2,75	2,91	3,27	2,23	1,82	2,02	1,84
1.800,00	5,18	5,89	2,83	3,07	3,45	2,29	1,92	2,13	1,89
1.850,00	5,46	6,22	2,93	3,23	3,64	2,36	2,02	2,25	1,95
1.900,00	5,74	6,54	2,99	3,40	3,83	2,42	2,12	2,37	2,00
1.950,00				3,57	4,03	2,48	2,23	2,49	2,05
2.000,00				3,75	4,24	2,55	2,34	2,61	2,10
2.100,00				4,11	4,66	2,67	2,56	2,87	2,21
2.200,00				4,49	5,10	2,80	2,80	3,14	2,31
2.300,00				4,89	5,56	2,93	3,04	3,43	2,42
2.400,00							3,30	3,73	2,53
2.500,00							3,56	4,03	2,63
2.600,00							3,84	4,35	2,74
2.700,00							4,12	4,68	2,84
2.800,00							4,42	5,02	2,95

<b>PÉRDIDAS DE CARGA</b>									
Q	DN 1200			DN 1400			DN 1500		
	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg	j (m/km)		V m/seg
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm		k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	
600,00	0,16	0,17	0,53						
650,00	0,19	0,20	0,57						
700,00	0,22	1,23	0,62						
750,00	0,24	0,26	0,66						
800,00	0,28	0,29	0,71	0,13	0,14	0,52			
850,00	0,31	0,33	0,75	0,15	0,15	0,55			
900,00	0,34	0,37	0,80	0,16	0,17	0,58	0,12	0,12	0,51
950,00	0,38	0,41	0,84	0,18	0,19	0,62	0,13	0,13	0,54
1.000,00	0,42	0,45	0,88	0,20	0,21	0,65	0,14	0,15	0,57
1.050,00	0,46	0,49	0,93	0,22	0,23	0,68	0,15	0,16	0,59
1.100,00	0,50	0,54	0,97	0,23	0,25	0,71	0,17	0,18	0,62
1.150,00	0,54	0,58	1,02	0,25	0,27	0,75	0,18	0,19	0,65
1.200,00	0,58	0,63	1,06	0,28	0,29	0,78	0,20	0,21	0,68
1.250,00	0,63	0,68	1,11	0,30	0,32	0,81	0,21	0,23	0,71
1.300,00	0,68	0,74	1,15	0,32	0,34	0,84	0,23	0,24	0,74
1.350,00	0,73	0,79	1,19	0,34	0,37	0,88	0,24	0,26	0,76
1.400,00	0,78	0,85	1,24	0,37	0,39	0,91	0,26	0,28	0,79
1.450,00	0,83	0,91	1,28	0,39	0,42	0,94	0,28	0,30	0,82
1.500,00	0,89	0,97	1,33	0,42	0,45	0,97	0,30	0,32	0,85
1.550,00	0,94	1,03	1,37	0,44	0,48	1,01	0,32	0,34	0,88
1.600,00	0,91	1,10	1,41	0,47	0,51	1,04	0,33	0,36	0,91
1.650,00	1,06	1,16	1,46	0,50	0,54	1,07	0,35	0,38	0,93
1.700,00	1,12	1,23	1,50	0,53	0,57	1,10	0,37	0,40	0,96
1.750,00	1,18	1,30	1,55	0,55	0,60	1,14	0,40	0,43	0,99
1.800,00	1,25	1,37	1,59	0,58	0,63	1,17	0,42	0,45	1,02
1.850,00	1,31	1,45	1,64	0,62	0,67	1,20	0,44	0,47	1,05
1.900,00	1,38	1,52	1,68	0,65	0,70	1,23	0,46	0,50	1,09
1.950,00	1,45	1,60	1,72	0,68	0,74	1,27	0,48	0,52	1,10
2.000,00	1,52	1,68	1,77	0,71	0,78	1,30	0,51	0,55	1,13
2.100,00	1,67	1,85	1,86	0,78	0,85	1,36	0,56	0,60	1,19
2.200,00	1,82	2,02	1,95	0,85	0,93	1,43	0,61	0,66	1,24
2.300,00	1,98	2,20	2,03	0,92	1,01	1,49	0,66	0,72	1,30
2.400,00	2,14	2,39	2,12	1,00	1,10	1,56	0,71	0,78	1,36
2.500,00	2,31	2,59	2,21	1,08	1,20	1,62	0,77	0,84	1,41
2.600,00	2,49	2,80	2,30	1,16	1,28	1,69	0,83	0,91	1,47
2.700,00	2,68	3,01	2,39	1,25	1,38	1,75	0,89	0,97	1,53
2.800,00	2,87	3,23	2,48	1,34	1,48	1,82	0,95	1,05	1,58
2.900,00	3,07	3,46	2,56	1,43	1,58	1,88	1,02	1,12	1,64
3.000,00	3,27	3,69	2,65	1,52	1,69	1,95	1,08	1,19	1,70
3.100,00	3,48	3,93	2,74	1,62	1,80	2,01	1,15	1,27	1,75
3.200,00	3,69	4,19	2,83	1,72	1,92	2,08	1,22	1,35	1,81
3.300,00	3,92	4,44	2,92	1,82	2,03	2,14	1,30	1,44	1,87
3.400,00				1,93	2,15	2,21	1,37	1,52	1,92
3.500,00				2,04	2,28	2,27	1,45	1,61	1,98
3.650,00				2,21	2,47	2,37	1,57	1,74	2,07
3.800,00				2,38	2,67	2,47	1,69	1,89	2,15
3.950,00				2,56	2,88	2,57	1,82	2,03	2,24
4.100,00				2,75	3,10	2,66	1,95	2,18	2,32
4.250,00				2,94	3,32	2,76	2,09	2,34	2,41
4.400,00				3,14	3,56	2,86	2,23	2,51	2,49
4.550,00				3,25	3,80	2,96	2,38	2,67	2,57
4.700,00							2,53	2,85	2,66
4.850,00							2,69	3,03	2,74
5.000,00							2,85	3,21	2,83
5.150,00							3,01	3,40	2,91
5.300,00							3,18	3,60	3,00

## PÉRDIDAS DE CARGA

Q	DN 1600			DN 1800			DN 2000		
	j (m/km)		V	j (m/km)		V	j (m/km)		V
	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	m/seg	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	m/seg	k = 0,03 mm	k = 0,1 mm	m/seg
1.100,00	0,12	0,13	0,55						
1.200,00	0,14	0,15	0,60						
1.300,00	0,17	0,18	0,65	0,09	0,10	0,51			
1.400,00	0,19	0,20	0,70	0,11	0,11	0,55			
1.500,00	0,22	0,23	0,75	0,12	0,13	0,59			
1.600,00	0,24	0,26	0,80	0,14	0,15	0,63	0,08	0,09	0,51
1.700,00	0,27	0,29	0,85	0,15	0,16	0,67	0,09	0,10	0,54
1.800,00	0,30	0,33	0,90	0,17	0,18	0,71	0,10	0,11	0,57
1.900,00	0,34	0,36	0,94	0,19	0,20	0,75	0,11	0,12	0,60
2.000,00	0,37	0,40	0,99	0,21	0,22	0,79	0,12	0,13	0,64
2.100,00	0,40	0,44	1,04	0,23	0,24	0,83	0,14	0,14	0,67
2.200,00	0,44	0,48	1,09	0,25	0,27	0,86	0,15	0,16	0,70
2.300,00	0,47	0,52	1,14	0,27	0,29	0,90	0,16	0,17	0,73
2.400,00	0,52	0,56	1,19	0,29	0,31	0,94	0,17	0,19	0,76
2.500,00	0,56	0,61	1,24	0,31	0,32	0,98	0,19	0,20	0,80
2.600,00	0,60	0,66	1,29	0,34	0,36	1,02	0,20	0,22	0,83
2.700,00	0,65	0,71	1,34	0,36	0,39	1,06	0,22	0,23	0,86
2.800,00	0,69	0,76	1,39	0,39	0,42	1,10	0,23	0,25	0,89
2.900,00	0,74	0,81	1,44	0,41	0,45	1,14	0,25	0,27	0,92
3.000,00	0,79	0,86	1,49	0,44	0,48	1,18	0,26	0,28	0,95
3.100,00	0,84	0,92	1,54	0,47	0,51	1,22	0,28	0,30	0,99
3.200,00	0,89	0,98	1,59	0,50	0,54	1,26	0,30	0,32	1,02
3.300,00	0,94	1,04	1,64	0,53	0,57	1,30	0,32	0,34	1,05
3.400,00	1,00	1,10	1,69	0,56	0,61	1,34	0,34	0,36	1,08
3.500,00	1,05	1,16	1,74	0,59	0,64	1,38	0,35	0,38	1,11
3.650,00	1,14	1,26	1,82	0,64	0,70	1,43	0,38	0,41	1,16
3.800,00	1,23	1,36	1,89	0,69	0,75	1,49	0,41	0,44	1,21
3.950,00	1,32	1,47	1,96	0,74	0,81	1,55	0,44	0,48	1,26
4.100,00	1,42	1,58	2,04	0,79	0,87	1,61	0,47	0,51	1,31
4.250,00	1,52	1,69	2,11	0,85	0,93	1,67	0,51	0,54	1,35
4.400,00	1,62	1,81	2,19	0,91	1,00	1,73	0,54	0,59	1,40
4.550,00	1,73	1,93	2,26	0,97	1,06	1,79	0,57	0,63	1,45
4.700,00	1,84	2,05	2,34	1,03	1,13	1,85	0,61	0,67	1,50
4.850,00	1,95	2,18	2,41	1,09	1,20	1,91	0,65	0,71	1,54
5.000,00	2,07	2,32	2,49	1,15	1,28	1,96	0,69	0,75	1,59
5.200,00	2,22	2,50	2,59	1,24	1,38	2,04	0,74	0,81	1,66
5.400,00	2,39	2,69	2,69	1,33	1,48	2,12	0,79	0,87	1,72
5.600,00	2,56	2,89	2,79	1,43	1,59	2,20	0,85	0,93	1,78
5.800,00	2,74	3,09	2,88	1,53	1,70	2,28	0,91	1,00	1,85
6.000,00	2,92	3,30	2,98	1,63	1,82	2,36	0,97	1,07	1,91
6.200,00				1,73	1,94	2,44	1,03	1,14	1,97
6.400,00				1,84	2,06	2,52	1,09	1,21	2,04
6.600,00				1,95	2,19	2,59	1,16	1,28	2,10
6.800,00				2,06	2,32	2,67	1,22	1,36	2,16
7.000,00				2,18	2,45	2,75	1,29	1,44	2,23
7.200,00				2,30	2,59	2,83	1,36	1,52	2,29
7.400,00				2,42	2,73	2,91	1,44	1,60	2,36
7.600,00				2,55	2,88	2,99	1,51	1,69	2,42
7.800,00							1,57	1,77	2,48
8.000,00							1,67	1,86	2,55
8.200,00							1,75	1,95	2,61
8.400,00							1,83	2,05	2,67
8.600,00							1,91	2,14	2,74
8.800,00							2,00	2,24	2,80
9.000,00							2,08	2,34	2,86
9.200,00							2,17	2,45	2,93
9.400,00							2,26	2,55	2,99

## **D) TUBERIAS DE ACERO HELICOSOLDADO**

Este artículo es de aplicación para el suministro de todos los trabajos, materiales, y servicios relacionados con la fabricación, ensayo, envío e instalación de tubería enterrada de acero soldado, juntas, accesorios y piezas especiales según se especifican en los documentos técnicos y plazos.

### **D.1.- Características de los materiales**

El material base de la tubería será acero al carbono A-42 RA I UNE 36 . 087-74.

### **D.2.- Procedimiento de fabricación de la tubería**

El tubo será conformado helicoidalmente partiendo de bobinas laminadas en caliente, y se radiografiarán de manera continua en el taller de soldadura (100 %)

La soldadura será realizada por el proceso de arco sumergido tipo UNIÓN-MERT bajo flux (D.S.A.W) y estará formado por dos cordones (interior y exterior) con la penetración adecuada entre ambos. La soldadura interior se realizará durante la conformación del tubo, próxima a la generatriz inferior y depositada en una sola pasada. La soldadura exterior se realizará posteriormente, sobre el tubo ya conformado.

La aportación del material se realizará mediante la fusión de la varilla de soldar, arrastrándose de manera automática desde el tambor de almacenamiento hasta el punto de soldadura.

La protección del arco eléctrico se efectuará depositando flux sobre la junta a soldar, de modo que llegando al punto de soldadura se cubra la totalidad del mismo. Mediante un sistema de aspiración suficiente se recuperará el flux excedente para su posterior empleo.

La tubería se cortará en tramos de 12 metros de longitud y se prepararán sus extremos con un bisel para su correcto ajuste en la obra.



### **D.3.- Ejecución de las obras**

La tubería se transportará a la obra y se acopiará junto a la zanja previamente excavada. Se soldarán tramos de 6 tubos fuera de la zanja, que posteriormente, mediante los elementos de capacidad adecuada, se colocarán en la zanja.

Se cuidará especialmente que no se produzcan derrames del material de la zanja en el proceso de instalación de la tubería. El proceso de soldadura en obra cumplirá el estándar ASME y los soldadores estarán homologados según la norma ASME . IX para soldadura a tope en posición 1G, 3G y 4G. El control de soldadura por radiografía será del 100 % de los cruces y el 20 % de los cordones ejecutados ~~in situ~~. El registro de ultrasonidos será del 80 % de los cordones ejecutados en obra y cumplirán la normativa ASME.

El proceso de soldadura será homologado según la norma ASME . IX, y será mediante arco con electrodo recubierto (S.M.A.W). Se admite el proceso de soldadura manual.

Los tubos deben suministrarse según los diámetros y tolerancias de fabricación indicadas. Deben estar fabricados mediante un proceso controlado y reproducible, utilizando los materiales descritos anteriormente.

Para aumentar la rigidez del tubo pueden utilizarse nervios de refuerzo.

Las bridas, codos, reductores, derivaciones y otros accesorios, cuando se instalen deben resistir las condiciones de funcionamiento indicadas en el proyecto.

### **D.4.- Dimensiones**

#### Diámetro nominal

Los tubos deben suministrarse según los diámetros nominales detallados en el proyecto.

#### Dimensiones reales

Los tubos deben suministrarse de acuerdo a una serie de Diámetros Exteriores (O.D.).

Las series de diámetros interiores y exteriores deben ser las indicadas en el catálogo de fabricación del proveedor.

### Longitudes

Las longitudes vienen dadas en metros, siendo la longitud efectiva de cada tubo de 12 m,  $\pm 25$  mm.

En el caso de necesitarse otras longitudes pueden ser suministradas, bajo pedido especial, previa aprobación del responsable del proyecto. También bajo la aprobación del mismo pueden suministrarse un máximo del 10% de los tubos en longitudes aleatorias.

### Espesores

El espesor mínimo medio debe ser el indicado por el fabricante y debe ser el adecuado para poder cumplir con las especificaciones de cálculo dadas en la norma AWWA C-950. El espesor mínimo unitario no debe ser inferior al 87,5% del espesor indicado.

### Perpendicularidad De Los Extremos

Los extremos de los tubos deben cortarse perpendicularmente al eje con una tolerancia igual al mayor valor de  $\pm 6$  mm o  $\pm 0,5\%$  del diámetro nominal.

## **D.5.- Producto**

### Rigidez

El parámetro rigidez depende de las condiciones de enterramiento y presión negativa (si existe). La rigidez mínima debe determinarse para los dos parámetros y se seleccionará la mayor de las dos.

### Presión nominal

La Presión Nominal, PN, debe ser la que corresponda a la presión máxima de trabajo de la tubería en régimen permanente, sin tener en cuenta las sobrepresiones debidas al golpe de ariete.

La Presión Máxima debe ser  $\leq 1.4 * \text{Presión de Timbraje (PN)}$ , donde la presión máxima es la presión de trabajo más la sobrepresión por golpe de ariete.

#### **D.6.- Revestimiento interior de la tubería**

El revestimiento interior de la tubería será de resina epoxi de calidad alimentaria. El espesor del revestimiento será de 300 micras y la resistencia al arranque será superior a 20 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **D.7.- Revestimiento exterior de la tubería**

El revestimiento exterior de la tubería estará formado por polietileno de media densidad, extruido en caliente y en tres capas, con un espesor mínimo de 3 mm en cada una de ellas, con un espesor total mínimo de diez (10) milímetros. No se admitirá que el material de base provenga de una anterior utilización.

El proceso de revestimiento exterior será el siguiente:

- Se precalentará la tubería con objeto de eliminar la humedad.
- Se granallará la tubería hasta el grado de limpieza SA 2, según la norma sueca SIS-05-5900.
- Se calentará la tubería hasta la temperatura necesaria para la que aplicación sea correcta.
- Se imprimirá con revestimiento electrostático de epoxi en polvo hasta alcanzar un espesor medio de 100 micras.
- Se aplicará un adhesivo (copolímero de etileno) mediante la extrusión de masa fundida.
- Se aplicará el polietileno sobre el adhesivo fundido mediante la extrusión lateral del mismo.
- Se enfriará la tubería controladamente y se limpiarán los extremos.

#### **D.8.- Ensayos de validación**

Las propiedades físicas y las características de la tubería deben determinarse a través del ensayo de muestras elaboradas con los medios de fabricación.

Estos ensayos no necesitan ser realizados específicamente para este proyecto si previamente han sido realizados sobre productos similares. Los ensayos pueden ser realizados sobre un diámetro y extrapolarlos a otros diámetros si los tubos son similares en composición y disposición de los materiales; y si además son fabricados a partir de las mismas especificaciones de material usando procesos similares.

Todos los resultados de los ensayos sobre prototipos deben estar en poder del Fabricante y a disposición para la inspección, a requerimiento del comprador o su representante autorizado.

#### **D.9.- Ensayos de control de calidad**

Los ensayos de control de calidad de los tubos deberán cubrir como mínimo:

- A: Materias primas
- B: Rigidez
- C: Ensayo hidrostático
- D: Capacidad de carga
- E: Dimensiones críticas
- F: Aprobación visual

El Fabricante debe guardar los registros adecuados correspondientes a los ensayos; dichos informes deben estar disponibles para ser inspeccionados por el Cliente o su representante autorizado. Los ensayos de Control de Calidad deben ser verificados por el Cliente o su representante autorizado.

#### Materias primas

Las materias primas utilizadas en la fabricación de tuberías según esta especificación, deben ser ensayadas por el fabricante antes de utilizarlas para asegurar que cumplen con las especificaciones dadas en el momento de la compra. Cualquier material que no cumpla con las especificaciones estándares, debe ser rechazado inmediatamente.

Todos los materiales deben ser suministrados con los Certificados de Calidad del vendedor a fin de demostrar que cumplen con las especificaciones del Fabricante.

Únicamente pueden utilizarse aquellas materias primas que hayan sido previamente homologadas por el fabricante y que por lo tanto aparezcan en el listado de materias primas admisibles para su posterior elaboración.

#### Ensayo hidrostático

Se realizará el ensayo hidrostático de toda la tubería en obra, así como los acoplamientos, ensayándolos a 1,5 veces su Presión Nominal durante el tiempo que determine la normativa vigente.

### Capacidad de carga

Debe realizarse el ensayo de resistencia axial, según lo que se acuerde con el cliente, y el de resistencia circunferencial una vez por producción.

Si las muestras no sobrepasan los requisitos de ensayo, deben cortarse dos muestras adicionales, una del tubo precedente y una del siguiente.

Si las dos cumplen el ensayo y la media de los tres también cumple, debe considerarse todo el lote como aceptable.

La capacidad de carga se verificará según la normativa vigente

### Dimensiones críticas

Los tubos deben medirse para mostrar su conformidad con las dimensiones críticas, según se especifica en la sección correspondiente de este Pliego, incluyendo el diámetro, espesor, perpendicularidad del corte y longitud. Las mediciones deben realizarse según la norma ASTM D3567.

### Diámetro

Deben realizarse controles del diámetro en cada cambio de diámetro fabricado. Las tolerancias deben ser las indicadas en la sección correspondiente de este Pliego.

### Espesor

Todos los tubos deben ser conformes con los espesores indicados en la sección correspondiente de este Pliego. El espesor medio mínimo debe ser mayor o igual al indicado.

### Perpendicularidad del corte

Cualquier tubo que muestre irregularidades en su corte debe ser verificado para que cumpla con las tolerancias indicadas en la sección correspondiente de este Pliego.

### Longitud

Deben medirse todos los tubos para verificar que cumplen con los requisitos de la sección correspondiente de este Pliego.

#### **D.10.- Inspecciones del cliente**

La Dirección de Obra o su representante autorizado deben tener derecho a inspeccionar los tubos o a presenciar la fabricación y ensayos de calidad de los tubos. Dicha inspección no debe eximir al Fabricante de la responsabilidad de suministro de productos que cumplan con las normas aplicables de la presente especificación.

En el caso de que la Dirección de Obra desee ver algún tubo determinado durante algún estadio concreto de la fabricación, el Fabricante debe dar aviso a la misma o a su representante autorizado, con el suficiente tiempo de antelación, de donde y cuando tendrá lugar la producción de dichos tubos específicos.

En el caso de que la Dirección de Obra no inspeccione la fabricación, ensayos o tubos terminados, no significa que haya aprobado los ensayos o productos.

#### **D.10.- Pruebas**

Son preceptivas las dos pruebas siguientes en las tuberías instaladas en zanjas:

- a) Prueba de presión interior.
- b) Prueba de estanqueidad.

Estas pruebas se realizarán del mismo modo al señalado para las tuberías de fundición.

#### **D.11.- Normativa ACTUAL**

Todos los tubos, juntas, accesorios y restos de piezas especiales deben cumplir como mínimo con los requisitos de la norma AWWA C 200/97 y los criterios establecidos en el manual de instalación AWWA M-11, así como toda la normativa recogida en dichos documentos, en particular las siguientes:

- ASME Unfired Pressure Vessel Code.
- Cement-Mortar Lining of Water Pipelines -1 In. (100 mm) and Larger . In Place. AWWA Standard C602-83. AWWA, Denver. Colo. (1983).
- Cement-Mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe - 4 In. And Larger - Shop Applied. AWWA Standard C205-80. AWWA, Denver, Colo. (1980)
- Coal-Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipelines-Enamel and Tape - Hot Applied. AWWA Standard C203-78. AWWA, Denver, Colo. (1978).

- Cold-Applied Tape Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Steel Water Pipelines. AWWA Standard C209-84. AWWA, Denver, Colo. (1984).
- Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems. NACE Standard RP-O1-69. NACE, Houston, Texas (1983 revision).
- Fusion-Bonded Epoxy Coating for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines, AWWA Standard C213-79. AWWA, Denver, Colo. (1979).
- Grooved and Shouldered Type Joints. AWWA Standard C606-81. AWWA, Denver, Colo. (1981).
- Liquid Epoxy Coating Systems for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines. AWWA Standard C210-84. AWWA, Denver, Colo. (1984).
- Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products. ASTM Standard A370-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Methods, Practices, and Definitions, for Chemical Analysis of Steel Products. ASTM Standard A751-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Penstock Analysis and Stiffener Design. Bull. 5, Part V. Tech. Invest., Final Rept., Boulder Canyon Project, US BUREC, Denver, Colo. (1944).
- Rules for Construction of Unfired Pressure Vessels. Sec. VIII, ASME Boiler and Pressure Vessel Code. ASME, New York.
- Specification for Structural Steel. ASTM Standard A36-77. ASTM; Philadelphia, Pa. (1977).
- Specifications for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High Temperature Service. ASTM Standard A193-80. ASTM, Philadelphia, Pa. (1980).
- Specifications for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High-Pressure and High-Temperature Service. ASTM Standard A194-80. ASTM, Philadelphia, Pa. (1980).
- Specifications for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates, Shapes and Bars. ASTM Standard A283-79. ASTM, Philadelphia, Pa. (1979).
- Steel Pipe Flanges for Waterworks Service - Sizes 4 in. Through 144 in. AWWA Standard C207-78. AWWA, Denver, Colo. (1978).
- Steel Water Pipe 6 Inches and Larger AWWA Standard C200-80. AWWA, Denver, Colo. (1980).
- Tape Coating Systems for the Exterior of Steel Water Pipelines, AWWA Standard C214-83. AWWA, Denver, Colo. (1983).
- Test for Abrasion Resistance of Pipeline Coatings. ASTM Standard G6-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).

- Test for Bendability of Pipeline Coatings. ASTM Standard G10-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Test for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings. ASTM Standard G8-79. ASTM, Philadelphia, Pa. (1979).
- Test for Chemical Resistance of Pipeline Coatings. ASTM Standard G20-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Test for Disbonding Characteristics of Pipeline Coatings by Direct Soil Burial. ASTM Standard G19-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Test for Effects of Outdoor Weathering on Pipeline Coatings. ASTM Standard G11-79. ASTM, Philadelphia, Pa. (1979).
- Test for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test). ASTM Standard G14-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Test for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Limestone Drop Test). ASTM.
- Test for Penetration Resistance of Pipeline Coatings (Blunt Rod). ASTM Standard G 17-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Test for Water Penetration into Pipeline Coatings. ASTM Standard G9-77. ASTM, Philadelphia, Pa. (1977).
- Welded Steel Penstocks. Engnr. Monograph 3. Bureau of Reclamation, Denver, Colo.
- Z. Swanson, H.S. Et al. Design of Wye Branches for Steel Pipe. Jour AWWA, 47:6:581 (June1955).

Igualmente, se cumplirá toda la normativa API correspondiente a tuberías de acero de gran diámetro. Específicamente se exigirá el cumplimiento de la norma API-5L. También serán de obligado cumplimiento las recomendaciones establecidas por la C.E.C.T.



## E) TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

El material empleado se obtendrá del policloruro de vinilo técnicamente puro, es decir, aquel que no tenga plastificantes, ni una proporción superior al uno por ciento de ingredientes necesarios para su propia fabricación.

### E.1.- Características del material.

El material empleado en la fabricación de tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC) será resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1 por 100 (1%) de impurezas) en una proporción no inferior al 96 por 100, no contendrá plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes, debiendo ser sometidas a la aprobación del Ing. Director.

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

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	VALORES	MÉTODO DE ENSAYO.
Densidad	De 1.35 a 1,46 kg/dm <sup>3</sup>	UNE 53.020/1973
Coefficiente de dilatación lineal	De 60 a 80 millonésimas por grado centígrado	UNE 53.126/1979
Temperatura de reblandecimiento	>79 °C	UNE 53.118/1978
Resistencia a tracción simple	>500kg/cm <sup>2</sup>	UNE 53.112/1981
Alargamiento a la rotura	>80 por 100	UNE. 53.112/1981
Absorción de agua.	<40 por 100 g/m <sup>2</sup>	UNE. 53.112/1981
Opacidad	<0.2 %	UNE.53.03971955

Las tuberías de PVC se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y valoración exigida al material.

No se admitirán piezas especiales fabricadas por la unión mediante soldadura o pegamento.

## E.2.- Identificación.-

Los elementos de marcado estarán impresos o marcados directamente sobre el tubo a intervalos máximos de 1 m de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie e instalación, la legibilidad se ha de mantener durante la vida útil de los productos.

El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defectos.

Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información impresa debe ser diferente del color base del tubo.

El tamaño del marcado debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

Marcado mínimo requerido:

- Número de la Norma de Sistema
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Material
- Diámetro exterior nominal y espesor de pared
- Presión nominal
- Información del fabricante, para conseguir la trazabilidad debe aparecer la siguiente información:
  - Un nombre o código para la ciudad de fabricación
  - El periodo de fabricación, año, en cifras o en código
- Número de la línea de extrusión, si no está incluida en la información del fabricante.

## E.3.- Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma EN 1452-2:1999 no será necesario realizar un control de calidad de los tubos. En caso contrario se realizará el siguiente control de calidad utilizando como procedimiento de muestreo la norma ENV 1452-7.

### A) CARACTERÍSTICAS GENERALES

#### Resistencia mínima requerida:

La resistencia mínima requerida, tal como se define en la Norma EN 1452-1, será de al menos 25 Mpa. El ensayo se efectuará conforme con la Norma EN 921:1995.

Densidad:

La densidad del tubo a 23°C, cuando sea medida de acuerdo con la ISO 1183, debe estar comprendida entre los siguientes límites:

$$1350 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1460 \text{ kg/m}^3$$

Opacidad:

La pared del tubo debe ser opaca y no debe transmitir más del 0,2 % de la luz visible cuando se mida de acuerdo al método descrito en la Norma EN 578.

B) CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Diámetros:

El diámetro exterior nominal, el diámetro exterior medio y la ovalación se medirán de acuerdo con la Norma prEN ISO 3126 y estarán dentro de las tolerancias dadas en la tabla 1 de la Norma EN 1452-2.

Espesor de la pared:

El espesor de la pared nominal debe estar conforme con la tabla 2 de la Norma EN 1452-2, según la serie de tubos apropiada y su valor estarán dentro de la tolerancia especificada en la misma tabla.

C) CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Resistencia al impacto:

Los tubos con espesor de pared nominal igual o inferior a 14,9 mm, cuando se ensayen para determinar su resistencia a impactos externos de acuerdo con la Norma EN 744:1995 y a los niveles dados en la tabla 6 de la Norma EN 1452-2, tendrán un porcentaje real de roturas inferior o igual al 10%.

Resistencia a la presión interna:

Los tubos deben resistir sin reventamiento ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna cuando se ensaye de acuerdo con la Norma EN 921:1995.

#### D) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El tubo tendrá unas características físicas conformes con los requisitos dados en la tabla 8.

Tabla 8

Características	Requisitos	Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat	$\geq 80^{\circ}\text{C}$	EN 727
Retracción longitudinal	Máximo 5%	EN 743
Grado de gelificación	Sin ataque en ningún punto de la superficie de la probeta	EN 580

#### E) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Los tubos de PVC no deben contener más de 1 ppm de monómero de cloruro de vinilo determinado por medio de cromatografía en fase gaseosa con espacio de cabeza de acuerdo con el método de la Norma ISO 6401.

#### F) UNIONES

Las uniones de tubos se realizarán mediante campana con junta elastomérica bilabiada o similar no resistente a esfuerzos axiales.

Las embocaduras se someterán a los siguientes controles geométricos de acuerdo con la Norma EN 1452-2:

- Diámetro interior medio de la embocadura
- Ovalación máxima admitida
- Profundidad mínima de embocamiento
- Longitud de entrada de embocadura y de la zona de estanquidad.

#### E.4.- Elastómeros para junta de estanquidad.

Reunirán las características y serán sometidos a los ensayos descritos en la Recomendación ISO/R 1398-1970, y en los Anejos A, B y C de dicha Recomendación.

La dirección de obra establecerá el procedimiento operativo para garantizar que sólo se incluyan en la obra elementos correspondientes a partidas aceptadas. No serán considerados utilizables los elementos defectuosos pertenecientes a partidas ensayadas y que en conjunto hayan resultado aceptables.

El contratista será responsable del grado de dureza elegido para cada elemento de estanquidad. El grado de dureza adoptado en cada caso, será tal, que todos los anillos de

estanqueidad aceptados permitan realizar las pruebas en fábrica y campo, tanto de las juntas como del conjunto de la tubería. Si a causa de un defecto de dureza se produjesen defectos de estanqueidad en las referidas pruebas, se deberá sustituir todo el material sospechoso de este defecto, a expensas del contratista.

#### **E.5.- Tubos de PVC de pared no convencional.**

Se refiere concretamente este apartado a tuberías de PVC con pared conformada helicoidalmente a partir de una lámina o banda.

Material: las características del material a emplear cumplirán las condiciones recogidas en el epígrafe anterior, así como en lo que respecta a la resistencia a la presión hidráulica.

Resistencia a la ovalización: la flecha máxima admisible en el tubo debida a cargas ovalizantes no superará el cinco por ciento del diámetro nominal, realizando el ensayo según la Norma UNE 53.331. El coeficiente de seguridad al pandeo o colapso del tubo será como mínimo de dos.

### **III. 3. 38.- VÁLVULAS, CONTADORES Y FILTROS**

Las válvulas deberán cumplir lo prescrito en la siguiente normativa: UNE-EN 1074-1 y 2:2000 sobre Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1. Requisitos Generales y Parte 2: Válvulas de seccionamiento; UNE-EN 558-1 sobre Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas.

Parte 1: válvulas designadas por PN; EN 736-2. Válvulas. Terminología. Parte 2: Definición de los componentes de las válvulas; EN 1333. Componentes de canalización de tubería. Definición y selección de PN; EN ISO 6708. Componentes de canalizaciones. Definición y selección de DN (Diámetro Nominal); EN 681-1. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 2: Caucho vulcanizado. ISO 5752 Aparatos de valvulería metálicos utilizados en tuberías con bridas. Dimensiones entre caras y respecto al eje; ISO 5208 Valvulería industrial. Ensayos a presión para los aparatos de valvulería; ISO 7005-2 Bridas metálicas. Parte 2: Bridas de fundición ISO 7259 y DIN 2501.

La válvula se definirá por su diámetro nominal, debiendo detallar el fabricante si se relaciona con el diámetro interior o exterior (ID/OD, respectivamente), presión nominal, par de apertura y sentido de maniobra, tipo de juntas (a bridas o automática) y materiales y revestimientos.

El diámetro nominal deberá venir especificado por el fabricante, debiendo ser acorde con el material del sistema de canalización y las condiciones de funcionamiento elegidas en el proyecto.

La presión nominal (Presión de funcionamiento, máxima y de ensayo admisibles, PFA, PMA y PEA), deberá estar conforme a la siguiente tabla:

PN	PFA <sup>(a)</sup>	PMA <sup>(a)</sup>	PEA <sup>(b)</sup>
6	6	8	12
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

a) PFA y PMA se aplican a todas las válvulas en todas las posiciones.

b) PEA sólo se aplica a válvulas que estén en la posición totalmente cerrada.

Las válvulas se suministrarán con sentido de cierre horario (FSH), salvo que se especifique lo contrario en el proyecto (sentido de cierre antihorario (FAH)).

Las válvulas estarán diseñadas para velocidades del flujo de agua que puedan alcanzar, como máximo, los valores detallados en la siguiente tabla:

PFA	Velocidad de flujo (m/s)
6	2,5
10	3,0
16	4,0
25	5,0

Las válvulas se deberán marcar, de manera visible y durable, del siguiente modo:

- DN;
- Identificación de los materiales de la carcasa;
- PN;
- Identificación del fabricante;
- Identificación del año de fabricación;

- Referencia a la norma EN 1074-#.

### **III. 3. 39.- VÁLVULAS DE COMPUERTA**

#### **A) Campo de aplicación**

Las válvulas de compuerta estarán constituidas por un cuerpo tubular con bridas de pletina o de otro tipo desmontable, una cámara de alojamiento de la compuerta, terminada por una cúpula, una compuerta con forma de disco provista de una tuerca sobre la que actúa el husillo, que a su vez se apoya sobre un anillo sin estriar, denominado tejuelo; el cierre del husillo por medio de un volante, debe ser también desmontable para dejar la válvula desprovista de medios de accionarla, cuando así convenga.

No se admitirá como elemento de cierre de la prensa-estopas el cordón enebado.

El cuerpo, la tapa, el tejuelo y la prensa, serán de fundición, así como el disco, que irá guarnecido por ambas caras con aros de bronce. Los husillos serán de bronce o de acero inoxidable.

El contratista entregará un gráfico en el que se represente la ley que relaciona el caudal y el tiempo de cierre para cada tipo de válvula, pudiendo en este caso ser rechazada si no fuese suficientemente lento y gradual a juicio del facultativo director de obra.

Las válvulas de compuerta se utilizarán en hidrantes. Si el empuje que se ejerce sobre una sola cara de la compuerta cerrada superase los 3.500 Kg, se prescindirá de utilizar válvulas de este tipo por considerar su manejo a mano difícil.

Para calcular dicho empuje se utilizará como presión unitaria la presión de servicio de la válvula y como superficie el área mojada que, podrá o no, coincidir con la correspondiente al diámetro nominal de la válvula.

Las válvulas de compuerta se utilizarán en las tomas, tal y como se indica en los planos.

## B) Características de diseño

El diseño del cuerpo será tal que permita desmontar y retirar el obturador sin necesidad de levantar aquél de la instalación. Asimismo, deberá ser posible sustituir los elementos de estanqueidad eje-etapa, o restablecer la impermeabilidad, con la conducción bajo presión, sin necesidad de desmontar el cuerpo ni el obturador, y en la posición de apertura total de la válvula.

Para PN 10, 16 y 25, el obturador, fabricado en fundición nodular, estará exteriormente recubierto de elastómero con purga de fondo. El cuerpo no llevará acanaladura en su parte inferior.

Para PN 40 se utilizará el cierre metal-metal, en donde el obturador estará formado por dos discos fundidos en una sola pieza, en forma de cuña, guiado mediante nervios practicados en el cuerpo y estará dotado a ambos lados de anillos de estanqueidad, metálicos, que se corresponderán en su posición de asiento, con los que deben existir en el cuerpo, asegurando el cierre de la válvula.

El cierre de la válvula se realizará mediante giro de la cabeza del husillo o eje en el sentido de las agujas del reloj, consiguiéndose la estanqueidad mediante la compresión del obturador con el perímetro interno del cuerpo.

El husillo girará y penetrará de manera recta y uniforme y funcionará correcta y suavemente, acorde a los esfuerzos en la apertura y cierre de la válvula.

El roscado del husillo en la zona de maniobra será mecanizado o forjado de forma trapecial y en la longitud suficiente para asegurar que los obturadores puedan elevarse hasta conseguir el paso directo: es decir, dejando libre, en posición de abierta, la totalidad de la sección del paso del fluido. La sección de paso deberá ser en todo punto superior al 90% de la sección correspondiente al DN. La reducción de sección admisible deberá ser sin aristas ni resaltos, manteniendo la sección circular.

La cabeza o corona del husillo, donde se aplica el elemento de maniobra formará una sola pieza con el resto del husillo. Se rebajará y mecanizará de forma que la parte superior resulte de sección cuadrada para recibir el elemento de maniobra.



El enlace a la conducción se realizará mediante bridas en válvulas instaladas en alojamientos y mediante extremos hembras para junta automática flexible en válvulas enterradas.

Las bridas formarán ángulo recto con el eje de la parte tubular del cuerpo y serán concéntricas con éste. Las bridas estarán taladradas y los orificios de los tornillos estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso.

En la zona de fricción entre eje y tapa deberán existir, al menos, dos juntas de estanqueidad.

Se instalará una junta deslizante entre el husillo y la parte superior de la tapa que evite la entrada de materias extrañas.

En la maniobra directa mediante llave en T la cabeza del husillo deberá protegerse mediante una caperuza.

En las válvulas enterradas, el elemento de maniobra estará formado por un vástago de accionamiento que actuará sobre la cabeza del husillo.

El par máximo de estanqueidad deberá ajustarse a la Norma ISO 7259.

El par de ensayo deberá ser como mínimo el triple del valor del par de estanqueidad señalado anteriormente y nunca podrá ser inferior a 300 Nm.

### **C) Características de los Materiales**

El cuerpo y la tapa serán de fundición nodular. Para PN 40 podrán admitirse en acero fundido, siempre que su instalación sea en cámara o registro.

El obturador será de fundición nodular recubierto totalmente de elastómero, tal como se ha descrito anteriormente para las presiones nominales PN 10, PN 16 y PN 25.

Para PN 40 se utilizará el cierre metal-metal, en cuyo caso el obturador será de acero inoxidable, dotado a ambos lados de anillos de bronce fundido, que se corresponderán; en su posición de asiento, con los que deben existir en el cuerpo, asegurando el cierre de la válvula.

El husillo del mecanismo de maniobra será de acero inoxidable y la tuerca o elemento de unión entre el obturador y el husillo, en el que gira éste, será de aleación de cobre de alta resistencia.

Los pernos o tornillos que unan cuerpo y tapa, de existir según diseño, serán de acero cadmiado. Podrán ser de fundición nodular si el cuerpo y la tapa son de este material. En el caso de válvulas enterradas, la tornillería deberá protegerse contra la corrosión.

Las juntas existentes entre las diversas partes de la válvula serán de material convenientemente apropiado para resistir las pruebas que se especifican en el apartado correspondiente, y sin que en ningún momento puedan alterar la calidad del agua.

Las juntas de estanqueidad, eje-tapa y tapa-cuerpo, serán de elastómero.

La junta del sistema de enlace será del mismo tipo que la de la conducción.

Los elementos de maniobra, volante, caperuza y llave en T serán de fundición nodular.

Las características de resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, temperatura y envejecimiento (durabilidad) de los materiales señalados anteriormente serán, como mínimo, los que correspondan a las designaciones siguientes:

Fundición nodular:

UNE 36-118 FGE 42-12 ó FGE 50-7

DIN 1693 GGG 40 ó GGG-50

Acero fundido:

UNE 36-252 AM 45 gr.

ASTM A-216 Gr. WCB

Acero inoxidable:

- Husillo: (PN 10, PN 16 y PN 25):

UNE 36-016 F3401 X12Cr13 AISI 410

UNE 36-016 F3402 X20Cr13 AISI 420

UNE 36-016 F3403 X30Cr13 AISI 420

- Obturador y husillo (PN40):

UNE 36-016 F3434 XóCrNiMo17-12-03 AISI 316

UNE 36-016 F3533 X2CrNiMo17-12-03 AISI 316L

#### Aleaciones de cobre:

Forjados: UNE 37-103 series 66XX y 73XX

Moldeados: UNE 37-103 series 26XX y 35XX

#### Elastómeros:

Caucho nitrilico (NBR)

Etileno-propileno (EPDM)

Neopreno (CR)

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de etileno-propileno por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Asimismo, todos los elastómeros deberán cumplir las características que se determinan en UNE 53-571, para una dureza  $60 \pm 5$ .

### **D) Características dimensionales**

#### Longitud de montaje:

Para las válvulas cuya unión a la instalación se realice mediante juntas de brida, la longitud de montaje será la distancia entre los dos planos perpendiculares al eje de la tubular de la válvula situados en los finales del cuerpo. Se normalizan las siguientes longitudes de montaje:

DN	PN 10/16			PN 25 Y PN 40	
	14	3	15	15	4
Serie básica ISO-5752					
50	150	178	250	250	216
65	170	190	270	270	241
80	180	203	280	280	283
100	190	229	300	300	305
125	200	254	325	325	381
150	210	267	350	350	403
200	230	292	400	400	419
250	250	330	450	450	457
300	270	356	500	500	502

En cuanto a las válvulas de enlace mediante extremos hembras para junta automática flexible, la distancia entre extremos será, como mínimo, la que resulta de aumentar en 12 cm la mayor anchura exterior del cuerpo en su parte superior, de forma que quede, como mínimo, 6 cm a cada lado, entre el exterior de la parte superior del cuerpo y el ensanchamiento exterior de la junta, a efectos de la realización del anclaje de la válvula.

