Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO

Versión 3

2020

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO

Versión 3
2020

Fecha de aprobación: 05/06/2020
Fecha de vigencia: 05/08/2020

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Presentación

La publicación de las *Normas para Redes de Saneamiento. Versión 3. 2020*, permite actualizar el marco normativo de Canal de Isabel II, que junto con las *Normas para Redes de Abastecimiento. Versión 2012. Modificación 2020*, y las *Normas para Redes de Reutilización. Versión 2. 2020*, constituyen el referente técnico para el diseño y construcción de infraestructuras hidráulicas para la gestión del ciclo integral del agua en el ámbito de la Comunidad de Madrid.

Estas Normas tienen por objeto establecer los criterios técnicos que deberán tenerse en consideración para el diseño y construcción de las redes de saneamiento gestionadas por la entidad, con el fin de conseguir la máxima uniformidad y de asegurar unos niveles adecuados de garantía y calidad dentro de su ámbito de aplicación.

En la versión de las presentes Normas se aúna la experiencia acumulada por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II y los avances e innovaciones surgidas en el campo de los materiales de los distintos componentes y equipos que integran el sistema de saneamiento conforme a la legislación y normativa vigente.

Los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II podrán ajustar, modificar, especificar o suprimir cualquiera de los aspectos recogidos en estas Normas, en casos determinados, respecto de los que causas técnicas u operativas justifiquen la adopción de una solución distinta a la prevista en estas Normas.

La entrada en vigor de las *Normas para redes de Saneamiento. Versión 3. 2020*, permitirá la mejora y optimización de las redes existentes, incrementar la eficacia de aquellas de nueva construcción y, en definitiva, una garantía de mejor nivel de servicio.

Madrid, junio de 2020.

Rafael Prieto Martín

Vicepresidente Ejecutivo

Equipo Redactor y Revisor

Aprobación

Vicepresidente Ejecutivo
Rafael Prieto Martín

Revisión

Dirección Secretaría General Técnica
Manuel Beltrán Pedreira

Dirección Operaciones
María Belén Benito Martínez

Dirección de Recursos
Pablo Galán González

Dirección de Seguridad
Javier Marino González

Dirección de Innovación e Ingeniería
Juan Sánchez García

Dirección Financiera y Desarrollo de Negocio
Javier Tusell García

Dirección Comercial
Juan Ignacio Zubizarreta Pariente

Redacción

Área Normativa. Subdirección de Proyectos. Dirección de Innovación e Ingeniería.

Elaboración

Valverde Agüi López
Elena Alias Pineda
Juan Arturo Alonso Parra
Álvaro Arroyo Lumbier
María del Carmen Benito López
María Casanova Sanjuán
Carlos Augusto Contreras Martín
Luis María Cuesta Martín-Gil
Paula González Laynez
Alberto Gutiérrez García
Antonio Lastra de la Rubia
María Fernanda Lorenzo Galán
Francisco Javier Pascual Sanz
Ana Isabel Quesada Martínez
Alberto M. Rodríguez Asensio
Aitor Vicente López

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Índice general

Introducción 17
I Condiciones generales 21
II Criterios generales de diseño 25
III Conducciones 35
IV Registros: arquetas y pozos 57
V Aliviaderos y tanques de retención 69
VI Estaciones de bombeo 89
VII Elementos complementarios 123
VIII Acometidas 139
IX Instalación eléctrica 147
X Instalación de los colectores 175
XI Gestión de la calidad 191
Anexo 1 Características técnicas de las conducciones 211
Anexo 2 Técnicas de drenaje urbano sostenible 261
Anexo 3 Drenaje superficial urbano 279
Anexo 4 Inspecciones de redes de saneamiento 287
Anexo 5 Legislación y normativa citada 293
Anexo 6 Planos 307

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Índice detallado

Introducción **17**

I Condiciones generales **21**

I.1 Objeto 21
I.2 Ámbito de aplicación 21
I.3 Legislación y normativa vigentes 21
I.4 Definiciones 22

II Criterios generales de diseño **25**

II.1 Información previa 25
II.2 Criterios generales 25
II.3 Sistemas de saneamiento 26
II.3.1 Generalidades 26
II.3.2 Criterios de adopción 27
II.4 Trazado 28
II.4.1 Consideraciones generales 28
II.4.2 Trazado en planta 29
II.4.3 Trazado en alzado 34

III Conducciones **35**

III.1 Secciones 35
III.1.1 Colectores no visitables 35
III.1.2 Colectores visitables 35
III.1.3 Dimensiones mínimas 37
III.2 Mapa de usos. Materiales 38
III.3 Juntas y uniones 39
III.4 Piezas especiales 40
III.4.1 Generalidades y definiciones 40
III.4.2 Piezas especiales de fundición dúctil 42
III.4.3 Piezas especiales de PE de pared lisa 43
III.4.4 Piezas especiales de PRFV 44
III.5 Dimensionamiento hidráulico 45
III.5.1 Consideraciones generales 45
III.5.2 Determinación de los caudales de diseño 46
III.5.3 Dotaciones de cálculo y coeficientes de retorno 46
III.5.4 Caudales de aguas residuales 46

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III.5.5 Caudal de aguas pluviales ... 48
III.5.6 Caudales de cálculo de las conducciones ... 48
III.5.7 Velocidad del agua ... 49
III.5.8 Llenado de la conducción ... 49
III.6 Dimensionamiento mecánico ... 49
III.6.1 Consideraciones generales ... 49
III.6.2 Dimensionamiento de conducciones enterradas ... 51
III.6.3 Dimensionamiento de conducciones aéreas ... 51
III.6.4 Dimensionamiento de conducciones hincadas ... 52
III.7 Afecciones a colectores ... 52
III.7.1 Cruces de obras lineales ... 52
III.7.2 Desvío de colectores por afección de otras infraestructuras ... 53
III.7.3 Sustitución de colectores por afección de otras infraestructuras ... 53
III.7.4 Protección de colectores por afección de otras infraestructuras: ... 54
IV Registros: arquetas y pozos ... 57
IV.1 Clases de registros ... 57
IV.2 Definiciones ... 57
IV.3 Arquetas ... 58
IV.4 Pozos ... 58
IV.4.1 Requisitos generales ... 58
IV.4.2 Pozos de registro ... 59
IV.4.3 Tipologías de pozos de registro ... 61
IV.4.4 Pozos de resalto por trasdós ... 63
IV.4.5 Pozos areneros ... 64
IV.4.6 Pozos para acometidas ... 64
IV.5 Disposición y ubicación de los pozos de registro ... 65
IV.6 Conexiones a pozos de registro ... 66
IV.6.1 Conexiones a pozos de registro prefabricados ... 66
IV.6.2 Conexiones a pozos de registro no prefabricados ... 67
IV.6.3 Conexiones a pozos de registro chimenea ... 67
IV.7 Elementos auxiliares ... 67
V Aliviaderos y tanques de retención ... 69
V.1 Disposición de aliviaderos y tanques de retención ... 69
V.2 Características generales de los aliviaderos ... 69
V.3 Elementos auxiliares de los aliviaderos ... 71
V.4 Dimensionamiento de los aliviaderos ... 73
V.4.1 Criterios generales ... 73
V.4.2 Dimensionamiento de los elementos de regulación ... 74
V.5 Tipos de tanques por su función. ... 75
V.6 Tipos de tanques por su disposición relativa ... 75
V.7 Diseño de tanques anti-inundación ... 76
V.8 Diseño de tanques anti-contaminación ... 76
V.9 Compartimentación del tanque ... 77
V.10 Elementos principales de tanques de retención ... 78
V.10.1 Elementos de regulación ... 78
V.10.2 Elementos de pretratamiento ... 79
V.10.3 Elementos de tratamiento del vertido ... 79

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V.10.4 Elementos de limpieza ... 79
V.10.5 Aliviadero de seguridad ... 81
V.10.6 Ventilación del tanque ... 82
V.10.7 Bombeos ... 82
V.10.8 Iluminación ... 83
V.10.9 Grupo electrógeno ... 83
V.11 Instalaciones adicionales en tanques singulares ... 83
V.11.1 Puentes grúa y polipastos ... 83
V.11.2 Pasarelas de servicio ... 84
V.11.3 Ventilación del tanque ... 84
V.11.4 Sensores y metrología ... 85
V.11.5 Sensores de gases ... 85
V.11.6 Sensores de parámetros de calidad de las aguas ... 86
V.11.7 Autómata de control o PLC ... 86
V.11.8 Tomas de agua decantada ... 86
V.12 Dimensionamiento mecánico ... 87
VI Estaciones de bombeo ... 89
VI.1 Características generales ... 89
VI.2 Cámara de entrada ... 90
VI.3 Pozo de gruesos ... 90
VI.4 Desbaste de sólidos ... 91
VI.5 Contenedores de residuos ... 92
VI.6 Cámara de retención de seguridad ... 93
VI.7 Elevación de agua bruta ... 94
VI.7.1 Características generales de las cámaras de aspiración ... 95
VI.7.2 Cámaras tranquilizadoras ... 97
VI.7.3 Bombas ... 97
VI.7.4 Tubo de aspiración ... 100
VI.8 Colector de impulsión ... 100
VI.9 Colector de impulsión general ... 101
VI.10 Instalaciones adicionales ... 102
VI.10.1 Instrumentación ... 102
VI.10.2 Regulación del caudal ... 105
VI.10.3 Grupo electrógeno ... 106
VI.10.4 Equipos de elevación ... 108
VI.10.5 Desodorización ... 108
VI.10.6 Eliminación de ruidos ... 109
VI.10.7 Elementos complementarios ... 109
VI.11 Acabados de superficies ... 109
VI.11.1 Preparación de superficies ... 109
VI.11.2 Condiciones ambientales ... 110
VI.11.3 Galvanización en caliente ... 110
VI.11.4 Pinturas para protección de superficies metálicas ... 110
VI.11.5 Soldaduras ... 110
VI.12 Dimensionamiento de las estaciones de bombeo ... 111
VI.12.1 Determinación de los caudales de diseño ... 111
VI.12.2 Dimensionamiento hidráulico ... 113
VI.12.3 Dimensionamiento geométrico ... 118

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VI.12.4 Dimensionamiento mecánico ... 121
VII Elementos complementarios ... 123
VII.1 Generalidades ... 123
VII.2 Cámaras de rotura de carga ... 123
VII.3 Cámaras de válvulas ... 124
VII.4 Elementos de ventilación en redes ... 125
VII.5 Rápidos ... 125
VII.6 Sifones ... 126
VII.7 Válvulas, ventosas y desagües ... 127
VII.7.1 Generalidades. Definiciones ... 127
VII.7.2 Características técnicas y dimensiones ... 128
VII.7.3 Válvulas de compuerta ... 128
VII.7.4 Válvulas anti-retorno o de retención ... 128
VII.7.5 Ventosas ... 129
VII.7.6 Desagües ... 129
VII.8 Elementos auxiliares ... 130
VII.9 Elementos de automatización y control ... 135
VIII Acometidas ... 139
VIII.1 Generalidades ... 139
VIII.2 Componentes de las acometidas ... 140
VIII.2.1 Arqueta o pozo de arranque ... 140
VIII.2.2 Albañal ... 142
VIII.2.3 Entronque ... 143
VIII.3 Diseño de las acometidas ... 145
VIII.3.1 Trazado en planta ... 145
VIII.3.2 Trazado en alzado ... 145
VIII.3.3 Dimensionamiento mecánico ... 146
IX Instalación eléctrica ... 147
IX.1 Especificaciones generales ... 147
IX.2 Alta tensión ... 147
IX.2.1 Línea de alimentación ... 148
IX.2.2 Edificio centro de seccionamiento/transformación ... 149
IX.2.3 Celdas ... 152
IX.2.4 Transformadores de potencia ... 153
IX.2.5 Suministro de alimentación segura ... 156
IX.2.6 Cuadro de señalización y alarmas ... 157
IX.2.7 Instalación de puesta a tierra ... 157
IX.3 Baja tensión ... 158
IX.3.1 Cuadro General de Distribución de Baja Tensión (CGDBT) ... 158
IX.3.2 Equipos de corrección de energía reactiva ... 162
IX.3.3 Centros de Control de Motores (CCM) ... 162
IX.3.4 Cuadros locales o auxiliares ... 165
IX.3.5 Líneas de alimentación, distribución, mando y señalización ... 166
IX.3.6 Motores ... 168
IX.3.7 Instalación de tierras de utilización ... 171
IX.4 Alumbrado ... 171
IX.4.1 Alumbrado exterior ... 171

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

IX.4.2 Alumbrado antideflagrante ... 173
IX.4.3 Alumbrado de edificios ... 173
X Instalación de los colectores ... 175
X.1 Seguridad y salud ... 175
X.2 Gestión de residuos durante las obras ... 175
X.3 Medidas de prevención y seguridad en las instalaciones ... 175
X.4 Transporte, almacenamiento y manipulación ... 176
X.4.1 Transporte ... 176
X.4.2 Almacenamiento ... 176
X.4.3 Manipulación ... 178
X.5 Instalación de colectores a cielo abierto ... 178
X.5.1 Geometría de las zanjas ... 178
X.5.2 Ejecución de las zanjas ... 180
X.5.3 Agotamiento de zanjas y rebajamiento del nivel freático ... 181
X.5.4 Entibaciones ... 182
X.5.5 Camas de apoyo ... 182
X.5.6 Colocación y montaje de la conducción ... 184
X.5.7 Rellenos ... 185
X.5.8 Reposición de pavimento ... 187
X.6 Instalación de colectores en mina ... 188
X.7 Instalación de conducciones sin apertura de zanja ... 189
XI Gestión de la calidad ... 191
XI.1 Introducción ... 191
XI.2 Control de calidad de la fabricación ... 191
XI.3 Control de la calidad de la ejecución de las obras ... 195
XI.4 Pruebas de la tubería instalada ... 200
XI.4.1 Conducciones enterradas en lámina libre ... 200
XI.4.2 Conducciones enterradas bajo presión hidráulica interior ... 202
XI.4.3 Actas de pruebas ... 205
Anexo 1 Características técnicas de las conducciones ... 211
A1.1 Introducción ... 213
A1.2 Tubos de hormigón armado de sección circular ... 213
A1.2.1 Generalidades ... 213
A1.2.2 Definiciones ... 213
A1.2.3 Clasificación ... 214
A1.2.4 Características técnicas ... 215
A1.2.5 Dimensiones ... 217
A1.2.6 Uniones ... 219
A1.2.7 Marcado ... 221
A1.2.8 Control de la calidad de fabricación ... 221
A1.3 Tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada ... 222
A1.3.1 Generalidades ... 222
A1.3.2 Definiciones ... 223
A1.3.3 Clasificación ... 223
A1.3.4 Características técnicas ... 224
A1.3.5 Dimensiones ... 224
A1.3.6 Uniones ... 224

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.3.7 Marcado ... 225
A1.3.8 Control de la calidad de fabricación ... 226
A1.4 Tubos de gres ... 226
A1.4.1 Generalidades ... 226
A1.4.2 Definiciones ... 227
A1.4.3 Clasificación ... 227
A1.4.4 Características técnicas ... 228
A1.4.5 Dimensiones ... 229
A1.4.6 Uniones ... 229
A1.4.7 Marcado ... 230
A1.4.8 Control de la calidad de fabricación ... 231
A1.5 Tubos de fundición dúctil ... 231
A1.5.1 Generalidades ... 231
A1.5.2 Definiciones ... 231
A1.5.3 Clasificación ... 232
A1.5.4 Características técnicas ... 232
A1.5.5 Dimensiones ... 233
A1.5.6 Uniones ... 234
A1.5.7 Marcado ... 236
A1.5.8 Control de la calidad de fabricación ... 236
A1.6 Tubos de PVC-O ... 237
A1.6.1 Generalidades ... 237
A1.6.2 Definiciones ... 237
A1.6.3 Clasificación ... 239
A1.6.4 Características técnicas ... 239
A1.6.5 Dimensiones ... 241
A1.6.6 Uniones ... 241
A1.6.7 Marcado ... 242
A1.6.8 Control de la calidad de fabricación ... 242
A1.7 Tubos de PRFV ... 242
A1.7.1 Generalidades ... 242
A1.7.2 Definiciones ... 243
A1.7.3 Clasificación ... 244
A1.7.4 Características técnicas ... 244
A1.7.5 Dimensiones ... 245
A1.7.6 Uniones ... 247
A1.7.7 Marcado ... 248
A1.7.8 Control de la calidad de fabricación ... 248
A1.8 Tubos de PE de pared lisa ... 249
A1.8.1 Generalidades ... 249
A1.8.2 Definiciones ... 249
A1.8.3 Clasificación ... 251
A1.8.4 Características técnicas ... 252
A1.8.5 Dimensiones ... 253
A1.8.6 Uniones ... 254
A1.8.7 Marcado ... 255
A1.8.8 Control de la calidad de fabricación ... 255
A1.9 Galerías de hormigón armado ... 256

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.10 Conducciones de hormigón de sección no circular ... 257
A1.11 Tubos de hormigón polímero ... 259
Anexo 2 Técnicas de drenaje urbano sostenible ... 261
A2.1 Introducción ... 263
A2.2 Tipologías de las técnicas de drenaje urbano sostenible ... 264
A2.2.1 Superficies permeables (Porous / Permeable paving) ... 264
A2.2.2 Franjas filtrantes (Filter strips) ... 267
A2.2.3 Pozos y zanjas de infiltración (Soak ways and infiltration trenches) ... 268
A2.2.4 Drenes filtrantes (Filter drains) ... 271
A2.2.5 Cunetas verdes (Swales) ... 273
A2.3 Mecanismos de eliminación de contaminantes ... 276
Anexo 3 Drenaje superficial urbano ... 279
A3.1 Imbornales ... 281
A3.1.1 Generalidades ... 281
A3.1.2 Componentes de los imbornales ... 281
A3.2 Caces, canales y rejillas de desagüe ... 282
A3.3 Diseño del drenaje superficial urbano ... 284
A3.3.1 Imbornales ... 284
A3.3.2 Caces, canales y rejillas de desagüe ... 284
Anexo 4 Inspecciones de redes de saneamiento ... 287
A4.1 Introducción ... 289
A4.2 Elementos a inspeccionar ... 289
A4.3 Codificación de inspecciones de conducciones ... 289
A4.4 Codificación de inspecciones de cámaras y pozos de registro ... 290
A4.5 Listado de códigos y significado ... 292
Anexo 5 Legislación y normativa citada ... 293
Anexo 6 Planos ... 307

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Introducción

La presente publicación *Normas para Redes de Saneamiento. Versión 3. 2020,* modifica la anterior versión *Normas para Redes de Saneamiento. Versión 2. 2016*, respecto a los siguientes aspectos:

- Revisión de la Presentación y del Objeto de las Normas.
- Actualización de la legislación y normativa incluida tanto en el cuerpo de las Normas como en el Anejo correspondiente. Dicha actualización se centra básicamente en instalaciones eléctricas, normas relativas a los distintos materiales de los tubos, control de calidad y evaluación de la conformidad.
- Modificación del apartado VIII.1 Generalidades, del capítulo VIII Acometidas relativo a la ubicación de la instalación de válvulas anti-retorno en acometidas.

Las *Normas para Redes de Saneamiento. Versión 2. 2016* fueron el resultado de los trabajos desarrollados en la Dirección de Innovación e Ingeniería, encomendando su seguimiento a la Subdirección de Proyectos, y en concreto al Área de Normativa, que presidió y auspició la creación de un Grupo de Trabajo constituido por miembros de los Servicios de Canal de Isabel II afectados por la misma.

El funcionamiento del Grupo de Trabajo se estableció a partir de reuniones periódicas en las que se revisaron los distintos borradores previos a la edición del documento definitivo de las *Normas para Redes de Saneamiento. Versión 2. 2016*. La redacción de estas Normas fue posible gracias a las aportaciones de los integrantes del Grupo de Trabajo, que debatieron las diversas cuestiones que se planteaban según se desarrollaban los capítulos que integran el documento.

El documento final ha quedado estructurado en once capítulos y seis anexos. Su contenido es conforme a la legislación y normativa vigente de ámbito nacional e internacional, así como a la experiencia de los Servicios Técnicos participantes.

El "*Capítulo I. Condiciones generales*" especifica el objeto y ámbito de aplicación de estas Normas, establece la conformidad con respecto a la legislación y normativa vigente, y contiene una serie de definiciones de los principales conceptos empleados en las mismas.

En el "*Capítulo II. Criterios generales de diseño*", se indica la información previa necesaria y criterios generales a seguir para el diseño de las redes de saneamiento, se distinguen los distintos sistemas de saneamiento, y se fijan una serie de condiciones a tener en cuenta en el trazado de las conducciones tanto en planta como en alzado.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En el "*Capítulo III. Conducciones*", se desarrollan las distintas secciones y los distintos materiales admitidos, definiéndose un mapa de usos de los mismos en función de las gamas de diámetros y del funcionamiento hidráulico, se determinan las características de las uniones y piezas especiales, se establecen los criterios de dimensionamiento hidráulico y mecánico de las conducciones, y se describen posibles afecciones a colectores.

El "*Capítulo IV. Registros: arquetas y pozos*", primeramente, se definen las condiciones que tienen que cumplir dichos elementos, a continuación, se normalizan sus distintas tipologías en función de sus dimensiones, materiales y funcionalidad, y se establecen tipologías particulares de pozos. En los apartados finales, se especifica su disposición y ubicación, se definen como se deben realizar las conexiones a pozos de registro y se mencionan los elementos auxiliares que incluyen.

En el "*Capítulo V. Aliviaderos y tanques de retención*", se establecen sus disposiciones, las características de los aliviaderos respecto a sus condicionantes geométricos e hidráulicos, se definen las distintas tipologías de tanques, se describen sus distintos elementos característicos, y se dan unas breves indicaciones respecto a su dimensionamiento hidráulico y mecánico.

En el "*Capítulo VI. Estaciones de bombeo*", se relacionan los elementos y procesos característicos de estas instalaciones y distintos condicionantes que tienen que cumplir las mismas, se define cada uno de estos elementos, y se dan unos criterios básicos respecto a su dimensionamiento.

En el "*Capítulo VII. Elementos complementarios*", se mencionan y describen otros elementos no indicados en los capítulos anteriores, indicando una serie de condicionantes que tienen que cumplir los mismos.

En el "*Capítulo VIII. Acometidas*", se dan unas prescripciones generales respecto a la gestión de las acometidas, se describen sus componentes y se indican condicionantes respecto a diseño y trazado.

En el "*Capítulo IX. Instalación eléctrica*", se especifican los condicionantes que deben cumplir las mismas, relacionando y describiendo cada uno de los elementos que forman parte de las líneas de alta tensión, de baja tensión y la instalación de alumbrado

El "*Capítulo X. Instalación de los colectores*", se estructura en cuatro apartados principales: el primero establece requisitos mínimos de seguridad y salud y de gestión de residuos durante las obras, y medidas de prevención y seguridad en la explotación de las instalaciones; el segundo sobre transporte, almacenamiento y manipulación de componentes; el tercero sobre instalación de colectores a cielo abierto; y el cuarto y último sobre instalación de colectores en mina y sin apertura de zanja.

En el *"Capítulo XI. Gestión de la calidad*" se establecen requisitos mínimos exigidos en cuanto al control de la fabricación de los componentes y de la ejecución de las obras, con mención especial a las especificaciones sobre las pruebas a realizar a la tubería instalada en conducciones enterradas, ya sea en régimen de lámina libre o bajo presión hidráulica interior.

De forma complementaria a los capítulos descritos, se incluyen seis anexos, cuyo contenido es el siguiente:

"Anexo 1. Características técnicas de las conducciones", complementa el Capítulo III con un conjunto de especificaciones técnicas de detalle recogidas en la normativa europea de referencia para las conducciones a emplear en las redes de saneamiento.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

"Anexo 2. Técnicas de drenaje urbano sostenible", proporciona una serie de directrices básicas para la implantación de TDUS, y relaciona y describe sus tipologías.

"Anexo 3. Drenaje superficial urbano", incluye algunas especificaciones relativas a los componentes que integran el drenaje superficial urbano, del cual, aunque no es el objeto principal de estas Normas, se han querido distinguir y definir sus elementos principales: los imbornales y los canales y rejillas de desagüe, y determinar unas recomendaciones mínimas en cuanto a su dimensionamiento y utilización.

"Anexo 4. Inspecciones de redes de saneamiento", describe el sistema de codificación que se debe utilizar en las inspecciones visuales de las redes de saneamiento, según normativa europea. Dicha normativa hace la distinción a la hora de describir los códigos mencionados entre conducciones y pozos de registro y cámaras.

"Anexo 5. Legislación y normativa citada", relaciona los distintos documentos legislativos, normativos y técnicos que se citan en el texto.

"Anexo 6. Planos", recoge una serie de planos correspondientes a aquellos componentes tipo cuya utilización es más frecuente en redes de saneamiento, cómo galerías, registros y dispositivos de cierre para alojamientos.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

I Condiciones generales

I.1 Objeto

Las presentes *Normas para Redes de Saneamiento* de Canal de Isabel II tienen por objeto establecer las condiciones técnicas mínimas que han de cumplir las redes de saneamiento gestionadas por la entidad. Estas Normas establecen los criterios generales que deberán tenerse en cuenta para el proyecto, la instalación y el funcionamiento de dichos sistemas, con el fin de conseguir la máxima uniformidad y de asegurar unos niveles adecuados de garantía y calidad dentro de su ámbito de aplicación.

Los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II podrán ajustar, modificar, especificar o suprimir cualquiera de los aspectos recogidos en estas Normas, en casos determinados, respecto de los que causas técnicas u operativas justifiquen la adopción de una solución distinta a la prevista en estas Normas.

I.2 Ámbito de aplicación

Estas Normas son de aplicación para todas las redes de saneamiento que, tanto por nueva implantación como por renovación de las existentes, vayan a incorporarse a los sistemas encomendados a Canal de Isabel II.

I.3 Legislación y normativa vigentes

La elaboración de las presentes Normas se ha realizado conforme a lo establecido en las leyes, reales decretos, decretos, órdenes y normas técnicas de ámbito internacional, europeo, nacional, autonómico, local e interno de Canal de Isabel II que aparecen detalladas en el anexo “Normativa citada”. En ese apartado se indican tanto el código y el título como el año de publicación de la versión consultada de cada disposición.

Dicha legislación y normativa, así como sus futuras actualizaciones o disposiciones que las sustituyan, deberán ser consideradas a la hora de proyectar, ejecutar y mantener las redes de saneamiento incluidas en el ámbito de aplicación de esta Norma. Si existiera contradicción entre la legislación o normativa de aplicación prevalecerá lo expuesto en la disposición de mayor rango o en su caso, la más restrictiva.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

I.4 Definiciones

a) Acometida: se entenderá por acometida, aquel conducto destinado a transportar las aguas residuales desde un edificio o finca a una alcantarilla pública.

b) Agua residual: cualquier combinación de aguas procedentes de desechos orgánicos humanos o animales y cualquier otra sustancia proveniente del uso doméstico o industrial y en general todas aquellas aguas que son recogidas y conducidas a través de una alcantarilla incluyendo las aguas de escorrentía superficial, y cualquier infiltración de agua del terreno.

c) Agua residual doméstica: se entenderá por agua residual doméstica la procedente de los vertidos de aquellos consumos de agua realizados en viviendas que produzcan aguas residuales generadas por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

d) Agua residual industrial: se entenderá por agua residual industrial, la procedente de aquellos consumos no efectuados desde viviendas o realizados desde locales y establecimientos utilizados para realizar cualquier actividad pecuaria, comercial, industrial o de servicios.

e) Aguas negras: serán las constituidas por las aguas residuales domésticas y las industriales.

f) Aguas pluviales: son aquellas aguas que tienen su origen y proceden del fenómeno meteorológico de la lluvia, nieve o granizo.

g) Alcantarilla pública: es todo conducto subterráneo que sirve para la evacuación de las aguas residuales de un núcleo urbano.

h) Arqueta de registro: registro no visitable que permite la inspección o mantenimiento de algún componente de la red de saneamiento.

i) Colector (con respecto al Decreto 170/98 de la Comunidad de Madrid): conducción a la que se conecta la red de alcantarillado municipal para el transporte de las aguas residuales, que dan servicio a un solo municipio y que están comprendidas dentro de su término municipal.

j) Emisario (con respecto al Decreto 170/98 de la Comunidad de Madrid): conducción que transporta las aguas residuales urbanas de al menos un municipio distinto de aquel por el que transcurre su traza.

k) Imbornal: elemento de drenaje situado en calzada, normalmente debajo del bordillo de la acera, para recoger el agua de lluvia o de riego y llevarla a la red de transporte (alcantarillado)

l) Pozo de registro: registro visitable que se coloca en la intersección de conducciones de alcantarillado, o cada cierta distancia en un alineamiento de la misma y, cuya finalidad es la de unir tramos de la red y servir para la conservación, mantenimiento y limpieza de la citada red.

m) Red de alcantarillado: se considera red de alcantarillado el conjunto de conductos o instalaciones que en el subsuelo de la población sirven para la evacuación de las aguas residuales. La red de alcantarillado podrá constituirse en un sistema unitario o separativo, en función de que su uso sea mixto para aguas residuales y pluviales o que se componga de dos redes independientes, una para cada tipo de agua.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

n) Red de drenaje superficial: es el conjunto de elementos que recogen y concentran las aguas procedentes de un evento pluviométrico.

o) Red de saneamiento: conjunto de infraestructuras públicas que comprende alguno de los elementos siguientes: red de drenaje superficial, red de alcantarillado, colectores, emisarios, estaciones de bombeo, laminadores, aliviaderos y tanques de retención, cualquiera que sea el tipo de técnica utilizada y cuyo objeto sea recoger y transportar las aguas residuales, previo a la depuración de las mismas para devolverlas a los cauces públicos en condiciones compatibles con el mantenimiento del medio ambiente, y en particular en lo que se refiere al recurso hídrico.

p) Redes separativas: se caracterizan porque en ellas se evacúan las aguas residuales por distintos conductos (las procedentes de abastecimiento, es decir, aguas residuales de origen doméstico, comercial o industrial, por su red, normalmente llamada red de aguas negras y las aguas pluviales por la suya), de forma que no existe punto alguno de contacto directo entre ambos sistemas de evacuación.

q) Redes unitarias: son las que se encuentran dimensionadas y construidas de forma que puedan absorber en un mismo conducto todas las aguas residuales, procedentes de una o varias zonas determinadas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

II Criterios generales de diseño

II.1 Información previa

Antes de proceder al estudio de una red de saneamiento será necesario disponer de la siguiente documentación mínima:

- Cartografía de la zona.
- Plano con la red hidrográfica y las cuencas vertientes.
- Ordenanzas municipales.
- Planos de ordenación y clasificación del suelo.
- Planos de situación de todos los servicios e instalaciones subterráneas y aéreas.
- Características máximas de población y superficie edificable (techo de planeamiento).
- Características geológicas de la zona (plano geológico).
- Condicionantes de servicios existentes para la ejecución de las obras (condiciones impuestas por los organismos afectados).
- Estudio y plano de la red existente.

