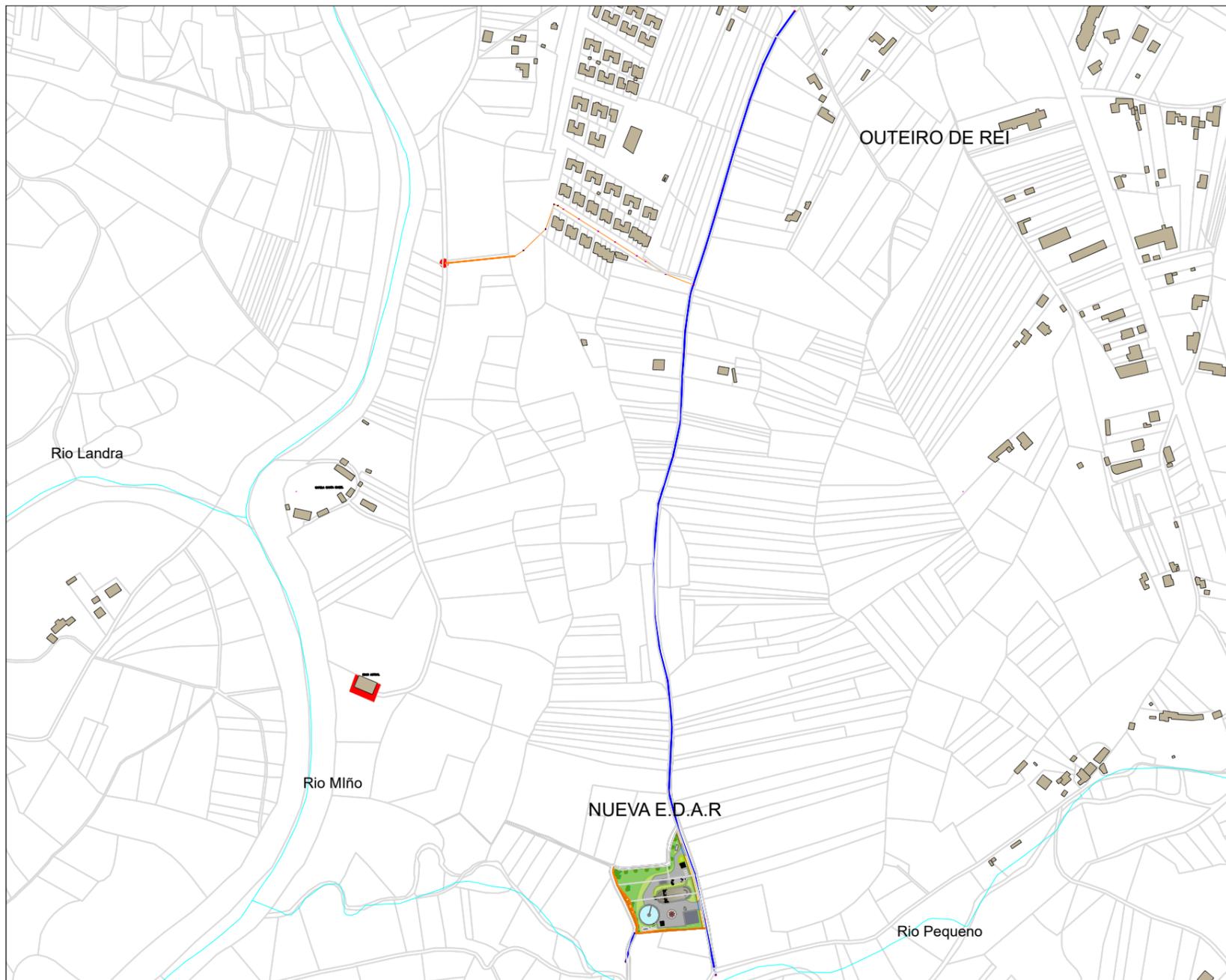




PROYECTO FIN DE MÁSTER DE LA TITULACIÓN: "MÁSTER EN  
INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS"



SANEAMIENTO EN EL CONCELLO DE  
OUTEIRO DE REI (LUGO)

SANITATION IN THE TOWN HALL OF  
OUTEIRO DE REI (LUGO)

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE  
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

UBICACIÓN:

OUTEIRO DE REI (LUGO)

FECHA:

FEBRERO 2023

AUTOR DEL PROYECTO:

JAIME LUIS  
LLATAS VÁSQUEZ

X

TUTOR DEL PROYECTO:

GONZALO  
MOSQUEIRA MARTÍNEZ



## ÍNDICE GENERAL

### DOCUMENTO Nº.1: MEMORIA Y ANEJOS

- 1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA
- 1.2. ANEJOS
  - ANEJO Nº.1: ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES PREVIAS
  - ANEJO Nº.2: ESTUDIO DE POBLACIÓN Y CAUDADALES
  - ANEJO Nº.3: CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFÍA
  - ANEJO Nº.4: HIDROLOGÍA
  - ANEJO Nº.5: ESTUDIO HIDRÁULICO
  - ANEJO Nº.6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
  - ANEJO Nº.7: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
  - ANEJO Nº.8: TRAZADO
  - ANEJO Nº.9: MOVIMIENTO DE TIERRAS
  - ANEJO Nº.10: EDAR
  - ANEJO Nº.11: CÁLCULOS HIDRAULICOS
  - ANEJO Nº.12: CÁLCULOS MECÁNICOS CONDUCCIONES
  - ANEJO Nº.13: CÁLCULOS ESTRUCTURALES
  - ANEJO Nº.14: SUMINISTRO DE SERVICIOS
  - ANEJO Nº.15: URBANIZACIÓN EDAR
  - ANEJO Nº.16: EXPROPIACIONES
  - ANEJO Nº.17: IMPACTO AMBIENTAL
  - ANEJO Nº.18: REPOSICION Y SERVICIOS AFECTADOS
  - ANEJO Nº.19: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
  - ANEJO Nº.20: GESTION DE RESIDUOS

ANEJO Nº.21: PLAN DE OBRA

ANEJO Nº.22: REMATE Y TERMINACIÓN E LAS OBRAS

ANEJO Nº.23: JUSTIFICACION DE PRECIOS

ANEJO Nº.24: PRESUPUESTO ADMINISTRACIÓN

ANEJO Nº.25: CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

ANEJO Nº.26: REVISION DE PRECIOS

ANEJO Nº.27: REPORTAJE FOROGRÁFICO

### DOCUMENTO Nº.2: PLANOS

### DOCUMENTO Nº.3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO Nº.4: PRESUPUESTO

- 4.1. MEDICIONES
- 4.2. CUADROS DE PRECIOS
  - 4.2.1. CUADRO DE PRECIOS Nº.1
  - 4.2.2. CUADRO DE PRECIOS Nº.2
- 4.3. PRESUPUESTO
  - 4.3.1. PRESUPUESTOS PACIALES
  - 4.3.2. PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL
  - 4.3.3. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN



# DOCUMENTO Nº.3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



## ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE AS ACTUACIONES PROYECTADAS.....6	3.6. CANTERAS ..... 20
1.1. RED SANEAMIENTO .....6	3.7. MATERIAL DE RELLENO SELECCIONADO Y COMPACTADO ..... 20
1.2. BOMBEO SANTA ISABEL .....6	3.8. ZAHORRA ARTIFICIAL ..... 20
1.3. EDAR.....6	3.9. EMULSIONES BITUMINOSAS ..... 21
1.3.1. PRETRATAMIENTO.....7	3.10. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE ..... 21
1.3.2. TRATAMIENTO SEUNDARIO .....10	3.11. ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES..... 22
1.3.3. TRATAMIENTO TERCARIO.....11	3.12. JUNTAS DE DILATACIÓN..... 22
1.3.4. TARATAMIENTOS DE FANGOS.....12	3.13. JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN..... 23
1.3.5. EDIFICIO DE LLEGADA.....12	3.14. AGUA..... 23
1.3.6. EDIFICIO DE SOPLANTES.....13	3.15. CEMENTOS ..... 23
1.3.7. EDIFICIO DE CONTROL.....13	3.16. ADITIVOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES..... 24
1.3.8. URBANIZACION.....14	3.17. HORMIGONES Y MORTEROS..... 26
1.4. DEMOLICIÓN EDAR ACTUAL.....14	3.18. MADERAS A EMPLEAR EN MEDIOS AUXILIARES ..... 28
Se prevé una partida alzada para la demolición de la actual EDAR y acondicionamiento de la zona cuando se ponga en funcionamiento la nueva depuradora.....14	3.19. ENCOFRADOS ..... 29
2. CONDICIONES GENERALES Y DE RELACIÓN CON EL CONTRATISTA .....14	3.20. ACERO EN ARMADURAS PASIVAS ..... 29
2.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO.....14	3.21. ACEROS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS ..... 29
2.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LA OBRA .....14	3.22. MALLAS ELECTROSOLDADAS ..... 30
2.3. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DOCUMENTOS.....15	3.23. BORDILLO DE HORMIGÓN ..... 30
2.4. DIRECCIÓN DE LA OBRA.....16	3.24. TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)..... 30
2.5. FUNCIONES DEL DIRECTOR.....16	3.25. TUBERÍAS DE PVC..... 32
2.6. DIRECCIÓN AMBIENTAL DE LA OBRA .....16	4.1. CONDICIONES GENERALES..... 33
2.7. PERSONAL DEL CONTRATISTA .....17	4.2. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO DE LAS OBRAS ..... 33
2.8. ÓRDENES AL CONTRATISTA.....17	4.3. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS..... 34
3.1. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES .....18	4.4. ESPACIOS NECESARIOS PARA LAS OBRAS..... 34
3.2. UTILIZACIÓN DE MATERIALES QUE APAREZCAN COMO CONSECUENCIA DE LAS OBRAS Y EXCAVACIONES 19	4.5. INSTALACIONES, ACCESOS Y OBRAS AUXILIARES. .... 34
3.3. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN ESTE PLIEGO.....19	4.6. MAQUINARIA Y EQUIPOS..... 35
3.4. MATERIALES QUE NO CUMPLAN LAS CONDICIONES DE ESTE PLIEGO .....19	4.7. MANO DE OBRA ..... 37
3.5. RECEPCIÓN DE MATERIALES Y ENSAYOS.....19	4.8. CONDICIONES EN QUE DEBEN COLOCARSE ACOPIOS A PIE DE OBRA..... 37
	4.9. COMIENZO DEL PLAZO DE LAS OBRAS Y PROGRAMA DE TRABAJOS..... 37
	4.10. PRECAUCIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS..... 38
	4.11. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN ..... 39
	4.12. VIGILANCIA A PIE DE OBRA ..... 39



4.13.	TRABAJOS NOCTURNOS .....	39	4.24.5.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	45
4.14.	TRABAJOS INÚTILES Y DEFECTUOSOS .....	39	4.24.6.	LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN .....	47
4.15.	TRABAJOS NO AUTORIZADOS.....	40	4.24.7.	MEDICIÓN Y ABONO .....	47
4.16.	UNIDADES NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO .....	40	4.24.8.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	47
4.17.	PRESCRIPCIÓN GENERAL PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	40	4.25.	RELLENO CON MATERIAL DRENANTE .....	47
4.18.	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE LAS OBRAS .....	40	4.25.1.	4.25.1 DEFINICIÓN .....	47
4.19.	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE TERRENO A CIELO ABIERTO.....	41	4.25.2.	MATERIALES.....	48
4.19.1.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	41	4.25.3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	49
4.19.2.	4.19.2 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	41	4.25.4.	MEDICIÓN Y ABONO .....	50
4.19.3.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO.....	41	4.25.5.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	50
4.20.	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN ZANJAS Y POZOS.....	41	4.26.	CRUCE CON SERVICIOS ENTERRADOS.....	50
4.20.1.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	41	4.27.	HORMIGONES .....	50
4.20.2.	4.20.2 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	42	4.27.1.	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS .....	50
4.20.3.	4.20.3 CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO.....	42	4.27.2.	CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE .....	52
4.21.	DEMOLICIONES.....	42	4.27.3.	UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	53
4.22.	TERRAPLÉN Y RELLENO CON MATERIAL PROCEDENTE DE DESMONTE O EXCAVACIÓN .....	43	4.27.4.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	53
4.22.1.	CONDICIONES GENERALES .....	43	4.28.	JUNTAS DE DILATACIÓN Y ESTANQUEIDAD .....	53
4.22.2.	MATERIALES .....	43	4.29.	MORTEROS.....	54
4.22.3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	43	4.29.1.	CONDICIONES GENERALES.....	54
4.22.4.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	43	4.29.2.	CARACTERÍSTICAS .....	54
4.22.5.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO.....	43	4.29.3.	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO .....	54
4.23.	TERRAPLÉN Y RELLENO DE MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMOS.....	43	4.29.4.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO .....	54
4.23.1.	CONDICIONES GENERALES .....	43	4.29.5.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	54
4.23.2.	MATERIALES .....	43	4.30.	ACEROS.....	54
4.23.3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	44	4.30.1.	GENERALIDADES .....	54
4.23.4.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	44	4.30.2.	BARRAS Y ROLLOS DE ACERO CORRUGADO SOLDABLE.....	55
4.23.5.	4.23.5 CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO.....	44	4.30.3.	ALAMBRES CORRUGADOS Y ALAMBRES LISOS.....	57
4.24.	SUELO SELECCIONADO PARA EXPLANADAS.....	44	4.30.4.	CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE.....	58
4.24.1.	DEFINICIÓN.....	44	4.30.5.	UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	59
4.24.2.	ZONAS DE LA EXPLANADA.....	44	4.30.6.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	60
4.24.3.	MATERIALES .....	44	4.31.	CANALIZACIONES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRANEAS.....	60
4.24.4.	EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	45	4.31.1.	ZANJAS Y CANALIZACIONES .....	60



4.31.2.	CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO .....	60	4.36.4.	UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	69
4.31.3.	CABLE ENTUBADO .....	61	4.36.5.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	70
4.31.4.	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS .....	61	4.37.	TUBERÍAS DE PVC (PVC-U) .....	70
4.31.5.	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES .....	62	4.37.1.	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS .....	70
4.31.6.	TENDIDO DE CABLES .....	63	4.37.2.	CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE .....	73
4.31.7.	PROTECCIÓN MECÁNICA .....	64	4.37.3.	UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	74
4.31.8.	SEÑALIZACIÓN .....	64	4.37.4.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	74
4.31.9.	IDENTIFICACIÓN .....	64	4.38.	TUBERÍAS DE POLIETILENO .....	74
4.31.10.	CIERRE DE ZANJAS .....	64	4.38.1.	CONDICIONES GENERALES .....	74
4.31.11.	PUESTA A TIERRA .....	64	4.38.2.	MATERIAL .....	74
4.31.12.	MONTAJES DIVERSOS .....	64	4.38.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	77
4.32.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO .....	64	4.38.4.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	77
4.32.1.	CONDICIONES GENERALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	64	4.38.5.	ESPESOR DE PARED Y SUS TOLERANCIAS .....	78
4.32.2.	ACABADO DE SUPERFICIES .....	66	4.38.6.	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS .....	79
4.32.3.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	66	4.38.7.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	79
4.32.4.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO .....	66	4.38.8.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE TUBOS EN CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS .....	79
4.33.	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS .....	67	4.38.9.	REQUISITOS FUNCIONALES .....	80
4.33.1.	TRANSPORTE .....	67	4.38.10.	MARCADO .....	81
4.33.2.	MONTAJE .....	67	4.38.11.	CONTROL DE RECEPCIÓN .....	81
4.34.	ARQUETAS DE HORMIGÓN .....	67	4.38.12.	CRITERIOS DE MEDICIÓN Y ABONO .....	81
4.34.1.	DEFINICIÓN .....	67	4.39.	ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE POLIETILENO .....	81
4.34.2.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	68	4.39.1.	MATERIAL .....	81
4.34.3.	CRITERIOS DE MEDICIÓN Y ABONO .....	68	4.39.2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	82
4.35.	IMPERMEABILIZACIÓN DE TRASDÓS DEL MURO .....	68	4.39.3.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	83
4.35.1.	DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS PARTIDAS DE OBRA EJECUTADAS .....	68	4.39.4.	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS .....	86
4.35.2.	CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN .....	68	4.39.5.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	87
4.35.3.	UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	69	4.39.6.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE TUBOS EN CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS .....	87
4.35.4.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	69	4.39.7.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE TUBOS EN CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS .....	88
4.36.	PAVIMENTO DE BALDOSA .....	69	4.39.8.	MARCADO .....	88
4.36.1.	DEFINICIÓN .....	69	4.39.9.	EMBALAJE .....	89
4.36.2.	CONDICIONES GENERALES .....	69	4.39.10.	CRITERIOS DE MEDICIÓN Y ABONO .....	89
4.36.3.	CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN .....	69	4.40.	TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL (FD) .....	89



4.40.1.	NORMATIVA .....	89	4.44.3.	UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	97
4.40.2.	DESCRIPCIÓN .....	89	4.45.	CARPINTERÍA Y ELEMENTOS AUXILIARES DE PRFV .....	97
4.40.3.	DIMENSIONES.....	89	4.45.1.	DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE MATERIALES EN OBRA .....	97
4.40.4.	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS .....	90	4.45.2.	MEDICIÓN Y ABONO .....	97
4.40.5.	TOLERANCIAS .....	90	4.46.	ENFOSCADO MAESTREADO Y FRATASADO CON MORTERO.....	98
4.40.6.	PRUEBAS EN FÁBRICA.....	90	4.46.1.	CONDICIONES GENERALES.....	98
4.40.7.	REVESTIMIENTOS. Revestimiento interno: .....	90	4.46.2.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	98
4.40.8.	MARCADO.....	91	4.46.3.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	99
4.40.9.	UNIONES.....	91	4.46.4.	CONTROL DE EJECUCIÓN .....	99
4.40.10.	DIÁMETRO NOMINAL .....	92	4.46.5.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO .....	99
4.41.	TUBERÍAS DE POLIPROPILENO.....	92	4.47.	CARPINTERÍA METÁLICA .....	100
4.41.1.	MATERIAL .....	92	4.47.1.	CONDICIONES GENERALES.....	100
4.41.2.	DIÁMETRO NOMINAL.....	92	4.47.2.	MATERIALES.....	100
4.41.3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS.....	92	4.47.3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	100
4.41.4.	DIMENSIONES.....	92	4.47.4.	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO .....	100
4.41.5.	PRESIONES DE TRABAJO ADMISIBLES .....	93	4.47.5.	CONTROL DE EJECUCIÓN .....	100
4.41.6.	TABLA DE PRESIONES DE TRABAJO .....	93	4.47.6.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	100
4.42.	TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE.....	94	4.47.7.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO .....	100
4.42.1.	MATERIAL .....	94	4.48.	PINTURAS.....	100
4.42.2.	DIÁMETROS .....	94	4.48.1.	CONDICIONES GENERALES.....	100
4.42.3.	ESPESOR DE LAS TUBERÍAS.....	94	4.48.2.	MATERIALES.....	101
4.42.4.	RADIO MÍNIMO .....	94	4.48.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN .....	101
4.42.5.	UNIONES.....	94	4.48.4.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	101
4.42.6.	EJECUCIÓN Y CONTROL EN FÁBRICA .....	94	4.48.5.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	101
4.43.	FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN.....	95	4.48.6.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO .....	101
4.43.1.	MATERIALES .....	95	4.49.	FÁBRICA DE LADRILLO.....	101
4.43.2.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	95	4.49.1.	MATERIALES.....	101
4.43.3.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	95	4.49.2.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	101
4.43.4.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO.....	95	4.49.3.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	102
4.44.	CARPINTERÍA DE ALUMINIO .....	96	4.49.4.	CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO .....	102
4.44.1.	DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS PARTIDAS DE OBRA EJECUTADAS .....	96	4.50.	ZAHORRA ARTIFICIAL .....	102
4.44.2.	CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN .....	97	4.50.1.	DEFINICIÓN .....	102



4.50.2. MATERIALES .....	102	4.54. PINTURAS PARA SEÑALIZACIÓN.....	141
4.50.3. TIPO Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL.....	104	4.54.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS .....	141
4.50.4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	104	4.54.2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE .....	143
4.50.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	106	4.54.3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	143
4.50.6. TRAMO DE PRUEBA .....	107	4.54.4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	143
4.50.7. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA .....	107		
4.50.8. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN .....	108		
4.50.9. CONTROL DE CALIDAD.....	108		
4.50.10. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE.....	110		
4.50.11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD .....	111		
4.50.12. NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	111		
4.50.13. CONDICIONES DE MEDICIÓN Y ABONO.....	112		
4.51. FIRMES.....	112		
4.51.1. SUB-BASE GRANULAR.....	112		
4.51.2. PAVIMENTOS DE HORMIGÓN .....	113		
4.52. BORDILLOS.....	117		
4.52.1. LIGANTES BITUMINOSOS.....	118		
4.52.2. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE.....	119		
4.53. CUBIERTAS.....	140		
4.53.1. MATERIALES .....	140		
4.53.1.1. Hormigón aligerado.....	140		
4.53.1.2. Baldosas.....	140		
4.53.1.3. Materiales bituminosos de impermeabilización .....	140		
4.53.1.4. Armaduras .....	140		
4.53.1.5. Láminas bituminosas .....	140		
4.53.2. EJECUCIÓN.....	140		
4.53.2.1. Impermeabilización. Membrana con protección de solado, visitable .....	141		
4.53.3. CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	141		
4.53.3.1. Control de los materiales .....	141		
4.53.3.2. Control de ejecución.....	141		
4.53.4. NORMATIVA .....	141		
4.53.5. MEDICIÓN Y ABONO.....	141		



## 1. DESCRIPCIÓN DE AS ACTUACIONES PROYECTADAS

### 1.1. RED SANEAMIENTO

**COLECTOR NORTE:** Conducción PVC 630 mm, de longitud 1190 metros, que parte de la red existente en la Rúa C y recoge las aguas residuales del núcleo de población de Outeiro de Rei para llevarlas a la nueva EDAR. Para el diseño de esta red se ha tenido en cuenta las ITOHG (Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia) por lo que el criterio de pendiente mínimo para este diámetro de tuberías es de 0,4 % en apoyos granulares.

**COLECTOR SUR:** Conducción PVC 630 mm, de longitud 76 metros, que parte de la red existente que discurre paralela al río Pequeno y recoge las aguas que provienen sobre todo de los polígonos industriales y de los núcleos población del sur oeste de Outeiro de Rei para llevarlas a la nueva EDAR. Para el diseño de esta red se ha tenido en cuenta las ITOHG (Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia) por lo que el criterio de pendiente mínimo para este diámetro de tuberías es de 0,4 % en apoyos granulares.

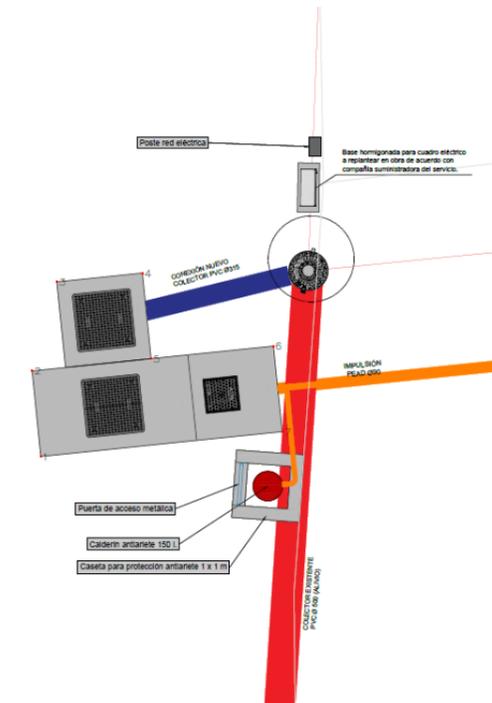
**EMISARIO:** Conducción PVC 630 mm, de longitud 46 metros, que parte del pozo de salida de agua depurada hasta conectar a la red existente para llevar las aguas depuradas al actual punto de vertido en el Río Miño.

**IMPULSIÓN:** Conducción de PEAD 90 mm, de longitud 375 metros, que parte del nuevo bombeo proyectado en Santa Isabel y rompe carga en el pozo 10 del colector norte, que se dirige a la EDAR. Entre el PK 0+020 y el PK 0+075 esta tubería se coloca embebida en un hormigón por la escasa profundidad a la que está proyectada. El resto de la tubería está a una profundidad mayor que de un metro.

### 1.2. BOMBEO SANTA ISABEL

La altura prevista del pozo prefabricado es de 2,81 metros, y será prefabricado de PRFV. En él se instalarán dos bombas de potencia nominal 7 Kw con impulsor tipo triturador, capaces de elevar un caudal de 4,20 l/s a una altura manométrica de 20,62 mca (para la altura geométrica máxima). Y se instalará un nuevo cuadro eléctrico.

Además, se instalará un calderín antiarriete de volumen 150 litros, para evitar las depresiones a lo largo de la conducción en régimen transitorio. Se conectará a la impulsión común del bombeo, mediante una válvula de corte de fundición, DN100, una reducción DN100-



DN80, una tubería de FD 80 mm y una pieza en T a 90°, DN 80 mm. El calderín antiarriete se alojará en una caseta de bloque construida in-situ, para su protección frente a actos vandálicos.

### 1.3. EDAR

La tecnología de depuración elegida para la estación depuradora propuesta son los fangos activos de aireación prolongada. El agua residual, tras una etapa de pretratamiento, se introduce en una cuba de aireación, o reactor biológico, en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos, denominado "licor mezcla". Las condiciones aerobias en el reactor se logran mediante el empleo de aireadores mecánicos (turbinas o eyectores) o aireadores por difusión (difusores de membrana principalmente). El sistema de aireación, además de oxigenar, permite la homogeneización del licor mezcla, evitando la sedimentación de los flóculos.



Se muestra a continuación el tratamiento en detalle propuesto:

### a. Tratamiento del Agua Residual

#### 1) Pretratamiento

- ✓ Pozo de gruesos (desbaste de grandes sólidos)
- ✓ Desbaste de Gruesos
- ✓ Bombeo de Cabecera
  - Aliviadero
- ✓ Medición de Caudal
- ✓ Desbaste de Finos
- ✓ Desarenado/Desengrasado
  - By-pass

#### 2) Tratamiento secundario

- ✓ Reactor Biológico – Aireación Prolongada
- ✓ Decantación Secundaria
- ✓ Recirculación de fangos
  - Medición Caudal Bombeo de Recirculación
- ✓ Medición de caudal. Canal Parshall.

#### 3) Tratamiento terciario

### b. Tratamiento de los fangos

#### 1) Fangos en Exceso

- ✓ Producción de fangos
  - Medición Caudal Bombeo de Fangos en Exceso

#### 2) Espesamiento por Gravedad

- ✓ Espesador de Fangos

#### 3) Deshidratación de Fangos

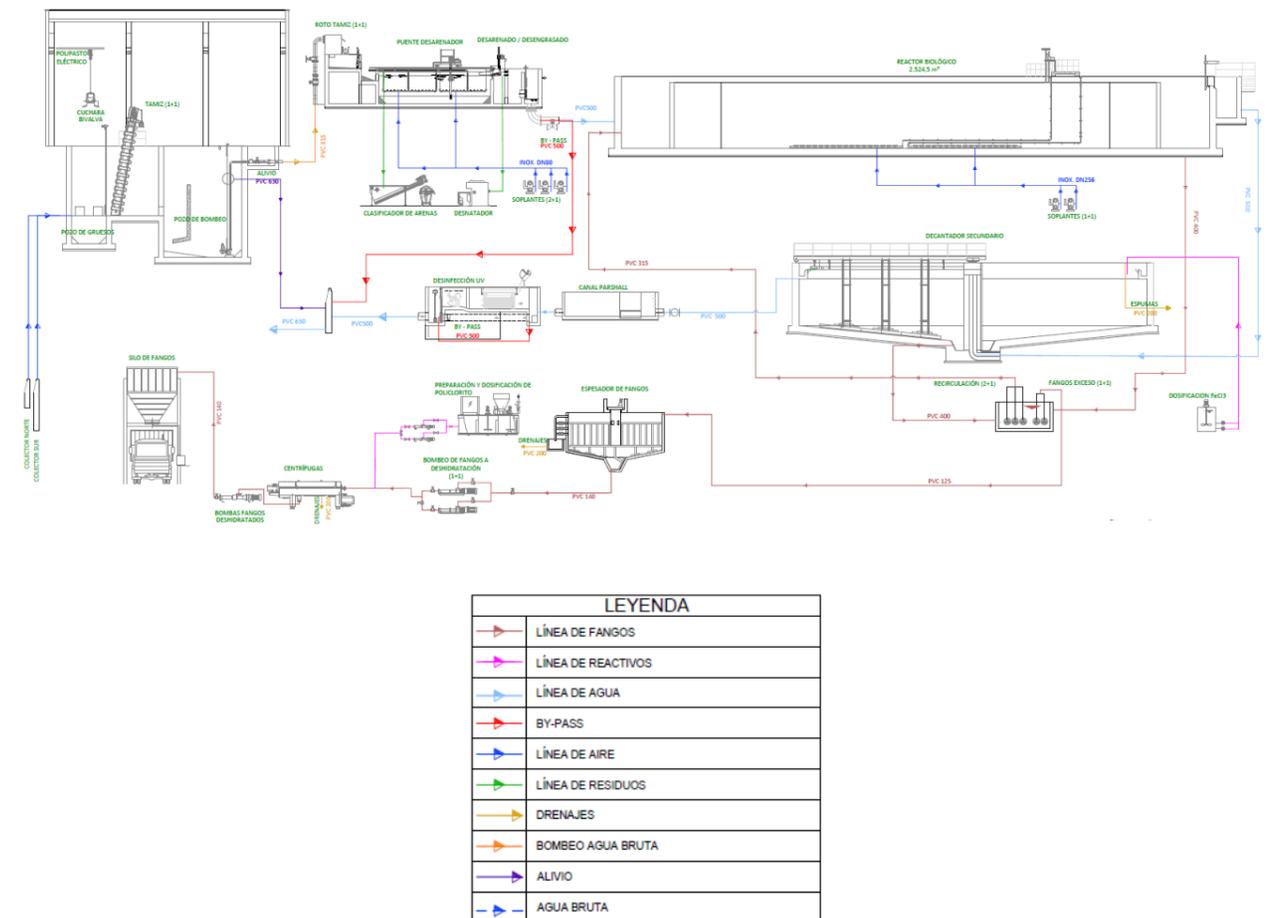
- ✓ Centrífuga
- ✓ Acondicionamiento Químico de Fangos

### c. Tratamiento terciario

#### 1) Medición de Caudal

### 2) Desinfección

- ✓ Desinfección mediante UV



#### 1.3.1. PRETRATAMIENTO

Para someter el Agua Residual a los Procesos Biológicos propiamente dichos, se deben realizar operaciones de separación física de materiales que se encuentran en suspensión en las aguas brutas.

En esta EDAR dadas las características previstas de las Aguas Residuales se plantea una Separación de Grandes Sólidos dado que, aunque no se prevé la llegada masiva de grandes sólidos sí pueden aparecer y dado que la llegada del colector se produce en la parte baja de la Parcela se considera necesaria.



A continuación, el Agua Residual se someterán a un desbaste de Gruesos, mediante Reja Automática instalada sobre un Canal de Desbaste dimensionado adecuadamente. La ventaja sustancial de la Reja Automática es su funcionamiento autónomo y la posibilidad de activarse mediante temporizador, al superarse cierto valor establecido de pérdida de carga, o mediante un sistema combinado de temporización y pérdida de carga, lo cual evita obstrucciones en este elemento que hagan que se para el proceso por atascos indeseados.

Dada las características de la parcela y la ubicación de llegada el Colector de Agua Residual a la EDAR, se debe introducir un Bombeo de Cabecera.

En el Pozo de Bombeo de Agua Bruta se sitúa el Aliviadero principal de la EDAR, garantizando de esta forma que en caso de alivio este se producirá habiendo sido retenidos una buena parte de los sólidos.

Tras la impulsión del Agua Residual hasta la parte más elevada de la Parcela de la EDAR, esta se somete al desbaste de Sólidos Finos mediante Tamiz rotatorio ubicado previo a la entrada al Desarenador/Desengrasador.

A continuación del desbaste de gruesos y finos, el agua residual exenta de sólidos en suspensión se somete a las operaciones combinadas de Desarenado y Desengrasado.

**POZO DE GRUESOS:** El pozo se ha dimensionado para un tiempo de retención de 2,1 min (>1 min) y una relación de longitud anchura de 1. Por lo tanto, el pozo tiene de dimensiones 2,5x2,5 m y un caldo de 2. Debido a los colectores norte y sur llegan a este pozo con una profundidad considerable el fondo del pozo estará a en +380.5 y la tapa tipo trámex en la cota 387,5 siendo necesario un polipasto con cuchara bivalva para extraer el material retenidos.

**DESBASTE DE SÓLIDOS GRUESOS:** Para cumplir con esta misión se proyecta dos canales de desbaste justo después del pozo de gruesos con rejillas de desbaste automáticas autolimpiantes. Cada canal tiene un ancho de 50 cm y su fondo se encuentra a la cota + 382.5 por lo que tienen una altura de 5 m.

Las rejillas automáticas se complementarán con un tornillo transportador – compactador para almacenar los residuos extraídos en un contenedor.

**BOMBEO A CABECERA:** El Canal de Desbaste vierte a un Pozo de Cabecera donde se instalarán 3 Bombas Sumergibles de Aguas Residuales, para que el bombeo de cabecera funcione en alternancia de 2+1, es decir pueden llegar a poder funcionar 2 bombas (arrancando en Cascada) para poder dar el Caudal Máximo de la EDAR (356,20 m³/h), quedando una en reserva.

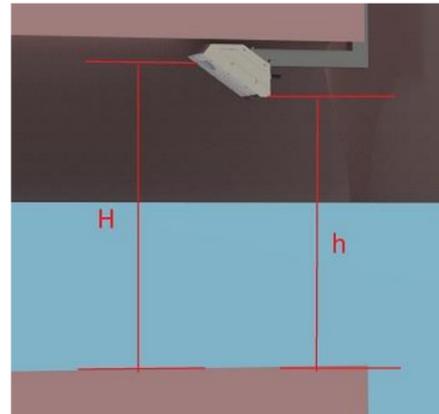
Este modo de funcionamiento viene de considerar 2 puntos de trabajo para el Bombeo de Cabecera, a Caudal Medio (91,05 m³/h) y a Caudal Máximo (356,20 m³/h), de forma que se obtienen dos curvas de funcionamiento, con una bomba a caudal medio y con dos bombas a caudal máximo.

Las bombas se alternarán las 3 en función del número de horas de funcionamiento y del número de arranques de forma que el desgaste de las 3 bombas sea similar, es decir, el sistema de automatización del funcionamiento del bombeo de Cabecera hará que las 3 bombas siempre tengan un número de horas similar y un número de arranques similar.

Se opta por un pozo de Bombeo de dimensiones de sección rectangular de 6,00 x 6,00 metros y una altura útil de 5,5 metros, de forma que tendremos un Volumen total (Vt) de 198 m³. Teniendo en cuenta que el volumen total (Vt) es suma del volumen residual (Vr) más el volumen útil (Vu), donde el volumen residual es el comprendido entre la solera y la parada mínima de las bombas (en nuestro caso la altura mínima es de 0,50 m) nos da que el Volumen Útil es:

$$Vu = Vt - Vr = 78 - (6 \times 6 \times 0,5) = 194,7 \text{ m}^3$$

Además, de proyecta un aliviadero a la salida de la EDAR a cota +383,5 en casos de averías en la planta. Este aliviadero consiste en una tubería de PVC 630 donde se instalará un caudalímetro de radar F3 utiliza tecnología de radar de microondas para lograr una medición de caudal de agua simple y rápida.



Consideraciones generales para el F3:

- diámetro de la tubería > 500 mm.
- Nivel de agua MÁXIMO a la cara inferior del radar > 100 mm. (si se verá afectada la medición de nivel < 100 mm).
- El medidor tiene clasificación IP68, se puede sumergir en agua. Pero una vez que esté dentro del agua, el sistema registra que la tubería está llena.
- Se sugiere el montaje en contracorriente.

**DESBASTE DE FINOS:** EL agua bombea llega directamente a unos rototamices de dimensiones del tambor de 630 mm. de diámetro y ancho 960 mm., la lámina de agua máxima aguas arriba de la Reja que alcanzaría sería de 0,056 m, es decir 5,59 cm. Se proyectan 2 en funcionamiento 1+1 (uno de reserva).

**DESARENADOR:** A continuación del desbaste de gruesos y finos, el agua residual exenta de sólidos en suspensión, se realizan combinadas las operaciones de Desarenado y Desengrase.

Los parámetros de diseño adecuados para el proceso conjunto de Desarenado y Desengrasado son:

- Carga hidráulica a  $Q_{\text{máx}}$ :  $\leq 25 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$
- Velocidad horizontal:  $< 0,15 \text{ m/s}$
- Tiempo de retención hidráulica a  $Q_{\text{máx}}$ :  $\geq 5 \text{ min}$

- Relación longitud-anchura: valor típico: 3:1 – 5:1
- Relación anchura-profundidad: valor típico: 1,5-1
- Profundidad: 2-5 metros

Partiendo de estos datos se establecen unas medidas adecuadas de construcción del equipo, optándose por equipo de las siguientes dimensiones:

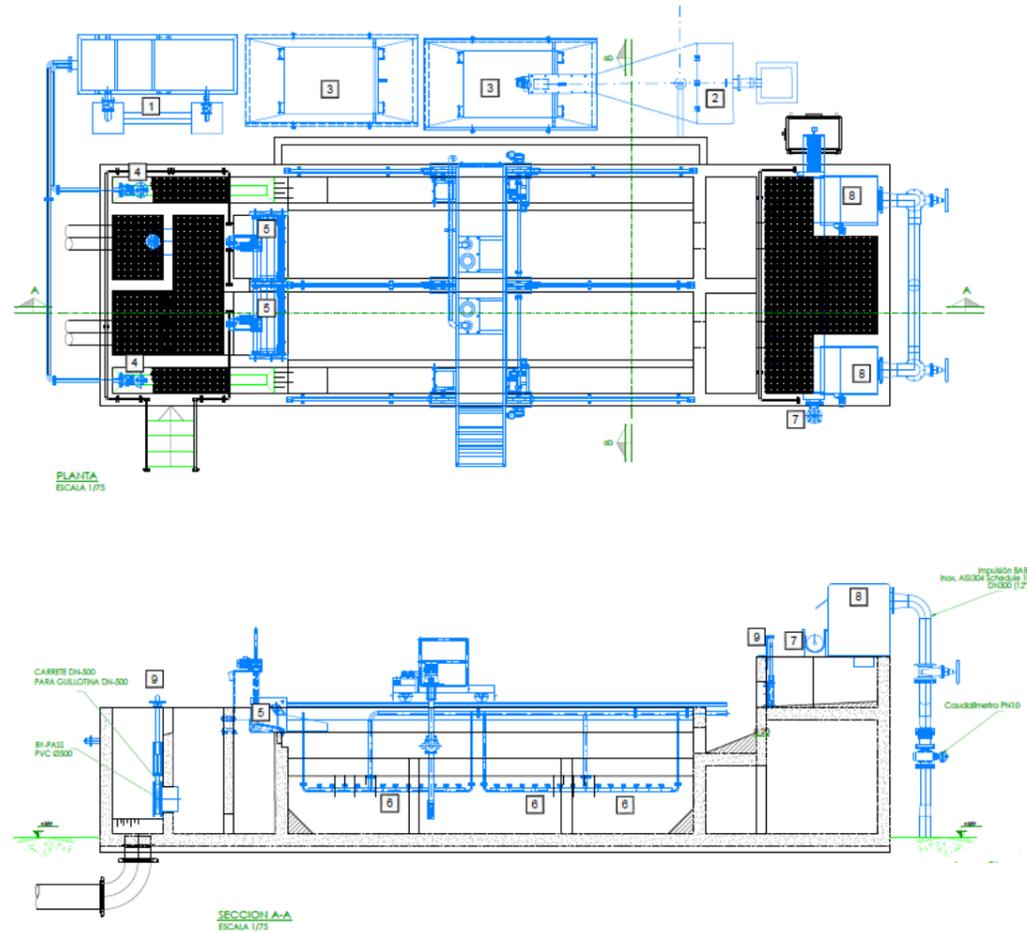
- Largo: 8 metros
- Ancho: 2 metros
- Alto: 2 metros
- Superficie unitaria: 16 m<sup>2</sup>
- Sección Transversa: 4 m<sup>2</sup>
- Volumen aproximado: 32 m<sup>3</sup>
- Resguardo de altura: 0,5 m
- Volumen total: 40 m<sup>3</sup>
- Sección: Trapezoidal
- Número de líneas: 2 ( $Pe \geq 2000$ )

Considerando estas dimensiones se comprueban los parámetros fundamentales de diseño:

- Carga Hidráulica
  - a  $Q_{\text{máx}}$ : 22,26 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h
  - a  $Q_{\text{med}}$ : 5,69 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h
- Velocidad horizontal
  - a  $Q_{\text{máx}}$ : 0,025 m/s
  - a  $Q_{\text{med}}$ : 0,006 m/s
- Tiempo de retención hidráulica
  - a  $Q_{\text{máx}}$ : 5,39 minutos
  - a  $Q_{\text{med}}$ : 21,08 minutos
- Relación longitud-anchura: valor típico: 4:1



Esta estructura se ha equipado con separadores de grasas, bombas de gras y de arenas y difusores de aire.



### 1.3.2. TRATAMIENTO SEUNDARIO

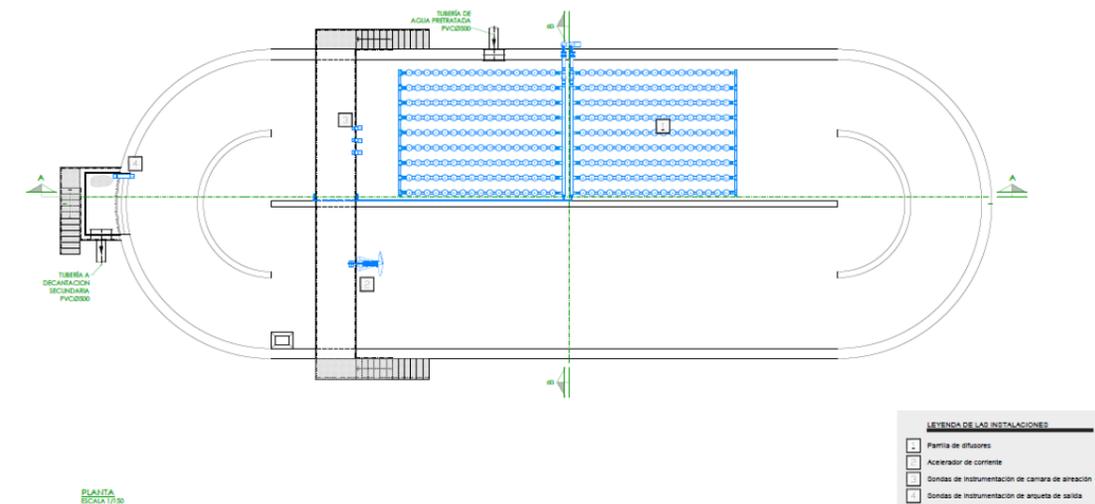
**REACTOR BIOLÓGICO:** Se proyecta un reactor biológico en forma de carrusel con las siguientes dimensiones:

- Lado parte recta: 28 m
- Ancho canal: 7 m
- Lado/ancho= 4
- Radio partes curvas: 7,15 m

- Superficie total: 561,01 m
- Atura lámina de agua: 4,5 m
- Volumen útil: 2524,5 m<sup>3</sup>
- Resguardo de altura: 0,5 m

En nuestro caso se define un Reactor Biológico para un proceso de aeración prolongada y de mezcla completa con un sistema oxidación total, con nitrificación-desnitrificación simultánea, donde se alternan zonas aerobias con zonas anóxicas a lo largo del canal y regulando el oxígeno disuelto para favorecer la nitrificación/desnitrificación simultánea.

Se dota al reactor biológico de una parrilla de difusores de aire, un acelerador de corriente e instrumentación.



**DECANTACION SECUNDARIA:** Para este caso se plantea un Decantador Secundario Circular de Rasquetas.

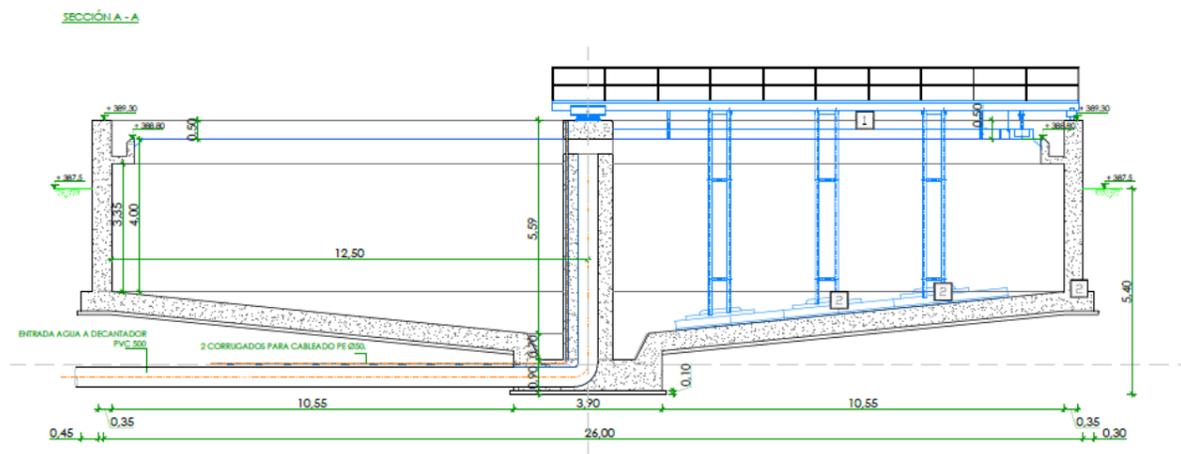
El agua entra mediante una tubería, por el centro del decantador, en el interior de una campana deflector, que trata de evitar las alteraciones de las variaciones de caudal en el proceso de separación sólido-líquido.



El sistema de barrido del decantador circular de raquetas será radial de arrastre periférico. Un grupo moto reductor, montado sobre el puente acciona una rueda motriz que se desplaza sobre el muro de coronación del decantador. La barredera de superficie va fijada rígidamente a la pasarela giratoria y las rasquetas de fondo, cuya fijación debe ser articulada, son arrastradas por la misma pasarela. Es recomendable que las rasquetas de fondo no formen una sola unidad y sean fácilmente desmontables y extraíbles, no debiendo ser superior a 2 m su longitud unitaria.

El decantador debe equiparse con un sistema de recogida superficial de espumas y flotantes. Se recomienda que existan paletas de espesamiento en el pozo central de recogida de fangos.

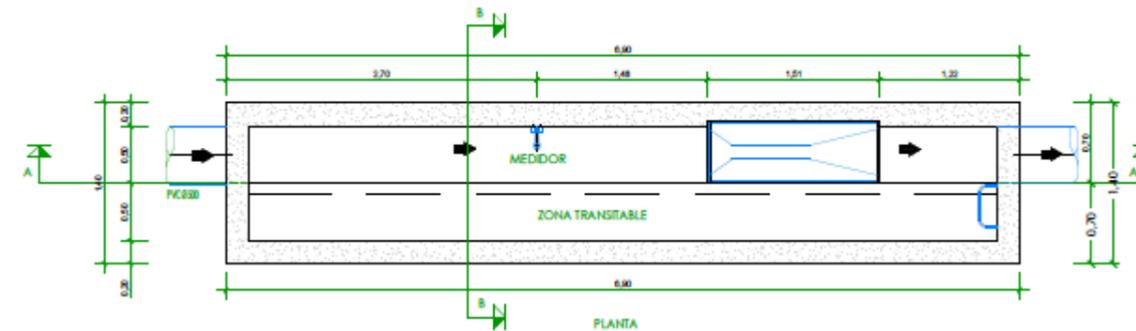
La pendiente de la solera es del 4 al 10% y el calado normal en el borde será de 4,0 m con un resguardo de 0,5 m. además, se ha adoptado un diámetro de 25 m.