En cualquier caso la profundidad de la hembra del enchufe deberá cumplir, como mínimo, las especificaciones de la Norma UNE 19-031, que se corresponde con ISO 13.

#### Altura de montaje:

Se define la altura de montaje como la distancia existente desde el eje del orificio o tubular de paso hasta el extremo del husillo, considerando éste como la parte superior de la sección cuadrada, que recibe el volante o caperuza del mecanismo de accionamiento.

A tal efecto, se señalan las alturas de montaje máximas para cualquiera de las presiones nominales que se consideran.

Dimensiones en mm

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
H	255	320	335	380	450	480	600	712	800

DN: Diámetro Nominal

H: Altura de montaje

Enlaces a la conducción:

Para el dimensionamiento de los enlaces mediante extremos hembras para junta automática flexible se estará a lo dispuesto en ISO 13.

Para los enlaces mediante juntas de bridas, las dimensiones de éstas así como la métrica de los tornillos están conformes con las normas:

- PN 10: ISO 2531-ap.27 Equivalente a DIN 28604
- PN 16: ISO 2531-ap.28 Equivalente a DIN 28605
- PN 25: ISO 2531-ap.29 Equivalente a DIN 28606
- PN 40: DIN 2545

Las bridas de tuberías y piezas especiales que se acoplen a las de las válvulas deberán ajustarse a las dimensiones de las citadas normas, mecanizándose en caso necesario.

El espesor del cuerpo, diámetro del husillo y dimensiones de la tapa y casquillo de sujeción de ésta se determinarán por el fabricante según las condiciones de los materiales empleados, los esfuerzos de ensayo, y para una velocidad de flujo de 4 m/s, para PN 10 y 16 y 5 m/s, para PN 25 y 40.

## E) Características de las Protecciones

Todo el material de fundición nodular o acero del cuerpo y tapa en las partes del obturador no recubiertas llevarán una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxipoliamida, con un espesor total no inferior a 200 micras, de las que al menos las 50 micras primeras deberán tener un contenido en zinc no inferior al 95% en peso.

Exteriormente se añadirá un esmalte de acabado de espesor mínimo de 50 micras y color según especificaciones de pedido.

En el caso de aceros, además de las anteriores, se aplicará una capa de imprimación de pintura reactiva para asegurar la adherencia de las capas posteriores.

Cualquiera que sea el sistema de protección utilizado, será esencial la preparación previa de la superficie a proteger para conseguir la uniformidad del revestimiento anticorrosión. Para ello, se eliminará el polvo, la suciedad y aceites o materiales grasas que pueden encontrarse sobre la superficie.

Se considera como sistema generalmente más utilizado, el granallado, según el cual, la granalla, que puede ser de acero o fundición y de formas redondas o angulares según los resultados que se quieran obtener, se proyectará sobre el elemento a preparar.

El sistema de preparación de superficies deberá alcanzar como mínimo el grado SA 2<sup>1/2</sup>.

Para cualquiera de las protecciones citadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario de los recubrimientos a emplear.

La tornillería, en caso de existir, entre cuerpo y tapa en válvulas enterradas, será embutida, sellándose ambos extremos con silicona o similar.

En las válvulas de enlaces con juntas de bridas, la tornillería de estas juntas como la de las válvulas se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar) cuando vayan alojadas en cámaras o arquetas.

Las bridas enterradas se protegerán además mediante encintado de material plástico o similar en todo su contorno de espesor mínimo de 500 micras.

Estos sistemas se consideran independientes de los que puedan corresponder al estudio específico de protección general de la instalación a que correspondan.

## **F) Control de calidad**

### **Autocontrol**

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberán estar sujetos a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá entregar a la empresa constructora el manual de organización, equipos, medios y procedimientos de autocontrol, cuya idoneidad y cumplimiento deberá ser certificado anualmente por organismo competente o empresa de control de calidad, independiente del fabricante, oficialmente autorizada.

El proceso de autocontrol abarcará al menos los apartados siguientes:

#### **1. Materiales:**

- Composición química
- Estructura molecular
- Características mecánicas
- Tratamientos térmicos
- Otras características

#### **2. Fabricación:**

- Dimensiones, tolerancias y paralelismo
- Soldaduras
- Acabado de superficies
- Comportamiento mecánico

#### **3. Protecciones:**

- Composición química
- Preparación de superficies y espesores
- Comportamiento mecánico
- Comportamiento químico y alimentario

Deberán comprobarse y registrarse documentalmente, al menos, todas y cada una de las características de diseño, de los materiales y de las protecciones que se señalan en este Pliego.

En el manual de control de calidad deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos y medios de ensayo utilizados.

Además del manual de autocontrol, el fabricante entregará a la empresa constructora copia de los registros de resultados de todas las operaciones y ensayos efectuados en cada lote de equipos suministrados, fechados y rubricados por los técnicos facultativos correspondientes, abarcando todos los apartados y características señalados anteriormente.

### **G) Ensayos y pruebas**

El fabricante entregará a la empresa constructora copia de los certificados de prueba de idoneidad de cada modelo, diámetro y timbraje a suministrar incluyendo:

- pruebas mecánicas
- pruebas hidráulicas
- ensayos de desgaste

Deberán documentarse estas pruebas con la normativa aplicada a cada tipo de ensayos. El certificado de idoneidad deberá ser expedido por organismo competente o empresa de control de calidad, independiente del fabricante, oficialmente autorizada.

Además de los controles, ensayos y pruebas a que se someten los materiales y elementos componentes de cada lote de fabricación, todas y cada una de las válvulas deberán someterse a un control de funcionamiento que incluya al menos los ensayos y pruebas siguientes:

- 1 Prueba de accionamiento en vacío  
Comprobación del sentido de giro y paso integral
  
- 2 Prueba de presión



Se comprobará el comportamiento mecánico y la estanqueidad exterior sometiendo la válvula abierta a una presión interior de 1,5 veces la presión nominal, con arreglo a la Norma ISO 5208.

### 3 Pruebas de estanqueidad

Se comprobará el comportamiento mecánico y la estanqueidad interior y exterior sometiendo la válvula cerrada a una presión interior, alternativamente por cada lado del obturador, de 1,1 veces la presión nominal, con arreglo a la Norma ISO 5208, sin que se aprecie pérdida alguna de estanqueidad durante la duración del ensayo.

### 4 Par de cierre y apertura

Durante las pruebas de estanqueidad, deberán medirse y registrarse automáticamente los pares de cierre y apertura de la válvula

## H) Referencias, certificados y garantías

Cada lote de válvulas suministradas por el fabricante, deberá ser remitido junto con una ficha técnica en la que se haga referencia a las características de diseño, materiales, dimensionales, de protecciones, de fabricación, de expedición, durabilidad, garantía y otros.

Las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote deberán ser:

### Fabricación:

- Código de identificación del lote de fabricación
- Fabricante y modelo de la válvula
- Fecha de fabricación
- N° de pedido
- Fecha de expedición

### Generales:

- Tipo de válvula: compuerta
- Diámetro nominal
- Presión nominal
- Sentido de maniobra: cierre en sentido horario
- Accionamiento

- Tipo de asiento: elástico o metal-metal
- Tipo de enlace: bridas o enchufe hembra

Materiales:

- Material del cuerpo y tapa
- Material del obturador
- Material de husillo
- Material de la tuerca
- Material de la tornillería
- Material de las juntas

Dimensionales:

- Longitud de montaje
- Altura de montaje

Protecciones:

- Protección de la fundición
- Protección del acero
- Protección de la tornillería

Pruebas:

- Ensayos y pruebas a que ha sido sometida

Garantías:

- Periodo de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento.

Como documentación adjunta a las referencias técnicas señaladas, se exigirán certificados de calidad del modelo de válvula, de los materiales constitutivos, de las características mecánicas de las válvulas y de las diferentes pruebas realizadas.

Entre otros se exigirán, por cada lote de fabricación, los siguientes certificados y garantías:

- ensayos y pruebas realizados
- composición química de materiales (fundición, elastómeros, grasas de montaje y otros)
- características mecánicas

- procedimientos de pintado y protección
- certificación de control de calidad realizado por una empresa independiente oficialmente autorizada
- periodo de garantía, alcance y condiciones
- seguro de responsabilidad civil

Estos certificados deberán ir firmados por el responsable del control de calidad del fabricante.

Asimismo se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente a cada nuevo modelo de válvula suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

### **I) Mercado**

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible conforme a lo dispuesto en el presente apartado.

Se marcarán en la válvula mediante grabado en altorrelieve, al menos en uno de los dos laterales del cuerpo, las siguientes características:

- Diámetro nominal: mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.
- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura, por ejemplo: FGE 42-12 UNE.
- Identificación del fabricante

Asimismo se señalará de forma indeleble, sobre el cuerpo o tapa, las siguientes características:

- el modelo de la válvula
- el año de montaje
- el sentido de apertura y cierre

### III. 3. 40.- VÁLVULAS DE MARIPOSA

#### A) Campo de aplicación

Las válvulas de mariposa, se utilizarán los puntos de las tuberías de la red en los que sea necesario, donde la presión sobre el disco de la misma sea igual o superior a 3.500 Kg, y en aquellos inferiores en que el gálibo disponible no permita la instalación de una válvula de compuerta, así como en desagües de arterias y conducciones de aducción, e instalaciones especiales. Estarán provistas de un cuerpo cilíndrico o esférico y de un eje que se accione lentamente, mediante un volante con mecanismo desmultiplicador alojado en una carcasa lateral.

El disco deberá asentar sobre un aro con cierre hidráulico, bien sea de material hidráulico o de caucho.

El material del cuerpo tubular y carcasa, será de fundición, el disco de acero inoxidable, y los ejes y mecanismos de accionamiento, de bronce o de acero inoxidable.

La válvula deberá estar equilibrada de tal modo que las presiones sobre la dos mitades del disco, situadas a uno y otro lado del eje, sean prácticamente iguales, de forma que se disminuya el esfuerzo de accionamiento, facilitándose para grandes presiones y diámetros.

El perfil transversal del disco será lo más adecuado posible a la disminución de pérdida de carga, cuando funcione en posición de abierto.

#### B) Características de diseño

Entre los diferentes diseños se admitirán los siguientes:

1) Según la posición del eje respecto al disco:

- De eje céntrico, cuando el eje coincide con el plano de simetría del disco
- De simple excentricidad, cuando el eje es excéntrico con respecto al disco estando centrado con respecto al eje longitudinal de tubería.
- De doble excentricidad, cuando el eje excéntrico con respecto al disco, y además es ligeramente excéntrico con respecto al eje longitudinal de la tubería

2) Según sea el eje:

- Único o monobloc
- En dos partes o semi-ejes. En este caso uno será de arrastre, al que se acopla el sistema o mecanismo de maniobra, y el otro de fijación.

3) Según sea el sistema de estanqueidad cuerpo-obturador

- Junta de estanqueidad montada sobre el obturador
- Junta de estanqueidad montada sobre el cuerpo

Las bridas de enlace a la conducción, si las lleva, formarán ángulo recto con el eje de circulación del fluido y serán concéntricas con éste. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso. No se admitirán taladros roscados en ninguna de las bridas de enlace que permitan la sujeción mediante simple atornillado, ni diseños (nervios, resaltes, etc.) que dificulten la colocación y desmontaje de los tornillos y tuercas de apriete.

Para válvulas excéntricas, el sistema de estanqueidad interior deberá permitir la sustitución de la junta. Para diámetro superior o igual a 1000 mm, dicha sustitución se realizará sin desembridar la válvula de la conducción.

Las velocidades mínimas de diseño con apertura total serán las expresadas en la tabla siguiente:

PN	V (m/s)
10	3
16	4
25	5

En una válvula utilizada en regulación se preverá la aparición del fenómeno de cavitación cuando, mantenida una posición de regulación el valor de la presión absoluta aguas abajo de la válvula sea inferior al valor de la caída de presión en el obturador.

Para las velocidades indicadas y con la válvula totalmente abierta, el diseño de la válvula no permitirá que se produzca cavitación determinándose aquellas condiciones críticas a partir de las cuales puede producirse este fenómeno, o el valor de la presión necesaria aguas abajo para mantener en los límites deseados el grado de cavitación en la válvula.

El par de maniobra deberá ser inferior a 50 Nm para accionamiento manual por volante y de 150 Nm para accionamiento motorizado eléctrico, neumático o hidráulico (actuadores). Estos valores, a válvula vacía, serán de 5 Nm y 15 Nm respectivamente.

El número de vueltas del elemento de maniobra necesario para obtener un movimiento de apertura o cierre completo formará parte de las características de la válvula.

El número de vueltas del elemento de accionamiento manual se ajustará a los valores de la siguiente tabla:

DN (mm)	min.	máx.
≤ 400	20	40
450 a 700	30	60
≥ 800	60	120

En las válvulas de accionamiento motorizado deberá limitarse el tiempo de maniobra, en función de las características hidráulicas de la instalación, con el fin de limitar las sobrepresiones por golpe de ariete.

La válvula será concebida para poder soportar un número mínimo de 2000 ciclos de maniobra en vacío con apriete al par máximo.

En las válvulas de diámetro superior a 300 mm y  $PN \geq 16$  el dispositivo de maniobra será a base de mecanismos de desmultiplicación (reductor) y actuador de dicho mecanismo.

El mecanismo de desmultiplicación estará alojado en una caja, cárter o carcasa, que deberá ser estanca mediante junta de elastómero, grado de protección mínimo IP 67, y con su interior engrasado de por vida, de tal forma que pueda garantizarse su funcionamiento después de largos períodos de tiempo sin haberse maniobrado.

La caja del reductor será, como mínimo, de fundición gris GG 25; el eje será de acero inoxidable, calidad mínima F 3402, F3403, F3404 de UNE 36-016 (AISI 420).

La unión del reductor a la válvula será conforme a las normas ISO 5211/11 y 5211/2.

El reductor dispondrá en su exterior de un indicador de posición de obturador.

El actuador del mecanismo de maniobra podrá ser de accionamiento manual, eléctrico neumático, hidráulico o combinación de estos y deberá ser suficiente para generar el par necesario para la maniobra de la válvula en las condiciones más desfavorables de funcionamiento.

El accionamiento manual será mediante volante, y para diámetro mayor de 300 mm, el reductor estará preparado para acoplar directamente un actuador motorizado.

Las válvulas con accionamiento motorizado dispondrán de un accionamiento manual que permita su maniobra en caso necesario.

Los actuadores han de permitir:

- Transmitir al eje del reductor el par máximo necesario con exclusión de cualquier otro esfuerzo.
- Mantener fijo el obturador en cualquier posición
- Establecer una posición muy precisa, que asegure la estanqueidad de la válvula y el buen estado de la junta elástica de cierre.

### **C) Características de los Materiales**

Salvo especificaciones particulares de proyecto, los materiales de los diversos componentes de las válvulas cuya instalación se contempla en esta normativa serán uno de los que se determinan a continuación:

DN	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40
80	FUNDICIÓN		FUNDICIÓN O ACERO AL	NODULAR CARBONO
100				
125				
200				
250				
300				
350	NODULAR			
400				
450				
500				
600				
700	FUNDICIÓN NODULAR O			
800				
900				
1000				
1100	ACERO AL CARBONO			ACERO AL CARBONO
1200				
1300				
1400				
1500				
1600				

Los materiales del cuerpo, tapa y obturador se ajustarán a los campos de aplicación del cuadro anterior.

Las calidades mínimas serán las correspondientes a FGE42-12 UNE 36-118 para fundición nodular y a A-42 RA I UNE 36-087 para el acero al carbono. También podrá admitirse el acero inoxidable, en cuyo caso éste sería de calidad mínima F3503, F3504, F3533, F3534 de UNE 36-016, correspondientes a AISI 304L, 304, 316L y 316, respectivamente. Este acero inoxidable será de uso imperativo en líneas de reactivos.

El eje o semi-ejes serán de acero inoxidable, calidad mínima F3402, F3403, F3404 de UNE 36-016 (AISI 420).



Los cojinetes o casquillos sobre los que pivota el eje serán autolubricados, con ausencia total de grasas, de bronce de calidad mínima C-7350 UNE 37-103-78. Para válvulas de PN 10 de cualquier diámetro y de PN 16 de diámetro inferior a 600 mm inclusive podrán admitirse de PTFE (teflón) sobre base de bronce o acero inoxidable calidad mínima F3504 UNE 36-016.

El sistema de estanqueidad interior disco-cuerpo, será de junta de elastómero sobre acero inoxidable, por lo que en los discos o cuerpos que no sean de este material deberá realizarse un sistema de aportación en la zona de estanqueidad. El acero inoxidable de aportación será del tipo F3533 UNE 36-016, con espesor mínimo de 5 mm, estabilizado con Ti ó Nb.

Las juntas de estanqueidad interior disco-cuerpo así como aquellas otras que puedan estar en contacto con el agua en circulación serán de elastómero etileno-propileno (EPDM), por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento, o de (NBR) o Neopreno (CR). Asimismo, todos los elastómeros deberán cumplir las características que se determinan en la Norma UNE 53-571, para las clases de material correspondientes a las durezas 60 ó 70, a excepción de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Para cualquier grado de dureza de los señalados anteriormente, dicha deformación remanente no debe de ser superior al 20%, valor que se corresponde con el ensayo 5.3 a 70° C de la norma UNE 571-74.

El aro de sujeción de la junta de estanqueidad interior, cualquiera que sea el sistema de estanqueidad, de los señalados será del mismo material que el obturador o de acero inoxidable, evitándose pares galvánicos y erosiones. Deberá existir un dispositivo de seguridad (o fijación) que impida la aflojadura de los tornillos.

Los pernos o tornillos que unen cuerpo y tapa así como los de las juntas de enlace serán de acero inoxidable clase A4. La tornillería en contacto con el agua será de acero inoxidable de calidad mínima F3534, X6CrNiMo 17-12-03 AISI 316 según UNE 36-016.

## D) Características dimensionales

### Longitud de montaje

Se define la longitud de montaje como la distancia entre los dos planos perpendiculares al eje de la tubular de la válvula, situados en los extremos del cuerpo.

Se normalizan las siguientes longitudes de montaje:

DN	Serie corta	Serie larga
80	114	180
100	127	190
125	140	200
150	140	210
200	152	230
250	165	250
300	178	270
350	190	290
400	216	310
450	222	330
500	229	350
600	267	390
700	292	430
800	318	470
900	330	510
1000	410	550
1200	470	630
1400	530	710
1600	600	790

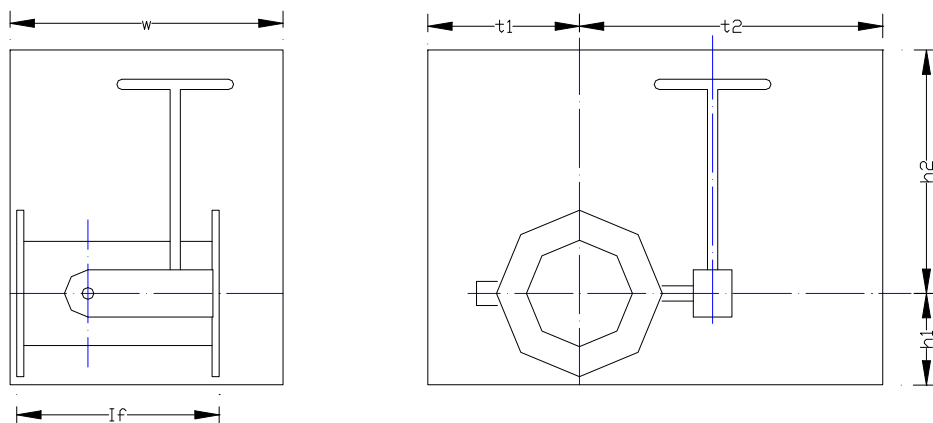
DN y longitudes en mm

Estas longitudes corresponden a las series básicas de ISO 5752 nº13 e ISO 5752 nº14 coincidentes con CEN WG 69 series corta y larga respectivamente para válvulas de mariposa de doble brida.

Los campos de aplicación de cada una de estas series corresponden al siguiente cuadro:

DN	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40
80				SERIE LARGA ISO 5752 Serie básica 14
100				
125				
200				
250				
300				
350				
400				
450				
500				
600				
700	SERIE CORTA O SERIE LARGA ISO 5752 Serie básica 13 O Serie básica 14			
800				
900				
1000				
1100				
1200				
1300				
1400				
1500				
1600				

**Dimensiones envolventes**



Las medidas  $w$ ,  $t1$ ,  $t2$ ,  $h1$   $h2$  que se indican en la figura son las máximas del espacio requerido según diseño tipo para cualquiera de las presiones nominales

considerados y delimitan el cuerpo envolvente para su instalación con reductor acoplado y volante manual

DN y longitudes en mm (DIN 3354)

DN	lf	W	t1	t2	h1	h2
80	180	450	250	500	150	400
100	190	450	250	500	150	400
125	200	500	300	550	175	450
150	210	550	300	600	200	450
200	230	650	350	650	225	550
250	250	750	400	700	275	600
300	270	850	450	750	325	650
350	290	950	450	800	375	700
400	310	1050	500	900	400	750
450	330	1100	550	950	425	800
500	350	700	600	1000	475	850
600	390	850	650	1100	525	900
700	430	1000	700	1200	600	950
800	470	1050	800	1300	650	1000
900	510	1100	850	1400	700	1050
1000	550	1150	900	1500	750	1110
1200	630	1250	1050	1650	850	1200
1400	710	1350	1200	1800	950	1300
1600	790	1400	1300	1950	1050	1400

Las dimensiones de bridas de enlace a la conducción, según sea el material del cuerpo, así como la métrica de los tornillos serán conforme a las normas:

PN 10: cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, ap. 27 equivalente a DIN 28604.

PN 16: hasta diámetro 600 mm inclusive: cuerpo en fundición nodular; ISO 2531 ap. 28, equivalente a DIN 28605. Para diámetros superiores a 600 mm, cuerpo en acero fundido, UNE 19182 equivalente a DIN 2543.

PN 25: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531 ap. 29, equivalente a DIN 28606. Cuerpo al carbono; DIN 2544.

PN 40: Cuerpo en acero al carbono; UNE 19184 equivalente a DIN 2545.

Las bridas de tuberías, accesorios y piezas especiales que se acoplen a las de las válvulas deberán ajustarse a las dimensiones y disposición de taladros de las citadas normas, mecanizándose en caso necesario.

El espesor del cuerpo, diámetro de ejes, dimensiones de tapa, aro de sujeción etc., se diseñarán por el fabricante conforme a lo definido en estas normas, y según las

condiciones de los materiales empleados, los esfuerzos de ensayo y para las velocidades de flujo indicadas.

En los modelos de válvulas excéntricas, el fabricante deberá indicar los valores de las excentricidades del eje y los criterios que los justifica.

### **E) Características de las protecciones**

Todo el material de fundición nodular o acero al carbono llevarán una protección anticorrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida, con un espesor total no inferior a 200 micras.

Exteriormente se añadirán un esmalte de acabado de espesor mínimo de 50 micras y color según especificaciones de pedido.

En el caso de aceros, además de las anteriores, se aplicará una capa de imprimación de pintura reactiva para asegurar la adherencia de las capas posteriores.

Interiormente y en especial en instalaciones de aguas residuales, por su excelente comportamiento frente a agentes agresivos, podrán emplearse protecciones de esmalte de productos vidriados cerámicos como material base, sobre soporte del mismo material que el cuerpo. En este caso, la estanqueidad disco-cuerpo será de elastómero sobre esmalte.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, éste deberá alcanzar como mínimo el grado SA 1 1/2, según la Norma SIS 055-900.

Para cualquiera de las protecciones citadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario para agua potable de los recubrimientos interiores a emplear.

La tornillería de las juntas de enlace se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar).

Estos sistemas han de considerarse independientes de los que puedan corresponder al estudio específico de protección general de la instalación a que correspondan.

### **III. 3. 41.- VÁLVULA DE SEGURIDAD DE CIERRE POR SOBREVELOCIDAD**

La válvula de seguridad de cierre por sobrevelocidad será de mariposa de un sentido de flujo y una velocidad de cierre. Estará provista de bridas PN-10 y desenclavamiento hidráulico por sobrevelocidad. Las características de la misma serán las siguientes:

#### **A) Descripción y construcción de la mariposa**

- Doble excentricidad de la mariposa, con tendencia al cierre y ayuda con contrapeso
- Cuerpo y Mariposa: Fundición nodular GS revestido de epoxy 100 a 150 micras
- Asiento: Acero Inox. 304
- Junta: nitrilo acrílico intercambiable y regulable
- Eje: Acero Inox. TR12
- Cojinetes: autolubricados en bronce
- Tornillería: acero inoxidable
- Contrapesos (lado derecho o izquierdo) en acero revestimiento en epoxy
- Maniobra de la mariposa mediante gato hidráulico simple efecto fijado en el cuerpo de la válvula
- Bomba hidráulica manual para maniobra del gato
- Transferencia de la información de la sobrevelocidad de la paleta de detección al gato de desenclavamiento mediante circuito hidráulico.

#### **B) Construcción de la chimenea de detección**

- Cuerpo y paleta de detección: acero mecano-soldado
- Eje de cierre de la paleta: Acero Inox. TR12.

#### **C) Funcionamiento**

- Resolución hidráulica autónoma, sin aporte de energía eléctrica.
  - Transferencia de informaciones hidráulicas.
  - Desenclavamiento automático del cierre de la válvula por detección de la sobrevelocidad del flujo en tránsito.
  - Rearme manual de la válvula después del desenclavamiento.
- Detección de la sobrevelocidad mediante paleta.

- Transmisión mediante circuito hidráulico
  - La chimenea de detección deberá instalarse agua arriba del conjunto sobre la tubería principal a una distancia 1,5 metros.
- Desenclavamiento regulable
- Posibilidad de simular el desenclavamiento mediante el sistema de contrapeso y de modificar la velocidad.

### III. 3. 42.- VENTOSAS

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales (doble efecto). El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

En el caso de ventosas que hayan de funcionar con presiones inferiores a 5 atm, se ha de especificar que sean de baja presión.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

## A) Calidad de los materiales

Las calidades de los materiales de las ventosas iguales o superiores a lo especificado a continuación:

### Cuerpo y tapa:

Fundición ASTM A-48, Clase 30 ó A-126 Clase B ó GGG- 40.

### Guía y partes móviles:

Acero inoxidable, Norma ASTM A-276 y de latón y bronce, Norma ASTM 88-52.

### Flotador:

Acero inoxidable Norma ASTM A-240 de presión de colapsamiento 70 atm.

### Purgador de control:

Bronce o acero inoxidable.

### Resistencia a la corrosión y al envejecimiento:

Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

## B) Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas. En caso contrario se realizará el siguiente control de parámetros, que será certificado por un Laboratorio de Control externo.

### B.1.-Resistencia mecánica

#### ***B.1.1.- Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:***

Las ventosas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los dos valores siguientes: PEA o 1.5xPFA. Este ensayo se realizará de acuerdo al método del anexo A de la norma UNE-EN 1074-1:2001, no apreciándose visualmente ninguna fuga exterior ni ninguna otra señal de defecto.

#### ***B.1.2.- Resistencia del obturador a la presión diferencial:***



Las ventosas en la posición de ventosas cerrada, deben resistir sin sufrir ningún daño una presión diferencial, aplicada al obturador, igual al menor de los dos valores siguientes:  $1.5 \times PFA$  o  $PFA + 5$ . Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA.

Para verificar este requisito, se ensayar una ventosas, en el estado en el que se suministra, según el método de ensayo del anexo B de la norma UNE-EN 1074-1:2001.

## **B.2.-Estanqueidad**

### ***B.2.1.- Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:***

#### **- Estanqueidad a la presión interior**

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o  $1.5 \times PFA$ .

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

#### **- Estanqueidad a la presión exterior**

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

### ***B.2.2.- Estanqueidad del asiento***

#### **- Estanqueidad del asiento a alta presión**

En asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y F indicados en el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, el ratio de estanqueidad requerido se debe indicar en la realización técnica del fabricante.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, de acuerdo con el capítulo A.4 de la norma prEN 1266-1:1999, a una presión diferencial igual a  $1.1 \times PFA$  para agua, o 6 bar para aire, el ratio de fuga medido no debe superar el ratio definido.

#### **- Estanqueidad del asiento a una baja presión**

Los requisitos deben ser conformes a los de apartado anterior pero a una presión diferencial de agua de 0.5 bar.

### **B.3.-Características neumáticas**

La característica facilitada por el fabricante será el caudal de aire en función de la presión. El caudal no será inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos dos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

#### Función de salida de aire:

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo A de la norma UNE-EN 1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

#### Función de entrada de aire:

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo B de la norma UNE-EN 1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

#### Función de desgasificación:

Esta función se debe verificar mediante la medición de la sección de orificio pequeño de la ventosa, calculando el caudal que lo atraviesa en condiciones sónicas, y comparando el resultado con el valor facilitado en los catálogos del fabricante. La diferencia no debe ser superior a +- 10%.

### **B.4.-Resistencia a la fatiga**

#### ***B.4.1.- Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire:***

Esta fatiga se debe evaluar sometiendo a la válvula a 250 ciclos consecutivos de llenado y drenaje, según el anexo C de la norma UNE-EN 1074-4:2001, con la presión variando entre la atmosférica y PFA. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente durante el ensayo y superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2 de la norma después de los 250 ciclos.

#### ***B.4.2.- Resistencia a la fatiga con función de desgasificación:***

Dicha fatiga se debe evaluar sometiendo la válvula a 2500 ciclos consecutivos de desgasificación. Esto se puede realizar mediante la inyección continua de aire en el

sistema, permitiendo la evacuación periódica del aire, o mediante la inyección cíclica del aire. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente en cada ciclo del ensayo y debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2. después de los 2500 ciclos.

#### ***B.4.3.- Ensayo de apertura después de un cierre prolongado:***

Este ensayo sirve para asegurar que el obturador se abrirá después de haber estado sometido a presión durante largo tiempo. El ensayo se debe llevar a cabo con la ventosa en el estado en que se suministra, montada verticalmente, a una temperatura de 50 °C sometida a una presión hidráulica de al menos PFA durante 5 días. Después se retira la presión y se verifica que la ventosa se abre con normalidad. La ventosa debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2.

#### **C) Marcado**

Las ventosas se deben marcar de manera visible y durable del siguiente modo:

- DN
- Identificación de los materiales de la carcasa
- PN
- Identificación del fabricante
- Identificación del año de fabricación
- Norma aplicada

Para ventosas de DN < 50, sólo son obligatorias las siguientes marcas:

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada

La clase CEM.

### III. 3. 43.- **FILTROS**

#### A) **Definiciones**

- Filtro.** Dispositivo intercalado en una red abierta o cerrada, para retener partículas que afectan de forma sensible el gasto de un emisor de riego o alteran la capacidad de maniobra en circuitos hidráulicos.
- Filtro de láminas o discos.** Sistema de separación de sólidos que utiliza una corona circular con canales impresos. Es una filtración de profundidad. El grado de filtración viene determinado por el tamaño del hueco entre dos láminas, la geometría del circuito impreso y el radio de la corona circular.
- Grado de filtración.** Medida lineal que identifica el tamaño mínimo de la partícula retenida. Puede expresarse en micras y en mesh, esta última unidad solo válida para coladores de malla.
- Mesh.** Es el número de orificios por pulgada lineal, contados a partir del centro de un hilo.
- Válvula de limpieza de filtros.** Se denomina así a la llave hidráulica que dispone de 3 orificios: entrada, limpieza y filtrado; y, dos posiciones: filtrado y limpieza.
- Superficie de filtración.** Es el área neta de disco, malla o arena expuesta al paso del agua.
- Volumen de filtración.** Es la capacidad total entre discos.
- Gasto aconsejado.** Es el valor recomendado por el fabricante para el grado de filtración ofrecido.
- Gasto máximo.** Valor que no debe superarse para evitar daños en el elemento filtrante.
- Presión máxima.** Valor por encima del cual el elemento filtrante o la carcasa pueden sufrir roturas.
- Velocidad del flujo en filtros de arena.** Valor característico en función de la suciedad del agua; oscila entre 30 y 70. Se expresa en  $m^3$  por hora y  $m^2$  de lecho filtrante.

#### B) **Características y especificaciones**

##### B.1.-**Dimensiones y grados de protección**

El elemento filtrante está en el interior de una carcasa que dispone de entrada, salida y tapa de acceso que incluye, frecuentemente, una salida de limpieza. Las entradas y salidas pueden ser en rosca, brida y abrazadera. En los dos primeros casos son salidas Normalizadas en función de la presión de trabajo.

La distancia entre bridas es característica de cada fabricante, no hay Normalización al respecto.

Todos los elementos que forman el filtro son de materiales inalterables a los fluidos que deben filtrar o estarán protegidos por capas adicionales de recubrimientos especiales.

Cuando se trata de conjuntos de filtros en paralelo, en el aspecto dimensional se considera al grupo como un solo filtro: Superficie que ocupa y separación entre brida de entrada y salida.

## **B.2.-Etiquetado**

Sobre la carcasa del filtro, de forma indeleble, se indicarán las siguientes características:

- Diámetro de la brida.
- Gasto máximo y gasto recomendado.
- Tipo de protección.
- Grado de filtrado.
- Presión máxima de trabajo.
- Marca, modelo y fabricante.

En la documentación suministrada por el fabricante figurarán además el manual de mantenimiento, las características del elemento filtrante y la curva de gasto . pérdida de carga.

## **B.3.-Velocidad de filtración y composición de filtros**

Para definir la dimensión de la instalación de filtrado se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre velocidad de trabajo, máxima y mínima, en función del fluido que ha de filtrarse.

Las composiciones de filtros en paralelo atienden la necesidad de no interrumpir el filtrado durante la limpieza y de utilizar aguas filtradas para limpiezas por inversión del sentido del fluido.

## **B.4.-Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza**

Es característico de cada filtro decidir con qué pérdida de carga ha de ponerse en funcionamiento la limpieza. La presión se medirá antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre las dos presiones sea superior, en general a los 5 m, se pondrá en marcha la limpieza.

### **B.5.-Sistemas automáticos de filtrado**

La automatización del conjunto precisa que en zonas regables, a la salida de las bombas y antes de la llave de retención principal, se intercale el grupo de filtros, que de esta forma están protegidos contra golpes de ariete.

La lectura diferencial de presiones aguas abajo y aguas arriba. Con ese valor un programador decide los tiempos de limpieza operando sobre válvulas hidráulicas 3/2.

La maniobra de las llaves se hará con agua filtrada con dispositivos filtrantes con registro exterior de suciedad.

### **B.6.-Filtración centralizada**

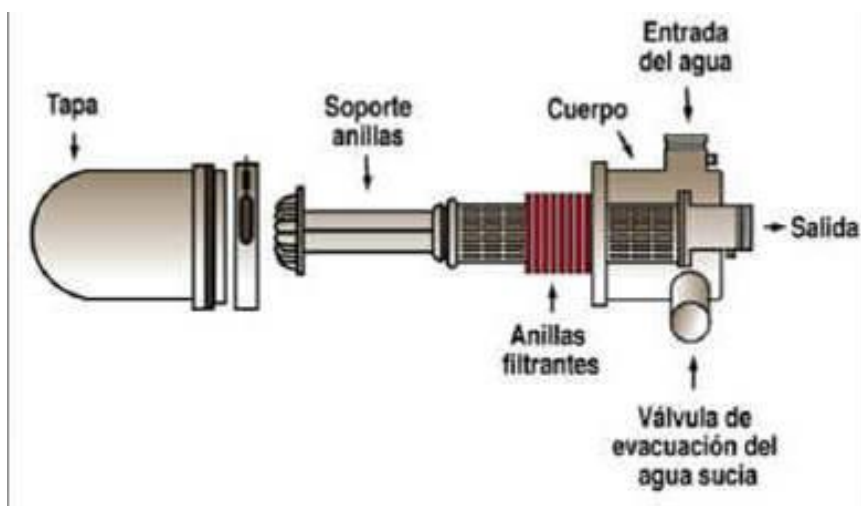
En estos casos la dimensión atenderá el gasto máximo.

La automatización se realizará de forma autónoma, pero su puesta en marcha estará condicionada al sistema de control central.

## **C) FILTROS DE ANILLAS**

### **C.1.-Descripción**

El filtro de anillas, está constituido por un conjunto de anillas ranuradas que son ubicadas en un cilindro o cartucho en el interior de una carcasa o cuerpo del filtro. Estas anillas son colocadas todas en la misma orientación y compactadas, de manera que crea un entrelazado con una luz de paso determinada. El paso del agua con partículas en suspensión a través de las anillas hace que queden retenidas aquellas partículas de tamaño superior al de la luz de paso de las ranuras, produciéndose, de esta forma, la filtración deseada.



En algunos modelos de anillas, el recorrido del agua a través de las ranuras es bastante sinuoso, lo que según sus fabricantes le da al filtrado ciertas características de "profundidad", similares a las de los filtros de arena, por lo que algunos fabricantes lo recomiendan para sustituir a estos. Sin embargo es usual que los filtros de anillas se restrinjan a ser utilizados para la retención de partículas de origen mineral, y no hacerlos funcionar como si de filtros de arena se tratase.

Estos filtros se instalan como filtros secundarios, no obstante con frecuencia los filtros de anillas se utilizan como único filtro, para caudales muy pequeños (inferiores a 5,7 m<sup>3</sup> / hora) debido a que los filtros de arena no están disponibles a precios razonables para pequeños caudales. Actualmente, la agrupación en paralelo de varios cartuchos de anillas y, a su vez, de varios filtros, permite abordar de forma satisfactoria el filtrado de grandes caudales.

Los filtros de anillas son conocidos por tener problemas de operación cuando el contaminante principal es arena, debido a que la arena tiende a alojarse en los discos durante el retrolavado. Estos problemas también se pueden presentar cuando hay presencia de algas fibrosas. Es por ello que se recomienda ubicarlos después de un hidrociclón o filtro de arena si se trata de aguas subterráneas o superficiales

## C.2.-Clasificación

### Filtros manuales

Consisten en un paquete de anillas comprimidas mediante un tornillo. Este paquete de anillas en el proceso de filtrado se va ensuciando y llega un momento en que hay que abrir el filtro, desmontar las anillas y limpiarlas manualmente

### Filtros automáticos

Consisten en un cartucho de anillas comprimido mediante un pistón, electroválvula, programador de lavado, etc. A medida que filtra se va ensuciando y se crea una pérdida de carga entre la entrada y salida del filtro, esto se detecta a través de un presostato diferencial que da la señal para desencadenar el proceso de lavado automático.



La elección de equipos manuales ó automáticos depende de factores muy diversos:

- Cuando la cantidad de materia en suspensión del agua a filtrar es tal que se requiere limpiar el filtro antes de terminar un turno de riego se aconseja la instalación de un sistema automático
- En sistemas de riego con grandes caudales donde se requiere instalar un gran número de filtros y la limpieza manual se hace muy laboriosa es recomendable la instalación de filtros automáticos
- La inversión inicial es un factor a tenerse en cuenta ya que los equipos automáticos tienen un valor superior a los manuales.

### C.3.- Características de las anillas

Existen anillas con diferentes tamaños de paso identificado por colores según se ve en la tabla siguiente:

**Grados de filtrado/ Códigos de color**

<b>Código</b>	Azul	Amarillo	Rojo	Negro	Verde	Gris
<b>Mesh</b>	40	80	120	140	200	600
<b>Micrón</b>	400	200	130	100	55	20

Al igual que en los filtros de malla, el tamaño de las partículas que es capaz de retener un filtro de anillas se suele dar por medio del número de Mesh. En este caso el número de Mesh para un filtro de anillas se establece por comparación, asignándole al filtro el número de Mesh correspondiente al filtro de malla que retiene partículas del mismo tamaño.

La superficie de Filtrado es en realidad el área de la sección exterior del cartucho de anillas, por lo que la superficie real de filtrado viene expresada por el número de agujeros o pasos de filtración de un tamaño o luz determinado que se forman en la superposición de dos anillas de un mismo tipo de micraje, es decir, la superficie real de filtrado, vendrá expresada por el número de luces que se formen para un micraje determinado en el área de la sección exterior del cartucho de anillas. Este número de luces tiene un fácil y rápido cálculo expresando el micraje de las anillas en micras (0,001 mm) o Mesh (número de poros existente en una pulgada lineal)

La sección transversal de las estrías o canales que atraviesa el agua es constante en toda la longitud mientras el ancho de los lomos divisorios varía con el radio

Es muy importante determinar el grado de filtración (mesh) de las anillas según las características de las partículas que contiene el agua, ya que si bien se pueden con posterioridad sustituir los discos por otros de menor micraje, las pérdidas de carga aumentan y es posible que se tenga que invertir en un filtro mayor o mas filtros del mismo modelo.

No existen todos los grados de filtración para toda la gama de filtros manuales. En los automáticos se pueden usar todos los tipos de anillas

Los filtros de anillas, al igual que el resto de los elementos de filtrado, no deben provocar pérdidas de carga excesivas en la red. Las pérdidas carga con un filtro limpio, para su caudal de funcionamiento, deben ser del orden de 2 m.c.a. y se debe proceder a su limpieza cuando dicho valor alcance los 5 m.c.a.. Los fabricantes han de suministrar los datos de pérdida de carga que producen los filtros en función del caudal, para cada uno de los modelos.

La instalación de los filtros de anillas debe realizarse después del punto de inyección de fertilizantes. Al igual que la instalación de otros tipos de filtros, habrá que colocar manómetros o tomas manométricas antes y después de los filtros para poder determinar el momento oportuno para su limpieza o instar sistemas automáticos debidamente calibrados.

#### **C.4.- Funcionamiento**

##### **C.4.1.-Filtros automáticos**

Durante la operación normal, el agua contaminada penetra por la parte inferior a través de la válvula de tres vías abierta en ese sentido mientras el agua filtrada sale por la parte superior.