II.2 Criterios generales

El diseño de las redes de saneamiento deberá realizarse conforme a los siguientes criterios generales:

a) Capacidad de la red

Con carácter general, se tomará como periodo de retorno de las aguas pluviales para el cálculo de las redes de saneamiento el valor de 10 años. Con carácter excepcional, se podrá utilizar un valor diferente siempre y cuando Canal de Isabel II lo autorice de manera expresa.

En cualquier caso, el cálculo de los caudales de diseño deberá realizarse conforme lo especificado en el apartado III.5.2.

b) Protección contra la contaminación. Respeto al medio ambiente

En general, el diseño del sistema de saneamiento en su conjunto (redes de saneamiento y depuradoras) deberá ser tal que tenga en cuenta la capacidad de admisión del medio receptor, de manera que la calidad, cantidad y frecuencia de cualquier descarga a los cauces cumplan con los requisitos establecidos por la legislación vigente.

En el cálculo de la capacidad de admisión del medio receptor deberán tenerse en cuenta aspectos físicos, químicos, bioquímicos, bacteriológicos, visuales, olfativos y cualquier otra consideración que se considere relevante en su capacidad de autodepuración.

En el caso particular de las redes de alcantarillado deberá prestarse especial atención a las descargas al medio receptor producidas a través de los aliviaderos del sistema.

c) Trazado

El trazado de la red deberá ser conforme a lo especificado en el apartado II.4.

d) Diseño hidráulico de las conducciones que integran la red

Las redes de alcantarillado podrán ser unitarias o separativas, conforme lo especificado en el apartado II.3.

En cuanto al funcionamiento hidráulico de la red (ver el apartado II.3), en la medida de lo posible deberá ser por gravedad, reduciendo al máximo las impulsiones y las estaciones de bombeo.

Con todo, el dimensionamiento hidráulico de las conducciones que componen una red de saneamiento debe ser realizado conforme a lo especificado en el apartado III.5.

e) Verificación de la capacidad de la red receptora

f) Diseño mecánico de las conducciones que integran la red

El cálculo mecánico se realizará conforme a lo establecido en el apartado III.6.

II.3 Sistemas de saneamiento

II.3.1 Generalidades

Atendiendo a la naturaleza del agua residual a evacuar, las redes de saneamiento podrán ser básicamente de los dos tipos siguientes:

- Redes unitarias

La red se dimensiona con capacidad suficiente para recoger y transportar en un mismo conducto las aguas residuales y pluviales generadas en la cuenca o zona objeto de proyecto.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Redes separativas

La red consta de dos canalizaciones independientes: una de ellas transporta las aguas residuales de origen doméstico, comercial o industrial (red de aguas negras) hasta la estación depuradora, y la otra conduce las aguas pluviales hasta el medio receptor, cumpliendo con las especificaciones que determine la Confederación Hidrográfica del Tajo y la legislación vigente.

Por otra parte, atendiendo al funcionamiento hidráulico de la red, las mismas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Gravedad

Las aguas discurren a lo largo de la red por causa de la propia pendiente de las conducciones, en régimen hidráulico de lámina libre.

- Impulsión

Las aguas discurren a lo largo de la red sometidas a presión hidráulica interior por la acción de medios mecánicos.

II.3.2 Criterios de adopción

En cada proyecto en particular se definirá cuál de los sistemas de saneamiento descritos en el anterior apartado II.3.1 se adapta mejor a las necesidades específicas de cada caso concreto.

Si se opta por una red separativa, habrá de tenerse en cuenta la contaminación transportada por la red de aguas pluviales (contaminación producida por lavado de calles y tejados, precipitación de contaminantes…) con objeto de cumplir el *Real Decreto 1290/2012 por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico*, así como los reglamentos que se desarrollen posteriormente. En este caso, no se incorporará agua procedente de escorrentía en la red de aguas negras (ni siquiera la procedente de terrazas, jardines…).

Por otro lado, atendiendo al funcionamiento hidráulico de la red, deberán seguirse los siguientes criterios para la selección del sistema de saneamiento:

- Siempre que sea posible, deberá adoptarse un sistema por gravedad.

- Las impulsiones deberán evitarse, si bien, podrán adoptarse en casos como los siguientes, entre otros:

  - Que las pendientes disponibles no permitan velocidades del agua en los conductos de acuerdo con los límites definidos en el apartado III.5.7.
  - Que las características del terreno dificulten gravemente, imposibiliten o encarezcan extraordinariamente un sistema por gravedad.
  - Que la existencia de otras infraestructuras impida el paso de los conductos.
  - Que sea necesario disponer el agua residual a una cota tal que la misma sea inalcanzable en un sistema por gravedad.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

II.4 Trazado

II.4.1 Consideraciones generales

El trazado de las redes de saneamiento deberá consistir, en general, en alineaciones rectas tanto en alzado como en planta entre las que se intercalará un pozo de registro (ver apartado IV.4).

En cualquier afección a infraestructuras existentes o proyectadas de otros servicios se requerirá la autorización y las condiciones tanto de los titulares de los servicios como de sus explotadores.

De la misma forma, será necesaria la disponibilidad de los terrenos previamente al replanteo del proyecto.

Las separaciones mínimas entre las generatrices externas de las tuberías de saneamiento alojadas en zanja y las de los conductos, o las aristas de los prismas de los demás servicios instalados con posterioridad, serán las siguientes:

Tabla 1. Separaciones mínimas con otros servicios

Servicio	Separación en planta (cm)	Separación en alzado (cm)
Abastecimiento	100	100
Reutilización	100	20
Gas	50	50
Electricidad	30	30
Comunicaciones	30	30

Cuando no sea posible mantener estas distancias mínimas de separación, será necesario disponer de protecciones especiales aprobadas por el Ayuntamiento o la empresa suministradora correspondiente, según los casos.

Las tuberías de saneamiento estarán siempre a una cota inferior respecto a las tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano.

La distancia mínima en planta entre las conducciones de aguas negras y pluviales (caso de tratarse de redes separativas) será de 80 cm.

En el caso de redes separativas, las conducciones de aguas negras deberán proyectarse a una cota inferior a las de pluviales, de manera que se faciliten las acometidas a todos los edificios. La clave de las conducciones de aguas negras se dispondrá, siempre que sea posible, al menos a 0,30 m por debajo de la rasante de los de aguas pluviales, asegurándose la conexión de las acometidas a la conducción de aguas negras.

Salvo autorización expresa de Canal de Isabel II, las conducciones que se instalen bajo acera se limitarán a un diámetro nominal máximo de 600 mm y a una profundidad máxima de zanja de 2,50 m, al objeto de facilitar posibles tareas de reparación o mantenimiento.

En cuanto al trazado específico de las conducciones deberán observarse las siguientes prescripciones.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

II.4.2 Trazado en planta

En las redes de saneamiento el trazado deberá seguir el viario (calzada + acera), recomendándose que, en caso de redes separativas, las conducciones de aguas negras discurran bajo las aceras para así disminuir las cargas actuantes sobre ellas y facilitar las tareas de acceso y reparación. A este respecto no deberán instalarse dos conducciones en el mismo plano vertical.

Deberán evitarse cambios bruscos de dirección en el trazado en planta, limitándose el ángulo máximo a 45°.

En los viarios de más de 15 m de ancho se instalarán dos conducciones de aguas residuales, una a cada lado del viario salvo que en alguno de los lados se prevean menos de dos acometidas por manzana. En los viarios más estrechos, se instalará una única conducción por el centro de la calzada preferentemente, salvo que se prevea una diferencia significativa de acometidas entre ambos lados del viario en cuyo caso la conducción podrá discurrir por aquel lado que tenga el mayor número de acometidas.

En caso de no poder discurrir la conducción bajo la acera y tener que hacerlo bajo la calzada, deberá evitarse la zona de aparcamiento de vehículos debiendo situarse la traza en el centro de la zona de rodadura, bajo el eje del carril de tránsito contiguo a la acera.

En relación con las distancias mínimas a los edificios, deberán tomarse las necesarias precauciones para evitar cualquier afección a sus cimientos, debiendo respetar, en cualquier caso, una separación mínima de unos 2,50 m a fachada, así como una distancia mínima de 1,00 m a los bordillos, para salvar distintos servicios que pueden ir en dicha franja (alcorques, farolas, conducciones eléctricas…).

En el proyecto se considerarán las siguientes limitaciones por afecciones a:

a) Dominio Público Hidráulico

Las limitaciones en la afección al dominio público hidráulico quedan recogidas en:

- *Real Decreto Legislativo 1/2001, Texto Refundido de la Ley de Aguas*.
- *Real Decreto 849/1986, Reglamento del Dominio Público Hidráulico*.

Se establecen tres zonas en relación con los cursos fluviales, en los que la Administración ejerce sus competencias con ciertas restricciones de usos.

- Cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del *Real Decreto Legislativo 1/2001* y artículo 4 del *Real Decreto 849/1986*).
- Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas.
- Se denominan márgenes a los terrenos que lindan con los cauces (artículo 6 del *Real Decreto Legislativo 1/2001* y artículo 6 del *Real Decreto 849/1986*). Las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- A una zona de servidumbre de 5,00 m de anchura, que tiene ciertas servidumbres de paso, pero también de usos atendiendo a aspectos hidráulicos, de protección civil y ambientales.
- A una zona de policía de 100 m de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.

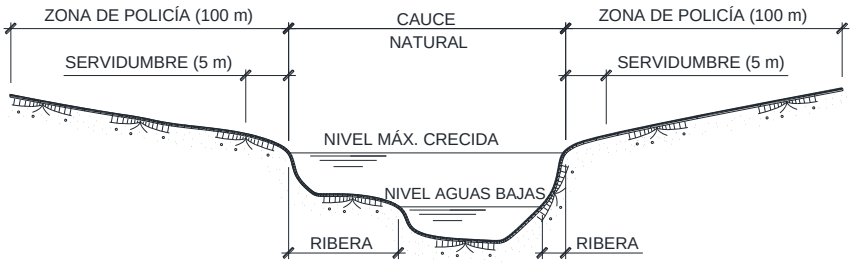


Figura 1. Cauce, zona de servidumbre y zona de policía (Real Decreto Legislativo 1/2001)

Cada una de estas zonas comporta una regulación de usos.

Atendiendo a lo establecido en la legislación citada, el organismo competente para la gestión del dominio público hidráulico en el ámbito geográfico de la Comunidad de Madrid es la Confederación Hidrográfica del Tajo.

Los cruces serán preferentemente por debajo del cauce, modificando la sección tipo de la zanja con el fin de evitar erosiones y proteger la tubería (zanja macizada de hormigón).

Los pozos de registro deberán colocarse fuera de la zona de servidumbre. Excepcionalmente, y en caso de informe favorable del órgano competente y autorización expresa de Canal de Isabel II, se podrán disponer en el interior de dicha zona.

b) Carreteras

En función del tipo de carretera que se trate, se atenderá a lo dispuesto en la siguiente legislación:

- Legislación estatal: *Ley 37/2015 Carreteras* y el *Real Decreto 1812/1994, Reglamento General de Carreteras*.

- Legislación autonómica: *Ley 3/1991 de Carreteras de la Comunidad de Madrid* y el *Decreto 29/1993 del Reglamento de Carreteras de la Comunidad de Madrid*.

En la Tabla 2 y la Tabla 3 se indican las distancias de uso y defensa de la carretera, establecidas en dicha legislación, considerando las siguientes observaciones:

- La arista exterior de la explanación es la intersección del talud del desmonte, del terraplén o, en su caso, de los muros de sostenimiento colindantes con el terreno natural. En los casos especiales de puentes, viaductos, túneles, estructuras u obras similares, se podrá fijar como arista exterior de la explanación la línea de proyección ortogonal del borde de las obras sobre el terreno.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- En caso de existir cuneta de pie de terraplén o de coronación de desmonte, la arista exterior de la explanación es la intersección de talud exterior de ésta con el terreno natural. En los casos de existir cuneta en terreno plano, será la intersección del talud exterior de la misma con el terreno natural la que define dicha arista.

Tabla 2. Uso y defensa de la carretera (Ley 37/2015 de Carreteras, ver Figura 2)

Tipo de carretera	Distancia a la arista exterior de la explanación (m)		
	A	B	C
Autopistas, autovías y vías rápidas	8	25	100
Resto de carreteras	3	8	50

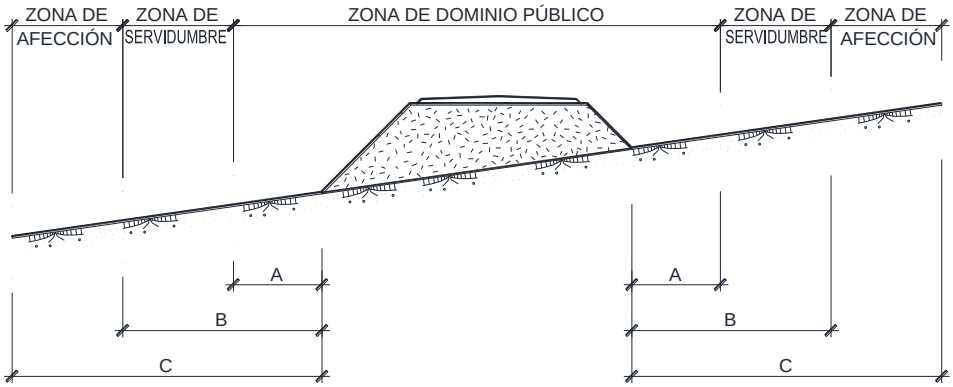


Figura 2. Uso y defensa de la carretera (Ley 37/2015 de Carreteras)

En las carreteras de titularidad estatal, como norma general, la tubería se instalará fuera de las zonas de dominio público y de servidumbre.

Tabla 3. Uso y defensa de la carretera Ley 3/1991 de Carreteras de la Comunidad de Madrid (ver Figura 3 y Figura 4)

Tipo de carretera	Distancia a la arista exterior de la explanación (m)	
	A	B
Autopistas y autovías	8	50
Carreteras red principal	3	25
Resto de carreteras	3	15

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

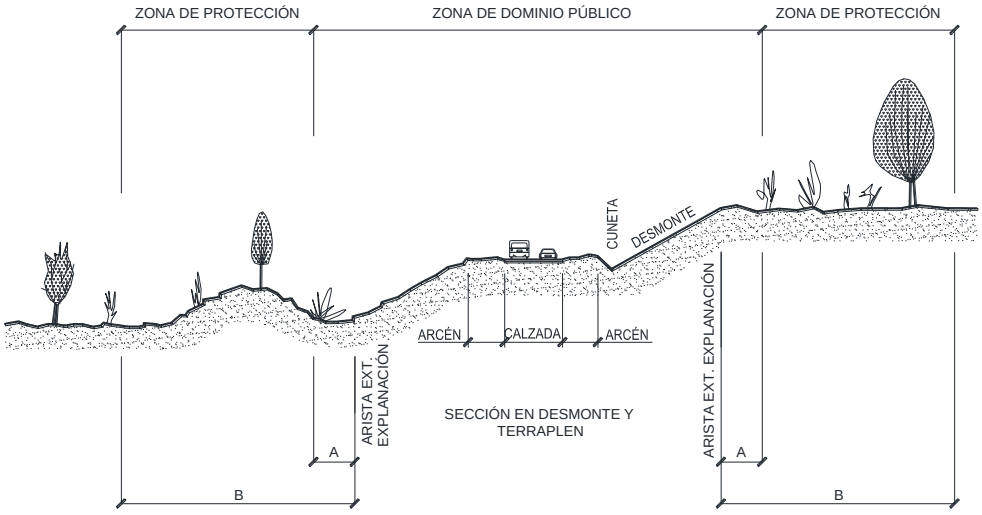


Figura 3. Uso y defensa de la carretera (Ley 3/1991 de Carreteras de la Comunidad de Madrid)

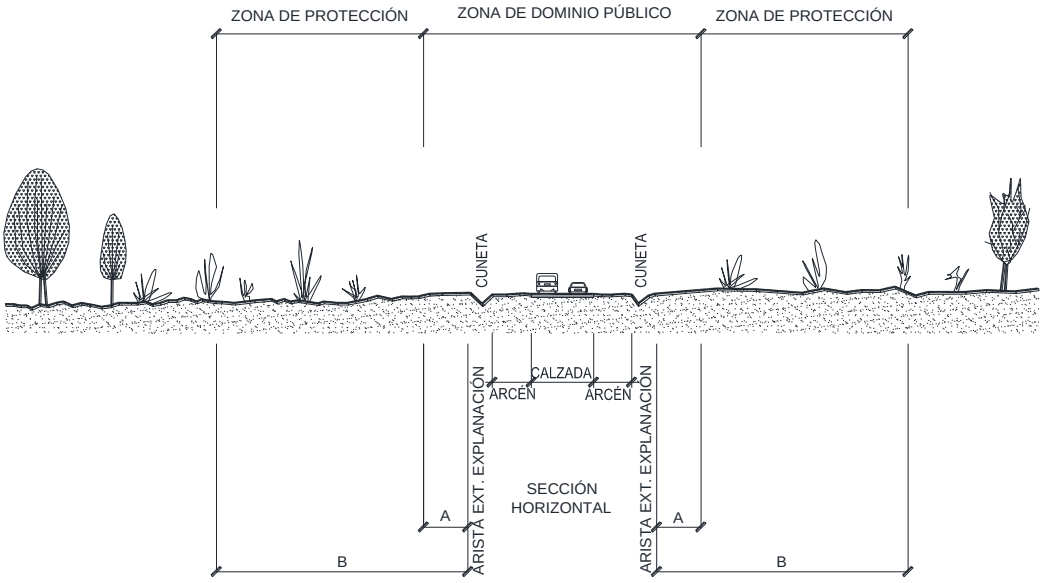


Figura 4. Uso y defensa de la carretera (Ley 3/1991 de Carreteras de la Comunidad de Madrid) (Continuación)

En las carreteras de titularidad de la Comunidad de Madrid, como norma general, la tubería se instalará fuera de las zonas de dominio público y de protección.

Se deberá consultar al organismo responsable las previsiones de futuro con relación a duplicaciones de calzada, enlaces, glorietas, etc. y pedir la correspondiente autorización para realizar cualquier tipo de obra que afecte a estas infraestructuras.

c) Ferrocarril

Las limitaciones en la afección a las infraestructuras ferroviarias se recogen en:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- *Ley 38/2015 del Sector Ferroviario*.

- *Real Decreto 2387/2004, Reglamento del Sector Ferroviario*.

Atendiendo a lo establecido en la legislación citada, se establecen unas limitaciones en las franjas de terreno adyacentes a la infraestructura en las que para la realización de obras se requiere autorización previa del correspondiente administrador de infraestructuras ferroviarias.

Tabla 4. Uso y defensa del ferrocarril (Ley 38/2015 del Sector Ferroviario y Real Decreto 2387/2004 del Sector Ferroviario, ver Figura 5)

Tipo de suelo	Distancia a la arista exterior de la explanación (m)	
	A	B
General	8	70
Suelo urbano consolidado	5	8

Figura 5. Uso y defensa del ferrocarril (Ley 38/2015 del Sector Ferroviario y Real Decreto 2387/2004 del Sector Ferroviario)

En cuanto a la solución técnica del cruce, se atenderá a lo dispuesto para los cruces de carretera.

d) Vías pecuarias

La *Ley 3/1995 de Vías Pecuarias* establece que éstas son bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas. La legislación autonómica de aplicación es la *Ley 8/1998 de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid*. Esta Ley asegura la conservación de las vías y regula sus usos.

Durante la definición del trazado de las tuberías se evitará ocupar las vías pecuarias longitudinalmente.

Será de aplicación lo establecido para las vías pecuarias en la *Ley 9/2010, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y de Racionalización del Sector Público* y la *Ley 6/2013, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas*, ambas de la Comunidad de Madrid, que modifican parcialmente a la *Ley 8/1998*.

e) Patrimonio

De acuerdo con la *Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español*, deberá tenerse en cuenta que cualquier obra o remoción de terreno que se proyecte realizar en un sitio histórico o en una zona arqueológica declarados bien de interés cultural deberá ser autorizada por la Administración competente para la

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

protección de dichos bienes, que podrá, antes de otorgar la autorización, ordenar la realización de prospecciones y, en su caso, excavaciones arqueológicas.

f) Energía eléctrica

En el caso de afección a instalaciones de generación, transporte o distribución de energía eléctrica deberá contemplarse lo establecido en la *Ley 54/1997 del Sector Eléctrico* respecto al ejercicio de la servidumbre de paso (tanto aérea como subterránea) y dado el especial carácter de las obras a realizar en las inmediaciones de una línea eléctrica cumplir lo establecido en el *Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*.

g) Otros servicios afectados

En el caso de afección a cualquier otro tipo de servicio o infraestructura, como líneas de telecomunicaciones, gaseoductos, oleoductos, etc., deberá tenerse en cuenta la legislación específica al respecto y establecer en el proyecto las limitaciones por afecciones que, en cualquier caso, serán determinadas en base al informe preceptivo del organismo gestor o compañía responsable correspondiente.

II.4.3 Trazado en alzado

La profundidad mínima de las conducciones de saneamiento se determinará de forma que se garanticen las siguientes condiciones:

- Que la conducción quede protegida frente a las acciones externas, especialmente el tráfico rodado (ver artículo III.6) y preservada de las variaciones de temperatura.

- Que se recojan las acometidas existentes, de acuerdo con lo indicado en las presentes Normas.

No obstante, como criterio general la altura de tierras por encima de la generatriz exterior del colector deberá ser superior a 1,00 m. Cuando estos recubrimientos mínimos no puedan respetarse deberán tomarse las medidas de protección necesarias indicadas en el apartado X.5.7.

Los valores máximos y mínimos de pendiente de las conducciones de saneamiento deberán ser tales que garanticen las condiciones de funcionamiento hidráulico especificadas en el apartado III.5. Como criterio general de diseño, la pendiente mínima adoptará el valor de 1% y la pendiente máxima no deberá ser superior al 4%, salvo autorización expresa de Canal de Isabel II. La validez de las pendientes deberá estar justificada por el cumplimiento de los umbrales de velocidad establecidos en el apartado III.5.7.

Por otro lado, las redes de saneamiento deberán respetar las distancias verticales respecto a otros servicios, indicadas en la Tabla 1. En particular, deberán situarse en un plano inferior a las de abastecimiento, con una separación mínima de 1,00 m.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III Conducciones

III.1 Secciones

Los colectores, en función de sus dimensiones, pueden ser de sección no visitable o visitable.

III.1.1 Colectores no visitables

De manera general, se consideran colectores no visitable los constituidos por secciones circulares de diámetro interior menor de 1,80 m.

En estos colectores se deberán disponer pozos de resalto por trasdós cuando la diferencia de alturas, medida desde las rasantes hidráulicas, entre el colector influente y efluente al pozo sea superior a 1,00 m. Los mismos vienen descritos en el apartado IV.4.4 y en los planos 2.8, 2.9 y 2.10. Esta condición no será estrictamente necesaria en colectores separativos de pluviales.

En el diseño de redes de saneamiento podrán existir conexiones de estos colectores influentes a pozos sin necesidad de efectuar resalto sobre la solera del pozo adaptando sus pendientes, siempre y cuando confluyan al pozo de registro en ángulo favorable al sentido del flujo del colector efluente del pozo. En el caso de que el colector influente al pozo confluya en ángulo desfavorable al sentido del flujo del colector efluente del pozo, se deberá dotar de un cierto resalto que evite flujos en sentidos opuestos. La altura del resalto deberá estar comprendida entre 0,75 y 1 veces el diámetro del colector efluente, disponiendo de pozo de resalto por trasdós para alturas mayores de 1,00 m, excepto en colectores separativos de pluviales, donde se podrá omitir la disposición de trasdós.

III.1.2 Colectores visitables

Para cualquier tipología de sección (generalmente sección tubular o galería), los colectores se considerarán que tienen sección o carácter visitable cuando, de manera general, dispongan de cuna y andén practicable, para la inspección del colector por el personal de mantenimiento.

El andén se considerará practicable cuando disponga de un ancho superior a 0,50 m y la altura que exista, desde la vertical situada en el punto medio del andén hasta su intersección con la parte superior del colector, sea de al menos 1,70 m.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En cualquier caso, será requisito para considerar un colector como visitable, que el régimen hidráulico en tiempo seco permita la inspección de los mismos y no inunde los andenes ni siquiera en momentos de vertido punta, quedando el calado hidráulico siempre debajo del resguardo del andén.

Además, de manera especial se podrá considerar un colector como visitable aquel que no tenga andén, pero que su régimen hidráulico permita el tránsito. Para ello el calado y velocidad máximos serán de 9 cm y 1,5 m/s respectivamente.

En el caso de emplear secciones galería, la condición de que la altura desde la vertical situada en el punto medio del andén hasta su intersección con la parte superior del colector, sea de al menos 1,70 m, implica una altura total desde andén a clave de 1,80 m.

En el caso de emplear colectores de sección circular el diámetro interior mínimo será de 1,80 m. Estas secciones deberán disponer de sus correspondientes andenes, bien prefabricados o bien conformados in situ de hormigón armado.

El conformado de la cuna y andén, en todos los casos, deberán ser dimensionados geométricamente para el caudal punta de aguas residuales. La cuna deberá disponer de un resguardo mínimo igual a $0{,}1 \cdot Ø_{cuna}$, siempre superior a 0,05 m, sobre el calado que se dará en la cuna correspondiente al caudal punta de residuales.

Los colectores visitables tubulares tendrán conformados andenes en hormigón armado, bien ya constituidos en su prefabricación o bien ejecutados in situ del siguiente modo:

- En caso de que se efectúen *in situ* se realizarán mediante la disposición previa de encofrado metálico curvado y mallazo #100x100 Ø8 mm curvado dispuesto a unos 0,10 m de distancia respecto del tubular. El anclaje y conexión del mallazo con la superficie interna del colector se efectuará mediante instalación de barras corrugadas Ø8 mm de 0,30 m y con patilla de 0,10 m en un extremo.

- Estas barras con patilla serán ancladas mediante resina epoxi alojada en orificios practicados mediante taladro en dirección radial sobre el tubo. La longitud de anclaje y en consecuencia la longitud del taladro no será superior a 0,10 m para evitar traspasar el tubular.

- Las barras de anclaje se dispondrán longitudinalmente cada 0,75 m y sobre dos hileras. El mallazo se colocará sobre las patillas de las barras y quedará de este modo anclado.

- El hormigonado, posterior a la disposición de la armadura, se realizará previa imprimación epoxídica de la superficie interna del colector, en contacto con el futuro hormigón del andén.