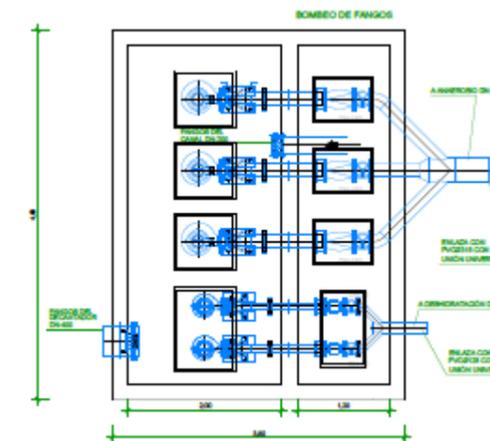
**MEDICION DE CAUDAL CANAL PARSHALL:** A la salida del Decantador Secundario y previo paso por el Tratamiento Terciario se instala un Medidor de Caudal tipo Marshall de 6".

Tamaño	Hmin(mm)	Qmin(m3/h)	Hmáx(mm)	Qmáx(m3/h)	K(m3/h)	n
6"	32,7	6	609	600	1310	1,574

$$h = 0,44 \text{ m}$$



**RECIRCULACION Y BOMBEO DE FANGOS:** Se dimensiona una arqueta de bombeo de fangos de 2,00x4,4x6 m donde se instalarán dos grupos de bombeo uno que servirá para la recirculación con un sistema de 2+1 bombas y otro que servirá para bombear el exceso de fangos al espesador (1+1).



**1.3.3. TRATAMIENTO TERCIARIO**

**DESINFECCION UV:** De cara al dimensionamiento del Tratamiento Terciario se toma como valor de caudal el equivalente al Caudal Máximo de la EDAR.

Por tanto, optamos por un Sistema de Gestión automática de Desinfección UV capaz de tratar un caudal de entrada de 8548,8m3/día (352,2m3/h) con una contaminación de 8x106 ufc/100 ml con una contaminación de salida menor de 8000 ufc/100 ml, media geométrica a 30 días.

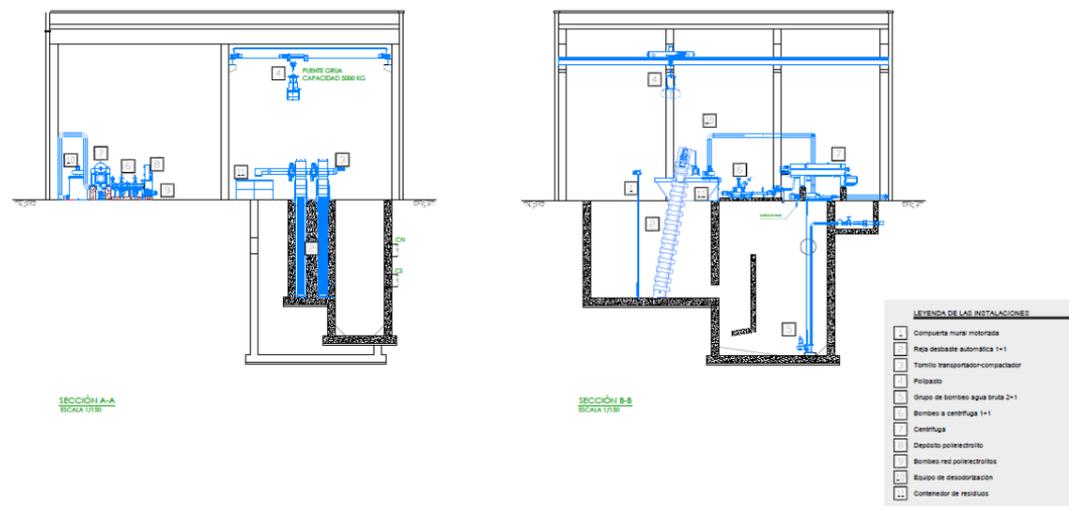




en el que predomina el prefabricado de hormigón, combinado diferentes acabados y texturas en el mismo.

Se trata de un edificio de una planta sobre rasante de 18,50 por 17,45 m y una altura de 9,75 m, disponiendo bajo rasante el pozo de gruesos, el desbaste y el bombeo de agua bruta.

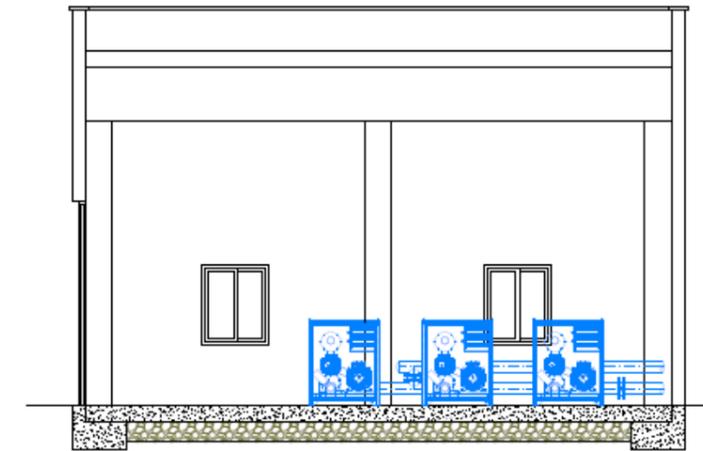
Se adjunta seguidamente la sección y los alzados:



### 1.3.6. EDIFICIO DE SOPLANTES

Se construirá un edificio para instalar los 5 soplantes asociadas a la balsa del reactor biológico (1+1) y al desarenador (2+1). Las dimensiones serán de 8,71 por 6,64 m y una altura 5,95 m. El edificio diseñado es de una sola estancia que albergará los equipos necesarios para la generación de aire necesaria para el proceso biológico justificado en el anejo correspondiente.

Al igual que para los casos del edificio de entrada y edificio de deshidratación de fangos, este estará ejecutado con un esqueleto base, formado por zapatas, vigas riostras, solera, pilares, vigas y forjado de losa alveolar prefabricados. El cerramiento del edificio será con bloque prefabricado de hormigón cubierto por perfiles metálicos.

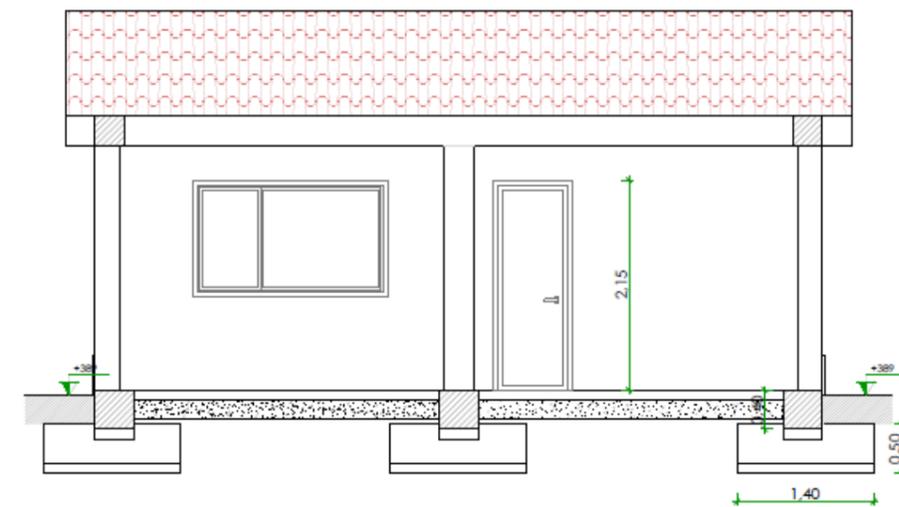


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1/75

### 1.3.7. EDIFICIO DE CONTROL

Se prevé la construcción de un edificio de control y la realización de una serie de instalaciones auxiliares que serán necesarias de cara al correcto funcionamiento de la EDAR.

Este edificio tendrá una superficie de 7,45 por 7,45 metros con falso techo a 2,55 m y una cubierta a un agua de tipo placa sándwich acabado en teja.

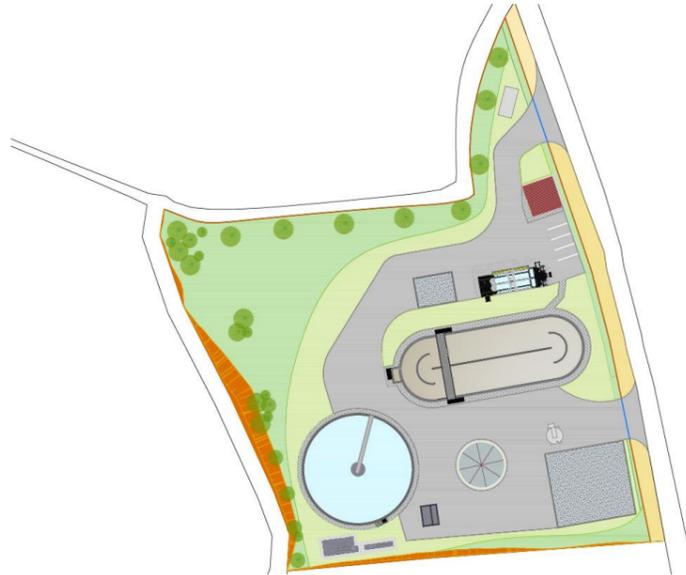


SECCIÓN A-A

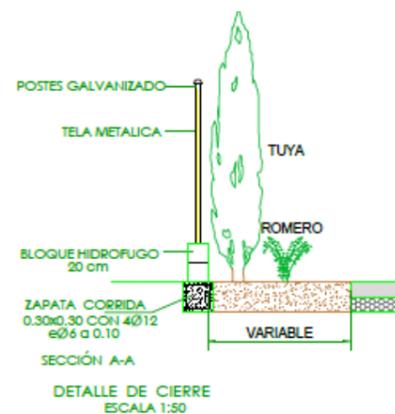


### 1.3.8. URBANIZACION

Se contempla urbanizar el interior de la parcela pavimentando los espacios por donde circularán los vehículos y personas que realizarán las labores de mantenimiento y explotación de las instalaciones de depuración.



Además, se realizará el cierre perimetral de la parcela y la plantación de especies arbóreas alrededor de la misma para reducir el impacto visual en el entorno de las instalaciones



### 1.4. DEMOLICIÓN EDAR ACTUAL

**Se prevé una partida alzada para la demolición de la actual EDAR y acondicionamiento de la zona cuando se ponga en funcionamiento la nueva depuradora.**

## 2. CONDICIONES GENERALES Y DE RELACIÓN CON EL CONTRATISTA

### 2.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO

El Presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares constituye el conjunto de instrucciones, normas, prescripciones y especificaciones que, además de lo indicado en la Memoria, Planos y Presupuesto, definen todos los requisitos que deben cumplir las obras de "SAMEAMIENTO EN EL CONCELLO DE OUTEIRO DE REI (LUGO)".

Este Pliego contiene:

- Las condiciones que han de cumplir los materiales y su mano de obra.
- Las condiciones en que se deben ejecutar las obras.
- Las instrucciones para la medición y abono de las unidades de obra.
- Los pliegos, instrucciones, reglamentos y normas de carácter general aplicables a la obra.
- Los documentos a manejar, redactar, presentar y/o aprobar y los plazos en que deben realizarse las operaciones.
- Las aportaciones a realizar y los gastos comprendidos en los precios de las unidades de obra.
- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares es por tanto la norma y guía que debe seguir el Contratista en todo momento y se aplicará a todas las obras definidas en el presente Proyecto.

### 2.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LA OBRA

El Proyecto está constituido por la Memoria, los Planos, el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Presupuesto.



En la Memoria se realiza la descripción general del Proyecto, incluyendo en los Anejos todos los cálculos y estudios en los que se fundamenta el diseño definitivo de los diferentes elementos que definen la obra.

Estos elementos se representan en los Planos, que constituyen el documento gráfico que define geométricamente la obra.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares define la obra en cuanto a su naturaleza y características físicas, así como los modos de ejecución, medición y abono de las distintas unidades de obra.

Finalmente es en el Presupuesto donde se incluyen los precios de las diferentes unidades de obra a ejecutar (Cuadros de Precios nº 1 y nº 2), así como la medición de ellas a partir de los Planos y, en función de precios y mediciones, el resumen del Presupuesto.

De los Documentos citados, son contractuales los Planos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Cuadros de Precios nº 1 y nº 2.

El resto de los Documentos que constituyen el presente Proyecto y, en general, todos los que se incluyen en los anejos a la Memoria, tienen un carácter meramente informativo, representando una opinión fundada del Projectista respecto de la obra a realizar, pero sin suponer una certeza total en los datos que se suministran, correspondiendo al Contratista la misión de adquirir con sus propios medios la información que precise para la ejecución de las obras.

En referencia a los planos del Proyecto, éstos se completarán durante la ejecución de la obra con planos de detalle y montaje, que definirán con mayor detalle elementos constructivos para su ejecución en obra o en taller, proceso de ejecución y las mediciones de la obra, teniendo en cuenta las prescripciones de este pliego.

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras. Estos planos serán presentados a la Dirección de Obra con quince (15) días laborables de anticipación para su aprobación y/o comentarios. Sin dicha aprobación no podrán ejecutarse los trabajos

correspondientes. Igualmente, cualquier duda en la interpretación del proyecto deberá ser comunicada por escrito al Director de Obra, el cual, antes de quince (15) días laborables, dará las explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los planos. Es obligación del Contratista la elaboración de los planos "As built", que deberán ser entregados antes de la recepción de la obra.

### **2.3. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DOCUMENTOS**

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos del Proyecto, o viceversa, será ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Prescripciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los documentos del presente Proyecto 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, por el contrario, serán ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos del Proyecto y Pliego de Prescripciones.

El Contratista informará por escrito a la Dirección de la Obra, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las especificaciones del Pliego de Prescripciones, sólo podrá ser realizada por la Dirección de la Obra, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

En caso de contradicciones, dudas o discrepancia entre los documentos del presente proyecto, se establecerá el orden de prelación, tal y como se establece en las ITOHG, de los distintos documentos. A menos que se justifique lo contrario, el orden establecido será el siguiente:

- Presupuestos
- Los Planos
- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Memoria



En caso de contradicción entre este Pliego y el Pliego de Condiciones Económico-Administrativas que se formule por el Órgano de Contratación, se entiende que regirá el último Pliego en lugar de éste. Se aclara que en lo no previsto en este Pliego, será de aplicación la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

#### **2.4. DIRECCIÓN DE LA OBRA**

Será de aplicación la cláusula 4 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de obras del Estado "PCAG", aprobado por Decreto 3.854/70, de 31 de diciembre que define esta figura y la de sus colaboradores.

#### **2.5. FUNCIONES DEL DIRECTOR**

Las funciones del Director de Obra relativas a la dirección, control y vigilancia de las obras, que principalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, están definidas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales "P.C.A.G.". Son principalmente:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras, con estricta sujeción al proyecto aprobado y a las modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que este Pliego de Prescripciones deja a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato, o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y

ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.

- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las actas de replanteo, recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director de Obra para el cumplimiento de las funciones que le han sido encomendadas.

La Dirección de Obra podrá establecer normativas reguladoras de la documentación u otro tipo de información que deba formular o recibir el Contratista para facilitar la realización de las citadas funciones, normativas que serán de obligado cumplimiento por el Contratista siempre que, si éste lo requiere, sean previamente conformadas por la Administración.

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra las personas facultadas para tratar con la misma, y los designará a este efecto con la autorización de la Dirección de Obra. Tratarán las diferentes materias objeto de las funciones de cada una de ellas en los diferentes niveles de responsabilidad, de tal manera que estén siempre presentes en la obra personas capacitadas y facultadas para decidir temas cuya 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.

La Dirección de Obra podrá parar cualquier trabajo en curso que, a su juicio, no se ejecute de acuerdo con las prescripciones contenidas en la documentación definitiva de las obras.

#### **2.6. DIRECCIÓN AMBIENTAL DE LA OBRA**

Se nombrará una Dirección ambiental de la obra, siendo sus funciones principales:

- Velar por el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental.



- Asistir al Contratista en el análisis de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos y toma de decisiones de las medidas a adoptar, para el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental.
- Apoyar a la Dirección de las obras y al Contratista en todos los temas medioambientales.

### 2.7. PERSONAL DEL CONTRATISTA

El Pliego de Cláusulas Administrativas Generales "P.C.A.G." en su cláusula 5 define la figura del Contratista y la del Delegado del Contratista y las misiones que le son encomendadas.

El Contratista antes de que se inicien las obras, comunicará por escrito el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las mismas para representarle como "Delegado de Obra", según lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (P.C.A.G.).

Este representante tendrá titulación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos con la experiencia profesional suficiente, a juicio de la Dirección de Obra, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquélla.

Igualmente, comunicará los nombres, condiciones y organigrama de las personas que, dependiendo del citado representante, hayan de tener mando y responsabilidad en sectores de la obra, y será de aplicación todo lo indicado anteriormente en cuanto a experiencia profesional, sustituciones de personas y residencia.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo, cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá que existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de

ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

### 2.8. ÓRDENES AL CONTRATISTA

El Contratista deberá actuar de acuerdo con las normas e instrucciones complementarias que, de acuerdo con lo que establece el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto, le serán dictadas por la Dirección de Obra para la regulación de las relaciones entre ambos en lo referente a las operaciones de control, valoración y en general, de información relacionadas con la ejecución de las obras.

El Delegado y/o Jefe de Obra serán el interlocutor del Contratista con el Director de las Obras, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas que dé el Director, directamente o a través de otras personas, debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia. Todo ello sin perjuicio de que el Director pueda comunicar directamente con el resto del personal subalterno, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra. El Delegado es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de Obra incluso planos de obra, ensayos y mediciones estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. El Delegado deberá acompañar al Ingeniero Director en todas sus visitas de inspección a la obra y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba del Director. El Delegado tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y desarrollo de los trabajos de la obra e informará al Director a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento, si fuese necesario o conveniente.

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

Se abrirá el Libro de Órdenes, que será diligenciado por el Director y permanecerá custodiado en obra por el Contratista. Se cumplirá, respecto al Libro de Órdenes, lo dispuesto en el Art. 8 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado.



Las órdenes emanadas de la superioridad jerárquica del Director, salvo casos de reconocida urgencia, se comunicarán al Contratista por medio de la Dirección de obra. De darse la excepción antes expresada, la Autoridad promotora de la orden la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

#### 3.1. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES

Todos los materiales que se empleen en las obras, figuren o no en este Pliego, reunirán las condiciones de calidad exigibles en la buena práctica de la construcción. La aceptación por la Dirección de Obra de una marca, fábrica o lugar de extracción no exime al Contratista del cumplimiento de estas Prescripciones.

En el presente pliego se exponen las características de los materiales de obra civil, mientras que las de los equipos mecánicos y eléctricos se recogen en el Anejo N°9: Características técnicas de equipos y elementos singulares.

Cumplida esta premisa, así como las que expresamente se prescriben para cada material en los artículos de este Pliego, queda a la total iniciativa del Contratista la elección del origen de los materiales, cumpliendo las siguientes normas:

- No se procederá al empleo de ninguno de los materiales que integran las unidades de obra, sin que antes sea examinado y aceptado por la Dirección de Obra, salvo lo que disponga en contrario el presente Pliego.
- El Contratista propondrá a la aprobación de la Dirección de Obra, con suficiente antelación, las procedencias de los materiales que se proponga utilizar y presentará marcas y muestras de los materiales a aprobar, juntamente con los certificados de los ensayos y análisis que la Dirección de Obra crea necesarios, hechos en los laboratorios y talleres que la Dirección de Obra le indique. Las muestras y certificados se guardarán para la comprobación posterior si fuese necesario.
- La fijación de la procedencia de los materiales o su cambio autorizado no serán en ningún caso motivo de variación de los precios ofertados ni del plazo de la obra.

- En caso de no haberse definido, por culpa del Contratista, dentro del plazo de un (1) mes, la procedencia de algún material, la Dirección de Obra podrá fijarla sin que el Contratista tenga derecho a reclamación de los precios ofertados y pudiendo incurrir en penalidades por retraso en el incumplimiento de los plazos.
- No se emplearán los materiales sin que antes sean examinados en los términos y forma que prescriba la Dirección de Obra, o persona en quien delegue.
- En el caso de que la procedencia de los materiales fuese señalada concretamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas o en los Planos, el Contratista deberá utilizar obligatoriamente dicha procedencia. Si, posteriormente, se comprobara que los materiales de dicha procedencia son inadecuados o insuficientes, el Contratista estará obligado a proponer nuevas procedencias. La aprobación de dicho cambio no presupondrá, como se ha dicho, aumento de los precios ni de los plazos ofertados, aunque el origen de materiales esté a mayor distancia.
- Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo la supervisión de la Dirección de Obra o Técnico en quien delegue.
- Dichos ensayos podrán realizarse en los laboratorios de obra si los hubiere o en los que designe la Dirección de Obra y de acuerdo con sus instrucciones.
- En el caso de que el Contratista no estuviese conforme con los procedimientos seguidos para realizar los ensayos, se someterá la cuestión a un laboratorio designado de común acuerdo y en su defecto al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción, dependiente del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, siendo obligatorio para ambas partes la aceptación de los resultados que en él se obtengan y las condiciones que formule dicho Laboratorio.
- Todos los gastos de pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista y se consideran incluidos en los precios de las unidades de obra, los gastos de Control de Calidad correrán a cargo del Contratista hasta un valor máximo que vendrá establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.
- La Dirección de Obra se reserva el derecho de controlar y comprobar, antes de su empleo, la calidad de materiales deteriorables. Por consiguiente, podrá exigir al Contratista que, por cuenta de éste, entregue al laboratorio designado por la Dirección,



la cantidad suficiente de materiales para ser ensayados; y éste lo hará con la antelación necesaria, en evitación de retrasos que por este concepto pudieran producirse, que en tal caso se imputarán al Contratista.

- Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación y terminación exigida en él, o cuando por falta de prescripciones formales del Pliego se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su fin, la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o cumplan con el objetivo al que se destinen.
- Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta y riesgo del Contratista, y en su caso ser vertidos en los lugares indicados por la Dirección de Obra. El Contratista deberá retirarlos de la obra en un plazo de diez (10), días a contar desde la fecha que se le comunique. Si no lo hace en este plazo la Dirección de Obra podrá disponer la retirada por oficio y a cuenta y riesgo del Contratista.
- Se entiende que todo material podrá ser rechazado en el momento de su empleo, si en el instante no cumple las condiciones expresadas en este Pliego, aunque con prioridad hubiera sido aceptado.
- En ningún caso se podrán acopiar ni utilizar en las obras materiales, cuya procedencia no haya sido aprobada previamente por el Director de Obra. El acopio de los materiales a pie de obra no implica la admisión definitiva mientras no lo autorice la Dirección de Obra. Los materiales que se rechacen serán inmediatamente retirados de la obra.
- La utilización de cualquier material requerirá un preaviso de quince días (15d) una vez que la documentación haya sido aprobada por la Dirección de Obra.
- La aprobación de los materiales por parte del Director de Obra no reducirá en ningún caso la responsabilidad del Contratista ni por la calidad de los materiales ni por el volumen o ritmo de suministro que sea necesario en la obra.

### **3.2. UTILIZACIÓN DE MATERIALES QUE APAREZCAN COMO CONSECUENCIA DE LAS OBRAS Y EXCAVACIONES**

Se atenderá el Contratista a lo indicado en la cláusula 15 de Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado.

Según dicha cláusula, el uso de tales materiales estará condicionado a la exclusividad del mismo para la obra objeto del Contrato y a la autorización de la Dirección de Obra.

El empleo de materiales para la producción de áridos para hormigones, zahorras o rellenos con destino a la obra requerirá igualmente la expresa autorización de la Dirección de Obra. En ningún caso se autorizarán sobreexcavaciones, distintas de las previstas en este proyecto, destinadas a este último fin o a la conveniencia del Contratista, si a juicio de la Dirección de obra con ello se ponen en peligro los materiales precisos para futuras obras. En todo caso estos materiales deberán cumplir las condiciones establecidas en este Pliego.

### **3.3. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN ESTE PLIEGO**

Aquellos materiales que no sean especificados en este Pliego y que fueran necesarios para la ejecución de las obras aquí definidas, deberán cumplir las condiciones de resistencia, durabilidad y terminación que fuesen necesarias para su función, dentro de las exigencias de la mejor calidad que sancione la práctica de la construcción.

En caso de duda o discrepancia, se estará a lo que decida la Dirección de Obra sobre el particular.

### **3.4. MATERIALES QUE NO CUMPLAN LAS CONDICIONES DE ESTE PLIEGO**

El Director de Obra se reserva el derecho de utilizar algunos de los materiales que no cumplan las condiciones de este Pliego, previa la fijación de un precio contradictorio inferior al determinado en el Cuadro de Precios para el caso de que dichos materiales si cumplieren las condiciones impuestas.

### **3.5. RECEPCIÓN DE MATERIALES Y ENSAYOS**

De acuerdo con las normas vigentes no se procederá al empleo de los materiales de construcción, sin que sean examinados y aceptados por la Dirección de Obra.

Los materiales objeto de ensayos, serán tomados de los que se estén empleando en obra, por el mismo personal facultativo. Los gastos de prueba y ensayo de los materiales serán en todo caso por cuenta del Contratista, hasta el importe máximo del control de calidad fijado en el contrato. También lo serán los gastos de suministro, en cantidad suficiente, de los materiales a ensayar.



### 3.6. CANTERAS

Es de responsabilidad del Contratista la elección de canteras y yacimientos para la obtención de los materiales necesarios para la ejecución de las obras. Deberán ser aprobados previamente por la Dirección de Obra.

### 3.7. MATERIAL DE RELLENO SELECCIONADO Y COMPACTADO

Corresponde este material a la capa que servirá de base para el apoyo del pavimento. Cumplirá el artículo 330 del PG-3 y la orden FOM 3460/2003 para la explanada de proyecto. Todo el material procederá de machaqueo de piedra de cantera, de préstamos exteriores y estará constituido por elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

El relleno seleccionado se ejecutará por tongadas compactándose cada una de ellas según el PG-3.

El material empleado tendrá un CBR > 20 cumpliendo las especificaciones expuestas en el citado PG-3.

### 3.8. ZAHORRA ARTIFICIAL

La zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de elementos que la componen es de tipo continuo.

Los materiales a emplear en zahorra artificial deberán cumplir lo señalado en el artículo 510 del PG-3 revisado; procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural.

El Director de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua

- Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO<sub>3</sub>), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al uno por ciento (1%).

- Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza, según el anexo C de la UNE 146130, deberá ser inferior a dos (2). El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 será mayor de treinta y cinco (>35).

- Plasticidad

El material será “no plástico” según la UNE 103104.

- Resistencia a la fragmentación

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2, será inferior a treinta y cinco (35).

- Forma

El índice de lajas de las distintas fracciones de árido grueso, según la Norma UNE –EN 933-3, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

- Angulosidad

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5 será del cincuenta por ciento (50%)

- Tipo y composición del material

La curva granulométrica será la de una zahorra tipo ZA 20, según la Tabla 510.3.1 del PG-3:



TIPO DE ZAHORRA ARTIFICIAL	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)								
	40	25	20	8	4	2	0,500	0,250	0,063
ZA 20		100	75-100	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2 será menor que los dos tercios (2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm de la UNE-EN 933-2.

### 3.9. EMULSIONES BITUMINOSAS

Esta unidad de obra será realizada de acuerdo con los artículos 530 y 531 del PG-3, de acuerdo a las modificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos que hace la Orden FOM/2523/2014.

- Definición

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso.

- Materiales

- Ligante hidrocarbonado

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, salvo justificación en contrario, será la emulsión bituminosa catiónica C50BF5 IMP, en riego de imprimación.

El Ingeniero Director podrá ordenar el empleo de otro ligante, sin haber por ello modificación alguna en los precios.

- Árido de cobertura

- Condiciones generales

El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

- Granulometría

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

#### Limpieza

El árido deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

El equivalente de arena del árido, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a cuarenta (40).

#### Plasticidad

El material deberá ser "no plástico", según la UNE 103104.

- Dotación de los materiales

Las dotaciones de las emulsiones serán las siguientes:

C50BF5 IMP: 0,6 kg / m<sup>2</sup>

### 3.10. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Para las mezclas bituminosas en caliente utilizadas en la obra se seguirá lo establecido por el artículo 542 del PG-3 revisado y el 7.3.17 de la ROM 4.1-94.

El empleo de betún modificado con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) se regirá por lo establecido en la OC 21/2007.

La viabilidad del empleo en obra de betún modificado con caucho procedente de NFU será valorada por la Dirección de Obra. De no ser viable el empleo de este material, se recurrirá al betún convencional B50/70.

Además, se cumplirán las siguientes especificaciones:

- Los áridos a emplear deberán poseer el certificado CEE.
- Las dotaciones mínimas de ligante según el tipo de mezcla y capa que se han considerado en el presente Proyecto de Construcción son las que figuran en la siguiente tabla. Estas son las dotaciones que se deberán emplear para la ejecución de la obra. Será necesario el consentimiento de la Dirección de Obra en caso de que se decida



adoptar otras dotaciones, que serán en cualquier caso superiores a los valores mínimos establecidos en el artículo 542 del PG-3:

TIPO DE MEZCLA	DOTACIONES ADOPTADAS EN PROYECTO *	DOTACIONES MÍNIMAS EXIGIDAS EN PG3 *
AC16 surf 50/70 D	4,50	4,50

- Se define el filler o polvo mineral como la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063mm de la UNE-EN 933-2.
- El filler utilizado tendrá las siguientes características:
  - Tipo de filler: Cemento para usos especiales, CEM ESP VI-1
  - Relación entre el filler de aportación y el ligante:
  - Capa intermedia: 1,1
  - Capa base: 1,0
  - Proporción de filler (% en masa del resto de polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos):
  - Capa intermedia: 100
  - Capa base: 50

### 3.11. ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Para los áridos a emplear en la fabricación de hormigones regirá cuanto se prescribe en el Capítulo 8, Estructuras de hormigón. Propiedades tecnológicas de los materiales del Código Estructural, Artículo 30 Áridos, y en el artículo 610 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes" PG-3.

Se prohíbe el empleo de arena de playas o ríos afectados por las mareas y áridos que contengan sulfuros oxidables.

El tamaño máximo del árido a utilizar en cada unidad de obra es el especificado en los planos correspondientes. Si existiese algún elemento en el que no quedase definido dicho límite, el Director de Obra decidirá el tamaño máximo a utilizar. No obstante, en ningún elemento estructural de hormigón armado se utilizará áridos de tamaño > 40 mm.

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección de las Obras podrá ordenar la clasificación hasta en cuatro (4) tamaños escalonados, disponiendo su mezcla en las proporciones y

cantidades que estime oportunas, sin que por ello hayan de modificarse los precios de los hormigones señalados en los cuadros de precios.

Para el control se seguirá lo indicado en el artículo 56.4.2 Áridos del Código Estructural.

### 3.12. JUNTAS DE DILATACIÓN

Se definen como juntas de dilatación el conjunto de elementos dispuestos para permitir las deformaciones que se produzcan por acciones térmicas y reológicas.

- Materiales

Los materiales a utilizar serán de calidad reconocida en el mercado para este tipo de productos y habrá de ser aceptados previamente a su utilización por el Director de Obra.

Cumplirán las siguientes especificaciones:

- Materiales para el sellado de juntas

Estos materiales han de adherirse permanentemente a los bordes de las juntas (sellado bituminoso sobre plancha de porexpan), seguir la dilatación a los bordes de las juntas, seguir la dilatación y el movimiento de las mismas sin desprenderse o agrietarse y poseer una elasticidad duradera, resistencia al agrietamiento. No deben penetrar en el hormigón de los elementos contiguos, lo que podría causar descoloramiento o descomposición. Los datos del fabricante respecto al material o bien muestras de este último se le presentarán al Director de las Obras, con la antelación debida para su aprobación.

- Junta plástica

La junta será una banda PVC de 200 mm, que se colocará simétrica al eje de la junta, de forma que quede centrada. Para su correcto montaje es necesaria la utilización de grapas de sujeción o/y alambre de manera que queden fijadas manteniendo la perpendicularidad de la cinta respecto el canto del muro de hormigón.



### 3.13. JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Se entiende por junta de construcción, el dispositivo que separa dos masas de hormigón con objeto de proporcionar a las mismas la libertad de movimientos necesaria para que puedan absorber, sin esfuerzos apreciables, las dilataciones y contracciones producidos por las variaciones de temperatura y las reológicas del hormigón, al mismo tiempo que asegura la ausencia de filtraciones.

La junta será una banda PVC de 200 mm, que se colocará simétrica al eje de la junta, de forma que quede centrada. Para su correcto montaje es necesaria la utilización de grapas de sujeción o/y alambre de manera que queden fijadas manteniendo la perpendicularidad de la cinta respecto el canto del muro de hormigón.

### 3.14. AGUA

Las condiciones que ha de reunir el agua a emplear en la confección tanto de morteros como de hormigón, deberán ajustarse a lo especificado en el Capítulo 8, Estructuras de hormigón. Propiedades tecnológicas de los materiales del Código Estructural, Artículo 29 Agua.

Podrán ser utilizadas todas las aguas potables y las sancionadas como aceptables en la práctica.

Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío, con riesgo de heladas, podrá utilizarse para el amasado, sin necesidad de adoptar precaución especial alguna, agua calentada hasta una temperatura de 40°C.

Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que podría favorecer la presencia de fenómenos expansivos de cristalización en los hormigones, las limitaciones relativas a las sustancias disueltas podrán hacerse aún más severas a juicio de la Dirección, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

En ningún caso se autorizará el empleo de agua de mar para el amasado y el curado del hormigón.

### 3.15. CEMENTOS

Los cementos a emplear en la obra deberán ajustarse con carácter general a lo establecido en el Pliego para la Recepción de Cementos (RC-16) y en el Capítulo 8, Estructuras de

hormigón. Propiedades tecnológicas de los materiales del Código Estructural, Artículo 28 Cemento.

Los tipos, clases y categorías de cementos utilizables, sin necesidad de justificación especial, serán: CEM I, CEM III/A, CEM III/B CEM IV, CEM II/B y CEM II/A definidos en el vigente Pliego de Prescripciones Generales para la Recepción de Cementos RC-16.

Si el cemento es transportado a granel, estará protegido durante el transporte de toda alteración que le puedan ocasionar los agentes atmosféricos. A su recepción en la obra cada partida de cemento se someterá a una serie completa de ensayos, que serán indicados por el Ingeniero Director. Los resultados deberán merecer la aprobación de éste.

Los silos y los lugares de almacenamiento estarán completamente cerrados y al abrigo de la humedad. Los sacos descansarán sobre una plataforma elevada. Se tomarán las disposiciones necesarias para que los lotes de conglomerante de procedencia o calidad diferentes no se mezclen, así como para que sean utilizados por el orden de llegada.

El Ingeniero Director de Obra podrá imponer periódicamente el vaciado completo de los silos antes de que sea admitida una nueva remesa, a fin de evitar el almacenamiento demasiado prolongado de algunas partidas de conglomerante.

El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra, para su aceptación, una propuesta de utilización para cada uno de los suministradores que vaya a emplear, donde figurará:

- suministrador
- tipo, clase y categoría del cemento
- análisis completos físicos, mecánicos y químicos.
- forma de suministro, transporte y almacenamiento.

En ningún caso podrá ser variado el tipo, clase o categoría del cemento asignado a cada unidad de obra sin la autorización expresa de la Dirección de Obra.



Para todos los hormigones y morteros definidos en los que no haya ninguna nota referente a características especiales requeridas para el hormigón, se utilizarán como conglomerante hidráulico los cementos que decida la Dirección de las Obras.

En principio se prohíbe el empleo de mezclas de cementos, debiendo adoptarse precauciones especiales que impidan la utilización por error en una unidad de obra de un conglomerante hidráulico diferente del especificado, debido a un almacenamiento simultáneo en obra de cementos de tipo diferentes.

### 3.16. ADITIVOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Se denomina aditivo para mortero y hormigón a un material diferente del agua, de los áridos y del conglomerante, que se utiliza como ingrediente del mortero y hormigón y es añadido a la mezcla inmediatamente antes o durante el amasado, con el fin de mejorar o modificar algunas propiedades del hormigón fresco, del hormigón endurecido, o de ambos estados del hormigón o mortero.

Las condiciones que han de reunir los aditivos a emplear en la confección tanto de morteros como de hormigón deberán ajustarse a lo especificado en el Capítulo 8, Estructuras de hormigón. Propiedades tecnológicas de los materiales del Código Estructural, Artículo 31 Aditivos.

Los aditivos de cualquiera de los seis tipos autorizados en el Código Estructural deberán tener marcado CE según la norma UNE-EN 934-2.

En la declaración de prestaciones, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en UNE-EN 934-2, así como el certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos prescritos en la citada norma, el intervalo de eficacia (proporción a emplear) y su función principal de entre las indicadas en el Código Estructural.

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

agregada en las proporciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar un peligro para las armaduras.

La proporción de aditivos no será superior al 5 % del peso del cemento.

Por su efecto en el hormigón, los aditivos se clasifican en:

Aireantes: además de las condiciones generales para los aditivos, los aireantes cumplirán las siguientes:

- No se admitirá el empleo de aireantes basados en polvo de aluminio, ni de peróxido de hidrógeno.
- No se permitirá el empleo de aireantes no compensados, que puedan producir oclusiones de aire superiores al cinco por ciento (5%), aún en el caso de errores de hasta un veinticinco por ciento (25%) en la dosis del aireante.
- Únicamente se emplearán aireantes que produzcan burbujas de tamaño uniforme y muy pequeño, de cincuenta (50) a doscientas cincuenta (250) micras.
- El pH del producto aireante no será inferior a siete (7) ni superior a diez (10).
- Los aireantes no modificarán el tiempo de fraguado del hormigón y mortero.
- A igualdad de los demás componentes del hormigón, la presencia de aireantes no disminuirá la resistencia del hormigón a compresión a los veintiocho (28) días, en más del cuatro por ciento (4%) por cada uno por ciento (1%) de aumento de aire ocluido, medido en el aparato de presión neumática.
- No se permitirá el empleo de aditivos aireantes generadores de espuma, por reducir considerablemente la resistencia del hormigón. Esta norma no será de aplicación en los casos especiales de ejecución de elementos de mortero poroso o de hormigón celular.

Plastificantes: los plastificantes, además de cumplir las condiciones generales para todos los aditivos químicos establecidos en el apartado anterior, cumplirán las siguientes:

- Serán compatibles con los aditivos aireantes por ausencia de reacciones químicas entre plastificantes y aireantes, cuando hayan de emplearse juntos en un mismo hormigón.



- El plastificante debe ser neutro frente a los componentes del cemento y de los áridos incluso a largo plazo, y productos siderúrgicos.
- No deben aumentar la retracción del fraguado.
- Su eficacia debe ser suficiente con pequeñas dosis ponderales respecto de la dosificación del cemento (menos del uno con cinco por ciento 1.5%) del peso de cemento.
- Los errores accidentales en la dosificación del plastificante no deben producir efectos perjudiciales para la calidad del hormigón.
- A igualdad en la composición y naturaleza de los áridos, en la dosificación de cemento y en la docilidad del hormigón fresco, la adición de un plastificante debe reducir el agua de amasado y en consecuencia, aumentar la resistencia a compresión a veintiocho (28) días del hormigón por lo menos en un diez por ciento (10%).
- No deben originar una inclusión de aire en el hormigón fresco, superior a un dos por ciento (2%).
- No se permite el empleo de plastificantes generadores de espuma, por ser perjudiciales a efectos de la resistencia del hormigón. En consecuencia, se prohíbe el empleo de detergentes constituidos por alquilarisulfonatos de sodio y por alquisulfatos de sodio.

Retardadores: el empleo de cualquier producto retardador del fraguado no debe disminuir la resistencia del hormigón a compresión a los veintiocho (28) días respecto del hormigón patrón fabricado con los mismos ingredientes, pero sin aditivo. No deberán producir una retracción en la pasta pura de cemento superior a la admitida para éste. Únicamente se tolerará el empleo de retardadores en casos muy especiales y con la autorización explícita de la Dirección de Obra.

Acelerantes: debido a los efectos desfavorables que el uso de acelerantes produce en la calidad final del hormigón, únicamente está justificado su empleo en casos concretos muy especiales cuando no son suficientes otras medidas de precaución contra las heladas, tales como: aumento de la dosificación del cemento, empleo de cementos de alta resistencia inicial, protecciones de cubrición y calefacción, de prolongada duración.

En cualquier caso, la utilización de acelerantes ha de ser autorizada expresamente por la Dirección de Obra. El empleo de acelerantes requiere un cuidado especial en las operaciones

de fabricación y puesta en obra de hormigón, pero en ningún caso justifica la reducción de las medidas de precaución establecidas para el hormigonado en tiempo frío

Queda prohibida la utilización del cloruro cálcico en hormigones para armar o pretensar, así como en pavimentos de calzada, permitiéndose únicamente su empleo en hormigones en masa.

Para el empleo de cualquier acelerante y especialmente del cloruro cálcico se cumplirán las siguientes prescripciones:

- Es obligatorio realizar, antes del uso del acelerante, reiterados ensayos de laboratorio y pruebas de hormigonado con los mismos áridos y cemento que hayan de usarse en la obra, suficientes para determinar la dosificación estricta del aditivo y que no se produzca efectos perjudiciales incontrolables.
- El cloruro cálcico debe disolverse perfectamente en el agua de amasado antes de ser introducido en la hormigonera.
- El tiempo de amasado en la hormigonera ha de ser suficiente para garantizar la distribución uniforme del acelerante en toda la masa.
- El cloruro cálcico precipita las sustancias que componen la mayoría de los aditivos aireantes, por lo cual acelerante y aireante debe prepararse en soluciones separadas e introducirse por separado en la hormigonera.
- Se tendrá especial cuidado con la reacción álcali-árido cuando se emplean cementos de elevado contenido de álcalis, ya que el cloruro cálcico la acentúa.
- El cloruro cálcico no puede emplearse en los casos de presencia de sulfatos en el conglomerante o en el terreno.

Otros aditivos químicos: como norma general no se permitirá el empleo de otros aditivos distintos de los clasificados.

Los hidrófugos o impermeabilizantes de masa no se emplearán, debido a lo dudoso de su eficacia en comparación con los efectos perjudiciales que en algunos casos puede acarrear su empleo.



Quedan excluidos de la anterior prohibición los aditivos que en realidad son simples acelerantes del fraguado, aunque en su denominación comercial se emplee la palabra “hidrófugo” o impermeabilizante, pero su empleo debe restringirse a casos especiales de morteros, enlucidos bajo el agua, en reparaciones de conducciones hidráulicas que hayan de ponerse inmediatamente en servicio, en captación de manantiales o filtraciones mediante revocos y entubados del agua y en otros trabajos provisionales o de emergencia donde no sea determinante la calidad del mortero u hormigón en cuanto a resistencia, retracción o durabilidad.

Los “curing compound”, o aditivos para mejorar el curado del hormigón o mortero fresco contra la evaporación y la microfisuración, solamente serán empleados cuando lo autorice por escrito el Director de Obra. El empleo de aditivos para el curado no disminuirá en nada las precauciones para hormigonado en tiempo caluroso.

Los anticongelantes no serán aplicados excepto si se trata de acelerantes de fraguado cuyo uso haya sido previamente autorizado según las normas expuestas.

Los colorantes del cemento o del hormigón solamente serán admisibles en obras de tipo decorativo no resistente, o en los casos expresamente autorizados por el Director de Obra.

El Contratista controlará la calidad de los aditivos para morteros y hormigones para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego y en el vigente Código Estructural.

Antes de comenzar la obra, se comprobará en todos los casos el efecto del aditivo sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos del hormigón citados en el apartado de control de calidad de los hormigones del presente Pliego. Igualmente se comprobará mediante los oportunos ensayos de laboratorio la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.

Durante la ejecución se vigilará que el tipo y la marca del aditivo utilizado y, especialmente, la dosificación del mismo sean los aceptados por el Director de Obra. El Contratista tendrá en su poder el Certificado del Fabricante de cada partida que certifique el cumplimiento de los requisitos indicados en los documentos señalados en el primer párrafo del presente apartado.

La utilización de los aditivos durante el proceso de fabricación del hormigón, es una técnica que requiere de un buen conocimiento por parte del fabricante del hormigón del comportamiento conjunto de los aditivos con el resto de los componentes del hormigón.

En sentido estricto, el contenido de agua de los aditivos que se suministran en forma líquida, debería ser tenido en cuenta para la dosificación del hormigón y el cálculo de la relación agua/cemento del mismo. Por otro lado, la fabricación del hormigón debe realizarse con un control adecuado de la cantidad de aditivo incorporado al mismo, ya que un exceso importante de aditivo puede tener consecuencias negativas para el hormigón.

A igualdad de comportamiento resistente y frente a durabilidad deben procurarse las dosificaciones y utilización de materiales componentes del hormigón que sean más eficaces en relación con su contribución a la sostenibilidad.

### **3.17. HORMIGONES Y MORTEROS**

Será de aplicación en su totalidad el Código Estructural. Con anterioridad al empleo de cualquier tipo de hormigón, el Contratista deberá presentar a la dirección de Obra una propuesta de utilización de los diferentes hormigones que pretende utilizar, con indicación de la procedencia del cemento, así como las granulometrías, dosificación del conjunto y consistencia en función de su método de puesta en obra. El Contratista justificará debidamente su propuesta en base a los ensayos previos realizados, de acuerdo con el Artículo 57. Control del hormigón del CE.

Para cada uno de los hormigones aceptados en principio por la Dirección de Obra, el Contratista deberá presentar a ésta un programa de realización de los ensayos característicos del hormigón prescritos en el artículo 57 del CE con la antelación debida a fin de que la Dirección de Obra pueda asistir, si lo cree oportuno, a la ejecución de los ensayos.

Previamente a la aceptación definitiva de los hormigones propuestos, el Contratista presentará un expediente completo con los resultados obtenidos en los ensayos característicos, los cuales deberán garantizar documentalmente que la resistencia característica real del hormigón que se va a colocar en obra no es inferior a la de proyecto.



Como resultado de los ensayos previos y característicos se elaborará un dossier que defina perfectamente las características fundamentales de cada hormigón. En particular, se deberán recoger los siguientes datos:

- Designación y ubicación de la planta.
- Procedencia y tipo de cemento.
- Procedencia y tipo de los áridos.
- Tamaño máximo de áridos.
- Huso granulométrico de cada fracción de áridos y de la dosificación conjunta.
- Tipo y cantidad de los aditivos. En particular, caso de usarse fluidificante o superfluidificante, o cualquier otro producto similar, se definirán las cantidades a añadir en central y en obra, con su rango de tolerancias.
- Relación agua/cemento.
- Tiempo máximo de uso del hormigón fresco.

La central deberá disponer de control de humedad de los áridos, de forma que se compense para mantener la relación agua/cemento de la dosificación establecida.

Serán de aplicación las especificaciones sobre resistencias mínimas a conseguir en el hormigón, en función del tipo de exposición ambiental a la que vaya a estar sometido, según el artículo 11.3 Estrategia de durabilidad del CE.

- Resistencia

Serán de aplicación las especificaciones sobre resistencias mínimas a conseguir en el hormigón, en función del tipo de exposición ambiental a la que vaya a estar sometido, según el artículo 11.3 Estrategia de durabilidad del CE.

- Dosificación del hormigón

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos por el Contratista, pero respetando las limitaciones incluidas en el artículo 11.3 Estrategia de durabilidad del CE. En dicha dosificación se tendrán en cuenta no sólo la resistencia mecánica

y la consistencia que deban obtenerse, sino también el tipo de ambiente al que va a estar sometido el hormigón.

Deberán cumplirse especialmente las especificaciones recogidas en el artículo 11.3 Estrategia de durabilidad del CE., relativas a las limitaciones de los contenidos de agua y cemento en función de las clases de exposición ambiental a las que vaya a estar sometido el hormigón.

Para establecer la dosificación y control de resistencia se harán los ensayos que marca el apartado 57.3 Realización de los ensayos del CE.

Cuando las clases generales de exposición ambiental sean III o IV, o cuando el ambiente presente cualquier clase específica de exposición, deberán realizarse ensayos de comprobación de la impermeabilidad del hormigón obtenido, según el artículo 57.3.3 Ensayos de durabilidad del CE.

El nivel de control vendrá regulado por el artículo 57.5 Control durante el suministro del CE, y será el que figura en el presente documento y en los planos.

Los morteros cumplirán lo establecido en el Artículo 611 del PG-3, revisado.