Cuando el filtro va colmatándose con las partículas suspendidas en el agua, la diferencia de presión, comienza a incrementarse, cuando llega a 5 m.c.a. el presostato envía una señal, se produce el cambio de posición de la válvula de tres vías comunicando el filtro con la atmósfera, con lo que la presión que hay aguas arriba es la atmosférica. El agua filtrada procedente de los demás filtros del cabezal se vincula al

interior del brazo de filtración empujando el pistón hacia arriba. Entonces las anillas se descomprimen y se expulsan los sólidos retenidos por las anillas mediante chorros de agua dirigidos desde el interior. Estos fuertes chorros de agua lanzados tangencialmente imprimen a las anillas un movimiento giratorio, expulsando los residuos hacia fuera, residuos que son conducidos hacia el drenaje.

El operario debe comprobar la calidad del retrolavado (lecturas de presión diferencial, antes y después). La operación de retrolavado puede realizarse de forma manual.

#### **C.4.2.-Filtros manuales**

Los equipos manuales tienen un mantenimiento superior a los automáticos debido a que las limpiezas deben realizarse en función de la colmatación del filtro cuando sea necesario. Son sencillos de instalar, no necesitan energía eléctrica y no tienen otros elementos externos (programador, solenoides, etc.)

En estos filtros también es posible realizar la limpieza por retrolavado, pero como las anilla permanecen comprimidas esta operación no es muy efectiva, permaneciendo suciedad entre los discos.

#### Lavado manual

Periódicamente es necesario realizar la limpieza manual de las anilla, para ello después de asegurar que la presión interna de la línea ha sido evacuada y que no se producirá un flujo en sentido contrario, se abre el cuerpo y se extraen las anillas, luego se aplica un chorro de agua a presión y de manera tangencial a las anillas. El chorro imprime a los discos un giro a gran velocidad sobre el eje y así el agua penetra a la profundidad máxima de cada anilla.

#### **C.5.-Mantenimiento**

Para el mantenimiento adecuado de estos filtros, debe comprobarse la ausencia de pérdidas de agua. Por lo general la parte externa del cuerpo de estos filtros es de plástico, acero inoxidable o acero con recubrimiento de poliéster y está provista de empaques o juntas para evitar fugas de agua. Cada vez que se cierran los filtros, debe verificarse que dichas empaquetaduras estén correctamente instaladas, sin torsiones, y que no se hayan resecado. Se recomienda aplicarles periódicamente un lubricante (de acuerdo con las indicaciones del fabricante). En la aplicación de lubricantes, el uso de un

tipo u otro puede ser determinante, en función del material de que está compuesta la junta. El uso del lubricante inadecuado puede provocar dilataciones o deformaciones de la misma, y esta termina por no desempeñar correctamente su cometido.

### Control interno

En la parte interna de los filtros de lavado automático hay varias piezas, que son las encargadas de la operación de lavado. Debe comprobarse su integridad física y correcto funcionamiento. El mantenimiento de estas piezas se hace de acuerdo con las recomendaciones del manual del fabricante.

### Filtro de mando

En las instalaciones de filtros de lavado automático hay un pequeño filtro, cuya función es filtrar el agua del mando hidráulico que activa el retrolavado.

Debe comprobarse periódicamente la limpieza del filtro de mando y el libre flujo del agua a través de él. En caso de no funcionar correctamente, las operaciones de lavado del conjunto de la estación quedarían resentidas.

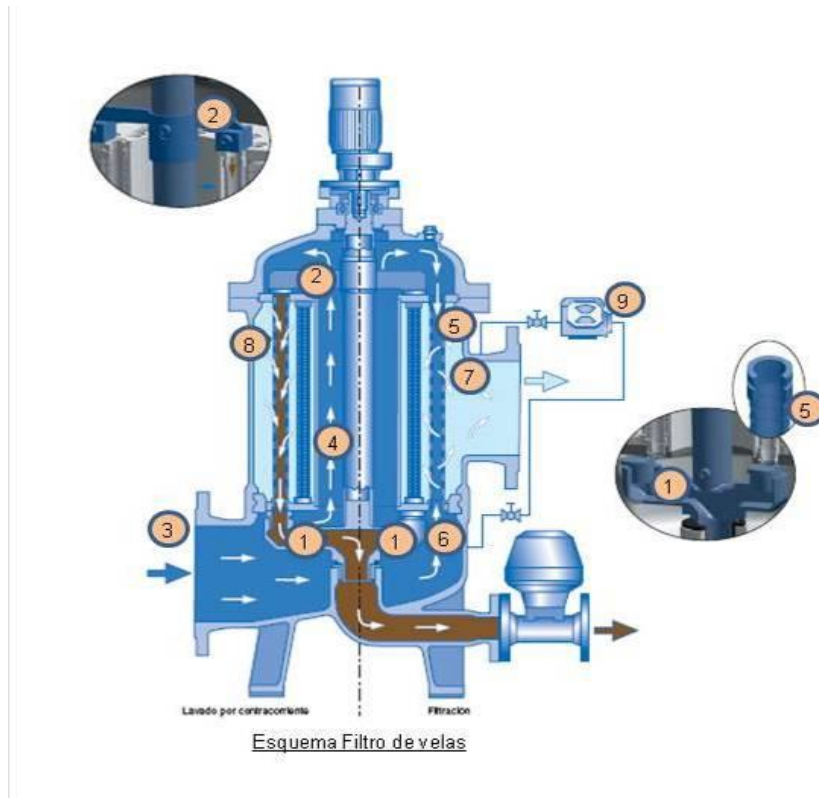
## **D) FILTROS DE VELA**

### **D.1.- Componentes y funcionamiento**

Son filtros automáticos, robustos y de diseño sencillo. El cuerpo del filtro se determina en función de las condiciones de la instalación y de las características de los líquidos a tratar, pudiendo ser de fundición gris o acero soldado. Los filtros están disponibles en diferentes tamaños con diámetros nominales hasta DN 1000 y 10000 m<sup>3</sup>/h de caudal.

Los elementos filtrantes, componentes internos, tuberías conectadas y tornillería son de acero inoxidable. Los únicos componentes móviles son el brazo de lavado (1) y el brazo de cobertura (2) que dispone de cierres ajustables de Teflón, el rodamiento deslizante y los cierres de lavado son estancos contra la suciedad. En modo de filtración, el agua entra a través de la brida (3) a la parte inferior del cuerpo. Un flujo de aproximadamente un 50% del total circula por el tubo ascendente central (4) del tambor a la parte superior del cuerpo y entra en las velas abiertas (5), la otra mitad del caudal fluye desde abajo a las velas (6). De esta forma la filtración se realiza de dentro para fuera, reteniendo la suciedad en la parte interior e los elementos filtrantes (7). Se puede llegar a un grado de filtración estándar de 50 micras. Durante el ciclo de lavado por

contracorriente, las velas se limpian consecutivamente, sin interrupción en el proceso de filtración y la especial distribución del caudal por contracorriente (8) evita obturaciones en la parte superior de la vela. Es posible controlar los intervalos de lavado por contracorriente en función del tiempo, automáticamente por presión diferencial (9) o bien manual desde el cuadro electrónico de control.

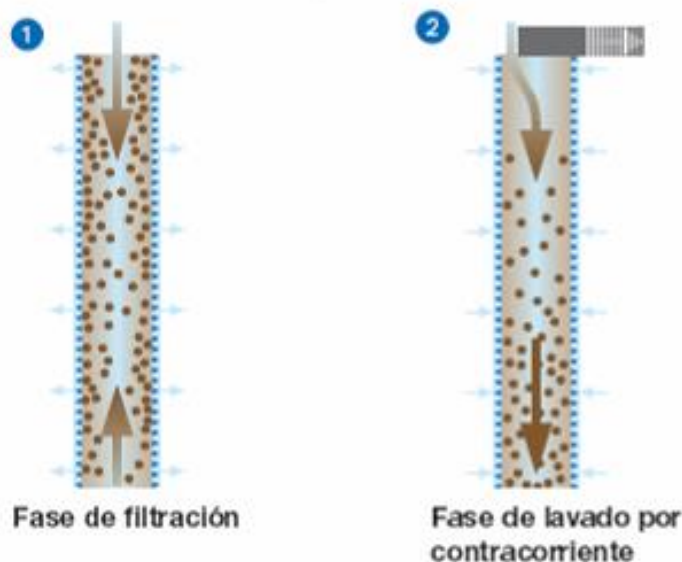


## D.2.- Filtrado y lavado

Los filtros de velas se denominan así por utilizar elementos filtrantes llamados velas. Éstas son de forma cilíndrica y están abiertas por ambos extremos utilizando un sistema de autolimpieza con estrangulación superior dinámica.

El agua entra desde ambos extremos hacia el interior de las velas, de este modo las partículas a eliminarse se retienen en toda la parte interior de los elementos, aprovechando uniformemente la superficie de filtración (1). Cuando la contaminación depositada en el interior de las velas alcanza un nivel, es necesaria una limpieza del filtro, por lo que comandado por un interruptor de presión diferencial se inicia automáticamente el proceso de lavado por contracorriente. Un motor reductor pone en marcha el dispositivo de limpieza y un brazo de cobertura se desliza sobre los extremos superiores de los elementos filtrantes cerrando uno a uno cada vez. Simultáneamente el extremo inferior gira el brazo de lavado y se abre la válvula de salida de lodos, comunicándose entre si. De este manera en el elemento filtrante se origina una corriente en sentido axial

y por la diferencia de presión entra simultáneamente en contracorriente una cantidad reducida de agua desde la parte superior de la vela, la combinación de corrientes axial y transversal produce un efecto óptimo de lavado y una limpieza uniforme en toda la longitud del elemento filtrante (2)



### D.3.- Dimensionado

Los factores de servicio condicionan el dimensionamiento de un filtro. El tamaño se determina en función del caudal, características del agua, grado de filtración exigido y pérdida de carga admisible. Para esto se utilizan diagramas que, para un cierto grado de filtración, representan el caudal de agua en función de los distintos diámetros nominales de los filtros y de la pérdida de carga.

## E) FILTROS AUTOMÁTICOS DE MALLA ELÉCTRICOS

### E.1.- Componentes y funcionamiento

El cabezal de filtrado de la estación estará compuesto por el mínimo número posible de módulos necesarios de filtros automáticos de malla con mecanismo de limpieza de funcionamiento eléctrico para filtrar el caudal máximo calculado para el sector de riego, con un grado de filtración de 130 micras, produciendo una pérdida de carga máxima de 0,20 Kg/cm<sup>2</sup>, con la malla limpia al comienzo del ciclo.

Las mallas filtrantes y los componentes internos del sistema de limpieza serán de acero inoxidable.

La carcasa del filtro, los colectores de entrada y salida del agua, el colector de drenaje y las bridas de conexión serán de acero al carbono de alta calidad, con tratamiento interior

y exterior compuesto por granallado y recubrimiento de pintura en polvo epoxi-poliéster aplicada en horno con un espesor mínimo de 200 micras.

Las válvulas de aislamiento y de drenaje serán de fundición nodular con recubrimiento epoxi con un espesor mínimo de 200 micras.

La tornillería será de acero inoxidable y las juntas elásticas de caucho o similar.

La máxima presión de trabajo será de 10 bar y la mínima de 2 bar. La presión mínima para realizar el proceso de limpieza hidráulica y automática del filtro será de 3 bar.

La alimentación del cuadro eléctrico de control de limpieza será a 220 V de corriente alterna a 50 Hz.

Se exigirá al fabricante o suministrador certificado de calidad de cada uno de los componentes que forman el cabezal de filtrado, debiendo cumplir las exigencias fijadas en la normativa correspondiente. Así mismo, se exigirá certificado en el que se hará constar los caudales filtrados a distintas presiones y la curva de pérdidas de carga de la instalación. Se levantará acta de la puesta en marcha de la instalación de filtrado y se mantendrá en las instalaciones un manual de funcionamiento y mantenimiento de las mismas.

## **E.2.- Filtrado y lavado**

El filtro se compone de una primera de desbaste. El agua entra en dicha cámara y atraviesa un cartucho perforado que se encuentra alojado en la misma, donde quedan retenidas las partículas de mayor tamaño. El cartucho perforado está diseñado para proteger el mecanismo de limpieza y las mallas filtrantes de partículas de suciedad de gran tamaño.

A continuación, el agua entra en la cámara de filtración, donde se encuentra el cartucho de mallas filtrantes. Una vez allí, el agua pasa a través de la malla de acero inoxidable de dentro hacia fuera. Las partículas retenidas por la malla filtrante originan un incremento de diferencia de presión entre la parte interior y la exterior del cartucho de malla. Cuando esta diferencia de presión alcanza un valor prefijado, comienza a actuar el mecanismo de limpieza.

El proceso de limpieza con la apertura de la válvula hidráulica de drenaje y la puesta en marcha del sistema hidráulico automático, que hace que el escáner de succión se desplace y gire describiendo un movimiento en espiral que recorre toda la superficie de la malla succionando las partículas depositadas en la misma. La suciedad arrastrada por la succión, es conducida y almacenada en la cámara de drenaje, y será expulsada a través de la válvula correspondiente. Mientras ocurre el proceso de limpieza, el sistema de filtración sigue funcionando, aportando a la red de distribución el caudal filtrado.



El filtro dispone de un cuadro de control para la programación de la activación de los ciclos de limpieza por diferencia de presión, como ya se ha descrito anteriormente, por un periodo de tiempo que se establezca o de forma manual.

### **E.3.- Dimensionado**

Los factores de servicio condicionan el dimensionamiento de un filtro. El tamaño se determina en función del caudal, características del agua, grado de filtración exigido y pérdida de carga admisible. Para esto se utilizan diagramas que, para un cierto grado de filtración, representan el caudal de agua en función de los distintos diámetros nominales de los filtros y de la pérdida de carga.

## **F) FILTROS CAZAPIEDRAS**

### **E.1.-Calidad de los Materiales**

Las calidades de los materiales del filtro serán iguales o superiores a lo especificado a continuación:

#### Malla filtrante:

Acero inoxidable AISI 304 con un espesor igual o superior a 1 mm. Diámetro de paso indicado por la Dirección de obra.

#### Cuerpo del filtro:

Acero al carbono-manganeso S 275 JR con un espesor igual o superior a 4 mm.

Las dimensiones y masas de los filtros de 3+y 4+se diseñarán conforme a la norma UNE-EN 10220: 2004.

### **E.2.-Control de Calidad**

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1b según norma EN 10204 garantizando que las mallas filtrantes son de acero inoxidable AISI 304 conforme a la norma EN 10088:1996 y los cuerpos del filtro son de acero S 275 JR conforme con la norma EN 10025:1990, no será necesario realizar el control de calidad de la chapa de acero.

En caso contrario se realizará el siguiente control del acero, para ello se aportara con cada envío una probeta de 15x15cm de cada tipo de acero empleado.



### **III. 3. 44.- PIEZAS ESPECIALES EN CALDERERÍA**

Las piezas especiales en calderería de acero, se ejecutarán en taller conforme a lo establecido en los planos de detalle en lo referente a sus dimensiones, curvatura y espesor. El material a emplear será chapa de acero al carbono S-275-JR y S-235-JR.

Las piezas podrán ser sometidas a una prueba hidrostática para comprobar su estanqueidad y/o a la comprobación de su soldadura, en cuyo caso el coste adicional será tenido en cuenta en la elaboración de la partida.

En cuanto a las bridas, todas ellas serán realizadas de acero al carbono S-235-JR y normalizado conforme a las Normas DIN-2573, DIN-2576 y DIN-2502, soldadas posteriormente en taller. La tortillería será de calidad 5.6 y 6.8 dicromatada. Las juntas de estanqueidad serán de goma natural EPDM.

Las piezas de acero se protegerán, como todo elemento metálico, en defensa contra la corrosión, interior y exteriormente con protección mediante galvanizado por inmersión en caliente o bien mediante tratamiento a base de pintura epoxy según indicaciones en planos.

#### **A) Protección mediante zincado en caliente**

- Cumplirá con la normativa UNE EN ISO 1461: 1.999
- El espesor del revestimiento será como mínimo de 80 micras.
- El aspecto de la superficie galvanizada será homogéneo y no presentará discontinuidad en la capa de zinc.

#### **B) Protección mediante tratamiento poliéster epoxy**

Las piezas procedentes de taller de calderería sufrirán el siguiente proceso:

- Chorreado de superficies hasta rugosidad SA 2 ½ según norma ISO 8501-1:1.998.
- Eliminación de restos de granalla por soplado.
- Recubrimiento de pintura en polvo epoxy-poliéster con sistema electrostático.
- Polimerizado en horno a temperatura 190/210 ° C.
- El espesor de recubrimiento final será de 250 micras.

### C) Uniones a tuberías

Las uniones a las tuberías se realizarán de la siguiente manera:

- Tuberías de acero: Mediante bridas o soldadura
- Tuberías de poliéster: la unión será en general mediante manguito de PRFV con doble anillo de caucho, de manera excepcional, mediante acoplamientos flexibles de acero (tipo Arpol o similar)
- Tuberías de PVC: mediante juntas tóricas

### III. 3. 45.- PIEZAS DE CONEXIÓN

Denominamos piezas de conexión a aquellas cuyo único objeto es unir dos tubos de distinto diámetro o dirección, es decir, quedan excluidas de las mismas las juntas o uniones ordinarias, incluyéndose, en cambio, las piezas de cambio de sección, derivaciones y curvas.

#### A) Cambios de sección

Los cambios de sección deben verificarse mediante una pieza troncocónica, de modo que los pasos de un diámetro a otro se realicen sin brusquedades, con el fin de evitar en lo posible turbulencias y cavitaciones en el interior de la conducción.

En consecuencia, se adoptarán los siguientes valores numéricos, para las dimensiones de estos cambios de sección:

Relación entre la longitud de la pieza y la diferencia de diámetro:

	Aconsejable	Mínimo
Aumento de Sección	10	5
Disminución de sección	El max. posible	5

#### B) Uniones en T

Se llama así a las derivaciones en ángulo recto, entre las que siempre serán preferibles aquellas que presenten una superficie interior sin aristas vivas, verificándose el paso del agua de uno a otro tubo, con las menores pérdidas de carga. Se recomienda que en el plano de sección que pasa por los ejes de las tuberías, el radio de acuerdo sea de cuatro a cinco veces el radio del ramal derivado, abocinándose el resto, de modo que la superficie de transición sea siempre tangente a éste, a lo largo de la misma directriz.

### **C) Derivaciones en cruz**

Tienen por objeto derivar de una tubería, dos, en dirección perpendicular a la misma. Las superficies de unión de las derivaciones con el tubo principal reunirán las condiciones ya citadas anteriormente en el presente Pliego, y si hubiera reducción de diámetro a partir del punto de derivación, éste se hará con las prescripciones del apartado III.3.54.

### **D) Otras derivaciones**

Todas las derivaciones no incluidas en los dos epígrafes anteriores presentarán una superficie interior sin aristas viva, efectuándose el paso del agua con la menor pérdida de carga posible.

El radio del acuerdo 2 a 2,5 veces el diámetro del ramal derivado, abocinándose la transición de modo que su superficie sea tangente al ramal derivado.

### **E) Codos**

Refiriéndonos a la fabricación en serie, se consideran exclusivamente ángulos: a partir de 60º sexagesimales. En las piezas de fabricación especial se admitirán codos de cualquier ángulo.

Si la desviación que se exige en el trazado de la tubería no coincide con ninguno de los ángulos en serie, se conseguirá la diferencia mediante la tolerancia de las juntas, formando una poligonal de amplio radio, con el fin de evitar en lo posible los anclajes suplementarios.

Estas piezas no tendrán bajo ningún concepto aristas, debiendo alcanzarse el ángulo del codo mediante una superficie curva cuya sección por el plano no contiene los ejes de los tubos, deberá tener un radio interior no menor del doble del diámetro nominal de la conducción.

### **III. 3. 46.- CARRETES DE DESMONTAJE TELESCOPICOS**

El material a emplear será acero al carbono A-42b inoxidable AISI-316 bajo certificados de calidad según la norma DIN 50.049, con bridas de acero al carbono ST-37.2, virolas exterior e interior y tornillería en ac. inox. AISI 316. La junta de estanqueidad tórica será de EPDM.

Las uniones soldadas se realizan bajo procedimientos homologados según código ASME-SECCION IX, certificados por las principales Entidades Oficiales de Inspección.

El tratamiento anticorrosivo y de acabado que se aplica en los carretes consiste en un proceso de granallado de superficies y posterior recubrimiento de Epoxi-Poliéster Polvo, polimerizado posteriormente en horno a 210° C de temperatura.

Las bridas serán normalizadas según la Normas DIN 2576-PN 10.

### **III. 3. 47.- PREFABRICADOS DE HORMIGÓN**

#### **A) Calidad de los materiales**

Los materiales que componen los prefabricados serán de calidad igual o superior a lo especificado en el presente pliego para los componentes de hormigones y morteros.

#### **B) Control de calidad**

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE 83001: 2000 o Certificado de Calidad de los materiales anteriormente expuestos conformes a la normativa correspondiente, no será necesario realizar un control de calidad de los materiales. En caso contrario se realizará el siguiente control, que será llevado a cabo por un Laboratorio de Control externo acreditado.

#### **B.1.-Áridos, agua, aditivos, cemento, hormigón y armado**

Cumplirán lo especificado anteriormente en el presente pliego.

#### **B.2.-Control dimensional**

Como mínimo se comprobarán dimensionalmente en el momento de recepción en obra el 2% de los prefabricados, que cumplirán las especificaciones siguientes dependiendo de la dimensión a comprobar (d):

- Dimensión menor o igual a 50 cm, tolerancia < 2 cm.

- Dimensión mayor de 50 cm y no mayor de 2 m, tolerancia < 3,5 cm.
- Dimensión mayor de 2 m, tolerancia < 4 cm.

### **C) Acopios**

Los lugares de acopio de los prefabricados se establecerán de manera que los desplazamientos de todo tipo de prefabricados dentro de la obra, sean lo más reducidos posibles, debiéndose situar si es posible, en las proximidades de sus emplazamientos definitivos.

La altura de los acopios estará en relación a la resistencia de cada elemento, de modo tal que no se produzcan roturas por sobrepeso de la pila de almacenamiento.

Se procurará que los elementos prefabricados lleguen a obra con suficiente madurez para garantizar su buen estado en el momento de su colocación.

### **D) Transporte y manipulación**

El transporte de los prefabricados se realizará de modo que las piezas no sufran daños, golpes o raspaduras, quedando perfectamente inmovilizadas sobre la caja de los camiones, para que en el transporte no se puedan producir movimientos.

La descarga se realizará mediante el empleo de medios mecánicos adecuados a los pesos de las piezas correspondientes. La sujeción se realizará de modo que los elementos no sufran concentraciones de tensión en un reducido número de puntos de enganche.

La descarga se realizará depositando el elemento sin brusquedades y de modo que quede en el acopio apoyado en la mayor superficie posible.

En la manipulación de las piezas se evitará el arrastre de los elementos, suspendiendo las piezas convenientemente en cada caso de modo que las condiciones de sustentación y el grado de madurez del hormigón sean tales que se evite el riesgo de roturas o deformaciones.

### **E) Marcado de los prefabricados**

Todos los prefabricados estarán correctamente marcados e identificados con, como mínimo el número de lote.

### III. 3. 48.- CONOS DE HORMIGÓN EN MASA CON ANILLO

Se instalarán conos prefabricados de hormigón en masa asimétrico de 80\*60 para unión rígida. Tendrán las siguientes características:

- Diámetro interior de  $800 \pm 20$  mm.
- Cota de paso de  $625 \pm 6$  mm.
- Altura de  $600 \pm 18$  mm.
- Espesor de pared de  $74 \pm 5$  mm
- Desviación máxima de la línea recta de  $\leq 5$  mm/m.
- Peso de 295 Kg.
- El anillo en hormigón en masa de unión rígida DN 80\*50. Los valores de resistencia al aplastamiento (ensayo de tres aristas) de los anillos son de  $2400 \text{ kp/m}^2$ . Tendrá un diámetro interior de  $800 \pm 20$  mm, altura de  $500 \pm 50$  mm, espesor de pared de 74-10 mm, desviación máxima de la línea recta de  $\leq 10$  mm/m, con peso de 250 Kg, diferencia entre generatrices opuestas de  $\leq 20$  mm/m

En el caso de los conos prefabricados de hormigón en masa asimétrico de 100\*60 para unión rígida tendremos:

- Tendrá un diámetro interior de  $1000 \pm 7$  mm.
- Cota de paso de  $625 \pm 6$  mm.
- Altura de  $600 \pm 18$  mm.
- Espesor de pared de  $90 \pm 5$  mm.
- Desviación máxima de la línea recta de  $\leq 5$  mm/m.
- Peso de 440 Kg.
- Anillo en hormigón en masa de unión rígida DN 100\*50. Los valores de resistencia al aplastamiento (ensayo de tres aristas) de los anillos son de  $3000 \text{ kp/m}^2$ . Tendrá un diámetro interior de  $1000 \pm 15$  mm, altura de  $500 \pm 50$  mm, espesor de pared de 90-10

### III. 3. 49.- MATERIALES A EMPLEAR EN LOS VIALES

Todos los materiales a emplear en los viales de acceso a las balsas de regulación cumplirán el P.P.T. para Obras de Carreteras y Puentes.

### **III. 3. 50.- SEÑALES VERTICALES**

Las señales verticales a colocar a lo largo de los viales cumplirán lo especificado en el artículo 701 del P.P.T. para Obras de Carreteras y Puentes y todas serán del tipo reflexivas.

### **III. 3. 51.- VALLAS DE CERRAMIENTO**

Las vallas de cerramiento tendrán las siguientes características:

- Altura: 2,00 m como mínimo y provista de 3 alambres sin espino en su parte superior
- Malla: Será de simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14. En el recinto de la balsa, la malla en su primer metro de altura sobre el suelo tendrá una trama del tamaño adecuado para impedir el paso de alimañas a su interior (consultar especialista en fauna autóctona)
- Postes intermedios, de esquina, jabalcones y tornapuntas: Serán de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm con extremo superior a 45° para soportar los alambres de la parte superior.
- Anclaje: Mediante dados de hormigón HM-20 de 50 cm de lado.

Los postes intermedios se colocarán cada 3,00 m como mínimo.

Los tornapuntas se colocarán cada 12,00 m. como mínimo y en los cambios de alineación.

### **III. 3. 52.- MATERIALES CUYAS CONDICIONES NO ESTÁN ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO**

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este pliego, deberán cumplir aquellas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción.

En todo caso, deberán ser sometidas a la consideración de la Dirección de Obra, para que decida sobre la conveniencia de autorizar su empleo, quedando obligado el Contratista a la Norma a que esté sometido el producto.

Dada la gran variedad de materias existentes en el mercado con calidad suficiente, y las novedades y mejoras técnicas que pudieran presentarse en las fechas de ejecución de las obras, la Dirección de Obra, podrá ordenar la utilización de productos

análogos a los definidos en este Pliego, y que por sus características se consideren más idóneos en el momento de realización de las obras.

### **III. 3. 53.- DISCORDANCIA ENTRE PROMOTOR Y CONTRATA CON RESPECTO A LA CALIDAD DE LOS MATERIALES**

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, habiéndose realizado previamente las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.



**CAPITULO IV.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN  
DE LAS OBRAS**

## **IV. 1.- CONDICIONES GENERALES**

### **IV. 1. 1.- *PROGRAMA DE TRABAJO***

El programa de trabajo deberá contener una programación completa de las diversas actividades necesarias para la construcción de los ramales y será establecido en términos mensuales, de manera que las obras especiales intercaladas queden programadas individualmente.

En particular, el Programa de trabajo incluirá la definición de los siguientes conceptos auxiliares:

- a) Canteras o graveras para la obtención de áridos para hormigones.
- b) Instalaciones para la fabricación de áridos para hormigones.
- c) Instalaciones para la fabricación de hormigones.
- d) Recepción en obra del equipo de movimiento de tierras.
- e) Instalaciones para la fabricación o recepción de tuberías y piezas especiales
- f) Instalaciones para la recepción de elementos de control

En todo momento, durante la ejecución de las obras, en que se comprobará anticipadamente la improbabilidad de cumplir plazos parciales, el Contratista estará obligado a abrir nuevos tajos en donde fuera indicado por el Ingeniero Director.

### **IV. 1. 2.- *EQUIPO***

El equipo que se emplee en la ejecución de las obras estará sujeto a las condiciones generales siguientes:

- Deberá estar disponible a pie de obra con suficiente antelación para que pueda ser examinado y autorizado por el Ingeniero Director.
- Después de autorizado por el Ingeniero Director deberá mantenerse el equipo en condiciones de trabajo satisfactorias, haciendo las reparaciones y sustituciones necesarias para ello. Deberán ser reemplazadas aquellas máquinas averiadas cuya reparación exigiera más de dos meses.
- Si, durante la ejecución de las obras el Ingeniero Director observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos autorizados no resultaran idóneos al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajo, deberán ser sustituidos o incrementados en número por otros que lo sean.

#### **IV. 1. 3.- MÉTODOS CONSTRUCTIVOS**

El Contratista podrá emplear cualquier método constructivo para ejecutar las obras, distinto del que se indica en el Proyecto siempre que en su plan de obra y en el programa de trabajo lo hubiera propuesto previamente y hubiera sido aceptado por la Dirección de Obra. También podrá variar los procedimientos constructivos durante la ejecución de las obras, sin más limitaciones que la autorización del Ingeniero Director, el cual la otorgará siempre que los nuevos métodos no vulneren a su criterio el presente Pliego de Condiciones, pero reservándose el derecho de exigir los métodos previos, si comprobara la menor eficacia de los nuevos.

La aprobación o autorización de cualquier método de trabajo o tipo de maquinaria para la ejecución de las obras, no eximirá al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y totales.

#### **IV. 2.- MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existen materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de las tierras y arreglo posterior del área de los préstamos, una vez terminada su explotación.

##### **IV. 2. 1.- TRABAJOS PREVIOS**

###### **A) Preparación del Replanteo**

Antes de dar comienzo las obras, se realizará la limpieza y desbroce del área de actuación, explanándose primeramente si fuese necesario por medio de excavaciones y rellenos, terraplenes, etc, procediendo a continuación al replanteo general de la obra. La Dirección de Obra procederá a llevar a cabo el replanteo, que podrá realizarse en una o varias fases, trasladando al terreno los datos expresados en el Documento Planos que define la obra.

Del resultado de este replanteo se levantará acta que suscribirán la Dirección de Obra y el Contratista y constará en la conformidad entre el Proyecto de la obra y el terreno, o las variaciones existentes en su caso.

El Contratista está obligado además de a realizar el replanteo, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este, con inclusión de los clavos y

estacas, corriendo de su cuenta el personal necesario que deberá tener la capacidad técnica e instrucción suficiente para la realización de estos trabajos.

El Contratista será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones, y si en el transcurso de las obras sufrieran deterioro o destrucción, serán de su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Se exceptúan de la anterior prescripción, aquellas señales o hitos enclavados dentro de la zona ocupada por las obras, las cuales deberán referirse a otros puntos fijos, de tal forma que pueda restituirse su posición.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante. Podrá, el Ingeniero Director, ejecutar por sí, u ordenar cuantos replanteos parciales estime necesarios durante el periodo de construcción y en sus diferentes fases, para que las obras se hagan con arreglo al proyecto general y a los parciales.

A partir del momento en que se lleve a cabo el replanteo de detalle, la continuación de los replanteos será de responsabilidad del Contratista, quién deberá disponer de personal debidamente instruido para la realización de dichos trabajos.

## **IV. 2. 2.- EXCAVACIÓN**

### **A) Eliminación de la capa de tierra vegetal**

Esta operación consiste en el despeje de toda clase de vegetación herbácea y restos de leñosa, y en la excavación y transporte fuera del área de ocupación de la obra de la capa de tierra orgánica.

La tierra orgánica y cualquier material de la naturaleza vegetal, se alejará del área de ocupación a la distancia que señale el Director de las obras.

El espesor de la capa de tierra a eliminar será el que figure en el Proyecto, pudiendo el Director de las obras variar dicho espesor hasta la profundidad que estime necesario.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños, separando cuidadosamente los montones que vayan a ser quemados (cuando sea permitido por el Ingeniero Director) o desechados.

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

### **B) Acceso a las obras**

Los caminos, pistas, sendas, pasarelas, escaleras, etc., para acceso a las obras y a los distintos tajos serán construidos por el Contratista por su cuenta y riesgo.

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que hayan de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles o a los elementos destinados a permanecer, los árboles se irán troceando por su copa y troncos progresivamente. Para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se levantarán vallas o se utilizará cualquier otro medio que cumpla los fines deseados.

En los desmontes, todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados, hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la explanada.

Del terreno natural sobre el que ha de asentarse un relleno se eliminarán todos los tocones o raíces con diámetro superior a diez centímetros (10 cm) de tal forma que no quede ninguno dentro del cimientado del relleno, ni a menos de quince centímetros (15 cm) de profundidad bajo la superficie natural del terreno. También se eliminarán bajo los terraplenes de cota inferior a treinta y cinco centímetros (35 cm) hasta una profundidad de cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la explanada.

Fuera de la explanación, los tocones podrán dejarse cortados al ras del suelo.

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

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación serán debidamente acondicionados.

Aquellos árboles que ofrezcan posibilidades comerciales serán podados y limpiados; luego se cortarán en trozos adecuados, y finalmente se almacenarán pudiendo exigir la Dirección de Obra mejorar los accesos a los tajos o crear otros nuevos si fuese preciso para poder realizar debidamente su misión de inspección durante la ejecución de las obras. Todo cambio o reposición de cualquier vía de acceso debido a la iniciación de nuevos tajos o modificaciones de proyectos, será por cuenta del Contratista sin que por ello tenga derecho de indemnización alguna ni a que sean modificados los planos de ejecución de las obras. Estas sendas, pasos, escaleras y barandillas, cumplirán las normas legales de seguridad del personal.

También será de cuenta del Contratista los caminos de acceso a las diversas canteras que explote y a las escombreras.

La conservación y reparación ordinaria de los caminos y demás vías de acceso a las obras o a sus distintos tajos, serán por cuenta del Contratista.

### **C) Excavaciones en general**

En este trabajo queda incluido el transporte de los materiales excavados hasta su lugar de empleo o de descarga, terraplenes, acopios, caballeros, vertederos, etc.

La excavación se ajustará a las rasantes y alineaciones fijadas en el replanteo, y a las dimensiones y cotas indicadas en los planos, con las excepciones que se indican más adelante, e incluirá, salvo que lo indiquen los planos, el vaciado de zanjas para servicios generales hasta la conexión con dichos servicios, y todos los trabajos incidentales y anejos.

Si los firmes adecuados se encuentran a cotas distintas a las indicadas en los planos, el Ingeniero Director de la Obra podrá ordenar por escrito que la excavación se lleve por encima o por debajo de las mismas, para su emplazamiento. El Material excavado que sea adecuado y necesario para los rellenos, se acopiará por separado, de la forma que ordene el Director.

Los productos sobrantes de las excavaciones que no se empleen en las obras, se transportarán a vertedero. El Contratista propondrá las zonas de vertedero, que serán autorizadas por la Dirección de Obra.

Las excavaciones se clasificarán por su consistencia y estado del terreno en las siguientes categorías:

#### Excavación en roca

Comprende las excavaciones de todos aquellos materiales que se encuentren tan cementados que necesiten ser excavados mediante el uso de explosivos.

En el uso de explosivos para las excavaciones en roca, regirán las disposiciones vigentes que regulan la materia o que se dicten por el Director de Obra.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá tener reconocida práctica y pericia en estos menesteres y reunirá las condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponde a estas operaciones.

El Contratista suministrará y colocará las señales para advertir al público de su trabajo con explosivos, cuidando no poner en peligro vidas o propiedades, siendo responsable de los daños que deriven del empleo de los mismos.

Se considera explosivo toda sustancia o mezcla de sustancias que, por liberación súbita de su energía, produce o puede producir en ciertas condiciones una sobrepresión en sus alrededores, acompañada generalmente de llama y ruido, con independencia del mecanismo físico-químico de liberación de energía.

#### Excavación en terrenos de consistencia dura

Comprende las excavaciones de todos aquellos materiales que se encuentran tan cementados que necesiten ser excavados mediante uso de martillo picador y/o tractores de cadenas de potencia superior a 400 HP equipados con ripper de 1 diente.

En los tramos de excavación en terrenos con consistencia dura si en el Proyecto no hay prevista la construcción de una explanación mejorada, se excavarán, como mínimo 20 cm más que los fijados como cota de la explanación, rellenándose este exceso de excavación con material idóneo que se compactará y perfilará de acuerdo con las normas que posteriormente se indican para el plano de fundación.

#### Excavación en terrenos de consistencia normal ó tipo "tierras"

Se considera "tierras" aquellos terrenos cuya excavación es practicable por una retroexcavadora de 4 Tm equipada con un cazo de 0,6 m, independientemente del número de movimientos necesarios para llenar el cazo.

Únicamente al Director de las obras, en cada caso, le corresponde determinar la categoría en la que deben estar comprendidas las excavaciones, de acuerdo con las anteriores especificaciones.

Cuando la naturaleza, consistencia y humedad del terreno hagan presumir la posibilidad de desmoronamientos, corrimientos o hundimientos, se deberá a su tiempo armar, apuntalar o entibar las excavaciones de toda clase, a cielo abierto o en zanja.

La inclinación de los taludes en las excavaciones, será la que pida la naturaleza del terreno, siendo la Empresa constructora responsable de los posibles daños a personas o cosas, y estará obligada a retirar el material derribado y a reparar las obras.



La Empresa constructora deberá proceder, por todos los medios posibles, a defender las excavaciones de la penetración de aguas superficiales o freáticas, manteniéndolas libres de este elemento mediante los oportunos desagües o achicamiento.

### **C.1.- Excavaciones a cielo abierto**

Las excavaciones de todas las clases se harán con arreglo a los planos de ejecución y sujetas a las modificaciones que según la naturaleza del terreno ordene la Dirección de Obra por escrito. Todo exceso de excavación que el Contratista realice sin autorización escrita de ésta Dirección, ya sea por error del personal o por cualquier defecto en la técnica de su ejecución, deberá rellenarse con terraplén o con el tipo de fábrica que considere conveniente la Dirección de Obra, en la forma que ésta prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito.

En general las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Si para evitar excesos de excavación o por seguridad en el trabajo fuese indispensable realizar apeos o entibaciones, la Dirección de Obra podrá ordenar su ejecución, siendo ésta por cuenta y riesgo del Contratista.

Los productos de excavación no empleados en rellenos de obras, serán transportados y vertidos en los lugares destinados a vertederos de escombros.

El refino y hormigonado encima o adosado a las superficies de las excavaciones terminadas, empezarán antes de los seis (6) días siguientes a la terminación de la excavación a no ser que la Dirección de Obra ordene por escrito reducir este plazo, si son de temer meteorizaciones rápidas de la roca.

Queda prohibido dejar maderas, procedentes de entibaciones, andamios o encofrados entre las paredes de las excavaciones y las obras de fábrica a ellas adosadas únicamente se permitirán en los casos autorizados expresamente y por escrito por la Dirección de Obra.

El Contratista, adoptará los medios necesarios para dar salida o achicar el agua que surja en las excavaciones, siendo dichos medios por cuenta y riesgo del Contratista.

## **C.2.-Excavaciones en cimentaciones y zanjas**

El Contratista deberá notificar, con suficiente antelación, al Director de las obras, el comienzo de la excavación a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno natural. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la Dirección de Obra.

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

Siempre que la profundidad de la zanja, la disposición de ésta o la naturaleza de las tierras así lo exigieran, el Contratista quedará obligado a efectuar las excavaciones en zanja con entibaciones y agotamiento.

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

Cuando aparezca agua en las zanjas, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, siendo dichos medios por cuenta y riesgo del Contratista. El agotamiento del agua se hará de forma que no se produzcan corrientes sobre hormigones recién colocados en cimentaciones, ni drenaje de lechada de cemento, ni erosión en la excavación refinada.

No se podrán interrumpir los trabajos de excavación sin la autorización del Ingeniero Director, siendo en cualquier caso de cuenta del Contratista las desviaciones para salida de agua o de acceso a la excavación.

Las zanjas guardarán las alineaciones previstas en los replanteos, con la rasante uniforme. Si al excavar hasta la línea necesaria, quedan al descubierto piedras, rocas,

etc. será necesario excavar hasta un nivel tal que no quede ningún sobresaliente rocoso en el espacio ocupado por el material de asiento de las tuberías. Esta sobreexcavación se rellenará con material seleccionado compactado en tongadas de 5 cm hasta conseguir la rasante inicial prevista.

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los planos, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm), en más o en menos, respecto de las superficies teóricas.

El material excavado se colocará de forma que no se obstruya la buena marcha de las obras, ni el cauce de arroyos, acequias o ríos, ni haga peligrar la estructura de las fábricas parcial o totalmente terminadas. En caso de utilización posterior en rellenos se apilará lo suficientemente alejado de los bordes de las zanjas para evitar el desmoronamiento de éstas o que los desprendimientos puedan poner en peligro a los trabajadores.

Las superficies de cimentación se limpiarán de todo material suelto o flojo que posean, y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas, y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos.

Los caballeros que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan las escorrentías de las aguas, y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en lugares que eviten arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y donde no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de los caminos.

Al realizar la excavación atravesando terreno de labor agrícola se apartarán los primeros 30 cm de tierra vegetal fuera de la zona de tránsito de maquinaria, acopios y apilado de materiales procedentes de la excavación, de modo que al tapar la zanja se pueda rellenar la parte superior con la tierra vegetal.

Queda en libertad el Contratista para emplear los medios y procedimientos que juzgue preferibles al realizar las excavaciones de las obras con tal que ésta pueda verificarse en la forma prevista en este artículo y en los demás documentos del presente Proyecto y se pueda llevar a cabo dentro de un plazo razonable, en armonía con el total fijado por la obra, sin que se entienda que dicho Contratista se vea obligado a emplear los mismos medios que se proponga emplear fuesen distintos, o no estuviesen previstos, siempre habrán de merecer la aprobación del Ingeniero Director de las obras.

### **C.3.-Excavaciones en zonas de desmonte**

Se entiende por "desmonte" la excavación de los materiales que sobresalen de las superficies de explanación de las distintas partes de la obra.

El Contratista pondrá especial cuidado en evitar dañar por efecto de las voladuras las edificaciones limítrofes y líneas eléctricas; si las hubiera. Todos los desperfectos, daños y perjuicios que se ocasionen serán a cargo del Contratista.