Se deberán emplear secciones visitables siempre que la rasante hidráulica de los colectores supere los 4,50 m de profundidad en casco urbano o 5,00 m en zonas no urbanizadas, salvo autorización expresa de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

En colectores visitables se deberán disponer rápidos cuando se necesite resolver cualquier diferencia de cotas que se derive del ajuste del perfil longitudinal a las pendientes válidas para su correcto funcionamiento hidráulico. Esta solución será la única que se considerará como admisible por parte de Canal de Isabel II. Los rápidos se describen en el apartado VII.5, y la sección tipo de rápido en cascada con escalonado se indica en el plano 1.3.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III.1.3 Dimensiones mínimas

Dependiendo del uso de los colectores, y de su carácter no visitable o visitable, éstos deberán poseer unas dimensiones mínimas que permitan garantizar las operaciones de conservación de los mismos. Salvo autorización expresa de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, las dimensiones mínimas serán las siguientes:

Secciones no visitables:

- Ramales de imbornales: DN mínimo 250 mm
- Colectores generales: DN mínimo 400 mm
- Impulsiones: DN mínimo 150 mm

Secciones visitables:

- En secciones tipo galería:
  - Altura total mínima desde andén a clave: 1,80 m.
  - Anchura mínima entre hastiales: 1,00 m.
  - Diámetro mínimo de la cuna: 0,40 m.
  - Resguardo mínimo de la cuna hasta el andén: 0,05 m.

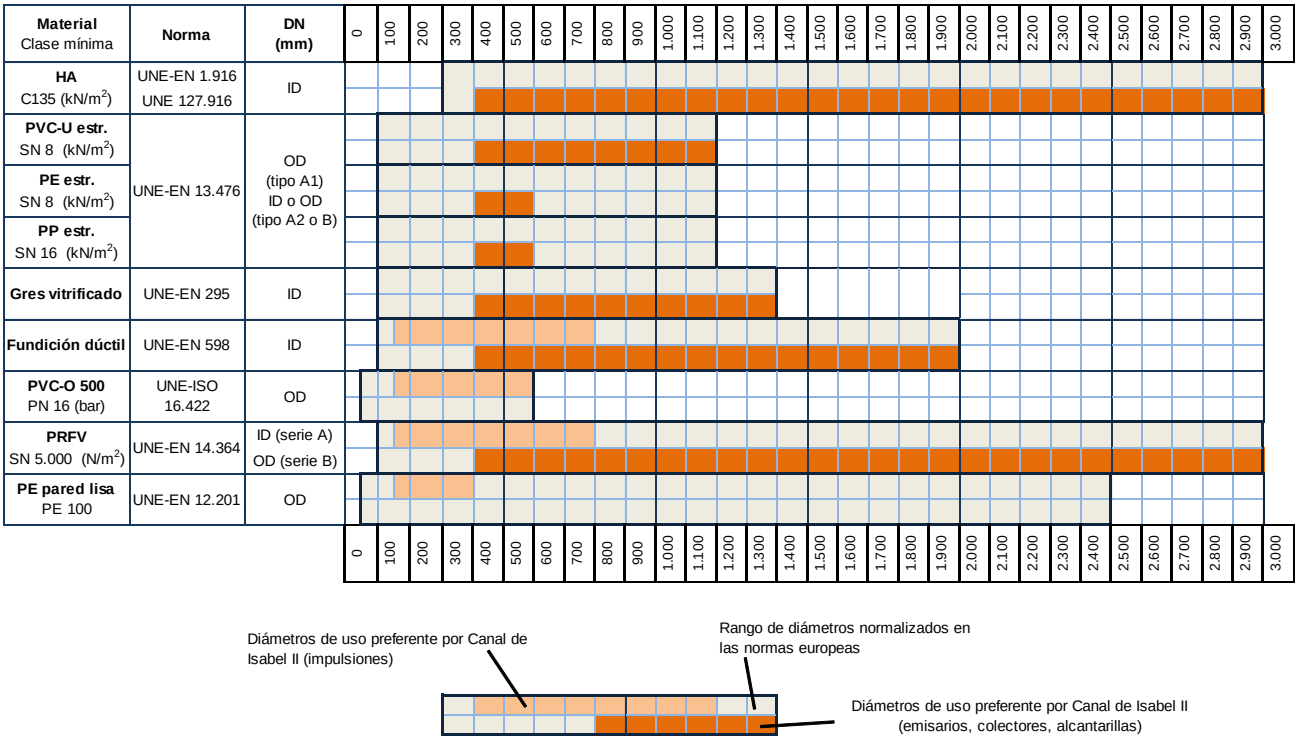
  En caso de profundidades de la rasante hidráulica como las indicadas en el apartado III.1.2, y si el caudal a transportar lo permite, se podrá ejecutar la sección en galería tipo 0 indicada en los planos 1.1 y 1.2, de manera excepcional, y previa autorización de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

  En los planos 1.1 y 1.2 se describen secciones tipo de galerías ejecutadas in situ o mediante módulos prefabricados, respectivamente.
- En secciones circulares: DN mínimo 1.800 mm con andén.
- En secciones marcos: deberán tener andén y cunas. La altura deberá ser al menos de 1,70 m desde el andén y su anchura al menos de 1,00 m entre hastiales.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III.2 Mapa de usos. Materiales

Los colectores tubulares podrán estar formados por los siguientes materiales:



Nota 1. ID: diámetro interior. OD: diámetro exterior.

Nota 2. La utilización de PE y PP de pared estructurada se restringirá a altura de tierra por encima de la clave del tubo menor de 3,00 m, además los tubos de PP de pared estructurada se restringirán al caso de que no exista carga de tráfico.

Nota 3. Tubos de Gres vitrificado y Fundición dúctil no son habituales para ciertas aplicaciones (gravedad, calidad/precio...).

Figura 6. Mapa de usos de Canal de Isabel II

Para cada uno de los materiales se tendrá en consideración las siguientes prescripciones:

- Tubos de Hormigón: el hormigón y acero utilizado para las armaduras cumplirá con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE para la clase general de exposición IIa y clase específica de exposición Q_b. Cuando los cementos vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR), siempre que el contenido de sulfatos, expresado como SO_4, sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o 3.000 mg/kg en el caso de suelos, tal como se indica en la Instrucción para la recepción de cementos RC-16.

- Tubos de Fundición: revestimiento interior de mortero de cemento con alto contenido en alúmina (como mínimo de un 40%).

- Tubos de Gres vitrificado: Serán siempre vitrificados.

- Tubos de PVC-U, PE y PP estructurado y PVC-O serán preferentemente de color teja.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Los colectores visitables estarán constituidos, de manera general, por lo siguientes materiales:

- Hormigón armado para sección circular.

- Fábrica de ladrillo, hormigón en masa u hormigón armado, en secciones tipo galería normalizada y ejecutadas exclusivamente en mina, u hormigón armado en caso de ejecución a cielo abierto. En este sentido se consideran secciones normalizadas las incluidas en el plano 1.1 del Anexo 6.

Entre pozo y pozo de registro los colectores deberán poseer un único material constitutivo y las mismas propiedades geométricas y mecánicas.

Los materiales o el diseño de los distintos componentes serán los indicados en estas Normas. Cualquier otro material o variación en el diseño deberá ser debidamente justificado y aprobado por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

III.3 Juntas y uniones

Las uniones entre los distintos componentes que integran una red de alcantarillado pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- Uniones flexibles

  Si permiten una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, y un ligero desplazamiento diferencial entre ejes.

- Uniones rígidas

  Si no permiten desviación angular significativa ni durante ni después de la puesta en obra.

- Uniones ajustables

  Si solamente permiten una desviación angular significativa en el momento de la instalación, pero no posteriormente.

Alternativamente a la anterior, otra clasificación habitual de los sistemas de unión es la siguiente:

- Uniones autotrabadas o resistentes a la tracción

  Si son capaces de resistir el empuje longitudinal producido por la presión interna y, cuando se dé el caso, también por las fluctuaciones de temperatura y contracción de Poisson de la conducción bajo presión interna.

- Uniones no autotrabadas o no resistentes a la tracción

  Las que tienen un juego axial adecuado para acomodar el movimiento axial del extremo liso inducido por fluctuaciones térmicas y contracción de Poisson de la conducción bajo presión interna, además de la desviación angular especificada.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En los diferentes apartados del Anexo 1 se han especificado, para cada tipología de conducción en particular, los posibles sistemas de unión normalizados en cada caso.

En cualquier caso, sean cuales sean las tipologías de uniones adoptadas, las mismas deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Resistir, permanentemente y sin fugas, una presión hidráulica interior de 0,2 N/mm^2 para el caso de alcantarillado por gravedad o de 1,1 N/mm^2 si el alcantarillado es bajo presión.

- Ser estancas a una presión hidráulica interior negativa (depresión) de 0,09 N/mm^2.

- Resistir, sin entrada de agua, una presión hidrostática exterior de 0,2 N/mm^2, cuando esté previsto su uso a profundidades mayores de 5 m bajo el agua.

En el caso particular de que se empleen uniones con junta de elastómero o uniones con bridas, deberán ser conformes con lo especificado por las normas UNE-EN 681, para el primer caso (juntas elastoméricas) y UNE-EN 1092, UNE-EN 1514, UNE-EN 1515, UNE-EN 1591 y UNE-EN 12560, para el segundo (uniones con bridas), independientemente de los componentes a unir.

III.4 Piezas especiales

III.4.1 Generalidades y definiciones

Únicamente se admitirán piezas especiales (o accesorios) en conducciones bajo presión hidráulica interior. Serán siempre de sección circular y podrán ser de alguno de los siguientes materiales, debiendo cumplir cada tipología con lo especificado para las mismas en el Anexo 1.

- Fundición dúctil.

- PE de pared lisa.

- PRFV.

Atendiendo a su tipología, las piezas especiales podrán clasificarse de la siguiente manera (ver Figura 7 adjunta):

- Codo

  Componente que permite un cambio de dirección en el trazado del tubo. Podrán ser bien moldeados a partir de una sola pieza o bien estar constituidos por trozos de tubos cortados a inglete unidos entre sí formando curvas poligonales.

- Entronque, derivación, té o tubo con acometida

  Componente que permite bien la conexión de dos tubos incidentes en uno único o bien el reparto del caudal circulante por un tubo en varios de sección más reducida.

- Cono o reductor

  Componente que permite variar la sección del tubo a lo largo de una cierta longitud.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Empalme, adaptador, conector o tubo corto o tubo de conexión

  Componente que consiste en un tubo de pequeña longitud con sus extremos terminados bien en enchufe, en campana o directamente lisos.

- Brida ciega o tapón

  Componente que, habitualmente colocado en los extremos de las conducciones o en sus derivaciones, impide que circule el agua, a la vez que evita posibles intrusiones.

- Placa reductora

  Tapón al que se le ha practicado un orificio en su zona central.

En la figura adjunta se representan las combinaciones posibles de tipologías de piezas especiales según materiales.

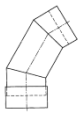
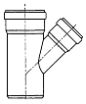
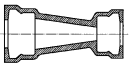
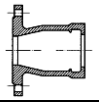
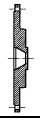
Materiales / Piezas especiales		Fundición	PE	PRFV
Codo	Moldeado			
	Segmentado 			
Derivación 				
Cono 				
Tubo corto o conector 				
Placa reductora 				
Tapón				

Figura 7. Denominación de las piezas especiales o accesorios

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Siempre que sea posible, las piezas especiales serán del mismo material que el de los propios tubos.

Las piezas especiales, a intercalar entre los tubos de PVC-O serán de fundición dúctil conforme a la norma UNE-EN 1284. Se valorará la instalación de piezas especiales fabricadas en PVC-O, según norma europea UNE-CEN/TS 17176-3, previa autorización expresa de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

III.4.2 Piezas especiales de fundición dúctil

Las piezas especiales de fundición dúctil deberán cumplir con lo especificado para las mismas en las Normas UNE-EN 545 y UNE-EN 598, pudiendo ser de la siguiente tipología:

- Codos

  Los codos de fundición dúctil se fabricarán por moldeo en una sola pieza. En la Norma UNE-EN 545 están normalizadas sus dimensiones (ver Figura 8 siguiente), si bien, en cualquier caso, los ángulos nominales de los mismos serán, en general, los siguientes: 90° (1/4), 45° (1/8), 22° 30´ (1/16) o 11° 15´ (1/32).

  Los sistemas de unión normalizados de los codos serán enchufe-enchufe o brida-brida, si bien, podrán admitirse también codos enchufe-brida.

  Otra tipología de codos posibles en fundición son los conocidos como codos de pie de pato, los cuales están normalizados para ángulos de 90° (1/4).

- Tés

  En la Norma UNE-EN 545 están normalizadas las dimensiones de la siguiente tipología de tés a 90° (ver figura siguiente): con tres enchufes, con tres bridas, con dos enchufes y derivación a brida.

- Conos

  En la Norma UNE-EN 545 están normalizadas las dimensiones de los conos de fundición dúctil. Los sistemas de unión normalizados de estos elementos serán enchufe-enchufe o brida-brida (ver figura siguiente).

- Conectores (brida-enchufe o brida-liso)

- Bridas ciegas

- Placas reductoras

En general, las piezas especiales de fundición dúctil irán provistas con un recubrimiento exterior e interior a base de resinas epoxi, si bien, excepcionalmente, y si así lo aceptan los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, podrá disponerse algún otro recubrimiento de los especificados en la Norma UNE-EN 598.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

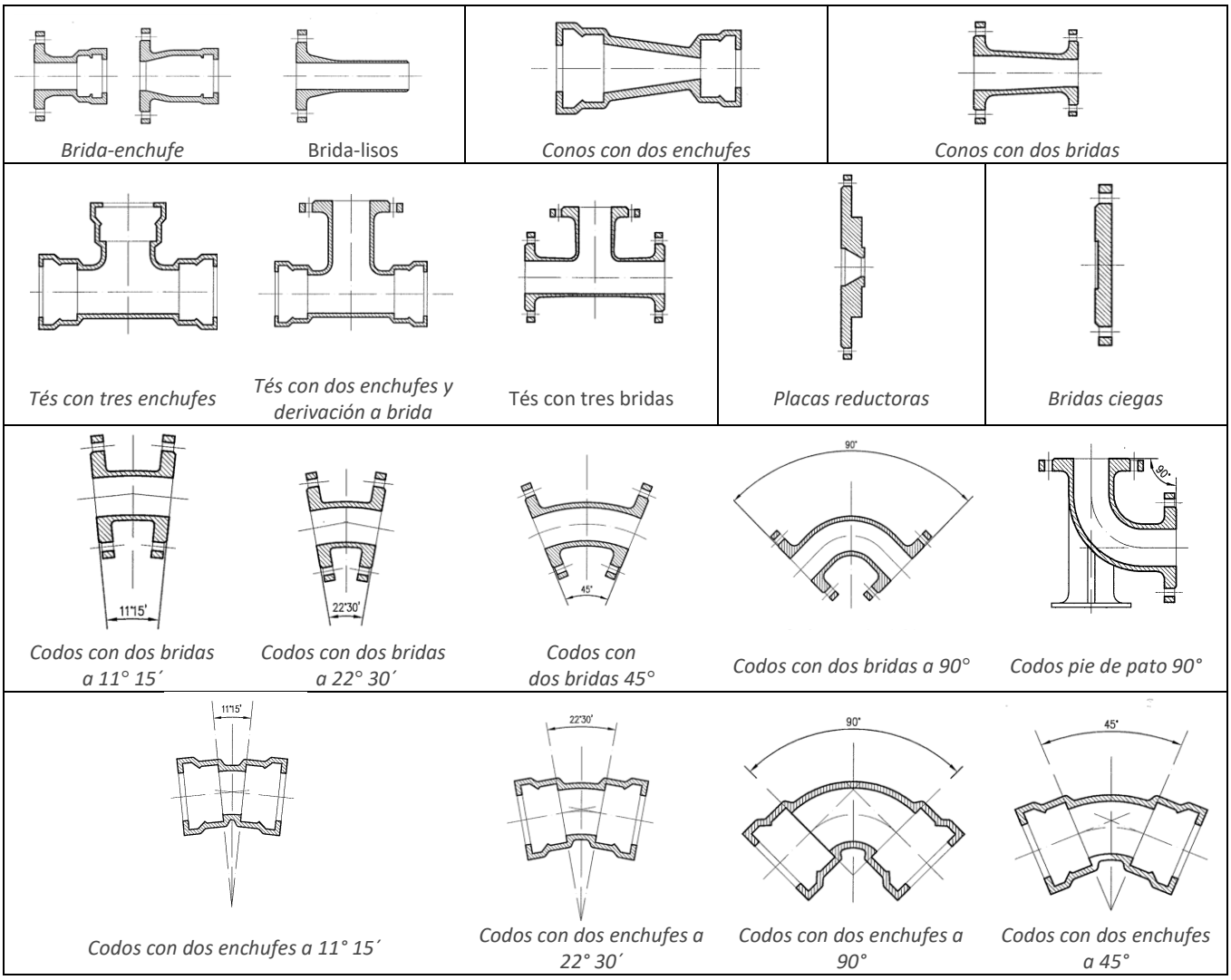


Figura 8. Ejemplos de piezas especiales de fundición dúctil

III.4.3 Piezas especiales de PE de pared lisa

Las piezas especiales de PE de pared lisa a emplear en las redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior deberán cumplir con lo especificado en la Norma UNE-EN 12201, pudiendo ser de la siguiente tipología:

- Codos.
- Derivaciones.
- Conos.
- Tapones.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Las dimensiones de las piezas especiales deberán ser especificadas por el respectivo fabricante. El espesor mínimo será el del propio tubo, si bien, en el caso de los conos, el espesor podrá variar gradualmente de un extremo al otro.

Los codos podrán ser bien moldeados en una sola pieza o bien segmentados, construidos a partir de trozos de tubos cortados al bies.

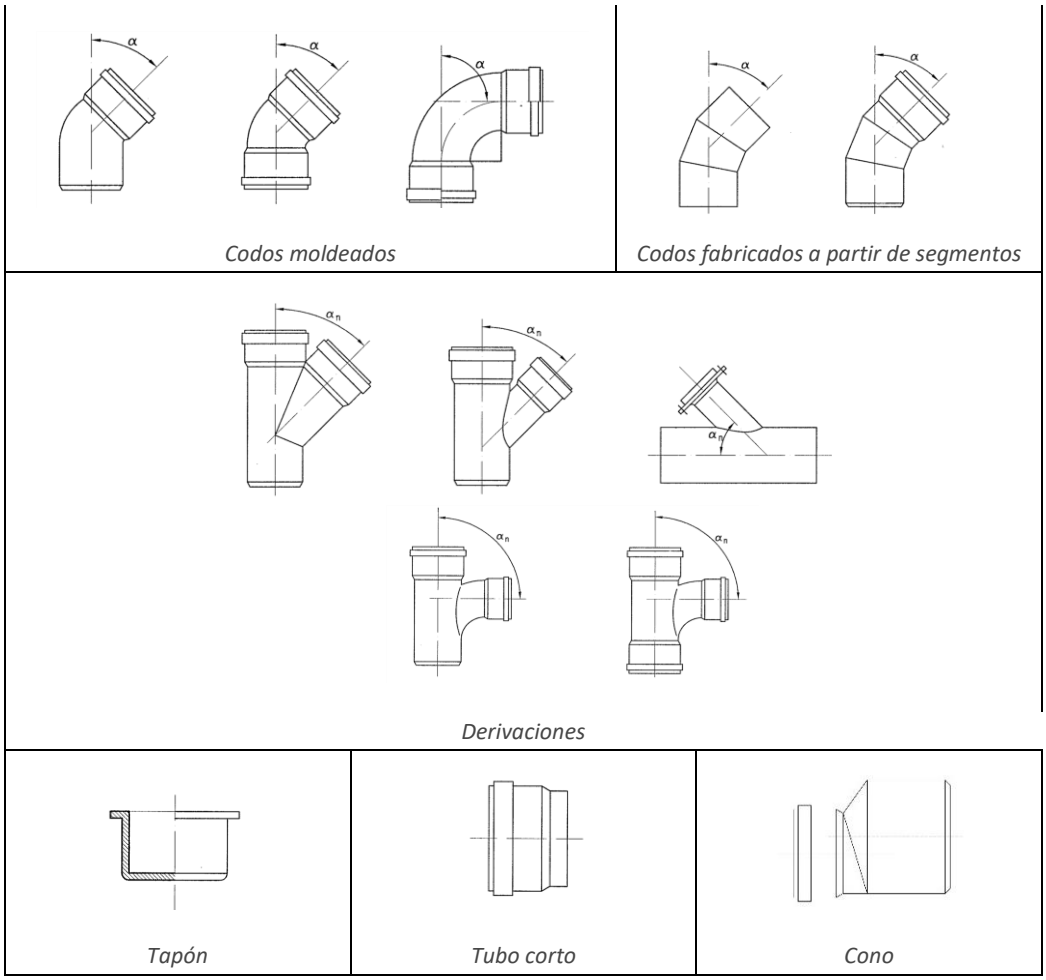


Figura 9. Ejemplos de piezas especiales de PE de pared lisa

III.4.4 Piezas especiales de PRFV

Las piezas especiales de PRFV a emplear en las redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior deberán cumplir con lo especificado para las mismas en las Normas UNE-EN 14364, pudiendo ser de la siguiente tipología:

- Codos.
- Derivaciones.
- Conos (reductores).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Tubos cortos (bridas).

Los codos de PRFV podrán ser bien moldeados de una sola pieza o fabricados a partir de la unión de trozos segmentados de tubos.

Los ángulos nominales normalizados, α, de los codos, serán, en general, los siguientes: 11°; 25°; 15°; 22,5°; 30°; 45°; 60° y 90°, si bien, previa aceptación de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, podrán admitirse otros valores. Además, el ángulo de cada uno de los segmentos que componen el codo no deberá ser superior a 30°.

El radio de curvatura mínimo del codo, r, no deberá ser, en ningún caso, inferior al DN de la conducción.

Las derivaciones en PRFV tendrán, en general, un ángulo nominal normalizado, α, de 90°.

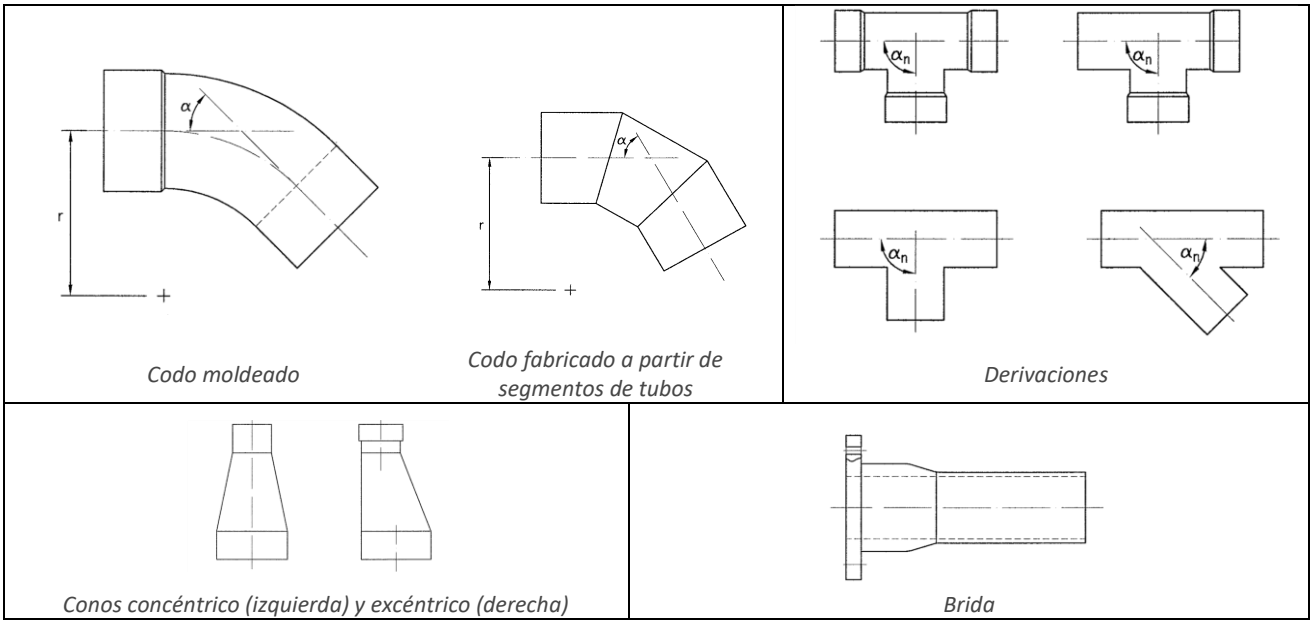


Figura 10. Ejemplos de piezas especiales de PRFV

III.5 Dimensionamiento hidráulico

III.5.1 Consideraciones generales

El diseño hidráulico de las conducciones tendrá por objeto principal la determinación de sus dimensiones, debiendo comprender, al menos, las siguientes comprobaciones:

- Velocidades máximas y mínimas.
- Llenado de las conducciones.
- Cálculo de pérdidas de cargas lineales y localizadas.
- Auto-limpieza de la conducción.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Previo a todo ello, en cualquier caso, deberán calcularse los caudales de diseño de las conducciones conforme a lo especificado en los siguientes apartados.

Para cada tramo objeto de dimensionamiento, el mismo se realizará considerando los valores de caudales aguas arriba de dicho tramo, es decir los caudales que recoge.

III.5.2 Determinación de los caudales de diseño

Las conducciones que forman parte de un sistema integral de saneamiento deberán diseñarse de manera que se consideren en su cálculo la totalidad de las aguas residuales generadas en las zonas atendidas por las mismas y las aguas de lluvia asociadas a un período de retorno de 10 años.

Las aguas residuales evacuadas por las conducciones podrán ser de procedencia diversa, debiendo considerarse de forma expresa en el cálculo, al menos, las reflejadas en las "Normas para Redes de Abastecimiento. Versión 4. 2020", o en sus posibles futuras modificaciones, de los siguientes orígenes:

- Domésticas o de consumo urbano residencial (se considerarán de manera independiente edificaciones univivienda y multivivienda).

- Usos terciarios, dotacionales e industriales.

Cuando a las conducciones acometan vertidos de otra naturaleza, deberán tenerse en cuenta en su diseño.

III.5.3 Dotaciones de cálculo y coeficientes de retorno

Las dotaciones de cálculo de abastecimiento a emplear en los proyectos de redes nuevas de alcantarillado de Canal de Isabel II serán las indicadas en las "Normas para Redes de Abastecimiento. Versión 4. 2020" o en sus posibles futuras modificaciones.

Los coeficientes de retorno a aplicar a dichas dotaciones, para los distintos usos considerados, serán los siguientes:

Tabla 5. Coeficientes de retorno para usos de planeamiento futuro

USO DEL SUELO	Viviendas unifamiliares	Viviendas multifamiliares	Terciario, dotacional e industrial
Suelo urbano no consolidado (SUNC) sin desarrollar	0,800	0,950	0,855
Suelo urbanizable sectorizado (SUS) sin desarrollar			
Suelo urbanizable no sectorizado (SUNS) sin desarrollar			

Nota: No se incluye el uso de zonas verdes al considerarse un coeficiente de retorno de 0 para el mismo.

III.5.4 Caudales de aguas residuales

Para el cálculo de las aguas residuales generadas en la zona objeto de proyecto se seguirán los criterios que se indican a continuación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Caudales medios: se calcularán según las formulaciones indicadas a continuación:

  - Caudales medios de aguas residuales domésticas (procedentes de consumo urbano residencial), QD_m (l/s):

$$QD_m = \frac{\sum D_j \times C_{rj} \times S_j}{86.400}$$

Siendo:

D_j	Dotación de agua para cada procedencia j, viviendas unifamiliares y viviendas multifamiliares (l/m^2 edificable y día)
C_{rj}	Coeficiente de retorno para cada procedencia j, según Tabla 5
S_j	Superficie edificable permitida para cada procedencia j (m^2)

  - Caudales medios de aguas residuales industriales (procedentes de usos terciarios, dotacionales e industriales), QI_m (l/s):

$$QI_m = \frac{\sum D_I \times C_{rI} \times S_I}{86.400}$$

Siendo:

D_I	Dotación de aguas industriales (l/m^2/día)
C_{rI}	Coeficiente de retorno según Tabla 5
S_I	Superficie edificable permitida para las industrias ó servicios (m^2)

  - Caudal medio total de aguas residuales, QT_m (l/s): será la suma de los dos caudales indicados anteriormente.

$$QT_m = QD_m + QI_m$$

- Caudales mínimos: se calcularán aplicando un coeficiente de 0,25 respecto a los caudales medios:

  - Caudal mínimo de aguas residuales domésticas (procedentes de consumo urbano residencial), QD_{min} (l/s):

$$QD_{\min} = 0{,}25 \times QD_m$$

  - Caudal mínimo de aguas residuales industriales (procedentes de usos terciarios, dotacionales e industriales), QI_{min} (l/s):

$$QI_{\min} = 0{,}25 \times QI_m$$

  - Caudal mínimo de aguas residuales, Q_{min} (l/s): será el menor de los siguientes valores: QD_{min} y QI_{min}.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Caudal punta de aguas residuales, Q_p (l/s): se utilizará la siguiente expresión para su cálculo:

$$Q_p = 1{,}6 \times \left(\sqrt{QT_m} + QT_m\right) \leq 3 \times QT_m$$

III.5.5 Caudal de aguas pluviales

El caudal de aguas pluviales, *QP*, se calculará por el método que el proyectista considere más adecuado técnicamente, considerando intensidades de lluvia de periodo de retorno 10 años, y contando con la aprobación Técnica de Canal de Isabel II.