La realización de los ensayos correspondientes a la determinación de las características prescritas, podrá ser exigida en cualquier momento por la Dirección de Obra y serán llevados a cabo como está escrito en este pliego o como prescriba dicha Dirección. Siempre se exigirá al Contratista los correspondientes certificados oficiales, que garanticen el cumplimiento de las prescripciones establecidas en este artículo.

El Contratista será el único responsable ante la Dirección de Obra de los defectos de calidad o incumplimiento de las características de los materiales, aunque éstas estén garantizadas por certificados de calidad.

- Separadores



Se cumplirá el artículo 43.4.2 Separadores del CE y serán de mortero de cemento. Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Estos calzos o separadores deberán disponerse de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 49.8.2 Disposición de separadores del CE. Deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, y no inducir corrosión de las armaduras. Deben ser al menos tan impermeables al agua como el hormigón, y ser resistentes a los ataques químicos a que se puede ver sometido este. Independientemente de que sean provisionales o definitivos, serán de mortero y haber sido específicamente diseñados para este fin.

Al ser de mortero, su calidad deberá ser semejante a la del mortero contenido en el hormigón de la obra.

Se prohíbe el empleo de madera así como el de cualquier material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón. En el caso de que puedan quedar vistos, se prohíbe asimismo el empleo de materiales metálicos.

- Desencofrantes

El empleo de desencofrantes sólo podrá ser autorizado por el Director de Obra una vez realizadas pruebas y comprobado que no producen efectos perjudiciales en la calidad intrínseca, ni en el aspecto externo del hormigón.

En ningún caso se permitirá el uso de productos para que al desencofrar quede al descubierto el árido del hormigón o mortero, ni con fines estéticos, ni para evitar el tratamiento de las juntas de trabajo entre tongadas, ni en cajetines de anclaje.

- Hormigones preparados en planta

Los hormigones preparados en Planta se ajustarán al CE. Se deberá demostrar a la Dirección de Obra que el suministrador realiza el control de calidad exigido con los medios adecuados para ello. El suministrador del hormigón deberá entregar cada carga acompañada de una hoja de suministro (albarán) en la que figuren, como mínimo, los datos siguientes:

Nombre de la central de hormigón preparado

- Fecha de entrega
- Nombre del utilizador

Designación y características del hormigón, indicando expresamente las siguientes:

- Cantidad y tipo de cemento
- Tamaño máximo del árido
- Resistencia característica a compresión
- Clase y marca de aditivo si lo contiene
- Lugar y tajo de destino
- Cantidad de hormigón que compone la carga
- Hora en que fue cargado el camión
- Hora límite de uso para el hormigón

### 3.18. MADERAS A EMPLEAR EN MEDIOS AUXILIARES

Las maderas que se utilicen en la obra cumplirán las condiciones establecidas en el artículo 286 del PG-3, así como las siguientes condiciones:

- Proceder de troncos sanos, cortados en vida y fuerza de savia.
- Haber sido desecada al aire, protegidas del sol y de la lluvia, durante un período de al menos dos años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, carcomas o ataques de hongos.
- Estar exentas de grietas, hendiduras, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez. En particular contendrá el menor número posible de nudos, los que, en todos los casos, tendrán un diámetro inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas, paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos de crecimiento regulares.
- Dar sonido claro de percusión.



Para ciertos usos se podrán emplear tableros contrachapados, de diversos espesores, que serán propuestos por el Contratista y que deberán ser aprobados por la Dirección de Obra, sin perjuicio de la responsabilidad del Contratista en cuanto a su idoneidad.

### 3.19. ENCOFRADOS

Definición: Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

Tipos de encofrado y características: El encofrado puede ser de madera o metálico, según el material que se emplee. Por otra parte, el encofrado puede ser fijo o deslizante. De madera: La madera que se utilice para encofrados deberá cumplir las características del presente Pliego.

Metálicos: Los aceros y materiales metálicos para encofrados deberán cumplir las características de la normativa vigente.

Los encofrados a utilizar en las distintas partes de la obra deberán contar con la autorización escrita de la Dirección de Obra.

### 3.20. ACERO EN ARMADURAS PASIVAS

En los hormigones armados se emplearán barras corrugadas de acero tipo B-500S según nomenclatura del Código Estructural. Será empleado tanto para el armado como para los refuerzos, cercos, horquillas, anclajes etc.

Estos aceros cumplirán las prescripciones establecidas en el Artículo doscientos cuarenta (240) del PG-3 revisado y en el Código Estructural y lo dispuesto en el CTE-SE-A.

El nivel de control de calidad se considerará normal y a estos efectos se cumplirá lo establecido en el Artículo 61.3 Realización de ensayos del CE.

Para aquellas armaduras que llegasen a montar en obra, previa aprobación por parte de la DO del sistema constructivo correspondiente, con el sistema de "atado con alambre", se exigirá, al menos:

- Limpiar pormenorizadamente el encofrado de fondo de todos y cada uno de los recortes del alambre, con aspiración de los mismos.

- Todos los alambres deben quedar en posición hacia el interior de la estructura. De ninguna manera se permitirá alambres de atado que quede hacia el exterior y puedan mermar el espesor de recubrimiento nominal indicado en el proyecto para cada elemento estructural.

Los diámetros y calidades de las armaduras vendrán expresados en los Planos.

### 3.21. ACEROS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

Se define como estructura metálica de acero el conjunto de elementos de este material que formen la parte sustentable de la edificación.

Los aceros a usar son los laminados en chapa o perfiles del tipo S275, definidos en la Norma UNE-EN 10025. La forma y dimensiones de la estructura vendrán definidas en los planos correspondientes y tendrán las dimensiones y características correspondientes a la serie de perfiles normalizados definidos en las normas oficiales y en los prontuarios de los fabricantes.

Las uniones, cualquiera que sea su tipo, se realizarán de acuerdo con las indicaciones del Proyecto, de la dirección facultativa o de las normas vigentes.

No se efectuará la imprimación hasta que su ejecución sea autorizada por el director de obra, tras haber realizado la inspección de las superficies y uniones de la estructura acabada en taller.

Mientras no se haya ejecutado la unión, no se imprimirán ni protegerán las superficies que sea necesario soldar.

#### Control de recepción

A su llegada a obra, los perfiles laminados se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

Para las condiciones de recepción regirá lo indicado en el Código Estructural. A los efectos de control, los perfiles laminados se considerarán en nivel normal o intenso, debiendo fijarse este extremo en los Documentos de Proyecto o por parte de la Dirección de Obra.



### Conservación, almacenamiento y manipulación

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas

### 3.22. MALLAS ELECTROSOLDADAS

Se entiende por mallas electrosoldadas a los productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas.

Las características de las mallas electrosoldadas se ajustarán a las descritas en la Norma UNE 36092 y lo indicado en el Código Estructural y sus comentarios y, en su defecto, el Artículo 241 del PG-3.

### Control de recepción

A su llegada a obra, las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

Para las condiciones de recepción regirá lo indicado en el Código Estructural. A los efectos de control, las mallas se considerarán en nivel normal o intenso, debiendo fijarse este extremo en los Documentos de Proyecto o por parte de la Dirección de Obra.

### 3.23. BORDILLO DE HORMIGÓN

Se definen como bordillos de hormigón las piezas formadas por elementos prefabricados de hormigón colocados sobre una solera adecuada, que constituyen una faja o cinta que delimita la superficie de la calzada o la de una acera.

Los bordillos prefabricados de hormigón serán de dimensiones tipo estándar "C4", con doble capa de sílice resistente al desgaste, y estarán fabricados conforme a las normas UNE-EN 1340:2004 – UNE 127 340. Se les exigirá a las piezas prefabricadas el cumplimiento de las siguientes características técnicas:

- Espesor de la doble capa: superior a 4 mm.
- Tolerancias dimensionales: Según Tabla 1 de complemento nacional UNE 127 340.
- Absorción de agua: Inferior al 6% (Clase 2 . Marcado B)
- Resistencia a flexión: igual o superior a 5 MPa (Clase 2, Marcado T)
- Resistencia a la abrasión: igual o inferior a 20 mm (Clase 4, Marcado I)

### 3.24. 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.

#### Definiciones de los tubos

- Diámetro exterior medio, dem. 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, dem,mín. Valor mínimo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.
- Diámetro exterior medio máximo, dem,máx. Valor máximo del diámetro exterior especificado para un diámetro nominal dado.



- Diámetro exterior en cualquier punto, de,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, ey. Valor de la medición del espesor de pared en cualquier punto de la circunferencia de un componente.
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto, ey, 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, em. 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, Pn. 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

#### Características del material

Propiedad	Unidad	PE 100
Mínima tensión requerida, MRS	MPa	10
Tensión de diseño, $\sigma$	MPa	8
Coefficiente 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
Coefficiente 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

#### 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

#### 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 Gibault 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.

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	VALORES	MÉTODO DE ENSAYO	OBSERVACIONES
Densidad	De 1,35 a 1,46 t/m <sup>3</sup>	UNE-EN ISO 1183-2 :2005	
Temperatura de Reblandecimiento	75 °C	UNE-EN ISO 306:1997	Carga de ensayo de 1 kg
Resistencia a tracción Simple	50 N/mm <sup>2</sup>	UNE-EN 1452-1:2000	El valor menor de las cinco probetas
Alargamiento a la rotura	80 por 100	UNE -EN1452-1 y 2:2000	El valor menor de las cinco probetas

- Unión con embocadura soldada

Se utiliza con accesorios de polietileno con embocadura. Se usa un calefactor que, una vez calentado a 275

°C ± 15 °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.

### 3.25. TUBERÍAS DE PVC

#### Definición

Se definen como tales los tubos de PVC, tanto lisos, como ranurados y corrugado ranurado simple, que se utilicen como colectores de desagüe y como tuberías de drenaje.

#### Condiciones generales

Generalmente se utiliza P.V.C., no plastificado como materia prima para su fabricación. Se entiende como

P.V.C. no plastificado la resina de cloruro de polivinilo no plastificado, técnicamente puro (menos del uno por ciento (1 %) de impurezas) en una proporción del noventa y seis por ciento (96 %), exento de plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.

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:



La Dirección de Obra podrá solicitar los Certificados del fabricante sobre las características de los tubos suministrados así como realizar los correspondientes ensayos de comprobación.

El tubo debe fabricarse a partir de una banda nervada del material citado cuyos bordes están conformados para ser engatillados. La banda se enrolla helicoidalmente formando el tubo del diámetro que se desee, mediante una máquina especial, que además de fijar el diámetro, efectúa el encaje de los dos bordes de la banda y aplica sobre éstos un polimerizador que actúa como soldadura química

#### 4. CONDICIONES DE EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

##### 4.1. CONDICIONES GENERALES

Las Obras en su conjunto y en cada una de sus partes se ejecutarán con estricta sujeción al presente Pliego de Prescripciones y a las Normas Oficiales que en él se citan.

Además de la normalización técnica, las Obras estarán sometidas a la legislación vigente sobre Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud en el Trabajo y Protección del Medioambiente.

En caso de contradicción o duda, el Contratista se atenderá a las instrucciones que, por escrito, le sean dadas por la Dirección de Obra.

El Contratista podrá elegir el proceso, así como el programa y fases de ejecución de las obras que más le convenga, siempre y cuando cumpla el Programa de Trabajos aprobado,

siendo a su cargo todos los daños o retrasos que puedan surgir por la propia ejecución de las obras o los medios empleados en ellas.

##### 4.2. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO DE LAS OBRAS

Será de aplicación en esta materia, lo dispuesto en el artículo 212 de la Ley de Contratos del Sector Público y en las Cláusulas 24, 25 y 26 del PCAG.

Antes de iniciar las obras y en el plazo fijado en el Contrato, la Dirección de Obra comprobará el replanteo de las mismas, en presencia del Contratista.

La comprobación comprenderá:

- a) La geometría en planta y alzado de las obras definidas en el plano de replanteo.
- b) Las coordenadas UTM de los vértices y de la cota  $\pm 0.00$  definidas en el plano de replanteo.
- c) El levantamiento topográfico de la superficie de los terrenos afectados por las obras, habiéndose de adaptar la geometría de las obras proyectadas a la realidad física existente en este momento.
- d) Comprobación de la viabilidad del proyecto.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo el eje principal de la obra, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

A continuación se levantará un Acta de Comprobación de Replanteo firmada por los representantes de ambas partes. Desde ese momento el Contratista será el único responsable de las Obras.

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

Todas las coordenadas de las obras, estarán referidas a las fijadas como definitivas en este Acta de Replanteo. Lo mismo ocurrirá con la cota  $\pm 0.00$  elegida.

Desde este momento el Contratista será el único responsable de las Obras y los planos contradictorios servirán de base a las mediciones de obra.



El Contratista será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras son destruidos algunos, deberá colocar otros bajo su responsabilidad y a su costa, comunicándolo por escrito a la Dirección de Obra que comprobará las coordenadas de los nuevos vértices o señales.

Si durante el transcurso de las obras hubiera habido variaciones en la topografía de los terrenos, no producidos por causas derivadas de la ejecución de las obras, la Dirección de Obra podría ordenar la realización de nuevos replanteos.

También se podría ordenar por la Dirección de Obra la ejecución de replanteos de comprobación, tomas de datos y perfiles que se consideren oportunos, a efectos de mediciones, que serán efectuados con la asistencia del Contratista, levantándose también acta de los resultados obtenidos.

La Dirección de Obra sistematizará normas para la comprobación de estos replanteos y podrá supeditar el progreso de los trabajos a los resultados de estas comprobaciones, lo cual, en ningún caso, inhibirá la total responsabilidad del Contratista, ni en cuanto a la correcta configuración y nivelación de las obras, ni en cuanto al cumplimiento de plazos parciales.

Los gastos ocasionados por todas las operaciones de comprobación del replanteo general y los de las operaciones de replanteo y levantamiento mencionados en estos apartados serán por cuenta del Contratista.

#### **4.3. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS**

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, y deberá informar prontamente a la Propiedad de cualquier anomalía o contradicción. Las cotas de los planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.

El Contratista deberá confrontar los diferentes planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

#### **4.4. ESPACIOS NECESARIOS PARA LAS OBRAS**

El Contratista deberá contar con las autorizaciones oportunas para ocupar superficies y zonas de terreno que necesite para la ejecución de las obras, para la utilización de las vías e instalaciones, tanto de carácter público como privado.

El Contratista tendrá en cuenta en su oferta la limitación de espacios existentes, de cara al almacenamiento y acopio de los distintos materiales y elementos necesarios para la ejecución de las obras (casetas e instalaciones de obra, maquinaria, etc.). Asimismo deberá adecuar su plan de trabajo a la disponibilidad de terrenos expropiados, que será posterior al inicio de la obra. Todo lo anterior sin tener por ello derecho a indemnización alguna.

#### **4.5. INSTALACIONES, ACCESOS Y OBRAS AUXILIARES.**

Constituye obligación del Contratista el estudio y construcción a su cargo de todas las instalaciones auxiliares de las obras, incluidas las obras provisionales necesarias para la ejecución de las definitivas, así como los accesos y caminos de servicio de las obras precisos para acceder a los distintos tajos.

Durante el plazo de ejecución de las obras serán a cargo del Contratista el mantenimiento, conservación y reparación de todas las instalaciones auxiliares, incluidas los accesos y caminos de servicio de la obra, tanto los construidos por el Contratista como los ya existentes y puestos a su disposición.

El Contratista estará obligado a su costa y riesgo a desmontar, demoler y transportar fuera de la zona de las obras, al término de las mismas, todos los edificios, cimentaciones, elementos, encofrados y material inútil que le pertenezca o hayan sido utilizados por él, con excepción de los que explícitamente y por escrito determine la Dirección de la obra. Si no procediese de esta manera la Administración, previo aviso y en un plazo de treinta (30) días, procederá a retirarlos por cuenta del Contratista. Todas estas instalaciones se proyectarán y mantendrán de forma que en todo momento se cumpla la normativa vigente de Seguridad y Salud Laboral y la normativa ambiental. Se considerarán instalaciones auxiliares de obra las que, sin carácter limitativo, se indiquen a continuación:

- a) Oficinas del contratista.



- b) Instalaciones para los servicios del personal.
- c) Instalaciones para los servicios de seguridad y vigilancia.
- d) Laboratorios, almacenes, talleres y parques del contratista.
- e) Instalaciones de áridos; fabricación, transporte y colocación del hormigón.
- f) Instalaciones de suministro de energía eléctrica y alumbrado para las obras.
- g) Instalaciones de suministro de agua.
- h) Instalaciones de carga y descarga de materiales y de pesaje si fuese necesario.
- i) Cualquier otra instalación que el Contratista necesite para la ejecución de la obra.
- j) Instalaciones para la gestión de residuos generados en obra.

Se considerarán como obras auxiliares las necesarias para la ejecución de las obras definitivas que, sin carácter limitativo, se indiquen a continuación:

- a) Obras para el desvío de corrientes de aguas superficiales tales como cortes, canalizaciones, etc.
- b) Obras de drenaje, recogida y evacuación de las aguas en las zonas de trabajo.
- c) Obras de protección y defensa contra inundaciones.
- d) Obras para agotamiento o para rebajar el nivel freático.
- e) Entibaciones, sostenimiento y consolidación del terreno en obras a cielo abierto y subterráneo.
- f) Obras provisionales de desvío de circulación de personas o vehículos, requeridos para la ejecución de las obras objeto del contrato.

Todos los gastos que se originen por el cumplimiento de este artículo se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados separadamente.

La propiedad se reserva el derecho de que aquellos viales, caminos de servicio e infraestructuras de obra civil y/o instalaciones auxiliares de transporte que considere de utilidad para la explotación de la obra definitiva o para otras le serán entregados por el Contratista cuando ya no sean utilizados para la obra, sin que por ello el Contratista haya de percibir ningún abono.

El Contratista deberá obtener de la autoridad competente las oportunas autorizaciones y permisos para ocupar superficies y zonas de terreno que necesite para las obras y para la utilización de las vías e instalaciones, tanto de carácter público como privado. La propiedad se reserva el derecho de que determinados viales, carreteras, caminos, sendas, rampas y otras vías de comunicación construidas por cuenta del Contratista puedan ser utilizadas gratuitamente por él mismo o por otros contratistas para la realización de trabajos de control de calidad, auscultación, reconocimiento y tratamiento del terreno, sondeos, inyecciones, anclajes, cimientos indirectos, obras especiales, montaje de elementos metálicos, eléctricos, y de otros equipos de instalación definitiva.

Las obras de accesos, incluidos caminos, sendas, obras de fábrica y otros, a las obras y a los distintos tajos, que tengan que construirse o ampliarse serán ejecutadas por cuenta y riesgo del Contratista.

La conservación de estos accesos, así como la de los ya existentes y puestos a disposición del Contratista será, durante la ejecución de las obras, por cuenta y riesgo del Contratista.

La Dirección de Obra se reserva para sí el uso de estas instalaciones de acceso sin colaborar en los gastos de conservación, señalización, balizamiento y defensas.

#### **4.6. MAQUINARIA Y EQUIPOS**

El Contratista está obligado bajo su responsabilidad a efectuar los transportes, proporcionar los almacenes, medios de transporte, máquinas y útiles de todas clases necesarios para la ejecución de todos los trabajos, ya sea de las obras definitivas como de las auxiliares.

Está obligado asimismo a asegurar el manejo, reparaciones y de una manera general al mantenimiento en buen estado de uso o de funcionamiento de todo ese material fijo o móvil.



Todos los elementos auxiliares se entienden exclusivamente dedicados a la ejecución de los trabajos comprendidos en el Proyecto definitivo y obras auxiliares, y una vez incorporados a la obra no podrán ser retirados sin una autorización escrita de la Dirección de la obra.

El Contratista está obligado a aportar el equipo de maquinaria y medios auxiliares que sean precisos para la buena ejecución de la obra en los plazos contratados.

Si para la adjudicación del contrato hubiera sido una condición necesaria la aportación de una determinada maquinaria o si como consecuencia de la documentación de su oferta, el Contratista se hubiera comprometido a aportar un medio concreto para la ejecución de las obras, la Dirección de Obra exigirá el cumplimiento de tal condición.

Si por causas de fuerza mayor o circunstancias similares no pudiese aportarlo, deberá ponerlo en conocimiento, inmediatamente después de conocer las causas, de la Dirección de Obra con indicación de las medidas que piensa tomar. Tales medidas deberán consistir en la aportación de un equipo de iguales o mejores características que el que se comprometió a aportar. En este caso se atenderá a la resolución que la Dirección de Obras decida tomar.

En los demás casos el Contratista deberá comunicar a la Dirección de Obra los equipos que se propone aportar. Esta comunicación se hará con tiempo suficiente para que puedan ser inspeccionados, si se considerase conveniente, por la Dirección de Obra. La aprobación de la Dirección de Obra no prejuzga ninguna responsabilidad de ésta sobre el comportamiento o idoneidad de los equipos, que será siempre responsabilidad del Contratista.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse. No podrán retirarse de la obra sin el consentimiento de la Dirección de Obra.

Si, una vez autorizada la retirada y efectuada ésta, hubiese necesidad de dicho equipo o maquinaria el Contratista deberá reintegrarla a la obra a su cargo. En este caso el tiempo necesario para su traslado y puesta en uso no será computable a los efectos de cumplimiento de plazos de la obra.

El Contratista podrá subcontratar trabajos o equipos de propiedad de terceros. En caso de subcontrato de equipos toda la responsabilidad derivada del uso de éstos será del Contratista, aunque el personal sea subcontratado, por lo que cualquier acción que por parte de la Propiedad o de un tercero que pudiese tomarse irá contra el Contratista. La Dirección de Obra está facultada para decidir la exclusión de un subcontratista por estimar al mismo incompetente, o por no reunir las necesarias condiciones. Comunicará esta decisión al Contratista y este deberá tomar las medidas inmediatas para la rescisión de este destajo.

Una vez en obra los equipos quedarán afectos a la misma, requiriéndose una autorización expresa de la Dirección de Obra para su retirada de la misma, sea para uso temporal en otra obra o incluso para su reparación.

Si los equipos no fuesen adecuados para la realización de las obras, deberán ser sustituidos por otros más adecuados a juicio de la Dirección de Obra.

La maquinaria y los medios auxiliares que deban utilizarse para la ejecución de las obras, cuya relación figurará entre los datos necesarios para confeccionar el Programa de Trabajo, deberán estar disponibles a pie de obra con suficiente antelación en el comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y autorizados, en su caso, por el Director de Obra.

El equipo quedará adscrito en la obra cuando se encuentren en ejecución las unidades en que deben utilizarse, de tal manera que no se podrán retirar sin consentimiento expreso por escrito del Director de Obra y deberán ser reemplazados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación exija plazos que el Director de Obra estime que puedan alterar el Programa de Trabajo.

Si durante la ejecución de las obras el Director de Obra observase que, por cambio en las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos autorizados no fuesen los idóneos al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajo, deberán sustituirse por otros o ser incrementados en número.



El contratista no podrá reclamar si en el curso de los trabajos y para el cumplimiento del contrato se viese obligado a aumentar la importancia de la maquinaria, de los equipos o de las plantas y de los medios

auxiliares, en calidad, potencia, capacidad de producción o en número, o a modificarlo respecto de sus previsiones.

Todos los gastos que se originen por el cumplimiento de este artículo se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados separadamente, a pesar de que pueda existir indicación en contra establecida en algún documento contractual.

El Contratista deberá tener cubiertos los riesgos obligatorios mediante una póliza de seguro, que deberá obligatoriamente exhibir a petición de la Dirección de Obra.

#### **4.7. MANO DE OBRA**

Los operarios que intervengan en los trabajos serán de la especialidad adecuada y los ejecutarán con la cantidad que requiera la Dirección de la Obra.

El Contratista deberá aumentar o disminuir el número de brigadas o de operarios si así conviniera a juicio de la Administración.

#### **4.8. CONDICIONES EN QUE DEBEN COLOCARSE ACOPIOS A PIE DE OBRA**

El Contratista dispondrá los acopios de materiales a pie de obra de modo que éstos no sufran demérito por la acción de los agentes atmosféricos y otras causas. Los acopios cumplirán en todo momento con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud Laboral.

Deberá seguir las indicaciones de la Dirección de Obra sobre este extremo. Los materiales acopiados deberán cumplir en el momento de su utilización las condiciones de este Pliego.

Se entenderá a este respecto que cualquier material puede ser rechazado en el momento de su empleo si en tal instante no cumple las condiciones expresadas en este Pliego, aunque con anterioridad hubiera sido aceptado.

La responsabilidad por las pérdidas o daños que pudieran derivarse del acopio de materiales, será siempre del Contratista.

Estas condiciones se extenderán al transporte y manejo de materiales.

#### **4.9. COMIENZO DEL PLAZO DE LAS OBRAS Y PROGRAMA DE TRABAJOS**

El plazo de ejecución de las obras se iniciará a partir del día siguiente al de la firma del Acta de comprobación del Replanteo. En el caso contrario, el plazo de la ejecución de las obras se iniciará a partir del día siguiente al de la notificación al Contratista de la autorización para el comienzo de ésta, una vez superadas las causas que impidieran la iniciación de las mismas o bien, en su caso, si resultasen infundadas las reservas formuladas por el Contratista en el Acta de Comprobación del

Replanteo.

El Contratista estará obligado a presentar un programa de trabajo en el plazo de un (1) mes contado a partir de la fecha de iniciación de las obras, fijada de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior.

El Programa que presente el Contratista deberá tener en cuenta que en ningún caso pueda interferir las servidumbres terrestres afectadas por las obras.

El Programa de trabajo especificará, dentro de la ordenación general de las obras, los períodos e importes de ejecución de las distintas unidades de obra, compatibles (en su caso) con los plazos parciales, si hubieran sido establecidos para la terminación de las diferentes partes fundamentales en que se haya considerado descompuesta la obra y con el plazo final establecido. En particular especificará:

- a) Determinación del orden de los trabajos de las distintas fases de las obras de acuerdo con las características del proyecto.
- b) Determinación de los medios necesarios para su ejecución con expresión de sus rendimientos medios.
- c) Estimación, en días de calendario, de los plazos de ejecución de las diversas obras y operaciones preparatorias, equipos e instalaciones, y los de ejecución de las diversas partes de la obra, con representación gráfica de los mismos.



d) Valoración mensual y acumulada de la obra programada, basado en las obras u operaciones preparatorias, equipos e instalaciones y parte o clases de obra a precios unitarios.

El Contratista podrá proponer, con el programa de trabajo, el establecimiento de plazos parciales en la ejecución de la obra, de modo que si son aceptados por la Administración al aprobar el programa de trabajo, estos plazos se entenderán como parte integrante del contrato a los efectos de su exigibilidad, quedando el Contratista obligado al cumplimiento no sólo del plazo total final, sino a los parciales en que se haya dividido la obra.

La Administración resolverá sobre el programa de trabajo presentado por el Contratista dentro de los quince días siguientes a su presentación.

La resolución puede imponer modificaciones al programa de trabajo presentado o el cumplimiento de determinadas prescripciones, siempre que no contravengan las cláusulas del contrato.

El sucesivo cumplimiento de los plazos parciales, si los hubiere establecidos, será formalizado mediante la recepción parcial del tramo o zona de obra comprendida dentro del plazo parcial. Las recepciones parciales serán únicas y provisionales e irán acompañadas de toma de datos necesarios para comprobar que las obras se han realizado de acuerdo con el proyecto y, por tanto, puedan ser recibidas por la Administración.

La Dirección de Obra queda facultada para introducir modificaciones en el orden establecido para la ejecución de los trabajos, después de que éste haya sido aprobado por la Superioridad, si por circunstancias imprevistas lo estimase necesario, siempre y cuando estas modificaciones no representen aumento alguno en los plazos de terminación de las obras tanto parciales como final.

En caso contrario, tal modificación requerirá la previa autorización de la Superioridad.

Cualquier modificación que el Contratista quiera realizar en el programa de trabajo, una vez aprobado, deberá someterla a la consideración de la Dirección de Obra y, en caso de que afecte a los plazos, deberá ser aprobada por la Superioridad visto el informe de la Dirección.

#### **4.10. PRECAUCIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

##### Protección contra lluvias

Durante las diversas etapas de la construcción, el Contratista mantendrá, a su cargo, las obras en perfectas condiciones de drenaje en todo momento. Los desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan daños.

Si existe temor de que se produzcan heladas, el Contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por los efectos consiguientes.

##### Protección contra incendios

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir. En especial se subraya la importancia del cumplimiento por parte del Contratista de los reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.

##### Evitar la presencia de contaminantes

El Contratista está obligado a cumplir las previsiones del Plan de Vigilancia Ambiental al objeto de evitar la contaminación del aire, cursos de agua, mar y, en general, cualquier clase de bien público o privado que pudieran producir las obras o instalaciones y talleres anejos a las mismas, aunque hayan sido instalados en terreno de propiedad del Contratista, dentro de los límites impuestos en las disposiciones vigentes sobre conservación del medio ambiente y de la naturaleza. Cumplirá en todo momento las disposiciones vigentes sobre estas materias.

En particular el Contratista pondrá especial cuidado, en su caso, en las labores de excavación y transporte de los materiales hasta las zonas de vertido para evitar la contaminación de las aguas.

Cuidará especialmente del cumplimiento de las órdenes de la Dirección de Obra sobre esta materia.



#### Limpieza de las obras

El Contratista deberá proteger todos los materiales, la propia obra y los alrededores de ésta contra todo deterioro y daños durante el periodo de la construcción, y deberá almacenar y proteger contra incendios todos los materiales inflamables.

Deberá conservar en perfecto estado de limpieza todos los espacios interiores y exteriores a las zonas de trabajo, evacuando los desperdicios y basuras y protegiendo el entorno, en caso de riesgo de vertidos al medio marino o alcantarillas.

Deberá construir y conservar a su costa todos los pasos o caminos provisionales, alcantarillas, señales de tráfico y todos los recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tráfico dentro y en los alrededores de las obras.

Es obligación del Contratista mantener la obra limpia, así como sus alrededores, atendiendo cuantas indicaciones y órdenes le sean dadas por la Dirección de Obra en esta materia.

El Contratista mantendrá en las debidas condiciones de limpieza y seguridad los caminos de acceso a la obra y en especial aquellos comunes con otros servicios o de uso público. Siendo de su cuenta y riesgo las averías o desperfectos que se produzcan por un uso indebido de los mismos.

El Contratista cuidará bajo su responsabilidad que la obra esté siempre en buenas condiciones de limpieza. Finalizados los trabajos, en el momento de la entrega, la obra, sus alrededores y caminos utilizados estarán en perfectas condiciones de limpieza.

#### **4.11. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 21 del PCAG. El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra y a sus subalternos, toda clase de facilidades y medios para poder practicar los replanteos, reconocimientos, pruebas de materiales y su preparación. Todo ello para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la obra, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra, incluso a los talleres, equipos e instalaciones.

Todos los gastos que se originen por estos conceptos serán de cuenta del Contratista.

#### **4.12. VIGILANCIA A PIE DE OBRA**

La Dirección de Obra podrá nombrar los equipos que estime oportunos de vigilancia a pie de obra para garantizar la continua inspección de la misma.

El Contratista no podrá rehusar a los vigilantes nombrados quienes, por el contrario, tendrán en todo momento libre acceso a cualquier parte de la obra.

La existencia de estos equipos no eximirá al contratista de disponer sus propios medios de vigilancia para asegurarse de la correcta ejecución de las obras y del cumplimiento de lo dispuesto en el presente Pliego, extremos de los que en cualquier caso será responsable.

#### **4.13. TRABAJOS NOCTURNOS**

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de las Obras y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que el Director ordene; y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los requeridos trabajos nocturnos.

Esta iluminación permitirá la correcta vigilancia de la obra de modo que no exista ningún problema durante el desarrollo de la ejecución nocturna.

Se cumplirá lo establecido en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 8 de Noviembre) relacionado con trabajos nocturnos y su iluminación.

En ningún caso la ejecución de trabajos nocturnos, aunque ésta sea debida a exigencias de la Dirección de obra, dará derecho al Contratista a indemnización alguna por ello.

#### **4.14. TRABAJOS INÚTILES Y DEFECTUOSOS**

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 43 y 44 del PCAG, por lo que el Contratista deberá demoler a su cargo, salvo que la Dirección de Obra decida aceptarlo, cualquier trabajo inútil o defectuoso.



Esta facultad de la Dirección de Obra, que recoge el último párrafo de la Cláusula 44, deberá ser ejercida dentro de los límites que en su caso vengan expresados en este Pliego de Condiciones.

La Dirección, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir al Contratista que proponga medidas, con las correspondientes modificaciones en el Programa de Trabajos, maquinaria, equipo y personal facultativo, que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación del retraso causado.

Dichas medidas deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

#### **4.15. TRABAJOS NO AUTORIZADOS**

Cuando se detecte la ejecución de alguna parte de la obra o unidad que no haya sido autorizada se procederá a la paralización de su ejecución, hasta que el Contratista sea autorizado a continuar por la Dirección de Obra, si se demostrase que no ha significado una modificación del proyecto y ha sido ejecutada con arreglo a este Pliego.

Si significasen una modificación del Proyecto no autorizada se aplicará la Cláusula 62 del PCAG.

Si no hubiere sido ejecutada conforme a este Pliego se aplicará el artículo de este Pliego, relativo a trabajos inútiles o defectuosos.

#### **4.16. UNIDADES NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO**

Para la ejecución de las unidades de obra para las cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá a lo que resulte de los planos, cuadro de precios y presupuestos, a las disposiciones legales que les sean de aplicación, a reglas de la buena construcción y que la práctica ha sancionado como tales y a la interpretación que dicte la Dirección de Obra.

#### **4.17. PRESCRIPCIÓN GENERAL PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Todas las obras se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de la buena construcción, con sujeción a las normas del presente Pliego y documentos complementarios, y las órdenes emanadas de la Dirección de Obra.

Para la resolución de aquellos casos no comprendidos en las prescripciones citadas en el párrafo anterior, estará a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.

Previamente a la realización de cualquier obra de demolición o excavación, que pueda afectar al subsuelo o bien a obras existentes, el Contratista recabará la correspondiente información tanto de la Dirección de obra como de todas las empresas de servicios, relativa al paso de canalizaciones y conducciones

subterráneas o empotradas no vistas. Todo ello, al objeto de adoptar las oportunas providencias para evitar daño, tanto a los operarios, a terceros, como a las propias instalaciones.

#### **4.18. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE LAS OBRAS**

Durante la construcción, las obras deberán balizarse de forma reglamentaria y de acuerdo con las instrucciones de la Dirección de Obra.

El Contratista deberá presentar un Proyecto de balizamiento provisional de las obras que, una vez aprobado por la Dirección de Obra, será tramitado para su aprobación.

El Contratista instalará los equipos de iluminación del tipo e intensidad que la Dirección de Obra le ordene, y los mantendrá en perfecto estado durante la ejecución de los trabajos. Esta iluminación ha de permitir la correcta vigilancia de la obra durante el desarrollo de la ejecución nocturna.

El Contratista, suministrará, instalará y mantendrá en perfecto estado todas las vallas, balizas, boyas y otras marcas necesarias para delimitar la zona de trabajo a satisfacción del Director de la Obra y de las autoridades de marina y portuaria. Dichas operaciones pueden incluir, en su caso, la implantación de un balizamiento marítimo provisional.

El Contratista quedará asimismo obligado a señalar el resto de las obras objeto del Contrato con arreglo a las instrucciones y uso de los aparatos que prescriba la Dirección de Obra y a las indicaciones de otras autoridades en el ámbito de su competencia y siempre en el cumplimiento de todas las disposiciones vigentes. El Contratista será responsable de cualquier daño resultante como consecuencia de falta o negligencia a tal respecto.



Serán por cuenta y riesgo del Contratista el suministro, instalación, mantenimiento y conservación de todas las boyas, luces, elementos e instalaciones necesarias para dar cumplimiento a lo indicado en los párrafos anteriores.

#### **4.19. EXCAVACIÓN MECÁNICA DE TERRENO A CIELO ABIERTO**

##### **4.19.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

El Contratista notificará a la Dirección Facultativa el comienzo de la excavación, para que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias. Previo al inicio, el Contratista someterá, para su aprobación por la Dirección Facultativa, el programa de excavaciones, metodología y maquinaria a emplear.

No se podrá modificar el terreno adyacente sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

Se tomarán las precauciones necesarias para no disminuir la capacidad portante del terreno no excavado. Se extraerán las tierras o materiales que ofrezcan peligro de desprendimiento. Será responsabilidad del Contratista la estabilidad de taludes y paredes, así como el cálculo y dimensionamiento de entibaciones y sostenimientos. Se utilizarán apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos y demás medios que impidan deslizamientos y desprendimientos peligrosos para personas u obras. La Dirección Facultativa podrá ordenar su refuerzo o modificación.

Si apareciera agua, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares precisas para agotarla.

Los materiales de excavación podrán emplearse en rellenos, terraplenes, etc., según criterio de la Dirección Facultativa; el excedente se transportará a vertedero. No se podrá desechar ningún material sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

En los taludes se evitará dañar su superficie final y comprometer la estabilidad de la excavación final.

Los accesos de los vaciados serán clausurables y separados para peatones y vehículos de carga o máquinas. En ellos, las camillas de replanteo serán dobles en los extremos y estarán

separadas >1 m. del borde. Se utilizarán puntos de referencia que no sean afectados por el vaciado.

Se excavará hasta alcanzar la profundidad reflejada en los planos, poniendo el máximo cuidado en no dañar ni disminuir el estrato de cimentación por debajo de dicha profundidad. La Dirección Facultativa podrá modificar dicha profundidad, si lo estimase necesario. Se eliminarán del fondo los restos de tierra y trozos sueltos de roca. Se limpiarán y rellenarán las grietas y hendiduras con material compacto u hormigón. El excedente de tierras deberá ser retirado y transportado a los vertederos, quedando prohibida su acumulación en los bordes de los taludes.

##### **4.19.2. 4.19.2 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO** NTE-ADV. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados".

NTE-ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

##### **4.19.3. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO**

La unidad será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, obtenidos antes y después de su ejecución.

El exceso de excavación y ulterior relleno no se abonará al Contratista, si fuera causado por conveniencia de éste o por defecto en la ejecución del desmonte.

Se considera incluido en el precio, el sostenimiento de terrenos y entibaciones, trabajos de nivelación, compactación, saneo del fondo y evacuación de aguas.

#### **4.20. EXCAVACIÓN MECÁNICA EN ZANJAS Y POZOS**

##### **4.20.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Se ajustará a las medidas y situación que, en los planos de obra, se especifiquen. Será replanteada con todo esmero; se empleará el sistema de camillas.

El Contratista notificará a la Dirección Facultativa el comienzo de la excavación, para que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias. Previo al inicio, el Contratista someterá, para su aprobación por la Dirección Facultativa, el programa de excavaciones, metodología y maquinaria a emplear. No se podrá modificar el terreno adyacente sin previa autorización de la Dirección Facultativa.



Se excavará hasta alcanzar la profundidad reflejada en los planos, poniendo el máximo cuidado en no dañar ni disminuir el estrato de cimentación por debajo de dicha profundidad. La Dirección Facultativa podrá modificar dicha profundidad, si lo estima necesario. Si apareciera agua, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares precisas para agotarla.

Los materiales de excavación podrán emplearse en rellenos, terraplenes, etc., según criterio de la Dirección Facultativa; el excedente se transportará a vertedero. La tierra vegetal se acopiará separada de las otras tierras. Las tierras depositadas a ambos lados de la zanja no podrán ocasionar molestias al tráfico ni al desarrollo de los trabajos. La anchura de las zanjas será tal que permita disponer de los medios auxiliares para construir las y, en todo caso, conforme a la sección del Proyecto. Las paredes laterales quedarán perfectamente recortadas; los fondos, perfectamente limpios y nivelados horizontalmente.

El Contratista ejecutará las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad y buena ejecución de los trabajos. La Dirección Facultativa podrá ordenar su refuerzo o modificación.

Será por cuenta del Constructor la reparación de averías producidas en las conducciones públicas o privadas.

En las zanjas destinadas a instalaciones, los fondos se ejecutarán con las pendientes que figuren detalladas en los planos. Tras comprobarlas, se nivelará y apisonará el fondo, colocándose una capa del material especificado en los Planos de detalle; sobre ésta, la tubería o conducción.

En las destinadas a cimentación, se eliminarán del fondo los restos de tierra y trozos sueltos de roca; se limpiarán y rellenarán las grietas y hendiduras con material compacto u hormigón. Si la cimentación se apoya en material cohesivo, los últimos 30 cm. de excavación se efectuarán poco antes de cimentar.

Con el fin de evitar roturas a las canalizaciones existentes, en las proximidades de éstas, la excavación se realizará manualmente. El Contratista no tendrá derecho a abono independiente por dicha operación.

**4.20.2. 4.20.2 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**  
NTE-ADZ. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos".

#### **4.20.3. 4.20.3 CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO**

Se medirá y abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>), medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, obtenidos antes de su ejecución.

Se considera incluido en el precio el sostenimiento de terrenos y entibaciones, trabajos de nivelación, compactación, saneo del fondo y evacuación de aguas.

El exceso de excavación y ulterior relleno no se abonará al Contratista, si fuera causado por conveniencia de éste o por defecto en la ejecución del desmonte.

Si el uso de maquinaria zanjadora variase el volumen de excavación previsto, ello no modificará la cuantía del abono.

#### **4.21. DEMOLICIONES**

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

Será de aplicación lo que especifica el artículo 301 "Demoliciones" del PG-3 modificado por la orden FOM/1382/2002.

El Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efectuar las operaciones de demolición, sin perjuicio de su obligación de cumplir las instrucciones que eventualmente dicte el Director de las Obras.

Antes de iniciar la demolición, si así lo estimase necesario el Director de las Obras, se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Se deberá prestar especial atención a conducciones eléctricas y de telecomunicaciones enterradas.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Preparación de la zona de trabajo y protección

Derribo, fragmentación o desmontaje de la construcción, incluso corte de acero



Troceado y apilado de los escombros

Carga de los escombros sobre el camión y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio.

En el caso de la demolición de firmes se realizará de acuerdo con las dimensiones de las zanjas. Se marcará sobre el terreno la situación y límites de las zanjas, que serán los que han de servir de base a la demolición. Finalmente, se procederá a la demolición del firme y a la retirada de los restos generados.

El resto de demoliciones no incluidas en las unidades anteriores, se consideran incluidas en las operaciones de excavación.

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

Salvo autorización expresa del Director de las obras, todos los materiales procedentes de las demoliciones se llevarán a gestión.

Se evitará la formación de polvo, regando las partes a demoler y a cargar.

#### **4.22. TERRAPLÉN Y RELLENO CON MATERIAL PROCEDENTE DE DESMONTE O EXCAVACIÓN**

##### **4.22.1. CONDICIONES GENERALES**

El terreno a rellenar quedará, previamente, limpio de materia o tierra vegetal.

##### **4.22.2. MATERIALES**

Las tierras a emplear procederán de desmontes o excavaciones realizadas en obra. No se utilizarán los detritos o tierras sucias, ni escombros procedentes de derribos, salvo autorización de la Dirección Facultativa. No podrán utilizarse en ningún caso arcillas expansivas como material de relleno.

El material a emplear tendrá la clasificación de adecuado según lo dispuesto en el PG-3/75 y las modificaciones posteriores aprobadas.

##### **4.22.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Previamente se procederá a un compactado del terreno natural, empleando cilindro vibrante y riego. Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados

para la correcta ejecución de la obra, al efecto de obtener una densidad superior a la del 95% del Próctor Modificado.

Se efectuará por tongadas horizontales, de espesor uniforme y suficientemente reducido, no superior a 30 cm., para obtener el grado de compactación deseado. Durante las obras, la superficie de las tongadas tendrá la pendiente que asegure la evacuación de aguas. No se extenderá ninguna tongada hasta haber comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, realizándose ensayos de medida de densidad "in situ".

Se prohibirá el tráfico de vehículos sobre el relleno hasta completarse la compactación.

##### **4.22.4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

UNE 103500:94. "Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor normal."

UNE 103501:94. "Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor modificado."

NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes".

NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

NTE-CCT. "Cimentaciones. Contenciones: taludes".

##### **4.22.5. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO**

Se medirá y abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno.

No será de abono el volumen de relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables. En los costes estarán incluidas todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra.

#### **4.23. TERRAPLÉN Y RELLENO DE MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMOS**

##### **4.23.1. CONDICIONES GENERALES**

El terreno a rellenar quedará, previamente, limpio de árboles, matas o tierra vegetal.

##### **4.23.2. MATERIALES**

El material a emplear será de préstamo, previa autorización de la Dirección Facultativa y será siempre de granulometría variada.



#### 4.23.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Previamente se procederá a un compactado del terreno natural, empleando cilindro vibrante y riego. Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para la correcta ejecución de la obra, al efecto de obtener una densidad superior a la del 95% del Próctor Modificado.

Se efectuará por tongadas horizontales, de espesor uniforme y suficientemente reducido, no superior a 30 cm., para obtener el grado de compactación deseado. Durante las obras, la superficie de las tongadas tendrá la pendiente que asegure la evacuación de aguas. No se extenderá ninguna tongada hasta haber comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, realizándose ensayos de medida de densidad "in situ".

Se prohibirá el tráfico de vehículos sobre el relleno hasta completarse la compactación.

#### 4.23.4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

UNE 103500:1994. "Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor normal."

UNE 103501:1994. "Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor modificado."

NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

NTE-CCT. "Cimentaciones. Contenciones: taludes".

#### 4.23.5. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno.

No será de abono el volumen de relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables. En los costes estarán incluidas todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra.

### 4.24. SUELO SELECCIONADO PARA EXPLANADAS

#### 4.24.1. DEFINICIÓN

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

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.

Extensión de una tongada.

Humectación o desecación de una tongada.

Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

#### 4.24.2. ZONAS DE LA EXPLANADA

En este tipo de explanadas se distinguirán las cuatro zonas siguientes, cuya geometría se definirá en el Proyecto:

**Coronación:** Es la parte superior del relleno tipo terraplén, sobre la que se apoya el firme, con un espesor mínimo de dos tongadas y siempre mayor de cincuenta centímetros (50 cm).

**Núcleo:** Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación.

**Espaldón:** Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón los revestimientos sin misión estructural en el relleno entre los que se consideran, plantaciones, cubierta de tierra vegetal, encachados, protecciones antierosión, etc.

**Cimiento:** Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será como mínimo de un metro (1 m).

#### 4.24.3. MATERIALES

Para todas las zonas de las explanadas, únicamente se utilizarán los denominados suelos seleccionados, que se definen a continuación.

Se considerarán como suelos seleccionados para explanadas, aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ( $MO < 0,2\%$ ), según UNE 103204.



Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2%), según NLT 114.

Tamaño máximo no superior a cien milímetros ( $D_{max} \leq 100$  mm).

Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ( $\# 0,40 \leq 15\%$ ) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:

Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ( $\# 2 < 80\%$ ).

Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ( $\# 0,40 < 75\%$ ).

Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ( $\# 0,080 < 25\%$ ).

Límite líquido menor de treinta (LL < 30), según UNE 103103.

Índice de plasticidad menor de diez (IP < 10), según UNE 103103 y UNE 103104.

#### 4.24.4. EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

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

#### 4.24.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

Preparación de la superficie de apoyo

Si la explanada se construye sobre terreno natural, se efectuará en primer lugar, de acuerdo con lo estipulado en los artículos 300, "Desbroce del terreno" y 320, "Excavación de la explanación y préstamos" del PG-3, el desbroce del citado terreno y la eliminación de la capa de tierra vegetal.

Sin embargo el Proyecto o el Director de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el apartado 300.2.1 del PG-3, podrán eximir de la eliminación de la capa de tierra vegetal en rellenos tipo terraplén de más de diez metros (10 m) de altura, donde los asientos a que pueden dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad.

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

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

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno tipo terraplén, se escarificará el terreno de acuerdo con la profundidad prevista en el Proyecto y se tratará conforme a las indicaciones relativas a esta unidad de obra, dadas en el artículo 302, "Escarificación y compactación" del PG-3, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural.

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

Si la explanada debe construirse sobre un firme preexistente, éste se escarificará y compactará según lo indicado en el artículo 303 "Escarificación y compactación del firme existente" del PG-3.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguas explanadas se prepararán éstos, mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes, a fin de conseguir la adecuada unión con el nuevo relleno.



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

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

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

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

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

Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes dejan la superficie de terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento previsto y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones de la superficie.

La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

#### Extensión de la tongada

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

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

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

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

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.

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

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



#### Humectación o desecación

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

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

#### Compactación

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

Los valores de densidad y humedad a alcanzar serán los que se indican en los apartados 330.4.2 y 330.4.3 del PG-3, o los que, en su caso, fijen el Proyecto o el Director de las Obras.