El Ingeniero Director determinará los materiales que se empleen en la formación de los distintos terraplenes, así como en la zonificación de los mismos si las hubiere, de acuerdo con las especificaciones del Apartado III.2 y a la vista de los resultados de los ensayos correspondientes. Asimismo, determinará qué materiales se consideran desechables y cuáles se transportarán a vertedero.

Los taludes tendrán la inclinación prevista en el Proyecto, con el fin de impedir corrimientos o derrumbamientos de tierra; no obstante podrán ser modificados por el Director de las obras, siempre que éste lo juzgue necesario de acuerdo con la naturaleza del terreno.

Durante la realización de las excavaciones el Ingeniero Director estará facultado en todo momento para introducir cuantas modificaciones estimase pertinentes en el método y en los medios de excavación, al objeto de garantizar la forma y dimensiones óptimas de los materiales para su utilización posterior y evitar perjuicios innecesarios en la realización de otras unidades de obra dependientes de ésta.

Para garantizar el saneamiento de las zonas en desmonte, el Contratista deberá abrir las zanjas y cunetas necesarias tan pronto se haya terminado la excavación.

Dentro de estas operaciones de excavación en zona de desmonte se incluye la nivelación, refino y compactación del fondo del vaso de las balsas, y los taludes de tal manera que no sea necesaria ninguna operación intermedia entre la citada unidad y la posterior colocación de la pantalla de impermeabilización.

Las tierras procedentes de las excavaciones que, a juicio del Director de las obras, no se consideren adecuadas para la construcción de terraplenes o para otro empleo, deberán alejarse del área de ocupación del camino, depositándose en zonas de caballero que el Contratista deberá procurarse por su cuenta y que deberá escoger de modo que no dañe propiedades públicas o privadas. Cuando esto se incumpla, el Director de las obras podrá disponer el alejamiento de las tierras, siendo todos los gastos que se ocasionen con cargo al Contratista.

#### **C.4.-Excavaciones para estructuras**

La excavación en cimientos de estructuras se ejecutará de acuerdo con las especificaciones indicadas en los planos o según las instrucciones del Ingeniero Director.

El Contratista estará obligado a terminar y, cuando proceda, refinar por completo, con estricta sujeción a lo que se le indique y con los medios necesarios, las excavaciones rellenando en su caso, después de terminados los cimientos las partes que convengan. Los excesos de excavaciones sobre lo figurado en los planos no serán de abono, siendo también por cuenta del Contratista el volumen de fábrica o tierras que precise para rellenar el espacio excavado en exceso, en la forma que lo indique el Ingeniero. El Contratista entibará las excavaciones en que por la naturaleza del terreno fueran de temer desprendimientos y cuando, por razón de seguridad o en evitación de sobreexcavación excesiva, lo requiriese el Ingeniero Director.

#### **C.5.-Excavaciones en áreas de préstamo**

El contratista comunicará al Director de las obras, con suficiente antelación, la apertura de las canteras de préstamo, con objeto de que se puedan medir sus dimensiones sobre el terreno natural y realizar los debidos ensayos antes de dar su aprobación.

Las zonas de préstamo de materiales para la construcción de los terraplenes, deberán ser previamente desprovistas de la cubierta vegetal y de la capa de suelo que contenga una producción de materia orgánica superior al 0,5 % en peso del suelo seco y

de todos aquellos elementos perjudiciales que se quieran evitar en la explanación del camino.

El Ingeniero Director, durante la ejecución de las obras, podrá ordenar la obtención de material de préstamos en zonas distintas de las previstas, siempre que así lo decidiera, bien por razón de reducir distancias de transporte o para obtener materiales de calidad superior a la de los préstamos propuestos por el Contratista.

Cuando se tomen préstamos en áreas adyacentes a los perfiles de las tuberías o caminos de servicio, el borde de la excavación no distará menos de tres metros del borde de los mismos.

El sistema de excavación se hará de manera que se facilite la homogeneidad de los productos excavados. Cuando durante la explotación de la cantera aparecieran materiales no idóneos, dichos materiales deberán dejar de extraerse.

Para evitar la extracción del material con humedad superior a la óptima de compactación, se procederá al drenaje de las aguas superficiales y freáticas por medio de una adecuada red de zanjas de saneamiento, la cual se mantendrá continuamente en perfecta eficiencia hasta la terminación de los trabajos. El material que, a pesar de estas medidas, presentase un grado de humedad superior al prescrito, deberá dejarse secar durante el tiempo necesario, a dar una labor de arado en la superficie para acelerar el secado.

Los desmontes se realizarán de forma que los taludes queden con la inclinación que señale el Director de las obras, a fin de impedir corrimientos o derrumbes de tierra.

En el desmonte de préstamos el Contratista mantendrá con carácter general las mismas condiciones y precauciones que en los realizados dentro de los límites de las obras y, en particular:

- No serán visibles desde las carreteras y zonas pobladas.
- Deberán excavarse de tal manera que el agua de lluvia no se pueda acumular en ellos.
- El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.
- Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

Una vez terminada su explotación, las canteras de préstamo deberán quedar en buenas condiciones de aspecto, drenaje, circulación y seguridad, sin zonas encharcadas ni taludes inestables, corriendo el gasto por parte del Contratista.

#### **IV. 2. 3.- ENTIBACIÓN**

Se instalará la entibación, incluyendo tablestacados que se necesiten, con el fin de proteger los taludes de la excavación, pavimento e instalaciones adyacentes. La decisión final referente a las necesidades de entibación será la que adopte el Director de la Obra. La entibación se colocará de modo que no obstaculice la construcción de nueva obra.

El Contratista será responsable de cualquier accidente ocurrido por ausencia de entibación según las normas de buena práctica.

#### **IV. 2. 4.- RELLENOS Y TERRAPLENES**

##### **A) En zanjas, caminos y obras de fábrica**

##### **A.1.-Rellenos**

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

El relleno podrá ser procedente de la propia excavación en préstamos de suelos seleccionados o de material filtrante.

Los lechos de tuberías serán de material granular (arenas o gravas de hasta 12 mm) y se rasantearán perfectamente, dándole la pendiente longitudinal indicada en el Proyecto.

El resto de los rellenos serán seleccionados o del propio material excavado si éste es aceptable en la zona en contacto con la tubería de acuerdo con lo indicado en los planos y el resto de material excavado.

El material de relleno no contendrá piedras de tamaño superior a diez centímetros, no podrá colocarse cuando esté helado o cuando lo estén las superficies sobre las que se apoyará el material de relleno y no podrá colocarse contra muros o

estructuras delgadas, en tanto el hormigón de éstas no haya alcanzado la suficiente resistencia para que su estabilidad esté garantizada.

Cuando se exija la compactación de los rellenos, ésta deberá hacerse de acuerdo con las especificaciones que se siguen. Los medios a emplear para la compactación estarán, sin embargo, limitados por las posibilidades de su uso en las zonas confinadas y por la condición de que no produzcan sobrecargas sobre la estructura que pongan en peligro su estabilidad.

La compactación de los rellenos se hará en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales cuyo espesor será reducido hasta el máximo compatible con los medios de compactación utilizados y con la densidad que deban ser obtenidas. Cuando el espesor de las tongadas deba disminuirse, el tamaño de las piedras no será superior a los 2/3 del espesor de la tongada una vez compactada.

Se deberá cumplir en todas las fases de compactación lo expuesto en el P.G.3, teniendo siempre en cuenta los siguientes puntos:

- El espesor de cada tongada a compactar tendrá la dimensión precisa para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo él el grado de compactación exigido.
- La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes y solapando, en cada recorrido, un ancho no inferior a un tercio del elemento compactador. Se deberán corregir, con los medios adecuados las posibles irregularidades del perfil.
- Las operaciones de compactación se continuarán hasta alcanzar el grado de compactación exigido en el proyecto.
- Si se emplean rodillos vibratorios deberá evitarse que un exceso de vibración ocasione la segregación de los materiales.
- La superficie de la base deberá terminarse con el bombeo y cotas previstas en proyecto y quedará perfilada, sin ondulaciones ni irregularidades.
- No se extenderá ninguna nueva tongada en tanto no se hayan realizado, encontrándolas conforme, las comprobaciones de nivelación y grados de compactación de la precedente.

Una vez iniciados los trabajos no se permitirán interrupciones. Se realizarán todas las operaciones de un modo continuo hasta terminar la compactación.



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

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

En obras de fábrica, una vez terminada la cimentación y antes de proceder a los trabajos de relleno, se retirarán todos los encofrados y la excavación se limpiará de escombros y basura, procediendo a rellenar los espacios concernientes a las necesidades de la obra de cimentación.

Los materiales para el relleno consistirán en tierras adecuadas, aprobadas por el Ingeniero Director de Obra, que estarán exentas de escombros, trozos de madera u otros desechos. El relleno se colocará en capas horizontales y de un espesor máximo de 20 cm, y tendrá el contenido de humedad suficiente para obtener el grado de compactación necesario. Cada capa se apisonará por medio de pisones manuales o mecánicos o con otro equipo adecuado hasta alcanzar una densidad mínima de 90% con contenido óptimo de humedad.

Cuando el Ingeniero Director lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d) desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que el Ingeniero Director lo autorice, previa comprobación, mediante los ensayos que estime pertinente realizar, del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

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

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

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

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

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

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel. En particular en las zanjas para tuberías el grado de compactación será del 95% y el 90% del Próctor Normal en las zonas laterales colindantes con la tubería y en la zona de cobertura (~0,8 m) respectivamente. Para el caso de tuberías, una vez rellenada la zanja, se verterá la tierra vegetal acopiada en la excavación, formando un cordón alomado.

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

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

Sobre las capas en ejecución deben prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que

necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

Todos los rellenos de zanjas y localizados cumplirán lo establecido en el Art. 332 del PG-3/75.

Los ensayos a realizar serán los fijados por la Dirección de obra, de acuerdo con lo especificado en este Pliego.

## **A.2.- Terraplenes**

### **A.2.1.- Condiciones generales**

Las especificaciones de este apartado se refieren a la ejecución de los terraplenes requeridos en la construcción de las diversas obras del Proyecto. Así pues, con la imprescindible autorización del Director de las obras que previamente habrá inspeccionado y admitido el plano de fundación, el Contratista procederá a construir los terraplenes.

Los materiales a emplear en la construcción de los terraplenes, procederán de los desmontes de la obra o de las canteras de préstamo señaladas o aprobadas por el Director de las Obras. El contenido de materia orgánica de estos materiales no deberá exceder del 0,5% en peso de suelo seco.

El Contratista deberá suministrar preparar, procesar, colocar y compactar, si es necesario, los materiales para construcción de terraplenes y cualquier tipo de relleno permanente en las obras. A tal fin, el Contratista deberá acondicionar las fundaciones correspondientes y mantener los terraplenes y rellenos construidos hasta la recepción de las obras.

Cuando la fundación del terraplén no sea la adecuada, el Contratista excavará y retirará el material inadecuado hasta la profundidad que establezca el Ingeniero Director. La ejecución de esta operación será hecha de acuerdo con lo indicado en el apartado IV.2.2.

Los equipos de compactación deberán ser sometidos a la aprobación del Ingeniero Director con anterioridad a su llegada a la obra. El Ingeniero podrá exigir al Contratista la sustitución o complementación de estos equipos si, durante la ejecución de

las obras y a la vista de los ensayos realizados, considerase que son inadecuados o insuficientes para conseguir las densidades exigidas con unos rendimientos compatibles con los propuestos por el Contratista en su programa de trabajo.

Los terraplenes se compactarán con equipos adecuados regulando el número de pases hasta alcanzar la compacidad exigida.

El terraplén deberá efectuarse por tongadas sucesivas de una forma regular y continua, no debiendo interrumpirse su ejecución, cualquiera que sea la causa, sin darle una configuración tal que asegure el desagüe de las aguas de lluvia. Al interrumpirse el trabajo, deberán eliminarse las hierbas que hubiesen crecido en el antiguo terraplén, se desmontará la capa meteorizada o disgregada y se realizará la unión con la nueva capa escarificada la superficie.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada.

Después de la humidificación se compactará cada estrato con la energía necesaria hasta alcanzar el grado de compactación que figura en el Proyecto, o que ordene el Director de las obras. El grado de compactación que se debe alcanzar, si no se especifica otra cosa en el Proyecto, será como mínimo, el 98 % de la máxima densidad obtenida en el ensayo de compactación P.N.

No se extenderá una nueva capa hasta asegurarse de que la anterior está suficientemente compactada.

Los trabajos de compactación serán suspendidos cuando la temperatura ambiente no supere los 20 °C, o cuando aparezca escarcha sobre el terreno.

Será obligación del contratista construir los terraplenes con dimensiones en exceso, para que en el momento de la entrega, después del refino de taludes, tengan la forma y dimensiones que figuran en los planos.

Cuando deban ser compactados materiales con un alto contenido en limos o arcillas, los materiales se depositarán en tongadas horizontales. El espesor de cada

tongada horizontal, después de la compactación, no será mayor de quince centímetros o de dos tercios de la longitud de la pata del compactador. Cuando la compactación se haga a mano o mediante pequeños compactadores mecánicos, el espesor no será mayor de diez centímetros. Las operaciones de excavaciones de colocación de los materiales se realizarán de manera que, al ser compactados, se obtenga la máxima homogeneidad, peso unitario y estabilidad posibles. Si la superficie de cualquier tongada ya compactada estuviese demasiado seca o lisa, a juicio del Ingeniero Director, para la unión adecuada con la capa de material a ser colocado, a continuación aquella se humedecerá y/o se escarificará a satisfacción del Ingeniero Director para conseguir una superficie de unión satisfactoria con la siguiente tongada a colocar. Todos los compactadores usados para compactar una tongada cualquiera serán del mismo tipo y del mismo peso por unidad de ancho. La compactación de cada tongada se efectuará empleando la energía necesaria para alcanzar, como mínimo, la densidad seca establecida en cada caso.

Con anterioridad y durante las operaciones de compactación, los materiales tendrán un contenido de humedad no menor ni mayor del dos por ciento con respecto al contenido de humedad óptimo que se haya determinada en los ensayos. El contenido de humedad será uniforme en toda la tongada.

Mientras sea posible, a juicio del Ingeniero Director, la humectación del material se hará en el sitio de excavación completándola después, si fuese necesario, en el sitio de compactación. Si el contenido de humedad estuviese fuera de los límites especificados, la compactación no se ejecutará hasta que el material haya sido humedecido o secado hasta conseguir la humedad óptima con las tolerancias especificadas, a no ser que el Ingeniero Director lo autorice expresamente.

Para conseguir que la humidificación sea homogénea, se emplearán, en caso necesario, equipos móviles de riego con espaciador de agua a presión regulable y equipos idóneos para la mezcla y homogeneización de materiales térreos.

Queda prohibida la compactación de los materiales cuando éstos, por efecto de la lluvia o por cualquier otro motivo, tengan una humedad superior a la óptima o presenten zonas encharcadas o con exceso de agua.

La compactación de materiales sin cohesión o permeables, tales como arenas y gravas, se hará en tongadas horizontales hasta la densidad relativa que se especifica

más adelante. La excavación y colocación de estos materiales se hará de manera que se favorezca su homogeneidad, densidad y estabilidad. Se añadirá agua en la cantidad necesaria para obtener la densidad requerida y de acuerdo con el método de compactación utilizado. Para este tipo de materiales se eliminará todo aquél cuyo diámetro sea superior a 25 cm.

El espesor de las tongadas después de la compactación se realizará por control geométrico y no será superior a treinta centímetros, si la compactación se realiza mediante compactadores vibratorios, o de quince centímetros en caso contrario.

Cuando se compacten materiales sin cohesión conteniendo arcillas o limos, los espesores admisibles de las tongadas serán los mismos que los especificados para arenas y gravas limpias.

#### **A.2.2.- Ensayos**

La ejecución de las obras se controlará mediante la realización de los ensayos, cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que las cifras que se dan son mínimas y se refieren a cada una de las procedencias elegidas.

Por cada 5.000 m<sup>3</sup> o fracción de tierra empleada:

- Un ensayo de contenido de humedad.
- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo de los Límites de Atterberg.

Por cada 1.000 m<sup>3</sup> ó fracción de cada estrato compactado:

- Un ensayo de compactación modificado.
- Un ensayo de densidad y humedad "in situ".

## **B) En la balsa de regulación**

### **B.1.-Ejecución de los terraplenes del dique**

#### ***B.1.1.-Observaciones adicionales a los materiales***

Por el Contratista y el Ingeniero Director se vigilará especialmente que el material que se va a colocar cumpla en cuanto a su procedencia, granulometría, contenido en materia orgánica y límites de Atterberg las condiciones señaladas para cada tipo en el apartado III.3.1. Antes de su puesta en obra se realizará una toma de muestras de los materiales de diferente génesis y localización para catalogar mediante los ensayos correspondientes cuáles cumplen con las antedichas condiciones.

A juicio del Ingeniero Director será también admisible cualquier combinación de los parámetros citados que dé lugar a una resistencia al corte y un coeficiente de seguridad, igual o superior al obtenido en los cálculos de estabilidad del Proyecto, o la exigida por las reglamentaciones vigentes.

Si con los materiales procedentes de la excavación no se pudiese cumplir las condiciones impuestas, el Ingeniero Director podrá optar por exigir que el material sea procedente de préstamos que él deberá cumplirlas, o por modificar adecuadamente el valor del talud de acuerdo con nuevos cálculos de estabilidad basados en los parámetros reales del material.

#### ***B.1.2.-Preparación de la cimentación***

Comprende la limpieza del terreno (vegetación, cercas y muros, materiales sueltos rocosos, demoliciones, etc.), retirada de toda la cobertura de tierra vegetal, y la excavación de todo el recubrimiento de suelos en el caso de que su espesor sea igual o inferior a dos metros (2,00 m) y hasta un metro (1,00 m) del mismo, si éste es superior a los dos metros (2,00 m), previa comprobación con ensayo de penetración dinámica que el índice S.P.T. es igual o superior a veinte (20) y mediante ensayos de dispersabilidad, que el suelo no es crítico, en caso de que no se cumpla alguna de ellas se han de eliminar los suelos en su totalidad. Finalmente se procederá a la compactación del terreno en toda la superficie de apoyo del terraplén (mediante la utilización de rodillos vibratorios lisos u otros métodos mecánicos o manuales en los lugares inaccesibles), hasta que el terreno haya adquirido la compacidad que el Ingeniero Director de las obras considere oportuna después de realizados los correspondientes ensayos.

Los productos extraídos de las operaciones anteriores, si no se destinan a ningún aprovechamiento dentro de las obras que haya sido autorizado por el Ingeniero Director, se transportarán hasta los vertederos autorizados.

Todas las operaciones anteriores así como un riego ligero de la superficie de la cimentación de forma que no quede ningún charco, se realizarán antes de proceder a la extensión de la primera capa de contacto con la misma.

### ***B.1.3.-Extensión del material***

El material se colocará en obra de acuerdo con las dimensiones y pendientes de los planos a las órdenes que dicte el Ingeniero Director. El material se extenderá siempre de forma que en cada una de las diferentes zonas la totalidad del dique tenga siempre la misma altura en toda su longitud y en toda su anchura.

### ***B.1.4.-Compactación del material***

La compactación del material se realizará con rodillos lisos vibrantes cuyo peso estático sea igual o superior a ocho mil kilogramos (8 Tn). En las zonas de difícil acceso para los rodillos se dispondrán medios especiales de compactación, previamente ensayados, y aprobados por el Ingeniero Director.

El número de pasadas que han de realizar los rodillos vibrantes depende de la altura definitiva de las tongadas y será elegido por el Ingeniero Director.

Como condiciones generales, se cumplirá:

- La humedad de los materiales en el momento de su compactación deberá ser la más cercana posible a la óptima deducida del ensayo Próctor Normal, será admisible una tolerancia del dos por ciento ( $\pm 2\%$ ), respecto a la óptima, en el noventa y cinco por ciento (95%) de las muestras. Para conseguir esta humedad, el Contratista estará obligado a humidificar o desecar el material antes de compactarlo en el tajo por procedimiento que haya sido aprobado por la Dirección de la obra.
- En todas y cada una de las series de muestras que se tomen para comprobar la densidad de los materiales, deben cumplirse que el noventa por ciento (90%) de ellas acusen a una densidad mayor que el cien por cien (100%) de la máxima del Próctor Normal, siempre que la densidad del diez por ciento (10%)



%) de muestras restantes sea superior al noventa por ciento (90 %) de la máxima del Próctor Normal.

El talud del paramento agua abajo se arreglará a mano al objeto de conseguir un aspecto agradable en el pie de agua abajo.

Se llevará un control de los asientos que permita comprobar el efecto de la compactación mediante la nivelación de una red de puntos, pintados previamente, de forma que el asentamiento medio de las dos últimas pasadas sea inferior en cada una a veinte milímetros (20 mm.).

Se tendrán en cuenta los resultados anteriores para fijar la sobreelevación que será necesario dar al dique para prever los asentamientos finales de forma que tenga la altura fijada en los planos.

#### **B.1.5.-Ensayos**

Para el material del dique se realizará como mínimo (1) un ensayo de:

. Por cada mil metros cúbicos (1.000 m<sup>3</sup>) de material a emplear:

- Humedad natural
- Densidad relativa
- Análisis granulométrico
- Límites de Atterberg
- Próctor Normal

. Por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m<sup>3</sup>) de material a emplear:

- Permeabilidad con muestra remoldeada
- Compresión triaxial

#### **B.1.6.-Tolerancias geométricas**

La geometría se ajustará a la sección-tipo definida. Las tolerancias geométricas serán:

- . En el paramento de aguas arriba la superficie acabada no deberá quedar bajo la teórica (plana, cónica en los acuerdos laterales o cilíndrica en el acuerdo con el fondo) en ningún punto, ni rebasarla por exceso en más de diez centímetros (10 cm) medidos perpendicularmente a la superficie teórica. En ningún momento el Contratista podrá aportar material con el fin

de corregir las irregularidades por defecto si dicho material no se compacta en sentido vertical conjuntamente con el resto de la tongada completa del terraplén. Las irregularidades por exceso se corregirán por el Contratista de acuerdo con las instrucciones del Director.

- Los espesores compactados no deberán diferir en más de un décimo (1/10) de los previstos.
- La coronación no deberá quedar bajo el plano teórico sobreelevado en la altura que determine el Ingeniero Director para prever los asientos finales; su superficie acabada no deberá rebasar la teórica, corregida con la sobreelevación, en más de cuatro centímetros (4 cm) cuando se compruebe tanto paralela como normalmente al eje de la vía de coronación.
- La tolerancia en el paramento de agua abajo sobre el plano teórico será de treinta centímetros en más o en menos (0,30 m) medidos horizontalmente.

En particular todos los terraplenes correspondientes a las balsas se realizarán con materiales clasificados como seleccionados en su mitad inferior, pudiéndose emplear materiales clasificados como adecuados en su mitad superior. Ambos materiales cumplirán la normativa del Pliego PG-3, tanto en sus características como en su empleo.

Todos los materiales serán compactados hasta una densidad seca igual a la mayor de las dos siguientes:

- El 100 % de la densidad Próctor normal.
- El 95 % de la densidad Próctor modificado.

## **B.2.-Refino y compactación de los taludes interiores del vaso**

Esta unidad comprende la regularización, refino, humectación y compactación de todas las superficies interiores del vaso y el fondo, de tal manera que no sea necesaria ninguna operación intermedia entre la presente unidad y la posterior colocación de la pantalla de impermeabilización.

En los paramentos de los taludes interiores se proscriben la aportación de material para su regularización; ésta debe realizarse siempre quitando material.

El Contratista presentará al Ingeniero Director un programa de trabajo para la ejecución de esta unidad con expresa descripción de los equipos de humectación y compactación; el Ingeniero Director podrá variar total o parcialmente dicho programa y exigir

la realización de tramos o superficies experimentales para fijar el procedimiento en todos sus detalles.

La humectación deberá realizarse por el sistema de aspersión o similar de forma que no se erosione la superficie una vez refinada.

### **C) Otros terraplenes**

Se cumplirá lo especificado en los Artículos 330 y 331 del "P.G.3.", respectivamente.

## **IV. 2. 5.- TALUDES**

Durante la excavación se realizarán los taludes de conformidad con las dimensiones y pendientes señaladas en el Proyecto.

El acabado de los taludes será suave, uniforme y totalmente acorde con la superficie del terreno, debiéndose cuidar especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación. Deberá evitarse que en la cara interior del embalse queden elementos punzantes (cantos rodados, guijarros...) que puedan punzonar el recubrimiento con geomembrana.

Los fondos y coronaciones de los taludes, excepto en desmontes de roca, se redondearán ajustándose a las instrucciones que se reciban del Director de las obras. Las monteras de tierra, sobre masas de roca, se redondearán por encima de éstas.

En afloramientos rocosos y en zonas que a juicio del Director de las obras sea necesario, se extenderá una capa de arena limosa para regularizar el talud y tapar cualquier elemento que pueda producir el punzonamiento de la geomembrana.

En el caso de que las condiciones del terreno no puedan mantenerse los taludes indicados en el Proyecto, el Director de las obras fijará el talud que debe adoptarse, e incluso podrá ordenar la construcción de un muro de contención.

En el caso de que lo ordene el Director de las obras, se realizará una hidrosiembra en los taludes que se consideren amenazados por la erosión, utilizando, tanto los métodos de siembra, como las especies que hayan sido ordenadas.

#### IV. 2. 6.- ARENA EN LECHO DE TUBERIAS

Como arena para lecho de tuberías pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, escorias siderúrgicas apropiadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado a juicio del Ingeniero Director. Todo este árido deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o en caso de duda, deberá comprobarse que la cantidad de sustancias perjudiciales no excede de los límites siguientes:

	<b>Cantidad máxima en % del peso total de la muestra</b>
- Terrones de arcilla, determinados con arreglo a la Norma UNE 7133	1,00
- Finos que pasan por el tamiz 0,80 arreglo a la Norma UNE 7135	5,00
- Material retenido por el tamiz 0,32 UNE y que flota en un líquido de peso específico 2,0, determinado con arreglo a la norma UNE 7244	0,50
- Compuestos de azufre expresados en SO <sup>4=</sup> y referidos al árido seco, determinados con arreglo a la Norma UNE 7245	1,20

En el caso de arena de machaqueo, y previa autorización del Director, el límite de cinco por ciento (5%) para los finos que pasan por el tamiz 0,080 UNE podrá elevarse el siete por ciento (7%).

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como arena, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo a la Norma UNE 7243.

No se utilizarán arenas que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo a la Norma UNE 7082, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

## **IV. 2. 7.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS POR EMPUJE HIDRÁULICO**

### **A) Excavaciones con hincas**

Estos trabajos consistirán en las excavaciones para la ubicación de la tubería, mediante un equipo de perforación horizontal con tuneladora con émbolos hidráulicos para el empuje de los tubos.

Se iniciarán las obras de excavación ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones que figuran en los planos y a lo que sobre el particular ordene la Dirección de Obra.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la citada Dirección.

### **B) Pozos de trabajo**

El pozo de trabajo deberá de ser calculado en base a los esfuerzos máximos a obtener en la columna de Hinca. Los pozos de hinca tendrán las dimensiones adecuadas para llevar a cabo las operaciones de forma satisfactoria y su emplazamiento se elegirá de manera que no interfiera con el tráfico rodado.

El muro de reacción será perpendicular a los ejes de la Hinca.

El muro de ataque deberá de disponer de pasamuros para permitir el paso de los tubos, siendo la cota inferior de dicho pasamuros la misma de la generatriz inferior y exterior de los tubos en su punto de arranque, siempre y cuando no sea precisa la instalación de junta tórica.

En la generatriz superior exterior de los citados tubos, habrá una holgura entre estos y el pasamuros no inferior a 30 mm. ni superior a 60 mm., siendo la resultante entre tubo y pasamuros dos círculos excéntricos.

La solera deberá de ser nivelada según la pendiente definida en la rasante de la Hinca. Dicha solera tendrá en su parte posterior, correspondiente al muro de reacción y en los ángulos que forma éste con los muros laterales, dos arquetas de 0,50 m. de profundidad capaces de alojar bombas de achique.

El hormigonado de los muros que componen el pozo de trabajo, se ejecutará ente el terreno natural que resulte de la excavación necesaria y el encofrado correspondiente a cara vista, en ningún caso el muro de reacción se encofrará a dos caras.

### **C) Colocación de la tubería**

La ejecución de la hinca se realizará en sentido ascendente de la conducción, a partir de pozo de ataque mediante sistema de empuje hidráulico que transmita las reacciones al muro de empuje.

La tubería deberá ser empujada a medida que la excavación avanza. de forma que ésta no podrá progresar en ningún momento por delante de la sección de ataque. El sistema de excavación podrá ser manual o mecánico, ajustándose en cada caso a las necesidades impuestas por el propio terreno.

En ningún caso se permitirá la sobreexcavación perimetral mayor que la sección del escudo de corte en su punto de contacto con el frente de ataque.

Se podrán utilizar cuantas estaciones intermedias resulten necesarias o cuando las fuerzas o rozamiento u otras causas, pudieran obligar a realizar esfuerzos de empuje excesivamente elevados.

Las fuerzas de empuje se aplican a la tubería mediante un anillo (Aro de Empuje) que sea lo suficiente rígido para garantizar una distribución uniforme de presiones.

Así mismo, se colocará un material elástico entre la tubería y dicho anillo, en las estaciones intermedias, así como entre las superficies de contacto de cada unión de tuberías a fin de distribuir la presión ejercida por los sistemas de hinca a lo largo del perímetro de la tubería, evitando la aparición de puntos de concentración de tensiones. Dicho material elástico se dispondrá a lo largo de toda la circunferencia, con un espesor mínimo de 15 mm.

Se podrá inyectar ocasionalmente bentonita a presión entre la tubería y el terreno, a fin de lubricar la superficie de contacto y facilitar las operaciones de hinca. Una vez finalizadas dichas operaciones se inyectará mortero de cemento y arena para consolidar cualquier hueco que pudiese existir entre tubo y terreno

La presión, volumen y composición de los materiales a inyectar deberán ser limitados con objeto de evitar posibles daños o desplazamientos de tuberías.

Si la tubería tiene que ser instalada bajo el nivel freático, deberá rebajarse éste previamente.

#### **D) Tolerancias admisibles**

Los valores límites deben tener en cuenta la funcionalidad de la conducción. Se establecen los siguientes intervalos de tolerancia:

- Desviación máxima admisible respecto a las alineaciones del Proyecto en plano vertical: **+/- 60 mm.**
- Desviación máxima admisible respecto a las alineaciones del Proyecto en plano horizontal: **+/- 200 mm.**

#### **IV. 2. 8.- DEMOLICIONES**

La demolición de las construcciones que sea necesario hacer desaparecer para llevar a término la ejecución de la obra y que incluye también la retirada de los materiales demolidos, se hará con los medios auxiliares adecuados, autorizados por el Ingeniero Director.

Los materiales de demolición utilizables (los indicados por el Ingeniero Director), quedarán como propiedad de la Administración.

Se tomarán las precauciones precisas para conseguir una ejecución segura y para evitar daños de acuerdo con lo que disponga el Ingeniero Director, que designará y marcará los elementos a conservar.

Los trabajos se harán de manera que ocasionen las molestias mínimas a los residentes y por ello los productos de demolición se retirarán al vertedero nada más producirse. Los que se vayan a utilizar en la obra se limpiarán y transportarán a los lugares indicados por el Ingeniero Director.

#### **IV. 2. 9.- CIMENTACIÓN (zapatas, encepados y losas de cimentación directa)**

Se eliminarán los bolos, troncos, raíces de árbol u otros obstáculos que se encuentren dentro de los límites de la excavación. Se limpiará toda la roca u otro material duro de cimentación, dejándolos exentos de material desprendido y se cortarán de forma que quede una superficie firme, que según lo que se ordene, será nivelada, escalonada o dentada. Se eliminarán todas las rocas desprendidas o desintegradas así como los estratos finos.

Cuando la obra de hormigón o de fábrica deba apoyarse sobre una superficie que no sea roca, se tomarán precauciones especiales para no alterar el fondo de la excavación, no debiéndose llevar ésta hasta el nivel de la rasante definitiva hasta inmediatamente antes de colocar el hormigón u otra fábrica. Las zanjas de cimentación, las zapatas, pozos de cimentación o pilotes utilizados en cada cimentación, se excavarán hasta una profundidad mínima, expresada en planos, por debajo de la rasante original, pero en todos los casos hasta alcanzar un firme resistente. Las cimentaciones deberán ser aprobadas por el Director de la Obra antes de colocar el hormigón o la fábrica de ladrillo.

Antes de la colocación de las armaduras, se procederá al saneamiento del fondo de vigas riostras mediante el vertido de una capa de hormigón de limpieza HM-15 de 10 cm. de espesor. En los pozos de Cimentación se utilizará HM-20. Si fuese necesario se procederá a la entibación de las paredes de la excavación, colocando posteriormente las armaduras y vertiendo el hormigón, todo ello realizado con estricta sujeción a lo expresado en el Artículo correspondiente de la Norma EHE, y con arreglo a lo especificado en planos.

Su construcción se efectuará siguiendo las especificaciones de las Normas Tecnológicas de la Edificación CSC, CSL, CSV y CSZ.



#### **IV. 2. 10.- PROTECCIONES DE ESCOLLERAS**

El Contratista suministrará y colocará las protecciones de escollera en la situación y dimensiones indicadas en los planos o establecidas por el Ingeniero Director.

Las escolleras de protección serán colocadas de acuerdo con los planos, sobre una capa continua de grava y arena de 10 centímetros de espesor mínimo. No se exigirá para las escolleras ningún tipo de compactación y el Contratista podrá elegir el método de colocación a su conveniencia con tal de asegurar que el material colocado es estable y que no queden espacios sin proteger o rellenar que no sean razonables a juicio del Ingeniero Director.

#### **IV. 2. 11.- PROTECCION DEL TERRENO Y LOS TERRAPLENES**

Durante el periodo de construcción, se mantendrá la conformación y drenaje de los terraplenes y excavaciones. Las zanjas y drenes se mantendrán de forma que en todo momento desagüen de un modo eficaz. Cuando en el terreno se presenten surcos de 8 cm. o más de profundidad, dicho terreno se nivelará, se volverá a conformar si fuera necesario, y se compactará de nuevo. No se permitirá almacenar o apilar materiales sobre el terreno.

## **IV. 3.- CIMENTACIONES Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN**

### **IV. 3. 1.- ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**

#### **A) Cemento**

Inmediatamente después de su recepción a pié de obra, el cemento se almacenará en un alojamiento a prueba de intemperie y tan hermético al aire como sea posible. Los pavimentos estarán elevados sobre el suelo a distancia suficiente para evitar la absorción de humedad. Se almacenará de forma que permita un fácil acceso para la inspección e identificación de cada remesa.

#### **B) Áridos**

Los áridos de diferentes tamaños se apilarán en pilas por separado. Los apilamientos del árido grueso se formarán en capas horizontales que no excedan de 1,2 m. de espesor a fin de evitar su segregación. Si el árido grueso llegara a segregarse, se volverá a mezclar de acuerdo con los requisitos de granulometría.

#### **C) Armadura**

Las armaduras se almacenarán de forma que se evite excesiva herrumbre o recubrimiento de grasa, aceite, suciedad u otras materias que pudieran ser objetos de reparos. El almacenamiento se hará en pilas separadas o bastidores para evitar confusión o pérdida de identificación una vez desechos los mazos.

### **IV. 3. 2.- INSPECCIÓN**

El Contratista notificará al Director de la Obra con 24 horas de antelación, el comienzo de la operación de mezcla, si el hormigón fuese preparado en obra.

### **IV. 3. 3.- PRUEBAS DE LA ESTRUCTURA**

El Contratista efectuará las pruebas de la estructura con las sobrecargas que se indiquen, pudiendo estas pruebas alcanzar la totalidad del edificio.

Las acciones del edificio se calcularán de acuerdo con el CTE. Documento Básico SE-AE, especificadas en la Memoria de Cálculo.

El Ingeniero o Director de la Obra podrá ordenar los ensayos de información de la estructura que estime convenientes, con sujeción a lo estipulado en la Norma EHE

#### **IV. 3. 4.- ENSAYOS**

El Contratista efectuará todos los ensayos a su cuenta, con arreglo a lo estipulado en el Control de materiales de la Norma EHE para la realización de estos ensayos se tendrán presente los coeficientes de seguridad que se especifican en la memoria de cálculo, para poder utilizar, según estos, un nivel reducido, normal o intenso.

#### **IV. 3. 5.- DOSIFICACIÓN Y MEZCLA**

##### **A) Dosificación**

Todo el hormigón se dosificará en peso, excepto si en este Pliego de Condiciones se indica otra cosa, dicha dosificación se hará con arreglo a los planos del Proyecto.

En cualquier caso se atenderá a lo especificado en el Artículo correspondiente de la norma EHE.

La relación agua/cemento, y resistencia característica a los 28 días, árido machacado y condiciones medias de ejecución de la obra, será la que se expone en el RC-97 y en la EHE.

La dosificación exacta de los elementos que se hayan de emplear en el hormigón se determinará por medio de los ensayos en un laboratorio autorizado. El cálculo de la mezcla propuesta se presentará al Ingeniero o Director de obra para su aprobación antes de proceder al amasado y vertido del hormigón.

La relación agua/cemento, a la que hacen referencia indicada en la tabla anterior, incluirá el agua contenida en los áridos. No obstante, no se incluirá la humedad absorbida por éstos que no sea útil para la hidratación del cemento ni para la lubricación de la mezcla. El asiento en el Cono de Abrams estará comprendido entre 0 y 15 cm., según sea la consistencia.

##### Variaciones en la dosificación:

1. Las resistencias a la compresión calculadas a los 28 días que expone el RC-97 y la EHE, son las empleadas en los cálculos del proyecto y se comprobarán en el transcurso de la obra ensayando, a los intervalos que se ordene, probetas cilíndricas normales preparadas con muestras tomadas de la hormigonera. Por lo general, se prepararán seis probetas por cada 150 m<sup>3</sup>, o fracción de cada tipo de hormigón mezclado en un día cualquiera. Durante las

24 horas posteriores a su moldeado, los cilindros se mantendrán en una caja construida y situada de forma que su temperatura ambiente interior se encuentre entre los 15 y 26° C. Los cilindros se enviarán a continuación al laboratorio de ensayos.

2. El Contratista facilitará los servicios y mano de obra necesaria para la obtención, manipulación y almacenamiento a pié de obra de los cilindros y moldeará y ensayará dichos cilindros. Los ensayos se efectuarán a los 7 y a los 28 días. Cuando se haya establecido una relación satisfactoria entre la resistencia de los ensayos a los 7 y a los 28 días, los resultados obtenidos a los 7 días pueden emplearse como indicadores de las resistencias a los 28 días. Se variará la cantidad de cemento y agua, según se indiquen los resultados obtenidos de los cilindros de ensayo, tan próximamente como sea posible a la resistencia calculada, pero en ningún caso a menos de esta resistencia.
3. Si las cargas de rotura de las probetas sacadas de la masa que se ha empleado para hormigón, medidas en el laboratorio, fuesen inferiores a las previstas, podrá ser rechazada la parte de obra correspondiente, salvo en el caso que las probetas sacadas directamente de la misma obra den una resistencia superior a las de los ensayos y acordes con la resistencia estipulada. Podrá aceptarse la obra defectuosa, siempre que así lo estime oportuno el Ingeniero-Director, viniendo obligado en el caso contrario el Contratista a demoler la parte de obra que aquél indique, rehaciéndola a su costa y sin que ello sea motivo para prorrogar el plazo de ejecución.

## **B) Dosificación volumétrica**

Cuando el Pliego de Condiciones del proyecto autorice la dosificación en volumen, o cuando las averías en el equipo impongan el empleo temporal de la misma, las dosificaciones en peso indicadas en las tablas se convertirán en dosificaciones equivalentes en volumen, pesando muestras representativas de los áridos en las mismas condiciones que los que se medirán. Al determinar el volumen verdadero del árido fino, se establecerá una tolerancia por el efecto de hinchazón debido a la humedad contenidas en dicho árido. También se establecerán las tolerancias adecuadas para las variaciones de las condiciones de humedad de los áridos.

### **C) Medición de materiales, mezcla y equipo**

Todo el hormigón se mezclará a máquina, excepto en casos de emergencia, en los que se mezclará a mano, según se ordene. Excepto cuando se haga uso de hormigón premezclado, el Contratista situará a pie de obra un tipo aprobado de hormigonera, por cargas, equipada con un medidor exacto de agua y un dispositivo de regulación. Esta hormigonera tendrá capacidad de producir una masa homogénea de hormigón de color uniforme.

Los aparatos destinados a pesar los áridos y el cemento estarán especialmente proyectados a tal fin. Se pesarán por separado el árido fino, cada tamaño del árido grueso y el cemento. No será necesario pesar el cemento a granel y las fracciones de sacos. La precisión de los aparatos de medida será tal que las cantidades sucesivas puedan ser medidas con 1% de aproximación respecto de la cantidad deseada. Los aparatos de medida estarán sujetos a aprobación. El volumen por carga del material amasado no excederá de la capacidad fijada por el fabricante para la hormigonera. Una vez que se haya vertido el cemento y los áridos dentro del tambor de la hormigonera, el tiempo invertido en la mezcla no será inferior a un minuto en hormigonera de hasta 1m<sup>3</sup> de capacidad; en hormigoneras de mayor capacidad se incrementará el tiempo mínimo en 15 segundos por cada m<sup>3</sup> o fracción adicional.

La cantidad total de agua para el amasado se verterá en el tambor antes de haya transcurrido  $\frac{1}{4}$  del tiempo de amasado. El tambor de la hormigonera girará con una velocidad periférica de unos 60 m. por minuto durante todo el periodo de amasado. Se extraerá todo el contenido del tambor antes de proceder a una nueva carga.

El Contratista suministrará el equipo necesario y establecerá procedimientos precisos, sometidos a aprobación, para determinar las cantidades de humedad libre en los áridos y el volumen verdadero de los áridos finos si se emplea la dosificación volumétrica. La determinación de humedad y volumen se efectuará a los intervalos que se ordenen. No se permitirá el retemplado del hormigón parcialmente fraguado, es decir, su mezcla con o sin cemento adicional, árido o agua.