III.5.6 Caudales de cálculo de las conducciones

Para las necesarias comprobaciones hidráulicas de las conducciones que forman parte de un sistema integral de alcantarillado (ver apartados III.5.7 y III.5.8) se calcularán los caudales máximo y mínimo de diseño a partir de los anteriores caudales de aguas residuales y pluviales, conforme a los criterios que se indican a continuación:

- Caudal máximo de diseño, Q_{max}:
  - Redes unitarias
    - Conducciones aguas arriba de los aliviaderos: $Q_{\max} = Q_p + QP$
    - Conducciones aguas abajo de los aliviaderos: se deberán considerar las prescripciones conforme a lo establecido en el Plan Hidrológico del Tajo o legislación al respecto, vigente.
  - Redes separativas
    - Conducciones de aguas residuales: $Q_{\max} = Q_p$
    - Conducciones de aguas pluviales: $Q_{\max} = QP$

    Siendo:

    Q_{max} Caudal máximo de diseño de las conducciones de la red de alcantarillado (l/s)
    Q_p Caudal punta de aguas residuales (l/s)
    QP Caudal de aguas pluviales (l/s)

- Caudal mínimo de diseño, Q_{min}: será el menor de los siguientes valores: QD_{min} y QI_{min}

  Siendo:

  Q_{min} Caudal mínimo de diseño de las conducciones de la red de alcantarillado (l/s)
  QD_{min} Caudal mínimo de aguas residuales domesticas (procedente de consumo urbano residencial) (l/s)
  QI_{min} Caudal mínimo de aguas residuales industriales (procedente de usos terciarios, dotacionales e industriales) (l/s)

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III.5.7 Velocidad del agua

Los colectores se predimensionarán, en el primer tanteo geométrico que efectúe el proyectista, con perfiles longitudinales cuyas pendientes estén comprendidas entre el 1% y el 4%. El dimensionamiento definitivo y en consecuencia las pendientes y secciones correspondientes a cada tramo de colector, se obtendrá de la comprobación del régimen hidráulico que se consiga de modo que se cumplan los siguientes criterios:

- La velocidad mínima no deberá ser inferior a 0,6 m/s bajo el caudal mínimo de aguas residuales. En caso de que ésta no se cumpliera, será admisible la pendiente y sección dispuesta si se verifica el cumplimiento de la velocidad anterior para el caudal medio de aguas residuales.

- En colectores de aguas residuales pertenecientes a redes separativas, la velocidad máxima, bajo el caudal máximo de diseño, no deberá ser superior a 3 m/s. De la misma forma, para el caso de redes unitarias, la velocidad no será superior a 3 m/s, considerando el caudal punta de aguas residuales (o lo que es lo mismo, caudal máximo en tiempo seco).

- En colectores unitarios o en colectores de pluviales de redes separativas, la velocidad máxima, bajo el caudal máximo de diseño, no deberá ser superior a 5 m/s. De manera excepcional, dicha velocidad se podrá considerar de 6 m/s, en caso de colectores de hormigón o gres.

Cuando la pendiente de los colectores no permita cumplir con la limitación de velocidad mínima, no se podrá acudir, en ningún caso, al empleo de cámaras de descarga para la limpieza de la red de saneamiento.

Con objeto de poder cumplir el criterio de velocidad mínima, el proyectista podrá acudir al empleo de conducciones de baja rugosidad relativa como los materiales termoplásticos contemplados en esta norma.

III.5.8 Llenado de la conducción

En las conducciones cuyo funcionamiento sea en lámina libre, deberá comprobarse que, en la hipótesis de circulación del caudal máximo de proyecto (Q_{max}), su llenado es inferior al 75% u 85% de la sección en los casos de conducciones de aguas residuales o de aguas pluviales, respectivamente. Para el caso de redes unitarias el llenado será inferior al 75%.

III.6 Dimensionamiento mecánico

III.6.1 Consideraciones generales

El presente artículo tiene por objeto establecer unos criterios básicos para el diseño mecánico de las conducciones en lámina libre que formen parte de un sistema integral de saneamiento. Las conducciones bajo presión hidráulica interior requerirán cálculos adicionales, siendo de aplicación lo recogido en las vigentes Normas de Abastecimiento de Canal de Isabel II.

A los efectos del diseño mecánico de las conducciones, éstas se clasificarán, en (UNE-EN 805):

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Rígidas: aquellas cuya capacidad de carga está limitada por la rotura, sin que previamente aparezcan deformaciones significativas en su sección transversal.

- Flexibles: las que su capacidad de carga está limitada por la deformación admisible.

- Semirrígidas: aquellas cuya capacidad de carga puede estar limitada bien por la rotura o bien por la deformación transversal.

El cálculo mecánico de las conducciones deberá realizarse para todas las disposiciones que figuren en el proyecto, y en cada una de sus secciones más desfavorables, al objeto de dimensionar y comprobar su correcto funcionamiento, de acuerdo con las consideraciones que para cada tipo de tubo se especifican en los diferentes artículos de estas Normas.

En este cálculo, se considerará en cada una de las secciones a estudiar la hipótesis pésima de carga, entendiendo por tal aquella combinación de acciones de cálculo que produzca la máxima solicitación o deformación en esa sección, habida cuenta del tipo de apoyo adoptado.

El método de cálculo que figure en el proyecto podrá ser cualquiera de los de uso frecuente dentro del ámbito de las tuberías, recogidos o no en las diferentes normas específicas para cada tipo de tubo, de forma que, con los coeficientes de seguridad y demás criterios que se indican en los artículos de estas Normas para cada tipo de tubo, se asegure el adecuado dimensionamiento de la tubería.

Las principales acciones que, en general, deben considerarse en el cálculo mecánico de las conducciones son las siguientes:

a) Acciones gravitatorias

    a.1) Peso propio
    a.2) Cargas permanentes o cargas muertas
    a.3) Sobrecargas de uso
        a.3.1) Carga debida al peso del agua en el interior de la tubería
        a.3.2) Presión interna actuante, incluyendo el golpe de ariete, en su caso

b) Acciones del terreno

c) Acciones del tráfico

d) Acciones climáticas

    d.1) Acciones del viento
    d.2) Acciones térmicas
    d.3) Acciones de la nieve

e) Acciones debidas al nivel freático

f) Acciones reológicas

g) Acciones sísmicas

En cualquier caso, además de las acciones anteriores, deberán tenerse en cuenta en el dimensionamiento mecánico de la tubería aquellas acciones específicas que puedan producirse durante la instalación de la tubería (como, por ejemplo, el empuje producido en los tubos instalados mediante hinca, acciones debidas a la compactación de rellenos, etc.).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III.6.2 Dimensionamiento de conducciones enterradas

En las instalaciones enterradas, si bien en el proyecto de la conducción deberán considerarse todas las acciones indicadas en el anterior apartado III.6.1, habitualmente, las más determinantes son las derivadas del terreno y del tráfico (y, en su caso, de la presión interior actuante), de manera que la hipótesis pésima de carga se producirá usualmente por la combinación de las anteriores acciones conforme se especifica en los siguientes artículos según tipologías de conducciones.

III.6.2.1 *Tubos de hormigón de sección circular*

El dimensionamiento mecánico de estos tubos se realizará conforme a lo especificado por el Anexo M de la Norma UNE 127916.

III.6.2.2 *Tubos de gres*

El dimensionamiento mecánico de los tubos de gres se hará de igual manera que el de los tubos de sección circular descrito en el apartado III.6.2.1, considerando el caso de instalación en zanja y teniendo en cuenta que la carga de rotura será la especificada en las Normas UNE-EN 295.

III.6.2.3 *Tubos de fundición dúctil*

El dimensionamiento mecánico de estos tubos se realizará conforme a lo especificado en el Anexo C de la Norma UNE-EN 598.

III.6.2.4 *Tubos de materiales termoplásticos*

El dimensionamiento mecánico de los tubos de materiales termoplásticos, independientemente de su tipología (PVC-U, PVC-O o PE; pared lisa o pared estructurada), se realizará conforme a lo especificado en la Norma UNE 53331 (la cual sigue el conocido como método ATV), debiendo utilizar para su aplicación la ayuda de algún programa de ordenador desarrollado al respecto.

III.6.2.5 *Tubos de PRFV*

El dimensionamiento mecánico de estos tubos se realizará conforme a lo especificado en el manual AWWA M45 Fiberglass Pipe Design.

III.6.3 Dimensionamiento de conducciones aéreas

En las *instalaciones aéreas*, para todas las tipologías de materiales, será preciso analizar las secciones críticas donde concurran estados tensionales derivados de la presión hidráulica interior, de la flexión longitudinal producida por las acciones gravitatorias y aerodinámicas, así como de las posibles tracciones o compresiones longitudinales inducidas por dilataciones y generadas por las coacciones de los apoyos, etc.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III.6.4 Dimensionamiento de conducciones hincadas

El dimensionamiento mecánico de las conducciones hincadas (bien sean de hormigón armado o polímero) se realizará conforme a lo especificado en al Anexo B de la Norma UNE-EN 1916 y el Anexo M de la Norma UNE 127916.

III.7 Afecciones a colectores

III.7.1 Cruces de obras lineales

En los cruces con carreteras, vías de ferrocarril, etc., deberán disponerse cámaras de registro a ambos lados de dichas infraestructuras, posibilitando las labores de registro, limpieza y mantenimiento del colector.

Cuando sea necesario cruzar infraestructuras lineales mediante ejecución de conducciones en hinca se deberán disponer dos conducciones gemelas siempre y cuando el colector no sea visitable, disponiendo, en el inicio, una cámara de derivación con compuertas a la entrada de los tubos y construyendo una cámara de reunión al final de la hinca. Alternativamente a las dos conducciones gemelas se podrá ejecutar una hinca mediante sección visitable con andén. En colectores visitables con andén no se precisará la doble hinca anteriormente indicada.

Las cámaras de derivación y reunión deberán contar con los correspondientes andenes y cunas de encauzamiento que inducirán la circulación del agua transportada, únicamente, hacia uno de los tubos, dejando el otro en reserva.

En el caso de que la distancia entre las cámaras de registro que se dispongan a uno y otro lado de la hinca supere los 50 m, el colector deberá tener carácter visitable.

Cuando los colectores de hinca tengan secciones visitables se podrá sustituir su instalación por la hinca de 2 o más colectores de diámetro inferior, no visitables, condicionándose esta opción a la viabilidad de poder disponer de un pozo de registro intermedio para cada colector, para tareas de limpieza y reconocimiento, en caso de que el tramo en hinca fuese superior a 50 m. Para tramos inferiores se podrá efectuar la doble hinca indicada sin necesidad de pozo intermedio.

En estos casos se deberá realizar una cámara de reparto y derivación, dotada de compuertas, ubicada en el extremo de aguas arriba de las hincas y ejecutar, también, una cámara de reunión a la salida de las hincas.

Cuando de los estudios geotécnicos que se precisen realizar, para el proyecto del colector, se pueda concluir un riesgo elevado de producirse subducciones por desestabilización del terreno que pudieran afectar a las vías o calzadas bajo las que se cruce, podrá procederse del modo siguiente:

- Valorar la viabilidad de la consolidación integral del terreno mediante procedimiento de *jet grouting* a ejecutar desde la superficie.

- Valorar la viabilidad de la protección del frente y la minimización de deformaciones, a las vías objeto de cruce, mediante la ejecución de un paraguas superior semicilíndrico efectuado por micropilotes desde los pozos de ataque; de este modo se evitan interferencias sobre el tráfico rodado.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

III.7.2 Desvío de colectores por afección de otras infraestructuras

Cuando se realice un desvío de un colector, deberá quedar justificado que el colector de desvío presentará una capacidad igual o mayor a la del colector existente.

III.7.3 Sustitución de colectores por afección de otras infraestructuras

En caso de que el titular de las obras de afección pretendiera desarrollar la sustitución de un cierto colector debido a que el existente no fuese capaz de soportar las acciones que indujese la nueva infraestructura, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- El colector de sustitución deberá tener una capacidad igual o superior a la del colector existente. En el caso general de que tanto la pendiente como la sección se conserve deberá cumplirse que los materiales que constituyan al colector deberán poseer una rugosidad relativa menor o igual que la del colector existente.

- Deberán diseñarse los desvíos necesarios para poder ejecutar las obras de sustitución en seco.

- Si se acudiese a desvíos en impulsión mediante la implementación de bombas auxiliares, a ubicar en el pozo de aguas arriba del tramo objeto de sustitución, las mismas deberán cumplir:

  - Estar correctamente seleccionadas para poder elevar el caudal punta de aguas residuales más el caudal de pluviales deducido para una intensidad de lluvia de periodo de retorno igual o mayor a 2 veces la duración prevista para la obra de sustitución.

    De este modo se determinará la potencia de las bombas y se obtendrá su funcionamiento evaluando las pérdidas de carga de la conducción de bypass y comprobando que para dicho punto de funcionamiento el caudal es superior o igual al de diseño indicado.

    Las bombas deberán ser aptas para aguas residuales y el paso del rodete deberá ser superior a 80 mm o bien el rodete de la bomba será dilacerador.

  - Establecer un protocolo de vigilancia, mantenimiento e inspección de bombas para las 24 horas del día de tal modo que se garantice su funcionamiento constante, disponiendo bombas de reserva en la propia obra de iguales potencias, para que cuando se efectúe la extracción de una bomba, para su mantenimiento o limpieza, ésta sea inmediatamente sustituida por la de reserva.

  - Establecer un protocolo de seguimiento meteorológico que permita conocer el pronóstico del tiempo de al menos las 48 horas subsiguientes a cada jornada. Si existiese riesgo previsto de precipitaciones, en el inicio de una determinada jornada, se suspenderán los trabajos de sustitución durante la totalidad de dicha jornada.

    Deberán establecerse las medidas extraordinarias a adoptar si durante la ejecución de las obras se presentase un evento lluvioso de carácter local no contemplado en las previsiones meteorológicas, procediendo en todo caso a la evacuación inmediata del personal.

  - El tajo estará organizado y configurado de tal modo que la entrada en servicio de las zanjas, por el caudal de lluvia excedente sobre el de evacuación de las bombas, no ocasione erosiones o socavamientos a las zanjas donde se ejecute la sustitución. Así, los tramos de avance sucesivos deberán estar dispuestos con los taludes protegidos mediante gunitado y con el extendido del hormigón de limpieza necesario para la posterior instalación del colector.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El gunitado se extenderá, como mínimo, desde la cota del fondo de zanja hasta una altura igual a 1,25·D siendo D el diámetro del colector de sustitución.

- La ataguía que se instale en el pozo de bombeo para evitar el paso del agua al tajo donde se esté efectuando la sustitución, deberá tener una altura igual al calado que impone el caudal máximo a bombear en tiempo de lluvia, indicado anteriormente, en régimen uniforme. Superado dicho caudal y de forma extraordinaria, el colector verterá sobre la coronación de la ataguía aliviando de este modo sobre el tajo, en las condiciones de seguridad expresadas previamente.

Se deberán contemplar los requisitos anteriores, detallando los mismos y justificando hidráulica e hidrológicamente su dimensionamiento.

III.7.4 Protección de colectores por afección de otras infraestructuras:

En caso de necesitar efectuar el refuerzo o protección de una cierta conducción de saneamiento, ante cruces o paralelismos puntuales con otras infraestructuras que incrementen las acciones sobre los colectores, se podrá optar por las siguientes alternativas:

- Embebido del colector en prisma o macizo de hormigón en masa: esta alternativa no se deberá realizar para colectores de materiales plásticos.

  - Cuando los diámetros de los colectores no superen 1,00 m, deberá embeberse el colector en un macizo o prisma de hormigón en masa cuyos espesores sean de 0,30 m, en las generatrices correspondientes que se generan en la intersección con el tubular de los planos de simetría horizontal y vertical de la conducción.
  - Para diámetros comprendidos entre 1,00 y 1,20 m los espesores anteriores se incrementarán hasta los 0,40 m. En el caso de diámetros superiores se precisará justificar, por parte del proyectista, la magnitud de los espesores y su necesidad de armado.

- Losas de protección: deberá establecerse la rigidez de la losa, dimensionando el canto y determinando su anchura en la dirección transversal del colector, de tal manera que se verifique su capacidad para resistir el incremento tensional sobre la clave del colector mediante el uso del MEF (Método de Elementos Finitos).

- Refuerzo mediante instalación de mangas continuas de poliéster reforzado con fibra de vidrio impregnadas con resinas epoxi. Se deberá asegurar la validez de la manga para poder soportar el incremento de carga que se origine.

- Disminución de las cargas permanentes del terreno mediante uso de materiales de relleno de baja densidad: arlitas, poliestireno expandido, etc.

- Estructuras porticadas apoyadas en pilotes o pantallas y dintel realizado mediante losas continuas o prefabricadas.

- En colectores visitables se podrá acudir a tratamientos de consolidación cuando se hayan de realizar cruces de nuevos túneles. Dichos tratamientos deberán garantizar la no aparición de subducciones que se puedan trasladar a los colectores y podrán consistir en inyecciones de consolidación, del terreno contiguo al colector, a efectuar desde el interior del colector mediante lechada de cemento a presión.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El proyectista deberá estudiar los puntos de inyección en las secciones y su cadencia de uso longitudinal, a lo largo del colector, estableciendo las distancias entre las secciones sucesivas de inyección.

Así mismo, será requisito para su autorización por parte de Canal de Isabel II, el efectuar un estudio de integridad estructural del colector afectado en el cual se demuestre que el mismo es válido para soportar los incrementos tensionales que las inyecciones a presión provocaran al colector, estableciendo así de este modo las presiones máximas de inyección. El proyectista deberá evaluar el incremento de tensión que experimentará el colector en la clave con objeto de que éste pueda determinar la validez de las conducciones existentes o dimensionar correctamente su refuerzo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

IV Registros: arquetas y pozos

IV.1 Clases de registros

Los registros normalizados para las tareas de explotación y mantenimiento de las redes de alcantarillado podrán ser de los tipos siguientes: arquetas y pozos (ver definiciones en apartado I.4).

Las arquetas se dispondrán, en general, como elemento de registro en el arranque de las acometidas.

Atendiendo a su finalidad, los pozos podrán ser para el registro de la conducción, para incorporar acometidas o ramales de imbornal, o para efectuar resaltos, cambios de sección o cambios de alineación en planta o alzado en los colectores.

Respecto a los materiales constitutivos de los registros, los pozos y las arquetas podrán ser bien construidos in situ o bien prefabricados, pudiendo, en este último caso, ser de una sola pieza o estar compuestos por varios elementos.

En cualquier caso, todos ellos deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN 476 para los mismos, debiendo ser las dimensiones de los registros tales que cumplan con la reglamentación vigente en materia de seguridad y salud.

IV.2 Definiciones

Complementariamente a las definiciones del apartado I.4, en las arquetas o en los pozos de sección transversal circular será de aplicación específica lo siguiente:

- Diámetro nominal, DN

  En una sección cualquiera de un pozo o arqueta circular, la designación genérica diámetro nominal DN, se refiere al diámetro interior del componente.

En los pozos y arquetas prefabricadas de sección transversal circular y que estén compuestas por varios componentes serán de aplicación las siguientes definiciones específicas:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Módulo base

  Es la parte inferior del registro. Comprende tanto la solera (la cual es deseable que esté inclinada hacia la conducción, con una pendiente mínima del 5%) como un alzado circular de altura suficiente para permitir el entronque de las conducciones incidentes.

- Módulo de recrecido o anillo

  Corresponde a los alzados de los registros. Es un tramo circular abierto en sus dos extremos.

- Módulo cónico o tronco-cono

  Elemento que permite la transición entre el diámetro interior del registro y el diámetro de la boca de acceso, o bien la transición entre módulos de recrecido de diferente diámetro.

- Losa de transición o reductora

  Elemento plano circular que incluye un orificio circular excéntrico que permite las siguientes funciones:

  - El cierre superior de un alojamiento, en sustitución del elemento cónico, en cuyo caso el orificio de la losa será el correspondiente a la boca de acceso.
  - La transición entre módulos de recrecido de diferente diámetro, en cuyo caso el orificio de la losa corresponde al diámetro del módulo superior.

- Módulo de ajuste

  Elemento que permite acomodar de forma apropiada el marco de la tapa de registro.

Las dimensiones de cada uno de estos elementos se indican en el plano 2.1 del Anexo correspondiente.

IV.3 Arquetas

Las arquetas de arranque de las acometidas se encuentran definidas en el capítulo de acometidas.

IV.4 Pozos

Acorde a como se especificaba en el apartado IV.1, los pozos, atendiendo a su finalidad, podrán ser simplemente para el registro de la conducción, de resalto o para incorporar acometidas.

Respecto a los materiales constitutivos de los mismos, a su vez, podrán ser, bien construidos in situ (hormigón armado o en masa o fábrica de ladrillo macizo), o bien prefabricados.

IV.4.1 Requisitos generales

En general los pozos serán de sección interior circular, salvo los construidos in situ de hormigón armado para tubos de diámetro interior mayor de 600 mm, que podrán tener su base de sección rectangular.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El diámetro interior (nominal en el caso de prefabricados) de la base de los pozos de sección circular deberá ser, como mínimo, de 1,00 m, de manera que permitan las operaciones de limpieza, mantenimiento de la red, control de las características de las aguas residuales, etc.

En el caso de pozos de sección rectangular las dimensiones nominales mínimas interiores serán de 800 x 1.200 mm, independientemente de las tipologías de pozos normalizadas en el apartado IV.4.3.

En cualquier caso, la boca del pozo deberá tener al menos 0,60 m de diámetro interior, pudiendo estar sobre un elemento abocinado o sobre la propia estructura del pozo.

IV.4.2 Pozos de registro

Sobre la solera de los registros deberá disponerse una cuna o media caña hasta el eje de la conducción, de la misma sección hidráulica que la mitad inferior de las conducciones que acometen. Además, sobre la solera deberá existir una plataforma o andén practicable coincidente con la zona donde esté colocado el elemento de acceso.

- Pozos de registro prefabricados de hormigón armado

  Deberán cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en las Normas UNE-EN 1917 y UNE 127917.

  Para tubos de diámetro interior $ID_{tubo} \leq 1.200$ mm, los pozos de registro prefabricados de hormigón armado se componen de un módulo base y otro de ajuste, de varios módulos de recrecido, y, opcionalmente, de módulos cónicos y losas de transición hasta alcanzar la altura necesaria, conforme a la geometría y dimensiones que se indican en el plano 2.1 de estas Normas.

  A ambos lados de la cuna deberá existir una plataforma o andén de al menos 25 cm.

  Los valores normalizados en UNE 127917 de las clases de resistencia, serán las que se muestra en la tabla adjunta. La clase 30 se denomina *serie normal* y la 60 *serie reforzada*.

  Los pozos de registro prefabricados deberán ir provistos a la salida de fábrica con los orificios necesarios para la unión con las conducciones, no siendo admisible en general, salvo aceptación expresa por parte de Canal de Isabel II, la perforación in situ de los pozos.

  En los pozos prefabricados, además, las juntas entre los módulos que conforman el registro deberán incorporar, en general, un anillo elastomérico de forma que se asegure la estanquidad entre los elementos.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 6. Cargas de fisuración y de rotura (en kN/m) en los pozos de registro prefabricados de hormigón armado de sección circular (UNE 127917)

DN_{pozo}	Clase 30 Serie normal		Clase 60 Serie reforzada	
	Carga de fisuración (kN/m)	Carga de rotura (kN/m)	Carga de fisuración (kN/m)	Carga de rotura (kN/m)
1.000	20	30	40	60
1.200	24	36	48	72
1.500	30	45	60	90
1.800	36	54	72	108

Para tubos de 1.200 < ID_{tubo} < 1.800 mm no se normalizan pozos prefabricados.

En el caso de conducciones de ID_{tubo} ≥ 1.800 mm, los pozos de registro prefabricados de hormigón armado serán pozos tipo chimenea excéntricos (ver los Planos 2.4 y 2.5 anexos a estas Normas). Se entiende por pozos tipo chimenea, aquellos que se sitúan directamente sobre la parte superior de la sección del colector bien coincidiendo el eje de su fuste con el eje de simetría de la sección o bien teniendo el eje del fuste una excentricidad tal que uno de los paramentos exteriores del fuste coincida con un plano vertical de tangencia de la sección del colector (estos últimos son los considerados excéntricos).

- Uso de pozos chimenea en secciones circulares: sólo serán admisibles cuando el colector sea de diámetro interior mínimo 1.800 mm, disponga de andén practicable, al cual se pueda acceder desde el fuste del pozo, y el fabricante efectúe la pieza especial tubular para poder acoplar los anillos del fuste al colector. Para ello, el eje del fuste tendrá la excentricidad necesaria para que uno de los paramentos exteriores del mismo coincida con un plano vertical de tangencia de la sección del colector. En caso contrario el pozo deberá ser realizado in situ, tal como se indica en la Tabla 7.
- Uso de pozos chimenea para secciones en galería: podrán disponerse pozos chimenea en colectores cuya sección sea en galería visitable, siempre y cuando una de las generatrices exteriores del fuste de dichos pozos se situé tangente a uno de los hastiales de la galería, de tal manera que el personal de inspección tenga continuidad en la bajada por el fuste del pozo hasta el andén del colector sin necesidad de tener que efectuar saltos al andén si el pozo se situase, inadecuadamente, coincidiendo su eje con el eje vertical de la galería. El fuste del pozo se situará, en consecuencia, sobre la vertical donde se encuentre el andén de colector visitable tipo galería.

- Pozos de registro construidos in situ

  La solera de los registros construidos in situ deberá ser siempre de hormigón armado o en masa, y deberá tener conformada una media caña del mismo material que la conducción que le acomete. Su espesor por debajo de la generatriz inferior de la cuna no será inferior a 30 cm.

  Los alzados serán, en general, de hormigón armado o en masa, o fábrica de ladrillo macizo, debiendo cumplir en el caso del hormigón con lo especificado por la vigente EHE. El espesor mínimo de las paredes será de 25 cm.

  En el caso de fábrica de ladrillo, ésta será de ladrillo macizo enfoscado interiormente mediante mortero hidrófugo bruñido.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Las fábricas de ladrillo deberán realizarse con mortero M-10 (UNE-EN 998-2). Los enlucidos se realizarán con mortero CS-IV-W_C2 (UNE-EN 998-1).

- Pozos de registro prefabricados de otros materiales

  Previa autorización de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, se podrán instalar, de manera excepcional, pozos prefabricados de otros materiales distintos a los especificados en apartados anteriores, cuando se den las siguientes condiciones:

  - Zona no urbanizable.
  - Profundidad máxima de 3 m.
  - Traza fuera de la zona de rodadura (fuera de caminos, carreteras, zona de paso de maquinaria agrícola…).

  Estos pozos deberán cumplir la normativa que se especifica para cada uno:

  - PRFV (UNE-EN 15383)
  - PVC (UNE-EN 13598)

IV.4.3 Tipologías de pozos de registro

En general, y dentro de su variabilidad y heterogeneidad, se normalizan los siguientes tipos de pozos de registro, en función de la zona donde se vayan a ejecutar y del diámetro interior de la conducción incidente. En los planos anexos a estas Normas pueden verse en detalle.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 7. Tipologías normalizadas de pozos de registro

SECCIÓN ID conducción (mm) h ovoide (mm) Galería	Tipo de pozo de registro	Zona	Nº plano Anexo 6
400, 500	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φ_{base} 1,0 m)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.1
	Pozo de fábrica de ladrillo (Φ_{base} 1,1 m)	Urbanizada	2.2
600	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φ_{base} 1,2 m)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.1
	Pozo de fábrica de ladrillo (Φ_{base} 1,1 m)	Urbanizada	2.2
800, 1.000	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φ_{base} 1,5 m)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.1
	Pozo in situ sección rectangular		2.3
	Pozo fábrica ladrillo (*)	Urbanizada	Bajo diseño
1.200	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φ_{base} 1,8 m)	Urbanizada No urbanizada o no urbanizable	2.1
	Pozo in situ sección rectangular		2.3
1.400, 1.500 Ovoide h<1.800	Pozo in situ sección rectangular	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.3
≥ 1.800 Ovoide h≥1.800	Pozo prefabricado de hormigón armado excéntrico sección tubular u ovoide (chimenea)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.4
	Pozo in situ sección rectangular		2.3
Sección en galería fábrica de ladrillo, hormigón en masa u hormigón armado	Pozo in situ con galería de acceso (Φ 0,8 m) (cerrojo)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.6
Sección en galería prefabricada de hormigón armado	Pozo prefabricado de hormigón armado excéntrico sección galería (chimenea)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.5
	Pozo con cámara de unión entre la galería de acceso y el colector galería de acceso (Φ 0,8 m) (cerrojo)		2.7

* La posibilidad de ejecutar pozos de fábrica de ladrillo para diámetros de conducción 800 y 1.000 mm en zona urbana estará condicionada a una justificación estructural previa del mismo.