Las zonas de trasdós de obra de fábrica, zanjas y aquellas, que por reducida extensión, u otras causas, no puedan compactarse con los medios habituales tendrá la consideración de rellenos localizados y se estará a lo dispuesto en el artículo 332, "Rellenos localizados" del PG-3.

#### 4.24.6. LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN

Las explanadas se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite, salvo que se justifique adecuadamente la viabilidad de la puesta en obra y la consecución de las características exigidas y esta justificación fuese aceptada por el Director de las Obras.

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

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

#### 4.24.7. MEDICIÓN Y ABONO

Las explanadas se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), medidos sobre los planos de perfiles transversales, siempre que los asientos medios del cimiento debido a su compresibilidad sean inferiores, según los cálculos del Proyecto, al dos por ciento (2%) de la altura media.

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

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

#### 4.24.8. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

PG 3/75 Orden de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.

#### 4.25. RELLENO CON MATERIAL DRENANTE

##### 4.25.1. 4.25.1 DEFINICIÓN

Esta unidad de obra consiste en la extensión y compactación de material filtrante procedente de cantera en 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.

En esta unidad de obra quedan incluidos:

La búsqueda de la curva granulométrica que cumpla las condiciones exigidas más adelante.

El suministro, extensión, humectación o desecación y compactación de los materiales.



Los agotamientos y drenajes superficiales, escarificados de tongadas y nuevas compactaciones, cuando sean necesarias.

Los drenajes en camas de muros, macizos de tierra armada y suelo reforzado.

Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

#### 4.25.2. MATERIALES

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

##### Condiciones generales

Los materiales drenantes a emplear en rellenos localizados serán áridos naturales, o bien áridos procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales. En todo caso estarán exentos de arcilla, margas y otros materiales extraños.

El Contratista propondrá al Director de las Obras el material a utilizar, y antes de su empleo deberá contar con la aprobación explícita de éste.

##### Composición granulométrica

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5 %).

Siendo  $F_x$  el tamaño superior al del  $x$  %, en peso, del material filtrante, y  $d_x$  el tamaño superior al del  $x$  %, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:

$$(a) F_{15} / d_{85} < 5 \quad (b) F_{15} / d_{15} > 5 \quad (c) F_{50} / d_{50} < 25$$

Asimismo el coeficiente de uniformidad del filtro será inferior a veinte ( $F_{60} / F_{10} < 20$ ).

Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material drenante situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

$$\text{Si se utilizan tubos perforados: } F_{85} / (\text{diámetro del orificio}) > 1$$

$$\text{Si se utilizan tubos con juntas abiertas: } F_{85} / (\text{apertura de la junta}) > 1,2$$

$$\text{Si se utilizan tubos hormigón poroso: } F_{85} / (d_{15} \text{ del árido del tubo}) > 0,2$$

$$\text{Si se drena por mechinales: } F_{85} / (\text{diámetro del mechinal}) > 1$$

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse a filtros granulares compuestos por varias capas, una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, considerada como terreno, ésta, a su vez, las cumplirá respecto de la siguiente, y así, sucesivamente, hasta llegar al relleno o terreno natural.

Se podrá asimismo recurrir al empleo de filtros geotextiles, según lo expuesto en el artículo 422 del PG-3.

Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos a efectos de cumplimiento de las condiciones anteriores se atenderá, únicamente, a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm).

Si el terreno natural está constituido por suelos no cohesivos con arena fina y limo, el material drenante deberá cumplir, además de las condiciones de filtro generales, la siguiente:

$$F_{15} < 1 \text{ mm}$$

Si dicho terreno natural es un suelo cohesivo, compacto y homogéneo, sin vetas de arena fina o de limo, las condiciones de filtro a) y b) serán sustituidas por la siguiente:

$$0,1 \text{ mm} < F_{15} < 0,4 \text{ mm}$$

En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones:

Tamaño máximo del árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm) y ochenta milímetros (80 mm).

$$\text{Coeficiente de uniformidad menor de cuatro } (F_{60} / F_{10} < 4).$$

Plasticidad



El material drenante será no plástico, y su equivalente de arena determinado según UNE EN 933-8 será superior a treinta ( $EA > 30$ ).

#### Calidad

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles, según UNE EN 1097-2, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente, de acuerdo con los criterios establecidos en el Proyecto y en el presente Pliego.

#### 4.25.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los rellenos filtrantes en trasdós de obras de fábrica tendrán la geometría que se indica en los Planos. Con una tolerancia que permita alcanzar en el punto más desfavorable los cincuenta (50) centímetros.

El espesor de las tongadas nunca será superior a treinta centímetros (30 cm.)

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. En especial, se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del material a la intemperie, formar los acopios sobre una superficie que no contamine al material, evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños. Durante el transporte y posterior manipulación hasta su puesta en obra definitiva, se evitará toda segregación por tamaños y la contaminación por materiales extraños.

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

No se extenderá ninguna tongada sin autorización de la Dirección de las Obras. La autorización no se dará sin comprobar que se cumplen las condiciones exigidas, sobre todo en lo que se refiere al grado de compactación.

El relleno filtrante junto a obras de fábrica no se iniciará hasta que el elemento correspondiente de la obra de fábrica haya sido completamente acabado y sea capaz de transmitir esfuerzos.

El drenaje de los rellenos, contiguos a obras de fábrica, se ejecutará antes de realizar dichos rellenos o simultáneamente con ellos, tomando las precauciones necesarias para no dañar los tubos.

La superficie de las tongadas será convexa, con pendiente transversal comprendida entre el dos por ciento (2%) y el cinco por ciento (5%).

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

La compactación se realizará exclusivamente con un equipo muy ligero: placa vibrante de 100 a 300 kilopondios o pequeño rodillo vibrante de fuerza, aplicada sobre la generatriz vibrante, comprendida entre 6 y 8 kp/cm.

Cuando la separación con el talud de la excavación, alguna otra estructura o el terreno existente, sea inferior a dos metros y medio (2,50 m) se rellenará con material filtrante toda la sección. A partir de la cota en la que la separación sea superior a la señalada, se iniciará la extensión y compactación simultánea, del relleno con material filtrante con el del resto del relleno

Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán, de forma provisional o definitiva, para evitar su contaminación.

También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución, a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales



de agua. Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por material en buenas condiciones.

La parte superior de la zanja, cuando no lleve inmediatamente encima cuneta de hormigón ni capa drenante del firme, se rellenará con material impermeable, para impedir la colmatación por arrastres superficiales y la penetración de otras aguas diferentes de aquellas a cuyo drenaje está destinada la zanja.

#### 4.25.4. MEDICIÓN Y ABONO

Las distintas zonas de rellenos localizados de material drenante, no incluidos en otra unidad de obra, se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, si lo han sido de acuerdo con el Proyecto y las órdenes escritas del Director de las Obras, medidos sobre los planos de perfiles transversales, no siendo de pago las demasías por exceso de excavación, delimitación de zona, mediciones incluidas en otras unidades de obra, etc.

No serán de abono la eliminación y sustitución de las zonas de relleno afectadas por contaminación o perturbación.

#### 4.25.5. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75).

UNE EN 933-8. "Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena".

UNE EN 1097-2. "Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación".

#### 4.26. CRUCE CON SERVICIOS ENTERRADOS

Todos los servicios enterrados existentes, como tubería, cables o cualquier otro, serán cruzados por la conducción respetando la distancia mínima prevista por los Organismos responsables del servicio entre la conducción en construcción y el servicio existente.

De acuerdo con lo indicado en los apartados correspondientes, serán, exclusivamente de abono, los casos donde conducciones, alcantarillas, tuberías o servicios corten la sección de la

conducción. Como consecuencia se ejecutará su desvío, según un plan que requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Estas obras serán de abono según medición real y a los precios unitarios (rotura y reposición de pavimento, excavación, hormigones, tuberías, rellenos, demolición de colector existente, etc.), del Cuadro de Precios nº 1 que le fueran aplicables.

#### 4.27. HORMIGONES

##### 4.27.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

###### Definición

Hormigón con o sin adiciones (cenizas, volantes o humo de sílice), elaborado en una central hormigonera legalmente autorizada de acuerdo con el título 4º de la ley 21/1992 de Industria y el Real Decreto 697/1995 de 28 de abril.

Se ha considerado el tipo de hormigón siguiente:

Hormigones designados por la resistencia característica estimada a compresión a los 28 días o por la dosificación de cemento, de uso estructural o no.

###### Tipos de hormigón

Los tipos de hormigones a utilizar en las distintas unidades de obra serán:

Hormigón HA-25/P/20

Hormigón HA-30/B/20/IV

Hormigón HA-35/P/20/IIb

Hormigón HF-4,

Hormigón HL-150/B/20

Hormigón HM-20/P/20/I

###### Características generales



Los componentes del hormigón, su dosificación, el proceso de fabricación y el transporte deben cumplir las prescripciones del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural y el PG 3/75 y las modificaciones posteriores aprobadas.

La designación del hormigón fabricado en central se puede hacer por propiedades o por dosificación y se expresará, como mínimo, la siguiente información:

Consistencia.

Tamaño máximo del árido.

Tipo de ambiente al que se expondrá el hormigón.

Resistencia característica a compresión para los hormigones designados por propiedades.

Contenido de cemento expresado en kg/m<sup>3</sup>, para los hormigones designados por dosificación.

La indicación del uso estructural que tendrá el hormigón: en masa, armado o pretensado. La designación por propiedades se realizará de acuerdo con el formato: T-R/C/TM/A

T: Indicativo que será HM para el hormigón en masa, HA para el hormigón armado, y HP para el hormigón pretensado.

R: Resistencia característica especificada, en N/mm<sup>2</sup>.

C: Letra indicativa del tipo de consistencia: F fluida, B blanda, P plástica y S seca.

TM: Tamaño máximo del árido en milímetros.

A: Designación del ambiente al que se expondrá el hormigón.

En los hormigones designados por propiedades, el suministrador debe establecer la composición de la mezcla del hormigón, garantizando al peticionario las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y resistencia característica, así como las limitaciones derivadas del tipo de ambiente especificado (contenido de cemento y relación agua/cemento).

En los hormigones designados por dosificación, el peticionario es responsable de la congruencia de las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y contenido en cemento por metro cúbico de hormigón, y el suministrador las deberá garantizar, indicando también, la relación agua/cemento que ha utilizado.

En los hormigones con características especiales u otras de las especificadas en la designación, las garantías y los datos que el suministrador deba aportar serán especificados antes del inicio del suministro.

Si el hormigón está destinado a obras de hormigón en masa o armado, la Dirección Facultativa puede autorizar el uso de cenizas volantes o humo de sílice para su confección. En estructuras de edificación, si se utilizan cenizas volantes no deben superar el 35% del peso del cemento. Si se utiliza humo de sílice no debe superar el 10% del peso del cemento. La cantidad mínima de cemento se especifica en el CE.

Para utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición al hormigón, deberá emplearse un cemento tipo CEM I. Además, en el caso de la adición de cenizas volantes, el hormigón deberá presentar un nivel de garantía conforme a lo indicado en el CE.

Las cenizas deben cumplir, en cualquier caso, las especificaciones de la norma UNE-EN 450:2006. Tipos de cemento:

El contenido mínimo de cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones del Código Estructural, en función de la clase de exposición. La cantidad mínima de cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

Obras de hormigón en masa: > 200 kg/m<sup>3</sup>.

Obras de hormigón armado: > 250 kg/m<sup>3</sup>.

Obras de hormigón pretensado: > 275 kg/m<sup>3</sup>.

En todas las obras: > 400 kg/m<sup>3</sup>.



La relación agua/cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones del CE en función de la clase de exposición. La relación agua/cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

Hormigón en masa: < 0,65

Hormigón armado: < 0,65

Hormigón pretensado: < 0,60

La docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia por medio del ensayo de asentamiento, según UNE-EN 12350-2.

Las distintas consistencias y los valores límite del asentamiento del cono, serán los siguientes: Asiento en el cono de Abrams (UNE-EN 12350-2:2006):

Tipo de consistencia	Asentamiento en cm
Seca (S)	0-2
Plástica (P)	3-5
Blanda (B)	6-9
Fluida (F)	10-15
Líquida (L)	16-20

Salvo en aplicaciones específicas que así lo requieran, se evitará el empleo de las consistencias seca y plástica. No podrá emplearse la consistencia líquida, salvo que se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes.

#### 4.27.2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE

##### Condiciones generales de transporte y suministro

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el

Fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

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

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

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

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

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro cuyo contenido mínimo se detalla a continuación:

Identificación del suministrador

Número de serie de la hoja de suministro

Nombre de la central de hormigón

Identificación del peticionario

Fecha y hora de entrega

Cantidad de hormigón suministrado



Designación del hormigón según se especifica en el CE, debiendo contener siempre la resistencia a compresión, la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente al que va a ser expuesto.

Dosificación real del hormigón que incluirá, al menos:

Tipo y contenido de cemento

Relación agua/cemento

Contenido en adiciones, en su caso

Tipo y cantidad de aditivos

Identificación del cemento, aditivos y adiciones empleados

Identificación del lugar de suministro

Identificación del camión que transporta el hormigón

Hora límite de uso del hormigón

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

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

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

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el asentamiento es menor que el especificado, según el CE, el suministrador podrá adicionar aditivo plastificante o superplastificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia, sin

que ésta rebase las tolerancias indicadas en el mencionado apartado y siempre que se haga conforme a un procedimiento escrito y específico que previamente haya sido aprobado por el Fabricante del hormigón. Para ello, el elemento de transporte o, en su caso, la central de obra, deberá estar equipado con el correspondiente sistema dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será de al menos 1 min/m<sup>3</sup>, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

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

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

Condiciones generales de almacenaje

No se puede almacenar.

#### 4.27.3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Se abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medido sobre planos conforme a las secciones de Proyecto.

#### 4.27.4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

REAL DECRETO 470/2021 de 29 de junio de 2021 por el que se aprueba el Código Estructural (CE)

PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Con las modificaciones aprobadas por las Ordenes del MOPTMA: O.M. del 31.7.86 (BOE n° 213 del 5.9), O.M. del 21.1.88 (BOE n° 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE n° 118 del 18.5) y O.M. del 28.9.89 (BOE n° 242 del 9.10).

Orden Circular 311/90 C y E del MOPU (D.G.C.) de 23.3.90 sobre pavimentos de hormigón vibrado.

#### 4.28. JUNTAS DE DILATACIÓN Y ESTANQUEIDAD

La ejecución de las juntas descritas se hará ajustándose a los Planos y de acuerdo en todo momento con las instrucciones concretas que ordene el Director de las obras.



En la colocación de armaduras en las cercanías de juntas de dilatación recién ejecutadas u hormigonadas en un solo lado, deberá procederse con sumo cuidado para no causar daños a las cintas elásticas. Las cintas elásticas dañadas deberán sustituirse por otras nuevas o repararse de acuerdo con las instrucciones del fabricante, si el Director de las obras así lo permite.

#### 4.29. MORTEROS

##### 4.29.1. CONDICIONES GENERALES

Se ajustará a lo dispuesto en el Real Decreto 470/2021 de 29 de junio de 2021 por el que se aprueba el Código Estructural (CE).

Se confeccionará a cubierto, siempre que sea posible.

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. De emplearse máquinas, el tiempo de batido será  $\geq 30$  segundos, contados a partir de la adición de agua. No se modificarán las condiciones de fraguado y se evitará la exposición directa al sol de los ingredientes. Se humedecerá ligeramente la arena antes de su empleo, para temperaturas en el exterior mayores de 30°C.

##### 4.29.2. CARACTERÍSTICAS

Estará perfectamente mezclado y batido; será homogéneo; su consistencia será de pasta blanda y pegajosa; no presentará grumos ni desprenderá agua.

La dosificación será fijada por la Dirección Facultativa y no podrá ser modificada por el Constructor. Existirán en obra: báscula, cajones y medidas para la arena, que permitan su comprobación.

La dosificación dependerá del coeficiente de trabajo soportado por el material que une el mortero; estará de acuerdo con el siguiente cuadro:

TIPO	Cemento Kg	Cal L	Arena m <sup>3</sup>	Agua m <sup>3</sup>
1:3	440		0,980	0,260
1:4	350		1,040	0,260
1:5	290		1,070	0,255

1:6	250		1,100	0,255
1:8	190		1,140	0,250
1:10	160		1,150	0,250
1:1:6	220	165	0,980	0,170
1:2:6	180	275	0,830	0,160
1:2:8	155	230	0,920	0,165
1:2:10	133	197	0,990	0,167
1:3:7	200		0,250	0,260

##### 4.29.3. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Se construirán cobertizos para contener la maquinaria y materiales a emplear. Sus dimensiones serán suficientes para almacenar el mortero hasta su empleo.

##### 4.29.4. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

No será de abono directo, a menos que se defina como unidad independiente. Se medirá y abonará en metros cúbicos realmente colocados.

##### 4.29.5. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Real Decreto 470/2021 de 29 de junio de 2021 por el que se aprueba el Código Estructural (CE).

#### 4.30. ACEROS

Se ajustará a lo dispuesto en el Real Decreto 470/2021 de 29 de junio de 2021 por el que se aprueba el Código Estructural (CE).

##### 4.30.1. GENERALIDADES

Los productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas pueden ser:

Barras rectas o rollos de acero corrugado soldable.

Alambres de acero corrugado o grafilado soldable.

Alambres lisos de acero soldable.



Los alambres lisos sólo pueden emplearse como elementos de conexión de armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los productos de acero para armaduras pasivas no presentarán defectos superficiales ni grietas.

Las secciones nominales y las masas nominales por metro serán las establecidas en la tabla 6 de la UNE EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal.

Se entiende por diámetro nominal de un producto de acero el número convencional que define el círculo respecto al cual se establecen las tolerancias. El área del mencionado círculo es la sección nominal.

Se entiende por sección equivalente de un producto de acero, expresada en centímetros cuadrados, el cociente de su peso en Newton por 0,077 (7,85 si el peso se expresa en gramos) veces su longitud en centímetros. El diámetro del círculo cuya área es igual a la sección equivalente se denomina diámetro equivalente. La determinación de la sección equivalente debe realizarse después de limpiar cuidadosamente el producto de acero para eliminar las posibles escamas de laminación y el óxido no adherido firmemente.

Se considerará como límite elástico del acero para armaduras pasivas,  $f_y$ , el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

El proceso de fabricación del acero será una elección del fabricante.

#### 4.30.2. BARRAS Y ROLLOS DE ACERO CORRUGADO SOLDABLE

Sólo podrán emplearse barras o rollos de acero corrugado soldable que sean conformes con UNE EN 10080.

Los posibles diámetros nominales de las barras corrugadas serán los definidos en la serie siguiente, de acuerdo con la tabla 6 de la UNE EN 10080:

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

Salvo en el caso de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, se procurará evitar el empleo del diámetro de 6mm cuando se aplique cualquier proceso de soldadura, resistente o no resistente, en la elaboración o montaje de la armadura pasiva.

En la siguiente tabla (34.2.a del CE) se definen los tipos de acero corrugado:

Tabla 34.2.a Tipos de acero soldable

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> ) (1)	≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) (1)	≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)	≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{máx}$ (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo (3)	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0
Relación $f_s/f_y$ (2)	≥ 1,08	≥ 1,08	$1,20 \leq f_s/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_s/f_y \leq 1,35$ (4)
Relación $f_{yreal}/f_{ynominal}$	--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

(1) Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

(2) Relación admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenidos en cada ensayo.

(3) En el caso de aceros procedentes de suministros en rollo, los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anejo 11. Considerando la incertidumbre que puede conllevar dicho procedimiento, pueden aceptarse aceros que presenten valores característicos de  $\epsilon_{máx}$  que sean inferiores en un 0,5 % a los que recoge la tabla para estos casos.

(4) En el caso de la utilización de aceros soldables inoxidables dúplex o austeníticos como medida especial de durabilidad, debido a su relación constitutiva de tensión-deformación específica, la relación se calcula utilizando el valor de  $f_y$  7 % en lugar de  $f_s$ .

Las características mecánicas mínimas garantizadas por el Suministrador serán conformes con las prescripciones de esta tabla 32.2.a. Además, las barras deberán tener aptitud al doblado-desdoblado, manifestada por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayo según UNE-EN ISO 15630-1, empleando los mandriles de la Tabla 34.2.b.



Tabla 34.2.b Diámetro de los mandriles

Doblado simple $\alpha = 180^\circ$	
$d \leq 16$	$d > 16$
3 d	6 d

donde:

$d$  Diámetro nominal de barra, en mm.

$\alpha$  Ángulo de doblado.

Alternativamente al ensayo de aptitud al doblado simple, se podrá realizar el ensayo de doblado-desdoblado, según UNE-EN ISO 15630-1, para lo que deberán emplearse los mandriles especificados en la tabla 34.2.c.

Tabla 34.2.c Diámetro de los mandriles

Doblado-desdoblado $\alpha = 90^\circ \beta = 20^\circ$		
$d \leq 16$	$16 < d \leq 25$	$d > 25$
5 d	8 d	10 d

donde:

$d$  Diámetro nominal de barra, en mm.

$\alpha$  Ángulo de doblado.

$\beta$  Ángulo de desdoblado.

Los aceros soldables deberán cumplir los requisitos de la tabla 34.2.d en relación con el ensayo de fatiga según UNE-EN ISO 15630-1. Además, para los aceros soldables con características especiales de ductilidad (B 400 SD y B 500 SD), de obligado uso en obras con sollicitación sísmica, no se deberá producir la rotura, parcial o total, ni la aparición de grietas

transversales apreciables a simple vista al efectuar el ensayo de carga cíclica (UNE 36065) conforme a los requisitos de la tabla 34.2.e.

Tabla 34.2.d Especificación del ensayo de fatiga

Característica	B 400 S	B 500 S
	B 400 SD	B 500 SD
Número de ciclos que debe soportar la probeta sin romperse.	$\geq 2$ millones	
Tensión máxima, $\sigma_{\text{máx}} = 0,6 f_y$ nominal (N/mm <sup>2</sup> ).	240	300
Amplitud, $2\sigma_a = \sigma_{\text{máx}} - \sigma_{\text{mín}}$ (N/mm <sup>2</sup> ).	150	
Frecuencia, $f$ (Hz).	$1 \leq f \leq 200$	
Longitud libre entre mordazas, (mm).	$\geq 14 d$ $\geq 140$ mm (la mayor de ambas)	

donde:

$d$  Diámetro nominal de barra, en mm.

Tabla 34.2.e Especificación del ensayo de carga cíclica

Diámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Número de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia $f$ (Hz)
$d \leq 16$	5 d	$\pm 4$	3	$1 \leq f \leq 3$
$16 < d \leq 25$	10 d	$\pm 2,5$		
$d \geq 25$	15 d	$\pm 1,5$		

donde:

$d$  Diámetro nominal de barra, en mm.

Las características de adherencia del acero podrán comprobarse mediante el método general del anejo C de la UNE-EN 10080 o, alternativamente, mediante la geometría de corrugas conforme a lo establecido en el método general definido en el apartado 7.4 de la UNE-EN 10080. En el caso de que la comprobación se efectúe mediante el ensayo de la viga, deberán cumplirse simultáneamente las siguientes condiciones:



- Diámetros inferiores a 8 mm:

$$\tau_{bm} \geq 6,88$$

$$\tau_{bu} \geq 11,22$$

- Diámetros de 8 mm a 32 mm, ambos inclusive:

$$\tau_{bm} \geq 7,84 - 0,12\phi$$

$$\tau_{bu} \geq 12,74 - 0,19\phi$$

- Diámetros superiores a 32 mm:

$$\tau_{bm} \geq 4,00$$

$$\tau_{bu} \geq 6,66$$

donde  $\tau_{bm}$  y  $\tau_{bu}$  se expresan en N/mm<sup>2</sup> y  $\phi$  en mm.

En el caso de comprobarse las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, los aceros serán objeto de un certificado de características. Los ensayos de la viga para esta certificación deben ser efectuados por un laboratorio oficial o acreditado conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para el referido ensayo. En el certificado de ensayos, que debe ser emitido por el laboratorio que ha realizado los ensayos, se consignarán obligatoriamente, las características geométricas, determinadas por el laboratorio para todos los diámetros de cada serie a partir de los resultados de los ensayos, de los aceros para los que se certifica el cumplimiento de los requisitos de adherencia establecidos en este apartado. El certificado de adherencia debe incluir la información indicada en el Anejo 4, apartado 1.1.7.

Alternativamente, en el caso de comprobarse la adherencia mediante la geometría de corrugas o grafilas, el área proyectada de las corrugas ( $f_R$ ) o, en su caso, de las grafilas ( $f_P$ ) determinadas según UNE-EN ISO 15630-1, deberá cumplir las condiciones de la tabla 34.2.f.

**Tabla 34.2.f Área proyectada de corrugas o de grafilas**

d (mm)	≤ 6	8-12	>12
$f_R$ o $f_P$ (mm)	≥ 0,035	≥ 0,040	≥ 0,056

Nota: No es preciso el cumplimiento de los valores de esta tabla, cuando el ensayo de la viga garantice las tensiones de adherencia.

La composición química, en porcentaje en masa, del acero deberá cumplir los límites establecidos en la tabla 34.2.g, por razones de soldabilidad y durabilidad.

**Tabla 34.2.g Composición química (porcentajes máximos, en masa)**

Análisis	C (1)	S	P	N (2)	Cu	C <sub>eq</sub> (1)
Sobre colada	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Sobre producto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

(1) Se admite elevar el valor límite de C en 0,03 %, si C<sub>eq</sub> se reduce en 0,02 %.

(2) Se admiten porcentajes mayores de N si existe una cantidad suficiente de elementos fijadores de N.

En la anterior tabla, el valor de carbono equivalente, C<sub>eq</sub>, se calculará mediante:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

donde los símbolos de los elementos químicos indican su contenido, en tanto por ciento en masa.

#### 4.30.3. ALAMBRES CORRUGADOS Y ALAMBRES LISOS

Se entiende por alambres corrugados o grafilados aquéllos que cumplen los requisitos establecidos para la fabricación de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, de acuerdo con lo establecido en UNE EN 10080.

Se entiende por alambres lisos aquéllos que cumplen los requisitos establecidos para la fabricación de elementos de conexión en armaduras básicas electrosoldadas en celosía, de acuerdo con lo establecido en UNE EN 10080.

Los diámetros nominales de los alambres serán los definidos en la tabla 6 de la UNE-EN 10080 y, por lo tanto, se ajustarán a la serie siguiente:



4 – 4,5 – 5 – 5,5 – 6 – 6,5 – 7 – 7,5 – 8 – 8,5 – 9 – 9,5 – 10 – 11 – 12 – 14 y 16 mm.

Los diámetros 4 y 4,5 mm sólo pueden utilizarse en los casos indicados en 88.3 del CE.

A los efectos de este Código, se define el siguiente tipo de acero para alambres, tanto corrugados como lisos:

Tabla 34.3 Tipo de acero para alambres

Designación	Ensayo de tracción <sup>(1)</sup>				Ensayo de doblado simple según UNE-EN ISO 15630-1 $\alpha = 180^\circ$ <sup>(5)</sup> Diámetro de mandril D'
	Límite elástico $f_{yi}$ (N/mm <sup>2</sup> ) (2)	Carga unitaria de rotura $f_{si}$ (N/mm <sup>2</sup> ) (2)	Alargamiento de rotura sobre base de 5 diámetros A (%)	Relación $f_{si}/f_{yi}$	
B 500 T	500	550	8 <sup>(3)</sup>	1,03 <sup>(4)</sup>	3d <sup>(6)</sup>

(1) Valores característicos inferiores garantizados.

(2) Para la determinación del límite elástico y la carga unitaria se utilizará como divisor de las cargas el valor nominal del área de la sección transversal.

(3) Además, deberá cumplirse:

$$A\% \geq 20 - 0,02 f_{yi}$$

donde:

A Alargamiento de rotura.

$f_{yi}$  Límite elástico medido en cada ensayo.

(4) Además, deberá cumplirse:

$$\frac{f_{st}}{f_{si}} \geq 1,05 - 0,1 \left( \frac{f_{st}}{f_{si}} - 1 \right)$$

donde:

$f_{yi}$  Límite elástico medido en cada ensayo.

$f_{si}$  Carga unitaria obtenida en cada ensayo.

$f_{yk}$  Límite elástico garantizado.

(5)  $\alpha$  Ángulo de doblado.

(6) d Diámetro nominal del alambre.

Alternativamente al ensayo de aptitud al doblado simple, se podrá realizar el ensayo de doblado-desdoblado, según UNE-EN ISO 15630-1, con un ángulo de doblado  $\alpha = 90^\circ$  y un ángulo de desdoblado  $\beta = 20^\circ$ , para lo que deberá emplearse el mandril de diámetro 5d, siendo d el diámetro del alambre, en mm.

Además, todos los alambres deberán cumplir las mismas características de composición química que las definidas en el apartado 34.2 para las barras rectas o rollos de acero corrugado soldable. Los alambres corrugados o grafilados deberán cumplir también las características de adherencia establecidas en el citado apartado. En la Tabla 34.2.f debe considerarse el área proyectada de corruga o grafila  $\geq 0,040$  para todos los diámetros de alambre desde 6,5 mm hasta 12 mm.

#### 4.30.4. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE

##### Condiciones generales de suministro

##### Acero

Cada partida de acero se suministrará acompañado de la correspondiente hoja de suministro, que deberán incluir su designación y cuyo contenido mínimo deberá ser conforme con lo indicado en el CE, que se detalla a continuación:

- Identificación del suministrador
- Número del certificado de marcado CE, o en su caso, indicación de autoconsumo
- Número de identificación de la certificación de homologación de adherencia, en su caso, contemplado en el apartado 34.2 del CE.
- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la fábrica
- Identificación del peticionario
- Fecha de entrega
- Cantidad de acero suministrado clasificados por diámetros y tipos de acero
- Diámetros suministrados
- Designación de los tipos de aceros suministrados
- Forma de suministro (barra o rollo)



#### - Identificación del lugar de suministro

Cuando esté en vigor el mercado CE, la identificación del acero incluido en cada partida, se efectuará de conformidad con lo contemplado para la misma en la correspondiente versión de UNE-EN 10080. Mientras no esté en vigor el mercado CE para los productos de acero, cada partida de acero deberá acompañarse de una declaración del sistema de identificación que haya empleado el fabricante, de entre los que permite la UNE-EN 10.080 que, preferiblemente, estará inscrito en la Oficina de Armonización del Mercado Interior, de conformidad con el Reglamento 40/94 del Consejo de la Unión Europea, de 20 de diciembre de 1993, sobre la marca comunitaria.

La clase técnica se especificará por cualquiera de los métodos incluidos en el apartado 10 de la UNE-EN 10080 (como por ejemplo, mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas). Además, las barras corrugadas o los alambres, en su caso, deberán llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en el referido apartado y que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.

En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, adicionales o alternativos a los contemplados en el CE, el fabricante deberá indicarlos.

#### Mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía

Cada paquete de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía debe llegar al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) con una hoja de suministro que incorpore, al menos, la información a la que se refiere el CE.

Así mismo, cada partida deberá acompañarse, mientras no esté en vigor el mercado CE para los productos de acero, de una declaración del sistema de identificación que haya empleado el fabricante, de entre los que permite la UNE EN 10.080, que, preferiblemente, estará

inscrito en la Oficina de Armonización del Mercado Interior, de conformidad con el Reglamento 40/94 del Consejo de la Unión Europea, de 20 de diciembre de 1993, sobre la marca comunitaria.

Además, a partir de la entrada en vigor del mercado CE y según lo establecido en la Directiva 89/106/CEE, deberán suministrarse acompañados de la correspondiente documentación relativa al citado mercado CE, conforme con lo establecido en el Anejo ZA de UNE-EN 10080.

Las clases técnicas se especificarán según el apartado 10 de UNE-EN 10080 y consistirán en códigos de identificación de los tipos de acero empleados en la malla mediante los correspondientes engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas o los alambres, en su caso, deberán llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en el referido apartado y que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

#### Condiciones generales de almacenaje

Las instalaciones de ferralla dispondrán de áreas específicas para el almacenamiento de las partidas de productos de acero recibidos y de las remesas de armadura o ferralla fabricadas, a fin de evitar posibles deterioros o contaminaciones de las mismas, preferiblemente en zonas protegidas de la intemperie.

Se dispondrá de un sistema, preferentemente informatizado, para la gestión de los acopios que permita, en cualquier caso, conseguir la trazabilidad hasta el fabricante del acero empleado, para cualquiera de los procesos desarrollados en la instalación de ferralla.

No deberá emplearse cualquier acero que presente picaduras o un nivel de oxidación excesivo que pueda afectar a sus condiciones de adherencia. Se entiende que se cumplen dichas circunstancias cuando la sección afectada no es inferior al uno por ciento de la sección inicial.

#### 4.30.5. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Se medirá y abonará por kilogramos (Kg) de peso necesario suministrado en la obra. Se abona un 5% de la medición suministrada correspondiente a pérdidas por recortes.



#### 4.30.6. **NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO** NORMATIVA GENERAL:

Real Decreto 470/2021 de 29 de junio de 2021 por el que se aprueba el Código Estructural (CE).

#### ACERO EN BARRAS CORRUGADAS:

UNE-EN 10080:2006 Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.

### 4.31. **CANALIZACIONES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRANEAS**

#### 4.31.1. **ZANJAS Y CANALIZACIONES**

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.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

Profundidad de 85 cm. y anchura de 60 cm. para las canalizaciones de baja tensión bajo acera y 1,30 m. de profundidad y anchura de 60 cm. Para canalizaciones de alta tensión.

Profundidad de 1,15 m. y anchura de 60 cm. para canalizaciones de baja tensión bajo calzada y 1,50 m (profundidad) y 60 cm (ancho) para media y alta tensión.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- a. Se colocarán en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- b. 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).

c. Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

d. En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con poliuretano proyectado.

e. Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm. en el caso de B.T. u 80 cm. en el caso de A.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases de A.T. o las tres fases y neutro de B.T.

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 35 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.

#### 4.31.2. **CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO**

El cable de Media tensión irá directamente enterrado sobre un lecho de arena. 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 35 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 1,20 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección con placa de PVC que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.



#### 4.31.3. CABLE ENTUBADO

Este sistema se empleará para canalizar los conductores de la Red de Baja Tensión, y para los cruzamientos de calzada de los conductores de Alta Tensión.

El cable en todo su recorrido irá en el interior de tubos de PEHD, siendo su diámetro interior no inferior a 160 mm para cable de B.T., 160 mm y 200 mm. para cable de A.T.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido con objeto de darles una protección. El fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar 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 taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección y cada 30 m 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 90° 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 10 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos 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 serán registrables. Deberán tener tapas metálicas; provistas de orificios que faciliten su apertura y permitan la salida de una eventual concentración de gas. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración de agua de lluvia.

Considerando futuras ampliaciones, se enterrarán tubos vacíos de 160 mm. De diámetro que permitan el paso de cables de A.T. y B.T. para acometidas a abonados ó ampliaciones de la red de B.T. Además, todas las manzanas han sido rodeadas, en los lados por los cuales no discurra ningún cable, por tubos de PE de 160 de mm diámetro para el mismo fin.

#### 4.31.4. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

0,50 m. para gasoductos.

0,30 m. para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cable de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:



a. 3 m. en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm. Dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción interesada esté contenida en una protección de no más de 100 m.

b. 1 m. en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm. En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en cables interurbanos o a 0,30 m. en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m. a condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2 mm. de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión.

En el caso de paralelismo con cables de telecomunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando la distancia mínima de 0,15, cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0,50 m. respecto a la del cable de telecomunicación.

Las reducciones mencionadas no se aplican en el caso de paralelismo con cables coaxiales, para los cuales es taxativa la distancia mínima de 0,50 m. medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables o la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60% de la mínima tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

En todo caso deberán respetarse las distancias especificadas en el plano de zanjas para la instalación telefónica.

En el caso de galerías practicables la colocación de los cables de energía y de telecomunicación se hace sobre apoyos diferentes, con objeto de evitar cualquier posibilidad de contacto directo entre los cables.

#### 4.31.5. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra 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 de 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.

#### 4.31.6. TENDIDO DE CABLES

Los cables deben ser siempre enrollados 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 pueden tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se 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 torsión.

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 los 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 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 al de 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 asegurada 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 distinto 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 tapan con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior de tubo.

#### 4.31.7. PROTECCIÓN MECÁNICA

Las líneas eléctricas subterráneas de A.T. deben estar protegidas contra posibles averías por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa protectora de PVC, siendo su anchura de 25 cm. cuando se trate de proteger uno o dos cables. Se colocará una placa por cada par de cables.

#### 4.31.8. SEÑALIZACIÓN

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

#### 4.31.9. IDENTIFICACIÓN

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

#### 4.31.10. 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.

#### 4.31.11. PUESTA A TIERRA

Todas las pantallas en A.T. de los cables deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable. Si los cables son unipolares o las pantallas en A.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- a) Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- b) Distancia mínima de 0,50 m. entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

#### 4.31.12. MONTAJES DIVERSOS

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc. deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

### 4.32. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

#### 4.32.1. CONDICIONES GENERALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se ajustará a lo especificado en los artículos 48º, 53º y 73º del CE y a los Planos y demás documentos del Proyecto.

Los encofrados y moldes deben ser capaces de resistir las acciones a las que van a estar sometidos durante el proceso de construcción y deberán tener la rigidez suficiente para asegurar que se van a satisfacer las tolerancias especificadas en el proyecto. Además, deberán poder retirarse sin causar sacudidas anormales, ni daños en el hormigón.

Con carácter general, deberán presentar al menos las siguientes características:

Estanqueidad de las juntas entre los paneles de encofrado o en los moldes, previendo posibles fugas de agua o lechada por las mismas.



Resistencia adecuada a las presiones del hormigón fresco y a los efectos del método de compactación.

Alineación y en su caso, verticalidad de los paneles de encofrado, prestando especial interés a la continuidad en la verticalidad de los pilares en su cruce con los forjados en el caso de estructuras de edificación.

Mantenimiento de la geometría de los paneles de moldes y encofrados, con ausencia de abolladuras fuera de las tolerancias establecidas en el proyecto o en el CE.

Limpieza de la cara interior de los moldes, evitándose la existencia de cualquier tipo de residuo propio de las labores de montaje de las armaduras, tales como restos de alambre, recortes, casquillos, etc.

Mantenimiento, en su caso, de las características que permitan texturas específicas en el acabado del hormigón, como por ejemplo, bajorrelieves, impresiones, etc.

Cuando sea necesario el uso de encofrados dobles o encofrados contra el terreno natural, como por ejemplo, en tableros de puente de sección cajón, cubiertas laminares, etc. deberá garantizarse la operatividad de las ventanas por las que esté previsto efectuar las operaciones posteriores de vertido y compactación del hormigón.

En el caso de elementos pretensados, los encofrados y moldes deberán permitir el correcto emplazamiento y alojamiento de las armaduras activas, sin merma de la necesaria estanqueidad.

En elementos de gran longitud, se adoptarán medidas específicas para evitar movimientos indeseados durante la fase de puesta en obra del hormigón.

En los encofrados susceptibles de movimiento durante la ejecución, como por ejemplo, en encofrados trepantes o encofrados deslizantes, la Dirección Facultativa podrá exigir que el Constructor realice una prueba en obra sobre un prototipo, previa a su empleo real en la estructura, que permita evaluar el comportamiento durante la fase de ejecución. Dicho prototipo, a juicio de la Dirección Facultativa, podrá formar parte de una unidad de obra.

Los encofrados y moldes podrán ser de cualquier material que no perjudique a las propiedades del hormigón. Cuando sean de madera, deberán humedecerse previamente para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales. No podrán emplearse encofrados de aluminio, salvo que pueda facilitarse a la Dirección Facultativa un certificado, elaborado por una entidad de control, de que los paneles empleados han sido sometidos con anterioridad a un tratamiento de protección superficial que evite la reacción con los álcalis del cemento.

El Constructor podrá seleccionar los productos empleados para facilitar el desencofrado o desmolde, salvo indicación expresa de la Dirección Facultativa. Los productos serán de la naturaleza adecuada y deberán elegirse y aplicarse de manera que no sean perjudiciales para las propiedades o el aspecto del hormigón, que no afecten a las armaduras o los encofrados, y que no produzcan efectos perjudiciales para el medioambiente.

No se permitirá la aplicación de gasóleo, grasa corriente o cualquier otro producto análogo.

Además, no deberán impedir la posterior aplicación de revestimientos superficiales, ni la posible ejecución de juntas de hormigonado.

Previamente a su aplicación, el Constructor facilitará a la Dirección Facultativa un certificado, firmado por persona física, que refleje las características del producto desencofrante que se pretende emplear, así como sus posibles efectos sobre el hormigón.

Se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, debiéndose verter el hormigón dentro del período de tiempo en el que el producto sea efectivo según el certificado al que se refiere el párrafo anterior.

Se pondrá especial atención en retirar oportunamente todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.



Se tendrán también en cuenta las condiciones ambientales (por ejemplo, heladas) y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado, o los moldes, hayan sido retirados.

Los distintos elementos que constituyen los moldes o los encofrados (costeros, fondos, etc.), los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información (véase Artículo 57º del CE) para estimar la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento de desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

En elementos de hormigón pretensado es fundamental que el descimbrado se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto a tal efecto al redactar el proyecto de la estructura. Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesado. En particular, en los puentes pretensados cuyo descimbrado se realice, al menos parcialmente, mediante el tesado de los tendones de pretensado, deberán evaluarse las acciones que la cimbra predeformada introduce sobre la estructura en el proceso de descarga de la misma.

Los plazos de desapuntado o descimbrado indicados en este apartado solamente podrán modificarse si el constructor redacta un plan acorde con los medios materiales disponibles, debidamente justificado y estableciendo los medios de control y seguridad apropiados. Todo ello lo someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa.

En forjados unidireccionales el orden de retirada de los puntales será desde el centro del vano hacia los extremos y en el caso de voladizos del vuelo hacia el arranque. No se intersacarán ni retirarán puntales sin la autorización previa de la Dirección Facultativa. No se desapuntará de forma súbita y se adoptarán precauciones para impedir el impacto de las sopandas y puntales sobre el forjado.

#### 4.32.2. ACABADO DE SUPERFICIES

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

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

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

#### 4.32.3. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Real Decreto 470/2021 de 29 de junio de 2021 por el que se aprueba el Código Estructural (CE).

NTE-EME. "Estructuras de Madera: Encofrados".

#### 4.32.4. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie en contacto con el correspondiente elemento estructural.

No se abonarán los excesos de encofrado, apeos, apuntalamientos, operaciones y elementos auxiliares.

Se considerará incluido en el abono la recogida, limpieza y acondicionamiento de los elementos empleados.



Para hormigón visto se consideran incluidos, en la partida, los verdugillos para achaflanar o redondear las esquinas.

Conforme al Cuadro de Precios, esta unidad podrá estar incluida en el precio correspondiente al m<sup>3</sup> de hormigón.

#### **4.33. ESTRUCTURAS PREFABRICADAS**

Los elementos prefabricados se ejecutarán en talleres que dispongan de los medios adecuados para el acopio de los materiales, el amasado, transporte, vertido y vibrado del hormigón, curado y almacenamiento de las piezas fabricadas.

Los moldes, que serán preferentemente de apertura y cierre hidráulicos con sistemas de vibración externa del hormigón, se mantendrán en perfectas condiciones de limpieza y sus características geométricas de comprobarán frecuentemente.

Las armaduras, cortadas y dobladas de acuerdo con los despieces preparados a partir de los planos de Proyecto, se colocarán en el molde conforme a la disposición prevista y para garantizar los recubrimientos se utilizarán separadores permitidos.

La fabricación del hormigón se realizará de acuerdo con lo especificado en el CE, dosificando en peso los áridos y el cemento.

El vertido del hormigón se hará al mismo nivel de los moldes con objeto de evitar la segregación de la mezcla.

La compactación se realizará por vibrado hasta que la lechada refluya a la superficie.

El curado del hormigón se realizará mediante curado al vapor, procurando mantener en todo momento la humedad necesaria para que el proceso de fraguado se realice correctamente.

El desmoldeo de las piezas no se llevará a cabo hasta que la resistencia del hormigón sea la necesaria para soportar con suficiente seguridad los esfuerzos a que se verá sometida la pieza hasta su depósito en el parque de almacenamiento.

##### **4.33.1. TRANSPORTE**

El contratista someterá a la consideración del Director un Plan de transporte en el que se indique los medios a utilizar y el itinerario previsto.

Las piezas que el Director ordene que hayan de ser objeto de ensayos no podrán ser enviadas a la obra hasta que sean realizados dichos ensayos y sus resultados hayan sido evaluados como aceptables.

Durante el movimiento y transporte de las piezas se asegurará la verticalidad de las mismas usando los dispositivos precisos. No se sujetarán las piezas unas con otras, sino que llevarán dispositivos independientes.

Las piezas no podrán recibir cargas adicionales sin el permiso del Director.

##### **4.33.2. MONTAJE**

El Contratista someterá a la aprobación del Director un Plan de montaje en el que se indique el método y los medios auxiliares previstos.

Las piezas acopiadas a pie de obra y dispuestas para el montaje, serán examinadas una por una, rechazándose todas aquellas que, por haber sufrido malos tratos en el transporte, presenten fisuras, desconchones o resquebrajamientos que afecten a su resistencia, durabilidad o estética.

Para el montaje de los elementos estructurales pesados podrán utilizarse grúas fijas o móviles, grúas- pórtico y otros. No se permitirá el uso de cables grúa (blondines) para la colocación de las piezas prefabricadas en su ubicación definitiva; únicamente podrán utilizarse para el transporte a una próxima.

#### **4.34. ARQUETAS DE HORMIGÓN**

##### **4.34.1. DEFINICIÓN**

Esta unidad comprende la ejecución de arquetas de hormigón.

Las arquetas y pozos se construirán con las formas y dimensiones indicadas en los Planos, su emplazamiento y cota serán los indicados en los mismos. Los cercos y topes deberán estar dimensionados para resistir el tráfico pesado.

Las características de los materiales a utilizar se ajustarán a lo previsto en los Planos correspondientes.



#### 4.34.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se ejecutarán las obras de acuerdo con lo prescrito en el Artículo 410 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75).

Las soleras serán de hormigón en masa y los alzados se construirán con muro de hormigón armado. Las tapas y su marco de apoyo serán de fundición para cargas de tráfico pesado, soportadas por la losa del pavimento.

Se les aplicará un tratamiento anticorrosión. Sus formas y dimensiones para cada caso se indican en los Planos correspondientes.

#### 4.34.3. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por unidades (ud) de arqueta o pozo totalmente construido. El precio incluye encofrado, desencofrado, y remates.

### 4.35. IMPERMEABILIZACIÓN DE TRASDÓS DEL MURO

#### 4.35.1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS PARTIDAS DE OBRA EJECUTADAS

##### Definición

Ejecución de una capa de cobertura para la impermeabilización de elementos de hormigón mediante la colocación de un producto asfáltico.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Limpieza y preparación de la superficie

Aplicación sucesiva con las capas necesarias, del producto

Tipo de impermeabilización

Se realizará mediante imprimación y dos manos de pintura asfáltica con dotación 0,7 kg/m<sup>2</sup>, incluso medios auxiliares para su ejecución.

Condiciones generales

La superficie tratada presentará un aspecto uniforme, liso, sin poros y no tendrá segregaciones.

El espesor del recubrimiento no podrá ser en ningún punto inferior al previsto en la Documentación Técnica.

Los paramentos en contacto con el terreno, en los lugares indicados en la Documentación Técnica, se impermeabilizarán mediante la aplicación de un producto asfáltico en dos capas, una de imprimación y otra de cobertura.

#### 4.35.2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

El soporte deberá estar limpio y exento de grasas, aceites, restos de pinturas y productos de curado del hormigón.

Si la superficie es muy lisa, se le dará una cierta rugosidad mediante fresado, granallado o cualquier otro procedimiento mecánico.

No se extenderá el recubrimiento hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que debe asentarse tiene las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas. Si en esta superficie hay defectos o irregularidades que excedan de las tolerables, se corregirán antes de la ejecución de la partida de obra.

La capa de cobertura se ejecutará en tantas manos como lo requiera el producto que se utiliza.

Las aguas superficiales que pueden afectar los trabajos se desviarán y conducirán fuera del área a impermeabilizar.