#### **D) Hormigón premezclado**

Puede emplearse siempre que:

- La instalación esté equipada de forma apropiada en todos los aspectos para la dosificación exacta y adecuada mezcla y entrega de hormigón, incluyendo la medición y control exacto del agua.
- La instalación tenga capacidad y equipo de transporte suficiente para entregar el hormigón al ritmo deseado.
- El tiempo que transcurra entre la adición del agua para amasar el cemento y los áridos, o el cemento el árido y el vertido del hormigón en su situación definitiva en los encofrados, no excederá de una hora.

#### **E) Mezcla en central**

La mezcla en central se efectuará mezclando el hormigón, totalmente, en una hormigonera fija, situada en la instalación y transportándola a pié de obra en un agitador o mezcladora sobre camión que funcione a velocidad de agitación. La mezcla en la hormigonera fija se efectuará según lo establecido.

Los controles a realizar en el hormigón se ajustarán a lo especificado en el Artículo correspondiente de la norma EHE según control normal, o en el caso de emplear hormigón de limpieza el control será de nivel reducido.

#### **IV. 3. 6.- ENCOFRADOS Y CIMBRAS**

En general los encofrados y andamiajes, habrán de cumplir las prescripciones que se señalan en el Artículo correspondiente de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Tanto los encofrados como los andamiajes tendrán rigidez suficiente para resistir, sin sensibles deformaciones, los esfuerzos a que estarán expuestos. Antes del comienzo de su ejecución, los dispositivos proyectados deberán someterse a la aprobación de la Dirección de Obra, pero esta aprobación no disminuirá en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la seguridad, resistencia, buena calidad de la obra ejecutada y su buen aspecto.

Los encofrados, moldes y cimbras podrán ser de madera, metálicos o de otros materiales que cumplan las condiciones de eficiencia requeridas.

Los encofrados tendrán en cada punto las posiciones y orientaciones previstas, a fin de realizar adecuadamente las formas de la obra. Antes de comenzar el hormigonado de un elemento deberán hacerse cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse de la precisión de los encofrados, e igualmente durante el curso del hormigonado para evitar cualquier movimiento de los mismos.

Para las obras de fábrica, no se admitirán errores de replanteo superiores a dos (2) centímetros en planta, ni a más o menos de diez (10) milímetros de altura.

Los encofrados deberán ser estancos y sus caras interiores lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los parámetros de las piezas de hormigón en ellos fabricados no presenten defectos, bombeos, resaltos o rebabas de más de cinco milímetros (5 mm). Se humedecerán antes del hormigonado.

## A) Requisitos generales

Los encofrados se construirán exactos en alineación y nivel, excepto en las vigas en las que se les dará la correspondiente contraflecha; serán herméticos al mortero y lo suficientemente rígidos para evitar desplazamientos, flechas o pandeos entre apoyos. Se tendrá especial cuidado en arriostrar convenientemente los encofrados cuando haya de someterse el hormigón a vibrado. Las cimbras y encofrados tendrán la resistencia y disposición necesarias para que en ningún momento los movimientos locales sobrepasen los cinco milímetros (5 mm) ni los de conjunto, o sea, las cimbras la milésima de la luz (0,001).

Los encofrados y sus soportes estarán sujetos a la aprobación correspondiente, pero la responsabilidad respecto a su adecuamiento será del Contratista.

Los pernos y varillas usados para ataduras interiores se dispondrán en forma que al retirar los encofrados todas las partes metálicas queden a una distancia mínima de 3,8 cm del hormigón expuesto a la intemperie, o de los hormigones que deben ser estancos al agua o al aceite y a una distancia mínima de 2,5 cm para hormigones no vistos.

Las orejetas o protecciones, conos, arandelas u otros dispositivos empleados en conexiones con los pernos y varillas, no dejarán ninguna depresión en la superficie del hormigón o cualquier orificio mayor de 2,2 cm de diámetro. Cuando se desee estanqueidad al agua o al aceite, no se hará uso de pernos o varillas que hayan de extraerse totalmente al retirar los encofrados. Cuando se elija un acabado especialmente liso, no se emplearán ataduras de encofrados que no puedan ser totalmente retiradas del muro.

Los encofrados para superficies vistas de hormigón tendrán juntas horizontales y verticales exactas. Se hará juntas topes en los extremos de los tableros de la superficie de sustentación y se escalonarán, excepto en los extremos de los encofrados de los paneles. Este encofrado será hermético y perfectamente clavado. Todos los encofrados estarán provistos de orificios de limpieza adecuados, que permitan la inspección y la fácil limpieza después de colocada toda armadura.

En las juntas horizontales de construcción que hayan de quedar al descubierto, el entablonado se elevará a nivel hasta la altura de la junta o se colocará una fija de borde



escuadrado de 2,5 cm en el nivel de los encofrados en el lado visto de la superficie. Se instalarán pernos prisioneros cada 7.10 cm por debajo de la junta horizontal, con la misma separación que las ataduras de los encofrados; estos se ajustarán contra el hormigón fraguado antes de reanudar la operación de vertido.

Todos los encofrados se construirán en forma que puedan ser retirados sin que haya que martillar o hacer palanca sobre el hormigón. En los ángulos de los encofrados se colocarán moldes o chaflanes adecuados para redondear o achaflanar los cantos de hormigón visto en el interior de los edificios. Irán apoyados sobre cuñas, tornillos, capas de arena u otros sistemas que permitan el lento desencofrado. El Ingeniero o Director de obra podrá ordenar sean retirados de la obra elementos del encofrado que a su juicio, por defecto o repetido uso, no sean adecuados.

Se autoriza el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrados, cuyos resultados están sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellos que se propongan y que, por su novedad carezcan de aquella garantía a juicio de la Dirección de Obra.

No se efectuará ningún desencofrado ni descimbrado antes de que el hormigón haya adquirido las resistencias suficientes para no resultar la obra dañada por dichas operaciones. Como norma, con temperaturas medias, superiores a cinco grados centígrados (5°C), se podrán retirar los encofrados laterales verticales, pasadas cuarenta y ocho horas (48) después del hormigonado siempre que se asegure el curado. Los fondos de forjados, transcurridos ocho días (8), y los apoyos o cimbras de vigas después de los veintiún días (21).

## **B) Encofrados, excepto cuando se exijan acabados especialmente lisos**

Los encofrados, excepto cuando se exijan especialmente lisos, serán de madera, madera contrachapada, acero u otros materiales aprobados por el Ingeniero o Director de obra. El encofrado de madera para superficies vistas será de tableros machihembrados, labrados a un espesor uniforme, pareados con regularidad y que no presenten nudos sueltos, agujeros y otros defectos que pudieran afectar al acabado del hormigón.

En superficies no vistas puede emplearse madera sin labrar con cantos escuadrados. La madera contrachapada será del tipo para encofrados, de un grosor

mínimo de 1,5 cm. Las superficies de encofrados de acero no presentarán irregularidades, mellas o pandeos.

### **C) Revestimientos**

Antes de verter el hormigón, las superficies de contacto de los encofrados se impregnarán con un aceite mineral que no manche, o se cubrirán con dos capas de laca nitrocelulósica, excepto en las superficies no vistas, cuando la temperatura sea superior a 40°C, que puede mojarse totalmente la tablazón con agua limpia. Se eliminará todo el exceso de aceite limpiándolo con trapos. Se limpiarán perfectamente las superficies de contacto de los encofrados que hayan de usarse nuevamente; los que hayan sido previamente impregnados o revestidos recibirán una nueva capa de aceite o laca.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellos se pueden aplicar, no deberán contener sustancias agresivas a la masa de hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado para evitar la absorción del agua en el hormigón y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas, deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego o por el agua del hormigón, sin que, sin embargo dejen escapar las pastas durante el hormigonado.

### **D) Remoción y protección de los encofrados**

Los encofrados se dejarán en sus lugares correspondientes durante un tiempo no inferior a los periodos de curado especificados en este pliego, a no ser que se hayan tomado medidas necesarias para mantener húmedas las superficies del hormigón y evitar la evaporación en las superficies, por medio de la aplicación de recubrimientos impermeables o coberturas protectoras. Los apoyos y los apuntalamientos de los encofrados no se retirarán hasta que el elemento haya adquirido la resistencia suficiente para soportar su propio peso y las cargas de trabajo que le correspondan con un coeficiente de seguridad no inferior a 2.

Los encofrados de losas, vigas y cargaderos no se quitarán hasta que hayan transcurrido siete días, como mínimo, después de su vertido. Para determinar el tiempo en que pueden ser retirados los encofrados, se tendrá en cuenta el retraso que, en la

acción de fraguado, originan las bajas temperaturas. Las barras de acoplamiento que hayan de quitarse totalmente del hormigón se aflojarán 24 horas después del vertido del mismo y en ese momento pueden quitarse todas las ataduras, excepto el número suficiente para mantener los encofrados en sus lugares correspondientes. No obstante, en ningún caso se quitarán las barras o encofrados hasta que el hormigón haya fraguado lo suficiente para permitir su remoción sin daños para el mismo. Al retirar las barras de acoplamiento, se tirará de ellas hacia las caras no vistas del hormigón.

La obra de hormigón se protegerá contra daños durante la remoción de los encofrados, y de los que pudiera resultar por el almacenamiento o traslado de materiales durante los trabajos de construcción.

Los elementos premoldeados no se levantarán ni se someterán a ningún esfuerzo hasta que estén completamente secos después del tiempo especificado en el curado. El periodo de secado no será inferior a dos días. En general no se retirarán los encofrados hasta que lo autorice el Director de obra.

## **IV. 3. 7.- COLOCACION DE ARMADURAS**

### **A) Requisitos Generales**

Se atenderá en todo momento a lo especificado en el Capítulo correspondiente de la Norma EHE.

El Contratista deberá presentar a la aprobación de la Dirección de Obra, los planos de despiece de armaduras de cada parte de las obras, con detalle de los empalmes previstos para el mejor aprovechamiento del material, de acuerdo con las normas y especificaciones del proyecto.

El Contratista suministrará y colocará todas las barras de las armaduras, estribos, barras de suspensión, espirales u otros materiales de armadura, según se indique en los planos del proyecto o sea exigida en el Pliego de Condiciones del mismo, juntamente con las ataduras de alambre, silletas, espaciadores, soportes y demás dispositivos necesarios para instalar y asegurar adecuadamente la armadura. Todas las armaduras, en el momento de su colocación, estarán exentas de escamas de herrumbre, grasa, arcilla y otros recubrimientos y materias extrañas que puedan reducir o destruir la trabazón. No se emplearán armaduras que presenten doblados no indicados en los planos del proyecto o en los del taller aprobados o cuya sección esté reducida por la oxidación.

### **B) Doblado**

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos del proyecto. Como norma general, esta operación se realizará en frío y a velocidad moderada, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Únicamente en el caso de acero ordinario, para barras de diámetro igual o superior a veinticinco milímetros se admitirá el doblado en caliente, sin alcanzar la temperatura del rojo cerezo claro (unos ochocientos grados centígrados) y dejando enfriar lentamente las barras calentadas.

Salvo indicación en contrario en los planos, los dobleces se realizarán con un radio interior mínimo igual a cinco veces el diámetro de la barra que se doble.

El control de calidad se realizará a nivel normal.

### **C) Colocación**

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Se dispondrá de acuerdo con las indicaciones de los planos, sujetas entre si y al encofrado de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón y permitan en este envolverlas sin dejar coqueras. En cualquier caso el atado entre la armadura principal, la secundaria y los cercos será alternativo dejando por tanto solamente uno sin atar, entre cada dos cruces consecutivos.

Se respetarán meticulosamente las indicaciones de los planos relativas a distancia entre armaduras y entre éstas y los paramentos. En los casos no especificados o dudosos, se adoptarán los valores indicados al efecto en la Instrucción Interministerial del Hormigón EHE.

Las armaduras se colocarán con exactitud y seguridad, apoyadas sobre silletas de hormigón o metálicas, o sobre espaciadores o suspensores metálicos. No obstante, solo se permitirá el uso de silletas, soportes y abrazaderas metálicas cuyos extremos hayan de quedar al descubierto sobre la superficie del hormigón, en aquellos lugares en que dicha superficie no esté expuesta a la intemperie y cuando la decoloración no sea motivo de objeción. En otro caso se hará uso de hormigón u otro material no sujeto a corrosión, o bien otros medios aprobados, para al sustentación de las armaduras.

### **D) Anclaje**

Los anclajes de las armaduras se ajustarán a las indicaciones de los planos. Cuando se utilicen ganchos, éstos tendrán un radio interior mínimo igual a dos veces y media el de la propia barra, en los aceros ordinarios, e igual a tres veces y media en los aceros de alta adherencia. Las patillas se doblarán con idénticos valores mínimos.

Los anclajes no especificados en los planos o dudosamente definidos, se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones contenidas en la Instrucción Interministerial del Hormigón EHE.

## E) Empalmes

En la medida de lo posible se evitarán los empalmes de barras. Si son necesarios, deberán indicarse en los planos de obra su posición y la forma en que deben ser ejecutados, sometiendo todo ello a la aprobación del Ingeniero Director.

Como norma general, los empalmes de las distintas barras de una pieza se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados en la dirección de las armaduras, a más de veinte veces el diámetro de la más gruesa de las barras empalmadas.

Los empalmes se realizarán por solape o por soldadura en los tramos curvos del trazado de las armaduras no en las zonas que vayan a estar sometidas a esfuerzos alternos.

Cuando sea necesario efectuar un número de empalmes superior al indicado en los planos del proyecto, dichos empalmes se harán según se ordene. No se efectuarán empalmes en los puntos de máximo esfuerzo en vigas cargadoras y losas. Los empalmes se solaparán lo suficiente para transferir el esfuerzo cortante y de adherencia entre barras. Se escalonarán los empalmes siguiendo la Instrucción de la EHE en sus Artículos correspondientes.

Los pares de barras que forman empalmes deberán ser fuertemente atados unos a otros con alambre, si no se indica otra cosa en los planos.

## F) Protección del hormigón

La protección del hormigón para las barras de la armadura será como se indica en el Artículo correspondiente de la EHE.

Los recubrimientos serán:

En alzados	3,5 cm.
En cimentaciones	4,5 cm.
En hormigonados contra el terreno	8,0 cm.

#### **IV. 3. 8.- COLOCACION DEL HORMIGÓN**

##### **A) Transporte**

El hormigón se transportará desde la hormigonera hasta los encofrados tan rápidamente como sea posible, por métodos aprobados que no produzcan segregaciones ni pérdida de ingredientes y sin que éste experimente variación sensible en las características que poseía recién amasado.

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

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

Se verterá antes de que se inicie el fraguado y en todos los casos antes de transcurridos 30 minutos desde su mezcla o batido. No se hará uso de hormigón segregado durante el transporte.

Durante el vertido por canaleta la caída vertical libre no excederá de 1 m. El vertido por canaleta solamente se permitirá cuando el hormigón se deposite en una tolva antes de su vertido en los encofrados. Todo el hormigón se verterá tan pronto como sea posible después del revestido de los encofrados y colocada la armadura.

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

## B) Documentación

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación del hormigón
- Número de serie de la hoja de suministro
- Fecha de entrega
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción
- Especificación del hormigón:
  - Designación del hormigón T-R/C/TM/A. Siendo: T= HM, HA o HP, R= resistencia en N/mm<sup>2</sup>, C= letra inicial del tipo de consistencia, TM= tamaño máximo del árido en mm, A= tipo de ambiente.
  - Contenido de cemento en kg/m<sup>3</sup> de hormigón
  - Relación agua/cemento
  - Tipo, clase y marca de cemento
  - Consistencia
  - Tamaño máximo del árido
  - Tipo de aditivo, si no contiene indicación expresa de que no contiene
  - Procedencia y cantidad de adición, si no contiene indicación expresa de que no contiene
  - Designación específica del lugar de suministro (nombre y lugar)
  - Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en m<sup>3</sup>
  - Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte)
  - Hora límite de uso para el hormigón

## C) Recepción

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el asiento en el cono de Abrams es menor que el especificado, el suministrador podrá adicionar aditivo fluidificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia. Para ello, el elemento de transporte deberá estar equipado con el correspondiente equipo dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será de al menos 1 min/m<sup>3</sup>, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.



La dirección de obra o la persona en quien delegue, es el responsable de que el control de recepción se efectúe tomando las muestras necesarias, realizando los ensayos de control precisos.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

El control del hormigón comprende los ensayos de consistencia y de resistencia, que se realizarán en el momento de a entrega y de la durabilidad, cuya toma de muestras se realizará en la misma instalación en la que va a fabricarse el hormigón. Los controles de consistencia y resistencia los realizará el laboratorio de control de producción y serán recogidos en un registro de resultados de ensayo.

#### **C.4.1.-Índice de Consistencia**

Se realizará un ensayo de consistencia siempre que se tomen muestras para la realización de un ensayo de resistencia a compresión. El valor de la consistencia del hormigón se determinará mediante el cono de Abrams, de acuerdo con el método de ensayo de la norma UNE 83313:90.

La toma de muestras del hormigón fresco se realizará con arreglo a lo especificado en la norma UNE 83300:84 y en un momento comprendido entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga de la amasada.

La consistencia vendrá determinada por el valor medio de un número de determinaciones igual o superior a 2. Este valor deberá cumplir con la tolerancia que se indica en le apartado 5.5 de la norma UNE 83001:2000.

#### **C.4.2.- Resistencia**

La resistencia del hormigón a la compresión se obtiene a partir de los resultados de los ensayos de rotura a compresión, en número igual o superior a 2, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, de 28 días de edad, fabricadas a partir de la amasada, conservadas con arreglo al método de ensayo indicado en la norma UNE 83303:84 y rotas por compresión según el método de ensayo indicado en la norma UNE 83304:84.

La toma de muestras del hormigón fresco se realizará con arreglo a lo especificado en la norma UNE 83300:84 y en un momento comprendido entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga de la amasada.

A efectos de asegurar la uniformidad de la fabricación y ensayos de probetas el recorrido relativo de un grupo de tres probetas, tomadas de la misma muestra, no deberá exceder del 20%. En el caso de dos probetas, el recorrido relativo no superará el 13%.

El control de la resistencia del hormigón se hará de acuerdo con el control estadístico de la Guía de Aplicación de la EHE

#### **D) Vertido**

Los tipos de hormigón que se utilizarán en estas obras, así como los lugares donde se colocarán, quedan recogidos en los Planos y Presupuesto.

Todo el hormigón se verterá sobre seco, excepto cuando el Pliego de Condiciones del Proyecto lo autorice de distinta manera, y se efectuará todo el zanjeado, represado, drenaje y bombeo necesarios. En todo momento se protegerá el hormigón reciente contra el agua corriente. Cuando se ordenen las sobrantes de tierra u otro material al que pudiera contaminar el hormigón, se cubrirá con papel fuerte de construcción, u otros materiales aprobados y se efectuará un ajuste del precio del contrato, siempre que estas disposiciones no figuren especificadas en los planos del proyecto.

Antes de verter el hormigón sobre terrenos porosos, estos se humedecerán según se ordene. Los encofrados se regarán previamente, y a medida que se vaya hormigonando los moldes y armaduras, con lechada de cemento. El hormigón se verterá en capas aproximadamente horizontales, para evitar que fluya a lo largo de los mismos.

El hormigón se verterá en forma continuada o en capas de un espesor tal que no se deposite hormigón sobre hormigón suficientemente endurecido que puedan producir la formación de grietas y planos débiles dentro de las secciones; se obtendrá una estructura monolítica entre cuyas partes componentes exista una fuerte trabazón. Cuando resultase impracticable verter el hormigón de forma continua, se situará una junta de construcción en la superficie discontinua y, previa aprobación, se dispondrá lo necesario para conseguir la trabazón del hormigón que se vaya a depositarse a continuación, según se especifica más adelante.

El método de vertido del vertido del hormigón será tal que evite desplazamientos de la armadura. Durante el vertido, el hormigón se compactará removiéndolo con las herramientas adecuadas y se introducirá alrededor de las armaduras y elementos empotrados, así como en ángulos y esquinas de los encofrados, teniendo cuidado de no manipularlo excesivamente, lo que podría producir segregación. El hormigón vertido proporcionará suficientes vistas de color y aspecto uniformes, exentas de porosidades y coqueas.

En elementos verticales o ligeramente inclinados de pequeñas dimensiones, así como en miembros de la estructura donde la congestión del acero dificulte el trabajo de instalación, la colocación del hormigón en su posición debida se suplementará martilleando o golpeando en los encofrados al nivel del vertido, con martillos de caucho, macetas de madera o martillo mecánicos ligeros. El hormigón no se verterá a través del acero de las armaduras, en forma que produzcan segregaciones de los áridos. En tales casos se hará uso de canaletas, u otros medios aprobados. En ningún caso se efectuará el vertido libre del hormigón desde una altura superior a 1 m.

Cuando se deseen acabados esencialmente lisos se usarán canaletas o mangas para evitar las salpicaduras sobre los encofrados para superficies vistas. Los elementos verticales se rellenarán de hormigón hasta un nivel de 2,5 cm aproximadamente, por encima del intradós de la viga o cargadero más bajo o por encima de la parte superior del encofrado, y este hormigón que sobresalga del intradós o parte superior del encofrado se enrasará cuando haya tenido lugar la sedimentación del agua. El agua acumulada sobre la superficie del hormigón durante su colocación, se eliminará por absorción con materiales porosos, en forma que se evite la remoción del cemento. Cuando esta acumulación sea excesiva se harán los ajustes necesarios en la cantidad del árido fino,

en la dosificación del hormigón o en el ritmo de vertido según lo ordene el Ingeniero o Director de obra.

### **E) Vertido de hormigón en tiempo frío**

Excepto por autorización específica, el hormigón no se verterá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 4°C, o cuando en opinión del Ingeniero o Director de la Obra, exista la posibilidad de que el hormigón que sometido a temperatura de heladas dentro de las 48 horas siguientes a su vertido. La temperatura ambiente mínima probable en las 48 horas siguientes, para cemento Portland, será de 9° C. para obras corrientes sin protección especial, y para grandes masas y obras corrientes protegidas, de 3°C.

Como referencia de temperaturas para aplicación del párrafo anterior puede suponerse que la temperatura mínima probable en las cuarenta y ocho horas siguientes en igual a la temperatura media a las 9 de la mañana disminuida en 4° C. En cualquier caso, los materiales de hormigón se calentarán cuando sea necesario, de manera temperatura del hormigón al ser vertido, oscile entre los 20 y 26° C. Se eliminará de los áridos antes de introducirlos en la hormigonera, los terrones de material congelado y hielo. No se empleará sal u otros productos químicos en la mezcla de hormigón para prevenir la congelación y el estiércol u otros materiales aislantes no convenientes, no se pondrán en contacto directo con el hormigón.

Cuando la temperatura sea de 10° C., o inferior, el Contratista podrá emplear como acelerador un máximo de 9 kg de cloruro de calcio por saco de cemento, previa aprobación y siempre que el álcali contenido en el cemento no exceda de 0,6%. No se hará ningún pago adicional por el cloruro de calcio empleado con este fin. El cloruro de calcio se pondrá en seco con áridos, pero en contacto con el cemento, o se verterá en el tambor de la hormigonera en forma de solución, consistente en 0,48 kg. de cloruro cálcico por litro de agua. El agua contenida en la solución se incluirá en la relación agua/cemento de la mezcla de hormigón. Los demás requisitos establecidos anteriormente en el presente Pliego de Condiciones serán aplicables cuando se haga uso del cloruro de calcio.

### **F) Limitaciones de la ejecución**

Como norma general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48) siguientes, pueda descender la temperatura mínima del ambiente por debajo de los cero grados centígrados (0°C). A estos efectos, el

hecho de que la temperatura registrada a las nueve (9) horas de la mañana (hora solar) sea inferior a cuatro (4) grados centígrados (°C) se pueda interpretar como motivo suficiente para prever que el límite anterior prescrito será el alcanzado en dicho plazo.

Se adoptarán las precauciones necesarias para que, durante el proceso de fraguado y endurecimiento, la temperatura de la superficie del hormigón no baje de un grado centígrado (1°C). De no poderse garantizar que dicha temperatura se ha mantenido por encima del mínimo fijado, se realizarán los ensayos que se estimen pertinentes por la Dirección de Obra, para comprobar la resistencia alcanzada, adoptándose en sus casos las medidas oportunas.

### **G) Vibrado**

El hormigón se compactará por medio de vibradores mecánicos internos de alta frecuencia de tipo aprobado. Es obligatorio el empleo de vibradores de hormigón para mejorar la calidad del mismo, vigilando muy especialmente la condición de que la acción vibradora afecte a toda la masa del hormigón.

El tipo de vibrador a emplear, requerirá para ser aprobado, el sufrir una prueba experimental que resulte satisfactoria a la Dirección de Obra.

El vibrador debe introducirse verticalmente sin que pueda ser movido en sentido horizontalmente mientras está en el hormigón.

Los vibrantes estarán proyectados para trabajar con el elemento vibrador sumergido en el hormigón y el número de ciclos no será inferior a 7.000 por minuto (no será inferior a 6.000 por minuto estando sumergido). El número de vibradores usados será el suficiente para consolidar adecuadamente el hormigón dentro de los veinte minutos siguientes a su vertido en los encofrados, pero en ningún caso el rendimiento máximo de cada máquina vibradora será superior a 15 m<sup>3</sup> por hora. Si no se autoriza específicamente no se empleará el vibrador de encofrados y armaduras. No se permitirá que el vibrado altere el hormigón endurecido parcialmente ni se aplicará directamente el vibrador a armaduras que se prolonguen en hormigón total o parcialmente endurecido.

Se vibrará especial y cuidadosamente el hormigón junto a los encofrados a fin de evitar la formación de coqueas.

No se vibrará el hormigón en aquellas partes donde éste pueda fluir horizontalmente en una distancia superior a 60 cm. Se interrumpirá el vibrado cuando el hormigón se haya compactado totalmente y cese la disminución de su volumen. Cuando se haga uso del vibrado, la cantidad de árido fino empleado en la mezcla será mínima, y de ser factible, la cantidad de agua en la mezcla, estará por debajo del máximo especificado, pero en todos los casos, el hormigón será de plasticidad y maleabilidad suficientes para que permitan su vertido compactación con el equipo vibrador disponible en la obra.

## H) Juntas de Construcción

Todo el hormigón en elementos verticales habrá permanecido en sus lugares correspondientes durante un tiempo mínimo de cuatro horas con anterioridad al vertido de cualquier hormigón en cargaderos, vigas o losas que se apoyan directamente sobre dichos elementos. Antes de reanudar el vertido, se eliminará todo el exceso de agua y materiales finos que hayan aflorado en la superficie y se recortará el hormigón según sea necesario, para obtener un hormigón fuerte y denso en la junta. Inmediatamente antes de verter nuevo hormigón, se limpiará y picará la superficie, recubriéndose a brocha, con lechada de cemento puro.

Las juntas de construcción en vigas y plazas se situarán en las proximidades del cuarto (1/4) de la luz, dándose un trazado de 45°. También es posible situarlas en el centro de la luz con trazado vertical.

Cuando las juntas de construcción se hagan en hormigón en masa o armado de construcción monolítica en elementos que no sean vigas o cargaderos, se hará una junta machiembrada y con barras de armadura, de una superficie igual al 0,25%, como mínimo, de las superficies a ensamblar y de una longitud de 120 diámetros, si no se dispone de otra forma en los planos del proyecto. En las juntas horizontales de construcción que hayan de quedar al descubierto, el hormigón se enrasará al nivel de la parte superior de la tablazón del encofrado, o se llevará hasta 12 mm. Aproximadamente, por encima de la parte posterior de una banda nivelada en el encofrado. Las bandas se quitarán aproximadamente una hora después de vertido el hormigón y todas las irregularidades que se observen en la alineación de la junta se nivelarán con un rastrel.

Las vigas y los cargaderos se considerarán como parte del sistema de piso y se verterá de forma monolítica con el mismo. Cuando haya que trabar hormigón nuevo con

otro ya fraguado, la superficie de éste se limpiará y picará perfectamente, eliminando todas las partículas sueltas y cubriéndola completamente con una lechada de cemento puro inmediatamente antes de verter el hormigón nuevo. En todas las juntas horizontales de construcción se suprimirá el árido grueso en el hormigón, a fin de obtener un recubrimiento de mortero sobre la superficie de hormigón endurecido enlechando con cemento puro de 2,0 cm aproximadamente de espesor. No se permitirán juntas de construcción en los pilares, que deberán hormigonarse de una sola vez y un día antes por lo menos que los forjados, jácenas y vigas.

### **I) Juntas de Dilatación**

Las juntas de dilatación se rellenarán totalmente con un relleno premoldeado para juntas. La parte superior de las juntas expuestas a la intemperie, se limpiarán, y en el espacio que quede por encima del relleno premoldeado, una vez que haya curado el hormigón y ya secas las juntas, se rellenarán con su sellador de juntas hasta enrasar. Se suministrarán e instalarán topes estancos premoldeados en los lugares indicados en los planos.

### **J) Protección y curado**

Se tendrá en cuenta todo lo contenido en la Norma EHE, respecto a este tema.

El hormigón incluido aquél al haya de darse un acabado especial, se protegerá adecuadamente de la acción perjudicial de la lluvia, el sol, el agua corriente, heladas y daños mecánicos, y no se permitirá que se seque totalmente desde el momento de su vertido hasta la expiración de los periodos mínimos de curado que se especifican a continuación. Del mismo modo, será necesario evitar todas las cargas externas, tales como sobrecargas o vibraciones que puedan provocar daños en el hormigón.

El curado al agua se llevará a cabo manteniendo continuamente húmeda la superficie del hormigón, cubriéndola con agua, o con un recubrimiento aprobado saturado de agua o por rociado. El agua empleada en el curado será dulce.

Cuando se haga uso del curado por agua, éste se realizará sellando el agua contenida en el hormigón, de forma que no pueda evaporarse. Esto puede efectuarse manteniendo los encofrados en su sitio, u otros medios tales como el empleo de un recubrimiento aprobado de papel impermeable de curado, colocando juntas estancas al aire o por medio de un recubrimiento de papel impermeable de curado, colocado con

juntas estancas al aire o por medio de un recubrimiento sellante previamente aprobado. No obstante, no se hará uso del revestimiento cuando su aspecto pudiera ser inconveniente. Las coberturas y capas de sellado proporcionarán una retención del agua del 85% como mínimo al ser ensayadas.

Como mínimo, durante los quince (15) primeros días después del hormigonado, se mantendrán todas las superficies exteriores continuamente húmedas, mediante el riego, inundación o cubriéndolas con tierra, arena o arpilleras que las mantendrá continuamente húmedas. Este plazo mínimo debe aumentarse en tiempo seco o caluroso en un cincuenta por ciento (50 %) como mínimo.

Durante los tres (3) primeros días se protegerá el hormigón de los rayos directos del sol con arpillera mojada.

Cuando se dejen en sus lugares correspondientes los encofrados de madera de curado, dichos encofrados se mantendrán superficialmente húmedos en todo momento para evitar que se abran en las juntas y se seque el hormigón. Todas las partes de la estructura se conservarán húmedas y a una temperatura no inferior a 10°C durante los periodos totales de curado que se especifican a continuación, y todo el tiempo durante el cual falte humedad o calor no tendrá efectividad para computar el tiempo de curado.

Cuando el hormigón se vierta en tiempo frío, se dispondrá de lo necesario, previa aprobación, para mantener en todos los casos, la temperatura del aire en contacto con el hormigón a 10°C y durante el periodo de calentamiento se mantendrá una humedad adecuada sobre la superficie del hormigón para evitar su secado.

Los túneles, zapatas, aceras, pavimentos cubiertos y otras estructuras o partes de las mismas, cuyo período de curado no se especifique en otro lugar del presente Pliego de Condiciones, se curarán durante siete días como mínimo.



### IV. 3. 9.- ACABADOS DE SUPERFICIES

#### A) Requisitos Generales

Tan pronto como se retiren los encofrados, todas las zonas defectuosas serán sometidas al visado Ingeniero o Director de obra, prohibiéndose taparlas antes de este requisito, y después de la aprobación se resonarán y todos los agujeros producidos por las barras de acoplamiento se rellenarán con mortero de cemento de la misma composición que el usado en el hormigón, excepto para las caras vistas, en las que una parte del cemento será Portland blanco para obtener un color de acabado que iguale al hormigón circundante. Las zonas defectuosas se repicarán hasta encontrar hormigón macizo y hasta una profundidad no inferior a 2,5 cm.

Los bordes de los cortes serán perpendiculares a la superficie del hormigón. Todas las zonas a resanar y como mínimo 15 cm de la superficie circundante se saturarán de agua antes de colocar el mortero. El mortero se mezclará, aproximadamente una hora antes de su vertido y se mezclará ocasionalmente, durante ese tiempo, a paleta sin añadir agua. Se compactará ~~en~~ situ+ y se enrasará hasta que quede ligeramente sobre la superficie circundante. El resanado en superficies vistas se acabará de acuerdo con las superficies adyacentes después que haya fraguado durante una hora como mínimo. Los resonados se curarán en la forma indicada para el hormigón. Los agujeros que se prolonguen a través del hormigón se rellenarán por medio de una pistola de inyección o por otro sistema adecuado desde la cara no vista. El exceso de mortero en la cara vista se quitará con un paño.

#### B) Acabado Normal

Todas las superficies del hormigón vistas llevarán un acabado Normal, excepto cuando se exija en los planos o en el Pliego de Condiciones un acabado especial.

Superficies contra los encofrados: Además del resanado de las zonas defectuosas y relleno de los orificios de las barras, se eliminarán cuidadosamente todas las rebabas y otras protuberancias, nivelando todas las irregularidades.

Superficies no apoyadas en los encofrados: El acabado de las superficies, excepto cuando se especifique de distinta manera, será fratasado con fratas de madera hasta obtener superficies lisas y uniformes.

### **C) Acabados Especiales**

Se darán acabados especiales a las superficies vistas de hormigón solamente cuando así lo exijan los planos del proyecto. Para acabado especialmente liso, se construirá, de acuerdo con los requisitos establecidos a tal fin, una sección de la parte no vista de la estructura, según se especifica. Si el acabado de esta sección se ajusta al acabado especificado, dicha sección se usará como panel de muestra; en otro caso, se construirán otras secciones hasta obtener el acabado especificado.

Acabado frotado (apomazado): Siempre que sea posible, se retirarán los encofrados antes que el hormigón haya llegado al fraguado duro, prestando la debida consideración a la seguridad de la estructura. Inmediatamente después de retirados los encofrados, la superficie se humedecerá totalmente con agua, frotándola con carborundo u otro abrasivo, hasta obtener un acabado continuo, liso y de aspecto uniforme. A la terminación de esta operación la superficie se lavará perfectamente con agua limpia.

### **D) Curado**

Todos los acabados de pisos se curarán al agua durante siete días como mínimo, con esterillas saturadas, arpilleras u otros recubrimientos aprobados empapados en agua. Los acabados finales especiales se curarán cubriéndolos con un tipo aprobado de membrana impermeable que no manche, con una resistencia suficiente para soportar el desgaste o efecto abrasivo. La membrana se extenderá con juntas estancadas al aire y se mantendrá colocada. Todo el curado se comenzará tan pronto como sea posible una vez acabada la superficie. Puede usarse recubrimiento de membrana en lugar del curado por agua para el curado de otros acabados de pisos que no estén expuestos a la acción directa de los rayos solares.

### **E) Limpieza**

A la terminación del trabajo todos los pisos acabados de hormigón se limpiarán como sigue: después de barrerlos con una escoba corriente, para quitar toda la suciedad suelta, el acabado se baldeará con agua limpia.

## **IV. 4.- MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METÁLICA**

### **IV. 4. 1.- ARRIOSTRAMIENTO**

La estructura de los edificios de entramado de acero se levantará con exactitud y aplomada, introduciéndose arriostramientos provisionales en todos aquellos puntos en que resulte preciso para soportar todas las cargas a que pueda hallarse sometida la estructura, incluyendo las debidas al equipo y al funcionamiento del mismo.

Estos arriostramientos permanecerán colocados en tanto sea preciso por razones de seguridad.

### **IV. 4. 2.- APTITUD DE LAS UNIONES PROVISIONALES**

Según vaya avanzando el montaje, se asegurará la estructura por medio de soldadura, para absorber todas las cargas estáticas o sobrecargas debidas al tiempo y al montaje.

### **IV. 4. 3.- ESFUERZO DE MONTAJE**

Siempre que, durante el montaje, hayan de soportarse cargas debidas a pilas de material, equipo de montaje u otras cargas, se tomarán las medidas oportunas para absorber los esfuerzos producidos por las mismas.

### **IV. 4. 4.- ALINEACIÓN**

No se efectuarán soldaduras hasta que toda la estructura que haya de atesarse por tal procedimiento esté debidamente alineada.

### **IV. 4. 5.- MANO DE OBRA DE SOLDADURA**

Todos los operarios que hayan de efectuar las uniones de soldadura de los tramos metálicos, tanto se trate de costuras resistentes como de costuras de simple unión, habrán de someterse a las pruebas de aptitud previstas en la Norma UNE-14.010, pudiendo el Director de la Obra exigir, siempre que lo tenga por conveniente, las inspecciones previstas en los apartados 7 y 8 de la citada Norma.

#### **IV. 4. 6.- ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

El Contratista podrá organizar los trabajos en la forma que estime conveniente; pero tendrá sin embargo la obligación de presentar por anticipado al Director de la Obra un programa detallado de los mismos, en el que justifique el cumplimiento de los planes previstos.

Podrá preparar en su propio taller todas las barras o parte de la estructura que sean susceptibles de un fácil transporte dando en este caso las máximas facilidades para que, dentro de su factoría, se pueda realizar la labor de inspección que compete al Ingeniero Director de Obra.

#### **IV. 4. 7.- MANIPULACION DEL MATERIAL**

Todas las operaciones de enderezado de perfiles o chapas se realizarán en frío.

Los cortes y preparación de bordes para la soldadura podrán realizarse con soplete oxiacetilénico, con sierra o con herramienta neumática, pero nunca con cizalla o tronadora.

Deberán eliminarse siempre las rebabas, tanto las de laminación como las originadas por operaciones de corte.

Serán rechazadas todas las barras o perfiles que presenten superficies en la superficie ondulaciones, fisuras o defectos de borde que, a juicio del Ingeniero o Director de Obra, puedan causar un efecto apreciable de detalle.

#### **IV. 4. 8.- EMPALMES**

Los empalmes indispensables deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- 1) No se realizarán nunca en la zona de nudos. A este efecto se considera como zona de nudos la situada a una distancia de 50 cm del centro teórico del mismo.
- 2) No se consideran nunca en las mismas secciones transversales los empalmes de dos o más perfiles o planos que forman la barra. La distancia entre los empalmes de dos perfiles, siempre será como mínimo, de 25 cm.
- 3) Los empalmes se verificarán siempre a tope y nunca a solape. Siempre que sea posible el acceso a la parte dorsal, la preparación de bordes para empalmes a tope será simétrica. Cuando por imposibilidad de acceso a la

parte dorsal sea necesario efectuar la soldadura por un solo lado del perfil, se dispondrá una pletina recogida a raíz, a fin de asegurar siempre una penetración lo más perfecta posible.

- 4) En los empalmes con soldadura simétrica se realizará siempre el burilado de raíz antes del depósito del primer cordón dorsal.

#### **IV. 4. 9.- EJECUCION DE UNIONES SOLDADAS**

Además de lo preceptuado en el artículo anterior, se tendrán presentes las siguientes prescripciones:

- 5) Los empalmes se verificarán antes de que las unidades de los perfiles simples se unan entre sí para construir el perfil compuesto.
- 6) Las unidades de perfiles simples para construir las barras se realizarán antes que las unidades de nudos.
- 7) Se dejará siempre la máxima libertad posible a los movimientos de retracción de las soldaduras, y por lo tanto, se procederá en todas las unidades desde el centro hacia los bordes de la barra y desde el centro hacia los extremos de las vigas.
- 8) A fin de evitar en lo posible las deformaciones residuales, se conservará la mayor simetría posible en el conjunto de la soldadura efectuada. Ello obligará a llevar la soldadura desde el centro hacia los bordes, pero simultánea o alternadamente en ambas direcciones, y a soldar de forma alternada por un lado y por otro de la barra, disponiendo para ello los elementos auxiliares de volteo que sean necesarios.
- 9) Se evitará la excesiva acumulación de calor en zonas localizadas en la estructura. Para ello se espaciará suficientemente el depósito de los cordones sucesivos y se adoptarán las secuencias más convenientes a la disipación del calor.
- 10) Antes de comenzar la soldadura se limpiarán los bordes de las piezas a unir con cepillo de alambre, o con cualquier otro procedimiento, eliminando cuidadosamente todo rastro de grasa, pintura o suciedad.
- 11) Si se ha de depositar un cordón sobre otro previamente ejecutado, se cuidará de eliminar completamente la escoria del primero, mediante un ligero martilleado con la piqueta y el cepillo de alambre.
- 12) No se efectuarán nunca soldaduras con temperaturas inferiores a cero grados centígrados.
- 13) Antes de pintar se eliminará la última capa de escoria.



#### **IV. 4. 10.- INSPECCION DE LAS SOLDADURAS**

La superficie vista de la soldadura presentará siempre un terminado regular, acusando una perfecta fusión del metal y una perfecta regulación de la corriente eléctrica empleada, sin poros, mordeduras, oquedades, ni rastro de escorias.

El Director de la Obra podrá solicitar al Instituto Español de Soldadura, que realice inspecciones radiográficas de todas o algunas de las uniones de las piezas metálicas y se emita el correspondiente dictamen. El gasto que originen estas inspecciones será pagado por el constructor, pero será abonado en certificación si las soldaduras inspeccionadas han sido calificadas con 1 ó 2 (Norma UNE 14.011); y serán definitivamente de su cuenta, viniendo además obligado a rehacerlas si fueran calificadas con 3, 4 ó 5.

#### **IV. 4. 11.- TOLERANCIAS**

- Los elementos terminados serán de líneas exactas y estarán exentos de torsiones, dobleces y uniones abiertas.
- Los elementos que trabajen a compresión podrán tener una variación lateral no superior a 1/1.000 de la longitud axial entre los puntos que han de ir apoyados lateralmente.
- Es admisible una variación de 1,0 mm. en la longitud total de los elementos con ambos extremos laminados.
- Los elementos sin extremos laminados que hayan de ir ensamblados de dos o tres piezas de acero de la estructura pueden presentar una variación respecto a la longitud detallada no superior a 2,0 mm para elementos de 9,0 m o menos de longitud, y no superior a 3 mm para elementos de más de 9,0 m de longitud.