Cualquier otra tipología de pozo propuesta deberá contar con la autorización previa de los Servicios Técnico de Canal de Isabel II.

Con carácter general y salvo aprobación específica de Canal de Isabel II, cuando éste estime que se justifica su empleo, queda prohibido el uso de diferentes fábricas en el fuste del pozo, es decir combinaciones, por ejemplo, de fábricas de ladrillo y hormigón prefabricado como pueden ser arranques de pozo en ladrillo y disposición posterior a anillos de hormigón prefabricados.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

IV.4.4 Pozos de resalto por trasdós

En determinadas situaciones, y al objeto de ajustar la pendiente de los colectores a valores aceptables, o debido a la existencia de obstáculos en la traza, se pueden producir saltos en la rasante de las conducciones de más de 1,00 m. En este caso, los pozos a ejecutar para salvar dicho salto deberán contar con un conducto vertical que canalice el agua, el cual finalizará en una pieza con forma de codo o placa de disipación a 45° (ver planos 2.8, 2.9 y 2.10).

Este epígrafe está exclusivamente dirigido a pozos de resalto por trasdós ubicados en colectores, no siendo de aplicación para pozos de resalto en acometidas.

En redes separativas de pluviales podrá admitirse la instalación de resaltos superiores a 1,00 m sin necesidad de ejecutar resalto por trasdós, aunque es estos casos deberá estudiarse el refuerzo de la solera y del fuste del pozo, para evitar su erosión.

En caso de que el tubo vertical se constituya mediante el empleo de tubos de hormigón o bien de materiales termoplásticos, el mismo finalizará en una placa de granito o de hormigón prefabricado dispuesto a 45° de tal modo que se efectúe en dicha placa la disipación de energía y la entrega del caudal al colector efluente del pozo; trasdós Tipo I.

Respecto del uso de codos en la unión entre el tubo vertical y el fuste del pozo, sólo se admitirá dicha tipología cuando el diámetro del tubo de resalto sea superior a DN 0,4 m y sea de acero inoxidable AISI316L o bien en fundición dúctil con espesores mínimos de 5 mm. Esta forma de resolver el trasdós se denomina trasdós Tipo II.

Tabla 8. Tipología unión tubo resalto-fuste pozo

Tipología pozo de resalto	Φr tubo resalto (mm)	Material tubo resalto	Unión resalto- fuste pozo
Trasdós tipo I	Cualquiera	Hormigón	Losa de disipación energía a 45°, de granito o prefabricada de hormigón HM-35
		Materiales termoplásticos	
	< 400	Acero inoxidable AISI 316 L	
		FD con e_{min}=5 mm	
Trasdós tipo II	≥ 400	Acero inoxidable AISI 316 L	Codo a 90° del mismo material que el tubo de resalto
		FD con e_{min}=5 mm	

La unión del colector influente al pozo de trasdós deberá realizarse en una pequeña cámara cuyas dimensiones mínimas deberán ser de al menos 0,80 m de altura y con un ancho de OD más 0,40 m y una longitud en sentido del colector influente de 1,00 m. El fuste del pozo deberá presentar un aliviadero de pluviales que vierta en momentos de fuerte caudal al propio fuste del pozo o sirva para garantizar la continuidad del flujo en caso de atasco del colector vertical de trasdós y para poder efectuar la limpieza e inspección del tramo influente. El labio de dicho aliviadero se situará coincidiendo con la cota del eje del colector influente.

En el caso de que la profundidad o altura de tierras sobre el colector influente o sobre el colector efluente no permita ejecutar pozo de resalto por trasdós convencional (planos 2.8 y 2.9), se sustituirá la cámara del pozo de resalto del colector influente por un pozo anexo al de acceso al colector efluente, coronado

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

mediante tapa de registro. En estos casos habría que considerar tipología de pozo de resalto por trasdós según plano 2.10.

El diámetro del colector tubular vertical de trasdós será de 0,30 m de diámetro interior mínimo, para diámetro del colector influente inferior a 0,50 m. Para diámetro del colector influente mayor o igual a 0,50 m y no superior a 0,80 m, el colector tubular vertical de trasdós será de 0,40 m de diámetro interior mínimo. Si el colector influente en el pozo fuese de diámetro igual a 0,80 m el diámetro del colector tubular de trasdós será de 0,50 m de diámetro interior mínimo.

Tabla 9. Diámetro tubo influente-tubo resalto

Φi tubo influente (mm)	Φr tubo resalto (mm)
< 0,50	0,30
0,50 ≤ Φ < 0,80	0,40
0,80	0,50

Si el colector influente fuera de diámetro superior a 0,80 m con una altura de descarga en el pozo comprendida entre 1,00 y 1,50 m, el resalto podrá resolverse mediante la ejecución de una pre-cámara de sección vertical rectangular de ancho OD+0,4 m y altura 2,00 m, con rápido escalonado de pendiente media no superior al 45%. En caso de que la caída fuese superior a 1,50 m, esta solución demandaría pre-cámaras de longitud superior a 3,00 m, por lo que se optará por rápidos en galería visitable según plano 1.3.

En el caso de que el colector tuviera sección en galería visitable y el perfil longitudinal tuviera que resolver un cierto resalto (mayor a 1 m), con objeto de no exceder la pendiente máxima de diseño del 4%, éste se solventará acudiendo a interponer un rápido en sección visitable.

IV.4.5 Pozos areneros

Con carácter general, no se permitirá la ejecución de colectores con pozos de registro en los que la cota de la rasante hidráulica del colector efluente sea superior a la cota de la rasante hidráulica de la solera del pozo, excepto en aquellos casos que queden adecuadamente justificados, por estar ubicados en cuencas cuya naturaleza haga prever fuerte arrastre de arenas por escorrentía.

Es preciso exponer que el uso de esta tipología será expresamente sometido a consideración de Canal de Isabel II quien efectuará la correspondiente autorización en caso procedente.

IV.4.6 Pozos para acometidas

Los pozos cuya finalidad sea el entronque de acometidas al sistema de alcantarillado podrán ser de cualquiera de las tipologías definidas en el apartado IV.4.2 (prefabricados o construidos in situ), debiendo cumplir con lo especificado en dicho apartado según los casos, y con lo estipulado en el capítulo de acometidas, para los entronques de las mismas.

En el caso de acometidas que viertan a tuberías enterradas a profundidades mayores de 4,50 m, la acometida tendrá forma de sección visitable de 1,50 x 0,70 x 0,30 m, pudiendo ser ejecutada en mina, tal como se indica en el plano 3.3.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En el caso específico de los pozos para el entronque de las acometidas, las uniones de éstas a los registros podrán realizarse mediante diversos procedimientos (junta elástica/estanca, pieza elástica/estanca, manguito pasamuros in situ o injerto rígido) conforme a lo especificado en el capítulo de acometidas.

IV.5 Disposición y ubicación de los pozos de registro

En general, se deberán disponer pozos de registro en las siguientes situaciones:

- En los inicios de cada ramal.
- En los cambios de pendiente en alzado y alineación en planta de la conducción. Excepcionalmente, no obstante a lo anterior, la unión de conducciones visitables en planta podrá hacerse de forma tangencial, evitando la colocación del correspondiente pozo de registro.
- En los tramos rectos, a una distancia máxima variable en función del diámetro de la conducción (ver tabla adjunta).
- En los cambios de diámetro o de material de la conducción.
- Deberán disponerse pozos de registro cuando sea necesario efectuar un resalto en el perfil longitudinal del colector para adaptar las pendientes a valores admisibles por esta norma. Cuando el resalto entre el colector influente y efluente al pozo sea superior a 1,00 m, éste se ejecutará mediante pozo de resalto por trasdós, excepto en redes separativas de pluviales, que podrá admitirse la instalación de resaltos superiores a 1,00 m sin necesidad de ejecutar resalto por trasdós.
- Pozos para entronque de todas las acometidas a la red de saneamiento.
- En general, en todas las singularidades de la red.

La separación que deberá existir entre los pozos de registro se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 10. Separación máxima entre pozos de registro en función del diámetro de la conducción

DN conducción (mm)	Separación máxima entre pozos (m)
DN < 1.000	50
1.000 ≤ DN < 1.500	100
Visitable o DN ≥ 1.500	200

Con relación a la ubicación de los pozos de registro en zonas urbanas, en virtud de la naturaleza de los colectores sean estos visitable o no, se observan las siguientes prescripciones:

- Ubicación de pozos registro para colectores tubulares no visitables:

  En vías de sentido único o de sentido doble, pero con un único carril por sentido, el eje del colector y en consecuencia los pozos de registro se proyectarán ubicados sobre las aceras de las vías de tal modo que su acceso pueda realizarse sin necesidad de efectuar desvíos de tráfico.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En vías cuya sección sea más amplia que las anteriores, la situación del eje del colector y de sus pozos de registro serán dispuestos según las prescripciones específicas de Canal de Isabel II que hayan de regir en función del tipo de la sección de la vía.

- Ubicación de pozos registro para colectores visitables:

  El pozo de registro deberá proyectarse con galería de acceso asociada y se ubicará, en zonas urbanas consolidadas o en nuevas urbanizaciones, sobre las aceras de las vías de tal modo que su acceso pueda realizarse sin necesidad de efectuar desvíos de tráfico.

En colectores cuyo trazado discurra por zonas no urbanas o no desarrolladas urbanísticamente, los pozos deberán quedar recrecidos sobre la cota del terreno unos 0,75 m, salvo que por condicionados medioambientales se exija un límite menor.

En pozos a instalar en taludes con objeto de evitar su soterramiento, la tapa del pozo deberá sobresalir 0,75 m con respecto al punto de intersección entre la línea del talud y el eje del fuste del pozo, salvo que por cualquier otro condicionante se exija un límite menor.

IV.6 Conexiones a pozos de registro

El número de conexiones en el fuste de un cierto pozo de registro quedará limitado de tal modo que no se afecte a la integridad estructural del mismo. De este modo se observarán los siguientes criterios:

IV.6.1 Conexiones a pozos de registro prefabricados

- Pozos prefabricados existentes: en pozos constituidos con anillos prefabricados de hormigón armado que sean existentes, no se permitirán más de 2 conexiones a cada anillo del fuste de tal modo que cada una de ellas se sitúe, además, en posiciones contrapuestas respecto del plano vertical de simetría del colector, es decir una en un lado del eje del colector y la otra en su lado opuesto.

  Este tipo de conexiones con los anillos superiores a la base prefabricada del pozo se autorizará sólo y exclusivamente para acometidas de colectores de pluviales cuyo diámetro no supere los 0,3 m.

  Las mismas se realizarán mediante perforación mecánica de gran broca y deberán tener su centro situado en la mitad de la altura de cada anillo no admitiéndose acometidas por encima o debajo del plano medio del anillo.

  Para su ejecución se instalará, tanto en la parte interna como externa del anillo del pozo, unas chapas conformadas cilíndricamente cuyos diámetros corresponderán al interior y exterior del anillo del pozo, cuyas alturas sean las del anillo y cortadas con un ángulo central de 90°. En ellas se habrá practicado, en taller, un orificio equivalente al diámetro exterior de la acometida el cual se dispondrá coincidiendo su centro con la bisectriz del ángulo central de 90°. Dichas chapas de refuerzo serán de 1,5 mm de espesor, serán de acero inoxidable AISI 316L y quedarán adheridas al anillo mediante resina epoxídica. Alternativamente estas piezas podrán ser de tejido de vidrio o fibra de carbono en impregnación de resina epoxi o bien se podrá disponer un tubular de acero inoxidable AISI 304 de 3 mm a modo de tubo pasatubos que quede adherido al orificio mediante inyección de resina epoxi.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Pozos prefabricados a ejecutar: los pozos prefabricados que se dispongan en proyectos de redes de saneamiento deberán contar con bases o anillos con los orificios pre-conformados para las diversas conexiones, de tal modo que no hayan de realizarse orificios en la fase de ejecución sobre dichos elementos. El proyectista deberá estudiar para ello la disposición idónea de los pozos en conjunción con las direcciones de las acometidas con objeto de diseñar de forma óptima la red y acometidas y establecer, en el proyecto, las piezas especiales con orificios pre-conformados que hayan de ejecutarse de tal modo que así conste, tanto en las mediciones del presupuesto como en los planos de detalle de la red donde quedarán resumidas dichas piezas en una tabla inserta a tal fin.

IV.6.2 Conexiones a pozos de registro no prefabricados

En los fustes de pozos construidos en fábricas de ladrillo u hormigón no se permitirán más de 4 acometidas, 2 a cada lado del plano vertical de simetría del colector receptor. En caso de precisarse un mayor número de acometidas se podrá acudir al empleo de pre-cámaras asociadas a los pozos de registro en cuyos hastiales se efectúen éstas o bien al empleo de colectores paralelos al principal que recojan estas acometidas minimizando así el número de conexiones a pozos de registro.

Las pre-cámaras tendrán una sección visitable tipo galería de 1,50 m de altura por 1,00 m de ancho con una longitud que podrá variar, hasta un máximo de 2,00 m, en función del número de acometidas. Las pre-cámaras se situarán aguas arriba y contiguas al fuste del pozo.

IV.6.3 Conexiones a pozos de registro chimenea

En los fustes de los pozos chimenea no se permitirá efectuar conexiones de colectores unitarios o acometidas domiciliarias para evitar restar accesibilidad a los pozos ante la entrada constante de agua residual que dificulta la realización de las labores de inspección o reconocimiento. En los fustes de este tipo de pozos sólo se permitirán conexiones de colectores de aguas pluviales de diámetro interior igual o inferior a 300 mm, y en las condiciones que se determinan en el apartado IV.6.1.

Para poder efectuar conexiones al colector receptor deberá efectuarse una nueva cámara específica o bien procederse a la adaptación del pozo existente a la tipología anteriormente indicada.

IV.7 Elementos auxiliares

Los pozos de registro deberán ir provistos con distintos elementos auxiliares, entre ellos los siguientes, los cuales deberán cumplir con lo especificado para los mismos en el apartado VII.8:

- Marco y tapa exterior de cierre.
- Pates de acceso o escaleras.
- Barandillas.
- Rejilla trámex.

En general, las conducciones se unirán a los registros mediante juntas elásticas flexibles con anillo elastomérico.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Canal de Isabel II, S.A. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V Aliviaderos y tanques de retención

V.1 Disposición de aliviaderos y tanques de retención

En general, podrán disponerse aliviaderos en las redes de saneamiento siempre que se cumplan los requisitos establecidos por el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo o legislación vigente al respecto.

Los aliviaderos situados entre las incorporaciones de las redes de saneamiento unitarias urbanas y los interceptores principales (o al menos previo a las depuradoras) podrán complementarse con un tanque de tormentas previo al alivio, diseñado de tal modo que se evite el vertido a los cauces públicos de las primeras aguas de lluvia, en general altamente contaminadas.

Los tanques de retención son infraestructuras hidráulicas que se disponen en las redes de saneamiento con el objetivo de retener volúmenes y reducir el caudal de las conducciones aguas abajo de los mismos y/o evitar vertidos cuya carga contaminante no es apta para ser incorporada a un cauce receptor.

V.2 Características generales de los aliviaderos

Los aliviaderos serán, en general, de sección rectangular en planta. El aliviadero se emplazará directamente en uno de los muros laterales del canal principal. Si el caudal a aliviar fuera tal que no bastara con el alivio por un solo lado podrá disponerse de tal manera que los dos lados del canal principal hagan de aliviadero.

En la solera del canal principal deberá disponerse una cuna de sección semicircular con capacidad para transportar el caudal punta de aguas residuales en tiempo seco. Igualmente, dicha solera deberá tener una pendiente transversal entre un 5% y un 10% hacia dicha cuna. La pendiente longitudinal será, como mínimo del 1%.

El canal principal deberá tener un ancho superior a 2 veces el diámetro del colector influente al aliviadero. La distancia entre el colector de entrada al aliviadero y el comienzo de la ventana lateral de vertido deberá ser la suficiente para permitir estabilizar la lámina de alivio dentro del canal previamente al vertido.

La cota superior de la cámara de alivio vendrá determinada por el cumplimiento de que la distancia libre entre la cara inferior de la cubierta del aliviadero y el máximo nivel de agua en el mismo deberá ser como

mínimo de 1,00 m. Además, se asegurará una altura libre de trabajo en el interior del aliviadero de 2,00 m.

El labio del aliviadero se recomienda tenga forma triangular con su vértice redondeado para reducir al máximo las acumulaciones de sedimentos. Igualmente, el hormigón tanto de la cámara como del canal principal debe ser lo más liso posible para evitar también acumulaciones.

Por otro lado, los aliviaderos deberán disponer de un elemento limitador de caudal (una compuerta o una válvula) que regule (incluso cerrando en su totalidad) el paso del caudal hacia el colector situado aguas abajo. El elemento de accionamiento de dicho elemento será un volante colocado en posición horizontal con el eje de giro vertical, y se ubicará bajo la cubierta del aliviadero, no pudiendo sobresalir de la misma.

Excepcionalmente, y previa autorización de los Servicios técnicos de Canal de Isabel II, se podrá disponer de un desarenador corrido a lo largo de todo el canal principal, en caso de que el colector de aguas abajo tenga pendientes pequeñas o se prevean velocidades bajas. Se deberá realizar el correspondiente mantenimiento y limpieza de dicho desarenador.

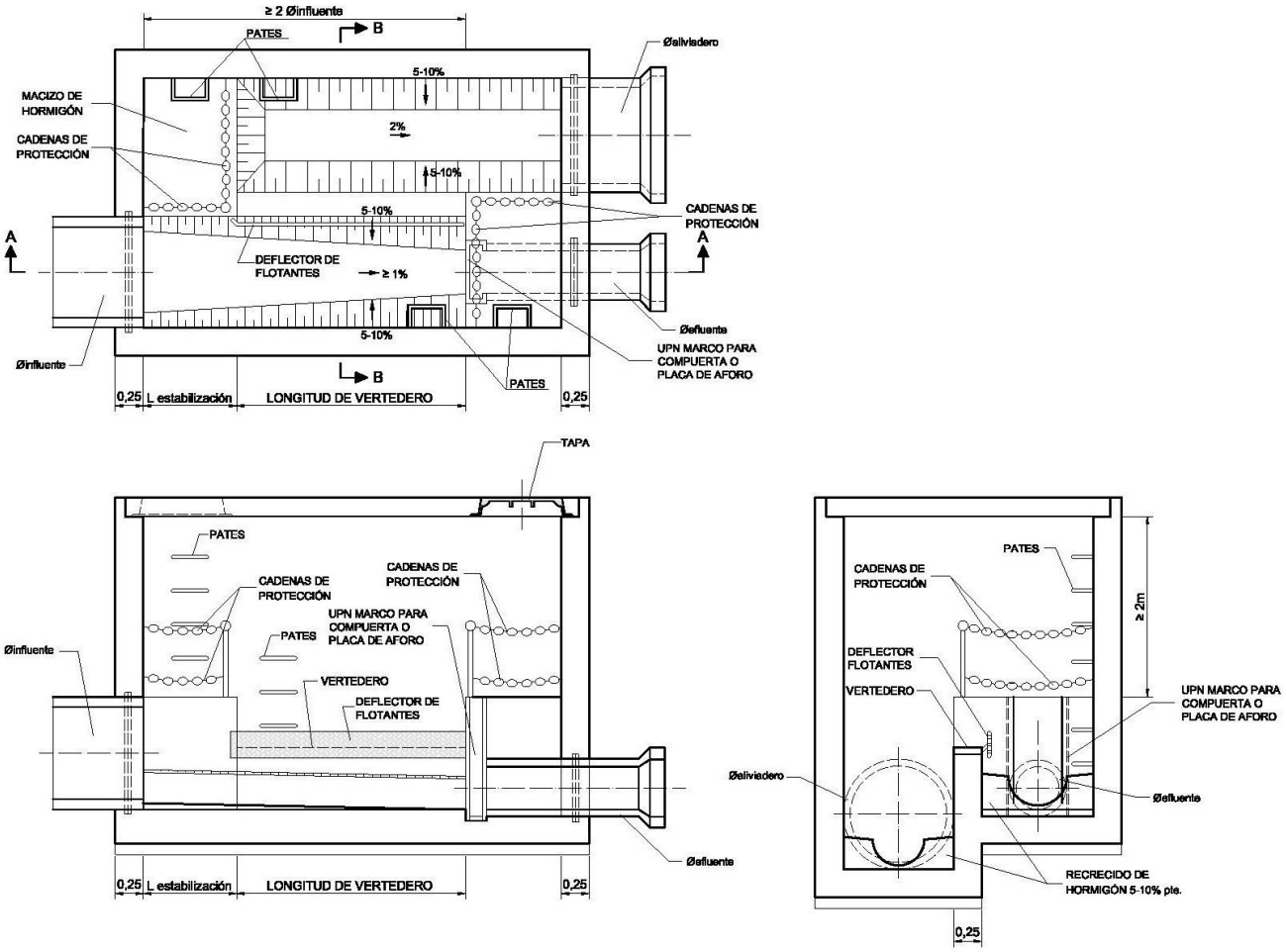


Figura 11. Esquema de aliviadero sin tanque de retención

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V.3 Elementos auxiliares de los aliviaderos

Los aliviaderos deberán estar dotados con los siguientes elementos auxiliares:

- Elementos de regulación.
- Dispositivos para evitar el vertido de sólidos y flotantes al cauce receptor.
- Instalaciones de iluminación y electricidad, siempre que sea posible.
- Instalaciones de ventilación y seguridad.
- Instrumentación.
- Otros elementos auxiliares (marcos y tapas exteriores de cierre, pates de acceso o escaleras, barandillas, cadenas de seguridad, rejillas trámex, etc.). Todos ellos deberán cumplir con lo especificado para los mismos en el apartado VII.8.

Se deberán reflejar los requisitos que los mismos deben cumplir, complementariamente a lo especificado a continuación:

a) Elementos de regulación

El elemento de regulación para el paso del caudal hacia la red de saneamiento podrá ser, en general, de alguna de las siguientes tipologías:

- Compuerta mural o compuerta canal:

  Tanto el tablero como el marco-guía serán de AISI 316 L. Podrán ser de accionamiento manual con volante o reductor, motorizadas con motor eléctrico o con cilindro neumático o hidráulico.

- Válvula de vórtice:

  Se colocará de manera excepcional al no permitir modificar los parámetros de regulación. Deberá estar fabricada toda ella con acero inoxidable 316L y el fabricante correspondiente deberá facilitar la curva característica de la válvula que relaciona el caudal desaguado con la altura del agua en la cámara. En la descarga de la válvula deberá construirse una cuna de sección semicircular que conduzca el agua hacia el colector efluente de aguas residuales. Además, es necesario dejar un resalto, que dependerá del caudal a regular, en la descarga de la válvula. Previa a la válvula vórtice se colocará una válvula de seccionamiento de compuerta.

  En cualquier caso, deberá disponerse un bypass, cuyo elemento de seccionamiento podrá ser una válvula de compuerta, que permita la sustitución del elemento regulador sin necesidad de interrumpir el servicio. El elemento de control del regulador deberá disponerse fuera del aliviadero en cámara seca anexa. El acceso a esta cámara deberá situarse preferentemente en el lado del bypass, para poder evacuar lo más rápidamente posible la cámara en el caso de que sea necesario abrir el mismo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

b) Dispositivos para evitar el vertido de sólidos y flotantes al cauce receptor. Consistirán, preferentemente, en un sistema de tamizado sobre vertedero, si bien, en instalaciones pequeñas, podrán emplearse pantallas deflectoras.

- Tamiz sobre vertedero

Este sistema consistirá en colocar sobre el vertedero un tamiz de retención de sólidos autolimpiable. Podrá ser accionable por distintos medios (eléctrico, hidráulico), debiendo ser, en cualquier caso, de acero inoxidable 316L. Su diseño será tal que el residuo recogido se devuelva al colector principal o proceder a su retirada.

- Pantalla deflectora:

Este sistema consistirá en colocar en el labio del aliviadero una pantalla deflectora que evite el vertido a los cauces de los sólidos en suspensión que lleguen a la cámara de retención.

El cuerpo de la pantalla podrá ser bien de acero inoxidable 316L, de aluminio o de materiales plásticos, como, por ejemplo, PRFV. La pantalla deberá quedar anclada al muro del aliviadero y, en caso de ser necesario y de manera justificada, a la losa superior de la cámara de alivio. Los anclajes al muro del aliviadero serán siempre de acero inoxidable 316L.

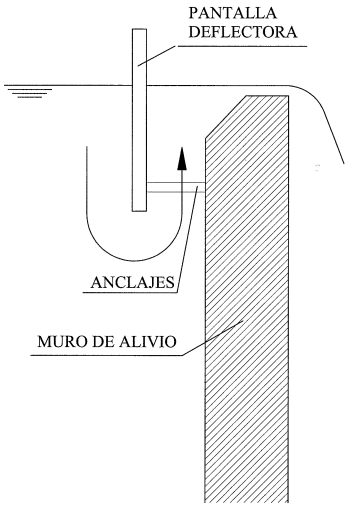


Figura 12. Esquema de funcionamiento de una pantalla deflectora

La pantalla deflectora deberá tener una sumergencia mínima de su labio inferior respecto del labio de vertido de 0,25 m y una separación al muro de alivio comprendida entre los 0,25 m y los 0,35 m dependiendo de forma directa de los caudales a aliviar. El labio inferior de la pantalla deberá distar de la solera una magnitud mínima de 0,25 m.

c) Instalaciones de iluminación y electricidad

Siempre que sea posible, los aliviaderos deberán estar equipados con instalaciones eléctricas y de iluminación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

d) Instalaciones de ventilación y seguridad

Los aliviaderos deberán estar equipados con las necesarias instalaciones de ventilación y de seguridad conforme a la normativa vigente.

e) Instrumentación

El respectivo proyecto del aliviadero deberá especificar las instalaciones de telemando y telecontrol a disponer en cada caso particular. Para ello habrá que prever en la obra civil los correspondientes registros, pasatubos, etc., que faciliten su instalación.

f) Otros elementos auxiliares

Además de los anteriores elementos auxiliares, los aliviaderos deberán ir provistos con otros complementarios, entre ellos los siguientes:

- Cobijas o losas desmontables, y/o tapas metálicas.
- Marcos y tapas exteriores de cierre para el acceso a las cámaras: se dispondrán, al menos, una tapa de cierre en la cámara seca y otra en la cámara húmeda del aliviadero.
- Pates de acceso o escaleras.
- Barandillas.
- Cadenas de seguridad.

Todos estos elementos auxiliares deberán cumplir con lo especificado para los mismos en el apartado VII.8 si bien, en cualquier caso, todos los elementos que se instalen en el interior de los aliviaderos deberán ser de materiales plásticos o de acero inoxidable 316L.

V.4 Dimensionamiento de los aliviaderos

V.4.1 Criterios generales

El aliviadero deberá diseñarse con el labio de alivio dispuesto a una cota tal (ver Figura 11):

- Que con dicha cota se inicie el vertido por el aliviadero y se traslade hacia el colector efluente aguas abajo del aliviadero un caudal que cumplan los requisitos establecidos por el Plan Hidrológico del Tajo o legislación vigente al respecto, con el fin de reducir el caudal de las conducciones aguas abajo de los mismos.
- Que la sobreelevación máxima que se dará sobre el labio de vertido llegará a una cota tal que no sea superior a la cota correspondiente al 75% de grado de llenado del colector influente (grado de llenado para el periodo de retorno de diseño considerado) y que como máximo traslade hacia aguas abajo el caudal que el sistema integral de saneamiento permita.
- Preferiblemente, que dicha cota diste de la solera una magnitud comprendida entre 1,25 veces a 1,50 veces el diámetro del colector efluente de residuales.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La última condición establece la preferencia de que el colector efluente desagüe cuando llegue la avenida de diseño mediante condición de vertido bajo orificio o compuerta cuyas curvas de gasto son conocidas con suficiente precisión. Las dos últimas condiciones se consiguen ajustando la longitud del labio del aliviadero y la sección de salida hacia el colector efluente de aguas residuales.

- El colector efluente del aliviadero deberá ser capaz de evacuar hasta el caudal que el sistema integral de saneamiento permita, con un grado de llenado inferior al 75%.

- La capacidad del colector de alivio será al menos igual a la del colector influente.