Las zonas que por su forma puedan retener agua en su superficie se corregirán antes de la ejecución. La edad del soporte de hormigón o mortero será de como mínimo 4 semanas.

En las reparaciones efectuadas con mortero, deberán transcurrir de 2 a 3 semanas antes de aplicar el revestimiento.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura sea inferior a 5°C o en caso de lluvia.

Se evitarán los trabajos que desprendan polvo o partículas cerca del área a tratar, antes, durante y después de la aplicación.



Si una vez realizados los trabajos no se dan las condiciones ambientales prescritas por el fabricante, se revisará lo ejecutado 24 h antes y se reharán las partes afectadas.

#### 4.35.3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Se medirá y abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie medida según las especificaciones de la Documentación Técnica. Dentro de esta unidad se incluye la preparación de la superficie y los trabajos necesarios para la completa finalización.

#### 4.35.4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Con las modificaciones aprobadas por las Órdenes del MOPTMA: O.M. del 31.7.86 (BOE n° 213 del 5.9), O.M. del 21.1.88 (BOE n° 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE n° 118 del 18.5) y O.M. del 28.9.89 (BOE n° 242 del 9.10).

PG 3/75 MODIF 6 ORDEN FOM/1382/2002 de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.

### 4.36. PAVIMENTO DE BALDOSA

#### 4.36.1. DEFINICIÓN

Formación de pavimento con piezas de baldosa hidráulica colocadas con mortero. La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento.

Humectación.

Colocación de la capa de mortero.

Humectación y colocación de las piezas.

Colocación de la lechada.

Limpieza del exceso de lechada, protección del mortero fresco y curado.

#### 4.36.2. CONDICIONES GENERALES

En el pavimento no existirán piezas rotas, desportilladas, con manchas ni con otros defectos superficiales.

No existirán resaltes entre las piezas.

La superficie acabada tendrá una textura y color uniformes.

Las piezas estarán bien adheridas al soporte y formarán una superficie plana.

Estarán colocadas a tope y en alineaciones rectas.

Se respetarán las juntas propias del soporte.

Las juntas se rellenarán de lechada de cemento portland y colorantes en su caso.

Tolerancias de ejecución:

Nivel:  $\pm 10$  mm.

Planeidad:  $\pm 4$  mm/2 m.

Cejas:  $\leq 1$  mm.

Rectitud de las juntas:  $\leq 3$  mm/2 m.

#### 4.36.3. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La colocación se realizará a temperatura ambiente  $\geq 5^\circ\text{C}$ . La superficie del soporte estará limpia y húmeda.

Las piezas a colocar tendrán la humedad necesaria para que no absorban el agua del mortero.

Se colocarán sobre una capa continua de mortero de cemento del espesor especificado en la Documentación Técnica.

Se esperarán 24 horas desde la colocación de las piezas y después se extenderá la lechada. El pavimento no se pisará durante las 24 horas siguientes a su colocación.

#### 4.36.4. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Se medirá y abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie medida según las especificaciones de la Documentación Técnica, con deducción de la superficie correspondiente a huecos, de acuerdo con los siguientes criterios:



Huecos de hasta 1,00 m<sup>2</sup>: No se deducirán

Huecos de más de 1,00 m<sup>2</sup>: Se deducirá el 100%

#### 4.36.5. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

No hay normativa de obligado cumplimiento.

### 4.37. TUBERÍAS DE PVC (PVC-U).

#### 4.37.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

Definición:

Tubo rígido, elaborado a partir de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), con un extremo liso y biselado y el otro en forma de embocadura.

Accesorios elaborados por moldeo o inyección de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para canalizaciones a presión.

Se han considerado los siguientes elementos:

Piezas en forma de T para derivaciones

Piezas en forma de codo para cambios de dirección

Piezas para reducciones de diámetro con uniones encoladas

Manguitos de conexión para uniones

Se han considerado, en las piezas donde no se especifica, los siguientes tipos de unión:

Para encolar

Para unión elástica con anilla elastomérica de estanqueidad

Características generales:

La superficie interna y externa del tubo debe ser lisa, limpia y exenta de ranuras, cavidades y otros defectos superficiales que impidan satisfacer los requisitos necesarios para su uso.

El material no debe contener ninguna impureza visible a simple vista. Los extremos acabarán con un corte perpendicular al eje y sin rebabas. El color será uniforme en todo el espesor de la pared.

La pared del elemento para colocar no enterrado, debe ser opaca a la luz visible.

Tendrá una sección constante y uniforme, con las tolerancias de ovalidad definidas en la tabla 1 de la UNE- EN 1452-2.

Las características geométricas cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 1452-3.

El espesor de la pared será constante en toda la longitud del tubo, con las tolerancias definidas en la tabla 3 de la UNE-EN 1452-2.

Las características químicas determinadas según la norma UNE 53329-1, cumplirán lo especificado en la UNE-EN 1452-2.

Ha de superar los ensayos de resistencia al impacto (UNE-EN 744) y de presión interna (UNE-EN 921) según lo determinado en la UNE-EN 1452-2.

Las cotas de montaje coincidirán con los valores de la UNE 53-177.

Cumplirá la legislación sanitaria vigente. Las juntas serán estancas.

Los extremos lisos para unión con junta elastomérica o unión encolada, deben ser con chaflán. En ningún caso el extremo liso tendrá algún borde vivo.

El material de la junta de estanqueidad o el adhesivo no tendrá ningún efecto desfavorable sobre las propiedades del elemento y no afectará al conjunto, de manera que no cumpla con los requisitos funcionales especificados en la UNE-EN 1452-5.

Cada tubo tendrá marcados como mínimo cada 1 m, de forma indeleble y bien visible los datos siguientes:

UNE EN 1452

Designación comercial

Siglas PVC-U

Diámetro externo nominal (DN) x espesor de pared (en) en mm

Presión nominal PN



Referencia de la fecha, lugar y ámbito de fabricación

Número de la línea de extrusión

Cada accesorio tendrá marcados de forma indeleble y bien visible los datos siguientes:

UNE EN 1452

Designación comercial

Diámetro(s) nominal(es) en mm

Designación del material

Presión nominal PN

Información del fabricante Espesor mínimo de la pared (mm):

DN	Presiones Nominales			
	PN 6	PN 7,5	PN 8	PN 10
12	-	-	-	-
16	-	-	-	-
20	-	-	-	-
25	-	-	-	-
32	-	-	1,5	1,6
40	-	1,5	1,6	1,9
50	1,5	1,6	2,0	2,4
63	1,9	2,0	2,5	3,0
75	2,2	2,3	2,9	3,6
90	2,7	2,8	3,5	4,3

110	2,7	3,2	3,4	4,2
125	3,1	3,7	3,9	4,8
140	3,5	4,1	4,3	5,4
160	4,0	4,7	4,9	6,2
180	4,4	5,3	5,5	6,9
200	4,9	5,9	6,2	7,7
225	5,5	6,6	6,9	8,6
250	6,2	7,3	7,7	9,6
280	6,9	8,2	8,6	10,7
315	7,7	9,2	9,7	12,1
355	8,7	10,4	10,9	13,6
400	9,8	11,7	12,3	15,6
450	11,0	13,2	13,8	17,2
500	12,3	14,6	15,3	19,1
560	13,7	16,4	17,2	21,4
630	15,4	18,4	19,3	24,1
710	17,4	20,7	21,8	27,2
800	19,6	23,3	24,5	30,6
900	22,0	26,3	27,6	-
1000	24,5	29,2	30,6	-

Presión de trabajo (t: temperatura servicio):



$t \leq 25^{\circ}\text{C}$ :  $\leq$  presión nominal

$25 \leq t \leq -45^{\circ}\text{C}$ :  $\leq$  ft presión nominal

ft (coeficiente de reducción definido en el anexo A de la UNE-EN 1452-2).

Densidad a  $23^{\circ}\text{C}$  (ISO 1183):  $\geq 1350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\leq 1460 \text{ kg/m}^3$

Resistencia hidrostática mínima requerida MRS (UNE-EN 921):  $\geq 25 \text{ MPa}$

Opacidad (UNE-EN 578):  $\leq 0,2\%$  luz visible

Temperatura de reblandecimiento Vicat (UNE EN 727):  $\geq 80^{\circ}\text{C}$

Retracción longitudinal (UNE-EN 743):  $\leq 5\%$

Tolerancias:

Diámetro exterior medio (mm)

Diámetro Nominal DN	Tolerancia Diámetro
$\leq 50$	+0,2
$63 \leq \text{DN} \leq 90$	+0,3
$110 \leq \text{DN} \leq 125$	+0,4
$140 \leq \text{DN} \leq 160$	+0,5
$180 \leq \text{DN} \leq 200$	+0,6
225	+0,7
250	+0,8
280	+0,9
315	+1,0

355	+1,1
400	+1,2
450	+1,4
500	+1,5
560	+1,7
630	+1,9
$710 \geq \text{DN} \leq 1000$	+2,0

La tolerancia del espesor de la pared es  $0,1(e)+0,2 \text{ mm}$ . La tolerancia es constante para un intervalo de espesores nominales mínimos de pared de 1 mm. Siendo (e) el valor superior de este intervalo.

La verificación de las medidas se hará según la norma EN ISO 3126.

Para unión encolada:

El diámetro interior de la embocadura corresponderá al diámetro nominal del elemento. El ángulo interno máximo de la zona de embocadura no debe ser superior a  $0^{\circ} 30'$ .

Diámetro interior medio de la embocadura:

Diámetro nominal DN (mm)	Diámetro interior Embocadura (mm)	
	D mín	D máximo
$\text{DN} \leq 90$	$\text{DN} + 0,1$	$\text{DN} + 0,3$
$110 \leq \text{DN} \leq 125$	$\text{DN} + 0,1$	$\text{DN} + 0,4$
$140 \leq \text{DN} \leq 160$	$\text{DN} + 0,2$	$\text{DN} + 0,5$



<b>180 &lt;= DN &lt;= 200</b>	DN + 0,6	<b>DN + 0,6</b>
<b>225</b>	DN + 0,7	<b>DN + 0,7</b>
<b>250</b>	DN + 0,8	<b>DN + 0,8</b>
<b>280</b>	DN + 0,9	<b>DN + 0,9</b>
<b>315</b>	DN + 1,0	<b>DN + 1,0</b>

Longitud mínima de la embocadura:

$(0,5 \text{ DN} + 6 \text{ mm}) \leq 12 \text{ mm}$ : 12 mm

resto de casos:  $0,5 \text{ DN} + 6 \text{ mm}$

Unión con anilla elastomérica de estanqueidad:

En el interior de la abocardadura habrá una junta de goma.

El material de la junta de estanqueidad cumplirá las especificaciones de la norma UNE-EN 681-1. Sobre la junta, o bien sobre el embalaje, irá marcada la siguiente información

Tamaño nominal

Identificación del fabricante

Número de la norma UNE-EN 681, seguido del tipo de aplicación y de la clase de dureza, como sufijos.

Marca de certificación de la tercera parte

El trimestre y el año de fabricación

La resistencia a las bajas temperaturas (L), si procede

La resistencia a los aceites (O), si procede

La abreviatura del caucho

Llevarán el marcado CE de conformidad con lo dispuesto en los Reales Decretos 1630/1992 de 29 de diciembre y 1328/1995 de 28 de julio

Diámetro interior medio de la embocadura:

DN <= 50 mm: DN + 0,3 mm

63 <= DN <= 90 mm: DN + 0,4 mm

DN >= 110 mm:  $1,003 \text{ DN} + 0,1 \text{ mm}$

Longitud de entrada de la embocadura:  $(22 + 0,16 \text{ DN}) \text{ mm}$  Profundidad mínima de embocamiento:

DN <= 280:  $50 \text{ mm} + 0,22 \text{ DN} - 2e$

DN > 280:  $70 \text{ mm} + 0,15 \text{ DN} - 2e$

#### 4.37.2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE

Suministro: Agrupados en paquetes, protegidos de golpes y de los rayos solares, con los siguientes datos en el paquete o el albarán:

Denominación del producto

Identificación del lote de fabricación

Nombre del fabricante o razón social

Domicilio del fabricante

Número RGS

Si se utiliza en la red de abastecimiento: La inscripción "PARA USO ALIMENTARIO"

Almacenamiento: En lugares protegidos de impactos, de los rayos solares y bien ventilados. Se apilarán horizontal y paralelamente en superficies planas, se gualdrapearán los abocardados por capas o se situarán en un mismo lado. Se separará cada capa mediante separadores. La altura de la pila será  $\leq 1,5 \text{ m}$ .



Almacenamiento: En lugares protegidos de impactos, de los rayos solares y bien ventilados.

#### 4.37.3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Se medirá y abonará por metros lineales de longitud necesaria suministrada y colocada en la obra.

#### 4.37.4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

REAL DECRETO 1125/1982 Real Decreto 1125/1982 de 30 de Abril. Reglamentación Técnico- sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de materiales poliméricos en relación con los productos alimenticios y alimentarios.

UNE-EN 1452-1:2000 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Policloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades

UNE-EN 1452-2:2000 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Policloruro de Vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos

UNE-EN 1452-3:2000 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Policloruro de Vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 3: Accesorios

### 4.38. TUBERÍAS DE POLIETILENO

#### 4.38.1. CONDICIONES GENERALES

Las tuberías de polietileno se emplean en instalaciones de riego en tuberías primarias, como secundarias y terciarias, así como en la reposición de conducciones de abastecimiento. Se fabrican a partir de polietileno, que es un material que se obtiene del etileno mediante procesos de polimerización.

El empleo de tuberías de polietileno está muy difundido, debido a las ventajas que presenta con respecto a otro tipo de tuberías, entre las que podemos destacar su ligereza, flexibilidad, resistencia al paso del tiempo y a la formación de incrustaciones, así como la posibilidad de instalación a la intemperie. Como contrapartida, el precio de las tuberías de polietileno suele ser mayor que el de las tuberías de PVC para los mismos diámetros y presiones de funcionamiento.

El polietileno de que están constituidas las tuberías puede ser de tres tipos diferentes, en función de su densidad:

Polietileno de baja densidad, LDPE, PEBD ó PE 32 aquel que cumpliendo lo indicado en la norma, tiene una densidad igual o menor a 930 kg/m<sup>3</sup>.

Polietileno de media densidad, MDPE, PEMD ó PE 50B aquel que cumpliendo lo indicado en la norma, tiene una densidad entre 931 y 940 kg/m<sup>3</sup>.

Polietileno de alta densidad, HDPE, PEAD ó PE 50A aquel que cumpliendo lo indicado en la norma, tiene una densidad mayor de 940 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.38.2. MATERIAL

##### Compuesto

El compuesto con el que se fabrican los productos debe prepararse por adición al polímero base de polietileno de, solamente, aquellos aditivos necesarios para la fabricación y uso final de dichos productos, de acuerdo con los requisitos de las Partes aplicables de la Norma UNE-EN 12201.

Todos los aditivos deben dispensarse de manera uniforme.

##### Color

El color del compuesto debe ser azul o negro. El negro de carbono utilizado en la producción del compuesto negro debe tener tamaño de partícula promedio (primario) de 10 nm a 25 nm.

Utilización de material reprocesado y reciclado

Puede utilizarse material reprocesado limpio procedente de la producción interna o de los ensayos del fabricante para comprobar que los productos son conformes con la EN 12201, si derivan del mismo compuesto que el utilizado para la producción correspondiente.

No debe utilizarse el material reprocesado obtenido a partir de fuentes externas ni material reciclado.

##### Características físicas del compuesto



El compuesto utilizado en la fabricación de tubos, accesorios y válvulas debe ser conforme con los requisitos indicados en la tabla 1, para la granza, y la tabla 2, para el compuesto en forma de tubo.

**Tabla 1**  
Características del compuesto de PE en forma de granza

Características	Requisitos <sup>a</sup>	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Densidad del compuesto	≥ 930 kg/m <sup>b</sup>	Temperatura de ensayo Número de muestras	23 °C Debe ser conforme con la Norma ISO 1183:1987	ISO 1183:1987
Contenido en negro de carbono (compuesto negro)	(2 al 2,5)% en masa	Debe ser conforme con la Norma ISO 6964:1986		ISO 6964:1986
Dispersión del negro de carbono(compuesto negro)	≤ grado3	Debe ser conforme con la Norma ISO 18553:2002 <sup>c</sup>		ISO 18553:2002
Dispersión del pigmento (compuesto azul)	≤ grado 3	Debe ser conforme con la Norma ISO 18553:2002 <sup>c</sup>		ISO 18553:2002
Contenido en agua <sup>b</sup>	≤ 300 mg/kg	Número de probetas <sup>d</sup>	1	EN 12118
Contenido en materias volátiles	≤ 350 mg/kg	Número de probetas <sup>d</sup>	1	EN 12099
Tiempo de inducción a la oxidación	≥ 20 min	Temperatura de ensayo Número de probetas <sup>d</sup>	200 °C <sup>e</sup> 3	EN 728
Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 40	0,2 g/10 min a 1,4 g/10 min Desviación máxima del ± 20% del valor especificado <sup>f</sup>	Carga Temperatura Tiempo Número de probetas <sup>d</sup>	2,16 kg 190 °C 10 min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 1133:1999	EN ISO 1133:1999 Condición D
Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 63, PE 80 y PE 100	0,2 g/10 min a 1,4 g/10 min Desviación máxima del ± 20% del valor especificado <sup>f</sup>	Carga Temperatura Tiempo Número de probetas <sup>d</sup>	5 kg 190 °C 10 min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 1133:1999	EN ISO 1133:1999 Condición T

<sup>a</sup> El fabricante del compuesto debe demostrar que éste es conforme con estos requisitos.

<sup>b</sup> Solamente es aplicable si el contenido en materias volátiles medido no es conforme con los requisitos especificados. En caso de litigio, se debe aplicar el requisito para el contenido en agua. Como método alternativo puede utilizarse el de la Norma ISO 760:1998 [2] [7].

<sup>c</sup> En caso de litigio, las probetas para la dispersión del negro de carbono y la dispersión del pigmento deben prepararse por el método de compresión.

<sup>d</sup> El número de probetas dado indica la cantidad necesaria para establecer un valor de la característica descrita en la tabla. El número de probetas necesario para el control de producción en fábrica y el control del proceso debería indicarse en el plan de calidad del fabricante. Como guía, véase el proyecto de especificación técnica prCEN/TS 13244-7 [4].

<sup>e</sup> El ensayo se puede realizar como un ensayo indirecto a 210 °C, siempre que exista una correlación clara con los resultados a 200 °C. En caso de litigio, la temperatura de referencia debe ser de 200 °C.

<sup>f</sup> Valor declarado dado por el fabricante del compuesto.

**Tabla 2**  
Características del compuesto de PE en forma de tubo

Características	Requisitos <sup>a</sup>	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope <sup>b</sup>	Ensayo hasta rotura: Dúctil: Pasa Frágil: No pasa	Diámetro del tubo Relación de dimensión del tubo Temperatura de ensayo Número de probetas <sup>c</sup>	110 mm SDR 11 23 °C Debe ser conforme con la Norma ISO 13953:2001	ISO 13953:2001
Resistencia a la propagación lenta de fisuras (tamaño del tubo 110 ó 125 mm SDR 11)	Sin fallo durante el período de ensayo	Temperatura de ensayo Presión interna de ensayo para: PE 63 PE 80 PE 100 Duración del ensayo Tipo de ensayo Número de probetas <sup>c</sup>	80 °C  6,4 bar 8,0 bar 9,2 bar 165 h Agua en agua Debe ser conforme con la Norma EN ISO 13479:1997	EN ISO 13479:1997
Efecto sobre la calidad del agua <sup>d</sup>	Debe ser conforme con las legislaciones nacionales existentes			
Resistencia a la intemperie (Compuestos azules solamente)	Las probetas sometidas al ensayo a la intemperie debe cumplir todos los requisitos de las siguientes características	Radiación solar acumulada	≥ 3,5 GJ/m <sup>2</sup>	EN 1056
a) Tiempo de inducción a la oxidación <sup>e</sup>	Debe ser conforme con la tabla 1 de esta norma			EN 728
b) Alargamiento en la rotura	Debe ser conforme con la tabla 5 de la Norma EN 12201-2:2003			EN ISO 6259-1:2001 e ISO 6259-3:1997
c) Resistencia hidrostática a 80 °C	Debe ser conforme con la tabla 3 de la Norma EN 12201-2:2003			EN 921:1994

*(Continúa)*


**Tabla 2 (Fin)**  
**Características del compuesto de PE en forma de tubo**

Características	Requisitos <sup>a</sup>	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Resistencia a la propagación rápida de fisuras <sup>f, g, h, i</sup>	Parada	Diámetro del tubo $d_n$	250 mm	ISO 13477:1997 (ensayo S4)
		Relación de dimensión del tubo	SDR 11	
		Temperatura de ensayo	0 °C	
		Medio del ensayo	Aire	
		Presión interna de ensayo para		
		PE 100	10,0 bar	
PE 80	8,0 bar			
		Número de probetas <sup>c</sup>	Debe ser conforme con la Norma ISO 13477:1997	
o				
Resistencia a la propagación rápida de fisuras <sup>f, g, h, i</sup>	Parada	Diámetro del tubo $d_n$	500 mm	EN ISO 134778:1997 (FST)
		Relación de dimensión del tubo	SDR 11	
		Temperatura de ensayo	0 °C	
		Medio del ensayo	Aire	
		Presión interna de ensayo para		
		PE 100	24,0 bar	
PE 80	20,0 bar			
		Número de probetas <sup>c</sup>	Debe ser conforme con la Norma EN ISO 13478:1997	
<sup>a</sup> El fabricante del compuesto debe demostrar que éste es conforme con estos requisitos. <sup>b</sup> Preparación de las muestras de acuerdo con la Norma ISO 11414:1996, en condiciones normales a 23 °C. <sup>c</sup> El número de probetas dado indica la cantidad necesaria para establecer un valor de la característica descrita en la tabla. El número de probetas necesario para el control de producción en fábrica y el control del proceso debería indicarse en el plan de calidad del fabricante. (Como guía, véase el proyecto de especificación técnica prCEN/TS 12201-7: [4]). <sup>d</sup> Los métodos de ensayo, parámetros y requisitos para todas las propiedades están en preparación. Hasta que se publiquen las Normas Europeas correspondientes deben aplicarse las Legislaciones Nacionales (véase la introducción). <sup>e</sup> Para muestras sometidas a la intemperie, debe eliminarse la superficie expuesta hasta una profundidad de 0,2 mm. La muestra debe tomarse de esa superficie. <sup>f</sup> Deben tenerse en cuenta para tubos que tengan un espesor de pared $\geq 32$ mm. <sup>g</sup> Si se reúnen los requisitos, el material es apto para toda la gama de tubo producido de acuerdo con el campo de aplicación de la Norma EN 12201. <sup>h</sup> Si no se reúnen los requisitos para el material de PE dado, puede establecerse la presión crítica $p_c$ y utilizarse la misma para determinar la PFA para el material en relación con el diámetro. $[PFA] \leq p_c$ , donde $p_c$ se determina de acuerdo con la Norma EN ISO 13478:1997 o $[PFA] \leq 3,6 p_{c,54} + 2,6$ donde $p_{c,54}$ se determina de acuerdo con la Norma ISO 13477:1997). Debe prestarse atención a la nota 2 del capítulo 1. Puede utilizarse aire o una mezcla de aire y agua (con un contenido en aire $\geq 5\%$ ) a una temperatura $\leq 3$ °C. <sup>i</sup> Los materiales de PE 40 y PE 63 no están destinados para utilizarse en la fabricación de tubos con diámetro $\geq 250$ mm.				

### Compatibilidad en la fusión

El fabricante del compuesto debe demostrar, mediante un ensayo de resistencia a la tracción en una unión a tope de tubos fabricados a partir del compuesto cuyas características se especifican en la tabla 2, que cada compuesto conforme con la tabla 1 es compatible en la fusión.

Se considera que los compuestos conformes con la tabla 1 son compatibles entre sí en la fusión. Si se solicita, el fabricante del compuesto debe demostrarlo comprobando, en compuestos de su propia gama de producto, que se cumple el requisito de ensayo de resistencia a la tracción de la unión a tope especificado en la tabla 2.

### Clasificación y designación

Los compuestos deben designarse por el tipo de material (PE) y el nivel de resistencia mínima requerida (MRS), de acuerdo con la tabla 3.

El compuesto debe tener una resistencia mínima requerida (MRS) igual o mayor que los valores especificados en la tabla 3, cuando sea evaluado de acuerdo con el informe ISO/TR 9080:1992, en el que se realiza un ensayo de presión de acuerdo con la Norma ISO 1167[7] para hallar la  $\sigma_{LCL}$ . El valor de MRS debe derivarse de  $\sigma_{LCL}$  y el compuesto debe ser clasificado por el fabricante de acuerdo con la Norma EN ISO 12162:1995.

La clasificación del compuesto de acuerdo con el informe ISO/TR 9080:1992 debe ser certificada por el fabricante del compuesto.

Cuando los accesorios son fabricados del mismo compuesto que el tubo, la clasificación del material será la misma que la del tubo.

Cuando se pretende utilizar un compuesto únicamente en la fabricación de accesorios, el compuesto debe clasificarse utilizando probetas preparadas de acuerdo con la Norma EN 12107.



**Tabla 3**  
Designación del material y valores máximos del esfuerzo de diseño

Designación	Resistencia mínima requerida (MRS)	$\sigma_s^a$
	MPa	MPa
PE 100	10,0	8,0
PE 80	8,0	6,3
PE 63	6,3	5,0

<sup>a</sup> El esfuerzo de diseño  $\sigma_s$  se deriva de la MRS aplicando el coeficiente global de servicio (diseño)  $C=1,25$ .

NOTA – Pueden utilizarse valores superiores de  $C$ , por ejemplo, si  $C = 1,6$ , lo que da como resultado un esfuerzo de diseño de 5,0 MPa para PE 80. Puede obtenerse también un valor más alto de  $C$  mediante la elección de un valor más alto de PN.

#### 4.38.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES

##### Aspecto

Cuando se efectúe un examen visual sin aumentos, las superficies interna y externa de los tubos deben presentar un aspecto liso y estar limpias y libres de grietas, cavidades u otros defectos superficiales que impidan la conformidad del tubo con este pliego.

Los extremos de los tubos deben cortarse limpia y perpendicularmente al eje del tubo.

##### Color

Los tubos deben ser azules o negros con bandas azules.

Para instalaciones aéreas, los tubos no negros deberían estar protegidos de la radiación UV.

#### 4.38.4. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

##### Mediciones

Las dimensiones de los tubos deben medirse de acuerdo con el proyecto de Norma prEN ISO 3126. En caso de litigio, la medición de las dimensiones debe realizarse después de transcurridas, al menos, 24 h desde fabricación y después de un acondicionamiento de, como mínimo, 4 h a  $(23 \pm 2)$  °C.

##### Diámetros exteriores medios y ovalación

El diámetro exterior medio,  $d_{em}$ , y la ovalación del tubo deben ser conformes con lo establecido en la tabla 1.

**Tabla 1**  
Diámetros exteriores medios y ovalación

Dimensiones en milímetros

Dimensión nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal $d_n$	Diámetro exterior medio <sup>a</sup>		Ovalación máxima <sup>b</sup>
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	
16	16	16,0	16,3	1,2
20	20	20,0	20,3	1,2
25	25	25,0	25,3	1,2
32	32	32,0	32,3	1,3
40	40	40,0	40,4	1,4
50	50	50,0	50,4	1,4
63	63	63,0	63,4	1,5
75	75	75,0	75,5	1,6
90	90	90,0	90,6	1,8
110	110	110,0	110,7	2,2
125	125	125,0	125,8	2,5
140	140	140,0	140,9	2,8
160	160	160,0	161,0	3,2
180	180	180,0	181,1	3,6
200	200	200,0	201,2	4,0
225	225	225,0	226,4	4,5
250	250	250,0	251,5	5,0
280	280	280,0	281,7	9,8
315	315	315,0	316,9	11,1
355	355	355,0	357,2	12,5
400	400	400,0	402,4	14,0
450	450	450,0	452,7	15,6
500	500	500,0	503,0	17,5
560	560	560,0	563,4	19,6
630	630	630,0	633,8	22,1
710	710	710,0	716,4	—
800	800	800,0	807,2	—
900	900	900,0	908,1	—
1000	1000	1000,0	1009,0	—
1200	1200	1200,0	1210,8 <sup>c</sup>	—
1400	1400	1400,0	1412,6 <sup>c</sup>	—
1600	1600	1600,0	1614,4 <sup>c</sup>	—

<sup>a</sup> De acuerdo con la Norma ISO 11922-1:1997 [1], grado B para los tamaños  $\leq 630$  y grado A, para tamaños  $\geq 710$ .

<sup>b</sup> De acuerdo con la Norma ISO 11922-1:1997 [1], grado N para los tamaños  $\leq 630$  y midiendo en el punto de fabricación.

<sup>c</sup> Tolerancia calculada como  $0,009d_m$  y no de acuerdo con el grado A de la Norma ISO 11922-1:1997 [1]. Para tubos en bobinas y tramos rectos con diámetros  $\geq 710$  mm, la ovalación máxima debe acordarse entre fabricante y comprador.


**4.38.5. ESPESOR DE PARED Y SUS TOLERANCIAS**

El espesor de pared e debe estar de acuerdo con la tabla 2.

**Tabla 2**  
**Espesores de pared**

Dimensiones en milímetros

Tamaño Nominal	Series de tubos						Presión nominal, PN <sup>a</sup> en bar					
	SDR 6		SDR 7,4		SDR 9		SDR 11		SDR 13,6		SDR 17	
	S 2,5	S 3,2	S 3,2	S 4	S 4	S 5	S 6,3	S 6,3	S 8	S 8	S 8	
PE 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PE 63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PE 80	PN 25	PN 20	PN 16	PN 12,5	PN 10	PN 8	PN 5	PN 4				
PE 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Espesores de pared <sup>b</sup>											
	<i>e</i> <sub>min.</sub>	<i>e</i> <sub>máx.</sub>	<i>e</i> <sub>min.</sub>	<i>e</i> <sub>máx.</sub>	<i>e</i> <sub>min.</sub>	<i>e</i> <sub>máx.</sub>	<i>e</i> <sub>min.</sub>	<i>e</i> <sub>máx.</sub>	<i>e</i> <sub>min.</sub>	<i>e</i> <sub>máx.</sub>	<i>e</i> <sub>min.</sub>	<i>e</i> <sub>máx.</sub>
16	3,0 <sup>c</sup>	3,4	2,3 <sup>c</sup>	2,7	2,0 <sup>c</sup>	2,3	-	-	-	-	-	-
20	3,4	3,9	3,0 <sup>c</sup>	3,4	2,3	2,7	2,0 <sup>c</sup>	2,3	-	-	-	-
25	4,2	4,8	3,5	4,0	3,0 <sup>c</sup>	3,4	2,3	2,7	2,0 <sup>c</sup>	2,3	-	-
32	5,4	6,1	4,4	5,0	3,6	4,1	3,0 <sup>c</sup>	3,4	2,4	2,8	2,0 <sup>c</sup>	2,3
40	6,7	7,5	5,5	6,2	4,5	5,1	3,7	4,2	3,0	3,5	2,4	2,8
50	8,3	9,3	6,9	7,7	5,6	6,3	4,6	5,2	3,7	4,2	3,0	3,4
63	10,5	11,7	8,6	9,6	7,1	8,0	5,8	6,5	4,7	5,3	3,8	4,3
75	12,5	13,9	10,3	11,5	8,4	9,4	6,8	7,6	5,6	6,3	4,5	5,1
90	15,0	16,7	12,3	13,7	10,1	11,3	8,2	9,2	6,7	7,5	5,4	6,1
110	18,3	20,3	15,1	16,8	12,3	13,7	10,0	11,1	8,1	9,1	6,6	7,4
125	20,8	23,0	17,1	19,0	14,0	15,6	11,4	12,7	9,2	10,3	7,4	8,3
140	23,3	25,8	19,2	21,3	15,7	17,4	12,7	14,1	10,3	11,5	8,3	9,3
160	26,6	29,4	21,9	24,2	17,9	19,8	14,6	16,2	11,8	13,1	9,5	10,6
180	29,9	33,0	24,6	27,2	20,1	22,3	16,4	18,2	13,3	14,8	10,7	11,9
200	33,2	36,7	27,4	30,3	22,4	24,8	18,2	20,2	14,7	16,3	11,9	13,2
225	37,4	41,3	30,8	34,0	25,2	27,9	20,5	22,7	16,6	18,4	13,4	14,9
250	41,5	45,8	34,2	37,8	27,9	30,8	22,7	25,1	18,4	20,4	14,8	16,4
280	46,5	51,3	38,3	42,3	31,3	34,6	25,4	28,1	20,6	22,8	16,6	18,4
315	52,3	57,7	43,1	47,6	35,2	38,9	28,6	31,6	23,2	25,7	18,7	20,7
355	59,0	65,0	48,5	53,5	39,7	43,8	32,2	35,6	26,1	28,9	21,1	23,4
400	—	—	54,7	60,3	44,7	49,3	36,3	40,1	29,4	32,5	23,7	26,2
450	—	—	61,5	67,8	50,3	55,5	40,9	45,1	33,1	36,6	26,7	29,5
500	—	—	—	—	55,8	61,5	45,4	50,1	36,8	40,6	29,7	32,8
560	—	—	—	—	—	—	50,8	56,0	41,2	45,5	33,2	36,7
630	—	—	—	—	—	—	57,2	63,1	46,3	51,1	37,4	41,3
710	—	—	—	—	—	—	—	—	52,2	57,6	42,1	46,5
800	—	—	—	—	—	—	—	—	58,8	64,8	47,4	52,3
900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53,3	58,8
1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,3	65,4
1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

<sup>a</sup> Los valores de PN están basados en  $C = 1,25$ .

<sup>b</sup> Las tolerancias son conformes con el grado V de la Norma ISO 11922-1:1997 [1].

<sup>c</sup> El valor calculado de  $e_{min}$  (véase la Norma ISO 4065 [2]) se redondea hasta el valor más próximo de los siguientes: 2,0, 2,3 ó 3,0. Esto es para satisfacer ciertos requisitos nacionales.

(Continúa)

**Tabla 2 (Fin)**  
**Espesores de pared**

Dimensiones en milímetros

Tamaño nominal	Series de tubos									
	SDR 17,6		SDR 21		SDR 26		SDR 33		SDR 41	
	S 8,3	S 10	S 12,5	S 16	S 20	S 12,5	S 16	S 20	S 25	
PE 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PE 63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PE 80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PE 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Espesores de pared									
	<i>e</i> <sub>min.</sub>	<i>e</i> <sub>máx.</sub>								
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	2,0 <sup>d</sup>	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—
40	2,3	2,7	2,0 <sup>d</sup>	2,3	—	—	—	—	—	—
50	2,9	3,3	2,4	2,8	2,0	2,3	—	—	—	—
63	3,6	4,1	3,0	3,4	2,5	2,9	—	—	—	—
75	4,3	4,9	3,6	4,1	2,9	3,3	—	—	—	—
90	5,1	5,8	4,3	4,9	3,5	4,0	—	—	—	—
110	6,3	7,1	5,3	6,0	4,2	4,8	—	—	—	—
125	7,1	8,0	6,0	6,7	4,8	5,4	—	—	—	—
140	8,0	9,0	6,7	7,5	5,4	6,1	—	—	—	—
160	9,1	10,2	7,7	8,6	6,2	7,0	—	—	—	—
180	10,2	11,4	8,6	9,6	6,9	7,7	—	—	—	—
200	11,4	12,7	9,6	10,7	7,7	8,6	—	—	—	—
225	12,8	14,2	10,8	12,0	8,6	9,6	—	—	—	—
250	14,2	15,8	11,9	13,2	9,6	10,7	—	—	—	—
280	15,9	17,6	13,4	14,9	10,7	11,9	—	—	—	—
315	17,9	19,8	15,0	16,6	12,1	13,5	9,7	10,8	7,7	8,6
355	20,1	22,3	16,9	18,7	13,6	15,1	10,9	12,1	8,7	9,7
400	22,7	25,1	19,1	21,2	15,3	17,0	12,3	13,7	9,8	10,9
450	25,5	28,2	21,5	23,8	17,2	19,1	13,8	15,3	11,0	12,2
500	28,3	31,3	23,9	26,4	19,1	21,2	15,3	17,0	12,3	13,7
560	31,7	35,0	26,7	29,5	21,4	23,7	17,2	19,1	13,7	15,2
630	35,7	39,4	30,0	33,1	24,1	26,7	19,3	21,4	15,4	17,1
710	40,2	44,4	33,9	37,4	27,2	30,1	21,8	24,1	17,4	19,3
800	45,3	50,0	38,1	42,1	30,6	33,8	24,5	27,1	19,6	21,7
900	51,0	56,2	42,9	47,3	34,4	38,3	27,6	30,5	22,0	24,3
1000	56,6	62,4	47,7	52,6	38,2	42,2	30,6	33,5	24,5	27,1
1200	—	—	57,2	63,1	45,9	50,6	36,7	40,5	29,4	32,5
1400	—	—	—	—	53,5	59,0	42,9	47,3	34,3	37,9
1600	—	—	—	—	61,2	67,5	49,0	54,0	39,2	43,3

<sup>a</sup> Los valores de PN están basados en  $C = 1,25$ .

<sup>b</sup> Las tolerancias son conformes con el grado V de la Norma ISO 11922-1:1997 [1].

<sup>c</sup> Los valores reales calculados son 6,4 bar para PE 100 y 6,3 bar para PE 80.

<sup>d</sup> El valor calculado de  $e_{min}$  (véase la Norma ISO 4065 [2]) se redondea hasta el valor más próximo de los siguientes: 2,0, 2,3 ó 3,0. Esto es para satisfacer ciertos requisitos nacionales.

**Tubo en bobina**

El tubo debe enrollarse de tal forma que se prevenga la deformación localizada, por ejemplo colapsado o plegado.

El diámetro interior mínimo de la bobina no debe ser inferior a 18-dn.



#### 4.38.6. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

##### Acondicionamiento

A menos que se especifique otra cosa en el método de ensayo correspondiente, las probetas se deben acondicionar a  $(23 \pm 2)$  °C, antes de ensayarlas de acuerdo con la tabla 3.

##### Requisitos

Cuando se efectúan los ensayos según los métodos de ensayo especificados en la tabla 3, utilizando los parámetros indicados, las características mecánicas del tubo deben ser conformes con los requisitos de la tabla 3.

**Tabla 3**  
Características mecánicas

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetros	Valor	
Resistencia hidrostática a 20 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones	Tipo a) <sup>a</sup>	EN 921:1994
		Duración del acondicionamiento	Debe ser conforme con la Norma EN 921:1994	
		Número de probetas <sup>b</sup>	3	
		Tipo de ensayo	Agua en agua	
		Temperatura de ensayo	20 °C	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Duración del ensayo	100 h	EN 921:1994
		Esfuerzo (tensión) circunferencial para:		
		PE 40	7,0 MPa	
		PE 63	8,0 MPa	
		PE 80	10,0 MPa	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones	Tipo a) <sup>a</sup>	EN 921:1994
		Duración del acondicionamiento	Debe ser conforme con la Norma EN 921:1994	
		Número de probetas <sup>b</sup>	3	
		Tipo de ensayo	Agua en agua	
		Temperatura de ensayo	80 °C	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Duración del ensayo	165 h <sup>c</sup>	EN 921:1994
		Esfuerzo (tensión) circunferencial para:		
		PE 40	2,5 MPa	
		PE 63	3,5 MPa	
		PE 80	4,5 MPa	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones	Tipo a) <sup>a</sup>	EN 921:1994
		Duración del acondicionamiento	Debe ser conforme con la Norma EN 921:1994	
		Número de probetas <sup>b</sup>	3	
		Tipo de ensayo	Agua en agua	
		Temperatura de ensayo	80 °C	
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Duración del ensayo	1 000 h	EN 921:1994
		Esfuerzo (tensión) circunferencial para:		
		PE 40	2,0 MPa	
		PE 63	3,2 MPa	
		PE 80	4,0 MPa	
		PE 100	5,0 MPa	

<sup>a</sup> Los tapones tipo b) pueden utilizarse para ensayos de liberación de la campaña de fabricación para diámetros  $\geq 500$  mm.

<sup>b</sup> El número de probetas dado indica la cantidad necesaria para establecer un valor de la característica descrita en la tabla. El número de probetas necesario para el control de producción en fábrica y el control del proceso debería indicarse en el plan de calidad del fabricante. (Como guía, véase el proyecto de especificación técnica prEN/TS 12201-7 [3]).

<sup>c</sup> No se tienen en cuenta los fallos dúctiles prematuros. Para repetición del ensayo, véase el apartado 7.3.

##### Repetición de ensayo en caso de fallo a 80 °C

Debe considerarse como fallo una rotura del tipo frágil que se produzca antes de las 165 h, sin embargo, si una muestra, en el ensayo de 165 h, falla antes de las 165 h con una rotura de tipo dúctil, se debe realizar un nuevo ensayo seleccionando un esfuerzo inferior, con el fin de alcanzar el tiempo mínimo requerido para el esfuerzo seleccionado, que se obtiene de la curva en la que se representan los puntos esfuerzo/tiempo dados en la tabla 4.

**Tabla 4**  
Parámetros de ensayo para la repetición del ensayo de resistencia hidrostática a 80 °C

PE 40		PE 63		PE 80		PE 100	
Esfuerzo	Duración del ensayo						
MPa	h	MPa	h	MPa	h	MPa	h
2,5	165	3,5	165	4,5	165	5,4	165
2,4	230	3,4	295	4,4	233	5,3	256
2,3	323	3,3	538	4,3	331	5,2	399
2,2	463	3,2	1 000	4,2	474	5,1	629
2,1	675			4,1	685	5,0	1 000
2,0	1 000			4,0	1 000	–	–

#### 4.38.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

##### Acondicionamiento

Salvo que se especifique otra cosa en el método de ensayo correspondiente, las probetas deben acondicionarse a  $(23 \pm 2)$  °C antes de ensayarlas de acuerdo con la tabla 5.

##### Requisitos

Cuando se efectúen los ensayos según los métodos de ensayo especificados en la tabla 5, utilizando los parámetros indicados, las características físicas del tubo deben ser conformes con los requisitos de la tabla 5.

#### 4.38.8. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE TUBOS EN CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS

Si fuese necesario evaluar la resistencia química del tubo, el mismo debe clasificarse de acuerdo con las Normas ISO 4433-1:1997 e ISO 4433-2:1997.



En el Informe ISO/TR 10358 [4], se da una guía sobre la resistencia de tubos de polietileno a sustancias químicas.

#### 4.38.9. REQUISITOS FUNCIONALES

Cuando los tubos conformes con esta norma se unan entre sí o con componentes conformes con otras Partes de esta norma europea (véase Antecedentes), las uniones deben ser conformes con los requisitos dados en la Norma UNE-EN 12201-5:2003.

**Tabla 5**  
**Características físicas**

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Alargamiento en la rotura para $e \leq 5$ mm	$\geq 350\%$	Forma de la probeta Velocidad de ensayo Número de probetas <sup>a</sup>	Tipo 2 100 mm/min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 6259-1:2001	EN ISO 6259-1:2001 e ISO 6259-3:1997
Alargamiento en la rotura para $5 \text{ mm} < e \leq 12$ mm	$\geq 350\%$	Forma de la probeta Velocidad de ensayo Número de probetas <sup>a</sup>	Tipo 1 <sup>b</sup> 50 mm/min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 6259-1:2001	EN ISO 6259-1:2001 e ISO 6259-3:1997
Alargamiento en la rotura para $e > 12$ mm	$\geq 350\%$	Forma de la probeta Velocidad de ensayo Número de probetas <sup>a</sup>	Tipo 1 <sup>b</sup> 25 mm/min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 6259-1:2001	EN ISO 6259-1:2001 e ISO 6259-3:1997
		o Forma de la probeta Velocidad de ensayo Número de probetas <sup>a</sup>	Tipo 3 <sup>b</sup> 10 mm/min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 6259-1:2001	
Índice de fluidez en masa MFR para PE 40	Cambio del MFR tras la transformación del $\pm 20\%$ <sup>c</sup>	Carga Temperatura de ensayo Duración del ensayo Número de probetas <sup>a</sup>	2,16 kg 190 °C 10 min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 1133:1999	EN ISO 1133:1999, condición D
Índice de fluidez en masa MFR para PE 63, PE 80 y PE 100	Cambio del MFR tras la transformación del $\pm 20\%$ <sup>c</sup>	Carga Temperatura de ensayo Duración del ensayo Número de probetas <sup>a</sup>	5 kg 190 °C 10 min Debe ser conforme con la Norma EN ISO 1133:1999	EN ISO 1133:1999, condición T
Tiempo de inducción a la oxidación	$\geq 20$ min	Temperatura de ensayo Número de probetas <sup>a,d</sup>	200 °C <sup>e</sup> 3	EN 728
Efecto sobre la calidad del agua <sup>f</sup>	Se aplican las Legislaciones Nacionales			

<sup>a</sup> El número de probetas dado indica la cantidad necesaria para establecer un valor de la característica descrita en la tabla. El número de probetas necesario para el control de producción en fábrica y el control del proceso debería indicarse en el plan de calidad del fabricante. (Como guía, véase el proyecto de Especificación técnica prCEN/TS 13244-7 [3]).

<sup>b</sup> Cuando sea posible mecanizar, pueden utilizarse probetas de tipo 2 para tubos de espesor de pared  $\leq 25$  mm El ensayo puede terminarse cuando se cumpla el requisito, sin necesidad de continuar hasta la rotura de la probeta.

<sup>c</sup> Valor medido sobre el tubo relativo al valor medido sobre el compuesto utilizado.

<sup>d</sup> Las muestras deben tomarse de la superficie interior.

<sup>e</sup> El ensayo puede realizarse como un ensayo indirecto a 210 °C, siempre que haya una correlación clara con los resultados a 200 °C. En caso de litigio, la temperatura de referencia debe ser 200 °C.

<sup>f</sup> Los métodos de ensayo, parámetros y requisitos para todas las propiedades están en preparación. Hasta que se publiquen las Normas Europeas, se aplicaran las Legislaciones Nacionales (véase la introducción).



#### 4.38.10. MARCADO

##### Generalidades

Todos los tubos deben estar marcados de forma permanente y legible, de modo tal que el marcado no produzca puntos de iniciación de fisuras u otros tipos de fallo y que el almacenamiento, exposición a la intemperie, manipulación, instalación y uso normales no afecten la legibilidad de dicho marcado.

Si se utiliza impresión, el color de la información impresa debe ser distinto del color básico del tubo. El marcado debe ser legible sin aumento.

##### Marcado mínimo requerido para los tubos

El marcado mínimo requerido debe ser conforme con la tabla 6, con una frecuencia de marcado no inferior a una vez por metro.

Tabla 6  
Marcado mínimo requerido

Aspectos	Marca o símbolo
Número de la Norma	EN 12201
Identificación del fabricante	Nombre o símbolo
Dimensiones ( $d_n \times e_n$ )	por ejemplo: 110 × 10
Serie SDR	por ejemplo: SDR 11
Material y designación	por ejemplo: PE 80
Presión, en bar	por ejemplo: PN 12,5
Periodo de producción (fecha o código)	por ejemplo: 9302 <sup>a</sup>
Las bobinas deben ir marcadas, secuencialmente, con la longitud en metros, que indicará la longitud remanente sobre la bobina	
<sup>a</sup> Cifras o código claro que proporcione la trazabilidad del periodo de producción, en términos de año y mes, y, si el fabricante está produciendo en diferentes lugares, el lugar de producción.	

#### 4.38.11. CONTROL DE RECEPCIÓN

El control de calidad se llevará a cabo de acuerdo con los criterios fijados en la norma UNE-EN 12201.

Se realizarán los ensayos y comprobaciones indicadas en la citada Norma, cumpliéndose en todo momento las exigencias de la misma.

La Dirección de Obra podrá exigir, en todo momento, los resultados de todos los ensayos que estime oportunos para garantizar la calidad de los distintos componentes, con objeto de proceder a la recepción o rechazo de los tubos y demás accesorios.

##### Marcado de los tubos

Respecto a la designación y marcado las normas UNE, indican que los tubos de PE deben ir marcados como mínimo cada metro con los siguientes datos:

Marca comercial

Referencia al material

Diámetro nominal

Espesor nominal

Presión nominal

Año de fabricación

Referencia a la norma

En caso de tener marca de calidad será incluida ésta y el sello de conformidad a las normas UNE.