#### **IV. 4. 12.- PINTURAS**

La pintura se efectuará con tres manos, de las cuales la primera será de minio de plomo en aceite de linaza y las dos últimas de pintura metálica de una marca acreditada que deberá ser aprobada, previamente a su empleo, por el Ingeniero o Director de obra, quien elegirá el color.

La primera mano puede darse en el taller a las piezas prefabricadas, dejando descubiertas las partes que hayan de ser soldadas en obra. La pintura contendrá el 70% (setenta por ciento) de minio de plomo químicamente puro y un 30% (treinta por ciento)

de aceite de linaza cocido de primera calidad, y se aplicará de forma que cada Kg. de mezcla cubra aproximadamente 5,00 m<sup>2</sup> de superficie.

La segunda mano puede aplicarse antes del montaje y se extenderá de forma que cada kg de pintura cubra a lo sumo 7,00 m<sup>2</sup> de superficie metálica.

La tercera y última se dará después del montaje, y cada kg de pintura cubrirá como máximo 9,00 m<sup>2</sup> de superficie. Antes de extenderla, el representante de la propiedad procederá al reconocimiento del estado de perfección de las manos anteriores. En todo caso, antes de cada mano se procederá a la limpieza y raspado de la superficie a pintar y, en su caso, al repaso de la mano precedente extendida, batiendo bien la pintura antes de utilizarla y extendiéndola en la superficie a pintar bien estirada y sin grumos.

#### **IV. 5.- EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS DE PANEL PREFABRICADO**

Antes de emplear los paneles se acopiarán en obra y se procederá a inspección visual de los mismos para comprobar si se encuentran en adecuadas condiciones para ser instalados, tanto en lo que respecta a acabados exteriores, armaduras y esquinas. Ausencia de golpes y desconchones.

Los paneles se colocarán perfectamente aplomados para seguidamente fijarlos a la estructura con los adecuados sistemas de sujeción embutidos en los propios paneles.

#### **IV. 6.- PINTURAS ANTICORROSIVAS Y GALVANIZADO**

Se aplicará pintura anticorrosiva a los elementos metálicos de estructuras, carpintería metálica, tuberías metálicas, piezas especiales como codos, reducciones, etc.

La pintura anticorrosiva de protección en elementos que no sean tuberías consistirá en una mano de imprimación de minio y dos manos de pintura de esmalte.

La mano de minio de imprimación será del tipo 11 que se define en el Artículo 270 del PG3/75. Cada kilo de pintura de imprimación no cubrirá más de 12,5 m<sup>2</sup>. de superficie metálica. A dicha imprimación seguirá la aplicación de dos manos de pintura al esmalte de marca, tipo y color aprobado por el ingeniero Director de las Obras, que cumpla con el Artículo 273 del PG3/75. Igualmente cada kilo de pintura no cubrirá más de 10 m<sup>2</sup>. de superficie a aplicar por cada capa.



En las tuberías de acero se efectuará una limpieza con granallado interior y exteriormente, aplicándose inmediatamente una mano de pintura de imprimación a base de resina, epoxi y otra de acabado de pintura de esmalte de alquitrán epoxi, debiendo cumplirse en ambos casos las prescripciones establecidas en el artículo 272 del PG3/75.

Las demás superficies se limpiarán de óxido de calamina no adherente, mediante picado y raspado de las mismas, y, si fuera preciso, mediante chorro de arena.

Todas las superficies a las cuales se les haya dado una primera capa de pintura serán cuidadosamente raspadas con cepillo.

Para eliminar el polvo y residuos producidos por el raspado con cepillo metálico, se utilizarán brochas o cepillos de material vegetal o similar, o eliminadores de aire comprimido.

En el caso en que el cepillado resulte insuficiente para la obtención de una superficie satisfactoria, podrá ser ordenado por el Ingeniero Director cualquier otro procedimiento de preparación de superficies a pintar: chorro de material abrasivo, limpieza con soplete o lámparas de soldadura, etc.

Antes de aplicar la pintura, bien en taller o en obra, se dará cuenta a la Dirección de Obra con tiempo suficiente para que ésta pueda comprobar el estado de limpieza de las chapas y de las superficies a pintar.

Salvo indicación contraria, la pintura se aplicará exclusivamente con brocha o pincel.

La aplicación de capas sucesivas se efectuará teniendo en consideración el tiempo de secado y endurecimiento de cada una de ellas, y no se dará en ninguno de los casos, una capa de pintura sobre otra que no está perfectamente seca.

No se pintará sobre una superficie húmeda, ni se aplicará pintura a la intemperie en tiempo lluvioso o brumoso.

■

## **IV. 7.- ALBAÑILERIA**

### **IV. 7. 1.- MUROS DE LADRILLO**

En lo referente a este apartado, se tendrá en cuenta lo especificado en las Normas CTE DB-SE F, NTE-FFL, NTE-EFL.

Los ladrillos se humedecerán previamente a su empleo en la ejecución de la fábrica. La cantidad de agua absorbida por el ladrillo deberá ser la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con la pieza, sin succionar agua de amasado ni incorporarla.

Salvo que específicamente se indique otra cosa en el título del precio correspondiente a esta unidad de obra, el mortero a utilizar será del tipo M-4 N/mm<sup>2</sup>. No obstante, la Inspección Facultativa podrá introducir modificaciones en la dosificación, sin que ello suponga en ningún caso, variación en el precio de la unidad. El mortero deberá llenar totalmente las juntas. Si después de restregar el ladrillo, quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero necesario y se apretará con la paleta. En las fábricas de cara vista las juntas horizontales serán rejuntadas o llagadas con un espesor mínimo de uno con cinco centímetros (1,5 cm.); los tendeles o juntas verticales se realizarán a hueso. En los sardineles las juntas serán rejuntadas o llagadas en ambas caras vistas.

No se levantará obra de albañilería cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 7º C, a no ser que tienda a ascender, y en ningún caso se erigirá dicha obra cuando la temperatura sea inferior a 5º C. En tiempo caluroso será necesario un rociado frecuente para evitar que el mortero se seque excesivamente por la evaporación del agua. Cuando por un motivo cualquiera haya que interrumpir el trabajo en un muro de fábrica de ladrillo, se dejarán hiladas en forma irregular para asegurar una trabazón perfecta cuando se reanude el trabajo. Asimismo, antes de reanudar éste, se depositará sobre la obra ya construida un mortero fluido, para asegurar el perfecto relleno de las juntas. Las intersecciones de muros se construirán con especial cuidado, alternando las hiladas con el fin de asegurar con un perfecto arriostamiento de los mismos.

El Subcontratista de esta Sección instalará los cargaderos sobre la parte superior de los vanos de los muros, de conformidad con los planos de detalle. Todos los muros estarán aplomados. La última hilada de unión con la viga de estructura se terminará una

vez se haya fraguado el mortero y el muro haya hecho su asiento. Se rematará con pasta de yeso negro la unión entre muro y estructura.

Los muros de ladrillo de cara vista tendrán aparejo flamenco, de ladrillos alternados a soga y tizón en muros de un pie o un asta, y a soga en los de medio pie o media asta.

#### **IV. 7. 2.- JUNTAS**

De no indicarse de otro modo en los planos o en el Pliego de Condiciones, las juntas horizontales de mortero serán de tipo protegido contra la intemperie y aproximadamente de 0,8 cm. de anchura; las juntas de mortero verticales tendrán un ancho de 0,5 cm. Las juntas se rehundirán comprimiendo el mortero dentro de ellas y no iniciándose esta operación hasta que el mortero haya empezado a fraguar. Los ladrillos que hayan de recibir enlucido u otro recubrimiento tendrán juntas horizontales rehundidas a un centímetro de profundidad aproximadamente en el ladrillo superior, e irán enrasadas a paramento en el ladrillo inferior. Se enrasarán las juntas verticales.

#### **IV. 7. 3.- BLOQUE DE HORMIGÓN**

Para la construcción de muros de fábrica de bloques de hormigón, se tendrá en cuenta todo lo especificado en las Normas NTE-FFB y NTE-EFB.

Los muros fabricados con bloques se aparejarán a soga, siempre que la anchura de las piezas corresponda a la del muro, aunque en casos especiales puedan aparejarse a tizón.

Los bloques se colocarán de modo que las hiladas queden perfectamente horizontales y bien aplomadas, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Cada bloque de una hilada cubrirá al de la hilada inferior, al menos en doce con cinco centímetros (12,5 cm). Los bloques se ajustarán mientras el mortero permanezca blando, para asegurar una buena unión del bloque con el mortero y evitar que se produzcan grietas.

Si así se indicara en el título del correspondiente precio, o si resultase necesario, a juicio de la Inspección de obra, los bloques huecos se rellenarán con hormigón utilizando las propias piezas como encofrados. La cuantía de las armaduras a colocar,

será la indicada en los planos del Proyecto, o en su caso, la que la Inspección de la obra determinase.

Los bloques no se partirán para los ajustes de la fábrica a las longitudes de los muros, sino que deberán utilizarse piezas especiales para este cometido.

Salvo que el título del precio correspondiente indicase otra cosa, los morteros a utilizar serán del tipo M-4 N/mm<sup>2</sup>. No obstante, la Inspección Facultativa podrá introducir modificaciones en la dosificación del mortero sin que ello suponga, en ningún caso, variación en el precio de la unidad de obra.

#### **IV. 7. 4.- PROTECCION**

Las superficies de fábrica en las que no se está trabajando, se protegerán adecuadamente y en todo momento durante las operaciones en construcción. Cuando amenace lluvia y haya de suspender el trabajo, la parte superior de los muros de fábrica que quede al descubierto se protegerá con una fuerte membrana impermeable, bien sujeta para prevenir el posible arrastre por el viento.

#### **IV. 8.- ALICATADOS**

##### **IV. 8. 1.- CONDICIONES PREVIAS**

Los azulejos se sumergirán previamente en agua a saturación debiendo orearse a la sombra 12 h. como mínimo, antes de su colocación. Se colocarán sobre el paramento, que estará limpio, lavado y aplomado. Se emplearán azulejos romos o con inglete en las aristas o salientes de los paramentos.

##### **IV. 8. 2.- EJECUCIÓN**

- Sobre la cara posterior de la pieza se extenderá mortero de consistencia seca con un centímetro de espesor, ajustándolo a golpe, rellenando con el mismo tipo de mortero los huecos que pudieran quedar.
- Los alicatados podrán fijarse directamente sobre soporte superficial de mortero (enfoscado) si se utiliza adhesivo de resinas sintéticas. No es necesario, en este caso, picar la superficie, pero se limpiará previamente el paramento.
- Para estos tipos de adhesivos se seguirán las instrucciones del fabricante o las que en su caso determine la dirección facultativa.

- Los taladros que se realicen en el azulejo para el paso de conductos, tendrán un diámetro de 1 cm., mayor que el diámetro de éstos. Los cortes y taladros se realizarán mecánicamente con instrumentos adecuados. Siempre que sea posible, los cortes se realizarán en los extremos del paramento.
- El alicatado se comenzará a partir del nivel superior del pavimento y antes de realizar éste.
- Una vez colocadas las piezas se realizará el rejuntado con lechada de cemento blanco y se limpiará la superficie con estropajo seco, transcurridas 12 h. Por último, se limpiarán las superficies para eliminar los restos de mortero, con agua y jabón sin sustancias cáusticas, ayudándose de cepillos de fibra dura y espátulas de madera para no rayar el vidriado.

#### **IV. 9.- ENFOSCADOS**

##### **IV. 9. 1.- CONDICIONES PREVIAS**

- Deberá estar terminado el soporte a revestir, cuya superficie se presentará limpia y rugosa, carente de polvo, grasa o cuerpos extraños. Las juntas estarán rehundidas y se habrán eliminado las rebabas del mortero empleado para recibir las piezas de las fábricas.
- Para mejorar la adherencia de los enfoscados a superficies lisas es necesario crear, previamente, rugosidades en ellas mediante picado o, alternativamente, mediante clavado de tela metálica
- Los soportes y vigas metálicas que hayan de ir enfoscadas, se forrarán previamente con piezas cerámicas o de hormigón, según las especificaciones de obra o, en su defecto, en la normativa aplicable.
- La superficie a enfoscar carecerá de guarnecidos o revestimientos previos de yeso; tampoco estará realizada con materiales de resistencia análoga o inferior al yeso.

##### **IV. 9. 2.- EJECUCIÓN**

Antes de la ejecución del enfoscado se comprobará que:

- Las superficies a revestir no se verán afectadas, antes del fraguado del mortero, por la acción lesiva de agentes atmosféricos de cualquier índole o por las propias obras que se ejecutan simultáneamente.
- Los elementos fijos como rejas, ganchos, cercos, etc. han sido recibidos previamente cuando el enfoscado ha de quedar visto.

- Se han reparado los desperfectos que pudiera tener el soporte y este se halla fraguado cuando se trate de mortero u hormigón.

Durante la ejecución:

- Se amasará la cantidad de mortero que se estime puede aplicarse en óptimas condiciones antes de que se inicie el fraguado; no se admitirá la adición de agua una vez amasado.
- Antes de aplicar mortero sobre el soporte, se humedecerá ligeramente este a fin de que no absorba agua necesaria para el fraguado.
- En los enfoscados exteriores vistos, maestreados o no, y para evitar agrietamientos irregulares, será necesario hacer un despiezado del revestimiento en recuadros de lado no mayor de 3 metros, mediante llagas de 5 mm de profundidad.
- En los encuentros o diedros formados entre un paramento vertical y un techo, se enfoscará este en primer lugar.
- Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm. se realizará por capas sucesivas sin que ninguna de ellas supere este espesor.
- Se reforzarán, con tela metálica o malla de fibra de vidrio indesmallable y resistente a la alcalinidad del cemento, los encuentros entre materiales distintos, particularmente, entre elementos estructurales y cerramientos o particiones, susceptibles de producir fisuras en el enfoscado; dicha tela se colocará tensa y fijada al soporte con solape mínimo de 10 cm. a ambos lados de la línea de discontinuidad.
- En tiempo de heladas, cuando no quede garantizada la protección de las superficies, se suspenderá la ejecución; se comprobará, al reanudar los trabajos, el estado de aquellas superficies que hubiesen sido revestidas.
- En tiempo lluvioso se suspenderán los trabajos cuando el paramento no esté protegido y las zonas aplicadas se protegerán con lonas o plásticos.
- En tiempo extremadamente seco y caluroso y/o en superficies muy expuestas al sol y/o a vientos muy secos y cálidos, se suspenderá la ejecución.

Después de la ejecución:

- Transcurridas 24 horas desde la aplicación del mortero, se mantendrá húmeda la superficie enfoscada hasta que el mortero haya fraguado.
- No se fijarán elementos en el enfoscado hasta que haya fraguado totalmente y no antes de 7 días.

- Ejecución de enfoscado maestreado en paredes y/o techos:
  - En las paredes se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero aplomadas, con separación entre ellas no superior a 1 metro y formando arista en las esquinas, rincones y guarniciones de huecos. En los techos, por su parte, se realizará un maestreado en todo el perímetro del techo y se situarán maestras intermedias con separación máxima de 1 metro.
  - Una vez humedecida la superficie a revestir, se aplicará el mortero, mediante proyección manual o mecánica, sobre los paños entre maestras y se pañeará de forma que se introduzca en las irregularidades del soporte y quede lo más adherido posible. La superficie enfoscada no poseerá defectos de planeidad superiores a 3 mm medidos con regla de 1 metro.
  - Antes del fraguado final, el enfoscado admite un acabado rugoso, fratasado (planeidad conseguida con fratás mojado en agua) o bruñido (aplicación de pasta de cemento con llana), según sea la ubicación del elemento revestido y/o el tratamiento posterior que se le pretenda aplicar.
  - En los bordes de techos horizontales exteriores se practicará un goterón perimetral, mediante rehundido de 1x1 cm en el enfoscado, a fin de evitar que el agua de lluvia o riego recorra libremente y humedezca todo el techo.

#### Control de la ejecución:

- En los enfoscados sobre paramentos verticales, maestreados o no, se realizará un control del estado del soporte, la calidad y tipo de mortero, así como las condiciones finales del revestimiento, llevándose a cabo un control por cada 100 m<sup>2</sup> o fracción.
- En los paramentos horizontales se realizará un control de los mismos aspectos inspeccionados en las paredes, llevándose a cabo un control por cada 50 m<sup>2</sup>. o fracción.
- Los parámetros de rechazo automático serán:
  - La superficie a revestir no está limpia y/o humedecida.
  - No se ha colocado, en su caso, banda metálica en la línea de discontinuidad del soporte, o no fijada correctamente, y/o el solape es inferior a 10 cm. por cada lado.

- La dosificación, calidad de la arena y/o el tipo de mortero no se ajusta a lo especificado.
- Comprobando con regla de 1 m. se aprecia un defecto de planeidad superior a 5 mm en los enfoscados sin maestrear y de 3 mm en los maestreados.
- En enfoscados maestreados la distancia entre maestras es superior a 1 m y/o no se han puesto maestras en esquinas, rincones, perímetro de techos, guarniciones de huecos.

#### **IV. 10.- ENLUCIDOS**

El enlucido de los paramentos y obras de mampostería o ladrillo se realizará descarnando y limpiando previamente las juntas y regando todo el paramento a enlucir inmediatamente antes de aplicar el enlucido.

En los paramentos de obras de hormigón, el enlucido se hará en general, a continuación del desencofrado de la obra, regando también el paramento a enlucir y picándolo si, a juicio del Ingeniero Director, se cree conveniente. Para los enlucidos se empleará el mortero amasado con arena fina y en pequeñas cantidades, para evitar que fragüe antes de ser utilizado.

Los enlucidos recién ejecutados se mantendrán húmedos por medio de riegos frecuentes durante un período de tiempo variable de cinco (5) a ocho (8) días, según la estación del año y la orientación de la obra.

El espesor del enlucido no bajará en parte alguna de un centímetro y medio (1,5 cm). Se enlucirá con una (1) ó dos (2) capas y éstas se aplicarán en forma que prescriba el Ingeniero Director. En general, se aplicará de dos modos: o bien haciéndolo bastante espeso, y arrojándolo fuertemente contra la superficie a enlucir, extendiéndolo con las manos y repasándolo con una muñeca o bolsa de trapos húmedos sin alisar la superficie, o bien por medio de llana y alisándolo perfectamente.



## **IV. 11.- FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO**

### **IV. 11. 1.- CONDICIONES PREVIAS**

- El fabricante facilitará un plano de colocación e identificación de las viguetas prefabricadas, y de la armadura complementaria, así como de la capa de compresión.
- Se identificará el tipo de forjado según la ficha técnica de autorización de uso, con certificado de garantía del fabricante
- Se preparará el oportuno encofrado y apuntalamiento del forjado, según los casos, comprobando los plazos de descimbrado.
- Se preverán las zonas de acopio y los medios de elevación
- Se comprobarán las condiciones de enlace de los nervios.
- Comprobación geométrica del perímetro crítico de rasante.
- Se comprobará el espesor de la losa superior y el canto total.
- Se comprobarán las armaduras de reparto.
- Se comprobará la colocación de separadores.

### **IV. 11. 2.- EJECUCIÓN**

- Una vez preparada la superficie de apoyo de los elementos resistentes del forjado, se procederá a su colocación, según planos.
- Se colocarán los pasamuros y se prepararán los huecos para instalaciones.
- Se colocarán las bovedillas o los bloques aligerantes, dejando libres las zonas de macizado.
- Se colocarán las armaduras señaladas en los planos, cumpliendo las especificaciones respecto a separaciones y calzos, longitudes de anclaje... etc.
- Se colocará la armadura de reparto inmediatamente antes del hormigonado.
- Se verterá el hormigón cuidando de no realizar acumulaciones en un mismo punto, y se compactará con vibrador.
- La superficie quedará nivelada y será regada abundantemente a las pocas horas del hormigonado, especialmente en tiempo caluroso.
- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0 °C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, previa autorización de la Dirección de Obra.

#### **IV. 12.- CASETA DE VÁLVULAS**

Para la instalación de las casetas, será necesaria la construcción previa de una losa de 20 cm de espesor de hormigón de 25 N/mm<sup>2</sup> con una malla de acero electrosoldada de 10 mm de diámetro y retícula de 150x150 mm. Las dimensiones en planta de esta serán función del tamaño de las casetas según las especificaciones de planos. Sobre la losa se situará la caseta prefabricada de hormigón, la cual se descargará con un camión grúa de potencia suficiente para ello.

#### **IV. 13.- TUBERIAS**

Para la recepción e instalación de las tuberías se tendrán en cuenta las especificaciones del P.P.T. para tuberías de Abastecimiento y en particular las especificaciones siguientes:

##### **IV. 13. 1.- COLOCACIÓN**

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán estos y se apartarán los que presenten deterioro; se bajarán al fondo de la zanja con precauciones y sin golpes bruscos empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedra, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acordarlos sobre el lecho de arena o con hormigón en masa, de acuerdo como indican los planos correspondientes, para impedir su movimiento.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes; en el caso de zanjas con pendientes superiores al diez por ciento (10%), la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que, a juicio de la Dirección de Obra no sea posible colocarla en sentido ascendente, se tomarán las precauciones debidas para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Cuando se interrumpa la colocación de tubería se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños; procediendo, no obstante esta precaución, a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

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

Generalmente no se colocarán más de cien (100) metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos en lo posible, de los golpes.

Una vez montados los tubos y las piezas se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación y, en general, todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

Estos apoyos o sujeciones serán de hormigón, establecidos sobre terrenos de resistencia suficiente y con desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos soportados.

Los apoyos, salvo prescripción expresa contraria, deberán ser colocados en forma tal que las juntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.

Para estas sujeciones y apoyos se prohíbe el empleo de cuñas de piedra o de madera que puedan desplazarse.

En el caso de que las zonas atravesadas sean roca, se excavará lo indispensable para introducir el tubo y se rellenará todo de hormigón. Cuando la pendiente de bajada de la roca sea muy fuerte se sustituirá el tramo de tubería por otro metálico de espesor 8 mm. y anclado a la roca, tal como determine el Director de Obra.

Una vez verificada la posición de la contrabrida, se deben apretar las tuercas progresivamente por pasadas y operando sobre tornillos - tuercas enfrentados aplicando los pares de apriete y verificándolos después de la prueba de presión en zanja.

Los pasos de barranco, túnel, se realizarán con tubería metálica autoportante de las mismas características que la anterior y espesores que determinará en cada caso el Director de la Obra.

Finalmente se procederá a realizar las pruebas imprescindibles para su completa estanqueidad antes de cubrir las zanjas.

Serán preceptivas las dos pruebas siguientes de las tuberías instaladas en zanja:

1. Prueba de presión interior
2. Prueba de estanqueidad

La Dirección de las Obras indicará las longitudes de los tramos que han de someterse a prueba, según los timbrajes de los tubos en dicho tramo.

Estas pruebas se efectuarán siempre en las tuberías por tramos antes de conectarlas definitivamente.

Las pruebas de estas acometidas y servicios se podrán realizar por muestreo sobre las existentes en los diversos tramos de que conste la instalación.

#### **IV. 13. 2.- PRUEBA DE PRESIÓN INTERIOR**

Serán sometidos a presión interna los tramos de tubería ya instalados, comprendidos entre válvulas consecutivas.

La prueba de presión en tuberías instaladas se realizará de acuerdo con las siguientes normas:

- Norma UNE-EN 805
- P.P.T. para Tuberías de Abastecimiento de Agua del MOPU.
- Norma UNE 53999.
- Norma UNE-EN 1452.

La presión de prueba será la necesaria para que, en el punto más bajo del tramo de la conducción a ensayar sea 1,4 veces la máxima presión de trabajo a que estará sometida la red en servicio. La diferencia de presión entre el punto de la tubería más alto y el más bajo no excederá de un 10% de la presión de prueba. Esta presión de prueba se alcanzará con elevaciones de presión no superiores a 100 kPa/cm<sup>2</sup> min.

El llenado de la tubería se efectuará por la parte más baja posible y se abrirán las bocas de aire con el fin de dar salida al mismo.

Una vez alcanzada la presión de prueba se mantendrá la tubería cerrada, y sin aumentar la presión, durante 30 minutos. La prueba será satisfactoria cuando la presión, medida en un manómetro previamente contrastado, no descienda más de  $P/5$ , siendo  $P$  la presión de prueba.

En caso de un descenso de presión superior deberán repasarse las juntas y tubos hasta encontrar el defecto que produce la fuga de agua, repitiendo la prueba hasta conseguir un resultado satisfactorio.

Si durante las pruebas de presión, y en presencia de la Dirección de Obra, se produjeran roturas de tubería que alcanzara el 6% de los tubos ensayados, no siendo dichas roturas, a juicio de la Dirección de Obra, achacable a fallos en los anclajes, se desmontará y rechazará la tubería y el lote completo del que forme parte.

Si apareciesen más de un 4% de uniones defectuosas se rechazará todo el lote del que formen parte.

Una vez efectuada la prueba de presión interior con resultado satisfactorio se procederá a realizar la prueba de estanqueidad.

#### **IV. 13. 3.- PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD**

Se llenará la tubería cuidando de desalojar el aire existente.

La presión de prueba de estanqueidad será igual a la máxima presión de trabajo de la red en el punto más desfavorable. Mediante aporte de agua a través de un contador se añadirá el agua necesaria  $V$  para mantener durante dos horas la presión de prueba.

La prueba será satisfactoria si en este tiempo

$$V \leq 0,350 LD$$

Siendo:

$V$  = Pérdida total de la prueba, en litros

$L$  = Longitud de la tubería probada, en metros

$D$  = Diámetro interior, en metros

$K$  = Coeficiente según el material de la tubería



#### **IV. 14.- PIEZAS ESPECIALES**

Se colocarán piezas especiales en los puntos en que sean imprescindibles para dar continuidad a las conducciones.

El material cumplirá lo especificado en este Pliego.

La unión de las piezas especiales con las tuberías se hará con un mismo tipo de juntas usado en unión entre tuberías.

Si fuera necesario, por no ser el acople directo, se utilizarán piezas intermedias para conseguir dicha unión.

Todas las piezas especiales irán protegidas frente a la corrosión mediante galvanizado en caliente por inmersión o pintura epoxi.

El contratista montará las piezas especiales de acuerdo con la disposición dada en los planos con las instrucciones del Ingeniero Director. El Contratista suministrará todos los accesorios para las tuberías, mostradas o no en los planos, o pedidos o no en las especificaciones: bridas, anillos de refuerzo, varillas de anclaje, tensores, sistema de soporte para el montaje, etc. Asimismo, suministrará los elementos de montaje y soldadura.

Las soldaduras a realizar en obra, serán realizadas por soldadores cualificados y en base a las especificaciones de un pliego previamente aprobado por el Ingeniero Director.

## **IV. 15.- VÁLVULAS, CONTADORES Y VENTOSAS**

### **IV. 15. 1.- VÁLVULAS**

#### **A) Expedición y recepción**

Las válvulas deberán enviarse limpias, en posición abierta en caso de asiento elástico y cerrada en el de metal-metal. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar la válvula o su higiene.

Será obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje habrá de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar. Será preciso extremar las precauciones en el caso de que la válvula lleve acoplado un mecanismo externo de accionamiento manual o mecánico. El embalaje deberá impedir la maniobra de las válvulas durante el transporte. El fabricante habrá de justificar estos extremos.

La recepción podrá realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se podrá acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante podrá desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se comprobará que las válvulas corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todas las válvulas con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separarán y marcarán las válvulas para los ensayos de contraste de recepción.

El accionamiento manual de las válvulas, llevará los mecanismos reductores necesarios para que un sólo hombre pueda, sin excesivos esfuerzos, efectuar la operación de apertura y cierre.



## B) Instalación

Tres condicionantes definen el tipo de instalación de la válvula:

- Función de la válvula en la conducción
- Tipo de enlace con la conducción
- Ubicación (arqueta, cámara)

Las funciones básicas a cumplir por las válvulas de seccionamiento será una de las siguientes:

- Corte de agua, aislando dos secciones de la red
- Desagüe, conectando la red con el exterior para vaciados.
- Guarda, permitiendo aislar un elemento de la red para su sustitución o conservación.

En las dos primeras funciones, y en línea con la conducción se instalarán alojadas en cámaras o registros con un carrete de desmontaje autoportante por un lado y un carrete de anclaje por el otro. En instalaciones puntuales, su alojamiento será el de la propia instalación a que pertenecen (alojamiento de intemperie).

En funciones de desagüe, el carrete de desmontaje se instalará entre la válvula de mariposa y la de compuerta que deberá existir agua arriba, en el mismo ramal de vaciado.

Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas de mariposa deberán instalarse con el eje o semi-eje en posición horizontal, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extremos o sedimentaciones que eventualmente pudiera arrastrar el agua por el fondo de la tubería, dañando el cierre.

Se empleará una chapa identificativa, fijada en la tapa de la arqueta o en el alojamiento, en la que se expresarán, como mínimo, las siguientes características de la válvula.

- Código de identificación
- Diámetro nominal
- Presión nominal
- Sentido de maniobra

En posición de cerrado, la válvula está sometida a unos esfuerzos longitudinales que hay que compensar para evitar movimientos y esfuerzos en la tubería. Como esfuerzo de cálculo se tomará:

$$F = 7,854 \cdot PN \cdot DN^2 / 10^k$$

siendo:

K = 6 para PN en bar, DN en mm y F en T.

K = 1 para PN en Pa, DN en m y F en N.

Este esfuerzo se transmite a la obra de fábrica del alojamiento a través de los elementos de soporte y carrete de anclaje correspondientes.

En todas las válvulas, las bridas de acoplamiento estarán normalizadas según las normas DIN para la presión de trabajo. Llevarán los anclajes necesarios para no introducir en la tubería y sus apoyos, esfuerzos que no pueden ser resistidos por éstas.

El enlace de las válvulas de compuerta con la conducción será de brida.

a) Instalación en brida

Se tratará de una instalación desmontable. Se podrá dejar en punta de red o como elemento de guarda sin más que anclarla perfectamente por un solo lado.

Las válvulas se instalarán alojadas con un carrete telescópico que permita su desmontaje. Se podrá prescindir de dicho carrete cuando uno de los extremos de la válvula quede libre.

b) Válvulas de corte

Existirán dos situaciones tipo:

Válvulas en serie con la conducción.

Válvula abrochada a una derivación

c) Desagües

Serán instalaciones empleadas para vaciar la tubería o para purgarla. Se colocarán en los puntos bajos relativos y absolutos de todo sector de conducción que se pueda aislar.

Constarán de una derivación en T, con una válvula conectada a ella o de un accesorio de fin de tubería con una válvula.

La válvula se instalará embridada a la T o al accesorio de fin de tubería lo más directamente posible.

A continuación podrá existir un ramal de tubería para derivar el agua a otro punto. En este caso deberá instalarse con un carrete de montaje.

Si se desea regular la velocidad de salida del agua se instalarán dos válvulas en serie. La de aguas arriba será de compuerta con la finalidad de garantizar el cierre y servir de guarda y la de aguas abajo permitirá regular la velocidad de desagüe.

d) Válvulas de guarda o aislamiento

Se utilizan con el fin de poder aislar un elemento de la red en las operaciones de sustitución y conservación.

Se instalarán embridadas.

En cuanto a su ubicación las válvulas de compuerta se instalarán en cámaras, registros o arquetas según su tamaño y uso.

Pruebas de funcionamiento

Se realizarán simultáneamente a las pruebas de los tramos en que estén embebidas o formen parte de los mismos.

Las válvulas se someterán a una presión de prueba superior a vez y media la máxima presión de trabajo.

## **IV. 15. 2.- CAUDALÍMETROS Y CONTADORES**

### **A) Instalación**

Los caudalímetros se instalarán en aquellos puntos indicados en los planos o que el Ingeniero Director requiera. Las conexiones con bridas seguirán las mismas normas que en las válvulas.

Las sondas se colocarán en un tramo recto de la tubería, alejadas de válvulas, codos, variaciones de sección, etc. Será preciso conservar diez diámetros de tramo recto aguas arriba y siete diámetros de tramo recto aguas debajo de las sondas.

En el caso en que existan válvulas, estrangulamientos u otras perturbaciones, se atenderán las indicaciones de los fabricantes en lo referente a tramos rectos mínimos necesarios.

Aunque el plano de medida es indiferente, las sondas se instalarán en el plano horizontal, ya que la generatriz inferior de la conducción suele ser de difícil acceso y además presenta el riesgo de sedimentación sobre la sonda allí situada.

La distancia axial de separación de las sondas será, como es lógico, igual al diámetro interior de la tubería y la línea que une ambas sondas deberá formar con el eje un ángulo que variará de 30° a 60° según el tipo de instalación.

### **B) Mantenimiento**

Se efectuará una revisión de los sensores dos (2) veces al año, comprobando su correcto funcionamiento.

Su instalación se hará de acuerdo con las indicaciones de la casa suministradora y la experiencia haya sancionado como reglas de buena construcción.

#### **IV. 15. 3.- VENTOSAS**

##### **A) Expedición y recepción**

Las ventosas deberán enviarse limpias. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios externos tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extremos que pudieran perjudicar la ventosa o su higiene.

Será obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de las ventosas. El embalaje ha de garantizar que las ventosas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la ventosa ha de soportar.

La recepción podrá realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante podrá nombrar un representante que presencie las pruebas comunicándole con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se comprobará que las ventosas corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todas las ventosas con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separarán y marcarán las ventosas para los ensayos de contraste de recepción.

##### **B) Instalación**

Se instalarán ventosas en los siguientes puntos de las redes de tuberías:

- En todos los puntos altos relativos de cada tramo entre dos válvulas de corte.
- Inmediatamente antes de cada válvula de corte en los tramos ascendentes según el sentido de recorrido del agua, e inmediatamente después en los descendentes.
- En todos los cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
- Se instalarán ventosas de aireación aguas abajo de las válvulas de seguridad, de cierre por sobrevelocidad.
- Se instalarán purgadores en tramos largos de poca pendiente, con una separación máxima de 500 m; en cambios marcados de sección de la conducción antes o después de la reducción - accesorio de reducción - en la tubería de mayor diámetro y aguas abajo de las válvulas reductoras de

presión.

Las ventosas se montarán de manera que se pueda realizar el mantenimiento sin interrumpir el servicio de la red.

#### **IV. 16.- CALDERINES O DEPÓSITOS DE AIRE**

Todos los calderines se encuentran posicionados horizontalmente, se conectarán mediante derivación en T a la tubería e irán anclados sobre losas de hormigón en armado HA-25 cada uno de ellos.

#### **IV. 17.- SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN**

##### **IV. 17. 1.- LAMINAS GEOTEXTILES**

La puesta en obra de las láminas geotextiles seguirá las fases siguientes:

- a) Igualación y perfilación de los taludes (según lo descrito en el Apartado IV. 2. 5.- T)
- b) Despliegue del geotextil sobre el talud y fijación al mismo con picones, que pueden ser de madera. Además, el entramado de geotextil se extenderá en la parte alta del talud, anclándose a la misma.

##### **A) Transporte y almacenamiento**

Los geotextiles se suministrarán normalmente, en bobinas o rollos. Estos llevarán un embalaje opaco para evitar el deterioro por la luz solar, que no deberá retirarse hasta la instalación del material, e irán debidamente identificados y etiquetados según EN ISO 10320. De acuerdo con esta, cada rollo o unidad vendrá marcado, al menos con:

- Datos del fabricante y o suministrador.
- Nombre del producto.
- Tipo de producto.
- Identificación del rollo o unidad.
- Masa bruta nominal del rollo o unidad en kg
- Dimensiones del rollo o unidad desempaquetado.
- Masa por unidad de superficie, en  $\text{gr/m}^2$ , Según EN 965.
- Principales tipos de polímeros empleados.
- Clasificación del producto según términos definidos en ISO 10318.

El nombre y el tipo de geotextil estarán estampados de manera visible e indeleble en el propio geotextil a intervalos de 5 m. Deberán quedar estampadas la partida de producción y la identificación del rollo o unidad y fecha de fabricación.

En el transporte, carga y descarga se comprobará que no se produzcan daños mecánicos.

El almacenamiento en obra se realizará en lugares lisos, secos, limpios y libres de objetos cortantes y punzantes. En la duración del almacenamiento si supera los 15 días se respetarán las indicaciones del fabricante, protegiéndolo de los rayos solares.

En el momento de la colocación el Director de la Obra ordenará la eliminación de las capas más exteriores de los rollos, si éstas muestran síntomas de deterioro, y en el resto podrá exigir los ensayos para asegurar su calidad.

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

## **B) Despliegue**

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

El geotextil se extenderá sobre la capa inferior, empleando los medios auxiliares que autorice el Director de la Obra.

La continuidad entre las láminas se logrará mediante las uniones adecuadas, que podrán realizarse mediante solapes (no menores de 50 cm).

El extendido de la capa superior se realizará de tal forma que los equipos de extensión y compactación no circulen en ningún momento sobre la superficie del geotextil.

El sentido de avance de la maquinaria de extensión de la capa superior se realizará de tal forma que no afecte al solape de las capas de geotextil.

No se permitirá la colocación del geotextil, ni el extendido de la capa superior, cuando tengan lugar precipitaciones, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a 2°C.

La superficie sobre la que se extiende el geotextil estará limpia y libre de elementos cortantes o punzantes.

En taludes se anclarán convenientemente los paneles para desplegarlos después pendiente abajo, de manera que se mantenga en tensión continuamente el material. En cuanto al sentido de instalación, la dirección de máxima pendiente del talud coincidirá con el sentido longitudinal de los paneles (dirección de fabricación).

En presencia de viento excesivo, según progrese la instalación el material será provisionalmente lastrado con sacos o neumáticos, los cuales se retirarán cuando el material quede definitivamente instalado. Dada la gran superficie expuesta en el fondo de la balsa se recomienda el lastrado permanente con líneas de bordillos separadas unos 8-10 m entre sí.

El corte de paneles se realizará con herramientas adecuadas, que no dañen el material subyacente, especialmente si éste es geomembrana.

Durante la instalación se eliminará cualquier material que pueda quedar atrapado en la interfase entre el geotextil y el material adyacente, para evitar punzonamientos.

Tras la instalación se hará una inspección final para reparar posibles desperfectos si los hubiera.

El vertido de los materiales granulares, así como la colocación de las tuberías colectoras, deberán realizarse sin dañar el geotextil.

### **C) Procedimientos de soldadura y unión**

El tipo de unión entre geotextiles puede ser mediante cosido o soldadura.



Dos paneles de geotextil a soldar deben ser solapados, previamente a su soldadura al menos 75mm. Caso de tener una base de apoyo en buen estado, bastaría con solapar al menos 50 cm sin necesidad de soldadura.

Si se sueldan los solapes, se pueden hacer por flama de gas o por aire caliente. Se deberá tener especial cuidado en no quemar el geotextil y dañar los materiales adyacentes. La distancia de la flama al geotextil dependerá de la velocidad de avance y de la intensidad de calor.

En general no se realizarán soldaduras horizontales continuas en taludes salvo en parches u otros casos excepcionales autorizados.

#### **IV. 17. 2.- GEOMEMBRANAS. LÁMINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**

##### **A) Generalidades**

El contratista debe demostrar experiencia específica en este tipo de obras.

El contratista será responsable de la calidad final de la obra para lo que debe proponer un programa de control de calidad, de acuerdo con la norma BS 5750 (ISO 9001) que cubra desde los sistemas de identificación de los materiales incorporables hasta los procedimientos de inspección y supervisión de la obra (ensayos y frecuencia). Para ello se realizará sobre un plano de la zona a impermeabilizar un despiece de los paños de geomembrana colocados haciendo referencia a los números de rollos a los que corresponden y se nombrarán las soldaduras por los números de paños a los que unen, es decir:

Nº de rollo: N (especificado por el fabricante)

Paños: N1, N2 ...

Soldadura: N2-N4, N7-N9...

El contratista proveerá de un documento final de garantía donde se garantice conjuntamente la calidad de los materiales y la de la instalación de la lámina.

La fabricación de la lámina se hará por extrusión o calandrado utilizando el material anterior en estado puro, libre por tanto de plastificantes u otros materiales cualesquiera y sin prefabricación ninguna en fábrica por unión de anchos de rollo inferiores.

## B) Despliegue y soldadura

La puesta en obra de los paños de la geomembrana se realizará durante las primeras horas del día cuando las temperaturas no son elevadas y no se permitirá en condiciones climatológicas adversas de lluvia o viento.

La secuencia de operaciones de puesta en obra de las geomembranas seguirá el siguiente esquema:

- Replanteo de la obra, utilizando el plano de montaje inicial.
- Comprobar estado de la base de apoyo, zanja de anclaje y situación de las piezas especiales. La zanja(s) perimetral de anclaje deberá estar excavada antes del emplazamiento de los rollos en coronación de taludes.
- Despiece de los materiales según el replanteo efectuado.
- Distribución de los paños cortados en el perímetro del talud. Colocación de los rollos en la base.

En primer lugar deberá verificarse que el sistema de transporte de rollos en obra así como la maquinaria auxiliar son los adecuados para no dañar la geomembrana.

Previamente a la instalación se observará, también, si los rollos presentan defectos y si éstos son reparables y en consecuencia los rollos son aceptables.

En taludes cortos se admite desplegar los rollos en caída libre por la pendiente lo que no llega a provocar riesgos significativos. En el resto de los casos se requieren medios mecánicos como máquinas o trácteles.

El método de despliegue y colocación minimizará la generación de arrugas, especialmente en las uniones entre paneles.

Bajo ninguna circunstancia se admitirá el tráfico no controlado de maquinaria de ningún tipo sobre la geomembrana desplegada. Del mismo modo, el personal deberá evitar dañar la geomembrana durante el despliegue por uso de calzado inadecuado, caídas de herramientas, etc.

Cuando existan dificultades de acceso al perímetro superior de talud, los rollos deben desplegarse en contrapendiente mediante equipo tráctel o similar y necesitan un anclaje o lastre temporal en coronación para asegurar la fase de soldado.

La secuencia normal de instalación es comenzar por las áreas topográficamente más bajas progresando contra el gradiente hasta la cubrición de los taludes. En suelos impermeables puede comenzarse por las áreas superiores e ir descendiendo hacia las más bajas.

Habitualmente en balsas bien drenadas se comienza por taludes, luego el fondo y, por último, el cierre perimetral del mismo.