Los aliviaderos deberán diseñarse, en general, de modo que su vertido se realice a la cámara o canal de descarga a cauce sin que se produzca en régimen anegado, es decir que la lámina de agua en el canal de descarga a cauce no condicione a la lámina de agua del aliviadero. En caso de que este extremo no se pudiera cumplir porque el cauce receptor esté relativamente elevado, la formulación del caudal de vertido deberá tener en cuenta el régimen anegado.

Los colectores de vertido a cauce deberán verter con su generatriz inferior por encima de la cota de la lámina de agua de la avenida de 50 años en el cauce.

V.4.2 Dimensionamiento de los elementos de regulación

Cuando el caudal de salida hacia el colector de aguas abajo, $Q_{efluente}$, sea superior a 100 l/s se utilizará como elemento de regulación del caudal aguas abajo una compuerta mural, en caso contrario, se podrá instalar, de manera excepcional al no permitir modificar los parámetros de regulación, una válvula vórtice.

En ambos casos, deberá verificarse su funcionamiento hidráulico para el caudal máximo excepcional, $Q_{influente}$.

El diseño del elemento de regulación deberá hacerse conforme a las siguientes especificaciones, según cuál sea su tipología:

- Compuerta mural o compuerta canal:

  La compuerta permitirá el paso del caudal $Q_{efluente}$ con una apertura que no será inferior a 10 cm, con la lámina de agua en el aliviadero a cota del labio del vertedero. En las mismas condiciones de apertura desaguará el caudal $Q_{influente}$ sin provocar remansos aguas arriba en el canal de aproximación.

- Válvula de vórtice

  El fabricante de la válvula deberá facilitar la correspondiente curva de gasto en cada caso particular.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V.5 Tipos de tanques por su función.

Los tanques pueden clasificarse del siguiente modo:

- Tanques anti-inundación (también llamados de regulación hidráulica o laminadores): su objetivo es suplir la falta de capacidad de un cierto colector mediante el almacenamiento en el tanque de los volúmenes de agua que dicho colector no es capaz de transportar porque la capacidad de éste sea inferior al caudal influente al tanque.

- Tanques anti-contaminación (también llamados anti-DSU): en redes unitarias, los tanques anti-contaminación son infraestructuras cuya misión es almacenar aquellos volúmenes que no pueden ser tratados por la depuradora de la cuenca, al superar los caudales generados en tiempos de lluvia la capacidad de tratamiento de ésta. El tanque evitará de este modo los vertidos al cauce receptor que no sean susceptibles de incorporación por su contaminación.

  Estos tanques cuya misión es controlar el impacto que ocasionan las descargas a los cauces receptores de sistemas unitarios (DSU) y de redes de aguas pluviales en el caso de redes separativas, se pueden disponer previamente a la EDAR o bien en los colectores tributarios de los emisarios que conducen los caudales a la EDAR o de ambas formas.

  En redes separativas, se ha demostrado que los vertidos directos de las aguas transportadas por los colectores de pluviales tienen carga contaminante y en consecuencia estos vertidos habrán de ser tratados en función de lo que establezca la Confederación Hidrográfica del Tajo, cuando informe la correspondiente autorización de vertido.

- Tanques mixtos: son aquellos cuya función es la regulación del caudal y además la retención de volúmenes con objeto de proteger al cauce receptor.

En cualquier caso, prácticamente todos los tanques cumplen una función mixta si bien tienen una misión principal definida (anti-inundación o anti-DSU).

V.6 Tipos de tanques por su disposición relativa

Los tanques pueden disponerse en línea o fuera de línea dependiendo de su disposición relativa al colector:

- Tanques en línea: los tanques en línea se disponen implantados sobre el colector y no tienen capacidad de regular el caudal influente al tanque. En consecuencia, esta disposición no es adecuada para discriminar los caudales a retener cuando se desea seguir una cierta estrategia de llenado que se base en la evolución de las cargas contaminantes durante la tormenta y tampoco es válida para poder evitar el llenado del tanque cuando ingresa un caudal que supera el caudal a partir del cual se podría verter a cauce al alcanzarse la dilución de vertido.

  La disposición del tanque en línea es la que se emplea en los tanques anti-inundación en los que el colector suele discurrir por el eje mayor del tanque dejando pasar el máximo caudal que puede ser transportado sin ocasionar la puesta en carga de la red de aguas abajo y comenzando a retener cuando el caudal de entrada al tanque supera el caudal anteriormente indicado. La regulación del

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

caudal se realiza en el colector, generalmente en el lado del tanque opuesto al punto de entrada de caudal, ya sea mediante compuerta o válvulas de regulación.

Esta disposición también se usa en tanques anti-contaminación cuando el llenado del tanque se realiza sin discriminar diluciones o cargas contaminantes, es decir, el llenado se realiza directamente cuando se supera el máximo caudal a trasvasar hacia la depuradora.

- Tanques fuera de línea: estos tanques tienen una flexibilidad y versatilidad de llenado que no poseen como se ha indicado anteriormente, los tanques en línea. En ellos mediante una cámara de derivación de caudales previa al tanque se segregan los caudales del hidrograma que pueden derivarse hacia el tanque para su llenado, los caudales que se trasvasan a la EDAR o los caudales que son directamente vertidos a cauce al superarse la dilución de vertido o cuando se cumplan estándares de vertido al disminuir los polutogramas asociados al hidrograma de la tormenta.

V.7 Diseño de tanques anti-inundación

Estos tanques se instalarán donde sea necesario cumplir una función fundamentalmente laminadora, y especialmente en la entrada a las EDAR (estos tanques también son anti-DSU de manera indirecta).

Se dimensionarán para almacenar la diferencia entre la capacidad máxima de entrada a la EDAR (3 veces el caudal medio de residuales) y el caudal que entregan los aliviaderos asociados a los tanques anti-DSU durante un periodo comprendido entre 2 y 6 horas, que dependerá de las características concretas de la cuenca y de la EDAR. Dicho periodo podrá ser modificado justificadamente por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

Los tanques anti-inundación que se instalen en las redes municipales para solventar la falta de capacidad de los colectores, tendrán un tratamiento individualizado, que dependerá del hidrograma esperado, de la capacidad de aliviar o no el exceso y del espacio disponible dentro de la trama urbana.

V.8 Diseño de tanques anti-contaminación

Con carácter general, los tanques con función fundamentalmente anti-DSU se diseñarán en el punto de entrega de las aguas procedentes de vertidos municipales (o de sectores aislados o urbanizaciones) a los colectores o emisarios.

Los tanques anti-DSU se dimensionarán con el criterio de utilizar el número de vertidos anuales como estándar de emisión. Para ello se diseñarán con el criterio de que, cumpliendo con las condiciones indicadas en el Plan Hidrológico de Cuenca o legislación correspondiente vigente permitan un número máximo de 20 vertidos anuales utilizando la pluviometría del año medio correspondiente a la última década de registros diezminutales de que se disponga (siempre empleando datos de una estación representativa de la zona). Este número se bajará a 15 vertidos cuando se trate de tanques que vayan a verter a embalses empleados para la captación de agua de consumo humano o en zonas cercanas a los mismos en los cauces afluentes a dichos embalses.

Se considerarán sucesos de lluvia diferentes cuando transcurra al menos 24 horas entre episodios desde el final de un episodio al inicio del siguiente.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Así mismo, y como medida de seguridad, se comprobará que no se produce vertido para la lluvia crítica definida en la Norma Alemana ATV-128, que se muestra a continuación:

$$l = \frac{15 \cdot 120}{T_c + 120}$$

Donde I es la intensidad en l/s/Ha y T_c el tiempo de concentración en minutos. Si el tiempo de concentración es superior a 120 minutos, se trabajará con una intensidad crítica 7,5 l/s/Ha.

El caudal para enviar a la EDAR o aguas abajo del tanque por el colector será el considerado en cada caso.

En todo caso, dichos estándares cumplirán la legislación vigente en cada momento.

V.9 Compartimentación del tanque

En tanques cuya solera necesite desarrollar más de 5 calles de limpieza, el cuerpo de retención podrá subdividirse en otros recintos o compartimentos de menor volumen, con objeto de que cuando se suceda un evento pluviométrico que no origine un gran volumen de retención, éste no se extienda en la totalidad de la superficie del tanque. De este modo, una vez se produzca su vaciado, no se precisará una limpieza que se extienda a la totalidad de la solera, sino únicamente a aquellos recintos que hubiesen sido llenados total o parcialmente, ahorrándose la limpieza en los que no se ha producido vertido.

El sistema de compartimentación del tanque se podrá realizar mediante canal central que reparta a los vasos mediante compuertas que se abren y cierran de forma automática, con un llenado secuencial de vasos (de forma que uno rebose en el siguiente), o mediante otro diseño que justifique su adecuada optimización.

En caso de que sea mediante canal central de alimentación, el diseño del tanque exige la instalación de compuertas de derivación laterales que alimenten a los compartimentos anexos, situadas de manera intermedia en los muros comunes, y compuertas frontales en los extremos del compartimento. Las compuertas laterales se abrirán para efectuar el llenado de los diferentes vasos y se cerrarán una vez éstos estén llenos. Las compuertas frontales irán abriendo en secuencia el canal de alimentación según se llenen los compartimentos. Cada compuerta irá gobernada en función del sensor de llenado que se habrá de disponer en cada compartimiento.

Este diseño permite que la alimentación de los compartimentos se realice de manera secuencial, pero cada uno independiente respecto del resto, es decir que no se produzca mezclado de aguas entre compartimiento de tal modo que, por ejemplo, el llenado del segundo compartimento no exija incorporar aguas al primero para que éste alivie sobre el segundo.

En este caso, es aconsejable que el volumen de los dos primeros compartimentos garantice recoger el 75% de la carga másica de los polutogramas que se obtengan en el diseño del tanque. El resto de los compartimentos recogerán los volúmenes de cola del evento pluviométrico y cuyas diluciones serán inferiores a los volúmenes inicialmente retenidos en los primeros dos compartimentos, sobre todo si la cuenca acusa un marcado primer lavado o *first flush*.

Con esta compartimentación se consigue, además, segregar los volúmenes que han de ser enviados a la depuradora para su depuración, por su prioridad, de tal modo que los primeros compartimentos en llenarse serán aquellos que primero se depuren, al tener previsiblemente mayor carga contaminante y

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

menor dilución, con objeto de evitar la formación de condiciones sépticas que generen gases y malos olores.

En cualquier caso, los compartimentos deberán ser diseñados con la posibilidad de verter unos sobre los otros en el caso extraordinario de fallo del sistema de llenado del canal común.

En caso de compartimentación mediante llenado secuencial de vasos, de forma que uno rebose en el siguiente, se disminuye la intervención de compuertas, automatismos y partes móviles, reduciéndose, por consiguiente, sus tareas de mantenimiento y explotación Sin embargo, disminuye la flexibilidad en cuanto a su capacidad de discriminar aguas con distintos niveles de contaminación.

V.10 Elementos principales de tanques de retención

En general los tanques deberán tener una serie de elementos que son necesarios para su funcionamiento hidráulico y correcta explotación.

V.10.1 Elementos de regulación

Los elementos de regulación se podrán disponer aguas arriba del tanque o bien en su extremo de aguas abajo.

De forma general, aguas arriba estarán en la derivación del colector hacia el tanque, en caso de que el tanque se dispusiera en derivación. Dichos elementos regularán el caudal que se desee almacenar en el tanque y el que discurrirá, como diferencia, por el colector principal hacia aguas abajo. Entre otros podrán ser:

- Compuertas frontales.
- Compuertas laterales.
- Compuertas de vagón.

Los elementos de regulación de caudales que permiten controlar los caudales hacia aguas abajo del tanque, en función de sus criterios de diseño podrán ser:

- Válvulas vórtex.
- Válvulas de seccionamiento de cierre accionado por flotación.
- Compuertas frontales.

Para su dimensionamiento se deberá aportar las curvas de gasto del fabricante de las válvulas vórtex y de las válvulas de seccionamiento por flotación y establecer la curva de gasto de las compuertas en función del grado de llenado aguas arriba y de su nivel de apertura.

Las compuertas dada su capacidad de regulación variable en función de su apertura podrán requerir la necesidad de efectuar su apertura de modo telecontrolado y, en consecuencia, sus grupos oleohidráulicos o motor eléctrico de accionamiento deberán ser comunicados con el centro de control del propio tanque y del centro de control global del sistema con objeto de ser asistidas por las consignas de un PLC.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V.10.2 Elementos de pretratamiento

En tanques cuyo volumen se desagüe mediante bombeo deberán disponerse instalaciones de pretratamiento a la entrada de estos. Cuando la evacuación se efectúe por gravedad se deberá disponer de un separador de gravas y arenas gruesas.

No obstante, y a pesar de que se pueda cumplir el criterio anterior, Canal de Isabel II podrá imponer la necesidad de pretratamiento en función de la magnitud de los caudales y de la particular caracterización de sus aguas pluviales.

La finalidad de los pretratamientos será la protección del cuerpo del tanque y de las bombas en caso de que éstas se dispusieran para su desagüe, así como conseguir hacer eficaz o viable el proceso de limpieza de las soleras del tanque. Los objetivos serán:

- La retención de gruesos, gravas y arenas de tamaño medio con objeto de hacer factible una limpieza eficaz de las soleras del tanque cuando se proceda a su vaciado.

- La retención de sólidos flotantes previamente a los cuerpos de llenado del tanque.

Estos objetivos se pueden conseguir implementando las siguientes instalaciones previamente al cuerpo del tanque:

- La instalación de pozos de gruesos y desarenadores que retengan sólidos mayores de 5 mm. Sus características se definen en el apartado VI.3.

- La instalación de rejas de desbaste de limpieza automatizada. Sus características se definen en el apartado VI.4.

La instalación de rejas de desbaste en la entrada de caudales al tanque deberá ser sometida a estudio detallado, teniendo en cuenta estudios previos de caracterización de las aguas de tormenta con objeto de dimensionar los pasos de las rejas y estimar la frecuencia máxima de los ciclos de limpieza de las rejas con objeto de garantizar la no colmatación con un periodo de retorno de 10 años.

V.10.3 Elementos de tratamiento del vertido

Los tanques de retención anticontaminación deberán disponer de un sistema de retención de sólidos y flotantes previo al alivio de los caudales cuando se supere el volumen de retención del tanque, tal como se indica en el epígrafe b) del apartado V.3.

V.10.4 Elementos de limpieza

La limpieza de los sedimentos que se decantan sobre las soleras del cuerpo del tanque exige que éstas, en general, se doten de calles de limpieza que se configuran mediante la disposición de muretes de unos 0,30 m de altura aprovechando las alineaciones de las pilas y pilares que sustentan la cubierta del tanque.

De este modo se diseñan una serie de líneas o calles de limpieza cuyo objeto es servir de canales de pequeño calado sobre los que se descarga un volumen de agua que genera una onda superficial rápida que barre las soleras y consigue de este modo su limpieza. Los cajeros de estos canales son,

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

precisamente, los muretes, anteriormente indicados, que se disponen en las alineaciones de pilas y pilares.

Las soleras de las calles deberán presentar un acabado fino, liso y regular con objeto de maximizar el arrastre de sólidos, debiendo incluirse en el proyecto el pulido del hormigón de las soleras.

Las calles no deberán superar un ancho de 8 m con objeto de que las clapetas de descarga rápida no tengan un ancho excesivo que provoque un peso de la clapeta demasiado alto que exija accionadores hidráulicos aparatosos. El ancho mínimo de las calles deberá ser de 5 m.

Las calles de limpieza deberán tener una pendiente mínima del 1% y finalizarán en un canal de recogida común a todas ellas, que deberá finalizar en una poceta de recogida de los volúmenes de agua y sedimentos generados por la limpieza de las soleras.

Los elementos de limpieza de las soleras del cuerpo del estanque podrán consistir en los siguientes sistemas:

- Cámaras de descarga rápida:

  Estas cámaras de limpieza se disponen en los extremos de aguas arriba de las líneas o calles de limpieza. Las cámaras tendrán planta rectangular cuyo ancho será el de la calle y cuya longitud será de unos 3 m en primera aproximación y un calado que dependerá del volumen necesario de descarga para garantizar el calado y velocidad mínima de arrastre que se dará en el extremo de aguas abajo de la calle.

  En el muro frontal de la cámara se instalará la clapeta de descarga rápida que estará constituida por acero inoxidable AISI 316L y que dispondrá de accionadores oleohidráulicos susceptibles de telecontrol.

  El tiempo de apertura no deberá exceder los 0,5 segundos y la apertura de la clapeta consistirá en el giro de ésta alrededor de su eje horizontal superior con un ángulo exterior de apertura de 60°.

  En la sección longitudinal de la cámara de descarga se observará la existencia de una solera de hormigón con un talud 1:1 con el objetivo de conferir al volumen de agua efluente de la cámara una energía de salida mayor provocando un hidrograma más picudo y menos laminado para conseguir una onda de mayor calado y velocidad en las calles de limpieza.

  La ventaja principal de estas cámaras reside en el hecho de que el volumen de agua que provoca la limpieza proviene de la propia agua almacenada en el tanque, ahorrando de este modo un volumen importante de agua reutilizada o procedente de freático.

  En cualquier caso, las cámaras deberán dotarse de una línea de agua para su llenado en caso de que sea necesario repetir la limpieza en una calle o bien que el llenado del tanque no hubiera alcanzado la cota o altura sobre la solera, a partir de la cual se llena la cámara y de este modo ésta no se hubiese podido llenar. El llenado se realizará, preferentemente, mediante agua reutilizada o aguas freáticas, o en último caso mediante agua para consumo humano.

- Tanques basculantes:

  Estos tanques son depósitos de agua de sección cuasi-semicircular realizados en acero inoxidable AISI 316L y se ubican a una cierta altura en los extremos de aguas arriba de las calles de limpieza. Su eje

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

horizontal de giro estará desplazado del centro de gravedad del tanque de tal modo que cuando se desbloquea el giro, éste rota provocando la descarga sobre el muro vertical del tanque de retención, vertiendo de este modo sobre la calle de limpieza.

El muro vertical del tanque de retención deberá presentar, en su unión con las soleras que constituyen las calles de limpieza, una sección achaflanada mediante acuerdo circular que deshaga la escuadra muro-solera, de tal modo que cuando la vena líquida procedente de la descarga del basculante se apoye sobre el muro vertical del tanque de retención y se aproxime a la solera no disipe energía de manera brusca.

El tanque basculante exige que el muro vertical del depósito presente un acabado superficial regular. En consecuencia, la instalación de basculantes en tanques de retención cuyos muros verticales se hayan construido mediante pantallas o pilotes no será admisible dado que cuando el volumen de descarga se apoya sobre dicho tipo de superficie se produce una disipación de energía y una disgregación de la vena liquida que afecta a la eficacia de la posterior onda de barrido que discurrirá por las calles de limpieza.

Se deberá justificar el volumen de agua y la altura de descarga necesaria para garantizar el arrastre de los sólidos en las calles de limpieza. Estas variables deberán ser relacionadas con la pendiente, rugosidad y longitud de las calles de limpieza.

El llenado del tanque exigirá la instalación de una línea de llenado con agua potable, reutilizada o procedente de freático.

- Sistema de impulsión para el vaciado del tanque por bombas:

  Se colocará en un pozo de bombas situado en el punto o puntos más bajos del depósito. De manera general, se instalarán bombas centrifugas.

Se deberá justificar desde el punto de vista económico la elección por la que finalmente se opte y teniendo en cuenta los costes de instalación junto con los costes de explotación futuros. Otro tipo de sistemas de limpieza han de tener el visto bueno expreso de Canal de Isabel II.

V.10.5 Aliviadero de seguridad

El tanque deberá estar provisto de un aliviadero de seguridad que vierta aquellos volúmenes a cauce receptor que no son susceptibles de ser almacenados en el tanque al haberse agotado su volumen de retención de diseño.

En tanques de regulación o laminación que estén ubicados en plena ciudad, sin acceso cercano a un cauce receptor, el tanque deberá ser dimensionado para un periodo de retorno de 25 años y el aliviadero de seguridad se conectará, preferiblemente, mediante un nuevo colector de alivio a otro colector que pertenezca a una diferente cuenca, de tal modo que si ésta no estuviese tan sobrecargada se pudiese trasvasar los alivios del tanque. Si esta posibilidad no fuese factible, el alivio habrá de descargar sobre el propio colector efluente del tanque que era objeto de regulación.

En este último caso, la cubierta del tanque quedará sometida a una presión interior ascendente cuyo valor de diseño para poder calcular la cubierta y su estabilidad deberá coincidir con la máxima línea piezométrica que se pudiese alcanzar asumiendo la puesta en carga del colector de aguas arriba del tanque, objeto de regulación, bajo un evento pluviométrico de periodo de retorno 100 años.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se deberá determinar el máximo nivel extraordinario de llenado del tanque (MNE) como la cota de la lámina de agua que deberá existir sobre el labio de vertido del aliviadero para conseguir aliviar el máximo caudal de diseño. El máximo nivel normal (MNN) quedará definido por la cota a la que se dispondrá el labio del vertedero del aliviadero.

El colector de alivio deberá disponer de unas clapetas anti-retorno en su extremo de vertido al cauce de tal modo que la posible crecida del río no origine un llenado no deseado del tanque por dicho colector. Esta circunstancia deberá ser tenida en cuenta a la hora de establecer la cota MNE.

V.10.6 Ventilación del tanque

El tanque deberá estar provisto de un sistema de ventilación natural o forzada que consiga que el aire contenido entre la lámina de agua y la cubierta del tanque se renueve al menos 7 veces a la hora.

V.10.7 Bombeos

Se tratará de efectuar el desagüe del tanque por gravedad, sin necesidad de recurrir a sistemas de bombeo.

En este sentido y cuando se hayan agotado todas las alternativas factibles para desaguar la totalidad del volumen de diseño de manera integral por gravedad, se podrá optar por realizar compartimentaciones que consigan maximizar el volumen desaguado por gravedad y el resto, por diferencia frente al volumen de diseño, por bombeo.

El bombeo deberá configurarse, preferentemente, mediante la instalación de bombas sumergidas. En caso de optar por la instalación en cámara seca deberá justificarse de manera exhaustiva cómo se realizará el mantenimiento de la cámara de aspiración sin necesidad de acceder a la misma.

El pozo de bombeo deberá proyectarse de tal manera que el diseño permita garantizar la evacuación integral de los lodos que se trasladarán desde las soleras del tanque hacia él, cuando se efectúe la limpieza de las soleras, mediante la instalación de bombas con sistemas de eyección de agua para conseguir la puesta en suspensión de los lodos, mediante implementación de agitadores, y el diseño de un pozo que permita la retirada de los lodos con un sistema de rasquetas y bombas de purga, etc.

Las bombas deberán tener un paso en su rodete de 120 mm y serán susceptibles de regulación de velocidad mediante variadores de frecuencia. En ningún caso se utilizará un único variador para dos o más motores.

El sistema de bombeo deberá tener una bomba suplementaria al número estrictamente necesario de bombas, a modo de reserva. Deberá tenerse en cuenta para el futuro mantenimiento de las bombas, la instalación de puente grúa o polipasto según se indica en el punto V.11.1 de este capítulo, y orificios en la cubierta para la extracción de equipos.

Para el dimensionamiento del bombeo se tendrán en cuenta las condiciones de la red de saneamiento aguas abajo, tanto la capacidad de la red como la capacidad de las plantas depuradoras.

Se determinará la validez del sistema de bombeo mediante la obtención de todos los puntos de funcionamiento que se obtengan según se vayan poniendo en marcha las diferentes bombas. Se deberán aportar las curvas características de las bombas.

Se efectuarán las comprobaciones de NPSH y de golpe de ariete.

Los colectores de aspiración e impulsión estarán constituidos por acero inoxidable AISI316L.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V.10.8 Iluminación

Siempre que sea posible, el tanque deberá diseñarse para que en las horas centrales del día (11:00 a 16:00) el mismo pueda inspeccionarse sin necesidad de acudir a luz artificial. La iluminancia mínima sobre la solera del tanque y en dicho intervalo horario será de 30 lux en días soleados.

En cualquier caso, el tanque deberá disponer de luz artificial para poder efectuar tareas de inspección, mantenimiento o reparaciones, fuera de las horas anteriormente indicadas o cuando en ellas se precise una mayor iluminación adicional. La iluminancia mínima sobre la solera del tanque por la luz artificial deberá ser de 150 lux. Las luminarias tendrán un grado de protección IP68, es decir totalmente protegido contra el polvo y contra la inmersión continua en agua, según Norma UNE-EN 60529, y se dotará al tanque de tomas de corriente para conexión de focos portátiles.

V.10.9 Grupo electrógeno

El tanque de tormentas deberá poseer un grupo electrógeno de arranque automático cuya potencia deberá ser capaz de garantizar las siguientes tareas:

- Dotar de energía a todas las compuertas o mecanismos de regulación y sistemas de sensores o metrología.
- Dotar de energía a todos los sistemas de ventilación.
- Dotar de energía a una de las bombas.
- Dotar de energía a la iluminación de todo el tanque.
- Dotar de energía al PLC.

El grupo electrógeno se alimentará de un depósito de carburante cuyo volumen deberá garantizar el abastecimiento de energía eléctrica a las anteriores tareas durante un fallo eléctrico de 24 horas.

V.11 Instalaciones adicionales en tanques singulares

En tanques singulares, como los que superen los 30.000 m^3, precisen bombeos o estén ubicados en zonas sensibles, se deberán seguir las prescripciones indicadas en los apartados siguientes. Dichas prescripciones deberán ser sometidas para su consulta a los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

V.11.1 Puentes grúa y polipastos

En tanques donde se efectúe una compartimentación del cuerpo de retención será necesario disponer de un puente grúa y de su correspondiente dársena de carga, de tal modo que ante cualquier eventual necesidad de reparación o mantenimiento se puedan efectuar dichas operaciones.

El puente grúa tendrá una capacidad de carga mínima de 5 t y sus carriles se situarán de manera transversal a los muros de compartimentación debiendo disponerse entre la cota de los muros de compartimentación y el enganche de la grúa una altura mínima de 2,50 m. Los perfiles que constituyan las vigas de sustentación de los carriles del puente grúa deberán realizarse en materiales adecuados para resistir la corrosión.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Deberán disponerse polipastos para poder efectuar izados de compuertas, ataquías, bombas, equipos de desbaste, etc. cuando sea necesario proceder a su montaje o desmontaje en tareas de mantenimiento.

V.11.2 Pasarelas de servicio

Los tanques de tormenta que posean más de un compartimento deberán estar dotados de pasarelas de servicio perimetrales y/o centrales para poder inspeccionar o reconocer la totalidad del cuerpo del estanque y poder acceder a sus diversos registros eléctricos o centralitas oleohidráulicas que se dispusiesen para la apertura de clapetas de cámaras de limpieza o bien de compuertas entre compartimentos e incluso a la iluminación.

El trámex (incluso estructura de soporte) que constituya las pasarelas de acceso al tanque deberá estar elevado por encima del MNE de tal modo que siempre se garantice el tránsito por las mismas; el resguardo de seguridad entre el MNE y el trámex será de 0,50 m.

El trámex estará constituido por acero inoxidable AISI 304, acero galvanizado en caliente o PRFV.

El acceso a las soleras de los diferentes compartimentos se realizará desde las pasarelas de servicio a unas escaleras realizadas en acero inoxidable AISI 316L, acero galvanizado en caliente o PRFV. Uno de sus extremos se dispondrá anclado a la pasarela con un eje horizontal sobre el que podrá girar la escalera y en el otro extremo existirá una superficie cerrada hueca que realizará las veces de flotador y que propiciará que cuando el tanque esté lleno la escalera gire y su extremo libre se ice permitiendo que ésta no se ensucie y logrando que al vaciarse el tanque la escalera se abata y se apoye sobre la solera permitiendo el acceso a la solera.

En cualquier caso, para elementos que puedan quedar sumergidos, como los de acceso a las soleras, se empleará preferentemente PRFV, con objeto de evitar su corrosión.

V.11.3 Ventilación del tanque

El proyecto deberá efectuar el estudio de posicionamiento de los puntos de entrada o tomas de aire y de los puntos de extracción garantizando 7 renovaciones/hora. En tanques con varios compartimentos o geometrías singulares, el estudio se efectuará modelizando tridimensionalmente el flujo del aire con objeto de que el diseño consiga garantizar un adecuado barrido de los gases producidos por la materia orgánica del volumen retenido y reducir las zonas de estancamiento de gases.

El diseño de la ventilación podrá necesitar la disposición de tubos verticales insufladores o extractores que lleguen a incorporar o retirar aire, respectivamente, en los puntos centrales bajos de los compartimentos de llenado de tal modo que sean capaces de conseguir elevar los gases más pesados (H_2S) que se hubiesen podido estratificar en dichos cuerpos.

El proyecto deberá estudiar la posibilidad de formación de condensación y paliará la misma, exclusivamente mediante el empleo de ventilación natural de tal modo que la ventilación forzada se haya de emplear solamente cuando el tanque esté total o parcialmente lleno.