#### 4.38.12. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metros lineales de longitud necesaria suministrada y colocada en la obra.

### 4.39. ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE POLIETILENO

#### 4.39.1. MATERIAL

##### Compuesto de PE

El compuesto de PE a partir del cual se fabrican los accesorios debe ser conforme con la Norma EN 12201- 1:2003.

Materiales distintos del polietileno

Generalidades

Todos los componentes deben ser conformes con las normas europeas correspondientes. Se pueden emplear normas alternativas en casos en los que no existan normas europeas, siempre que pueda demostrarse la aptitud al uso de los componentes.



Los materiales y elementos constitutivos empleados en la fabricación del accesorio (incluyendo elastómeros, grasas y cualquier parte metálica que pueda emplearse) deben ser tan resistentes a los ambientes externo e interno como los restantes elementos del sistema de canalización y deben tener, en las condiciones siguientes, una vida útil al menos igual a la de los tubos de PE conformes con la Norma EN 12201-2:2003 con los cuales vayan a ser utilizados:

- durante el almacenamiento;
- bajo el efecto de los fluidos conducidos;
- con respecto al entorno de servicio y las condiciones de operación.

Los requisitos para el nivel de comportamiento del material de las partes que no sean de polietileno deben ser, al menos, tan restrictivos como los del compuesto de PE para el sistema de canalización.

El material de los accesorios que esté en contacto con el tubo de PE no debe afectar negativamente al comportamiento del tubo ni facilitar el inicio de la fisuración bajo esfuerzo.

#### Partes metálicas

Todas las partes susceptibles de corrosión deben protegerse adecuadamente.

Cuando se empleen materiales metálicos distintos que puedan estar en contacto con la humedad, deben tomarse medidas para evitar la corrosión galvánica.

Elastómeros: Los materiales empleados para fabricar juntas de elastómero deben ser conformes con las Normas EN 681-1 o EN 681-2, según proceda.

#### Otros materiales

Las grasas y lubricantes no deben fluir hacia las zonas de fusión ni afectar al comportamiento a largo plazo del accesorio, ni deben tener ningún efecto adverso sobre la calidad del agua.

#### 4.39.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Aspecto

Cuando se efectúe un examen visual sin aumentos, las superficies interna y externa de los accesorios deben ser lisas y estar limpias y libres de grietas, cavidades u otros defectos superficiales que impidan la conformidad del accesorio con esta norma.

#### Diseño

El diseño del accesorio debe ser tal que, cuando se monte el accesorio con el tubo u otros componentes, los filamentos eléctricos y/o las juntas no se desplacen.

#### Color

El accesorio debe ser azul o negro.

Para instalaciones aéreas, todos los componentes azules deberían protegerse de la radiación UV directa.

#### Características eléctricas de los accesorios de electrofusión

La protección eléctrica que debe proporcionar el sistema de fusión depende de la tensión y la intensidad empleadas y de las características de la fuente de alimentación de energía eléctrica.

Para tensiones superiores a 25 V, no debe ser posible el contacto humano directo con las partes activas cuando el accesorio se encuentre en el ciclo de fusión, durante el montaje de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los accesorios y del equipo de unión, según proceda.

Este tipo de accesorio es una parte de un sistema eléctrico, tal como se define en las Normas EN 60335-1[1], IEC 60364-1[2] e IEC 60449[3]. De acuerdo con la Norma EN 60524[4], se requiere una protección contra contactos directos con partes activas (conductores vivos). Esta protección es función de las condiciones en el lugar de trabajo.

Para ejemplos de conexiones terminales de electrofusión típicos, véase el anexo B de la norma UNE-EN 12201-3:2003.

El acabado superficial de los terminales debe permitir una resistencia de contacto mínima, para satisfacer los requisitos de tolerancia de la resistencia (valor nominal  $\pm 10\%$ ).



### Aspecto de la unión hecha en fábrica

Las superficies interna y externa del tubo y del accesorio después de la unión por fusión, examinadas visualmente sin aumento, deben estar exentas de material fundido fuera de los límites del accesorio, aparte de lo que haya podido ser declarado aceptable por el fabricante del accesorio o empleado deliberadamente como indicador de la fusión.

Ningún movimiento de material fundido debe producir movimiento del filamento en los accesorios de electrofusión que pueda provocar cortocircuito, cuando tales accesorios se unan de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las superficies internas de los tubos a unir no deben presentar excesivas arrugas.

### Efecto sobre la calidad del agua

Deben tenerse en cuenta los requisitos del RD 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios para el agua de consumo humano.

#### 4.39.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

##### Medición de dimensiones

Las dimensiones de los accesorios deben medirse de acuerdo con el proyecto de Norma prEN ISO 3126. En caso de litigio, la medición de las dimensiones debe realizarse después de transcurridas, al menos, 24 h desde la fabricación y después de un acondicionamiento de, como mínimo, 4 h a  $(23 \pm 2)$  °C.

##### Dimensiones de los accesorios de electrofusión por embocadura

##### Diámetros y longitudes de las embocaduras.

Los diámetros y longitudes de las embocaduras para electrofusión (véase la figura 1) deben ser conformes con la tabla 1.

**Tabla 1**  
Dimensiones de embocaduras para electrofusión

Diámetro nominal del accesorio $d_n$	Profundidad de diseño		Zona de fusión <sup>a</sup>	
	$L_{1,min}$		$L_{1,max}$	$L_{2,min}$ <sup>a</sup>
	Regulación de intensidad	Regulación de tensión		
20	20	25	41	10
25	20	25	41	10
32	20	25	44	10
40	20	25	49	10
50	20	28	55	10
63	23	31	63	11
75	25	35	70	12
90	28	40	79	13
110	32	53	82	15
125	35	58	87	16
140	38	62	92	18
160	42	68	98	20
180	46	74	105	21
200	50	80	112	23
225	55	88	120	26
250	73	95	129	33
280	81	104	139	35
315	89	115	150	39
355	99	127	164	42
400	110	140	179	47
450	122	155	195	51
500	135	170	212	56
560	147	188	235	61
630	161	209	255	67

<sup>a</sup> El aumento de longitud de la zona de fusión es aplicable a los accesorios clasificados para altas presiones, con el fin de cumplir los requisitos de esta norma.

El diámetro interior medio del accesorio en medio de la zona de fusión, D1, no debe ser inferior a  $d_n$ .

El fabricante debe declarar los valores máximos y mínimos reales de D1 y L1 para determinar si el accesorio es adecuado para la sujeción y el montaje de la unión.

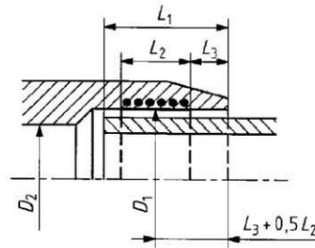
En caso de un accesorio con embocaduras de diferentes tamaños, cada una debe cumplir con los requisitos para el diámetro nominal correspondiente.



Dimensiones de los accesorios con extremo macho

Las dimensiones del extremo macho deben ser conformes con la tabla 3 (véase la figura

2).



Leyenda

- $D_1$  es el "diámetro interior medio en la zona de fusión", medido en un plano paralelo al plano de la boca a una distancia de  $L_3 + 0,5L_2$ ;
- $D_2$  es el paso, que es el diámetro mínimo del canal de flujo a través del cuerpo del accesorio cuando  $D_2 \geq (d_n - 2e_{\min})$ ;
- $L_1$  es la "profundidad de penetración de diseño" del tubo o del extremo macho de un accesorio. En caso de un manguito sin tope, no es superior a la mitad de la longitud total del accesorio;
- $L_2$  es la longitud calentada dentro de una embocadura de acuerdo con lo que el fabricante haya declarado que es la longitud nominal de la zona de fusión;
- $L_3$  es la distancia entre la boca del accesorio y el borde de la zona de fusión, de acuerdo con lo que el fabricante haya declarado que es la longitud nominal de entrada no calentada del accesorio.  $L_3$  debe ser  $\geq 5$  mm.

Fig. 1 – Dimensiones de las embocaduras para electrofusión

Espesores de pared.

El espesor de pared del cuerpo del accesorio en cualquier punto, E, debe ser igual o superior a  $e_{\min}$  para el tubo correspondiente, en cualquier parte del accesorio situada a una distancia superior a  $2L_1/3$  desde cualquier cara de entrada del accesorio, cuando el accesorio y el tubo correspondiente están fabricados con polietileno de la misma designación. Si el accesorio está fabricado con un polietileno con una designación MRS distinta de la del tubo correspondiente, la relación preferida entre el espesor de pared del accesorio, E, y del tubo,  $e_{\min}$ , debe estar de acuerdo con la tabla 2.

Tabla 2  
Relación entre espesores de pared del tubo y del accesorio

Material		Relación entre los espesores de pared del accesorio, E, y del tubo, $e_{\min}$ .
Tubo	Accesorio	
PE 80	PE 100	$E \geq 0,8 e_{\min}$ .
PE 100	PE 80	$E \geq 1,25 e_{\min}$ .

Cualquier cambio en el espesor de pared del cuerpo del accesorio debe ser gradual, con el fin de evitar concentraciones de tensiones.

Se considera que los accesorios conformes con la Norma ISO 8085-3 [5] satisfacen los requisitos de este pliego

Tabla 3  
Dimensiones del extremo macho

Dimensiones en milímetros

Diámetro exterior nominal del extremo macho	Diámetro exterior medio del extremo a unir <sup>a</sup>			Para electrofusión y fusión a tope				Embocadura para fusión	Para fusión a tope			
	$D_{1,\min}$	Grado A	Grado B	Ovalación máx.	Paso mínimo $D_2$	Longitud recta $L_{1,\min}$	Longitud tubular <sup>b</sup> $L_{2,\min}$		Longitud tubular $L_{2,\min}$	Ovalación máx.	Longitud recta $L_{1,\min}$	Longitud tubular Normal <sup>c</sup> $L_{2,\min}$
								$D_{1,\max}$				
20	20,0	—	20,3	0,3	13	25	41	11	—	—	—	—
25	25,0	—	25,3	0,4	18	25	41	12,5	—	—	—	—
32	32,0	—	32,3	0,5	25	25	44	14,6	—	—	—	—
40	40,0	—	40,4	0,6	31	25	49	17	—	—	—	—
50	50,0	—	50,4	0,8	39	25	55	20	—	—	—	—
63	63,0	—	63,4	0,9	49	25	63	24	1,5	5	16	5
75	75,0	—	75,5	1,2	59	25	70	25	1,6	6	19	6
90	90,0	—	90,6	1,4	71	28	79	28	1,8	6	22	6
110	110,0	—	110,7	1,7	87	32	82	32	2,2	8	28	8
125	125,0	—	125,8	1,9	99	35	87	35	2,5	8	32	8
140	140,0	—	140,9	2,1	111	38	92	—	2,8	8	35	8
160	160,0	—	161,0	2,4	127	42	98	—	3,2	8	40	8
180	180,0	—	181,1	2,7	143	46	105	—	3,6	8	45	8
200	200,0	—	201,2	3,0	159	50	112	—	4,0	8	50	8
225	225,0	—	226,4	3,4	179	55	120	—	4,5	10	55	10
250	250,0	—	251,5	3,8	199	60	130	—	5,0	10	60	10
280	280,0	282,6	281,7	4,2	223	75	139	—	9,8	10	70	10
315	315,0	317,9	316,9	4,8	251	75	150	—	11,1	10	80	10
355	355,0	358,2	357,2	5,4	283	75	165	—	12,5	10	90	12
400	400,0	403,6	402,4	6,0	319	75	180	—	14,0	10	95	12
450	450,0	454,1	452,7	6,8	359	100	195	—	15,6	15	60	15
500	500,0	504,5	503,0	7,5	399	100	215	—	17,5	20	60	15
560	560,0	565,0	563,4	8,4	447	100	235	—	19,6	20	60	15
630	630,0	635,7	633,8	9,5	503	100	255	—	22,1	20	60	20

<sup>a</sup> Los grados A y B de tolerancia están de acuerdo con la Norma ISO 11922-1[6].

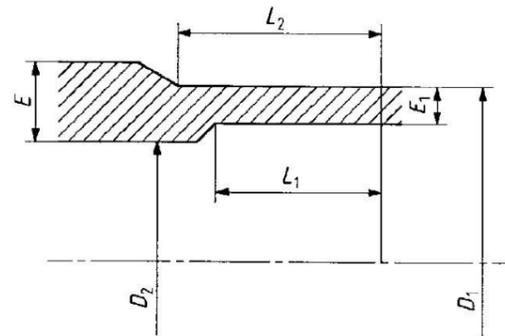
<sup>b</sup> Los valores de  $L_2$  (electrofusión) están basados en las ecuaciones siguientes:

Para  $d_n \leq 90$  mm,  $L_2 = 0,6 d_n + 25$  mm;

Para  $d_n \geq 110$  mm,  $L_2 = d_n/3 + 45$  mm.

<sup>c</sup> Utilizado preferentemente

<sup>d</sup> Utilizado para accesorios montados en fábrica.



**Leyenda**

- $D_1$  es el “diámetro exterior medio” del extremo a unir, medido en un plano paralelo al plano de la cara de entrada a una distancia no superior a  $L_2$  (longitud tubular) a partir de dicho plano;
- $D_2$  es el “paso mínimo”, que comprende el diámetro mínimo del canal de flujo a través del cuerpo del accesorio. La medida del diámetro no incluye el cordón de fusión, si lo hay;
- $E$  es el “espesor de pared del cuerpo del accesorio”, que comprende el espesor medido en cualquier punto de la pared del accesorio;
- $E_1$  es el “espesor de pared en la cara a unir”, medido en cualquier punto a una distancia máxima de  $L_1$  (longitud recta) desde la cara de entrada, y debe ser igual al espesor de pared del tubo, con su tolerancia correspondiente (conforme con lo especificado en la tabla 2 de la Norma EN 12201-2:2002), con el que se va a realizar la unión por fusión a tope;
- $L_1$  es la “longitud recta” del extremo a unir por fusión, que comprende la profundidad inicial del extremo macho necesaria para la unión por soldadura a tope o resoldadura. Esta longitud puede obtenerse uniendo una longitud de tubo al extremo macho del accesorio, de forma que el espesor de pared del tubo sea igual a  $E_1$  en toda su longitud;
- $L_2$  es la “longitud tubular” del exterior a unir por fusión, que comprende la longitud inicial del mismo. Esta longitud tubular debe permitir (en cualquier combinación):
  - a) el uso de las mordazas requeridas en el caso de fusión a tope;
  - b) el montaje con un accesorio de electrofusión;
  - c) el montaje con un accesorio de electrofusión por embocadura;
  - d) el uso de rascador mecánico.

**Fig. 2 – Dimensiones de los accesorios con extremo macho**

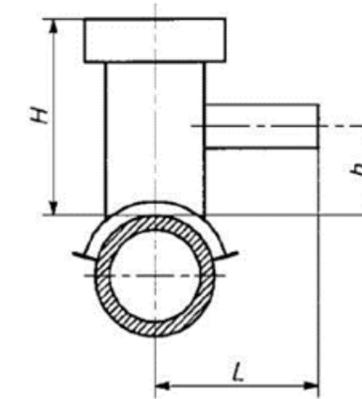
**Dimensiones de los accesorios de fusión por embocadura**

Cuando se requieran la descripción y dimensiones de estos tipos de accesorios, se aplica el Anexo A de la norma UNE-EN 12201-3:2003.

**Dimensiones de los accesorios de electrofusión por solape**

Las salidas de las tes de toma en carga y de las tomas de derivación (tomas simples) debe tener extremos machos conformes con el apartado anterior Dimensiones de los accesorios con

extremo macho o embocaduras de electrofusión conformes con el apartado Dimensiones de los accesorios de electrofusión por embocadura. El fabricante debe declarar las dimensiones globales del accesorio en un expediente técnico. Estas dimensiones deben incluir la altura máxima de la te de toma en carga,  $H$ , y la altura del tubo de acometida medida desde el extremo superior del tubo principal,  $h$ , como se indica en la figura 3.



**Leyenda**

- $H$  es la altura del accesorio, es decir, la distancia desde la parte superior del tubo principal al extremo superior de la te de toma en carga;
- $h$  es la “altura del tubo de acometida”, es decir, la distancia entre la parte superior del tubo principal y el eje del tubo de acometida;
- $L$  es la “anchura de la te de toma en carga”, es decir, la distancia entre el eje del tubo y el plano de la boca de salida de la te de servicio.

**Fig. 3 – Dimensiones de las tes de toma en carga**

**Dimensiones de los accesorios mecánicos**

Los accesorios mecánicos fabricados principalmente con PE y destinados, por una parte, para fusión al tubo de PE y, por otra parte, para uniones mecánicas a otros tubos o componentes, por ejemplo, adaptadores, deben tener, al menos en una unión, conformes con las características geométricas del sistema de unión de PE que se vaya a utilizar.

Los accesorios mecánicos no fabricados principalmente con PE deberían ser conformes con los requisitos especificados en la norma correspondiente.

**Dimensiones de las bridas locas y de las bridas de adaptación**

Las dimensiones de las bridas locas y de las bridas de adaptación deben ser conformes con la Norma ISO 9624.



#### 4.39.4. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

##### Generalidades

Debe ensayarse un accesorio montado conjuntamente con el tubo o como una parte de un montaje de más de un accesorio soldado al tubo que cumpla la Norma EN 12201-2:2003.

Cada montaje debe prepararse con componentes (tubos y accesorios) de la misma clase de presión y clasificación del material.

##### Acondicionamiento

A menos que se indique otra cosa en el método de ensayo correspondiente, las probetas se deben acondicionar a  $(23 \pm 2)$  °C antes de ensayarlas de acuerdo con la tabla 4.

##### Requisitos

Cuando se efectúan los ensayos según los métodos de ensayo especificados en la tabla 4, utilizando los parámetros indicados en la misma, los accesorios deben tener unas características mecánicas conformes con los requisitos de dicha tabla 4.

**Tabla 4**  
**Características mecánicas**

Característica	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
Resistencia hidrostática a 20 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones Duración del acondicionamiento  Número de probetas <sup>b</sup> Tipo de ensayo Temperatura de ensayo Duración del ensayo Esfuerzo (tensión) <sup>c</sup> circunferencial para: PE 40 PE 63 PE 80 PE 100	Tipo a) <sup>a</sup> Debe ser conforme con la Norma EN 921:1994 3 Agua en agua 20 °C 100 h 7,0 MPa 8,0 MPa 10,0 MPa 12,4 MPa	EN 921:1994
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones Duración del acondicionamiento  Número de probetas <sup>b</sup> Tipo de ensayo Temperatura de ensayo Duración del ensayo Esfuerzo (tensión) <sup>c</sup> circunferencial para: PE 40 PE 63 PE 80 PE 100	Tipo a) <sup>a</sup> Debe ser conforme con la Norma EN 921:1994 3 Agua en agua 80 °C 165 h <sup>d</sup> 2,5 MPa 3,5 MPa 4,5 MPa 5,4 MPa	EN 921:1994
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo de ninguna probeta durante el ensayo	Tapones Duración del acondicionamiento  Número de probetas <sup>b</sup> Tipo de ensayo Temperatura de ensayo Duración del ensayo Esfuerzo (tensión) <sup>c</sup> circunferencial para: PE 40 PE 63 PE 80 PE 100	Tipo a) <sup>a</sup> Debe ser conforme con la Norma EN 921:1994 3 Agua en agua 80 °C 1 000 h 2,0 MPa 3,2 MPa 4,0 MPa 5,0 MPa	EN 921:1994

<sup>a</sup> Los tapones tipo b) pueden utilizarse para ensayos de liberación de la campaña de fabricación para diámetros  $\geq 500$  mm.  
<sup>b</sup> El número de probetas dado indica la cantidad necesaria para establecer un valor de la característica descrita en la tabla. El número de probetas necesario para el control de producción en fábrica y el control del proceso debería indicarse en el plan de calidad del fabricante. (Como guía, véase el proyecto de especificación técnica prCEN/TS 12201-7 [7]).  
<sup>c</sup> El esfuerzo debe calcularse utilizando las dimensiones del tubo empleado en el montaje de ensayo.  
<sup>d</sup> No se tienen en cuenta los fallos dúctiles prematuros. Para la repetición del ensayo, véase el apartado 7.4.



Repetición de ensayo en caso de fallo a 80 °C

Debe considerarse como fallo una rotura del tipo frágil que se produzca antes de las 165 h, sin embargo, si una muestra falla antes de las 165 h con una rotura de tipo dúctil, se debe realizar un nuevo ensayo seleccionando un esfuerzo inferior, con el fin de alcanzar el tiempo mínimo requerido para el esfuerzo seleccionado, que se obtiene de la curva en la que se representan los puntos esfuerzo/tiempo dados en la tabla 5.

**Tabla 5**  
Parámetros de ensayo para el nuevo ensayo de resistencia hidrostática a 80 °C

PE 40		PE 63		PE 80		PE 100	
Esfuerzo	Duración del ensayo						
MPa	h	MPa	h	MPa	h	MPa	h
2,5	165	3,5	165	4,5	165	5,4	165
2,4	230	3,4	295	4,4	233	5,3	256
2,3	323	3,3	538	4,3	331	5,2	399
2,2	463	3,2	1 000	4,2	474	5,1	629
2,1	675			4,1	685	5,0	1 000
2,0	1 000			4,0	1 000		

Pérdida de carga

El fabricante debe declarar la pérdida de carga de un accesorio para dimensiones de hasta 63, cuando se determinen de acuerdo con la Norma ISO 4059.

#### 4.39.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Acondicionamiento

A menos que se indique otra cosa en el método de ensayo correspondiente, las probetas se deben acondicionar a  $(23 \pm 2)$  °C antes de ensayarlas de acuerdo con la tabla 6.

Requisitos

Cuando se efectúan los ensayos según los métodos de ensayo especificados en la tabla 6, utilizando los parámetros indicados, los accesorios deben tener unas características físicas conformes con los requisitos de la tabla 6.

**Tabla 6**  
Características físicas

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
		Parámetro	Valor	
Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 40	Cambio del MFR tras la transformación del $\pm 20\%$ <sup>b</sup>	Carga	2,16 kg	EN ISO 1133:1999, Condición D
		Temperatura de ensayo	190 °C	
		Duración del ensayo	10 min	
		Número de probetas <sup>a</sup>	Debe ser conforme con la Norma EN ISO 1133:1999	
Índice de fluidez en masa (MFR) para PE 63, PE 80 y PE 100	Cambio del MFR tras la transformación del $\pm 20\%$ <sup>b</sup>	Carga	5 kg	EN ISO 1133:1999, Condición T
		Temperatura de ensayo	190 °C	
		Duración del ensayo	10 min	
		Número de probetas <sup>a</sup>	Debe ser conforme con la Norma EN ISO 1133:1999	
Tiempo de inducción a la oxidación	$\geq 20$ min	Temperatura de ensayo	200 °C <sup>c</sup>	EN 728
		Número de probetas <sup>a</sup>	3	
Resistencia a la descohesión para accesorios de electrofusión por embocadura	Longitud de iniciación de la rotura $\leq L/3$ en rotura frágil	Temperatura de ensayo	23 °C	ISO 13954:1997
		Número de probetas <sup>a</sup>	Debe ser conforme con la Norma ISO 13954:1997	
			o	
		Temperatura de ensayo	23 °C	ISO 13955:1997
		Número de probetas <sup>a</sup>	Debe ser conforme con la Norma ISO 13955:1997	
Resistencia a la descohesión para accesorios de electrofusión por solape	Superficie de rotura: $\leq 25\%$ , rotura frágil	Temperatura de ensayo	23 °C	ISO/DIS 13956:1996
		Número de probetas <sup>a</sup>	Debe ser conforme con el proyecto de Norma Internacional ISO/DIS 13956:1996	
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope de accesorios – accesorios con extremo macho	Ensayo hasta rotura: dúctil: pasa frágil: no pasa	Temperatura de ensayo	23 °C	ISO 13953:2001
		Número de probetas <sup>a</sup>	Debe ser conforme con la Norma ISO 13953:2001	
Resistencia al impacto de las tes de toma en carga	Sin fallo, sin pérdida	Temperatura de ensayo	$(0 \pm 2)$ °C	EN 1716
		Masa del percutor	$(2\ 500 \pm 20)$ g	
		Altura	$(2\ 000 \pm 10)$ mm	
		Duración del acondicionamiento		
		En aire	4 h	
		En líquido	2 h	
Efecto sobre la calidad del agua <sup>d</sup>	Se aplican las Legislaciones Nacionales			

<sup>a</sup> El número de probetas dado indica la cantidad necesaria para establecer un valor de la característica descrita en la tabla. El número de probetas necesario para el control de producción en fábrica y el control del proceso debería indicarse en el plan de calidad del fabricante. (Como guía, véase el proyecto de especificación técnica prCEN/TS 12201-7 [7]).

<sup>b</sup> Valor medido sobre el accesorio relativo al valor medido sobre el compuesto utilizado.

<sup>c</sup> El ensayo puede realizarse como un ensayo indirecto a 210 °C, siempre que haya una correlación clara con los resultados a 200 °C. En caso de litigio, la temperatura de referencia debe ser 200 °C.

<sup>d</sup> Los métodos de ensayo, parámetros y requisitos para todas las propiedades están en preparación. Hasta que se publiquen las Normas Europeas, se aplicaran las Legislaciones Nacionales (véase introducción).

#### 4.39.6. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE TUBOS EN CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS

Si para una instalación en particular es necesario evaluar la resistencia química de los accesorios, los mismos deben clasificarse de acuerdo con las Normas ISO 4433-1:1997 e ISO 4433-2:1997.



En el Informe ISO/TR 10358 [8], se da una guía sobre la resistencia de accesorios de polietileno a sustancias químicas.

#### 4.39.7. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE TUBOS EN CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS

Si para una instalación en particular es necesario evaluar la resistencia química de los accesorios, los mismos deben clasificarse de acuerdo con las Normas ISO 4433-1:1997 e ISO 4433-2:1997.

En el Informe ISO/TR 10358 [8], se da una guía sobre la resistencia de accesorios de polietileno a sustancias químicas.

#### 4.39.8. MARCADO

##### Generalidades

Todos los accesorios deben estar marcados de forma y legible, de modo tal que el marcado no produzca puntos de iniciación de fisuras u otros tipos de fallo.

Si se utiliza impresión, el color de la información impresa debe ser distinto del color básico del producto. El marcado debe ser legible sin aumento.

El fabricante no es responsable de que el marcado sea ilegible debido a efectos causados durante la instalación y el uso, tales como pintado, rayado, recubrimiento de los componentes, o utilización de detergentes, etc., sobre los componentes, a menos que exista un acuerdo o una especificación por parte del fabricante.

No se debe marcar sobre la longitud mínima del extremo macho del accesorio.

##### Marcado mínimo requerido para los accesorios

El marcado mínimo requerido debe ser conforme con la tabla 7.

Se debe prestar atención a la posible necesidad de incluir el marcado CE cuando lo exija la legislación.

**Tabla 7**  
**Marcado mínimo requerido**

Aspectos	Marca o símbolo
Nombre o marca comercial del fabricante	Nombre o código
Diámetro nominal y series de tubo/SDR	por ejemplo, $d_n$ 110/S 5 o $d_n$ 110/SDR 11
Información del fabricante	a
Intervalo de SDR de fusión	por ejemplo, SDR 11 – SDR 26 <sup>b</sup>
Material y designación	por ejemplo, PE 80 <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Cifras o código claro que proporcione la trazabilidad del periodo de producción, en términos de año y mes, y lugar de producción, si el fabricante esta produciendo en diferentes lugares nacional y/o internacionalmente.	
<sup>b</sup> Esta información puede estar impresa sobre una etiqueta adherida al accesorio o sobre una bolsa individual (véase la tabla 8).	

##### Marcado mínimo requerido sobre una etiqueta

Puede imprimirse la información adicional siguiente dada en la tabla 8 sobre una etiqueta, con una etiqueta por accesorio o por bolsa individual. La etiqueta debe ser de suficiente calidad para que se quede intacta y legible durante el periodo de instalación.

**Tabla 8**  
**Marcado mínimo requerido sobre la etiqueta**

Aspectos	Marca o símbolo
Número de la norma	EN 12201
Material y designación	por ejemplo, PE 80
Intervalo de presión, en bar	por ejemplo, PN 12,5
Tolerancia (solamente para accesorios con extremo macho) $d_n \geq 280$ mm	por ejemplo, Grado A
Intervalo de SDR de fusión	por ejemplo, SDR 11- DSR 26 <sup>a</sup>
<sup>a</sup> Esta información puede estar impresa sobre el accesorio (véase la tabla 7).	

##### Reconocimiento de los sistemas de fusión

Los accesorios de fusión deberían tener un sistema, numérico o electromecánico o autorregulado, para reconocimiento de los parámetros de fusión, para facilitar el proceso de fusión. Cuando se utilicen los códigos de barras para el reconocimiento numérico, la etiqueta



del código de barras debería poder adherirse al accesorio y protegerse frente a cualquier deterioro.

#### 4.39.9. EMBALAJE

Los accesorios deben embalarse a granel o protegerse individualmente, cuando sea necesario, con el fin de evitar su deterioro y contaminación. El embalaje debe llevar, al menos, una etiqueta con el nombre del fabricante, el tipo y las dimensiones del artículo, el número de unidades y cualesquiera condiciones especiales de almacenamiento.

#### 4.39.10. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y ABONO

Estará incluido en el precio del metro lineal de tubería realmente colocada.

### 4.40. TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL (FD)

#### 4.40.1. NORMATIVA

Cumplen las especificaciones establecidas en las siguientes Normas:

UNE-EN 598: Tubos y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de saneamiento. Prescripciones y métodos de ensayos.

ISO 8179-1: Tubos de fundición dúctil. Revestimiento externo de Cinc. Parte 1: Zinc metálico y capa de acabado.

ISO-4633: Juntas de estanqueidad de caucho. Guarniciones de juntas de canalizaciones de abastecimiento y evacuación de aguas (alcantarillados incluidos). Especificación de los materiales.

ISO-7005-2: Bridas metálicas. Parte 2: Bridas de fundición.

UNE-EN ISO 9001:2015: Sistema de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación.

En todo caso, es criterio de la Dirección facultativa el exigir a la clase correspondiente - según norma 545:2011- de las tuberías de FD que se incluyan en la ejecución de las obras, un espesor nominal mínimo igual o superior a la categoría K9 de la antigua norma 545:2007, cualquiera que sea su diámetro.

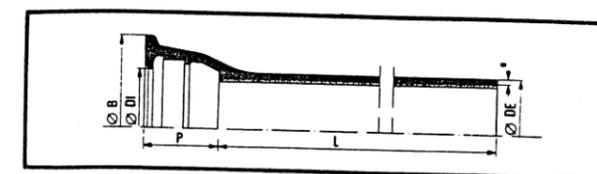
#### 4.40.2. DESCRIPCIÓN.

Los tubos serán colocados por centrifugación en molde metálico y estarán provistos de una campana para el alojamiento del anillo de caucho, que sirve para asegurar la estanqueidad. 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.

#### 4.40.3. DIMENSIONES.

Tubos.

Las dimensiones, pesos y clase L, son los que se indican en la siguiente tabla:



DN mm.	K	L m	e mm.	DE mm	DI mm	P mm	B mm	Peso Medios Kg
150	7	6	5	170	173	98	243	148
200	7	6	5	222	225	104	296	196
250	7	6	5,3	274	277	104	253	255
300	7	6	5,6	326	329	105	410	319
350	7	6	6	378	381	108	465	439
400	7	6	6,3	429	432	110	517	519
450	7	6	6,7	480	483	113	575	610
500	7	6	7	532	535	115	630	701
600	7	6	7,7	635	638	120	739	904
700	8	7	9,6	738	742	145	863	1.440
800	8	7	10,4	842	846	145	974	1.761
900	8	7	11,2	945	949	145	1.082	2.107
1.000	8	7	12	1.04	1.0	155	1.191	2.484
1.200	9	8,	15,3	1.25	1.2	165	1.412	4.254



<b>1.400</b>	9	8,19	17,1	1.46	1.4	245	1.632	<b>5.627</b>
<b>1.600</b>	9	8,18	18,9	1.66	1.6	265	1.850	<b>7.021</b>
<b>1.800</b>	<b>9</b>	<b>8,17</b>	<b>20,7</b>	<b>1.87</b>	<b>1.8</b>	<b>275</b>	<b>2.049</b>	<b>8.549</b>

Piezas accesorias.

Las piezas accesorias (codos, tes, etc.), tienen espesores series K=14 para las tes, y K=12 para el resto.

#### 4.40.4. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Las características mecánicas son las indicadas en las tablas siguientes:

Tubos:

Carga de rotura: 42 Kg/mm<sup>2</sup>

Límite elástico: 30 Kg/mm<sup>2</sup>(\*)

Alargamiento a rotura:

Dureza: > 230 HB

Piezas accesorias:

Carga de rotura: 40 Kg/mm<sup>2</sup>

Límite elástico: 30 Kg/mm<sup>2</sup>(\*)

Alargamiento a rotura: 5 %

Dureza: < 250 HB

Estos valores se obtienen en probetas cilíndricas, tal y como se especifica en la norma UNE-EN 598.

#### 4.40.5. TOLERANCIAS.

Tubos.

Tolerancia de espesor (mm.): -(1,3+0,001 DN)

Tolerancia de peso (%):

Piezas.

Tolerancia de espesor (mm.): -(2,3+0,001 DN)

Tolerancia de peso (%): ± 12 %

#### 4.40.6. PRUEBAS EN FÁBRICA.

Tubos.

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.

Se admite un límite elástico de 27 Kg/mm<sup>2</sup>, con un alargamiento a rotura 12 % (DN 1000) y 10 % (DN > 1000).

Dicha prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a la presión indicada en la tabla, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas.

<b>DN (mm.)</b>	<b>150-</b>	<b>1.800-</b>
<b>Presión (bar)</b>	<b>40</b>	<b>32</b>

Estos valores de presión son superiores a los exigidos por la norma UNE-EN 598.

Piezas.

Las piezas especiales se prueban en fábrica a estanqueidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consiste en mantener la pieza con aire como mínimo a 1 bar de presión y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.

#### 4.40.7. REVESTIMIENTOS. Revestimiento interno:

Tubos.

Los tubos son revestidos interiormente con mortero de cemento aluminoso, aplicándose por centrifugación del tubo y ajustándose a la norma UNE-EN 598.

Los espesores de la capa de mortero serán:



DN	Espesor normal (mm.)
150 a 300	4,5
350 a 1.200	7,0
1.400 a 1.800	8,0

Accesorios.

Los accesorios estarán revestidos interiormente con barniz asfáltico negro (espesor mínimo de 135  $\mu$ ). Para determinados usos podrán revestirse interiormente con epoxi.

Revestimiento externo:

Tubos.

Los tubos van revestidos exteriormente con una capa de cinc metálico (por electro-deposición de 20  $\text{gr/m}^2$ ), seguida de una capa de epoxi rojo (espesor mínimo 150  $\mu$ ). Conforme a la norma ISO 8179-1. Las zonas que van a estar en contacto con el fluido, exterior del extremo liso e interior de la campana, van revestidos con epoxi (espesor mínimo 150  $\mu$ ).

Accesorios.

Los accesorios estarán revestidos exteriormente con una capa de epoxi (espesor mínimo 150  $\mu$ ).

#### 4.40.8. MARCADO.

Tubos.

Directo de fundición y localizado en el fondo del enchufe:

Diámetro nominal

Tipo de enchufe

Identificación de fundición dúctil

Identificación del fabricante

Año de fabricación

Clase de espesor de tubería (necesario si es diferente de K-9) Marcado de la semana de fabricación:

Directo de fundición o punzonado en frío según los diámetros.

En pequeños diámetros podrá indicarse en un número de tubos de los que forman el paquete.

Accesorios.

Todas las piezas llevan de origen las siguientes marcas:

Diámetro nominal: 60-1.800

Tipo de unión: STD o EXP

Material: GS

Fabricante: PAM

Año: dos cifras

Angulo de codos: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32

Bridas PN y DN

#### 4.40.9. UNIONES.

Tubos.

El tipo de junta será automática flexible. Esta consiste en un anillo de caucho que encajado en la cabeza del tubo, asegura la estanqueidad por la presión que ejerce el extremo liso del tubo siguiente.

Accesorios.

Existen tres tipos de juntas para la unión de piezas especiales y tubos.

El tipo de unión que se utilizará en la gran mayoría de los accesorios, DN 150 a 1.200, se efectuará a través de una junta flexible mecánica, con anillo de caucho presionado por una



contrabrida móvil. Esta contrabrida estará sujeta por bulones, que enganchan en resalte de la campana de la pieza, por su parte exterior.

El tipo de unión que se usa en DN 1.200 a 1.800 es la junta automática flexible, ya descrita en el apartado anterior.

El tercer tipo, es la junta intermateriales, unión automática que permite conectar determinados accesorios (tes de seguridad, manguitos especiales, etc.), con extremos lisos de tubos de distintos materiales, como fundición dúctil, amianto cemento o PVC.

#### 4.40.10. DIÁMETRO NOMINAL.

El diámetro nominal de las piezas será el mismo que el diámetro nominal de los tubos.

Por tanto se deberá cumplir en este apartado todo lo especificado sobre diámetro nominal para tubos.

#### 4.41. TUBERÍAS DE POLIPROPILENO

##### 4.41.1. MATERIAL

El Polipropileno Random, PP-R, es un polímero (plástico), que debido a sus excelentes propiedades, lo convierten en la mejor alternativa para la distribución y suministro de agua potable a presión, e incluso canalización de otros fluidos, tanto en el sector doméstico como industrial, también alimentario, ya que garantiza total atoxicidad para el ser humano.

##### 4.41.2. DIÁMETRO NOMINAL

En los tubos de polipropileno (PP) de pared lisa la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior y se clasifican según el tipo de material y la resistencia mínima requerida.

##### 4.41.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS

Compatibilidad Higiénica Apta para uso sanitario (agua potable) - acc. Real Decreto 140/2003

Opaca

Coefficiente de transmisión térmica  $\lambda = 0,15 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Coefficiente de dilatación térmica  $\alpha = 0,035 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$

Clasificación de Reacción al fuego E (UNE-EN ISO 13501-1:2007) Difusión

de oxígeno  $I(O_2)$  en volume = 0,81 g/(m<sup>3</sup> d)

Rugosidad interior  $r = 0,0070 \text{ mm}$

Accesorios PP-R

Sistema de unión Soldadura por termofusión

DN32	DN40	DN50	DN63	DN75	DN90	DN110	DN125	DN160	DN200	DN250	DN315	DN355
SOLDADURA A ENCHUFE								SOLDADURA A TOPE				

#### 4.41.4. DIMENSIONES

Estructura de la tubería: ..MF = Multicapa, con refuerzo de fibra (FASER)

Material: .....fusiolen PP-R

Serie: .....Serie 3,2 / SDR 97,4

Normativa: ...RP 01.72 SKZ HR 3.28,ASTM F 2389, ISO 21003, ISO 21003, ISO 15874

Color: verde con 4 franjas verde oscuro

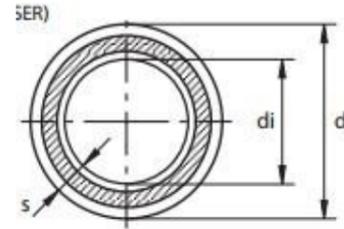
Forma de suministro:  $\varnothing$  20-125mm barras de 4 m  $\varnothing$  160-355mm barras de 5,8 m

Ud. de suministro: en metros

Serie	Art.-No.	Diámetro d [mm]	Espesor de pared s [mm]	Diámetro interior di [mm]	Capacidad [l/m]	Peso [kg]	DN	ml Paquete [m]	-	
Soldadura a enchufe										
3,2	70708	20	2,8	14,4	0,163	0,159	15	100		
	70710	25	3,5	18,0	0,254	0,247	20	100		
	70712	32	4,4	23,2	0,423	0,395	25	40		
	70714	40	5,5	29,0	0,660	0,610	32	40		
	70716	50	6,9	36,2	1,029	0,950	40	20		
	70718	63	8,6	45,8	1,647	1,490	50	20		
	70720	75	10,3	54,4	2,323	2,115	-	20		
	70722	90	12,3	65,4	3,358	3,030	65	12		
	70724	110	15,1	79,8	4,999	4,530	80	8		
	70726	125	17,1	90,8	6,472	6,211	-	4		
	Soldadura a tope									
		70730	160	21,9	116,2	10,599	9,750	125	5,8	
	70734	200	27,4	145,2	16,558	15,005	150	5,8		
	70738	250	34,2	181,6	25,901	23,470	175	5,8		
	70742	315	42,6	229,8	41,475	36,300	225	5,8		
	70744	355	48,0	259,0	52,685	46,000	250	5,8		



Temperatura	Vida útil (en años)	aquatherm green pipe Serie 3,2 / SDR 7,4 MF	
		Presiones de trabajo admisibles en bares y (psi)	
10 °C	1	30,2	(438)
	5	28,2	(409)
	10	27,7	(402)
	25	26,9	(390)
	50	26,1	(379)
15 °C	100	25,2	(356)
	1	29,4	(426)
	5	27,4	(397)
	10	26,9	(390)
	25	26,1	(379)
20 °C	50	25,3	(367)
	100	24,5	(355)
	1	28,6	(415)
	5	26,8	(389)
	10	26,1	(379)
30 °C	25	25,3	(367)
	50	24,5	(355)
	100	23,7	(344)
	1	24,3	(352)
	5	22,8	(331)
40 °C	10	22,0	(319)
	25	21,3	(309)
	50	20,7	(300)
	100	20,0	(290)
	1	20,5	(297)
50 °C	5	19,2	(278)
	10	18,7	(271)
	25	18,0	(261)
	50	17,5	(254)
	100	16,8	(244)
60 °C	1	17,5	(254)
	5	16,2	(235)
	10	15,7	(228)
	25	15,2	(220)
	50	14,7	(213)
70 °C	100	14,1	(205)
	1	14,7	(213)
	5	13,7	(199)
	10	13,2	(191)
	25	12,6	(183)
80 °C	50	12,1	(175)
	1	12,4	(180)
	5	11,4	(165)
	10	11,1	(161)
	25	9,6	(139)
90 °C	50	8,1	(117)
	1	11,7	(170)
	5	10,8	(157)
	10	10,0	(145)
	25	8,0	(116)
100 °C	50	6,7	(97)
	1	10,4	(151)
	5	9,2	(133)
	10	7,8	(113)
	25	6,2	(90)
120 °C	1	8,7	(126)
	5	6,0	(87)
	10	5,1	(74)



**4.41.5. PRESIONES DE TRABAJO ADMISIBLES**

La tabla que se adjunta a continuación representa los años esperados de servicio de las tuberías bajo las condiciones de servicio expuestas de Presión y Temperatura.

Los datos resultantes no tienen, ni pueden tener en cuenta, alteraciones adicionales de las que puedan ser objeto las instalaciones, como por ejemplo elevada concentración de agentes desinfectantes, concentraciones elevadas de materiales metálicos en la red de agua, anomalías en cuanto al funcionamiento de control de presión y temperatura, etc. La tabla es de uso exclusivo en instalaciones de Agua Sanitaria.

Los valores reflejados en la mencionada tabla han sido calculados con un factor de seguridad de 1,5. La temperatura de la misma solo se contempla hasta 70°C, teniendo en cuenta esta temperatura no como funcionamiento, si no como choque térmico para desinfección. Cabe resaltar que el choque térmico se efectúa tan solo durante dos horas, una o varias veces al año, lo que resulta un valor no representativo frente a las 8760 h anuales, por este motivo no supone problema alguno este tipo de desinfección.

**4.41.6. TABLA DE PRESIONES DE TRABAJO**

La tabla representa los años esperados de servicio de las tuberías bajo las condiciones de servicio expuestas de Presión y Temperatura. Los datos resultantes no tienen, ni pueden tener en cuenta, alteraciones adicionales de las que puedan ser objeto las instalaciones, como por ejemplo elevada concentración de agentes desinfectantes, concentraciones elevadas de materiales metálicos en la red de agua, anomalías en cuanto al funcionamiento de control de presión y temperatura, etc. La tabla es de uso en otro tipo de instalaciones, diferentes a las sanitarias de agua potable. El factor de seguridad empleado es 1,25.

25	12,0
50	10,6
1	12,4
5	11,4
10	11,1
25	9,6
30	9,3
50	8,1

(Diámetro - espesor) / 2 x espesor - Serie = (s-e)/2e  
Standard Dimension Ratio (diámetro/espesor de pared) - SDR = d/e  
Múltiplo Factor



#### 4.42. TUBERÍAS DE ACERO INOXIDABLE

##### 4.42.1. MATERIAL

Los dos aceros primarios utilizados en la fabricación de tubos de acero inoxidable son de acero inoxidable ANSI 304 y ANSI 316. Ambos aceros tienen una química similar y sólo se diferencian ligeramente en la cantidad de cromo en el acero.

Los accesorios, como bridas, codos, reducciones, etc.. serán construidos de acuerdo con la norma DIN, siendo las bridas planas.

##### 4.42.2. DIÁMETROS

Los diámetros van de 10,3 mm (o 0,405 pulgadas) a 323.9mm (o 12,75 pulgadas). Los diámetros más pequeños no están disponibles en 5S horario y muchos diámetros son muy difíciles de encontrar en algunos horarios, o muy caro si están disponibles.

##### 4.42.3. ESPESOR DE LAS TUBERÍAS

El cálculo del espesor de las tuberías se justificará en función de los esfuerzos  $q$  que estará sometidas y la carga de trabajo admisible para el material, de acuerdo con las normas indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de distribución de agua del MOPU (28 de Julio de 1974). El sobreespesor adoptado no será en ningún caso inferior a 1,5 mm.

##### 4.42.4. RADIO MÍNIMO

El radio mínimo de los codos será vez y medio el radio interior de la tubería. La longitud de los conos será, como mínimo siete veces la diferencia de los diámetros máximo y mínimo de los conos.

El entronque de las tuberías de diámetro superior a 300 mm se rigidizará con refuerzo a base de baberos. Como mínimo, el espesor del babero será 4 veces el de la tubería de mayor espesor.

##### 4.42.5. UNIONES

No se permitirá soldadura directa de codos, conos, reducciones, etc...a bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico, cuya longitud no será inferior a 100 mm.

Los codos serán estirados, sin soldadura, hasta un diámetro de 150 mm a partir del cual podrán ser codos por sectores.

La preparación de las chapas y su soldadura para la información de virolas será ejecutada en taller, por procedimientos automáticos o semiautomáticos.

##### 4.42.6. EJECUCIÓN Y CONTROL EN FÁBRICA

Las tuberías deben construirse en fábrica, realizándose en obra el menor número posible de soldaduras. Consecuentemente serán de la mayor longitud transportable.

La chapa para la ejecución de la tubería se curvará en frío. La preparación de bordes se efectuará siguiendo las indicaciones en los Planos del Proyecto o, en su defecto, ateniéndose a las instrucciones contenidas en la Propuesta de Norma UNE 14.036.

Las soldaduras longitudinales o helicoidales se efectuarán siempre antes que las transversales se crucen con ellas. Se podrán dejar sin soldar, hasta el momento de ejecutar las uniones transversales, trozos de diez

(10) centímetros de aquellas, con objeto de facilitar el debido acoplamiento de las virolas contiguas.

El sobreespesor total de las soldaduras a tope no será superior al diez por ciento (10%). No se podrá comenzar la fabricación sin la aprobación la Dirección de Obra, estando obligado el Adjudicatario a adoptar cuantas modificaciones se impongan.

El control que se realice sobre estos elementos deberá ser ejecutado por una empresa homologada, aceptada por la Dirección de Obra. Los cordones de soldadura de responsabilidad, si la Dirección de Obra lo considera necesario, serán sometidos a examen radiográfico, admitiéndose solamente las soldaduras con calificación 1 y 2, según el I.I.S. Comisión 5 y Normas UNE 14011.

Para uniones de responsabilidad se utilizarán electrodos o procesos adecuados a las exigencias de cada caso. Los electrodos o varillas para la soldadura eléctrica procederán de fabricante de reconocida solvencia, que ofrezca garantía de calidad y uniformidad, debiendo soportar sin deterioro su transporte, almacenamiento y manipulación. Su terminología, medidas, clasificación y simbolización, se establecerán según las normas UNE 14001, 14002 y 14003. Para la unión de aceros dulces, serán del tipo forjable de las siguientes características mecánicas: 45-47 kp/mm<sup>2</sup> de resistencia a tracción, límite elástico superior a 28 kp/mm<sup>2</sup> y



alargamiento en probetas con distancia entre puntos de 5 diámetros superior al 24 %. Si las características fijadas en el envase ofrecieran dudas se efectuarán ensayos según norma UNE 140022.