Unas condiciones fuertes de viento pueden obligar a alterar la secuencia de instalación a fin de minimizar los riesgos sobre la geomembrana. En general, las secciones no soldadas deben lastrarse con sacos terreros que en taludes de fuerte pendiente quedan suspendidos desde coronación. Estos lastres provisionales no deberán dañar la geomembrana. Es recomendable mantener los sacos hasta que la geomembrana ya terminada sea lastrada definitivamente.

- Finalmente, se realiza el soldado de juntas siempre en anchos superiores a 4 cm.

Las geomembranas de polietileno de alta densidad (P.E.A.D.), serán unidas única y exclusivamente por termofusión. No se deberá permitir uniones de tipo adhesivo, químico o de otra naturaleza.

En general, las soldaduras deberán tener un trazado en taludes según la línea de máxima pendiente. En uniones y cambios de talud se permitirán soldaduras diagonales. Salvo casos excepcionales, no se permitirán soldaduras horizontales en taludes, ni de fusión ni de extrusión. Las soldaduras horizontales deberán situarse como mínimo 1 m de líneas de cambio de pendiente, es decir, pies y coronaciones de taludes.

Para la soldadura las geomembranas deben solaparse alrededor de 15 cm para asegurar que exista suficiente espacio en la ejecución de la operación y cubrir eventuales irregularidades en el borde de la geomembrana no detectadas.

Los bordes a soldar deberán estar limpios de polvo o incrustaciones y completamente secos.

Deberán evitarse en lo posible cruces de juntas.

Las operaciones de soldadura nocturna deberán realizarse con luz artificial.

En zanjas de anclaje, las soldaduras que fuesen necesarias deberán realizarse al menos hasta la pared interior de la zanja.

Tipos de soldadura:

- *Soldadura manual por extrusión con granza o cordón* para detalles o singularidades de difícil acceso.

La maquinaria para soldaduras por extrusión será una extrusora portátil de aporte de polietileno (de las mismas características técnicas que el de la geomembrana) con alimentación por cable o granza, con control continuo de temperatura de proceso y precalentamiento.

Previamente a la extrusión, la máquina deberá ser purgada para eliminar restos de polietileno.

La operación de soldadura por extrusión consiste en:

- Limpieza enérgica de la zona a soldar.
- Unión del parche mediante calor.
- Lijado de una zona de aproximadamente de 6 cm común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina. La zona donde se aplicará el polietileno de adición debe pulirse perfectamente y el canto generado por el solape de un parche o panel sobre otro panel quedará biselado.

- Extrusión del material de aporte.

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm. y una altura mínima del espesor de la geomembrana.

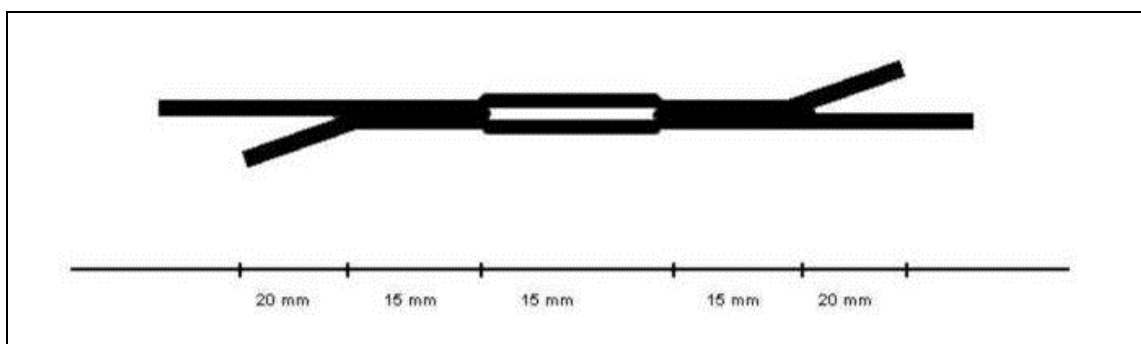
La extrusión sólo se utilizará para reparaciones, soldaduras de zonas de difícil geometría, unión entre geomembranas de diferente espesor, uniones no definitivas o casos específicamente autorizados.

Todas las uniones en T deberán reforzarse con un cordón de extrusión.

- *Soldadura automática por termofusión con  $\%$ uña caliente+o  $\%$ aire caliente+en el resto de casos.*

La soldadura de los paños de las geomembranas será siempre del tipo doble con canal intermedio de comprobación.

Las dimensiones mínimas de esta soldadura serán las de la figura.



**Ilustración 1: dimensiones de la soldadura doble**

La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado, a ser posible digital y con impresión de las condiciones de soldadura: presión de los rodillos, velocidad y temperatura.

El proceso se realizará automáticamente una vez ajustadas a las condiciones del lugar, la velocidad de soldadura, la temperatura y la presión de los rodillos, y a partir de ensayos previos realizados in-situ con ayuda del tensiómetro automático de campo.. La unión debe realizarse sobre superficies completamente secas y limpias de cualquier suciedad o incrustación y exentas de polvo o grasa, para lo cual en ocasiones será necesario limpiarlas con un paño previamente. Por debajo de cada solape deberá deslizarse una placa o pieza móvil que evite la entrada de humedad desde la base según avance la máquina. Debe, por tanto, prohibirse su ejecución con lluvia o fuerte humedad relativa y/o fuerte viento sin la adecuada protección, o cuando la temperatura esté fuera del intervalo entre  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  y  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Finalmente será comprobada la calidad de todas las uniones según el programa de control.

- Una vez concluida la soldadura se procede al relleno de la zanja de anclaje compactando la tierra extraída.

Normalmente la geomembrana entrega un mínimo de 600 mm en la zanja, de los cuales 100 mm están soldados.

Cuando la geomembrana vaya a ser cubierta con hormigón armado deben colocarse separadores en la ferralla.

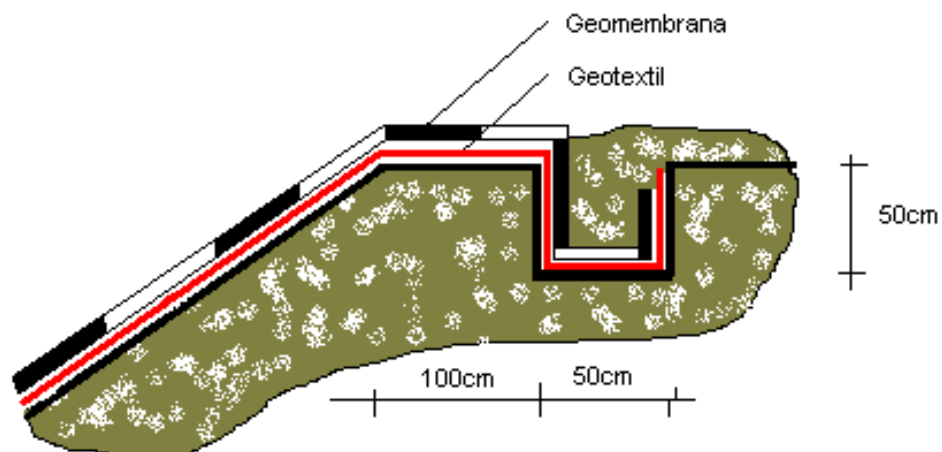
## C) Anclajes

### C.1.- Anclaje en zanja

Las láminas de impermeabilización se anclarán en la coronación de los taludes en una zanja de dimensiones mínimas las establecidas en la figura. Con el fin de no deteriorar la coronación del talud y facilitar la unión con fases futuras de ampliación del vertedero, la mencionada zanja se separará del borde del talud al menos 1m.

Esta zanja servirá también para el anclaje de los demás geosintéticos que componen el sistema de impermeabilización.

Una vez soldada y comprobada la geomembrana, la zanja se rellenará con el propio producto de la excavación y se compactará. Aunque no es necesario la zanja puede rellenarse con gravas u hormigón.



**Figura 2. Detalle de anclaje en zanja**

### C.2.-Anclaje en bermas

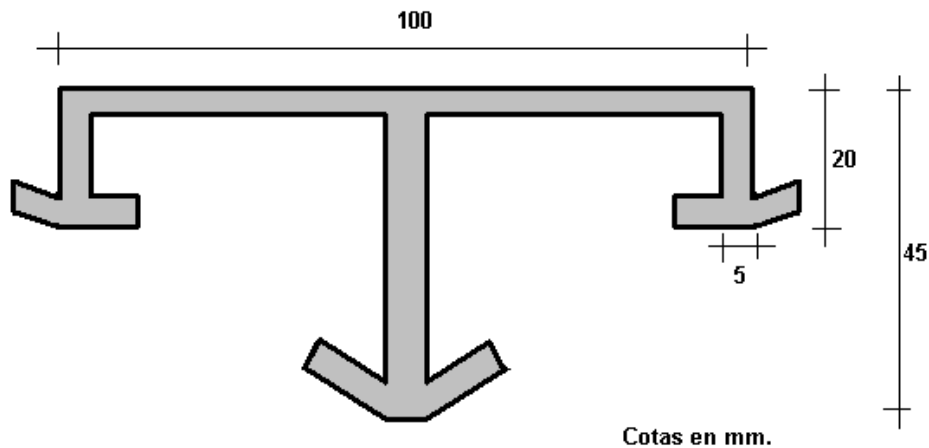
Cuando se hayan construido en el talud debido a su pendiente bermas, el anclaje de los elementos del sistema de impermeabilización se realizará, caso de ser necesario, mediante sobrepesos, tales como prefabricados de hormigón debidamente apoyados sobre geotextil para no dañar las geomembranas, o bien con material granular compactado de la excavación o de aportación siempre sobre un geotextil de protección de la geomembrana. Los anclajes en zanja en las bermas no se recomiendan, ya que obliga a soldaduras en la berma.

### C.3.-Anclaje en el pie del talud

El anclaje de los elementos del sistema de impermeabilización se realizará, caso de ser necesario, mediante sobrepesos, tales como prefabricados de hormigón debidamente apoyados sobre geotextil para no dañar las geomembranas.

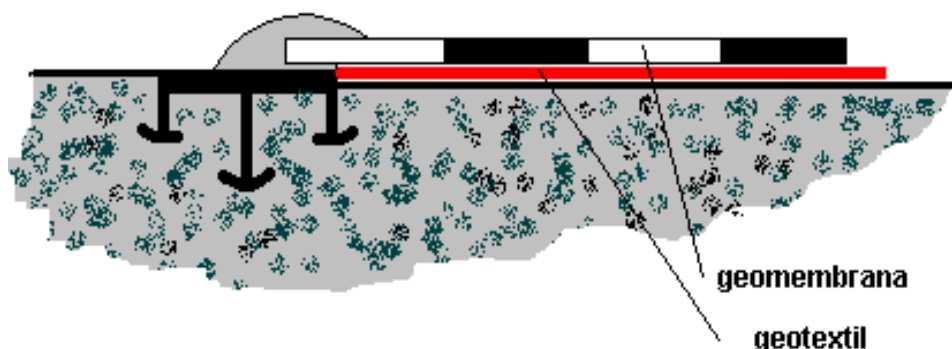
### C.4.-Anclaje a tuberías, arquetas, chimeneas y puntos singulares

Cuando se trate de un elemento de hormigón se embutirá sobre éste cuando esté fresco un perfil de polietileno de alta densidad. Fraguado el hormigón se procederá a soldar la geomembrana al perfil mediante extrusión.



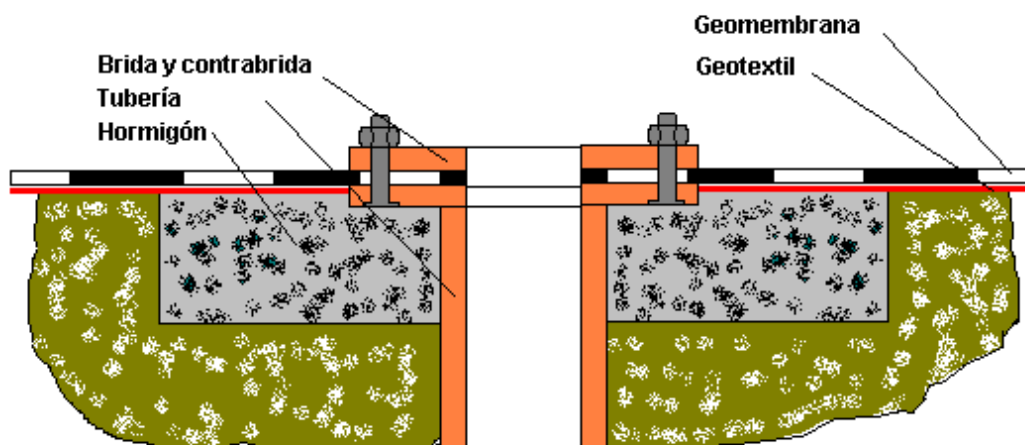
Si el elemento singular es una tubería o chimenea se podrá fabricar un elemento tipo bota con la geomembrana el cual se sujetará a la tubería o chimenea mediante una abrazadera.

También es posible realizar una zapata de hormigón alrededor de la tubería y utilizar perfiles embebidos como los descritos anteriormente.



Si la tubería es de PEAD se puede soldar la geomembrana de PEAD directamente a ella.

También se pueden utilizar uniones mediante el sistema de brida y contrabrida como el de la figura



### C.5.-Anclaje en el talud

El anclaje de los elementos del sistema de impermeabilización se realizará, caso de ser necesario, mediante sobrepesos, tales como prefabricados de hormigón chapados en piedra debidamente apoyados sobre geotextil para no dañar las geomembranas.

## IV. 18.- VIALES

La ejecución de los viales a la balsa de regulación tanto en lo referente a la explanación como al firme propiamente dicho se ajustará a lo indicado en el P.P.T. para Obras de Carreteras y Puentes que se indica en este Pliego.



#### **IV. 19.- SEÑALES VERTICALES**

Las señales verticales cumplirán lo especificando en el artículo 701 del P.P.T. para Obras de Carreteras y Puentes. El empotramiento de las partes metálicas se efectuará con hormigón tipo HM-12,5. Los carteles y elementos de sustentación deberán ser capaces de soportar en condiciones adecuadas de seguridad una presión de viento de 200 Kg/m<sup>2</sup>.

## **IV. 20.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

### **IV. 20. 1.- LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN**

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### **A) Replanteo y estaquillado**

El replanteo y estaquillado de los apoyos de la línea, se verificará por el representante de la propiedad en presencia del Contratista. Comprobándose que la ubicación de los apoyos es la correcta.

La situación de cada apoyo, ha de quedar determinada mediante tres estaquillas en los de alineación (centro y puntos opuestos en la dirección del trazado) y cinco en los de ángulo (centro y puntos opuestos en la dirección de la bisectriz, y puntos opuestos en la perpendicular de ésta).

#### **B) Apertura de hoyos**

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por el Director de Obra. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación, se hará de acuerdo con el Director de Obra.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

### **C) Transporte y acopio a pie de hoyo**

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

Se tendrá especial cuidado con los apoyos metálicos, ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los angulares que lo componen, dificultando su armado. Los apoyos se transportarán en góndola o camión adecuado, hasta el almacén de la obra y desde este punto a pie de hoyo, mediante carros especiales y elementos apropiados. Se manipularán de forma que no se resientan sus estructuras

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizará como palanca o arriostamiento.

Los aisladores no podrán apilarse en sus embalajes en más de 6 cajas superpuestas.

Las bobinas se descargarán con trípode y diferencial o con muelle de descarga. En el caso de que hayan de rodarse, esta operación se efectuará siempre en sentido contrario al del arrollamiento. Nunca deben ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los conductores, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Los materiales deben llegar con el embalaje en correctas condiciones y ser el adecuado para su transporte.

## D) Cimentaciones

Se utilizará un hormigón procedente de planta de Hormigonado, de 125 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia específica, árido entre 20 y 40 según casos y consistencia plástica, comprobándose con el albarán de entrega.

Los cementos serán Portland de fraguado lento. En el caso de existencia de yesos se empleará cemento puzolánico.

En general, el hormigón deberá ser vertido antes de transcurridas dos horas desde su amasado. No obstante la planta de hormigonado indicará el tiempo máximo que el hormigón puede permanecer en el camión de cuba giratoria manteniendo todas sus propiedades.

No se hormigonará por debajo de 0° C ni aun empleando aditivos. Si una vez hormigonado se prevé que la temperatura va a descender por debajo de 0° C deben cubrirse las cimentaciones con paja, sacos o algún medio aislante.

En los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán en nivel del suelo en 30 cm como mínimo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante a base de un mortero rico en cemento, con una pendiente del 10 % como mínimo.

Se dejará un tubo para poder alojar en su interior el conductor de puesta a tierra de los apoyos.

A medida que se vaya vertiendo el hormigón en la excavación, se efectuará el vibrado del mismo a fin de llenar todos los huecos que quedan en el hoyo.

Los anclajes de apoyos con cuatro macizos de hormigón para su asentamiento, se dispondrán según los planos proporcionados al respecto. Pudiéndose exigir a la contrata la utilización de una plantilla metálica.

Para las cimentaciones de apoyos con bases empotradas, se colocara una loseta o bloque de hormigón, de las dimensiones adecuadas, de manera que teniendo el apoyo un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en los planos desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón. Posteriormente, se colocará sobre ella

la base del apoyo o el apoyo completo, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo o bien se aplomará el apoyo completo, inmovilizando dicho apoyo por medio de vientos.

### **E) Armado de apoyos metálicos**

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos y tuercas adecuadas, según los planos del fabricante.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensamblaje o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Solo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra.

### **F) Protección de las superficies metálicas**

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

### **G) Izado de apoyos**

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente, quedando dañado mecánicamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Por tratarse de elementos pesados se recomienda sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse.

## H) Tendido, tensado y retencionado

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces con el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser reposadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o con cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

Antes del tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

El tendido del conductor se efectuará uniendo los extremos de bobinas mediante empalmes provisionales flexibles, que serán sustituidos por los definitivos una vez que el conductor ocupe su posición final en la línea. En ningún caso se permite el paso por ninguna polea de los empalmes definitivos.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramientos, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y de anclaje.

El Contratista será responsable de las averías que se produzcan por la no observación de estas prescripciones.

Se colocarán tensores de cable o varilla de acero provisionales, en las puntas de los brazos y el cuerpo del apoyo, como refuerzo en los apoyos desde los que se efectuó el tensado.

Todas las operaciones se realizarán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas. Entre los trabajos de tendido y regulación no deberán transcurrir más de quince días.

En la regulación se utilizarán las tablas de tendido, tomando la flecha correspondiente a la longitud del vano a regular y la tabla existente. Normalmente se medirá la flecha en un vano y se comprobará la flecha en otro distinto de la misma alineación.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación o montaje se hará de tal manera que los tetones que unen entre sí los elementos de la cadena no sufran esfuerzos de flexión. Se cuidará de que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes, primero se suspenderá el conductor y luego se aflojará la grapa corriéndola a mano hasta donde sea necesario.

Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán estos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes, y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

### **I) Reposición del terreno**

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado deberán ser extendidas, si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero, en caso contrario, todo lo cual será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

### **J) Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico**

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra, las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en los apoyos metálicos a una altura suficiente para que, siendo perfectamente visible, no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación

UNESA 0203. Los apoyos de hormigón deberán llevar impresa la señal de peligro eléctrico según Recomendación UNESA 6703 B.

### **K) Puesta a tierra**

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el proyecto y siguiendo las instrucciones dadas en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

La pica, cuando la naturaleza del terreno sea igual o inferior a los tipos arcillosos blando o arenosos fino, se introducirá directamente en el terreno mediante los procedimientos sancionados por la práctica, evitando dar grandes golpes para dañar la capa de cobre. Cuando por la naturaleza del terreno no se pueda introducir directamente en el terreno, será necesario realizar previamente un taladro de dimensiones mayores que la pica. Rellenar este taladro con bentonita o arcilla de las mismas características y entonces proceder a introducir la pica.

Los apoyos instalados en zonas de pública concurrencia, o aquellos que soporten elementos de maniobra o protección deberán disponer de anillos cerrados que unirán los electrodos y su resistencia será  $< 20 \Omega$ . La distancia de las aristas del macizo de la cimentación al anillo será como mínimo de un metro.

Se realizarán las mediciones necesarias de resistencia de los electrodos de difusión y se instalarán las mejoras necesarias hasta conseguir los valores marcados por el RLAT y prescritos por la Empresa Suministradora.

### **L) Recepción de obra**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.



El Director de obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

*- Calidad de cimentaciones*

El Director de Obra podrá encargarse de la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

*- Tolerancias de ejecución*

a) Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir, la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a  $D + 10$ , expresada en centímetros.

b) Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

c) Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2% sobre la altura de apoyo.

d) Altura de flechas.

La diferencia máxima entre la flecha medida y la indicada en las tablas de tendido no deberá superar un 2,5%.

*- Tolerancia de utilización*

a) En el caso de aisladores no suministrados por el Contratista, la tolerancia admitida de elementos estropeados es del 1,5%.

b) La cantidad de conductor a cargo del Contratista se obtiene multiplicando el peso del metro de conductor por la suma de las distancias reales medidas entre los ejes de los pies de apoyos, aumentados en un 5%, cualquiera que sea la naturaleza del conductor, con objeto de tener así en cuenta las flechas, puentes, etc.

## **IV. 20. 2.- REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS**

Comprende este apartado la ejecución de las obras y el suministro e instalación de los materiales necesarios para la construcción y montaje de las nuevas líneas eléctricas de acometida y distribución en tendido subterráneo, así como para la conservación de las obras hasta la recepción definitiva, todo ello de acuerdo con la descripción que a continuación se expresa y hasta conseguir su total adecuación al contenido de los distintos documentos del Proyecto y a las órdenes de la Dirección de la obra.

### **A) Obra civil**

#### a) Obras de tierra.

Comprende la excavación y relleno de las zanjas.

#### b) Obras de fábrica.

Comprende las protecciones mecánicas de los cables en las zanjas, la construcción de arquetas y la reposición de firmes y pavimentos.

### **B) Instalaciones eléctricas**

Comprenden los cables subterráneos, sus terminales y las piezas especiales de unión y empalme si las hubiere.

### **C) Medios y obras auxiliares**

Están incluidas en la Contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución, conservación y reparación de las obras principales y para garantizar la seguridad de las mismas, tales como: herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, grúas, andamios, cimbras, entibaciones, desagües y protecciones para evitar la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, desvío o taponamiento de cauces y manantiales, extracciones de agua, agotamientos, barandillas u otros medios de protección para peatones en las excavaciones, avisos y señales de peligro durante el día y la noche, establecimiento de pasos provisionales.

## **D) Conservación de las obras**

El Contratista cuidará de la perfección, conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos menoscabos, ya sean accidentales o intencionados o producidos por el uso natural, aparezca en las obras de modo que al hacer su recepción definitiva se encuentren en estado de conservación y funcionamiento completamente aceptables a juicio de la Dirección de la obra, sin que pueda alegarse que las instalaciones hayan estado o no en servicio.

Deberá proceder al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento constructivo de las obras, sea de la clase que fuere, que haya sufrido menoscabo en su aspecto, funcionamiento, fijación o estructura resistente. La Dirección de la obra decidirá si el elemento afectado puede ser arreglado o reparado o bien totalmente sustituido por otro nuevo, teniendo que ser aceptada plenamente su decisión.

Estarán a cargo de la Contrata todos los trabajos de vigilancia, revisión y limpieza de las construcciones e instalaciones eléctricas.

## **E) Trazado**

El trazado será lo más rectilíneo posible, evitando ángulos pronunciados.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Se hará todo lo posible por conocer la existencia de conducciones de iguales u otros servicios, en cuyo caso se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

## **F) Apertura de zanjas**

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores o de los cables, y en ningún caso con antelación superior a dos días si los terrenos son arcillosos o margosos de fácil meteorización.

Del fondo de las zanjas se retirarán todos los elementos puntiagudos o cortantes. Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 70 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 90 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada o de alta tensión indistintamente.

## **G) Canalización**

El tendido de cables se practicará con sumo cuidado, evitándose la formación de cocas y torceduras, así como arañones o roces que puedan perjudicarle y las tracciones exageradas.

No se dará a los cables curvaturas excesivas. El radio interior de curvatura en general no será menor de 6 veces el diámetro exterior de los cables, prevaleciendo siempre los valores aconsejados por el fabricante para cada cable.

Sólo se permitirá la tracción del cable en los tendidos subterráneos bajo tubo o bien en los tramos especiales bajo tubo de las líneas directamente enterradas, ayudando desde el otro extremo del tubo de protección a la introducción del cable.

Dicha tracción se hará suavemente y será dirigida por el Técnico Encargado. En estas tracciones, que en general se harán por medio de cables, el Técnico Encargado ordenará cortar en la longitud que estime preciso la punta del cable dañada.

#### a) Zanja

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20 cm.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

#### b) Cruzamientos y paralelismos

En lo concerniente a este tipo de situaciones especiales se tendrá en cuenta lo prescrito por los Reglamentos o Normativas pertinentes tanto generales como particulares de cada entidad, organismo o empresa distribuidora afectada y, en concreto, por los Reglamentos electrotécnicos de Baja y Alta Tensión, siendo responsabilidad del contratista la comprobación de que las distancias y formas de ejecución se adaptan en todos sus extremos a los citados Reglamentos.

En los tramos en los que existan este tipo de situaciones será conveniente, cuando no necesario, proteger los conductores mediante su instalación en el interior de tubos de fibrocemento u hormigón que confiera a la conducción mayor aislamiento y resistencia mecánica.

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas...) y de calzadas o vías con tránsito rodado, los cables se dispondrán siempre bajo tubos, que se rodearán de una capa de hormigón en masa de un espesor mínimo de 7 cm, ajustándose a las siguientes condiciones:

- b.1) Se colocarán en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- b.2) Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- b.3) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras si existiesen, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación. La longitud de tubo hormigonado será como mínimo de 1 metro a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre esta y la pared exterior de los tubos de protección 15 cm como mínimo.

- b.4) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso o sistema equivalente.
- b.5) La superficie exterior de los tubos dispuestos bajo calzadas distará del pavimento terminado un mínimo de 60 cm, montándose los tubos con una pendiente no menor del 3 por mil.
- b.6) Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechada de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable rellenar las juntas con un producto asfáltico.
- b.7) En los cruces con calzadas se dispondrán arquetas de registro a ambos lados de la calzada. De estas arquetas partirán a distinto nivel las canalizaciones del lado acera y del lado calzada de acuerdo con las profundidades que se ha establecido deben tener las canalizaciones en los dos casos.

#### **H) Transporte de bobinas de cables**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

## I) Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurándola con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- a) Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- b) Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de M.T. o las tres fases y el neutro de B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de M.T., bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.



Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

#### **J) Protección mecánica**

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello, en las líneas no entubadas, se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo que deberán ser cerámicos y duros, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable o grupo de cables. La anchura se incrementará en 12,5 cm por cada cable o grupo de cables que se añada en la misma capa horizontal.

#### **K) Cierre de zanjas**

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. Esta medida puede ser simplificada de acuerdo con el Director de Obra en los tramos en los que este lo considere oportuno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

## **L) Reposición de pavimentos**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

## **M) Montajes diversos**

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

## **IV. 20. 3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Este apartado determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación.

En general todos los componentes del Centro de Transformación, celdas de A.T., transformadores y demás elementos eléctricos de fuerza, deberán ajustarse a las normas de la Compañía Suministradora de la energía eléctrica.

Igualmente serán de aplicación todas las normas UNE y las prescripciones fijadas en las recomendaciones UNESA, referentes a estos temas.

Para cualquier cuestión no especificada concretamente en las normas antes aludidas, serán también de aplicación las normas C.E.I.

No obstante, el Centro de Transformación y demás componentes eléctricos no se considerarán recibidos hasta tanto no consiga el Instalador correspondiente, el visto bueno y autorización de puesta en servicio de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

Igualmente el Contratista vendrá obligado a diligenciar, cuantos proyectos parciales y documentos requiera dicha Delegación del M. de I.; quedando entendido que

sólo podrán ser objeto de cobro los recibos suplidos y justificados, no así las modificaciones, si las hubiera, de las obras o componentes que exija dicha Delegación.

### **A) Emplazamiento**

El lugar elegido para la construcción del centro debe permitir la colocación y la reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo 0,20 metros por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanqueidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

### **B) Excavación**

Para su ubicación se realizará una excavación de las dimensiones que se reflejan en el plano y un lecho de arena compactada y nivelada para la perfecta colocación del equipo prefabricado.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

### **C) Descripción y componentes**

Se compondrá de un reducido número de piezas de hormigón que, básicamente, serán:

- Una placa base.
- Placa solera principal para el asentamiento de celdas y paso del personal sustentada sobre apoyos que la separen de la placa base formando el compartimento para el paso de cables.
- Losetas para cierre de troneras no usadas en la solera.
- Cerramientos exteriores (paneles ciegos y con huecos para ventilación y puertas de trafo y de personal)

- Cubierta.
- Puerta de personal con apertura hacia el exterior y cerradura con dos puntos de anclaje.
- Tapas de acceso a transformador que integran rejillas de ventilación y mosquitero.

Las piezas estarán construidas en hormigón armado, vibrado y secado al vapor, de forma que le confieran las adecuadas propiedades mecánicas y de acabado.

Dispondrá, por lo tanto, de una puerta abisagrada para acceso del personal de apertura 180º y una tapa desmontable para acceso de cabinas, cuadros y transformador, así como rejillas de ventilación adecuadas. Al emplearse celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica del tipo monobloque, no se hace necesaria la colocación de tabiquería interior.

La cubierta estará debidamente impermeabilizada, de forma que no quede comprometida su estanqueidad, ni haya riesgo de filtraciones. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanqueidad. Tendrá la pendiente necesaria para permitir el deslizamiento de las aguas de lluvia.

#### **D) Ventilación**

El local, tal como se ha apuntado estará provisto de ventilación para la refrigeración del transformador y para evitar la condensación.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural que consistirá en una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m del suelo como mínimo , y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posibles. Podrá utilizarse también la ventilación forzada.

La superficie libre útil de las aberturas será como mínimo de 0,22 m<sup>2</sup> por cada 100 kVA instalados.

#### **E) Puertas**

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas; abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

## **F) Alimentación subterránea**

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales o tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro como mínimo 1,6 veces el diámetro del cable. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales como los descritos con anterioridad. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables y su fácil identificación. Por otra parte se tendrá en cuenta, para evitar los riesgos de corrosión de las envueltas de los cables, la posible presencia de sustancias que pudieran perjudicarles.

## **G) Alumbrado**

El C.T. estará dotado de alumbrado artificial de funcionamiento normal y de emergencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

## H) Celdas de M.T.

El conjunto de celdas prefabricadas de MT estará constituido por módulos individuales, ensamblados entre sí. La tensión máxima de servicio será 36 kV y estarán de acuerdo a las Normas y las Recomendaciones UNESA.

Se tratará de un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de uso específico, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las celdas tendrán la suficiente rigidez mecánica como para no sufrir deformación por efecto de fuerzas de origen mecánico o eléctrico, y en particular por los esfuerzos de cortocircuito.

Las celdas dispondrán de los enclavamientos eléctricos y mecánicos necesarios que impidan la realización de maniobras de riesgo, tanto para el aparellaje como para el personal de operación. Los enclavamientos mecánicos no podrán ser eliminados por un operario, siendo solidarios con los mecanismos de actuación de los elementos con los que se enclave.

Las celdas dispondrán de un conductor común de tierra al que se conectarán las carcasas metálicas y elementos de aparellaje. Dicho conductor será de cobre y se unirá en los extremos del módulo a la malla de tierra de la instalación.

Los compartimentos serán estancos y resistentes a la presión de trabajo y a las sobrepresiones existentes en caso de defectos eléctricos en los mismos. Asimismo tendrán tapas estancas desmontables en el sitio para acceder a los componentes internos sin necesidad de desplazar la celda y sin afectar a los compartimentos contiguos.

En la parte frontal de las celdas estará el compartimento de elementos de baja tensión, destinado al alojamiento del equipo de control, medida y protección. También estarán los elementos de control de gas SF<sub>6</sub>, el accionamiento y mando eléctrico del interruptor automático y los mecanismos de mando manual y eléctrico de los seccionadores de barras con sus enclavamientos correspondientes.

La señalización de la parte frontal de las celdas dispondrán de un sinóptico para mando y señalización local de la misma. Se señalará la posición conectado, desconectado de los interruptores, la indicación de muelles tensados o destensados, y la posición conectado o desconectado de los seccionadores.

Existirán indicadores de tensión formador por lámparas parpadeantes enchufables.

### **I) Conexionado B.T.**

Las conexiones de baja tensión se ajustarán a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión utilizándose conductores con las adecuadas protecciones.

Ningún circuito B.T. se situará sobre la vertical de los circuitos M.T. ni a menos de 45 cm en otro caso, excepto si se instalan tubos o pantallas metálicas de protección.

### **J) Puesta a tierra**

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra. En todos los casos, le será de aplicación, la vigente norma MIE-RAT-013.

#### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

Se dispondrán redes de tierra independientes, para las distintas tensiones, con una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup> de cobre.

Los neutros de los transformadores de potencia tendrán una toma de tierra independiente. La conexión del neutro a su toma se efectuará antes del dispositivo de seccionamiento B.T.

Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.

Se utilizarán los siguientes colores:

Tierra de herrajes: negra.

Tierra de neutros: blanca.

El tendido de la red de tierras no se deberá hacer empotrado, protegiéndose los pasos por tabiques o muros con tubo de acero.

Los aparatos o estructuras de más de 10 m de longitud se pondrán a tierra por los dos extremos.

No se intercalará en los circuitos de tierra disyuntores, fusibles o cualquier otro aparato para cortar circuitos.

Los empalmes entre pletinas y éstas al electrodo, se harán con tornillos de presión con sus tuercas, arandelas planas y growe, con tratamiento de cadmiado o galvanizado, no utilizando arandelas dentadas. La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.

Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.

Los secundarios de los trafos de medida se pondrán a tierra con hilo de la misma sección con que se hace la conexión a los aparatos.

La resistencia de paso a tierra desde cualquier punto de la instalación no deberá exceder de 10 Ohm.

Las picas de tierra serán de acero cobrizado de 14 mm de diámetro exterior y 2 m de longitud como mínimo. Se clavarán verticalmente en el terreno a una profundidad de 50 cm como mínimo. En todo caso se cumplirá lo prescrito en el apartado de cálculos de la memoria en cuanto que describa características más restrictivas que las aquí apuntadas.

No se deberán sumergir los electrodos en agua libre.

No se unirán al circuito de puesta a tierra, ni las puertas de acceso ni las ventanas y rejillas metálicas de ventilación del centro.



Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.

Los conductores de tierra podrán ser de cobre y/o acero y su sección no inferior a 35 mm<sup>2</sup> de Cu o equivalente.

Cuando la alimentación al centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.

La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

#### **K) Aislamiento**

Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

#### **L) Ensayo dieléctrico**

Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá soportarlo por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Además todo el equipo eléctrico M.T., deberá soportar durante un minuto, sin perforación ni contorneamiento, la tensión a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislamiento del centro.

Los ensayos se realizarán aplicando la tensión entre cada fase y masa, quedando las fases no ensayadas conectadas a masa.

#### **M) Instalación de puesta a tierra**

Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.

## **N) Regulación y protecciones**

Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

## **O) Transformadores**

Se medirá la acidez y rigidez del aceite de los transformadores. Se comprobará que dispone de la documentación preceptiva de ensayos en fábrica, libro de instalación y mantenimiento, etc. convenientemente cumplimentados.

## **IV. 20. 4.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN**

Comprende este apartado la ejecución de las obras y el suministro e instalación de los materiales necesarios para la construcción y montaje de las nuevas líneas de acometida, los nuevos cuadros de distribución de baja tensión y de medida y la red de distribución en baja tensión, así como para la conservación de las obras hasta la recepción definitiva, todo ello de acuerdo con la descripción que a continuación se expresa y hasta conseguir su total adecuación al contenido de los distintos documentos del Proyecto y a las órdenes de la Dirección de la obra.

### **A) Obra civil**

#### **a) Obras de tierra.**

Comprende la excavación y relleno de las zanjas para albergar los cables subterráneos de la red de baja tensión.

#### **b) Obras de fábrica.**

Comprende las protecciones mecánicas de los cables en las zanjas, la construcción de rozas, arquetas y bancadas de armarios y la reposición de paramentos, firmes y pavimentos.

### **B) Instalaciones eléctricas**

Comprenden las protecciones, cuadros, líneas y demás materiales que se relacionan en las mediciones correspondientes, las salidas en B.T. de centro de transformación, los elementos de B.T. en él instalados, los cuadros de protección y mando y las instalaciones necesarias desde las salidas de los cuadros de baja hasta los correspondientes equipos y aparatos de consumo de la instalación. Incluye los cables subterráneos y sus terminales.

### **C) Medios y obras auxiliares**

Están incluidas en la Contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución, conservación y reparación de las obras principales y para garantizar la seguridad de las mismas, tales como: herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, grúas, andamios, cimbras, entibaciones, desagües y protecciones para evitar la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, desvío o taponamiento de cauces y manantiales, extracciones de agua, agotamientos, barandillas u otros medios de protección para peatones en las excavaciones, avisos y señales de peligro durante el día y la noche, establecimiento de pasos provisionales.

### **D) Conservación de las obras**

El Contratista cuidará de la perfección, conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos menoscabos, ya sean accidentales o intencionados o producidos por el uso natural, aparezca en las obras de modo que al hacer su recepción definitiva se encuentren en estado de conservación y funcionamiento completamente aceptables a juicio de la Dirección de la obra, sin que pueda alegarse que las instalaciones hayan estado o no en servicio.

Deberá proceder al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento constructivo de las obras, sea de la clase que fuese, que haya sufrido menoscabo en su aspecto, funcionamiento, fijación o estructura resistente. La Dirección de la obra decidirá si el elemento afectado puede ser arreglado o reparado o bien totalmente sustituido por otro nuevo, teniendo que ser aceptada plenamente su decisión.

Estarán a cargo de la Contrata todos los trabajos de vigilancia, revisión y limpieza de las construcciones e instalaciones eléctricas.

Se cuidará en los armarios metálicos, la ausencia de muestras de oxidación y de abolladuras y golpes y, en general, la permanencia en su sitio de las puertas, rejillas y cerraduras, la actuación en las condiciones preestablecidas de los interruptores y funcionamiento en los aparatos de maniobra y protección, el mantenimiento del aislamiento de las instalaciones eléctricas y la ausencia de defectos de puesta a tierra, la continuidad eléctrica de los circuitos y de sus empalmes, derivaciones y conexiones, la estabilidad y permanencia de las obras de fábrica, el estado de los revestimientos y pintura de los paramentos.

## **E) Características constructivas generales y de montaje de cuadros eléctricos**

Todos los cuadros serán accesibles por delante mediante puertas provistas de juntas de neopreno para evitar la formación de depósito de polvo en el interior y cierres por llave.

Los cables de mando y señal tendrán una sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>. Todo el cableado se llevará por el interior de cajetines debidamente ranurados para la ventilación del mismo y será ejecutado con cable de cobre, con aislamiento plástico en diferentes colores, agrupándose en mazos debidamente fijados a la estructura del cuadro.

Todas las salidas de cable, salvo excepciones, estarán previstas por la parte inferior para los armarios de suelo y por la parte superior para los armarios de pared, llegando los cables exteriores hasta las regletas de bornas.

El conexionado se realizará con terminales y trozos de plástico con el color distintivo de la tensión y fase correspondiente. Asimismo, cada conductor llevará un numerador de plástico con el número correspondiente a su circuito según los esquemas desarrollados que deberán entregarse con cada cuadro antes de la recepción de la obra.

Los cuadros de control y servicios auxiliares tendrán una barra general de tierra, la cual se colocará atornillada sobre soporte fabricado a base de un trozo de pletina de cobre soldada a un soporte metálico que a su vez va fijado a la estructura, especialmente en los casos de armarios metálicos, a fin de obtener, un buen contacto eléctrico.

En los armarios que incorporen en su interior dispositivos electrónicos de control, estos deberán disponerse en zonas independientes de las zonas correspondientes a elementos de potencia, teniendo especial precaución en cablear los conductores de potencia por recorridos separados de los conductores de control y poniendo a tierra las pantallas de estos últimos en ambos extremos de la conducción.

En todos los casos se respetarán estrictamente tanto las prescripciones de los fabricantes de cada aparato como la normativa en vigor respecto a emisión e interferencias electromagnéticas.

Todos los aparatos situados en los frentes llevarán un rótulo de identificación construido en placa de plástico, con las letras grabadas en blanco sobre fondo negro y fijados mediante tornillos o pegamento de la suficiente calidad.

Para su emplazamiento en obra, los armarios de tipo suelo llevarán un zócalo metálico de robustez suficiente para poder soportar su propio peso y poder ser anclado, mediante pernos, en la obra civil, construida al efecto. Para los armarios de suelo en instalación intemperie y para los de interior que carezcan de zócalo adecuado se construirá una fundación de hormigón que tendrá como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

Las pruebas a que se someterán los cuadros en taller una vez terminados y en presencia del Ingeniero Director de las Obras si lo estima oportuno, serán las siguientes:

- Pruebas de tensión
- Pruebas de aislamiento
- Pruebas de circuitos
- Pruebas de cableado
- Pruebas de funcionamiento y puesta a punto

Una vez realizadas estas pruebas en taller, los cuadros llegarán a obra en perfecto estado de funcionamiento de forma que solamente se tenga que efectuar el conexionado a bornas de los conductores exteriores. Los cuadros eléctricos cumplirán en todos sus detalles con el reglamento electrotécnico español para baja tensión y normas UNE y DIN.

#### **F) Obras accesorias**

Será obligación de la contrata la ejecución de las obras de recibido de aparatos, mecanismos, etc. y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

#### **G) Detalles omitidos**

Todos los detalles que por su minuciosidad puedan haberse omitido en el Pliego de Condiciones y resulten necesarias para la completa y perfecta terminación de las obras, quedan a la determinación exclusiva de la Dirección de las Obras.