En tanques ubicados en zonas urbanas o áreas sensibles, el aire efluente deberá tratarse mediante tecnología de desodorización por vía biológica, por carbón activado, u otra tecnología, que, en cualquier caso, deberá ser aprobada por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V.11.4 Sensores y metrología

El tanque dispondrá de una serie de sensores que permitirán su monitorización desde el centro de control del tanque si éste existiera o bien desde el centro de control general.

Los tanques deberán tener los siguientes sensores:

- Caudalímetros o limnímetros instalados en el colector influente al tanque y a una distancia suficiente que permita reaccionar los reguladores hidráulicos de ingreso de agua al tanque y ubicados en un punto tal que a la vez describa correctamente el flujo hidráulico: puntos con regímenes previsiblemente uniformes o próximos al uniforme.

- Sensores de monitorización del grado de apertura de compuertas.

- Sensores de nivel ultrasónicos para determinar el llenado de los compartimentos del tanque.

- Sensores de auscultación estructural.

- Caudalímetro o limnímetro instalado en el colector de alivio a cauce.

- Caudalímetro o limnímetro del efluente derivado hacia la depuradora tras el tanque.

- Caudalímetros en todos los colectores de impulsión de las bombas, en caso de vaciado del tanque por bombeo.

- Sensores de gases: véase apartado V.11.5.

- Sondas multiparamétricas de calidad de las aguas retenidas en cada uno de los compartimentos del tanque: véase apartado V.11.6.

- Cámaras de video para visualización de los llenados de los diferentes compartimentos o para control de accesos no autorizados al cuerpo del tanque (momentos con concentraciones de gases no adecuada, personal no autorizado, etc.). Estas cámaras deberán tener visión nocturna.

V.11.5 Sensores de gases

El tanque deberá tener sensores de detección de gases, entre ellos metano, sulfhídrico, amoniaco, oxígeno.

Los sensores se instalarán en:

- Pasarelas de servicio: en ellos se instalarán los siguientes sensores: (CH_4, NH_3, H_2S, O_2).

- En los puntos centrales de los compartimentos se dispondrán, próximos a la cubierta para detectar los gases más ligeros, sensores de CH_4 y NH_3 y mediante un vástago vertical cilíndrico en acero inoxidable 316L anclado a la cubierta y con un sistema de deslizadera-flotador, se dispondrán sensores de H_2S y oxígeno disuelto, de modo que se consiga monitorizar los gases pesados.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

V.11.6 Sensores de parámetros de calidad de las aguas

En los tanques de retención de la contaminación deberá disponerse de 3 puntos de aspiración de agua en cada compartimento de llenado. Estos se dispondrán en cada tercio correspondiente a la máxima altura de llenado del tanque. Dichos puntos de toma requerirán una instalación de líneas de conducciones independientes que se dirigirán a un equipo de monitorización de parámetros de calidad donde se registrarán, en continuo, los siguientes parámetros por cada muestra: COT, TDS (sólidos totales disueltos), O_2, pH, conductividad, y temperatura.

Estas líneas tendrán un diámetro de 30 mm y su aspiración estará protegida por un filtro de acero inoxidable AISI316L constituido por una malla de paso 2,5 mm.

El sistema de líneas y válvulas deberá garantizar que el agua que llega al tomamuestras del analizador es agua recién extraída del punto de toma, es decir, que deberá conseguirse la purga del volumen de agua que exista en la conducción de una cierta línea, justo cuando se vaya a realizar la siguiente medición de parámetros.

Este sistema se dispondrá en una cámara seca anexa al tanque y a una cota tal que todos los flujos puedan ir por gravedad al punto de análisis. El sistema de purga verterá sus volúmenes a una pequeña arqueta de purgas en la que existirá una pequeña bomba que retornará las aguas almacenadas al cuerpo del tanque una vez se supere cierto nivel en la arqueta.

V.11.7 Autómata de control o PLC

Los tanques deberán tener un PLC (controlador lógico programable) procedente de los sensores instalados para la regulación o instrumentación del tanque, que centralice y permita su tratamiento, para que en función de dichas variables el sistema de control ordene la realización de las consignas de regulación y funcionamiento del tanque.

Este PLC deberá diseñarse en el proyecto del tanque. Para ello, se deberá efectuar el estudio de reglas y consignas que habrá de tener para el gobierno de los elementos de regulación y desagüe del tanque.

El tanque deberá poseer una sala o edificio de control donde se ubique dicho PLC y un sistema de monitorización para la gestión del llenado del tanque y su vaciado en caso de que fuese necesario intervenir en su gestión en modo local.

Se deberá definir e instalar un sistema compatible de comunicación con el sistema implantado en Canal de Isabel II, capaz de enviar toda la información del estado de la instalación según sus señales digitales y analógicas, y siguiendo los estándares y protocolos que fije Canal de Isabel II para recibir dicha información en su Centro Principal de Control.

V.11.8 Tomas de agua decantada

El último de los compartimentos de un cierto tanque deberá disponer de dos tomas de agua capaz de poder derivar o aspirar el agua contenida en la zona correspondiente a los 2/3 superiores de la altura de llenado del compartimento, con objeto de poder verter dicho volumen directamente a cauce en caso de que dicho estrato de agua decantada alcanzase los parámetros de calidad que el organismo de cuenca aceptase como válidos.

La primera toma de aspiración se dispondrá para recoger el tercio superior del volumen retenido en el compartimento y la segunda de las tomas para recoger los 2/3 superiores del volumen del compartimento.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El vertido de dichos volúmenes estratificados de agua decantada podrá refinarse mediante el empleo de un proceso avanzado de decantación lastrada para su clarificación implementado en el ramal de alivio a cauce.

V.12 Dimensionamiento mecánico

Cuando la estructura de los aliviaderos y tanques de retención sea de hormigón armado o de acero, deberá cumplir lo especificado al respecto por la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) o la Instrucción de Acero Estructural (EAE), respectivamente. Además, también deberán satisfacer la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE) así como, complementariamente, lo indicado en el resto de legislación y normativa vigente, especialmente los Eurocódigos 0, 1, 2, 3, 7 y 8 (EN 1990, EN 1991, EN 1992, EN 1993, EN 1997 y EN 1998).

El hormigón cumplirá con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE para la clase general de exposición IIa y clase específica de exposición Q_b o Q_c, según sea el caso. Cuando los cementos vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos (SR), siempre que el contenido de sulfatos, expresado como SO_4 sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o 3.000 mg/l en el caso de suelos, tal como se indica en la Instrucción para la recepción de cementos. La estructura de los pozos, cámaras y canales deberá construirse convenientemente impermeabilizada, evitando cualquier filtración ya sea hacia el exterior (agua residual), o hacia el interior (nivel freático).

Las cubiertas deberán estar proyectadas para poder soportar las siguientes sobrecargas:

- Cubierta protegida del acceso de tráfico rodado por tener delimitada su superficie: en dichos casos se deberá considerar una sobrecarga uniforme de 5 kN/m^2, tal como se indica en la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11), en lo relativo a zonas de uso peatonal. En caso de que la cubierta no aflorase sobre el nivel del terreno deberá considerarse una sobrecarga adicional, variable en posición, correspondiente al eje simple de 130 kN recogido en el Reglamento sobre vehículos pesados del Ministerio de Fomento.

- Cubierta que posea tráfico rodado en su superficie: en dichos casos se deberá disponer una sobrecarga de 5 kN/m^2 (IAP-11, en lo relativo a zonas de uso peatonal) junto con una sobrecarga variable en posición correspondiente al carro de 600 kN (IAP-11) o una sobrecarga móvil de 20 kN/m^2 correspondiente a un vehículo de extinción de incendios, tal como se indica en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio.

Las pasarelas de servicio deberán dimensionarse para soportar una sobrecarga de 5 kN/m^2 (IAP-11).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VI Estaciones de bombeo

VI.1 Características generales

En el presente apartado se especifican unas prescripciones básicas relativas a los componentes que intervienen en las estaciones de bombeo de las redes de saneamiento.

En general, las estaciones de bombeo constarán de los siguientes elementos y procesos unitarios:

- Cámara de entrada.
- Pozo de gruesos.
- Desbaste de sólidos.
- Contenedores de residuos.
- Cámara de retención de seguridad.
- Elevación de agua bruta.
- Colector de impulsión.
- Colector de impulsión general.
- Instalaciones adicionales.

Previa autorización de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, pueden existir estaciones de bombeo, donde por limitaciones de espacio, complejidad de la instalación, caudales de diseño, u otros motivos, se prescinda de alguno de estos elementos o procesos unitarios, o que varios de ellos se puedan acumular en un único elemento.

Al objeto de facilitar operaciones de mantenimiento y explotación, todos y cada uno de los elementos de las estaciones de bombeo dispondrán de bypass.

Todas las instalaciones deberán estar dotadas de agua potable que, dependiendo de los casos, se empleará en operaciones de baldeo, servicio de equipos electromecánicos (limpieza de tamices de escalera), así como operaciones de limpieza en general.

Independientemente de cuál sea su geometría, todos los compartimentos que integren la estación de bombeo deberán ser accesibles, debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución. Para ello, en las losas superiores de los distintos compartimentos se dispondrán suficientes accesos a los mismos, preferiblemente mediante registros metálicos de acero inoxidable o rejillas trámex de PRFV, y de manera excepcional, mediante cobijas de hormigón. En el caso de equipos voluminosos a extraer o introducir por la cubierta del edificio, dicha cubierta igualmente será total o parcialmente desmontable.

A tal efecto, deberá disponerse un edificio sobre los distintos elementos de la estación para facilitar el acceso a la misma. En instalaciones pequeñas, alternativamente a la instalación de un edificio, la entrada a la estación podrá realizarse por tapas de registro directamente desde la superficie. En estaciones más pequeñas, que consten básicamente de un pozo de registro como pozo de bombas a nivel de suelo, éste se podrá ejecutar mediante pozo prefabricado circular.

Los accesos a los edificios deberán ser amplios para facilitar las operaciones de entrada y salida de los equipos que integran la estación de bombeo y de los vehículos o maquinaría que fueran necesarios para el servicio o mantenimiento de la estación.

VI.2 Cámara de entrada

Cuando a la estación de bombeo acometan varios colectores simultáneamente, deberá disponerse una cámara de entrada con la misión de recibir y unificar esas incorporaciones y en la que se iniciará la línea de agua.

En la cámara de entrada se dispondrá un aliviadero de emergencia, qué dispondrá de un sistema autolimpiable de eliminación de residuos. Desembocará en una cámara de alivio que tendrá pendiente hacia el tubo de alivio, el cual deberá desaguar convenientemente.

La instalación dispondrá de una serie de compuertas murales de acero inoxidable AISI 316L, de tamaño mínimo 400 x 400 mm, de manera que, maniobrándolas oportunamente, pueda desviarse todo el caudal bien por la estación de bombeo o bien por la cámara de alivio. El aliviadero estará diseñado, por tanto, de tal forma que pueda evacuar todo el caudal entrante.

En caso de no ser posible la ejecución de cámara de entrada, el aliviadero de emergencia asociado se dispondrá en otros elementos de la estación de bombeo como, por ejemplo, junto al pozo de gruesos, el desbaste o en el propio depósito de bombeo.

El colector o colectores de llegada a la cámara de entrada deberán estar situados por encima de la línea de agua en toda la instalación, evitando la puesta en carga de dichos colectores durante el funcionamiento normal del bombeo.

VI.3 Pozo de gruesos

Antes del desbaste se dispondrá un pozo de gruesos que permitirá la sedimentación de los sólidos más pesados y voluminosos, con el fin de proteger los equipos de elevación. Tendrá fondo tronco-piramidal invertido de fuerte pendiente, con el fin de concentrar los sólidos decantados en una zona específica donde se puedan extraer de forma eficaz, para lo que el pozo se equipará con los equipos necesarios

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

para su recogida, instalándose un sistema de extracción mecánica de residuos. El sistema de extracción consistirá en una cuchara bivalva o similar, que sujeta a un puente grúa o polipasto eléctrico, permitirá abarcar toda la superficie del pozo de gruesos y la fácil evacuación de los residuos a contenedores metálicos. Éstos tendrán una capacidad suficiente para garantizar un tiempo de almacenamiento de 24 horas para la máxima producción de residuos.

La cuchara bivalva deberá descansar sobre un soporte diseñado para tal fin. Se ejecutará con perfilería de acero inoxidable y se ubicará preferentemente en alguna de las paredes perimetrales del pozo de gruesos, sin suponer ningún obstáculo para la correcta limpieza del pozo.

El orificio o canal de entrada de agua al pozo de gruesos dispondrá de una compuerta estanca de acero inoxidable AISI 316L con el fin de aislar completamente el mismo en las situaciones de mantenimiento que lo requieran.

El pozo de gruesos tendrá, anclados a sus muros y solera, unos carriles ferroviarios dispuestos en vertical y de modo paralelo cada 0,40 m entre sus ejes, de tal forma que se evite dañar las fábricas de hormigón del pozo cuando entre en funcionamiento la cuchara bivalva.

En el pozo de gruesos, previa entrada a los canales de desbaste, se instalará una reja de desbaste de gruesos de limpieza manual, fabricada en acero inoxidable AISI 316 y con paso entre barrotes de 100 mm como máximo, con el fin de evitar el paso de grandes residuos que pudieran provocar atascos en los sistemas de desbaste de finos posteriores. Así mismo la reja de gruesos deberá contar con guías para su fácil extracción y mantenimiento.

VI.4 Desbaste de sólidos

Tras el anterior pozo se colocarán las instalaciones de desbaste, las cuales consistirán, al menos, en dos líneas de entrada colocadas en paralelo, una de ellas a modo de reserva, y calculada cada línea para su caudal de diseño total.

En cada una de ellas se colocará una reja de finos. Se limitará el ancho de las rejas a 2 m por unidad y su paso deberá ser inferior a 50 mm; en cualquier caso, la distancia entre barrotes deberá ser al menos un 30% menor que el máximo tamaño de sólidos admitido por la bomba más pequeña según sus especificaciones.

Las rejas se colocarán inclinadas, y para su limpieza se instalarán equipos automáticos en cada línea. Si el sistema de limpieza es mediante peines impulsados por cadena, la maniobra eléctrica deberá contemplar un inversor de giro para liberar el residuo.

El sistema de limpieza automático se accionará, bien por pérdida de carga, o bien por intervalos de tiempo, de tal manera que se consiga optimizar el rendimiento y funcionamiento de la reja, minimizando el tiempo de retención del sólido en la misma.

Tanto la reja como los peines del limpiarrejas y el bastidor, serán de acero inoxidable AISI 316L.

Cada línea de rejas tendrá una compuerta a la entrada y otra a la salida, de tal modo que se pueda aislar completamente cada canal de reja para operaciones de mantenimiento, conservación o sustitución.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El número de líneas de rejas será el estrictamente necesario por condiciones de diseño más una de reserva.

La línea de rejas tendrá un colector o canal de bypass, entre la entrada de la línea de rejas y la salida de ésta, de tal modo que constituya un elemento hidráulico de alivio ante posibles colmataciones de la línea de rejas. La altura a la que se dispondrá dicho tubo o canal de alivio deberá garantizar no inundar las líneas de rejas.

Se deberán disponer también las instalaciones necesarias para la retirada de los residuos retenidos en la reja, por ejemplo, tornillos transportadores compactadores sin fin de acero inoxidable AISI 304 o 316L, cestillos perforados o contenedores tipo municipal.

Al objeto de limitar la altura de rejas, en caso de que la profundidad de los canales de desbaste sea superior a 5 m, se realizarán plataformas intermedias adosadas al propio canal para colocar contenedores para la extracción de residuos. De esta manera se facilita la limpieza y la eliminación de residuos de las rejas y se evitan sus roturas o deformaciones por exceso de carga hidráulica o de residuos.

De manera excepcional y para pequeños caudales, como alternativa a lo anterior, y también previa aprobación de Canal de Isabel II, se podrá sustituir las líneas de rejas por la instalación de dilaceradores o bombas con rodete dilacerador, capaces de triturar y transportar sólidos. En este caso, se dispondrán dos canales de agua, uno en el que vaya instalado el dilacerador o triturador, y otro de bypass del equipo con reja de desbaste de limpieza manual. Se deberá incorporar el sistema de compuertas necesario para poder aislar el dilacerador y así ejecutar con más facilidad el mantenimiento o la extracción del equipo, así como sistema antibloqueo de inversión de giro en caso de atasco.

VI.5 Contenedores de residuos

Los contenedores serán metálicos con tratamiento especial anticorrosión y deberán descansar sobre una dársena de carriles ferroviarios embebidos dentro de la solera de hormigón de la estación hasta la parte inferior del ala superior del perfil.

Dichos contenedores, y por su parte interior, tendrán un doble fondo con chapa perforada que facilite el drenaje del agua con una toma de desagüe por el exterior. Para facilitar la operación de carga, izado y vaciado de los residuos, los contenedores se podrán enfundar en su interior mediante sacas tipo big bag, sujetas al contenedor por sus esquinas.

La separación entre los ejes de los carriles que se dispondrán en paralelo estará comprendida entre 0,35 y 0,45 m.

Esta dársena dispondrá de cierta pendiente hacia un drenaje perimetral constituido por canales prefabricados de hormigón polímero con rejillas de fundición dúctil de clase resistente F 900, según la UNE-EN 124, y la evacuación de estos canales se realizará al pozo de gruesos mediante tubo de PVC-U-SN8 kN/m^2 de 0,25 m de diámetro.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VI.6 Cámara de retención de seguridad

Las estaciones de bombeo deberán estar dotadas de una cámara de retención capaz de almacenar las aguas residuales influentes durante un periodo de 6 horas a caudal medio de aguas residuales.

$V_{cámara\ retención} = 21{,}6 \cdot QT_m$

$V_{cámara\ retención}$: volumen de la cámara de retención (m^3)

QT_m: caudal medio de aguas residuales en tiempo seco (l/s)

De este modo se garantiza, al menos durante 6 horas, no verter a cauces receptores ante un cierto fallo que pudiera darse en la EBAR (fallo eléctrico, fallo en el arranque del grupo electrógeno, fallo PLC, etc., periodo en el cual los servicios de conservación intervendrán en la restitución del funcionamiento normal de la estación o ante labores de mantenimiento o sustitución de equipos en la EBAR.

La cámara dispondrá de conexiones varias a otros elementos de la estación de tal manera que se pueda compartimentar la línea de agua.

La limpieza de la cámara se deberá realizar mediante tanques basculantes dispuestos en el extremo de la cámara opuesto al canal de recogida, cuando la superficie de la cámara sea superior a 50 m^2. En caso contrario, podrá admitirse la limpieza mediante baldeo manual de la cámara.

La cámara de retención deberá disponer una red y puntos de toma para el llenado de los tanques basculantes o para el baldeo manual. El suministro se realizará preferentemente mediante agua reutilizada. La cámara de retención tendrá las soleras de hormigón con acabado pulido y deberán tener pendiente hacia un canal de recogida que se situará en el extremo opuesto al de disposición de los tanques basculantes.

En el caso de no poder disponer de toma de agua para el llenado de tanques basculantes, se realizará una compartimentación de la cámara en el punto de mayor cota, mediante compuertas de apertura rápida. Durante el llenado de la cámara, dicha zona compartimentada se cargará igualmente con la propia agua residual, y una vez vaciada la cámara de retención y de forma automatizada, se realizará la apertura rápida de las compuertas para limpiar y arrastrar los residuos de la solera hacia el canal de recogida.

El desagüe de la cámara se efectuará mediante un colector de, al menos, 0,50 m de diámetro, el cual se conectará al pozo de bombeo regulado mediante una compuerta tajadera situada en el extremo final del colector en el pozo de bombeo, y dispondrá de una válvula anti-retorno.

Con objeto de poder aliviar los caudales que excedan, de manera extraordinaria, el volumen de diseño de la cámara de retención deberá disponerse un aliviadero calculado para poder evacuar el caudal punta de entrada a la estación de bombeo. La cota de sobrellenado que permita garantizar el vertido del caudal punta sobre el labio de dicho aliviadero, constituirá el MNV (máximo nivel en el punto de vertido) de la estación de bombeo.

Cuando la cota de máxima crecida del cauce pueda ser superior a la cota del colector de alivio, éste deberá disponer de una válvula anti-retorno (ver apartado VII.7.4) en su extremo final de aguas abajo con objeto de evitar inundar dicha cámara con aguas del propio cauce. La planta de ocupación de la

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

cámara de retención, y por ende la propia EBAR, no podrá estar situada en la zona de inundación del cauce para un periodo de retorno de 500 años.

Esta cámara deberá estar dotada de un limnímetro de control de llenado, cuya señal se enviará al PLC para su lectura en la propia estación o desde un centro de control remoto.

El sistema de ventilación de la cámara será, preferentemente, mediante rejillas para ventilación natural ubicadas a distinta altura y en fachadas opuestas. Para el caso en que no fuese factible la existencia de rejillas en contacto con el exterior, o que sólo con la ventilación natural no se llegue a alcanzar un nivel óptimo de ventilación, se procederá a instalación de ventilación forzada mediante dos ventiladores que se activarán mediante termostatos al llegar a una determinada temperatura. Para el caso de que uno de ellos se averíe, la temperatura será tarada de forma diferente para cada uno de ellos, de forma que no actúen ambos de forma simultánea.

Durante las situaciones de parada de los ventiladores, la disposición de las rejillas de ventilación deberá facilitar una ventilación natural de todo el volumen de aire interior, evitando que queden espacios interiores sin renovar.

Para el caso de que la aspiración se realice por medio de una red de conductos, estos serán de chapa galvanizada, y estarán provistos de rejillas de aluminio distribuidas proporcionalmente para evitar espacios interiores sin renovar.

En este caso, la expulsión del aire al exterior se efectuará mediante chimenea exclusiva para este uso con salida a cubierta, cumpliendo las condiciones que determine la Ordenanza Municipal correspondiente y, siempre, superando en un metro la altura máxima de los edificios colindantes en un radio de 15 m.

Deberán instalarse sensores de detección de gases que prevengan, de forma óptica y acústica, la entrada a la cámara de personal de mantenimiento cuando se superen los umbrales máximos permisibles que se establezcan en la evaluación de riesgos de la EBAR. Estos sensores medirán los niveles de CH_4, NH_3, H_2S, O_2 y su señal se enviará al PLC para su lectura en la estación.

Canal de Isabel II podrá aprobar medidas diferentes o complementarias de redundancia en la seguridad del servicio de la EBAR que no comporten la instalación de la cámara de retención indicada, cuando el caudal de entrada a la EBAR supere los 100 l/s o cuando existan condiciones de escasez de terreno para implantar la cámara de retención.

VI.7 Elevación de agua bruta

En función de la tipología y forma de instalación de las bombas, las estaciones de bombeo se pueden clasificar en los grupos siguientes:

- Estaciones de bombeo con bombas instaladas en seco.
- Estaciones de bombeo con bombas sumergidas en el propio depósito de bombeo.
- Estaciones de bombeo con bombas tornillo de Arquímedes (BTA).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Para otras tipologías o casos (bombas de vacío, neumáticas…), será necesaria la aprobación de Canal de Isabel II.

VI.7.1 Características generales de las cámaras de aspiración

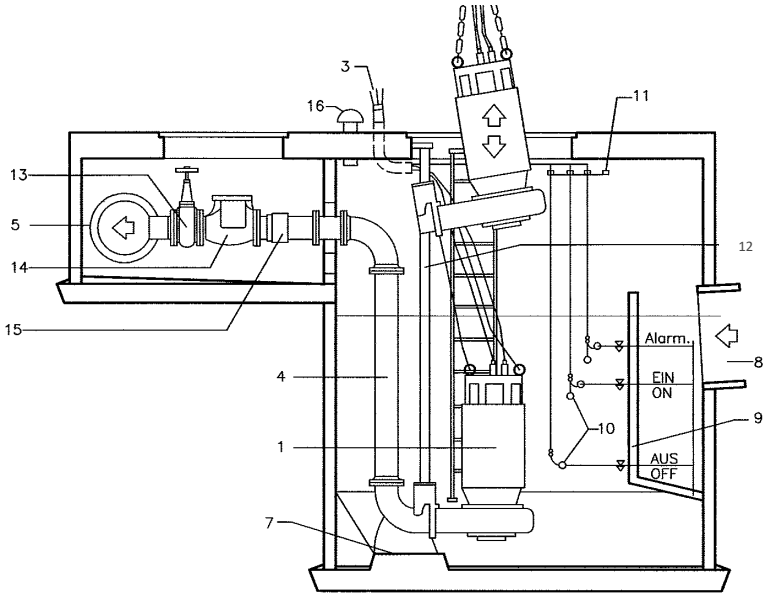
En el caso de estaciones con bombas sumergidas, y para prevenir la acumulación de sedimentos, las generatrices de la solera de las cámaras de aspiración estarán achaflanadas, dándole pendiente hacia su centro. En instalaciones en seco, la solera de la cámara de aspiración tendrá pendiente hacia el centro como en el caso anterior (ver Figura 13), mientras que en el compartimiento para la instalación de las bombas no será necesario achaflanar las generatrices de la solera.

En la solera de la cámara de aspiración se construirá una poceta que permita introducir una bomba pequeña con la misión de vaciar completamente el depósito. La solera de la cámara deberá tener pendiente hacia dicha poceta. De la misma forma, se construirá una poceta en la cámara de alojamiento de las bombas, en el caso de bombas instaladas en seco. En dicha poceta se dejará instalada de forma permanente una bomba de achique, incluyendo un sistema propio de arranque y paro, que en caso necesario evacuará el agua de la cámara seca a la cámara húmeda.

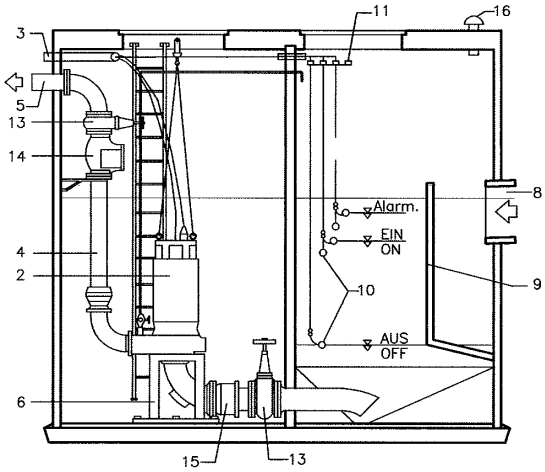
Con carácter general, la cámara de bombeo se compartimentará en varias cámaras de aspiración, de forma que haya al menos dos líneas completas de bombeo. En esos casos, además, cada compartimento deberá estar conectado con los adyacentes mediante compuertas murales.

El orificio o canal de entrada de agua al pozo de bombas dispondrá de una compuerta estanca de acero inoxidable AISI 316L, con el fin de aislar completamente el mismo en las situaciones de mantenimiento que lo requieran.

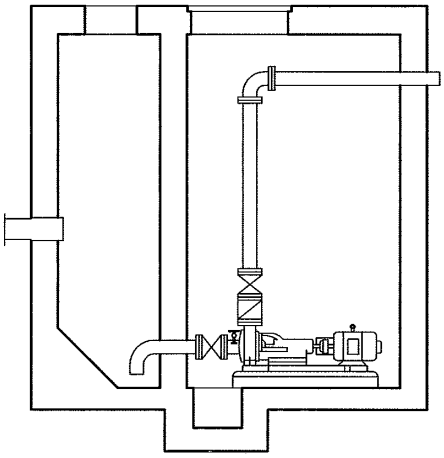
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid



Esquema de instalación sumergida con bomba vertical



Esquema de instalación en seco con bomba vertical



Esquema de instalación en seco con bomba horizontal

1 Bomba sumergible
2 Bomba instala en seco
3 Tubo para cables
4 Tubo de impulsión
5 Conducción general
6 Base soporte
7 Pedestal
8 Emisario de entrada
9 Cámara tranquilizadora o pantalla deflectora
10 Reguladores de nivel
11 Soporte para los reguladores de nivel
12 Tubo guía
13 Válvula de compuerta
14 Válvula de retención
15 Carrete de desmontaje
16 Ventilación

Figura 13. Instalaciones sumergidas o en seco

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VI.7.2 Cámaras tranquilizadoras

En la entrada a la cámara de aspiración deberán disponerse cámaras tranquilizadoras para disipar la energía cinética del flujo entrante (ver figura adjunta). Estas cámaras serán de hormigón armado y tendrán practicados unos agujeros en la solera enfrentados a las bombas, de manera que se distribuya el caudal de entrada entre ellas de manera uniforme.

En instalaciones pequeñas (caudales inferiores a 20 m^3/h), y previa autorización expresa de Canal de Isabel II, podrán sustituirse las anteriores cámaras tranquilizadoras de hormigón armado por pantallas deflectoras de acero inoxidable o galvanizado en caliente.