#### **4.43. FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN**

##### **4.43.1. MATERIALES**

Su resistencia media a la rotura será de 25 N/mm<sup>2</sup>. Poseerán un índice de absorción < 10%.

##### **4.43.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Será estable y plana y estará perfectamente aplomada.

Las hiladas se levantarán perfectamente alineadas horizontalmente sobre la de replanteo, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Previamente se nivelará la superficie de apoyo de la primera hilada.

Estarán asentadas con juntas verticales alternadas y tendeles a nivel.

Los bloques se colocarán untados y asentados sobre mortero, ajustándose mientras se encuentre éste todavía blando, con la cantidad suficiente para formar juntas de 1 cm. de espesor. Las juntas verticales serán de al menos 5 mm. y estarán perfectamente rellenas de mortero.

Se colocarán secos, humedeciéndose únicamente la superficie en contacto con el mortero e inmediatamente antes de su empleo. No se utilizarán piezas de medio bloque, excepto en los casos singulares.

A medida que se levante la fábrica, se recogerán las rebabas de mortero y se apretarán contra las juntas.

La longitud de los paños no debe sobrepasar 3 veces la altura del mismo. En ningún caso sobrepasará los 8 m.

Los encuentros de esquinas, o con otras paredes, se realizarán mediante enlaces en todas las hiladas y en todo el espesor de la fábrica.

Si el forjado descansa sobre la fábrica, el apoyo será suficiente para transmitirle todos los esfuerzos. La unión de la fábrica a la estructura se realizará según las especificaciones de la NTE-EFB.

No se tabicará de los pisos inferiores a los superiores, para evitar la transmisión de cargas a través de los forjados.

De no ser posible, se dejará una holgura de 2 cm. entre la última hilada y el forjado o elemento estructural superior, tras autorizarlo la Dirección Facultativa.

Esta holgura se rellenará con mortero de cemento, transcurridos al menos 4 días.

Se dispondrá una armadura de refuerzo, antes de poner los bloques de la hilada que forma el antepecho de las ventanas. Estará formada por 2Ø6, sobresaliendo lateralmente del plano interior de cada jamba, a ambos lados del mismo, 1/4 del ancho total del hueco.

La entrega de los tabiques separadores con el techo se ejecutará mediante material elástico, para no transmitirles los asentamientos de la estructura y forjados. En tiempo fuertemente lluvioso se protegerán las partes ejecutadas, colocando láminas de plástico, para evitar la erosión de las juntas.

En tiempo extremadamente seco, se mantendrá húmeda la fábrica ejecutada, para evitar la evaporación del agua del mortero.

##### **4.43.3. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

NTE-EFB. "Estructuras de Fábrica de Bloques".

NTE-FFB. "Fachadas de Fábrica de Bloques".

##### **4.43.4. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO**

Se medirá y abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente ejecutado y los criterios de medición serán los especificados en las unidades de obra.

En el precio unitario se incluyen todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra, así como los medios de protección de la pared de fachada, durante el transcurso de todos los trabajos.



#### 4.44. CARPINTERÍA DE ALUMINIO

##### 4.44.1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS PARTIDAS DE OBRA EJECUTADAS

Definición:

Ventanas, balconeras o puertas de aluminio, anodizado o lacado, con todos sus mecanismos para un funcionamiento correcto de apertura y cierre, colocadas sobre un premarco, y con los tapajuntas colocados, incluyendo vidrio de doble acristalamiento 4/6/4.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Ventanas o balconeras:

- a. Replanteo
- b. Colocación, aplomado y nivelado de la ventana o balconera
- c. Sujeción definitiva a la pared o premarco y sellado
- d. Eliminación de rigidizadores y tapado de agujeros si es el caso
- e. Colocación de los mecanismos
- f. Colocación de los tapajuntas
- g. Limpieza de todos los elementos

Puertas:

- a. Replanteo
- b. Colocación, aplomado y nivelado del marco, y sellado de las juntas
- c. Montaje de las hojas móviles
- d. Eliminación de los rigidizadores
- e. Colocación de los mecanismos y los tapajuntas
- f. Limpieza de todos los elementos

Condiciones generales:

Abrirá y cerrará correctamente. El marco estará bien aplomado, sin deformaciones de sus ángulos, al nivel y en el plano previsto.

No gravitará ningún tipo de carga sobre el marco y los burletes y las juntas de materiales blandos estarán limpios y libres.

Cumplirá los valores de aislamiento térmico y acústico previstos, en función del acristalamiento. Holgura entre la hoja y el marco:  $\leq 0,2$  cm.

Tolerancias de ejecución:

Replanteo:  $\pm 10$  mm.

Nivel previsto:  $\pm 5$  mm.

Horizontalidad:  $\pm 1$  mm/m.

Aplomado:  $\pm 2$  mm/m.

Plano previsto del marco respecto a la pared:  $\pm 2$  mm.

Ventanas o balconeras:

El marco estará sujeto al premarco con tornillos autorroscantes o de rosca métrica, de acero inoxidable o cadmiado, separados 60 cm como máximo, y a menos de 30 cm de los extremos.

Una vez colocada la ventana o balconera mantendrá los valores de permeabilidad al aire, estanqueidad al agua y resistencia al viento indicados en la Documentación Técnica.

Puertas:

El marco estará trabado a la obra con anclajes galvanizados, separados 60 cm como máximo, y a menos de 30 cm de los extremos.

Holgura entre la hoja y el pavimento:  $\geq 0,2$  cm,  $\leq 0,4$  cm.



#### 4.44.2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Para la colocación del marco se preverán los espesores de los acabados del paramento o del soporte al que esté sujeto.

Se colocará con la ayuda de elementos que garanticen la protección del marco contra el impacto durante todo el proceso constructivo, y otros que mantengan el escuadrado hasta que quede bien trabado.

#### 4.44.3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Se medirá y abonará por m<sup>2</sup> colocada de acuerdo con las especificaciones de la Documentación Técnica.

#### 4.45. CARPINTERÍA Y ELEMENTOS AUXILIARES DE PRFV

Elementos auxiliares de poliéster reforzado con fibra de vidrio, (P.R.F.V.), incluso apoyos intermedios y demás operaciones necesarias para su perfecta colocación tipo:

Pates de acceso

Escaleras

Pasarelas y plataformas

Barandillas y cadenas de seguridad

Rejilla tipo trámex

#### 4.45.1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE MATERIALES EN OBRA

Las estructuras de PRFV deberán cumplir la norma UNE-EN 13706: "Materiales compuestos de plástico reforzado. Especificaciones para perfiles pultruidos". Los materiales a utilizar en las estructuras de PRFV serán resina ISOFTÁLICA en el caso de que el elemento se sitúe en espacios sin agresión química y resina VINILESTER, para los casos en los que se localice en espacios confinados con agresión química.

Las características de los materiales serán las siguientes:

Resistencia UV 5 en la escala de grises conforme a norma UNE-EN ISO 4892- parte 2: "Plásticos. Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio.

Parte 2: Lámparas de arco de xenón".

Resistencia al fuego M-1 (ASTM-E84)

Resistencia al humo F-1 (ASTM-E84)

Pigmentación mediante resina tintada

#### 4.45.2. MEDICIÓN Y ABONO

Los pates se medirán por unidades (ud) realmente colocadas y se abonarán al precio que corresponda.

Las plataformas, pasarelas y emparrillados de trámex se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente ejecutada y se abonarán al precio que corresponda, en función del tipo elemento.

En los precios se consideran incluidos el suministro y montaje, así como la parte proporcional de recercados, cortes, despuntes, soldaduras y todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad considerada.

Las barandillas y las cadenas de seguridad se medirán y abonarán por metros realmente colocados.

En estos precios se consideran incluidos el suministro y montaje, así como todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad considerada.

Las escaleras de perfiles y peldaños de PRFV se medirán por m<sup>2</sup>, incluyendo placas de anclaje, elementos de sujección y cimentación para la correcta ejecución de la unidad considerada.

Las vigas, tubulares, escaleras y protecciones para escalera de PRFV se medirán por metros (m) colocados en obra y se abonarán al precio que corresponda.

Las plataformas y rejillas de PRFV se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente colocada y se abonarán al precio que corresponda.



En estos precios se consideran incluidos el suministro y montaje, así como todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad considerada.

#### **4.46. ENFOSCADO MAESTREADO Y FRATASADO CON MORTERO**

##### **4.46.1. CONDICIONES GENERALES**

En superficies interiores, cumplirá las siguientes condiciones:

Adherencia adecuada al paramento recubierto.

Resistencia a las acciones mecánicas.

Ausencia de grietas u oquedades.

Regularidad de superficies.

Perfección de encuentros, esquinas, etc.

Absorción regular de la humedad en toda su superficie.

Coloración y aspecto estético deseable.

Espesor suficiente.

En superficies exteriores cumplirá, además:

Resistencia a las acciones climáticas.

Protección del soporte frente a los agentes atmosféricos.

Antes de la ejecución:

Habrà fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir.

Se tapanán los defectos con el mismo tipo de mortero del enfoscado.

Enfoscados interiores: estará terminada la cubierta o tendrá  $\geq 3$  forjados por encima del actual.

Enfoscados exteriores: estará terminada la cubierta y funcionando la evacuación de aguas.

Enfoscados vistos: previamente se recibirán los elementos fijos, como ganchos y cercos.

Durante la ejecución:

Se amasará sólo la cantidad a utilizar.

No se añadirá agua después del amasado.

Antes de confeccionar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.

En tiempo extremado (lluvioso o seco) el paramento se cubrirá con lonas o plásticos, o se suspenderán los trabajos.

Después de la ejecución hasta el fraguado del mortero:

Se mantendrá húmedo, pasadas 24 horas de su colocación.

No se fijarán elementos, hasta pasados  $\geq 7$  días.

Se evitarán los golpes o vibraciones.

No se permitirá el fraguado artificial. Se respetarán las juntas estructurales.

Se cortará el paso de agua de lluvia mediante goterón.

##### **4.46.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Operaciones de preparación del soporte:

Rascado de juntas de fábricas.

Aplicación de lechada de cemento puro, 3-4 mm. de espesor, espaciando 3 horas la aplicación del revestimiento.

Creación de rugosidades en superficies lisas y colocación de mallas.

Eliminación de hollín y manchas.

Eliminación de rebabas de morteros y manchas desales cristalizadas.

Eliminación de pinturas. Barrido y lavado del soporte.

Humectación adecuada.



**Operaciones del maestreado:**

Se dispondrán maestras, de bandas de mortero, en elementos singulares (perímetro del techo, esquinas, rincones y guarniciones de huecos).

En los ángulos se ejecutarán maestras dobles.

Se situarán maestras intermedias, separadas entre sí  $\square$  1 m.

Tras humedecer la superficie se aplicará el mortero entre las maestras; se introducirá en las irregularidades para aumentar su adherencia.

Se extenderán una o varias capas con la dosificación, espesor y acabado especificados.

El espesor de cada capa será  $\square$  15 mm.

Se alisará la superficie con el fratás o llana de madera mojada en agua.

Cuando haya de aplicarse algún revoco o estuco posterior, la superficie se dejará suficientemente rugosa.

Se reforzará con malla de solape  $\square$  10 cm el encuentro entre paredes o elementos verticales no enjarjados. En los encuentros de pared con techo se enfoscará primero el techo.

Las aristas se sacarán vivas y rectas, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

**4.46.3. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**  
NTE - RPE. "Revestimientos de Paramentos: Enfoscados".

**4.46.4. CONTROL DE EJECUCIÓN**

Tolerancias en paramentos a revestir:

Desplomes de superficies:

Fábrica de ladrillo o bloques: 10 mm. en planta; 30 mm. en todo el edificio.

Mampostería, hormigón ciclópeo o fábrica de hormigón: 20 mm. en planta hasta 4 m. de altura; 30 mm. en todo el edificio.

Pilares prefabricados de hormigón armado: 5 mm. hasta 5 m. de altura; 8 mm. para > 5 m.

Paneles prefabricados: 3 mm. hasta 5 m. de altura; 5 mm. para > 5 m.

Desnivel en techos:

2 mm. en 1 m. de longitud; 10 mm. en todo el local.

Tolerancias en paramentos revestidos:

Trabajos ordinarios:

No más de 3 desigualdades de profundidad o altura  $\square$  5 mm., en 3 m.

15 mm. en toda la altura.

15 mm. en toda la luz.

10 mm. en todo el elemento.

Trabajos de calidad:

No más de 2 desigualdades de profundidad o altura  $\square$  3 mm., en 1 m.

3 mm/m de altura, pero  $\square$  10 mm. en toda la altura.

3 mm/m de longitud de elemento, pero  $\square$  10 mm. en toda su longitud o en todo el local hasta la viga saliente.

3 mm/m de altura o de longitud del elemento, pero  $\square$  5 mm. en todo él.

**4.46.5. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO**

Su medición y abono se realizarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados. Se descontarán los huecos > 1,50 m<sup>2</sup>; se medirá el desarrollo de moquetas.

Se incluirán en el precio los trabajos de preparación del soporte, realización de maestras, montaje de andamios y pequeño material.



#### **4.47. CARPINTERÍA METÁLICA**

##### **4.47.1. CONDICIONES GENERALES**

Se ajustará a la Memoria, Planos del Proyecto, explicaciones verbales de la Dirección Facultativa y normas de la buena construcción.

Estará bien escuadrada; cualquier defecto será causa de sustitución del elemento completo. Irá provista de todos los tipos de herrajes necesarios; éstos funcionarán perfectamente.

El Constructor presentará, a petición de la Dirección Facultativa, descripción de la puerta a emplear y, si fuese necesario, un modelo a escala natural.

##### **4.47.2. MATERIALES**

La Dirección Facultativa podrá ordenar ensayos que aseguren el buen comportamiento de los materiales empleados.

##### **4.47.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Las uniones entre perfiles se realizarán mediante soldadura. Quedarán unidos en todo su perímetro de contacto.

Se eliminarán las rebabas debidas a la soldadura.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto. Los cercos se fijarán con garras o pernos a la obra de fábrica, debidamente imprimados.

La carpintería se instalará en la última fase de la obra, una vez terminados los trabajos en que intervenga el cemento en zonas próximas.

Se instalará bien escuadrada, previo uso de nivel y plomada.

En ningún caso se desmontarán ni abrirán las hojas mientras no hayan fraguado las garras de sujeción. Se protegerán los herrajes.

Cuando se trate de perfiles laminados, la carpintería se protegerá con imprimación anticorrosiva, de espesor 15 micras.

##### **4.47.4. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

La puerta se almacenará en obra en sentido vertical.

##### **4.47.5. CONTROL DE EJECUCIÓN**

Cerco

Desplome fuera de la vertical  $\square$  2 mm por metro.

Estará enrasado con el paramento, con variación  $\square$  2 mm. La fijación será perfecta.

Las patillas estarán perfectamente empotradas. El mortero llenará el paramento completamente.

En la fijación de la peana, existirá taco expansivo, estará en el centro y el tornillo estará bien apretado.

Puerta

La colocación y fijación de los herrajes será perfecta.

##### **4.47.6. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

NTE-FDC. "Fachadas. Defensas: Cierres".

NTE-FCL. "Fachadas. Aleaciones Ligeras".

##### **4.47.7. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO**

Se medirá y abonará el número de unidades (ud) colocadas de iguales dimensiones y características, según especificaciones del Proyecto, o por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente ejecutada.

#### **4.48. PINTURAS**

##### **4.48.1. CONDICIONES GENERALES**

La Contrata solicitará, antes de comenzar los trabajos, la comprobación por parte de la Dirección Facultativa del buen estado del soporte.

El revestimiento acabado no presentará fisuras, bolsas, ni descolgamientos; tendrá un color, brillo y textura uniforme.

No se admitirán procedimientos artificiales de secado.



Se suspenderán los trabajos en caso de tiempo lluvioso, excesivamente húmedo o caluroso.

#### 4.48.2. MATERIALES

La Contrata presentará muestras de los materiales a utilizar, haciendo referencia a su procedencia de fabricación.

La Contrata requerirá al fabricante cuantos certificados de garantía, características y normas de utilización le solicite la Dirección Facultativa.

#### 4.48.3. CONTROL DE EJECUCIÓN

La Dirección Facultativa podrá ordenar la realización de los ensayos que estime necesarios.

Las muestras de materiales, una vez hayan sido aceptados, serán guardados en obra juntamente con los certificados de los análisis.

La Dirección Facultativa podrá rechazar los materiales que no reúnan las características exigidas, en cuyo caso serán retirados de la obra en el plazo más breve.

La Contrata está obligada a realizar en obra a su costa, las muestras que la Dirección Facultativa considere necesarias.

#### 4.48.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Antes de comenzar los trabajos, el soporte estará lo suficientemente seco y endurecido, exento de polvo, manchas y grasas.

Los defectos del soporte se eliminarán con masilla; se seguirán las instrucciones del fabricante. Se neutralizarán los álcalis, eflorescencias, mohos y sales.

#### 4.48.5. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

NTE-RPP. "Revestimientos de Paredes: Pinturas".

#### 4.48.6. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO

En el caso de paramentos, se medirá y abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados. En el resto de casos, se abonará de acuerdo con las mediciones del Proyecto.

### 4.49. FÁBRICA DE LADRILLO

#### 4.49.1. MATERIALES

El ladrillo tendrá las dimensiones, color y forma definidos en las unidades de obra, siendo en cualquier caso bien moldeado, y deberá ajustarse en cuanto a calidad, grado de cochura, tolerancias de dimensiones, etc. a las normas UNE-41004, PIET-70 Y MV-201/1972 Y RL-88.

La fractura será de grano fino, compacta y homogénea sin caliches, piedras ni cuerpos extraños, golpeados con un martillo producirán un sonido campanil agudo y su color se ofrecerá en todos ellos lo más uniforme posible.

No se admitirán ladrillos con resistencia inferior a los siguientes: Ladrillos macizo: 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Ladrillos perforados: 150 kg/cm<sup>2</sup>. Ladrillos huecos: 50 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.49.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Será estable y plana y estará perfectamente aplomada.

Las hiladas se levantarán perfectamente alineadas horizontalmente sobre la de replanteo, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Previamente se nivelará la superficie de apoyo de la primera hilada.

Estarán asentadas con juntas verticales alternadas y tendeles a nivel.

Los ladrillos se colocarán untados y asentados sobre mortero, ajustándose mientras se encuentre éste todavía blando, con la cantidad suficiente para formar las juntas.

Se colocarán secos, humedeciéndose únicamente la superficie en contacto con el mortero e inmediatamente antes de su empleo.

A medida que se levante la fábrica, se recogerán las rebabas de mortero y se apretarán contra las juntas.

Los encuentros de esquinas, o con otras paredes, se realizarán mediante enlaces en todas las hiladas y en todo el espesor de la fábrica.



Si el forjado descansa sobre la fábrica, el apoyo será suficiente para transmitirle todos los esfuerzos. La unión de la fábrica a la estructura se realizará según las especificaciones de la NTE-EFL.

No se tabicará de los pisos inferiores a los superiores, para evitar la transmisión de cargas a través de los forjados.

De no ser posible, se dejará una holgura de 2 cm. entre la última hilada y el forjado o elemento estructural superior, tras autorizarlo la Dirección Facultativa.

Esta holgura se rellenará con mortero de cemento, transcurridos al menos 4 días.

Se dispondrá una armadura de refuerzo, antes de poner los bloques de la hilada que forma el antepecho de las ventanas. Estará formada por 2Ø6, sobresaliendo lateralmente del plano interior de cada jamba, a ambos lados del mismo, 1/4 del ancho total del hueco.

La entrega de los tabiques separadores con el techo se ejecutará mediante material elástico, para no transmitirles los asentamientos de la estructura y forjados. En tiempo fuertemente lluvioso se protegerán las partes ejecutadas, colocando láminas de plástico, para evitar la erosión de las juntas.

En tiempo extremadamente seco, se mantendrá húmeda la fábrica ejecutada, para evitar la evaporación del agua del mortero.

#### **4.49.3. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

NTE-EFL. "Estructuras de Fábrica de Ladrillo".

NTE-FFL. "Fachadas de Fábrica de Ladrillo".

#### **4.49.4. CRITERIO DE MEDICIÓN Y ABONO**

Se medirá y abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente ejecutado y los criterios de medición serán los especificados en las unidades de obra.

En el precio unitario se incluyen todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra, así como los medios de protección de la pared de fachada, durante el transcurso de todos los trabajos.

### **4.50. ZAHORRA ARTIFICIAL**

#### **4.50.1. DEFINICIÓN**

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.

Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.

Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.

Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

#### **4.50.2. MATERIALES**

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

Independientemente de lo anterior, se estará en todo caso, además, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Características generales

Los materiales para la zahorra artificial procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural.

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de junio de 2001 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal



como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

T00 a T1	T2 a T4 Arcenes de T00 a T2	Arcenes de T3 y T4
EA>40	EA>35	EA>30

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento (5%), según la UNE-EN 1744-1:1999. La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio, según la UNE-EN 196-2:2006, sea menor o igual al cinco por ciento (5%) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos.

El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro, según la UNE-EN 1744-1:1999.

Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la NLT-326.

#### Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO<sub>3</sub>), determinado según la UNE-EN 1744-1:1999, será inferior al cinco por mil (5‰) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (1%) en los demás casos.

#### Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

En el caso de las zahorras artificiales el coeficiente de limpieza, según el anexo C de la UNE 146130, deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del material de la zahorra artificial deberá cumplir lo indicado en la siguiente tabla. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez (10), y simultáneamente, el equivalente de arena no deberá ser inferior en más de cinco unidades a los valores indicados en la siguiente tabla:

#### Plasticidad

El material será "no plástico", según la UNE 103104:1993, para las zahorras artificiales en cualquier caso.

En el caso de arcenes no pavimentados, de las categorías de tráfico pesado T32 y T4 (T41 y T42), se admitirá que el índice de plasticidad según la UNE 103104:1993, sea inferior a diez (10), y que el límite líquido, según la UNE 103103:1994, sea inferior a treinta (30).

#### Resistencia a la fragmentación

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2, de los áridos para la zahorra artificial no deberá ser superior a los valores indicados en la siguiente tabla:

CATEGORIA TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 y arcenes
30	35

Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones de resistencia a compresión final superior a treinta y cinco mega



pascales (35 MPa), así como para áridos siderúrgicos, el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en la tabla anterior, siempre y cuando su composición granulométrica esté adaptada al huso ZAD20, especificado en la tabla del apartado 6.3.

#### Forma

En el caso de las zahorras artificiales, el índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

#### Angulosidad

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5, para las zahorras artificiales será del cien por ciento (100%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 y T0, del setenta y cinco por ciento (75%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T1 y T2 y arcenes de T00 y T0, y del cincuenta por ciento (50%) para los demás casos.

#### 4.50.3. TIPO Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1:1998, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la siguiente tabla:

TIPO DE ZAHORRA ARTIFICIAL (*)	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)								
	40	25	20	8	4	2	0,5	0,25	0,063
ZA25	100	75-100	65-90	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
ZA20	-	100	75-100	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
ZAD20	-	100	65-100	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996 será menor que los dos tercios (2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

#### 4.50.4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

No se podrá utilizar en la ejecución de las sub-bases con zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por el Director de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

##### Central de fabricación de la zahorra artificial

La fabricación de la zahorra artificial para su empleo en firmes de calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T3 se realizará en centrales de mezcla.

En cualquier caso, la instalación deberá permitir dosificar por separado las distintas fracciones de árido y el agua en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo. El número mínimo de fracciones para las zahorras artificiales será de dos (2).

Las tolvas para los áridos deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, provistas de una rejilla que permita limitar el tamaño máximo, así como de un rebosadero que evite que un exceso de contenido afecte al funcionamiento del

sistema de clasificación. Se dispondrán con una separación suficiente para evitar contaminaciones entre ellas. Estas tolvas deberán, asimismo, estar provistas a su salida de dispositivos ajustables de dosificación.

Los sistemas de dosificación de los materiales podrán ser volumétricos; no obstante, el Director de las Obras, podrá establecer que sean ponderales, para la fabricación de zahorras artificiales que se vayan a emplear en calzadas de nueva construcción de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1 y cuando la obra tenga una superficie de pavimentación superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>).



Si se utilizan centrales de fabricación con dosificadores ponderales, éstos deberán ser independientes; al menos uno (1) para cada una de las fracciones del árido. La precisión del dosificador será superior al dos por ciento ( $\pm 2\%$ ).

El agua añadida se controlará mediante un caudalímetro, cuya precisión sea superior al dos por ciento ( $\pm 2\%$ ), y un totalizador con indicador en la cabina de mando de la central.

Los equipos de mezcla deberán ser capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas.

#### Elementos de transporte

La zorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

#### Equipos de extensión

En calzadas de nueva construcción de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1, y cuando la obra tenga una superficie superior a los setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>), para la puesta en obra de las zorras, se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada y proporcionarle un mínimo de compactación, así como de sistemas automáticos de nivelación. En el resto de los casos el Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de las zorras.

En el caso de utilizarse extendedoras que no estén provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de pre-extensión (carretones o similares) que garanticen un reparto homogéneo y uniforme del material delante del equipo de extensión.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar alineadas con las existentes en la extendidora.

#### Equipos de compactación

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave. La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos Newton por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Si se utilizasen compactadores de neumáticos, éstos deberán ser capaces de alcanzar una masa de al menos treinta y cinco toneladas (35 t) y una carga por rueda de cinco toneladas (5 t), con una presión de inflado que pueda llegar a alcanzar un valor no inferior a ocho décimas de mega pascal (0,8 MPa).

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

El Director de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la zorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar.



#### 4.50.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

##### Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo

La producción del material no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, establecida a partir de los resultados del control de procedencia del material.

Dicha fórmula señalará:

En su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.

La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.

La humedad de compactación.

La densidad mínima a alcanzar.

Si la marcha de las obras lo aconseja el Director de las Obras podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo. En todo caso se estudiará y aprobará una nueva si varía la procedencia de los componentes, o si, durante la producción, se rebasaran las tolerancias granulométricas establecidas en la siguiente tabla:

Característica		Unidad	Categoría de tráfico pesado	
			T00 a T1	T2 a T4 y arcenes
Cernido por los tamices UNE 933-2	> 4 mm	% sobre la masa total	±6	±8
	≤ 4 mm		±4	±6
	0,063 mm		±1,5	±2
Humedad de la compactación		% respecto de la óptima	±1	- 1,5 / +1

Preparación de la superficie que va recibir la zahorra

Una capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra. El Proyecto, este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

Preparación del material

Antes de extender una tongada, se procederá si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Se podrán utilizar para ello la humectación previa en central u otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Director de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

Extensión de la zahorra

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

Compactación de la zahorra

Conseguida la humedad más conveniente, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 1 de este artículo, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el posterior apartado de "Especificaciones de la unidad terminada". La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión de la zahorra se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.



Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas a la zahorra en el resto de la tongada.

#### 4.50.6. TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de la zahorra, será preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, y otros métodos rápidos de control.

El Proyecto, el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a cien metros (100 m). El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras definirá:

Si es aceptable o no la fórmula de trabajo:

En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la zahorra.

En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, modificación en los sistemas de puesta en obra, corrección de la humedad de compactación, etc.).

Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista:

En el primer caso, definirá su forma específica de actuación.

En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

#### 4.50.7. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

##### Densidad

La compactación de la zahorra artificial deberá alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por cien (100%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Próctor modificado, según la UNE 103501:1994.

##### Capacidad de soporte

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la NLT-357, será superior al menor valor de los siguientes:

Los especificados en la siguiente tabla, establecida según las categorías de tráfico pesado.

TIPO DE ZAHORRA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00 a T1	T2	T3	T4 y arcenes
ARTIFICIAL	180	150	100	80

El valor exigido a la superficie sobre la que se apoya la capa de zahorra multiplicado por uno coma tres (1,3), cuando se trate de zahorras sobre coronación de explanadas.

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos Ev2/Ev1 será inferior a dos unidades y dos décimas (2,2).

##### Rasante, espesor y anchura

Dispuestos los sistemas de comprobación aprobados por el Director de las Obras, la rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto ni quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm) en calzadas de carreteras con categoría



de tráfico pesado T00 a T2, ni en más de veinte milímetros (20 mm) en el resto de los casos. El Director de las Obras podrá modificar los límites anteriores.

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida en los Planos de secciones tipo. Asimismo el espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo; en caso contrario se procederá según el próximo apartado de “Criterios de aceptación y rechazo del lote”.

#### Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, deberá cumplir en zahorras artificiales lo fijado en la tabla siguiente, en función del espesor total (e) de las capas que se vayan a extender sobre ella.

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	ESPESOR TOTAL DE LAS CAPAS SUPERIORES (cm)		
	e ≥ 20	10 < e < 20	e ≤ 10
50	<3,0	<2,5	<2,5
80	<4,0	<3,5	<3,5
100	<5,0	<4,5	<4,0

Se comprobará que no existen zonas que retengan agua sobre la superficie, las cuales, si existieran, deberán corregirse por el Contratista a su cargo.

#### 4.50.8. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Las zahorras se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material, tales que se superasen las tolerancias especificadas en el apartado anterior.

Sobre las capas recién ejecutadas se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico. Si esto no fuera posible, se dispondrá un riego de imprimación con una protección mediante la extensión de una capa de árido de cobertura, según lo indicado en el artículo 530 del PG-3. Dicha protección se barrerá antes de ejecutar otra unidad de obra sobre las zahorras. En

cualquier circunstancia, se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza. El Contratista será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

#### 4.50.9. CONTROL DE CALIDAD

##### Control de procedencia del material

Si con el material utilizado se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo o estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad homologado, según lo indicado en el siguiente apartado “Especificaciones técnicas y distintivos de calidad”, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del material no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud, según el resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible para cada tipo de material: mediante la toma de muestras en acopios, o a la salida de la cinta en las instalaciones de fabricación, o mediante sondeos, calicatas u otros métodos de toma de muestras.

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m<sup>3</sup>) o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m<sup>3</sup>).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1:1998.

Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993, respectivamente.

Coefficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2:1999.

Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:1999.



Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5:2000.

El Director de las Obras comprobará además:

La retirada de la eventual montera en la extracción de la zahorra.

La exclusión de vetas no utilizables.

Control de ejecución

Fabricación:

Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, etc.

En su caso, se vigilará la altura de los acopios, el estado de sus separadores y de sus accesos. Se podrá llevar a cabo la toma de muestras en los acopios.

Para el control de fabricación se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m<sup>3</sup>) de material producido, o cada día si se fabricase menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:

Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9. Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.

- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m<sup>3</sup>) de material producido, o una (1) vez a la semana si se fabricase menos material:

Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente. Próctor modificado, según la UNE 103501.

Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5. Índice de lascas, según la UNE-EN 933-3. Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5

- Por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 m<sup>3</sup>) de material producido, o una (1) vez al mes si se fabricase menos material:

Coefficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.

El Director de las Obras podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

Puesta en obra:

Antes de verter la zahorra, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

Se comprobarán frecuentemente:

El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.

La humedad de la zahorra en el momento de la compactación, mediante un procedimiento aprobado por el Director de las Obras.

La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:

Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.

El lastre y la masa total de los compactadores.

La presión de inflado en los compactadores de neumáticos. La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios. El número de pasadas de cada compactador.

Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres

(3) criterios siguientes a una (1) sola tongada de zahorra:

Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.

Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada.



La fracción construida diariamente.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro (1/hm).

Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote.

En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba. En los mismos puntos donde se realice el control de la densidad se determinará el espesor de la capa de zahorra.

Se realizará un (1) ensayo de carga con placa, según la NLT-357 (UNE 103808:2006), sobre cada lote. Se llevará a cabo una determinación de humedad natural en el mismo lugar en que se realice el ensayo de carga con placa.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 6.7.4.

#### **4.50.10. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE**

##### **Densidad**

La densidad media obtenida no será inferior a la especificada anteriormente; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta dos (2) puntos porcentuales

por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, base de aceptación o rechazo.

##### **Capacidad de soporte**

El módulo de compresibilidad  $E_{v2}$  y la relación de módulos  $E_{v2}/E_{v1}$ , obtenidos en el ensayo de carga con placa, no deberán ser inferiores a los especificados con anterioridad (apartado 6.7.2). De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir los módulos especificados.

##### **Espesor**

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al previsto en los Planos de secciones tipo; no más de dos

(2) individuos de la muestra podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en un diez por ciento (10%).

Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al especificado se procederá de la siguiente manera:

Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al ochenta y cinco por ciento (85%) del especificado, se escarificará la capa en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá el material necesario de las mismas características y se volverá a compactar y refinar la capa por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio obtenido en la capa fuera superior al ochenta y cinco por ciento (85%) del especificado y no existieran problemas de encharcamiento, se podrá admitir siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.

##### **Rasante**



Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas anteriormente, ni existirán zonas que retengan agua.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el Director de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste.

Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, éste se corregirá por cuenta del Contratista, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos.

#### Regularidad superficial

En el caso de la zahorra artificial, si los resultados de la regularidad superficial de la capa terminada exceden los límites establecidos, se procederá de la siguiente manera:

Si es en más del diez por ciento (10%) de la longitud del tramo controlado se escarificará la capa en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm) y se volverá a compactar y refinar por cuenta del Contratista.

Si es en menos de un diez por ciento (10%) de la longitud del tramo controlado se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

#### 4.50.11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Si los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo podrá ser otorgado por las Administraciones Públicas competentes en materia de carreteras, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (según ámbito) o los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre.

#### 4.50.12. NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

NLT-326. Ensayo de lixiviación en materiales para carreteras (Método del tanque).

NLT-357. Ensayo de carga con placa (UNE 103808:2006).

UNE 103103:1994. Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.

UNE 103104:1993. Determinación del límite plástico de un suelo.

UNE 103501:1994. Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor modificado.

UNE-EN 13043:2003. Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras áreas pavimentadas.

UNE-EN 196-2:2006. Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cemento.

UNE-EN 933-1:1998. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.

UNE-EN 933-2:1996. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.

UNE-EN 933-3:1997. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.



UNE-EN 933-5:1999. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.

UNE-EN 933-8:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.

UNE-EN 933-9:1999. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.

UNE-EN 1097-2:1999. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.

UNE-EN 1097-5:2000. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 5: Determinación del contenido en agua por secado en estufa.

UNE-EN 1744-1:1999. Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.

#### 4.50.13. CONDICIONES DE MEDICIÓN Y ABONO

La zahorra se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos sobre los planos de Proyecto. No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

#### 4.51. FIRMES

##### 4.51.1. SUB-BASE GRANULAR

Definición

Formación de sub-base o base para pavimento, con tongadas compactadas de material granular. La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Preparación y comprobación de la superficie de asiento

Aportación de material

Extensión, humectación (si es necesaria), y compactación de cada tongada

Alisado de la superficie de la última tongada

#### □ Condiciones generales

La capa tendrá la pendiente especificada en la Documentación Técnica, o en su defecto la que especifique la Dirección Facultativa.

La superficie de la capa quedará plana y a nivel, con las rasantes previstas en la Documentación Técnica.

En toda la superficie se alcanzará, como mínimo, el grado de compactación previsto expresado como porcentaje sobre la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado (UNE 103501).

Tolerancias de ejecución:

Replanteo de rasantes: + 0, - 1/5 del espesor teórico

Nivel de la superficie: ± 20 mm

Planeidad: ± 10 mm/3 m

Condiciones del proceso de ejecución

La capa no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que debe asentarse tiene las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas. Si en esta superficie hay defectos o irregularidades que excedan de las tolerables, se corregirán antes de la ejecución de la partida de obra.

No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado el grado de compactación de la precedente.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 2°C.

El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra en función de la maquinaria disponible y de los resultados de los ensayos realizados.

Antes de extender una tongada se puede homogeneizar y humedecer, si se considera necesario. El tendido se realizará por capas de espesor uniforme, evitando la segregación o contaminación.



Todas las aportaciones de agua se harán antes de la compactación. Después, la única humectación admisible es la de la preparación para colocar la capa siguiente.

La compactación se efectuará longitudinalmente; empezando por los cantos exteriores y progresando hacia el centro para solaparse cada recorrido en un ancho no inferior a 1/3 del ancho del elemento compactador.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitan la utilización del equipo habitual, se compactarán con los medios adecuados al caso para conseguir la densidad prevista.

No se autoriza el paso de vehículos y maquinaria hasta que la capa no se haya consolidado definitivamente. Los defectos que se deriven de este incumplimiento serán reparados por el contratista según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas en el apartado anterior serán corregidas por el constructor. Será necesario escarificar en una profundidad mínima de 15 cm., añadiendo o retirando el material necesario volviendo a compactar y alisar.

Unidad y criterios de medición

Espesor sin especificar:

Se medirá y abonará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de volumen medido según las especificaciones de la Documentación Técnica.

Capas de espesor definido:

Se medirá y abonará en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie medida según las especificaciones de la Documentación Técnica.

Condiciones generales:

El abono de los trabajos de preparación de la superficie de asiento corresponde a la unidad de obra de la capa subyacente.

No serán de abono las creces laterales, ni las necesarias para compensar la merma de espesores de capas subyacentes.

Normativa de obligado cumplimiento

PG 3/75 Orden de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.

#### 4.51.2. PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Definición

Pavimentos de hormigón vibrado o de hormigón ligero de arcilla expandida, acabados enlucidos añadiendo cemento portland o polvo de cuarzo o con la ejecución de una textura superficial.

Se han considerado las siguientes colocaciones del hormigón:

Con extendedora de hormigón

Con regla vibratoria

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Estudio y obtención de la fórmula de trabajo, en pavimentos para carreteras. En la colocación con extendedora:

Preparación y comprobación de la superficie de asiento

Colocación de elementos de guiado de las máquinas

Colocación del hormigón

Realización de la textura superficial

Protección y curado del hormigón En la colocación con regla vibratoria:

Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento

Colocación de los encofrados laterales, en su caso

Colocación del hormigón



Realización de la textura superficial

Protección del hormigón y curado

Condiciones generales

La superficie del pavimento presentará una textura uniforme y no tendrá segregaciones. El hormigón colocado no tendrá disgregaciones o coqueas en la masa.

Las losas no presentarán grietas.

Tendrá las juntas de retracción y dilatación especificadas en la Documentación Técnica o, en su defecto, las indicadas por la Dirección Facultativa.

Los cantos de las losas y los labios de las juntas que presenten astilladuras se repararán con resina epoxi, según las instrucciones de la Dirección Facultativa.

La anchura del pavimento no será inferior en ningún caso a la prevista en la Documentación Técnica. El espesor del pavimento no será inferior en ningún punto al previsto en la Documentación Técnica.

La capa tendrá la pendiente especificada en la Documentación Técnica, o en su defecto la que especifique la Dirección Facultativa.

Profundidad de la textura superficial determinada por el círculo de arena (NLT-335): 0,60 – 0,90 mm.

Pavimento con hormigón estructural o ligero:

Resistencia característica a compresión estimada (Fest) a los 28 días:  $\geq 0,9 \times F_{ck}$

Tolerancias de ejecución:

- Nivel:  $\pm 10$  mm

- Planeidad:  $\pm 5$  mm/3 m

Las tolerancias de ejecución cumplirán lo especificado en el artículo 5.9 del anejo 10 de la norma EHE.

Condiciones del proceso de ejecución

La puesta en obra del hormigón se suspenderá cuando se prevea que durante las 48 horas siguientes, la temperatura ambiente pueda ser inferior a 0°C. Si en algún caso es imprescindible hormigonar en estas condiciones, se tomarán las medidas necesarias para garantizar que en el proceso de fraguado del hormigón, no se producirán deterioros en los elementos ni pérdidas de resistencia.

La capa no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que debe asentarse tiene las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas. Si en esta superficie hay defectos o irregularidades que excedan de las tolerables, se corregirán antes de la ejecución de la partida de obra.

En tiempo caluroso, o con viento y humedad relativa baja, se extremarán las precauciones para evitar desecaciones superficiales y fisuraciones, según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Cuando la temperatura ambiente sea superior a los 25°C, se controlará constantemente la temperatura del hormigón, que no superará en ningún momento los 30°C.

Se realizará un tramo de prueba  $\geq 200$  m con la misma dosificación, equipo, velocidad de hormigonado y espesor que después se utilizará en la obra.

No se procederá a la construcción de la capa sin que en un tramo de prueba haya estado aprobado por la Dirección Facultativa.

Se interrumpirá el hormigonado cuando llueva con una intensidad que pueda provocar la deformación del canto de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

Entre la fabricación del hormigón y su acabado no puede pasar más de 1 h. La Dirección Facultativa podrá ampliar este plazo hasta un máximo de 2 horas si se utilizan cementos con un principio de fraguado  $\geq 2,30$  horas, si se toman medidas para retrasar el fraguado del hormigón o si las condiciones ambientales son muy favorables.

El hormigón se pondrá en obra antes de iniciar el fraguado. Su temperatura será  $\geq 5^\circ\text{C}$ .



Delante de la maestra enrasadora se mantendrá en todo momento y en toda el ancho de la pavimentadora un exceso de hormigón fresco en forma de cordón de altura  $\leq 10$  cm.

El vertido y extendido se realizarán procurando evitar segregaciones y contaminaciones.

Se dispondrán los medios necesarios para facilitar la circulación del personal y evitar daños al hormigón fresco. Los cortes de hormigonado tendrán todos los accesos señalizados y acondicionados para proteger la capa construida.

En las juntas longitudinales se aplicará un producto antiadherente en el canto de la franja ya construida. Se cuidará que el hormigón que se coloque a lo largo de esta junta sea homogéneo y quede compactado.

Se dispondrán juntas transversales de hormigonado al final de la jornada, o cuando se haya producido una interrupción del hormigonado que haga temer un principio de fraguado en el frente de avance.

Siempre que sea posible se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación, modificando si es necesario la situación de aquellas, según las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Si no se puede hacer de esta forma, se dispondrán a una distancia de la junta más cercana  $\geq 1,5$  m.

Se retocarán manualmente las imperfecciones de los labios de las juntas transversales de contracción ejecutadas en el hormigón fresco.

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado.

Donde sea necesario aportar material para corregir una zona baja, se utilizará hormigón no extendido.

En el caso que se hormigones en dos capas, se extenderá la segunda antes que la primera empiece su fraguado. Entre la puesta en la obra de las dos capas no pasará más de 1 hora.

En el caso que se pare la puesta en obra del hormigón más de 1/2 hora, se cubrirá el frente de forma que no se evapore el agua.

El aditivo para el acabado del pavimento, en su caso, se esparcirá uniformemente sobre el hormigón fresco en una cantidad de 2/3 del total y se pasará la máquina alisadora. Seguidamente se extenderá el resto de aditivo y se alisará mecánicamente.

Cuando el hormigón esté fresco, se redondearán los cantos de la capa con una llana curva de 12 mm de radio.

En el caso que no haya una iluminación suficiente a criterio de la Dirección Facultativa, se parará el hormigonado de la capa con una antelación suficiente para que se pueda acabar con luz natural.

La Dirección Facultativa podrá autorizar la sustitución de las texturas por estriado o ranurado, por una denudación química de la superficie del hormigón fresco.

El hormigón se curará con un producto filmógeno, excepto en el caso que la Dirección Facultativa autorice otro sistema, el riego de curado, en su caso, cumplirá las especificaciones del Pliego de condiciones correspondiente.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre la capa durante los 3 días siguientes al hormigonado, a excepción del imprescindible para la ejecución de juntas y la comprobación de la regularidad superficial.

El tráfico de obra no circulará antes de que el hormigón haya alcanzado el 80% de la resistencia exigida a los 28 días.

La apertura a la circulación ordinaria no se hará antes de 7 días del acabado del pavimento.

Pavimento para carreteras

En caso de que la calzada tenga dos o más carriles en el mismo sentido de circulación, se hormigonarán como mínimo dos carriles al mismo tiempo.

Después de dar la textura al pavimento, se numerarán las losas exteriores de la calzada con tres dígitos, aplicando una plantilla al hormigón fresco.



Extendido con extendedora

El camino de rodadura de las máquinas se mantendrá limpio con los dispositivos adecuados acoplados a las mismas.

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos acabados, y dejarán de funcionar en el instante en que éstas se paren.

La longitud de la maestra enrasadora de la pavimentadora será suficiente para que no se aprecien ondulaciones en la superficie del hormigón.

La distancia entre las piquetas que sustentan el cable guía de la extendedora no será superior a 10 m.

Esta distancia se reducirá a 5 m en las curvas de radio inferior a 500 m y en los acuerdos verticales de parámetro inferior a 2000 m.

Se tensará el cable de guía de forma que la flecha entre dos piquetas consecutivas sea  $\leq$  1 mm.

Se protegerá la zona de las juntas de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, chapas metálicas u otros materiales en el caso de que se hormigone una franja junto a otra existente y se utilice ésta como guía de las máquinas.

En caso de que la maquinaria utilice como elemento de rodadura un bordillo o una franja de pavimento de hormigón previamente construido, tendrán que haber alcanzado una edad mínima de 3 días.

El vertido y el extendido del hormigón se harán de forma suficientemente uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora. Esta precaución se extremará en el caso de hormigonado en rampa.

La superficie del pavimento no se retocará, excepto en zonas aisladas, comprobadas con una regla no inferior a 4 m.

Extendido con regle vibratorio

La cantidad de encofrado disponible será suficiente para que, en un plazo mínimo de desencofrado del hormigón de 16 horas, se tenga en todo momento colocada y a punto una longitud de encofrado no inferior a la correspondiente a 3 horas de hormigonado.

Unidad y criterios de medición

Se medirá y abonará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de volumen realmente ejecutado, medido de acuerdo con las secciones tipo señaladas en la Documentación Técnica.

Estos criterios incluyen el acabado específico de los encuentros con los bordes, sin que comporte el uso de materiales diferentes a aquellos que normalmente conforman la unidad.

No se incluyen en estos criterios las reparaciones de irregularidades superiores a las tolerables. No es de abono en esta unidad de obra el riego de curado.

No son de abono en esta unidad de obra las juntas de retracción ni las de dilatación.

No se incluye dentro de esta unidad de obra el abono de los trabajos de preparación de la superficie existente.

Extendido con regle vibratorio

Se incluye el montaje y desmontaje del encofrado lateral, en caso en que sea necesario.

Normativa de obligado cumplimiento

EHE Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

PG 3/75 Orden de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.

PG 3/75 MOD 7 Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos.

Pavimento para carreteras:



- 6.1-IC 2003 Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por lo que se aprueba la norma 6.1- IC Secciones del firme, de la Instrucción Técnica de Carreteras.

#### 4.52. BORDILLOS

##### Definición

Formación de bordillo de piedra o de piezas de hormigón. Se han considerado los siguientes tipos de colocación:

Sobre base de hormigón

Sobre explanada compactada

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

a) Colocación sobre base de hormigón:

- Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento
- Colocación del hormigón de la base
- Colocación de las piezas del bordillo rejuntadas con mortero

b) Colocación sobre explanada compactada:

- Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento
- Colocación de las piezas del bordillo rejuntadas con mortero

Condiciones generales

El bordillo colocado tendrá un aspecto uniforme, limpio, sin desportilladuras ni otros defectos. Se ajustará a las alineaciones previstas y sobresaldrá de 10 a 15 cm por encima de la rígola.

Las juntas entre las piezas serán < 1 cm y quedarán rejuntadas con mortero. La Pendiente transversal será <2%

Tolerancias de ejecución:

Replanteo:  $\pm 10$  mm (no acumulativos)

Nivel:  $\pm 10$  mm

Planeidad:  $\pm 4$  mm/2 m (no acumulativos)

a) Colocación sobre base de hormigón:

- Quedará asentado 5 cm sobre un lecho de hormigón.

b) Colocación sobre explanada compactada:

- Quedará sobre una explanada compactada.

Condiciones del proceso de ejecución

Condiciones generales:

Se trabajará a una temperatura ambiente que oscile entre los 5°C y los 40°C y sin lluvias. El soporte tendrá una compactación  $\geq 90\%$  del ensayo PM y la rasante prevista.

Colocación sobre base de hormigón:

El vertido del hormigón se hará sin que se produzcan disgregaciones y se vibrará hasta conseguir una masa compacta.

Para realizar juntas de hormigonado no previstas en el proyecto, es necesaria la autorización y las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Las piezas se colocarán antes de que el hormigón empiece su fraguado.