## H) Pruebas para la recepción

Ensayos a realizar en la instalación de baja tensión:

- 1º) Se medirá la resistencia de toma de tierra que será inferior a 50 Ohmios.
- 2º) Se comprobará la sensibilidad de los diferenciales, los cuales se dispararán con una corriente de fuga de 30 miliamperios, para alumbrado y 300 miliamperios, para fuerza.
- 3º) Se medirá el aislamiento entre conductores y entre estos y tierra, debiendo obtenerse una medición superior a 380.000 Ohmios.
- 4º) Se comprobará si los aparatos de protección termomagnética de los cuadros están correctamente regulados en función de la sección de los conductores.
- 5º) A continuación se procederá a la puesta en servicio del total de la instalación a la tensión de 230/400 V. que es la prevista para su funcionamiento definitivo

#### **IV. 21.- EQUIPOS DE FILTRADO**

##### **IV. 21. 1.- UBICACIÓN HABITUAL, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y VERIFICACIÓN DE MEDIDAS**

En instalaciones de filtrado centralizadas, a partir de la salida del colector de impulsión, después de los manguitos para evitar la transmisión de vibraciones, se coloca el colector de los filtros. A partir de este se instala el contador y la válvula de retención principal.

El conjunto se dispondrá sobre una base de hormigón armada, con esperas en los puntos de anclaje. Por esta razón es imprescindible hacer un levantamiento topográfico, con errores inferiores a 5 mm.

Se comprobará la medida de todos los elementos: filtros, colectores de entrada . salida y de desagüe, antes de conectarse.

Para evitar el deterioro de la pintura por acción directa del sol, es conveniente colocar una cubierta con suficiente altura para operar con un camión grúa, de pequeñas dimensiones.

##### **IV. 21. 2.- COLECTORES DE ENTRADA Y SALIDA. VENTOSAS**

Los colectores guardarán simetría tanto en posición como en secciones, para garantizar que los diferentes conjuntos se ensucien a la vez. Estos, además, tendrán una pequeña pendiente (inferior al 1%) para evitar la acumulación de aire.

Las secciones de entrada y salida se calcularán para velocidades inferiores a 1,5 m/s.

En los puntos de mayor altura se instalarán ventosas de triple función para cada grupo.

#### **IV. 21. 3.- PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO**

Se someterán a esta prueba todos los equipos de filtrado: Prefiltros o cazapiedras y cabezales.

##### **A) Estanqueidad**

Desde una posición de funcionamiento normal se procederá de forma progresiva al cierre de la llave de compuerta de aguas abajo; completado el cierre, se verificará la lectura de presión y la ausencia de fugas. Si los valores coinciden con los suministrados por el fabricante y no hay pérdidas de agua, se da por concluida la prueba.

##### **B) Limpieza**

Se pondrá en marcha la instalación a pleno rendimiento, ajustando la lectura en el contador con el desagüe de la válvula anticipadora de onda.

Se fijarán los valores diferenciales de presión para efectuar limpiezas y se medirá el tiempo que transcurre en los tres primeros ciclos. Se para la instalación y se abren dos filtros por cada grupo (el segundo y el penúltimo), para comprobar su grado de limpieza.

##### **C) Pérdidas de carga**

Durante la prueba de limpieza, después del ajuste del gasto, se lee la presión a la entrada y a la salida de cada grupo de filtros con la ayuda de los manómetros de la instalación, y, se verifica que el valor sea igual o inferior al declarado por el fabricante.

#### **IV. 21. 4.- PRUEBA DE LIMPIEZA Y ANÁLISIS DE AGUA FILTRADA**

Consiste en recoger y analizar un conjunto de muestras del volumen necesario en envase esterilizado. Los puntos y momentos de recogida son:

- Una muestra antes de los filtros.
- Una muestra después de cada uno de los 3 primeros ciclos de limpieza.
- Una muestra del agua de lavado después de cada uno de los 3 ciclos ya citados, justo cuando empiece a eliminarse agua con suciedad manifiesta.

Con las 7 muestras se hace un análisis de sólidos en suspensión y de turbidez en un laboratorio.



#### **IV. 22.- ENSAYOS Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES**

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por la Dirección de Obra, previa realización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales de este Pliego de Condiciones, serán abonados por el Contratista.

#### **IV. 23.- CASO EN QUE LOS MATERIALES NO SEAN DE RECIBO**

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene la Dirección de Obra.

#### **IV. 24.- ORDEN DE LOS TRABAJOS**

La marcha simultánea o sucesiva de la construcción de las diversas partes de la obra, será objeto del estudio por el Contratista y culminará en una propuesta a la Dirección de la Obra para recabar la preceptiva autorización.

Si la Dirección estimase que debe procederse a la simultaneidad de varias actividades, el Contratista vendrá obligado al estudio de un nuevo plan que permita la simultaneidad antes aludida.

En todo caso, la contrata deberá someter a la Dirección de Obra el Plan de ejecución que se propone seguir, ateniéndose al mismo una vez aceptado.

#### **IV. 25.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS NO ESPECIFICADAS EN EL PRESENTE**

##### **CAPÍTULO**

La ejecución de las unidades de obra del presente Proyecto que no figuran en este P.P.T., se hará de acuerdo con lo especificado por la normativa vigente, o en su defecto, con lo que ordene el director de las obras, dentro de la buena práctica para obras similares, así como a lo ordenado en los P.P.T. vigentes.

## **CAPITULO V.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

## **V. 1.- CONDICIONES GENERALES**

La valoración de las obras se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutada, los precios unitarios que para cada una de las mismas figuran en el Cuadro de Precios Nº 1 que figura en el presupuesto, afectados por los porcentajes de contrata y baja de licitación en su caso. A la cantidad resultante se añadirá el Impuesto sobre el Valor Añadido vigente.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Prescripciones Técnicas. Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados, afectados por el proceso de ejecución de las obras, construcción y mantenimiento de cambios de obra, instalaciones auxiliares, etc. Igualmente, se encuentran incluidos aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra.

Están incluidos también en el precio de las unidades de obra y no son, por tanto, de abono, los gastos de establecimiento de todos los medios de protección que sean necesarios.

Asimismo están incluidos en el precio de las unidades, los gastos generales, de contratación, inspección, replanteo, liquidación, vigilancia no técnica, y reconocimiento de materiales, análisis, pruebas y ensayos (en su parte proporcional dentro de cada unidad de obra, siempre y cuando ésta no supere el 1% del presupuesto de ejecución por contrata de la obra).

La medición del número de unidades que han de abonarse se realizará en su caso de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que la Dirección Facultativa consigne.

Para la medición de las distintas unidades de obra, servirán de base las definiciones contenidas en los planos del proyecto, o sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

La valoración de las obras añadidas o detraídas, de las modificaciones realizadas se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutadas, los precios unitarios que para cada una de ellas figuren en el Cuadro de Precios N° 1.

Cuando en la liquidación o medición de las obras por causa de modificaciones, suspensión, resolución o desistimiento, se constatará la ejecución incompleta de unidades incluidas en el contrato y dentro de los programas de trabajos establecidos, El Contratista tendrá derecho al abono de la parte ejecutada, tomándose como base única para la valoración de las obras elementales incompletas, los precios que figuren en el Cuadro de Precios N° 1.

En caso de que en el desarrollo de las obras se observara la necesidad de ejecutar alguna unidad de obra no prevista en dicho cuadro, se formulará por la Dirección Facultativa el correspondiente precio de la nueva unidad de obra, sobre la base de los precios unitarios del cuadro de precios y su descomposición. En este supuesto, los precios y los rendimientos contradictorios se deducirán (por extrapolación, interpolación o proporcionalidad) de los datos presentes en los anexos al contrato, siempre que sea posible. En caso de discrepancia se recurrirá al arbitraje previsto en las cláusulas generales del contrato. En todo caso, el abono en cuestión exigirá la previa conformidad escrita de la Dirección de Obra.

## **V. 2.- DEMOLICIONES**

Este artículo se refiere a la aplicación del precio de demolición de obras de fábrica macizas.

Éste será aplicable única y exclusivamente a cualquier obra de fábrica existente que sea preciso demoler a fin de realizar la obra, así como a la demolición de firmes de las carreteras y caminos existentes y a la demolición en los cruces con acequias.

Este precio comprende la mano de obra y las operaciones necesarias para la demolición de las obras indicadas, incluso la carga y transporte a vertedero de los productos resultantes.

### **V. 3.- DESBROCES**

Este artículo se refiere a la aplicación del precio correspondiente al desbroce del manto vegetal.

El precio comprende las operaciones de despeje, desbroce y excavación de todo tipo de vegetación y tierras, incluidos en el primer estrato de suelo hasta una profundidad libre de materia orgánica, no incluye la carga y el transporte de dichos productos a vertedero.

En caso de que el Contratista vea conveniente quemar todo o parte del material resultante lo podrá hacer sin que ello sea inconveniente para cumplir el párrafo anterior con los restos.

### **V. 4.- EXCAVACIONES Y DESMONTES**

Todas las unidades de obra de excavación, explanación y desmonte se medirán en volumen por metros cúbicos.

La medición se calculará por diferencia según el eje de las zanjas entre los perfiles naturales obtenidos del estado previo del terreno antes de la excavación y los deducidos de las secciones definidas en los planos de proyecto o en sus modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa, y descontando el volumen de desbroce realizado previamente.

El cálculo de volúmenes se realizará en base a las anchuras de base de excavación y taludes definidas en las secciones tipo de los planos proyecto, adoptando como profundidades de tierra y roca excavadas los datos reales tomados del movimiento de tierras realizado y aprobado.

El contratista viene obligado a poner en conocimiento de la Dirección Facultativa la aparición de roca en las excavaciones, tanto en explanaciones y desmonte como en apertura de zanjas, con objeto de que pueda definirse la superficie de separación tierra - roca que sirva para efectuar las mediciones correspondientes. La no observancia a la Dirección Facultativa llevará consigo que se cubique como si fuese tierra toda la excavación realizada. El precio de excavación de zanja en roca se aplicará cuando toda

ella se efectúe sobre este tipo de material. Este precio incluye todos los materiales y medios necesarios para la excavación, incluso explosivos.

No se medirá ni abonará ningún exceso que el Contratista realice sobre los volúmenes que se deduzcan de los datos contenidos en los planos y órdenes que reciba de la Dirección Facultativa antes del comienzo o en el curso de la ejecución de las mismas. Además deberá rellenar a su costa, el sobreecho de excavación con la clase de obra de fábrica que la Dirección de Obra ordene. En las zanjas y excavación de cimientos, los taludes y anchura que servirán para efectuar la cubicación de abono al Contratista serán, para cualquier clase de terreno, los marcados en los planos. Los perfiles del Proyecto se comprobarán o modificarán al efectuarse el replanteo de las obras y al pie de las diversas hojas figurará la conformidad del Ingeniero Director y del Contratista o de las personas en quienes deleguen estos. Durante la ejecución de las obras se sacarán cuantos perfiles transversales se estimen necesarios, firmándose igualmente las hojas por ambas partes. No se admitirá ninguna reclamación del Contratista sobre el volumen resultante que no esté en las hojas anteriormente citadas.

El precio de la excavación en el vaso de la balsa corresponde a la excavación de los materiales que sobresalen de las superficies de explanación de las distintas partes de la obra.

En el caso del precio de excavación en zanja, para colocación de tuberías, el precio incluye la excavación, carga y transporte, así como la compactación de la solera de la zanja para tubería. No será de abono los nichos para mejor colocación de la juntas.

En los precios de la excavación, están incluidos todos los gastos originados por las operaciones que a continuación se indican:

- a) La excavación propiamente dicha.
- b) El empleo de explosivos, si fuese necesario puntualmente.
- c) Las entibaciones y apuntalamientos necesarios.
- d) Los agotamientos de agua, en tanto la excavación se encuentre abierta
- e) La carga y descarga de los productos de excavación.
- f) El transporte de éstos, hasta límites fijados por la Dirección de Obra.
- g) El depósito de terraplenes, rellenos, caballeros o vertederos y su acondicionamiento.

- h) El refino de taludes de desmonte, saneo de rocas y apeos con obra de fábrica si fuese necesario.
- i) La formación de retallos, dientes, plataformas y toda preparación de la superficie, de acuerdo con las prescripciones de éste Pliego, o en su defecto, la Dirección de Obra.
- j) Los andamios, escalas y demás elementos necesarios para mantener el acceso a las excavaciones durante los trabajos hasta su recepción definitiva.

Se entenderán siempre incluidos en los precios unitarios de las excavaciones, todas las cunetas, canalones, pozos de recogida de aguas y todos los gastos de instalación, mantenimiento y retirada de las bombas y tuberías necesarias para mantener en seco las excavaciones.

El precio total que figura en el Cuadro de Precios Nº 1, no sufrirá modificación, cualquiera que resulte ser la distancia de transporte en cualquier fase de la obra, ni por razón puramente de recorrido, ni por razón de pendiente en las rampas de acceso a vertedero.

Se incluye también en el precio el establecimiento de barandillas y otros medios de protección que sean necesarios; la instalación de señales de peligro, tanto durante el día como durante la noche; el establecimiento de pasos provisionales durante la ejecución de las obras tanto de peatones como de vehículos, el apeo y reparación de las conducciones de agua, teléfonos, electricidad, saneamiento y otros servicios y servidumbres que se descubran al ejecutar las excavaciones para terminar completamente la unidad de obra y dejar el terreno inmediato en las condiciones preexistentes.

Así pues, entran en los precios de las excavaciones toda clase de protecciones necesarias para evitar daños a las obras ejecutadas y a cualquier instalación de la Administración o de terceros, así como las medidas de seguridad necesarias o convenientes, para evitar riesgos al personal que pueda transitar en la zona de alcance de las piedras proyectadas por los explosivos. El precio se aplicará sea cual sea el tipo de terreno a excavar sin que el Contratista pueda argumentar dureza del mismo para conseguir ningún tipo de aumento.

En el precio de las excavaciones a cielo abierto en explanaciones está incluido el costo de la compactación de la explanada, hasta conseguir cumplir las especificaciones marcadas para ésta en el Presente P.P.T. y en el documento de Planos.

En caso de desprendimientos o riesgo de los mismos en los taludes de la excavación efectuada, el Contratista dispondrá los medios humanos y mecánicos necesarios para la retirada de los materiales desprendidos y/o para el saneo de la zona atendiendo las órdenes de la Dirección Facultativa. Estos medios no serán de abono, ni tampoco los desperfectos ocasionados por el desprendimiento sobre materiales existentes en acopio o tajos en curso (encofrados, hormigonados, etc.) ni serán atendibles alteraciones en el plazo por dicha causa salvo autorización expresa por escrito de la Dirección Facultativa.

#### **V. 5.- RELLENOS Y TERRAPLENES**

La medición de los rellenos y terraplenes será en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de relleno y terraplén consolidado y terminado y se establece por diferencia entre el perfil del terreno primitivo y el de la sección de relleno terminada.

Sólo se abonarán volúmenes entre perfiles completamente terminados y compactados.

En el precio del metro cúbico (m<sup>3</sup>) de relleno y terraplén se incluyen todas las operaciones y costes derivados de la operación en su totalidad y que abarca: cánones y costes de compra de material, transporte, carga y transporte desde acopios intermedios de obra, rampas de acceso a la excavación, vertido, extensión y compactación. Igualmente incluye las operaciones de seleccionado o criba del material cuando se exija o sea necesario.

Este precio se aplica también al relleno de tierra vegetal que deberá realizarse, cuando así se exija en Planos, en la última carga de relleno. Esta operación incluye todas las operaciones necesarias para esta unidad de obra.

Por último en esta unidad se incluye expresamente los costes de reposición del terreno en sus condiciones originales, con retirada de piedras, explanación y remoción de tierras.



#### **V. 6.- CUNETAS DE HORMIGÓN**

Se medirá por metro lineal realmente ejecutados al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 del Presupuesto atendiendo al cumplimiento de las dimensiones, espesores y rasantes especificados en los planos.

El precio incluye el hormigón H-25 encofrado, fabricación, transporte y puesta en obra, elementos de fijación y colocación de las piezas en su lugar.

#### **V. 7.- REFINO DE TALUDES**

Se medirán y abonarán los metros cuadrados de taludes realmente refinados, de acuerdo con las operaciones señaladas en dicho artículo.

El precio incluye todas las operaciones mecánicas de refino y formación de cunetas en la coronación de los taludes en su caso, ajustándose a las rasantes definidas en los planos o por la Dirección, así como la retirada de piedras mayores de 10 cm.

#### **V. 8.- TERMINACIÓN Y REFINO DE CORONACIONES DE TALUDES**

Se medirán por m<sup>2</sup> en proyección horizontal sobre planos de la superficie realmente ejecutada y se abonará a los precios correspondientes en el Cuadro de Precios Nº1.

El precio incluye todas las operaciones mecánicas de refino y formación de cunetas en su caso, ajustándose a las rasantes definidas en los planos o por la Dirección, así como la retirada de piedras mayores de 10 cm.

#### **V. 9.- HINCAS**

Se entiende por metro lineal de tubería de hincas a la colocada mediante el uso del equipo de perforación longitudinal de una tubería de hormigón armado o acero especial de un determinado diámetro interior.

Se medirá por metro lineal realmente ejecutado y totalmente terminado.

Se abonarán por metro lineal a los precios del Cuadro de precios número dos, estando incluido en dichos precios la adquisición de material, su transporte a obra, su colocación, excavación y extracción de tierras al pozo de ataque, así como la soldadura de uniones entre tubos.

## **V. 10.- OBRA DE COMPACTACIÓN**

Se medirán los metros cúbicos m<sup>3</sup> de terreno realmente construidos y se valorarán a los precios unitarios expresados en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1 del Presupuesto.

#### **V. 11.- ESCOLLERAS**

Se refiere este artículo a la aplicación de los precios que hacen referencia a encachados de piedra, escolleras, gaviones y zahorra.

Se medirán por los metros cúbicos o toneladas realmente colocadas de cada uno de los materiales colocados.

El precio comprende el costo de todas las operaciones necesarias para su obtención, carga, transporte, descarga y colocación de acuerdo con los planos y las condiciones exigidas en el presente Pliego.

En el caso de los gaviones también comprende la adquisición, transporte, manejo, colocación, llenado y cierre de los gaviones de acuerdo con el presente Pliego.

#### **V. 12.- AGLOMERADOS**

Se medirán por Tm o  $\text{cm}^2$  realmente ejecutados a los precios del Cuadro de Precios Nº1. La sección de abono será la teórica de los planos y mediciones, debiendo el Contratista recabar la autorización de la Dirección Facultativa para cualquier exceso debido a saneos localizados no previstos en proyectos.

Cuando el abono se haga por Tm su medición se hará por vales de pesada sobre camión.

#### **V. 13.- RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE**

Se medirán por  $\text{m}^3$  realmente ejecutados según la sección definida en los planos del proyecto y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº1.

El precio incluye, el material, transporte, extendido y compactación según las condiciones de Proyecto.

#### **V. 14.- VIALES**

Se refiere este artículo a la aplicación de los precios correspondientes a las unidades de obra necesarias para la realización de los viales de la balsa de regulación, del Cuadro de Precios.

Los precios incluyen el suministro de materiales, los equipos y la mano de obra necesarios para la terminación de las obras de acuerdo con las especificaciones de este Pliego.

Las mediciones se harán de acuerdo con los volúmenes o áreas de material de firme y de tratamiento realmente colocadas y aprobadas por el Ingeniero Director.

#### **V. 15.- MARCAS VIALES**

Para su medición y abono se aplicará el artículo 700 del PG-3.

#### **V. 16.- SEÑALES DE CIRCULACIÓN**

Para su medición y abono se aplicará el artículo 701 del PG-3.

#### **V. 17.- OBRAS DE HORMIGÓN**

Serán de abono al adjudicatario las obras de fábrica ejecutadas con arreglo a condiciones y con sujeción a planos del Proyecto o las modificaciones introducidas por la Dirección Facultativa en el replanteo o durante la ejecución de la misma, que constarán en los planos de detalle y órdenes escritas.

Se abonarán por su volumen real en m<sup>3</sup> o superficie real en m<sup>2</sup> de obra completamente terminada, cualquiera que sea el tipo de dosificación de este y cualquiera que sea la procedencia de los materiales empleados, de acuerdo con lo que se especifica en los correspondientes precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1. Así pues, en los precios de las distintas clases de hormigón están incluidos el cemento, el aditivo, en su caso, el vibrado, así como todas las operaciones de preparación, transporte, ejecución, curado y terminación. También quedan incluidos los encofrados necesarios.

En ningún caso será de abono los excesos de obra que por conveniencia u otras causas ejecute el Adjudicatario. Los precios incluyen la parte proporcional de trabajos adicionales que se requieran.

El precio de m<sup>3</sup> de hormigón en solera y zapatas incluye los excesos de medición que sea preciso realizar en los casos en que la existencia de fuerzas horizontales obligue a hormigonar contra el terreno natural, por ser de abono el encofrado teórico correspondiente.

También incluye la parte proporcional de los trabajos requeridos para la colocación de juntas de dilatación y estanqueidad, sujeción y correcto hormigonado de tuberías, etc.

En el caso del hormigón de solera, el precio del m<sup>3</sup>, incluye la formación de pendiente así como la realización si fuere necesario, de canaletas de recogida.

También incluye, en su caso, el acabado en fratasado liso y con espolvoreo de cemento.

Igualmente se incluyen los costes propios de las labores de curado.

El precio de hormigón en regularización se abonará donde haya sido precisa su utilización por existir armaduras que deban quedar limpias de barro o tierra del fondo de las excavaciones y en cualquier caso solo se abonará el volumen correspondiente a un espesor de 10 cm, salvo que la Dirección de obra indicara otra cosa en algún punto determinado.

El precio de hormigón en masa en cimientos y soleras, se aplicará tanto a las cimentaciones situadas bajo el nivel de las soleras o explanaciones en su caso, como a las soleras que vayan directamente sobre las explanaciones.

En caso de duda de aplicación de precios de hormigones se seguirá el criterio aplicado en las mediciones y valoración del presente Proyecto.

## **V. 18.- ACERO EN ARMADURAS**

La medición del acero en armaduras se realizará por la suma de las longitudes de las armaduras desarrolladas de las barras empleadas, clasificadas según su diámetro, transformando a las longitudes resultantes en kilogramos de peso, mediante la relación que para cada diámetro existe entre aquellas dos magnitudes.

Se abonará al precio correspondiente al Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1, en el que se incluye, además de lo especificado en el apartado V.1. del presente Pliego, los materiales que se empleen en la sujeción de las armaduras y la mano de obra necesaria para

emplearlos, recortes, solapes y despuntes no indicados expresamente en los planos y la mano de obra necesaria para realizarlos.

#### **V. 19.- ACERO EN MALLAS ELECTROSOLDADAS**

En el caso del acero en mallazo electrosoldado para armado de forjados y soleras se medirá por m<sup>2</sup> previstos en planos y/o mediciones debidamente autorizadas y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1 del Presupuesto, incluyendo colocación, solapes, pérdidas, despuntes, atados, separadores, rigidizadores y soportes.

#### **V. 20.- ACERO EN PERFILES LAMINADOS**

La medición del acero en perfiles laminados se realizará transformando las longitudes colocadas en kilogramos de peso, mediante la relación que para cada perfil existe entre aquellas dos magnitudes.

En el precio queda incluido, además de lo especificado en el apartado V.1. del presente Pliego, los materiales empleados en sujeción, soldaduras, remates, solapes y la mano de obra necesaria para realizarlos.

#### **V. 21.- CHAPA ESTRIADA DE ACERO EN TAPAS DE ARQUETAS**

Se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente colocados, con el espesor mínimo indicado en el presente Proyecto, en las condiciones de servicio determinadas por la Dirección de Obra, incluyendo todos los elementos de anclaje y cierre necesarios, y las operaciones precisas para su correcta ejecución y buen funcionamiento.

#### **V. 22.- ACERO EN PERFILES ANGULARES Y EN CHAPA**

Se abonará por Kilogramos (kg) de acero, medidos por pesada de báscula oficial y en el precio se incluyen todos los elementos de unión y secundarios necesarios para su colocación y especialmente en la chapa, el tratamiento especial anticorrosivo que se define en el presente Pliego.

En caso de que fuera difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonará mediante medición teórica, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en las normas UNE.

- Para el peso de la chapa, se tomará como peso específico del acero el siete kilogramos ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm<sup>3</sup>).

### **V. 23.- FÁBRICA DE LADRILLO O BLOQUE**

Las fábricas de ladrillo o bloque se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados medidos sobre los planos autorizados. Los precios incluyen los ladrillos o bloques y sus piezas especiales, morteros, hormigones de relleno, armaduras, mano de obra, medios auxiliares y, en general, todos los elementos necesarios para la correcta terminación de la unidad de obra, a juicio de la Inspección Facultativa. Los precios incluyen además los trabajos singulares de unión con los pilares y bordes de huecos con los aparejos, que se definen en los planos.

Solamente se abonarán aparte, los excesos de armaduras sobre los indicados en los Planos, motivados por órdenes expresa de la Inspección de obra.

Serán a descontar los huecos ocupados por ventanas, puertas o cualquier tipo de hueco en la obra.

Cuando el título del Precio indique el empleo de bloques y mortero coloreados, la modificación de color por parte de la Inspección Facultativa, no supondrá variación alguna en el importe de abono que figure en el Cuadro N<sup>o</sup>1.

### **V. 24.- ALICATADOS**

La medición y valoración se realizará por metro cuadrado realmente ejecutado, descontando huecos. Se incluirán cortes, piezas especiales de todo tipo, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, considerando la unidad totalmente acabada y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1 del Presupuesto.

### **V. 25.- ENFOCADOS**

La medición y valoración se efectuará siguiendo los criterios expuestos en los enunciados contenidos en cada partida relativa a este tipo de trabajos, en los que se definen los diversos factores contabilizados (tipo de mortero, de paramento a revestir, exigencias de acabado, descuento o no de huecos, empleo de medios auxiliares y elementos de seguridad, etc.) para entregar el elemento terminado, en condiciones de

servicio, y que influyen, lógicamente, en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 del Presupuesto.

#### **V. 26.- FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO**

Se medirá por m<sup>2</sup> de superficie ejecutada entre caras interiores de muros o vigas de apoyo, descontando huecos de cualquier tipo, incluyendo encofrado y desencofrado, vertido, vibrado y medios auxiliares. Se seguirán los criterios reflejados en las mediciones. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 del Presupuesto.

#### **V. 27.- BORDILLOS**

Se medirán por metros lineales realmente colocados, e indicados en los planos y se abonarán a los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº1 del Presupuesto.

No habrá precio adicional para las piezas curvas, especiales y de bordillo rebajado.

#### **V. 28.- PINTURA EN PAREDES Y TECHOS**

Se medirá por m<sup>2</sup> realmente realizados al precio del Cuadro de Precios Nº1 que incluye en su caso la limpieza previa sea cual sea el origen de la suciedad, y la aplicación del número de capas según especificación del apartado correspondiente del Pliego y Planos, todo ello efectuado por un profesional de la pintura industrial debidamente acreditado ante la Dirección Facultativa.

Igualmente incluye todos los medios anteriores como son compresores, andamiajes (cualquiera que sea su envergadura), protección de elementos existentes contra las manchas, calefactores, etc.

#### **V. 29.- CUBIERTAS**

La medición y valoración se efectuará por m<sup>2</sup> medido en verdadera magnitud, que es el criterio expuesto en los enunciados contenidos en cada partida que constituye la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores contabilizados (tipo de chapa o panel para la formación del faldón y cobertura, tipo de protección industrial de las chapas, parte proporcional de solapes, accesorios de fijación, piezas especiales, encuentros con paramentos, empleo de medios auxiliares y elementos de seguridad, etc.)



para entregar el elemento terminado y en condiciones de servicio y que, obviamente, influyen en el precio descompuesto resultante. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N°1 del Presupuesto.

### **V. 30.- COMPUERTAS**

Se medirán por unidad de compuerta colocado, instalado, probado y puesta en funcionamiento indicado en los planos y se abonarán a los precios indicados en el Cuadro de Precios N°1 del Presupuesto. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para la colocación con las condiciones estipuladas en el presente Pliego.

### **V. 31.- ELEMENTOS METÁLICOS VARIOS**

Los elementos metálicos varios, como rejillas, enrejados metálicos de cubrición, escaleras de pates, etc. se abonarán por el peso efectivo que resulte, fijándose este contradictoriamente entre la Dirección de Obra y el Contratista, pesando el material directamente.

No obstante lo establecido en el párrafo anterior, el Contratista no tendrá derecho a que se le abone el peso real de los materiales metálicos cuando no excedan del dos por ciento (2%) del que se calcule, aplicando la densidad ( $7,85 \text{ Kp/dm}^3$ ) correspondiente de dichos materiales al volumen deducido de las dimensiones fijadas para las distintas piezas en el proyecto. Si el exceso entre el peso real y el calculado fuese mayor del dos por ciento (2%) y menor del seis por ciento (6%), se abonará al adjudicatario el peso calculado aumentando en el cuatro por ciento (4%).

Los precios del kilogramo (kg) de los diversos materiales metálicos que figuran en el Cuadro de Precios N° 1, comprenden el costo de adquisición y toda clase de gastos hasta su colocación en obra, montaje y materiales necesarios para instalación y pintura.

### **V. 32.- EQUIPOS DE BOMBEO, FILTROS Y CALDERINES**

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios del Proyecto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este Pliego de Condiciones Facultativas y comprendan el suministro, y transporte, manipulación y empleo de los materiales, cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observación de las prescripciones contenidas en este Pliego del Proyecto, respecto al montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado; pintura necesaria, pruebas y demás operaciones que deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación del recibo.

### **V. 33.- LÁMINAS IMPERMEABLES Y FIELTROS**

Se refiere este artículo a la aplicación de los precios correspondientes a la geomembrana, al geocompuesto de refuerzo y a la geored drenante, del Cuadro de Precios.

La lámina de impermeabilización de la balsa se medirá y abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>). La medición se hará sobre la superficie realmente cubierta, abonándose al precio que figura en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1 para esta unidad. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para la colocación con las condiciones estipuladas en el presente Pliego, los solapes soldaduras, uniones y materiales de todo tipo que se precisen.

El fieltro geotextil entre la lámina impermeabilizante y el terreno se medirá y abonará por metros cuadrados. La medición tendrá lugar exactamente como en el caso de lámina impermeable, abonándose al precio que figura en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1 para esta unidad.

Los filtros para las zanjas de drenaje están incluidos en las citadas unidades, por lo que no será objeto de abono. Los filtros para otras aplicaciones en la obra se medirán y abonarán por metros cuadrados realmente colocados. La medición tendrá lugar sobre las superficies cubiertas una vez extendidos los filtros.

Los precios de los filtros incluyen todas las operaciones necesarias para su colocación, solapes, cosidos, recortes y los materiales precisos.

#### **V. 34.- TUBERÍAS A PRESIÓN**

Se medirá por metros lineales realmente instalada según longitudes teóricas de planos y mediciones de proyecto o modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa y se abonarán a los precios que figuran en Cuadro de Precios N°1 entendiéndose incluida la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, descarga, trasiego, colocación, nivelación, cortes necesarios, perfilados de los bordes cortados o defectuosos, limpieza del enchufe, lubricación del extremo liso, colocación de la junta de goma, acople de las tuberías y pruebas de estanqueidad a presión con los contrarrestos y modificaciones provisionales necesarias.

También va incluido en este precio la localización y excavación manual adicional necesaria para dejar al descubierto instalaciones coincidentes con la zanja o con las que haya de conectarse, así como la conexión y desmontaje de piezas, tuberías y contrarrestos necesarios para realizarla.

#### **V. 35.- TUBERIAS SIN PRESIÓN**

Se medirá por metros lineales realmente instalada y probada según longitudes teóricas de planos y mediciones de proyecto o modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa y se abonarán a los precios que figuran en Cuadro de Precios N°1 entendiéndose incluida la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, descarga, trasiego, colocación, nivelación, cortes necesarios, perfilados de los bordes cortados o defectuosos, limpieza del enchufe, lubricación del extremo liso, colocación de la junta de goma, acople de las tuberías y pruebas de estanqueidad a presión con los contrarrestos y modificaciones provisionales necesarias. También va incluido en este precio la localización y excavación manual adicional necesaria para dejar al descubierto instalaciones coincidentes con la zanja o con las que haya de conectarse, así como la conexión y desmontaje de piezas, tuberías y contrarrestos necesarios para realizarla.

### **V. 36.- ACCESORIOS DE TUBERÍAS**

Todos los accesorios (codos, té, manguitos, empalmes, ventosas, etc.) se medirán por unidades realmente instaladas según especificaciones de proyecto o Dirección Facultativa, a los precios señalados para cada una en el Cuadro de Precios Nº1, que incluyen la carga y transporte desde los lugares de acopio a los tajos, su colocación y los medios auxiliares, como juntas y tornillería bicromatada.

### **V. 37.- VÁLVULAS Y VENTOSAS**

Se abonarán por unidad realmente colocada en obra, según los Planos y especificaciones del presente Proyecto.

En el precio se incluyen todos los materiales y operaciones necesarias para su correcta colocación y prueba sujeta a la aprobación de la Dirección de Obra.

### **V. 38.- APARATOS DE MEDIDA Y CONTROL**

Los caudalímetros se abonarán a los precios del Cuadro de Precios Nº1, teniendo en cuenta su diámetro, caudal y timbraje.

Los precios de los caudalímetros incluirán todos los elementos especificados en el Capítulo IV, montaje, pruebas y acoplamiento o fijación a la tubería. Así mismo, incluyen la pintura anticorrosiva.

### **V. 39.- ANCLAJES, SOPORTES, CONTRARRESTOS DE HORMIGÓN Y METÁLICOS**

Se medirán por unidades realmente ejecutadas según las especificaciones en los planos o según las órdenes de la Dirección Facultativa y se abonará a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº1, incluyendo dichos precios tanto las posibles excavaciones localizadas, los anclajes de hierro efectuados con redondo de armar, los encofrados en madera cepillada, el hormigón correspondiente totalmente colocado y el galvanizado en caliente de los contrarrestos metálicos, así son la tornillería bicromatada y las juntas de asiento que fueran necesarias.

### **V. 40.- ELECTRICIDAD**

Se refiere este apartado a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios Nº1 que hacen referencia a las líneas eléctricas, a las instalaciones eléctricas en la posición de válvulas, instalaciones eléctricas en la estación de bombeo y las acometidas de línea eléctrica en CT.

Estos equipos se medirán por unidades completamente instaladas y en funcionamiento y se abonarán al precio que figura en el citado Cuadro.

El precio comprende el coste de todas las operaciones necesarias para su completa y correcta instalación, incluidas pruebas, de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego.

#### **V. 41.- IMPACTO AMBIENTAL**

Se refiere este artículo a la aplicación de los precios del Cuadro de Precios correspondientes a las unidades de obra necesarias para corregir o minimizar los impactos medioambientales negativos del presente proyecto.

Se medirán por unidades realmente y completamente ejecutadas y se abonarán al precio correspondiente.

#### **V. 42.- PARTIDAS ALZADAS DE ABONO ÍNTEGRO**

Estas partidas se abonarán en su integridad por el importe que figura en el Presupuesto, una vez cumplidos los requisitos de ejecución y plazo previstos, afectadas por la baja de adjudicación correspondiente.

#### **V. 43.- ACOPIOS**

A solicitud de la Contrata son abonables a los precios de material a pie de obra, que figure en el Proyecto, las armaduras y todos aquellos materiales que, ni por la acción de los agentes exteriores, ni por el transcurso del tiempo, ni por cualquier imprevisto, puedan sufrir daño o modificación de las condiciones que deban cumplir. Para la valoración, se tomará solo el porcentaje que establezca la Dirección de Obra, en función del riesgo de deterioro. Este porcentaje no superará nunca el 75 %.

Para realizar dicho abono será necesaria la constitución previa del correspondiente aval, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Contratación.

#### **V. 44.- OBRAS NO AUTORIZADAS Y OBRAS DEFECTUOSAS**

No será objeto de valoración ningún aumento de obra sobre el previsto en los Planos y en el P.P.T., que se deba a la forma y condiciones de la ejecución adoptadas

por el contratista. Asimismo, si éste ejecutase obras de dimensiones mayores que las previstas en el proyecto., obras no previstas en dicho Proyecto, con independencia de la facultad de la Dirección de Obra de poder optar por obligarle a efectuar las correcciones que procedan, o admitir lo construido tal y como haya sido ejecutado, no tendrá derecho a que se le abone suma alguna por los excesos en que por tales motivos hubiera incurrido.

No le será de abono al contratista mayor volumen, de cualquier clase de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

Cuando sea preciso valorar alguna obra defectuosa, pero admisible a juicio, de la Dirección Facultativa determinará el precio o partida de abono debiendo conformarse el Contratista con dicho precio salvo en el caso en que, encontrándose dentro del plazo de ejecución, prefiera rehacerla a su costa con arreglo a condiciones y sin exceder de dicho plazo.

#### **V. 45.- ABONO DE LAS OBRAS**

Se cumplirá lo especificado en el Capítulo III del PCAG, o el que legalmente lo sustituya.

#### **V. 46.- ABONO DE OBRA INCOMPLETA**

Cuando por rescisión de la contrata o por cualquier causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán para hacer valoraciones, los precios de los Cuadros N<sup>os</sup> 1 y 2, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra descompuesta en forma distinta a como aparece fraccionada en dicho cuadro.

En ningún caso tendrá derecho el Contratista a que se modifiquen los precios de dichos Cuadros, fundándose en insuficiencia de los mismos, en omisión de cualquiera de los elementos que intervienen en el precio total o en cualquier otra causa, que si se alega, no será tomada en consideración.

#### **V. 47.- PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Se cumplirá lo especificado en la Cláusula 60 del PCAG, o el que legalmente lo sustituya.

#### **V. 48.- MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO**

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas a cada uno de ellos en los Pliegos de Condiciones del Concurso y del Proyecto.

El Contratista se atenderá, en todo caso, a lo que por escrito ordene la Dirección Facultativa quien podrá señalar al Contratista, un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados.

#### **V. 49.- MATERIALES SOBANTES**

La propiedad no adquiere compromiso ni obligación de comprar o conservar los materiales sobrantes después de haberse ejecutado las obras, o los no empleados al declararse la rescisión del contrato.

#### **V. 50.- OBRAS ACCESORIAS**

Se considerarán como obras accesorias todas aquellas que, no teniendo proyecto detallado, se juzgue construir durante el plazo de ejecución, verificándose su abono por unidad de obra ejecutada, con arreglo a los precios consignados en el Cuadro correspondiente, o a los que contradictoriamente se fijen si no figuran en él.

#### **V. 51.- MEDIOS AUXILIARES**

En caso de rescisión por incumplimiento del Contrato, por parte del Contratista, los medios auxiliares del Constructor podrán ser utilizados libres y gratuitamente por la Dirección de Obra para la terminación de las obras.

Si la rescisión sobreviniese por otra causa, los medios auxiliares del Constructor podrán ser utilizados por la Dirección de Obra, hasta la terminación de las obras, gratuitamente, si la cantidad de obra ejecutada no alcanzase a los cuatro quintos de su totalidad.

En cualquier caso todos estos medios auxiliares quedarán de propiedad del Contratista, una vez terminadas las obras, pero ningún derecho tendrán a reclamación alguna por los desperfectos a que su uso haya dado lugar.

## **V. 52.- CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES**

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta y a retirar al fin de las obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacén, cobertizos, caminos para acceso, silos, etc.

Todas estas obras estarán sometidas a la aprobación de la Dirección de Obra, en lo que se refiere a su ubicación, cotas, etc., y en su caso, en cuanto al aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija.

Sin previo aviso y en un plazo de treinta días, a partir de éste, si la Contrata no hubiese procedido a la retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc. después de la terminación de la obra, la Dirección de Obra puede mandarlo retirar por cuenta del Contratista.

## **V. 53.- CARTELES DE OBRA**

También correrán por cuenta del contratista la elaboración y colocación de carteles indicativos de la obra según las directrices de la dirección facultativa (diseño, información, ubicación, soportes, número de carteles, etc.).

## **V. 54.- MEDICIÓN Y ABONO DE PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR, DE TRABAJOS POR ADMINISTRACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Para la valoración de la unidades de obra no previstas en el proyecto, se concertarán previamente a su ejecución, Precios Contradictorios entre el Adjudicatario y la Dirección Facultativa, en base a criterios similares a los del Cuadros de Precios, y si no existen, en base a criterios similares a los empleados en la elaboración de las demás unidades del Proyecto. En caso de no llegarse a un acuerdo en dichos precios, prevalecerá el criterio de la Dirección Facultativa, la cual deberá justificar técnicamente su valoración.

A todos los efectos se utilizarán como Precios Unitarios, los recogidos en el Anexo correspondiente de la Memoria o del Pliego de Cláusulas Económico-Administrativas, que pasarán a formar parte del Contrato.



También podrá la Dirección Facultativa, cuando lo estime conveniente, ordenar por escrito al Adjudicatario, la realización inmediata de estas Unidades de obra, aunque no exista acuerdo previo en los precios, dejando esta valoración a posteriori. Siempre será necesario, que quede constancia escrita de esta orden y el Adjudicatario quedará obligado a presentar por escrito en el plazo de cinco días desde dicha orden, justificación de la valoración de la unidad, sobre cuya valoración se aplicará lo dispuesto en el primer párrafo de este artículo.

En el caso de ejecución de Unidades de obra o Trabajos por Administración, así como en los de ayudas a otros gremios no previstos en el cuadro de precios de este Proyecto, o en los contradictorios que se acuerden previamente entre Dirección Facultativa y Adjudicatario, se utilizarán como precios unitarios, los recogidos en el Anexo correspondiente de la Memoria o del Pliego de Cláusulas Económico-Administrativas.

Sobre estos precios, no se aplicarán más coeficientes que los recogidos en dicho Anexo, no admitiéndose ningún tipo de sobreprecio o coeficiente de administración.

Para el abono de estos trabajos será condición absolutamente necesaria, la presentación de partes diarios, con especificación de la mano de obra, maquinaria, materiales empleados, y la firma diaria de conformidad, de la Dirección Facultativa o de su representante autorizado, cuya copia se incluirá en las Certificaciones de abono. Sin dicha firma de conformidad, el Adjudicatario no podrá exigir abono alguno, y estará a la valoración, que en su caso, dictamine la Dirección Facultativa.

Sevilla, diciembre de 2012.

El Ingeniero Autor del Proyecto,

Conforme,

Vº Bº,

Fdo.: D. Manuel Rodríguez  
Seco Herrera  
Ingeniero Agrónomo

Fdo.: D. Juan Darío Casero Montes  
Sbdtor. Proyectos y Obras

Fdo.: D. Alberto Pulgar Zayas  
Director Técnico