Durante el fraguado, y hasta conseguir el 70% de la resistencia prevista, se mantendrán húmedas las superficies del hormigón. Este proceso será, como mínimo, de 3 días.

Unidad y criterios de medición

Se abonará por metro de longitud medido según las especificaciones de la Documentación Técnica.

Normativa de obligado cumplimiento



PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Con las modificaciones aprobadas por las Ordenes del MOPTMA: O.M. del 31.7.86 (BOE nº 213 del 5.9), O.M. del 21.1.88 (BOE nº 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE nº 118 del 18.5) y O.M. del 28.9.89 (BOE nº 242 del 9.10).

#### 4.52.1. LIGANTES BITUMINOSOS

Definición:

Riegos con ligante de emulsión bituminosa o betún asfáltico. Se han considerado los siguientes riegos:

Riego de imprimación

Riego de adherencia

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones: En el riego de imprimación o de penetración:

Preparación de la superficie existente

Aplicación del ligante bituminoso

Eventual extensión de un granulado de cobertura En el riego de adherencia:

Preparación de la superficie existente

Aplicación del ligante bituminoso

Condiciones generales:

El riego tendrá una distribución uniforme y no puede quedar ningún tramo de la superficie tratada sin ligante. Su aplicación estará coordinada con el extendido de la capa superior.

Se evitará la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales.

Cuando el riego se haga por franjas, es necesario que el tendido del ligante esté superpuesto en la unión de dos franjas.

En los riegos de imprimación o de penetración, cuando la Dirección Facultativa lo considere oportuno se podrá dividir la dotación prevista para su aplicación en dos veces.

Condiciones del proceso de ejecución:

Condiciones Generales:

- La superficie a regar debe tener la densidad y las rasantes especificadas en la Documentación Técnica. Cumplirá las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente y no será reblandecida por un exceso de humedad.

- Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura sea inferior a 5°C o en caso de lluvia.

- La superficie a regar estará limpia y sin materia suelta.

- La temperatura de aplicación del ligante será la correspondiente a una viscosidad de 20 a 100 segundos Saybolt Furol.

- Se protegerán los elementos constructivos o accesorios del entorno, para que queden limpios una vez aplicado el riego.

- El equipo de aplicación irá sobre neumáticos y el dispositivo regador proporcionará uniformidad transversal.

- Donde no se pueda hacer de esta manera, se hará manualmente.

- Se prohibirá el tráfico hasta que haya acabado el curado o la rotura del ligante.

Riego de Adherencia:

- Si el riego debe extenderse sobre un pavimento bituminoso antiguo, se eliminarán los excesos de betún y se repararán los desperfectos que puedan impedir una perfecta unión entre las capas bituminosas.

- En una segunda aplicación se puede rectificar añadiendo ligante donde falte o absorbiendo el exceso extendiendo una dotación de arena capaz de absorber el ligante.

- El árido será arena natural procedente del machaqueo y mezcla de áridos. Pasará, en su totalidad, por el tamiz 5 mm (UNE 7-050).



Riego de Imprimación o de Penetración:

- Se humedecerá la superficie antes de la aplicación del riego.
- Se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito, preferentemente, durante las 24 h siguientes a la aplicación del ligante.
- Si durante éste período circula tráfico, se extenderá un árido de cobertura y los vehículos circularán a velocidad < 30 km/h.
- La dosificación del árido de cobertura será de 4 l/m<sup>2</sup> y tendrá un diámetro máximo de 4,76 mm.

Unidad y criterios de medición:

Criterio General:

Se abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie medida según las especificaciones de la Documentación Técnica. No son de abono los excesos laterales.

Riego de Imprimación o de Penetración:

Queda incluido en esta unidad de obra el granulado de cobertura para dar cobertura al tráfico.

Normativa de obligado cumplimiento:

PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Con las modificaciones aprobadas por las Órdenes del MOPTMA: O.M. del 31.7.86 (BOE nº 213 del 5.9),

O.M. del 21.1.88 (BOE nº 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE nº 118 del 18.5) y O.M. del 28.9.89 (BOE nº 242 del 9.10).

Orden Circular 294/87T del MOPU (D.G.C.) de 23.12.87 sobre riegos con ligantes hidrocarbonados.

#### 4.52.2. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Definición

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

A efectos de aplicación de este artículo, se define como mezcla bituminosa en caliente de alto módulo para su empleo en capa de base bituminosa en espesor entre siete y trece centímetros (7 a 13 cm), aquella que, además de todo lo anterior, el valor de su módulo dinámico a veinte grados Celsius (20°C), según la NLT- 349, sea superior a once mil megapascales (11.000 MPa).

Las mezclas bituminosas en caliente de alto módulo deberán además cumplir, excepto en el caso que se mencionen expresamente otras, las especificaciones que se establecen en este artículo para las mezclas semidensas definidas en las tablas 3 y 8.

La ejecución de cualquier tipo de mezcla bituminosa en caliente de las definidas anteriormente incluye las siguientes operaciones:

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.

Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo.

Transporte de la mezcla al lugar de empleo.

Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.

Extensión y compactación de la mezcla.

Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en



particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará en todo caso, además a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

1. Ligante hidrocarbonado

El Proyecto, el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, fijarán el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, que será seleccionado, en función de la capa a que se destine la mezcla bituminosa en caliente, de la zona térmica estival en que se encuentre y de la

categoría de tráfico pesado, definidas en la Norma 6.1 IC de secciones de firme o en la Norma 6.3 IC de rehabilitación de firmes, entre los que se indican en la tabla 1 y, salvo justificación en contrario, deberá cumplir las especificaciones de los correspondientes artículos de este Pliego. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear (Artículos 211 y 215 del PG-3):

- En capa de rodadura

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2	T3 y arcenes	T4
CÁLIDA	B40/50	B40/50	B40/50	B60/70		
	BM-2	B60/70	B40/50			
	BM-3c	BM-2	B60/70			
		BM-3b	BM-3b			
MEDIA	B40/50	B60/70	BM-3b			B60/70
	B60/70					B80/100
	BM-3b					
	BM-3c					

TEMPLADA	B40/50	B60/70	B60/70	B80/100
	B60/70		B80/100	
	BM-3b	BM-3b		
	BM-3c			

En capa base, bajo otras dos

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2
CÁLIDA	B40/50	B40/50	B60/70	B60/70
MEDIA	B60/70			B60/70
		BM-2		B80/100
TEMPLADA	B40/50			
	B60/70		B80/100	
	B80/100			

Para mezclas bituminosas en caliente de alto módulo el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear será el BM-1 para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 y el B13/22 para las categorías de tráfico pesado T1 y T2.

Los betunes de penetración indicados en la tabla anterior, cuyas especificaciones se recogen en el artículo

211 del PG-3, podrán ser sustituidos por betunes de penetración que cumplan con los tipos, las especificaciones y las condiciones nacionales especiales de la norma europea UNE-EN 12591:2000, según se indica:

B40/50 por B35/50

B60/70 por B50/70

B80/100 por B70/100



Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0, en las mezclas bituminosas a emplear en capas de rodadura o rehabilitaciones superficiales se utilizarán exclusivamente betunes asfálticos modificados con polímeros.

Para mezclas bituminosas drenantes, además de los betunes modificados indicados en la tabla 1.A, se podrá emplear el tipo BM-3a, para las categorías de tráfico pesado T00 a T1.

En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 211 ó 215 del PG-3, el Director de las Obras establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el método de dispersión de la adición deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

En el caso de incorporación de productos (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología de la mezcla, el Director de las Obras determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que se garantice un comportamiento en mezcla semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en el artículo 215 del PG-3.

Según lo dispuesto en el apartado 2.3.f) del Plan Nacional de neumáticos fuera de uso, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 5 de octubre de 2001, en las obras en las que la utilización del producto resultante de la trituración de los neumáticos usados sea técnica y económicamente viable se dará prioridad a estos materiales.

## 2. Áridos

### Características generales

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas en caliente podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

En cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de junio de 2001 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, podrán emplearse como áridos, el material procedente del reciclado de mezclas bituminosas en caliente en proporciones inferiores al diez por ciento (10%) de la masa total de mezcla.

El Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese. Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:1999, deberá ser inferior a diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000, deberá ser superior a cuarenta (40).

Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

El Director de las Obras deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales, artificiales o procedentes del reciclado de mezclas bituminosas, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades se empleará la NLT-326.

El árido procedente del reciclado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosa. En ningún caso se admitirán áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas que presenten deformaciones plásticas (roderas). Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la UNE-EN 12697-2:2003, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El tamaño máximo de las partículas vendrá fijado por el Proyecto, debiendo pasar la totalidad por el tamiz 40 mm de la UNE-EN 933-2:1996. El árido obtenido del reciclado de mezclas bituminosas, cumplirá las especificaciones de los siguientes apartados b), c) ó d), en función de su granulometría obtenida según la UNE-EN 12697-2:2003.



### Árido grueso

#### Definición del árido grueso:

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

#### Angulosidad del árido grueso (Partículas trituradas)

La proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999, deberá cumplir lo fijado en la tabla siguiente:

#### Proporción de partículas trituradas del árido grueso (% en masa)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	100	100	100	≥90	≥75
INTERMEDIA			≥90		≥75 (*)
BASE	100	≥90	≥75		

(\*) En vías de servicio

#### Forma del árido grueso (índice de lajas)

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá cumplir lo fijado en la tabla siguiente:

#### Índice de lajas del árido grueso

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
DENSA, SEMIDENSA Y GRUESA	≤20	≤25	≤30	≤35	
DRENANTE			≤25		

*Resistencia a la fragmentación del árido grueso (Coeficiente de Los Ángeles)*

El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:1999, deberá cumplir lo fijado en la tabla anexa:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO
-----------------------------

TIPO DE CARA	T00 y T0	T1 y T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA DRENANTE	≤15	≤20	≤25	
RODADURA CONVENCIONAL	≤20			≤25
INTERMEDIA	≤25	≤25		≤25 (*)
BASE		≤30	≤30	

*Resistencia al pulimento del árido grueso para capas de rodadura (Coeficiente de pulimento acelerado)*

Resistencia al pulimento del árido grueso para capas de rodadura (Coeficiente de pulimento acelerado)

El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según la UNE-EN 13043:2003, deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla:

#### Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
T00	T0 y T1	T2	T3, T4 y arcenes
≥0,55	≥0,50	≥0,45	≥0,40

*Limpieza del árido grueso (contenido de impurezas)*

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, margas u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El contenido de impurezas, según la UNE-EN 13043:2003, del árido grueso deberá ser inferior al cinco por mil (0,5%) en masa; en caso contrario, el Director de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos por él aprobados y una nueva comprobación.

### Árido fino

#### Definición del árido fino

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996.



#### Procedencia del árido fino

El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

La proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla siguiente:

Proporción de árido fino no triturado (\*) a emplear en la mezcla

(% en masa del total de áridos, incluido el polvo mineral)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00, T0 y T1	T2 (**)	T3, T4 y arcenes
0	10	20

(\*) El porcentaje de árido fino no triturado no deberá superar el del árido fino triturado.

(\*\*) Excepto en capas de rodadura, cuyo valor será cero.

#### Limpieza del árido fino

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas.

#### Resistencia a la fragmentación del árido fino

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado sobre el coeficiente de Los Ángeles.

Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles inferior a veinticinco (25) para capas de rodadura e intermedias y a treinta (30) para capas de base.

#### Polvo mineral

#### Definición del polvo mineral

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933- 2:1996.

#### Procedencia del polvo mineral

El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado.

La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla siguiente:

Proporción de polvo mineral de aportación (% en masa del resto del polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	100		≥50	-	
INTERMEDIA	100		≥50	-	
BASE	100	≥50		-	

El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador en ningún caso podrá rebasar el dos por ciento (2%) de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá el Director de las Obras rebajar la proporción mínima de éste.

#### Finura y actividad del polvo mineral

La densidad aparente del polvo mineral, según la NLT-176, deberá estar comprendida entre cinco y ocho decigramos por centímetro cúbico (0,5 a 0,8 g/cm<sup>3</sup>).

#### Aditivos

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las



mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

Husos granulométricos. cernido acumulado (% en masa)

TIPO DE MEZCLA		ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)										
		40	25	20	12,5	8	4	2	0,500	0,250	0,125	0,063
<b>DENSA</b>	<b>D12</b>	-	-	100	80-95	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	6-12	4-8
	<b>D20</b>	-	100	80-95	65-80	55-70						
	<b>S12</b>	-	-	100	80-95	60-75						
<b>SEMIDENSA</b>	<b>S20</b>	-	100	80-95	64-79	50-66	35-50	24-38	11-21	7-15	5-10	3-7
	<b>S25</b>	100	80-95	73-88	59-74	48-63						
	<b>G20</b>	-	100	75-95	55-75	40-60	25-42	18-32	7-18	4-12	3-8	2-5
<b>GRUESA</b>	<b>G25</b>	100	75-95	65-85	47-67	35-54						
<b>DRENANTE</b>	<b>PA12</b>	-	-	100	70-100	38-62	13-27	9-20	5-12	-	-	3-6

Para la formulación de mezclas bituminosas en caliente de alto módulo (MAM) se empleará el huso S20 con las siguientes modificaciones, respecto a dicho huso granulométrico: tamiz 0,250: 8-15; tamiz 0,125: 7-12 y tamiz 0,063: 6-9. La designación del tipo de mezcla se hace en función del tamaño máximo nominal del árido, que se define como la abertura del primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa.

El tipo de mezcla bituminosa en caliente a emplear en función del tipo y del espesor de la capa del firme, se definirá en los Planos del Proyecto, según la siguiente tabla:

Tipo de mezcla a utilizar en función del tipo y espesor de la capa

TIPO DE CAPA	ESPESOR (cm)	TIPO DE MEZCLA
<b>RODADURA</b>	4-5	D-12, S-12, PA-20
	>5	D-20, S-20
<b>INTERMEDIA</b>	5-10	D-20, S-20, S-25
<b>BASE</b>	7-15	S-25, G-20, G-25, MAM (**)
<b>ARCENES (*)</b>	4-6	D-12

(\*) En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

(\*\*) Espesor máximo de trece centímetros (13 cm).

La dotación mínima de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente que, deberá cumplir lo

indicado en la tabla siguiente, según el tipo de mezcla o de capa.

Dotación mínima (\*) de ligante hidrocarbonado (% en masa sobre el total del árido seco, incluido el polvo mineral)

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
<b>RODADURA</b>	DRENANTE	4,5
	DENSA Y SEMIDENSA	4,75
<b>INTERMEDIA</b>	DENSA Y SEMIDENSA	4,0
<b>BASE</b>	SEMIDENSA Y GRUESA	3,5
	ALTO MÓDULO	5,2

(\*) Incluidas las tolerancias especificadas en el apartado 542.9.3.1. Se tendrán en cuenta las correcciones por peso específico y absorción de los áridos, si son necesarias.

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

Relación recomendable de polvo mineral-ligante en mezclas bituminosas tipo densas, semidensas y gruesas para las categorías de tráfico pesado t00 a t2

Salvo justificación en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado de las mezclas densas, semidensas y gruesas, en



función de la categoría de tráfico pesado y de la zona térmica estival se fijará de acuerdo con las indicadas en la siguiente tabla:

Relación recomendable de polvo mineral-ligante en mezclas bituminosas tipo densas, semidensas y gruesas para las categorías de tráfico pesado t00 a t2

En las mezclas bituminosas en caliente de alto módulo la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado, salvo justificación en contrario, estará comprendida entre uno coma tres y uno coma cinco (1,3 - 1,5).

#### Tipo y composición de la mezcla

La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla anterior de los husos granulométricos. El análisis granulométrico se hará según la UNE- EN 933-1:1998.

#### Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

#### Central de fabricación

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de centrales de mezcla continua o discontinua, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante hidrocarbonado deberá poder permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de forma que se garantice que no se producen sobrecalentamientos localizados y que no se sobrepasan las temperaturas máximas admisibles de dicho producto. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc. deberán estar provistas de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros,

especialmente en la boca de salida al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dosificador.

Las tolvas para áridos en frío deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y cuya separación sea efectiva para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso no será inferior a cuatro (4). Estas tolvas deberán asimismo estar provistas de dispositivos ajustables de dosificación a su salida, que puedan ser mantenidos en cualquier ajuste.

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación deberá ser ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos; y deberá tener en cuenta la humedad de éstos, para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de central para la fabricación de mezclas para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 también será preceptivo disponer de sistemas ponderales de dosificación en frío.

La central deberá estar provista de un secador que permita calentar los áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal, que su dosificación se atenga a la fórmula de trabajo. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera y el vertido de lodos a cauces, de acuerdo con la legislación ambiental y de seguridad y salud vigente.

La central deberá tener sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales deberán ser independientes de los correspondientes al resto de los áridos, y estar protegidos de la humedad.

Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador deberán estar provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente -de capacidad acorde con su producción- en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlos. Estos silos deberán tener paredes resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones, con un rebosadero para evitar que un exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de dosificación. Un dispositivo de alarma, claramente perceptible



por el operador, deberá avisarle cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado. Cada silo permitirá tomar muestras de su contenido, y su compuerta de descarga deberá ser estanca y de accionamiento rápido. La central deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los áridos, con sensores a la salida del secador y, en su caso, en cada silo de áridos en caliente.

Las centrales de mezcla discontinua deberán estar provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderales independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya precisión sea superior al medio por ciento ( $\pm 0,5\%$ ), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya precisión sea superior al tres por mil ( $\pm 0,3\%$ ).

El ligante hidrocarbonado se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante hidrocarbonado deberá poder calibrarse a la temperatura y presión de trabajo; en centrales de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los áridos y la del polvo mineral. En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, se garantizará la difusión homogénea del ligante hidrocarbonado y que ésta se realice de forma que no exista riesgo de contacto con la llama, ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente, a juicio del Director de las Obras.

Si la central estuviera dotada de tolvas de almacenamiento de las mezclas fabricadas, sus capacidades deberán garantizar el flujo normal de los elementos de transporte, así como que en las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes a la fabricación el material acopiado no ha perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

Cuando se vayan a emplear áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas, la central de fabricación deberá disponer de los elementos necesarios para que se cumplan los requisitos y especificaciones recogidas en el posterior apartado "Ejecución de las obras. Fabricación de la mezcla".

Elementos de transporte

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto.

Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa en caliente durante su transporte.

#### Extendedoras

Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción deseada y un mínimo de precompactación, que será por el Director de las Obras. La capacidad de la tolva, así como la potencia, serán adecuadas para el tipo de trabajo que deban desarrollar.

La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación, y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste, u otras causas.

La anchura mínima y máxima de extensión se definirá en los Planos o en el Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras. Si a la extendedora se acoplaran piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

#### Equipo de compactación

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixtos, y un (1) compactador de neumáticos; para mezclas bituminosas drenantes este último se sustituirá por un (1) compactador de rodillos metálicos tándem, no vibratorio.



Todos los tipos de compactadores deberán ser autopulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de llantas metálicas no presentarán surcos ni irregularidades en ellas. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración, al invertir el sentido de su marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán aprobadas por el Director de las Obras, y serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar y siempre deberán ser autorizados por el Director de las Obras.

#### Ejecución de las obras

#### Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- La identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.

- La granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices 40 mm ; 25 mm; 20 mm; 12,5 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 0,500 mm ; 0,250 mm; 0,125 mm y 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

- Tipo y características del ligante hidrocarbonado.

- La dosificación de ligante hidrocarbonado y, en su caso, la de polvo mineral de aportación, referida a la masa del total de áridos (incluido dicho polvo mineral), y la de aditivos, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.

- En su caso, el tipo y dotación de las adiciones, referida a la masa total del árido combinado.

- La densidad mínima a alcanzar.

También se señalarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.

- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15°C).

- La temperatura de mezclado con betunes asfálticos se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad del betún de ciento cincuenta a trescientos centistokes (150-300 cSt). Además en el caso de betunes modificados con polímeros en la temperatura de mezclado se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante, de acuerdo a lo indicado en el artículo 215 del PG-3.

- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte.

- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación.

La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no será superior a ciento ochenta grados Celsius (180°C), salvo en centrales de tambor secador-mezclador, en las que no excederá de los ciento sesenta y cinco grados Celsius (165°C). Para mezclas bituminosas de alto módulo dicha temperatura máxima podrá aumentarse en diez grados Celsius (10°C). Para las mezclas drenantes dicha temperatura máxima deberá disminuirse en diez grados Celsius (10°C), para evitar posibles escurrimientos del ligante. En todos los casos, la



temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador será aprobada por el Director de las Obras de forma que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior al mínimo fijado.

El Director de las Obras, fijará la dosificación de ligante hidrocarbonado teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios siguientes:

En mezclas densas, semidensas, gruesas y de alto módulo:

- El análisis de huecos y la resistencia a la deformación plástica empleando el método Marshall, según la NLT-159, y para capas de rodadura o intermedia mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la NLT-173.

- Se aplicarán los criterios indicados en las tablas siguientes 12 y 13, y para mezclas de alto módulo, además, el valor del módulo dinámico a veinte grados Celsius (20 °C), según la norma NLT-349, no será inferior a once mil megapascales (11 000 MPa).

Criterios de dosificación empleando el aparato Marshall (75 golpes por cara)

CARACTERÍSTICA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00 y T0	T1 y T2	T3 y arcenes	T4
<b>ESTABILIDAD (Kn)</b>	>15	>12,5	>10	8-12
<b>DEFORMACIÓN (mm)</b>	2-3	2-3,5		2,5-3,5
<b>HUECOS EN MEZCLA (%)</b>	Capa de rodadura	4-6	3-5	
	Capa Intermedia	4-6	5-8	4-8 (**)
	Capa de base	5-8 (*)	6-9 (*)	5-9
<b>HUECOS EN ÁRIDOS (%)</b>	Mezclas -12	≥15		
	Mezclas -20 y -25	≥14		

(\*) En las mezclas bituminosas de alto módulo: 4-6.(\*\*) En vías de servicio.

□ Máxima velocidad de deformación (mm/min) en el intervalo de 105 a 120 minutos (nlt-173) (\*)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T3 y arcenes	T4
<b>CÁLIDA</b>	12	15	20	-	
<b>MEDIA</b>	15		20	-	
<b>TEMPLADA</b>	15	20	-		

(\*) En mezclas bituminosas de alto módulo para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 la máxima velocidad de deformación será de 12 en zona térmica estival cálida y media y de 15 en el resto de los casos.

Para todo tipo de mezcla, en el caso de categorías de tráfico pesado T00, T0 y T1, se comprobará asimismo la sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el apartado de "Fabricación" del "Control de ejecución".

En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, en mezclas densas, semidensas, gruesas y de alto módulo, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, según la NLT-162, no rebasará el veinticinco por ciento (25%); y, en mezclas drenantes, la pérdida por abrasión en el ensayo cántabro, según la NLT-352, tras ser sometidas a un proceso de inmersión en agua durante veinticuatro horas (24 h) a sesenta grados Celsius (60°C) no rebasará el treinta y cinco por ciento (35%) para las categorías de tráfico pesado T00 a T1, y el cuarenta por ciento (40%) para las categorías de tráfico pesado T2 y T3.

Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activadores o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Director de las Obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

En todo caso, la dotación mínima de ligante hidrocarbonado no será inferior a lo indicado en la tabla 10.

Para capas de rodadura, la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa en caliente deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el posterior apartado al respecto.



Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá corregir la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este artículo.

#### Preparación de la superficie existente

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa en caliente. El Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar zonas dañadas.

Si la superficie estuviese constituida por un pavimento hidrocarbonado, deberá cumplir lo indicado en las posteriores tablas 14 ó 15; si dicho pavimento fuera heterogéneo se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las Obras.

Se comprobará especialmente que transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

#### Aprovisionamiento de áridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Para mezclas tipo 12 el número mínimo de fracciones será de tres (3). Para el resto de las mezclas el número mínimo de fracciones será de cuatro (4). El Director de las Obras podrá exigir

un mayor número de fracciones, si lo estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría de la mezcla en el apartado "Fabricación" del "Control de ejecución".

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás, para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores, a no ser que se pavimenten. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un árido.

El Director de las Obras, fijará el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no será inferior al correspondiente a un mes de trabajo con la producción prevista.

#### Fabricación de la mezcla

La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por cien (50 - 100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. Para mezclas densas y semidensas la alimentación del árido fino, aun cuando éste fuera de un único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.

Los dosificadores de áridos en frío se regularán de forma que se obtenga la granulometría de la fórmula de trabajo; su caudal se ajustará a la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador.

El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, lo que vendrá indicado por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea; la extracción por los colectores



deberá regularse de forma que la cantidad y la granulometría del polvo mineral recuperado sean ambas uniformes.

En centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, los áridos calentados y, en su caso, clasificados, se pesarán y se transportarán al mezclador. Si la alimentación de éste fuera discontinua, después de haber introducido los áridos y el polvo mineral se agregará automáticamente el ligante hidrocarbonado para cada amasada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo.

Si se utilizasen áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas, en centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, si la alimentación de éste fuera discontinua, después de haber introducido los áridos, se pesarán e introducirán los áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas junto al polvo mineral, y después de un tiempo de disgregación, calentado y mezcla, se agregará el ligante hidrocarbonado, y en su caso los aditivos, para cada amasado, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo. Si la alimentación fuese continua, los áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas se incorporarán al resto de los áridos en la zona de pesaje en caliente a la salida del secador.

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador se aportarán los áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas tras la llama de forma que no exista riesgo de contacto con ella.

En los mezcladores de las centrales que no sean de tambor secador-mezclador, se limitará el volumen del material, en general hasta dos tercios (2/3) de la altura máxima que alcancen las paletas, de forma que para los tiempos de mezclado establecidos en la fórmula de trabajo se alcance una envuelta completa y uniforme.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

#### Transporte de la mezcla

La mezcla bituminosa en caliente se transportará de la central de fabricación a la extendidora, en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendidora, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

#### Extensión de la mezcla

A menos que el Director de las Obras ordene otra cosa, la extensión comenzará por el borde inferior, y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendidora y la producción de la central.

En obras sin mantenimiento de la circulación, para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>), se realizará la extensión de cualquier capa bituminosa a ancho completo, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendidoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactada; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

En capas de rodadura con mezclas bituminosas drenantes se evitarán siempre las juntas longitudinales. Únicamente para las categorías de tráfico pesado T2 y T3 o pavimentación de carreteras en las que no sea posible cortar el tráfico, dichas juntas deberán coincidir en una limatesa del pavimento.

La extendidora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se



ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el apartado “Rasante, espesor y anchura” de las “Especificaciones de la unidad terminada”.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que aquella no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

Donde resulte imposible, a juicio del Director de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla bituminosa en caliente se podrá poner en obra por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender, y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el apartado “Rasante, espesor y anchura” de las “Especificaciones de la unidad terminada”.

#### Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba; se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada en el apartado “Densidad” de las “Especificaciones de la unidad terminada”.

La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se

efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### Juntas transversales y longitudinales

Siempre que sean inevitables, se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) las transversales, y quince centímetros (15 cm) las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Salvo en mezclas drenantes, se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el artículo 531 del PG3, dejando romper la emulsión suficientemente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales en capas de rodadura se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para los elementos de compactación.

#### Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación.

El tramo de prueba tendrá una longitud definida por la Dirección de las Obras. El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras definirá:

Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de



una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extensión, etc.).

Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos por la Dirección de las Obras, y otros métodos rápidos de control. En el caso de las mezclas drenantes se analizará, además, la correspondencia entre el contenido de huecos en mezcla y la permeabilidad de la capa según la NLT-327. No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

#### Especificaciones de la unidad terminada

##### Densidad

Obtenida la densidad de referencia, aplicando la compactación prevista en la NLT-159 a una mezcla bituminosa con granulometría y dosificación medias del lote definido en el apartado "Control de recepción de la unidad terminada", en mezclas bituminosas densas, semidensas y gruesas, la densidad no deberá ser inferior al siguiente porcentaje de la densidad de referencia:

- Capas de espesor igual o superior a seis centímetros ( $\geq 6$  cm): noventa y ocho por ciento (98%).

- Capas de espesor no superior a seis centímetros ( $< 6$  cm): noventa y siete por ciento (97%).

En mezclas drenantes, los huecos de la mezcla no podrán diferir en más de dos ( $\pm 2$ ) puntos porcentuales de los obtenidos aplicando, a la granulometría y dosificación medias del lote definido en el apartado "Control de recepción de la unidad terminada", la compactación prevista en la NLT-352.

#### Rasante, espesor y anchura

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura, ni de quince milímetros (15 mm) en las demás capas.

El espesor de una capa no deberá ser inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los Planos.

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de proyecto.

#### Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, deberá cumplir lo fijado en la tabla 14 ó la 15

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE CAPA			OTRAS CAPAS BITUMINOSAS
	RODADURA E INTERMEDIA			
	TIPO DE VÍA			
	CALZADAS DE AUTOVÍAS Y AUTOPISTAS	RESTO DE VÍAS		
50	<1,5	<1,5	<2,0	
80	<1,8	<2,0	<2,5	
100	<2,0	<2,5	<3,0	

Índice de regularidad internacional (iri) (dm/hm) para firmes rehabilitados estructuralmente

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA			
	CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)			
	>10	$\leq 10$	>10	$\leq 10$



50	<1,5	<1,5	<1,5	<2,0
80	<1,8	<2,0	<2,0	<2,5
100	<2,0	<2,5	<2,5	<3,0

#### Limitaciones de la ejecución

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente:

Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5°C), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5 cm), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius (8°C). Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.

Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Terminada su compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

Control de calidad

Control de procedencia de los materiales

Control de procedencia del ligante hidrocarbonado

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 211.4 del artículo 211 del Pliego PG-3 o 215.4 del artículo 215 del mismo, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

Control de procedencia de los áridos

Si con los áridos, a emplear en capas de rodadura o intermedia, se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo o documento acreditativo de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad del árido, según lo indicado en el apartado "Especificaciones técnicas y distintivos de calidad", los criterios descritos

a continuación para realizar el control de procedencia de los áridos no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras, según la UNE-EN 932-1:1997, y de cada fracción de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:1999.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE-EN 13043:2003.
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6:2001.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1:1998.
- El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:1999.

El Director de las Obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos con nuevas muestras, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según la UNE-EN 13043:2003.

El Director de las Obras comprobará, además:

- La retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos.
- La exclusión de vetas no utilizables.
- La adecuación de los sistemas de trituración y clasificación.

Control de procedencia del polvo mineral de aportación

Si con el polvo mineral, a emplear en las mezclas bituminosas en caliente, se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de este artículo o



documento acreditativo de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad del polvo mineral, según lo indicado en el apartado “Especificaciones técnicas y distintivos de calidad”, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del polvo mineral no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y con ellas se determinará la densidad aparente, según la NLT-176.

#### Control de calidad de los materiales

##### 1. Control de calidad de los ligantes hidrocarbonados

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 211.5 del artículo 211 del PG-3 ó el apartado 215.5 del artículo 215 del mismo, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

##### 2. Control de calidad de los áridos

Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán, aparte, aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, etc.

Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y los accesos. Con cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos dos (2) veces al día:

- Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE-EN 933-1:1998.

- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:1999.

Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

oÍndice de lascas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3:1997.

oProporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999.

oProporción de impurezas del árido grueso, según la UNE-EN 13043:2003. Al menos una (1) vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

oCoeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:1999.

oCoeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE-EN 13043:2003.

oDensidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6:2001.

##### 3. Control de calidad del polvo mineral de aportación

Sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos una (1) vez al día, o cuando cambie de procedencia:

- Densidad aparente, según la NLT-176.

Control de ejecución

- Fabricación

Se tomará diariamente un mínimo de dos (2) muestras, según la UNE-EN 932-1:1997, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la UNE-EN 933-1:1998.

- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:1999, del árido combinado.

En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.



Las tolerancias admisibles, en más o en menos, respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán las siguientes, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral):

- Tamices superiores al 2 mm de la UNE-EN 933-2:  $\pm 3\%$ .
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:  $\pm 2\%$ .
- Tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:  $\pm 1\%$ .

Se tomará diariamente al menos una (1) muestra de la mezcla de áridos en caliente, y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1:1997, que cumplirá las tolerancias indicadas en el párrafo anterior. Al menos semanalmente, se verificará la precisión de las básculas de dosificación, y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

Se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- A la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

a. Control del aspecto de la mezcla, y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquéllas cuya envuelta no sea homogénea; en centrales cuyo tambor no sea a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al uno por ciento (1%) en masa, del total. En estos casos de presencia de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.

- Al menos (2) veces al día (mañana y tarde), y al menos una (1) vez por lote:

- b. Dosificación de ligante, según la UNE-EN 12697-1:2001.
- c. Granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2:2003.

Se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del apartado "Control de recepción de la unidad terminada".

La tolerancia admisible, en más o en menos, respecto de la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del tres por mil  $\pm 0,3\%$  en masa, del total de áridos (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en el apartado "Aditivos" para el tipo de capa y de mezcla que se trate.

- Al menos una (1) vez al día, y al menos una (1) vez por lote:

d. En mezclas densas, semidensas y gruesas, análisis de huecos y resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT-159. En mezclas de alto módulo, además de lo anterior, determinación del módulo dinámico a veinte grados Celsius (20°C), según la norma NLT-349.

e. En mezclas drenantes, análisis de huecos (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT- 168, y la pérdida por desgaste, según la NLT-352.

- Cuando se cambien el suministro o la procedencia:

- En mezclas densas, semidensas, gruesas y de alto módulo, inmersión-compresión según la NLT-162.

Puesta en obra

Extensión

Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado "Limitaciones de la ejecución" de este artículo.

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendedora, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

Compactación

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- a) Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.



- b) El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- c) El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- d) La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- e) El número de pasadas de cada compactador.

En mezclas drenantes, se comprobará con la frecuencia que sea precisa la permeabilidad de la capa durante su compactación, según la NLT-327.

Al terminar la compactación, se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres

(3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

Se extraerán testigos en puntos situados de forma aleatoria, en número no inferior a cinco (5), y se determinarán su densidad y espesor, según la NLT-168.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado "Regularidad superficial". La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

En capas de rodadura, se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en la tabla 16:

- Medida de la macrotextura superficial, según la NLT-335, antes de la puesta en servicio de la capa, en cinco (5) puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro (1/hm).

- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la NLT-336, una vez transcurridos dos

(2) meses de la puesta en servicio de la capa.

Criterios de aceptación o rechazo

Densidad

En mezclas densas, semidensas y gruesas, la densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el apartado "Especificaciones de la unidad terminada"; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen de la prescrita en más de dos (2) puntos porcentuales.

En mezclas densas, semidensas y gruesas, si la densidad media obtenida es inferior a la especificada en el apartado "Especificaciones de la unidad terminada", se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media obtenida es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de referencia, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.

- Si la densidad media obtenida no es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de referencia, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

En mezclas drenantes, la media de los huecos de la mezcla no deberá diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de los valores prescritos en el apartado "Especificaciones de la unidad terminada"; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de los prescritos en más de tres (3) puntos porcentuales.



En mezclas drenantes, si la media de los huecos de la mezcla difiere de los valores especificados en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, se procederá de la siguiente manera:

- Si la media de los huecos de la mezcla difiere en más de cuatro (4) puntos porcentuales, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.

- Si la media de los huecos de la mezcla difiere en menos de cuatro (4) puntos porcentuales, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

#### Espesor

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un diez por ciento (10%).

Si el espesor medio obtenido en una capa fuera inferior al especificado en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, se procederá de la siguiente manera:

- Para capas de base:

Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera inferior al ochenta por ciento (80%) del especificado en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, se rechazará la capa debiendo el Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo.

Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera superior al ochenta por ciento (80%) del especificado en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, y no existieran problemas de encharcamiento, se compensará la merma de la capa con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.

- Para capas intermedias:

Si el espesor medio obtenido en una capa intermedia fuera inferior al noventa por ciento (90%) del especificado en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, se rechazará la capa debiendo el Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

Si el espesor medio obtenido en una capa intermedia fuera superior al noventa por ciento (90%) del especificado en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, y no existieran problemas de encharcamiento, se aceptará la capa con una penalización económica del diez por ciento (10%).

- Para capas de rodadura:

Si el espesor medio obtenido en una capa de rodadura fuera inferior al especificado en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, se rechazará la capa debiendo el Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o, en el caso de capas de rodadura de mezclas bituminosas convencionales, extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

- Regularidad superficial

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada”, se procederá de la siguiente manera:

- Para el resto de los casos:

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada” en más del diez por ciento (10%) de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se extenderá una nueva capa de mezcla bituminosa con el espesor que determine el Director de las Obras por cuenta del Contratista.

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado “Especificaciones de la unidad terminada” en menos del diez por



ciento (10%) de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado por cuenta del Contratista.

- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en la tabla 16. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco por ciento (25%) del mismo.

Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en la tabla 16, se procederá de la siguiente manera:

Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 16, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista. En el caso de capas de rodadura con mezclas drenantes se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta del Contratista.

Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 16, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en la tabla 16. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más de cinco unidades (5).

Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en la tabla 16, se procederá de la siguiente manera:

Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 16, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista. En el caso de capas de rodadura con

mezclas drenantes se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta del Contratista.

Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 16, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

Especificaciones técnicas y distintivos de calidad

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Si los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo podrá ser otorgado por las Administraciones Públicas competentes en materia de carreteras, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (según ámbito) o los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre.

Normas de obligado cumplimiento

NLT-159. Resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.

NLT-162. Efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas bituminosas compactadas (ensayo de inmersión-compresión).

NLT-168. Densidad y huecos en mezclas bituminosas compactadas.



NLT-173. Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas mediante la pista de ensayo de laboratorio.

NLT-176. Densidad aparente del polvo mineral en tolueno.

NLT-326. Ensayo de lixiviación en materiales para carreteras (Método del tanque).

NLT-327. Permeabilidad in situ de pavimentos drenantes con el permeámetro LCS.

NLT-330. Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras.

NLT-335. Medida de la macrotextura superficial de un pavimento por la técnica volumétrica.

NLT-336. Determinación de la resistencia al deslizamiento con el equipo de medida del rozamiento transversal.

NLT-349. Medida de módulos dinámicos de materiales para carreteras.

NLT-352. Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro de pérdida por desgaste.

UNE-EN 932-1:2007. Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.

UNE-EN 933-1:1998. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.

UNE-EN 933-2:1996. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.

UNE-EN 933-3:1997. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.

UNE-EN 933-5:1999. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.

UNE-EN 933-8:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.

UNE-EN 933-9:1999. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.

UNE-EN 1097-2:1999. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.

UNE-EN 1097-6:2001. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.

UNE-EN 12591:2000. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación.

UNE-EN 12697-1:2006. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.

UNE-EN 12697-2:2003. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas.

UNE-EN 12697-34:2006. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 34: Ensayo Marshall.

UNE-EN 13043:2003. Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.

Criterios de medición y abono

Únicamente cuando la capa de asiento no fuera construida bajo el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados.



La preparación de la superficie existente no es objeto de abono ni está incluida en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 531 del PG-3.

La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), según su tipo, medidas multiplicando las anchuras señaladas para cada capa en los Planos, por los espesores medios y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos, incluido el procedente de reciclado de mezclas bituminosas, si los hubiere, y el del polvo mineral. No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

El ligante hidrocarbonado empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), obtenidas multiplicando la medición abonable de fabricación y puesta en obra, por la dotación media de ligante deducida de los ensayos de control de cada lote. En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos, así como tampoco el ligante residual del material reciclado de mezclas bituminosas, si lo hubiere.

#### **4.53. CUBIERTAS**

Son cubiertas planas con pendientes comprendidas entre el uno y el quince por ciento (1 y 15%), visitables o no.

Se pueden clasificar en:

a) Según sistema constructivo de formación de pendientes:

Faldón sobre tabiquillos.

Faldón sobre hormigón.

b) Según el tipo de impermeabilización:

Membrana autoprotegida (no visitable).

Membrana con protección de gravilla (no visitable).

Membrana con protección de solado (visitable).

#### **4.53.1. MATERIALES**

##### **4.53.1.1. Hormigón aligerado**

Se obtendrá añadiendo a un mortero de cemento, un aditivo espumante o paseante de acuerdo con las condiciones del Documento de Idoneidad Técnica o equivalente. También podrá aligerarse el mortero, incorporándole en la proporción adecuada, materiales inertes de suficiente ligereza como: piedra pómez, perlita, vermiculita o escorias ligeras.

Presentará una conductividad térmica no superior a 0,06Kcal/h m °C. Su peso específico no será menor de seiscientos kilogramos por centímetro cúbico (600Kg/cm<sup>3</sup>) y su resistencia mecánica no será inferior a ocho kilogramos por centímetro cuadrado (8Kg/cm<sup>2</sup>).

##### **4.53.1.2. Baldosas**

Deberán cumplir lo dicho anteriormente.

##### **4.53.1.3. Materiales bituminosos de impermeabilización**

Deberán cumplir lo dicho anteriormente.

##### **4.53.1.4. Armaduras**

Se consideran como tales, los materiales cuya finalidad es dar resistencia al material impermeabilizante. Podrán ser a base de fibra de vidrio, impregnada o saturada con productos bituminosos de base asfáltica.

##### **4.53.1.5. Láminas bituminosas**

Láminas de superficie no protegida: presentan la superficie exterior sin protección.

Láminas de superficie autoprotegida: su acabado protector permite terminar la impermeabilización sin otro tipo de protección.

Láminas asfálticas perforadas: contienen perforaciones uniformemente distribuidas, cuya finalidad es conseguir una adherencia puntual al soporte, producida por el aglomerante vertido sobre ella.

#### **4.53.2. EJECUCIÓN**

Sobre el forjado soporte, se extenderá, previa imprimación con producto de base sfáltica, una capa de barrera de vapor que podrá ser oxiasfalto con un rendimiento mínimo de uno coma cinco kilogramos por metro cuadrado (1,5Kg/m<sup>2</sup>).



Las láminas impermeabilizantes se comenzarán a colocar por las cotas más bajas, disponiéndose un solape mínimo de siete centímetros (7cm) entre ellas. Los puntos de dilatación, se ejecutarán con plancha de plomo de treinta centímetros (30cm) de desarrollo, solapando diez centímetros (10cm) la membrana.

En las limahoyas, el solape de láminas será de cuarenta centímetros (40cm). En los encuentros con sumideros, se reforzará la membrana con otra colocada bajo ella, con un solape de quince centímetros (15cm) y penetrando en la bajante quince centímetros (15cm).

La lámina impermeabilizante no se extenderá hasta que la humedad del soporte sea inferior al cinco por ciento (5%).

#### 4.53.2.1. Impermeabilización. Membrana con protección de solado, visible

La lámina, que podrá no ir adherida al soporte, será del tipo de superficie no protegida. Las pendientes están comprendidas entre el uno y el tres por ciento (1 y 3%). Sobre la lámina se extenderá una hoja de cartón o poliestireno de independización. Sobre ella, una de mortero de cemento uno-seis (1:6) de dos centímetros (2cm) de espesor, mortero de agarre uno-ocho (1:8) para el recibido de solado y solado de baldosa.

#### 4.53.3. CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

##### 4.53.3.1. Control de los materiales

Cada dos mil metros cuadrados (2.000m<sup>2</sup>) o fracción, se comprobará el ajuste de los diferentes materiales básicos (morteros, ladrillos, baldosas, etc.)

La membrana asfáltica impermeabilizante y el oxiasfalto con la misma intensidad, serán sometidos a sus correspondientes ensayos. Las membranas no bituminosas tendrán concedido el Documento de Idoneidad Técnica, cumplirán todas sus indicaciones.

##### 4.53.3.2. Control de ejecución

Se llevará a cabo, mediante la realización de inspecciones en las que se comprobarán espesores de capas, disposiciones constructivas, colocación de juntas, solapes, etc., que deberán ajustarse a las Normas.

Una vez efectuada la cubierta, se efectuará una prueba de funcionamiento, consistente en anegar la cubierta, previo taponado de sumideros, con agua, de forma que ésta supere las

limatezas en unos cinco centímetros (5cm) y menos de quince centímetros (15cm). Transcurridas veinticuatro horas no deberán apreciarse humedades en la cara inferior del forjado y procediendo a la evacuación del agua, no se producirán estancamientos.

#### 4.53.4. NORMATIVA

Las condiciones de ejecución de las cubiertas serán las especificadas en las Normas Tecnológicas NTE Q "Cubiertas" del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

UNE 104281/1986: Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materias primas bituminosas y másticos. Métodos de ensayo.

UNE 104281/1987: Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materias primas no bituminosas. Métodos de ensayo. Toma de muestras.

#### 4.53.5. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por m<sup>2</sup> ejecutado en la obra.

#### 4.54. PINTURAS PARA SEÑALIZACIÓN

##### 4.54.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

###### Definición

Pintura para señalización horizontal, sobre pavimentos. Se han considerado las siguientes pinturas:

Pintura reflectante

Pintura no reflectante a base de resinas sintéticas y clorocaucho.

Pintura reflectante:

Será de color blanco y del tipo B-118 según UNE 48-103.

No se observarán depósitos duros en el fondo del bote ni la existencia de pellejos o coágulos.

Agitado el producto, el contenido del envase se incorporará con facilidad hasta quedar completamente homogéneo, sin que aparezcan pigmentos flotando en la superficie.



Tendrá una consistencia adecuada para que su aplicación pueda realizarse fácilmente por pulverización o por otros medios mecánicos (MELC 12.03).

La película de pintura una vez aplicada, tendrá un aspecto uniforme, sin granos ni desigualdades en el tono del color ni en el brillo.

El fabricante indicará la cantidad de materia fija de la pintura y su peso específico.

Tiempo de secado (UNE 135-202): < 30 min

Sangrado (MELC 12.84):  $\geq 6$

Color (ASTM D 2616-67): < 3 Munsell

Reflectancia (MELC 12.97):  $\geq 80$

Poder de cubrición (UNE 48-081):  $\geq 0,95$

Consistencia (MELC 12.74): 80-100 U.K.

Materia fija (MELC 12.05):  $\pm 2$  unidades

Conservación envase: bueno

Estabilidad envase (ensayo a  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 18 h, UNE 48-083):  $\leq 5$  U.K.

Estabilidad dilución (MELC 12.77):  $\geq 15\%$

Aspecto: bueno

Flexibilidad (MELC 12.93): buena

Resistencia inmersión en agua (MELC 12.91): buena

Envejecimiento artificial: bueno

Tolerancias:

- a. Materia fija (MELC 12.05):  $\pm 2$
- b. Peso específico (MELC 12.72):  $\pm 3$

- c. Color (ASTM D 2616-67, UNE 48-103): < 3 Munsell para grises
- d. Color a las 168 h (MELC 12.94, ASTM D 2616-67): < 2 Munsell para grises
- e. Consistencia (UNE 48-076):  $\pm 10$  U.K.

f. Contenido en ligante (UNE 48-238):  $\pm 2\%$

g. Contenido en pigmento dióxido de titanio (UNE 48-178):  $\pm 1\%$

h. Densidad relativa (UNE 48-098):  $\pm 2\%$

Poder de cubrición (UNE 48-081):  $\leq 0,01$

Pintura no reflectante:

Tipo de aceite: soja

Tipo de ligante: soja/clorocaucho

Peso específico: 1,5 kg/l

Viscosidad Stomer a  $25^{\circ}\text{C}$ : 83 unidades krebs

Tiempo de secado:

- a. Sin polvo: 30 min
- b. Seco: 2 h
- c. Duro: 5 días
- d. Repintado:  $\geq 8$  h

Disolventes utilizables: universal/toluol Rendimiento: 2,5 m<sup>2</sup>/kg

Tolerancias:

- a. Peso específico:  $\pm 0,1$  kg/l
- b. Viscosidad Stomer a  $25^{\circ}\text{C}$ :  $\pm 1$  unidad krebs
- c. Rendimiento:  $\pm 0,5$  m<sup>2</sup>/kg

**4.54.2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAJE**

Suministro: En envase hermético que conserve las propiedades de la pintura.

Almacenamiento: El envase se colocará en posición invertida, en lugares ventilados y no expuestos al sol. No se almacenarán envases que hayan permanecido abiertos más de 18 h.

**4.54.3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN**

Se medirá y abonará por ml suministrado en la obra.

**4.54.4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

Pintura reflectante:

- PG 3/75 Orden de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.

Pintura no reflectante:

No hay normativa de obligado cumplimiento.

A Coruña, junio de 2023  
Autor

**X**

Fdo. Jaime Luis Llatas Vásquez