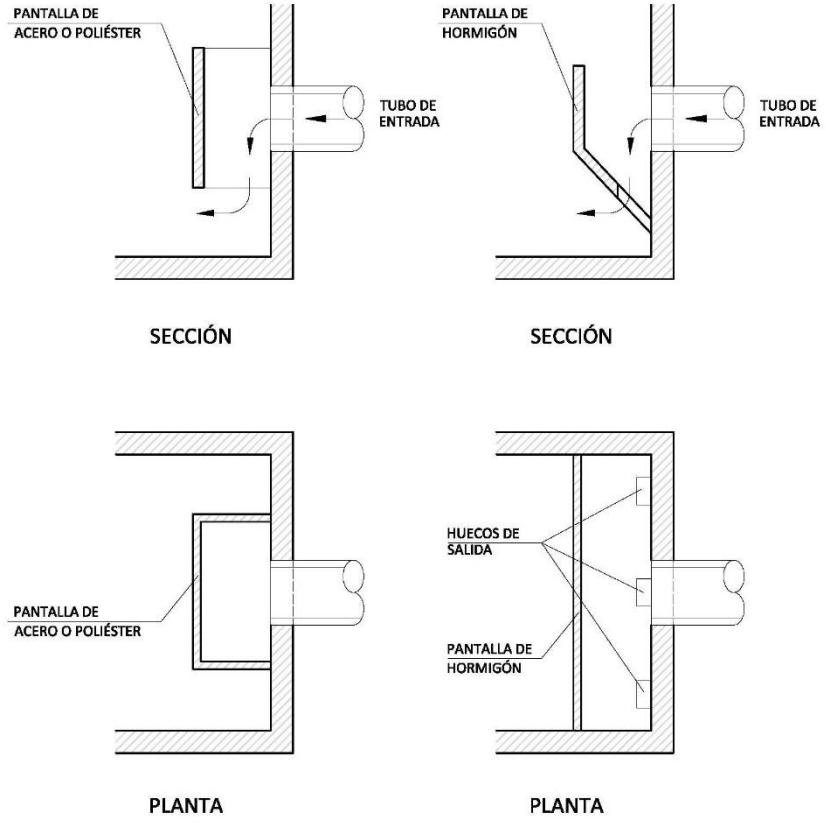


Figura 14. Detalle de pantalla deflectora (izquierda) y cámara tranquilizadora (derecha)

VI.7.3 Bombas

Cuando la sala de bombas sea susceptible de inundación, las bombas a instalar en este tipo de instalaciones de bombeo de aguas residuales deberán ser centrífugas y sumergibles (grado de protección IP68, es decir totalmente protegido contra el polvo y contra la inmersión continua en agua, según Norma UNE-EN 60529), incluso para instalaciones en cámara seca. En aquellas instalaciones en las que no exista esta posibilidad, las bombas a instalar también podrán ser centrífugas en cámara seca. Además, las bombas podrán instalarse en posición horizontal o vertical.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Las bombas sumergibles deberán acompañarse de válvulas de autolimpieza, capaces de eyectar un chorro de agua que ponga en suspensión las partículas que tiendan a decantarse en el pozo de bombeo, entre la parada y el arranque de las bombas.

El número mínimo de bombas a instalar será de n+1, siendo n el número necesario para elevar todo el caudal requerido, y añadiendo una de reserva. El número mínimo de bombas será 2, incluida la de reserva. Esta irá rotando, con objeto de que no sea siempre la misma. Todas ellas (incluida la de reserva) estarán instaladas y conectadas de manera adecuada para que puedan utilizarse cuando se requieran.

En el caso de disponer varias bombas, se preferirá que sean todas iguales, tanto para las bombas en funcionamiento como para las de reserva y deberá existir una distancia libre mínima de un metro en todo el perímetro de cada equipo o la mínima recomendada por los fabricantes.

Cuando el régimen de caudales sea muy variable, podrán instalarse varios grupos de bombas para acoplarse a cada régimen de funcionamiento. Todas las bombas de un mismo grupo serán iguales. No obstante, se preferirá la instalación de bombas iguales con variador de velocidad.

Cuando, conforme a lo especificado en el párrafo anterior, se dispongan bombas de tamaños diferentes, existirá una bomba de reserva para cada grupo o tamaño.

Las bombas sumergibles se instalarán acopladas a un pedestal y deberán ir siempre dispuestas con un tubo guía y una cadena, a efectos de facilitar las operaciones de su montaje y desmontaje. Las bombas instaladas en seco se montarán sobre una base soporte, pudiendo o no disponerse carril guía en este caso (ver Figura 13). En cualquier caso, los equipos de bombeo nunca se instalarán anclados directamente mediante pernos a la solera.

El tubo guía será, en general, de alguno de los siguientes diámetros nominales:

¾ ´´ - 1 ¼ ´´ - 2 ´´ ó 3 ´´, de acuerdo con lo recomendado por los fabricantes.

El fabricante de la bomba deberá facilitar una especificación técnica que, al menos, incluya la tensión, intensidad, potencia y velocidad de funcionamiento de la bomba, así como las curvas: H/Q, NPSH/Q, P/Q, η/Q.

Se deberá incluir el desarrollo del cálculo hidráulico para la obtención de puntos de funcionamiento de la EBAR. Las secuencias deberán considerar todos los escenarios de funcionamiento posibles, entre los cuales se encontrará el funcionamiento por regulación de nivel en el pozo.

Se deberá comprobar que el $NPSH_{disponible} > NPSH_{requerido}$, para todas las situaciones contempladas en cada secuencia de funcionamiento.

Al valor $NPSH_{requerido}$ se le añadirá un margen de seguridad mínimo de 1,00 m.

Se deberá establecer y justificar la cota del mínimo nivel de agua en el pozo de bombeo, de tal modo que no se produzca cavitación ni sobrecalentamiento en las bombas sumergibles. Independientemente del tipo de funcionamiento requerido, se deberán determinar los niveles de arranque sucesivos de las bombas, estableciendo el máximo nivel normal en el pozo de bombeo (MNN).

El proyecto deberá conseguir que las bombas que se elijan funcionen en el mejor régimen de rendimiento posible, en virtud del punto de funcionamiento del sistema. En este sentido, la instalación

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

no deberá poseer un punto de funcionamiento cuyo rendimiento en cada bomba, funcionando de manera individual o en secuencia en paralelo, sea inferior al 10% del máximo rendimiento teórico de la bomba, salvo aprobación expresa por Canal de Isabel II. En cualquiera de los casos, el punto de funcionamiento individual de cada bomba deberá encontrarse lo más centrado posible en su curva de funcionamiento además de próximo al punto de máximo rendimiento.

Para el arranque de las bombas se seguirán, en general, los siguientes criterios, en función de la potencia P de las bombas instaladas:

- P < 10 kW arranque estrella-triángulo
- 10 kW < P < 18,5 kW arranque mediante arrancadores suaves
- 18,5 kW < P arranque mediante variadores de frecuencia

En cualquier caso, podrán emplearse variadores de frecuencia para el arranque de las bombas en cualquier rango de potencias, si así lo estima conveniente la Dirección técnica de Canal de Isabel II.

En general, las bombas estarán fabricadas de fundición, a excepción del eje del motor y la tornillería que serán de acero inoxidable. El tubo guía y la cadena serán de acero inoxidable AISI 316L.

La protección del motor de la bomba será, al menos, del grado IP68, y el aislamiento de la Clase F.

En cualquier caso, el cableado de las bombas contará con las protecciones necesarias y se dispondrá alojado en el interior de un tubo cuando atraviese los muros de la estructura.

Las bombas sumergibles estarán unidas directamente al tubo de impulsión a través de acoplamiento al pedestal mediante garra, muy excepcionalmente, para potencias muy pequeñas y no disponibilidad de sistema de acoplamiento pedestal-garra, la unión será directamente mediante bridas y conexión a tubería flexible (ver apartado VI.8).

Deberá instalarse siempre una boya de seguridad en cada pozo de bombas que accione la parada de las bombas en situaciones de emergencia, como puede ser el caso en el que la boya de parada o mínimo no se activase.

Los equipos de bombeo deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos y/o mojados, así como con las siguientes Directivas Europeas y sus modificaciones posteriores:

- 2006/42/CE (máquinas).
- 2004/108/CE (compatibilidad electromagnética).
- 2006/95/CE (baja tensión).

Además, deberán ser conformes a lo especificado en las siguientes Normas:

- UNE-EN 809 (seguridad de las bombas).
- UNE-EN ISO 12100 (seguridad de las máquinas).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- UNE-EN 60034 (características técnicas máquinas eléctricas rotativas).
- UNE-EN 61000-6 (compatibilidad electromagnética).
- UNE-EN 12050 (diseño plantas elevadoras).
- UNE-EN ISO 9906 (bombas rotodinámicas. Ensayos de rendimiento hidráulico de aceptación. Niveles 1, 2 y 3).

VI.7.4 Tubo de aspiración

El tubo de aspiración es aquel tramo de conducción que une la toma a la bomba. Solo será necesario en el caso de bombas instaladas en seco. Este será lo más corto posible, acodado hacia abajo por el interior de la cámara húmeda y respetando las distancias requeridas a solera y otros elementos, como muestran las Figura 18 y, Figura 19 evitando singularidades (codos, reducciones, etc.) que pudieran generar mayor pérdida de carga y suponer un riesgo de cavitación.

En cuanto a los materiales de este tubo, será de acero inoxidable AISI 316L.

Deberá instalarse una válvula de compuerta que permita el cierre del paso del agua hacia la bomba.

VI.8 Colector de impulsión

El colector de impulsión es aquel tramo de conducción que une las bombas con la conducción de impulsión general.

En colectores de impulsión deberá emplearse, únicamente, acero inoxidable AISI 316L. El colector de impulsión deberá disponerse con las bridas, carretes de desmontaje y elementos de unión necesarios para que pueda desmontarse en su totalidad, para lo que las longitudes máximas de cada tramo de tubo serán de 4,00 m.

El colector de impulsión tendrá dos tramos diferenciados, uno el que conecta a cada bomba en particular y otro el que recoge los anteriores y se une a la conducción general.

En el tramo que conecta cada una de las bombas, deberá disponerse una válvula de compuerta y otra de retención, que será de bola, excepto para DN > 300 mm, que también podrá ser de clapeta simple, antes de la conexión de todos ellos en el tramo común. Es conveniente que dichos elementos se instalen en el tramo horizontal de la tubería, para su mejor funcionamiento y mantenimiento. La conexión de cada tubería individual a la conducción general se hará mediante injertos a 45°, favoreciendo la dirección del flujo.

En el tramo del colector de impulsión previo a la conducción general, y una vez que haya recogido todos los tramos que conectan a cada una de las válvulas, se instalará un caudalímetro electromagnético con electrónica separada y un medidor de presión de membrana rasante de material cerámico. Dicho caudalímetro deberá respetar una distancia mínima de instalación en tubería de tramo recto, de 5·DN impulsión por delante del mismo y 3·DN impulsión por detrás; sin singularidades (reducciones, derivaciones, etc.) y respetando las recomendaciones del fabricante. Igualmente se deberá disponer de una válvula de corte aguas abajo del caudalímetro, tras los 3·DN, para poder sustituir o revisar el

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

caudalímetro, evitando el retorno del agua de la impulsión, así como un carrete de desmontaje entre el caudalímetro y la válvula de corte para facilitar el desmontaje de ambos.

Deberá también disponerse un tramo de desagüe en el tubo de impulsión que vierta hacia el pozo de bombas.

El colector de impulsión se alojará en una cámara de las dimensiones necesarias para alojar el tubo de impulsión y la valvulería asociada, dicha cámara será fácilmente accesible para poder realizar el mantenimiento de los elementos albergados en la misma. La solera de esta cámara deberá disponerse a una cota superior que el nivel máximo que pueda alcanzar el agua en la cámara de aspiración.

La cámara en la que se aloje el colector de impulsión deberá tener pendiente hacia el pozo de bombas, al que deberá estar conectada.

VI.9 Colector de impulsión general

Las impulsiones desde la EBAR hasta la arqueta de rotura de carga deberán tener doble conducción gemela, desde la propia EBAR hasta la mencionada arqueta. En los casos en que el trazado de la impulsión discurra bajo carreteras o ferrocarriles, las impulsiones se ejecutarán “encamisadas” discurriendo por el interior de otro tubo de mayor diámetro; de tal forma que se pueda realizar su sustitución sin necesidad de realizar excavaciones.

Los anclajes de la tubería de impulsión deberán ajustar su diseño a las prescripciones descritas en las “Normas para Redes de Abastecimiento. Versión 4. 2020”, relativas al anclaje de conducciones a presión, adjuntando tablas con las dimensiones de los anclajes, la armadura final para cada caso, detallando y justificando la presión de comparación considerada.

Las impulsiones serán comprobadas frente al fenómeno de golpe de ariete, justificando la no necesidad de dispositivos antiariete y, en caso contrario, definiendo estos teniendo en cuenta que deberán ser aptos para aguas residuales.

Las impulsiones no deberán romper en carga a nivel de solera de la cámara de rotura, a efectos de evitar posibles obstrucciones por depósito de residuos en la misma, así como el retorno de agua en caso de existir dos impulsiones.

Se deberán estudiar los puntos relativos altos, es decir, aquellos puntos de la impulsión que se sitúen a una cota superior a la cota de entrega en la arqueta de rotura de carga, dado que en dichos puntos se producirá acumulación de aire. En consecuencia, se deberán disponer en ellos válvulas de aeración trifuncionales aptas para agua residual. Dichas válvulas deberán estar ubicadas en cámaras accesibles para su mantenimiento y deberán contar con válvula de corte para facilitar su desmontaje.

Se estudiarán los puntos relativos bajos y en ellos disponer válvulas de desagüe en arquetas preparadas para dicha función, de tal manera que se pueda vaciar la impulsión principal hacia el pozo de bombas en el caso de ser necesario.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VI.10 Instalaciones adicionales

En el presente apartado, se especifican las características principales que deben cumplir las instalaciones adicionales básicas (instrumentación, equipos eléctricos, equipos para la desodorización, etc.) que sean necesarias instalar en las estaciones de bombeo.

En cualquier caso, los sistemas de control y eléctricos se dispondrán, preferentemente, en un armario instalado en una sala independiente a la cámara de elevación de agua bruta. Es necesario que no exista ningún posible foco de contaminación directa desde la sala de bombas a la sala de cuadros eléctricos (sistema de ventilación, canalizaciones eléctricas, etc.), garantizando la ventilación de la sala desde el exterior de la estación de bombeo y procurando que esta sala esté siempre presurizada. El paramento hacia el interior del edificio de dicha sala será de cristal o metacrilato transparente, facilitando la visibilidad del conjunto interior de la instalación.

Se deberá estudiar en detalle la posible afección del golpe de ariete a la instalación. Si fuera necesario, la impulsión se equipará con los equipos necesarios para aminorar los efectos de las posibles sobrepresiones debidas al golpe de ariete como, por ejemplo, ventosas, válvulas de alivio, calderines sin membrana u otros mecanismos. Igualmente, deberá constar de las piezas especiales necesarias (codos, tes, pantalones, reducciones, etc.) para dar continuidad a la conducción.

VI.10.1 Instrumentación

VI.10.1.1 *Instalaciones básicas*

Se dispondrán sensores de nivel para el accionado automático de las bombas de los dos siguientes tipos:

- Reguladores basculantes con interruptor interno (boyas).
- Medidores en continuo tipo radar o ultrasónicos.

En los canales de desbaste se incluirán sensores de nivel ultrasónicos de medida diferencial delante y detrás de las rejas, así como detectores de nivel tipo boya para el control redundante de las rejas y tamices.

Cuando la cámara de bombeo esté compartimentada, habrá que disponer sensores de nivel en cada uno de los compartimentos.

Deberá también disponerse de un sistema redundante de detección del vertido que permita saber si se está vertiendo por el aliviadero de emergencia, por ejemplo, boya o detector de proximidad.

En el interior de la caseta se colocará un armario que contenga el cuadro eléctrico con los automatismos necesarios para, al menos, las siguientes operaciones:

- Arranque y parada de las bombas en función de la altura en las sondas de nivel.
- Parada de las bombas por sobrepresiones.
- Accionamiento mecánico del limpiarrejas (en su caso).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Protecciones térmicas de los motores.

- Sistema de transmisión de señales.

- Alarmas.

Todos los equipos de instrumentación cumplirán el estándar de salidas analógicas con señal normalizada de 4-20 mA.

VI.10.1.2 *Controlador Lógico Programable (PLC)*

La estación de bombeo dispondrá de un Controlador Lógico Programable (PLC), también denominado Autómata Programable, que permita controlar el funcionamiento de las bombas, de tal manera que los niveles de agua en la cámara de aspiración se mantengan entre los niveles previamente prefijados. Igualmente, deberá poder controlar y gestionar el resto de equipos mecánicos (reja, tornillo, prensa, etc.).

El programa de funcionamiento deberá estar diseñado para que todas las bombas, incluidas las de reserva, trabajen aproximadamente el mismo número de horas mensuales, minimizando el número de arranques y paradas.

El PLC estará equipado con un microprocesador en que se pueda programar, mediante display o desde un PC externo (software modificable), el protocolo de funcionamiento de las bombas en función del nivel en la cámara de aspiración, el caudal entrante y el sistema de rotación elegido.

El microprocesador tendrá la memoria suficiente para poder almacenar el historial de bombeo (incluyendo todos los parámetros significativos) durante al menos 45 días, con independencia de realizar el volcado de la información almacenada cada mes a un PC externo.

El PLC dispondrá de tantas señales analógicas y digitales, de entrada y salida, como sean necesarias, más un 30% libre previendo futuras ampliaciones.

Todos los elementos del PLC tendrán un grado de protección, al menos, IP21. Se dispondrán como mínimo las siguientes entradas y salidas:

- Tantas entradas analógicas como sensores de nivel tenga la instalación. A estas entradas se conectará la salida de los transductores de nivel. Se considerará, como mínimo, un 20% de porcentaje de reserva para futuras ampliaciones.

- Una entrada analógica para la señal del caudal total de bombeo. A esta entrada se conectará la salida del caudalímetro dispuesto a la salida de la tubería de bombeo.

- Una entrada analógica para la señal de la presión.

- Las salidas analógicas que sean necesarias, más 4 para futuras ampliaciones, de 0-10 V, para la señal regulada, a efectos de conexión a los variadores de frecuencia de las bombas.

- Los relés de salida (contacto libre de tensión) que sean necesarios, más 4 para futuras ampliaciones, a efectos de ejecutar la maniobra de paro o marcha de los variadores.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Dos salidas para la alimentación del transductor de niveles y del caudalímetro.

- Comunicación serie RS232 o RS485.

Además, el PLC dispondrá una pantalla donde se visualiza rápidamente el conjunto de la instalación del grupo de bombeo, mostrando, como mínimo:

- Todos los niveles que disponga la instalación, así como las consignas de arranque y paro de las bombas.

- En caso de que la instalación requiera la regulación del nivel, la consigna de nivel a mantener.

- El estado de paro/marcha y fallo de las protecciones eléctricas de las bombas, así como las velocidades de funcionamiento si están en marcha.

- Velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas.

- El caudal bombeado obtenido del caudalímetro dispuesto a la salida de la tubería de bombeo, así como la presión.

- Señales de alarma en el caso de que el funcionamiento no se ajuste a lo programado.

Igualmente, el PLC dispondrá de un sistema para ajustar los siguientes parámetros o consignas de funcionamiento:

- Los niveles de arranque y paro de las bombas, así como el máximo y mínimo de la cámara de aspiración.

- La velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas.

- Control de la parada o marcha de las bombas y su velocidad de funcionamiento (cuando el selector esté en situación LOCAL).

Se deberá definir e instalar un sistema compatible de comunicación con el sistema implantado en Canal de Isabel II, capaz de enviar toda la información del estado de la instalación según sus señales digitales y analógicas, y siguiendo los estándares y protocolos que fije Canal de Isabel II para recibir dicha información en su Centro Principal de Control.

Se preverá la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), con autonomía suficiente para permitir al PLC el envío de señales de alarma ante fallo general del suministro de energía eléctrica.

El conjunto del PLC y de los variadores de frecuencia irán montados en un armario metálico con protección IP54, conteniendo todos los elementos necesarios para protección y ventilación. El armario estará formado por, al menos, 2 módulos de 800 mm de ancho, 2.000 mm de alto y 500 mm de fondo.

El PLC dispondrá de un selector con dos modos de funcionamiento, LOCAL o AUTOMÁTICO, de tal manera que, en situación LOCAL, se pueda hacer un chequeo del funcionamiento de las bombas. No obstante, en cualquiera de los modos de funcionamiento, se impedirá la activación de las bombas cuando el nivel de agua esté por debajo del mínimo fijado, las válvulas estén cerradas o algún elemento este averiado.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Las secuencias de control implementadas en el sistema contemplarán, al menos, los siguientes protocolos de funcionamiento:

- Todos los equipos podrán ser controlados de forma manual o automática, mediante el conmutador M-0-A (manual-cero-automático) del correspondiente cubículo del CCM o cuadro eléctrico. En todos los casos, se tendrán contempladas las protecciones y seguridades mínimas de la máquina.

- Ante una parada por fallo general del suministro de energía eléctrica, se realizará una puesta en servicio de la instalación, de forma secuencial, respetando unos tiempos mínimos de seguridad entre arranques.

- Se generarán secuencias que agrupen a motores de distintas líneas que realicen las mismas funciones (desbaste, elevación, desodorización, etc.), incluidos los equipos de reserva, que contemplen puntos de consignas, tiempos de marcha/paro, tiempos mínimos de funcionamiento o número de maniobras, PID´s, generación de alarmas en distintos grados de criticidad, etc.

- El Panel de Operador permitirá gobernar, mediante conmutadores lógicos M-0-A, todas las máquinas de la instalación para incluirlas o no en secuencia de funcionamiento automático. También mediante conmutadores lógicos se activará o no el funcionamiento de cada secuencia. Asimismo, permitirá que todas las variables de puntos de consignas, tiempos, rotaciones, grado de criticidad de alarmas, etc., sean modificables. Se presentarán los valores recogidos por los distintos equipos de instrumentación.

VI.10.2 Regulación del caudal

Si la potencia de cada una de las bombas instaladas es superior a 18,5 kW, se equiparán con un variador de frecuencia para la regulación de la velocidad y, por lo tanto, de su caudal de bombeo. Y si la potencia es inferior a 18,5 kW y no es necesaria la instalación de variadores, se realizará el arranque mediante arrancadores suaves. En cualquier caso, será necesario instalar un sistema de medición de nivel en continuo mediante ultrasonidos o radar y, de forma redundante, mediantes boyas, tantas como bombas haya más una de parada, complementarias a la de emergencia.

Los variadores de frecuencia deberán cumplir con las especificaciones de la Norma UNE-EN 61800 y con los siguientes requisitos:

- Deberán ser capaces de funcionar correctamente con temperaturas de funcionamiento de hasta 50 °C.

- Deberán ser capaces de absorber una intensidad de sobrecarga del motor de la bomba de un 250% en caso de que se sucediese atasco en el rodete.

- Deberán poseer filtro dV/dt para disminuir los picos de tensión de salida y prolongar la vida útil del motor (dV/dt entre 500 a 800 V/µs).

- La protección de los componentes del variador será al menos IP54.

La potencia individual de los variadores instalados deberá ser, aproximadamente, un 25% superior a la nominal de cada bomba.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La regulación de la velocidad se realizará mediante una entrada de tensión de 0 ± 10 V, en correspondencia con las revoluciones de la bomba. La impedancia de entrada al variador para dicho control no será inferior a 20 kΩ. El tiempo de aceleración y de deceleración recomendado para los variadores es de 0,02 – 500 Hz/s, disponiendo curvas en S (suaves) programables para aceleración y deceleración.

La salida del variador alimentará al motor de la bomba a 400 V, 50 Hz El variador, por su parte, se alimentará a la entrada con una red trifásica de 400 V ±15%, 50 Hz.

Los variadores se instalarán en un armario diferente al del controlador programable e irán equipados con los siguientes equipos para las señales de operación y control:

- Regulador PID interno que permita el control de diferentes funciones (control de nivel, bombeo a presión constante, etc.) y que sea autoajustable sin necesidad de un control externo.

- El variador será comunicable con el sistema de telecontrol de Canal de Isabel II, de forma que el control del variador también se podrá realizar en remoto.

- Dos entradas analógicas (como mínimo), una de ellas configurable a 0 – 10 VCC ± 10 VCC y la otra estará diseñada para señal de control de 4 a 20 mA.

- Seis entradas digitales (como mínimo), tres de ellas configurables.

- Dos relés de salida (como mínimo) a 250VCA/30VCC/2A, uno de ellos conmutado y el otro normalmente abierto.

- Panel de control LCD alfanumérico de 32 caracteres de iluminación, donde se tendrá información de la temperatura del motor y de la frecuencia. Deberá disponer de la posibilidad de control local o remoto.

Los variadores deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos y/o mojados, así como con la Directiva Europea de compatibilidad electromagnética 2004/108/CE.

En particular, la compatibilidad electromagnética de estos equipos deberá ser conforme a las Normas UNE-EN 55011 y UNE-EN 61000. La seguridad eléctrica cumplirá con la Norma UNE-EN 61010.

VI.10.3 Grupo electrógeno

En los bombeos se deberá instalar un grupo electrógeno de emergencia, con una potencia mínima que se establecerá como la potencia nominal de todas las bombas menos la de reserva más la potencia que demanden los elementos de pretratamiento (rejas automáticas, tamices, etc.), cuadros de control, PLC, variadores de frecuencia e iluminación de emergencia.

El grupo electrógeno deberá tener carenado y equipo silenciador cuando la EBAR se halle en zona urbana o zona de especial protección, cumpliendo la normativa vigente de aplicación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El grupo electrógeno funcionará mediante motor diésel refrigerado por agua y contará con equipo precalentador del refrigerante del motor. El motor deberá funcionar en un rango de temperaturas comprendido entre -15 °C y 50 °C.

El motor y el alternador deberán poder soportar una sobrecarga del 10% durante 1 hora.

El grupo electrógeno tendrá regulador electrónico de velocidad y contará con un sistema de control y cuadro de conmutación que permitirán las siguientes maniobras en local o remoto:

- Arranque manual.
- Arranque automático cuando se produzca fallo de red.
- Arranque de emergencia; el grupo podrá arrancarse de forma local aun cuando exista un fallo en el sistema de control.
- Arranque mediante señal remota.

Cuando exista fallo en la red eléctrica en cualquiera de las fases, o caída de ésta en un 80%, el grupo electrógeno procederá al arranque mediante un programador con 5 intentos de arranque. Para ello deberá disponer de una centralita que gestione esta conmutación, así como de un regletero de donde tomar las señales de arranque, paro, fallo y nivel de combustible para poder llevarlas al PLC y transmitirlas.

El grupo electrógeno dispondrá de una batería para el arranque del grupo. Esta deberá garantizar el poder realizar 10 intentos de arranque. El grupo electrógeno tendrá un sensor que mida la energía residual de la batería y será capaz de generar una señal de alarma en caso de que ésta no permita garantizar los 5 intentos de arranque exigidos.

El depósito de carburante para el grupo electrógeno tendrá un volumen equivalente al consumo acumulado que demandará la potencia mínima eléctrica que deberá servirse a la EBAR con objeto de garantizar el funcionamiento de las instalaciones básicas durante un periodo de 24 horas.

El depósito estará dotado de doble pared, equipo de aspiración y retorno y detector de fugas. Los depósitos deberán disponer de sensores de nivel con objeto de poder efectuar una señal de alarma que avise de la necesidad de proceder a la recarga de carburante. Así mismo, deberá tener un nivel mínimo de parada del grupo cuando se agote el carburante para evitar la entrada de aire o partículas al motor. Los sensores de los depósitos quedarán conectados con el PLC de la EBAR.

El grupo electrógeno preferentemente se instalará en el interior del edifico en una sala destinada para albergarlo o bien en una caseta prefabricada, contando con las entradas y salidas de aire de ventilación adecuadas, y conduciendo la salida de aire al exterior mediante plenum de conexión que evite su recirculación en el interior del edificio. Se tendrá en cuenta la legislación vigente en materia de control de ruidos y vibraciones, y si fuese preciso se preverá el aislamiento y tratamiento acústico de la sala o instalación de cabina insonorizada para la atenuación acústica del ruido hasta los niveles exigidos.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VI.10.4 Equipos de elevación

Deberán disponerse los equipos necesarios para el izado del equipamiento electromecánico pesado, los cuales, según sea su tamaño, serán, en general, de uno de los siguientes tipos:

- Polipastos fijos en pequeñas instalaciones.
- Polipastos móviles a lo largo de una viga.
- Puentes grúa.

Los polipastos serán de accionamiento eléctrico, evitándose disponer sistemas de elevación manual. Su capacidad nominal será de al menos el doble del peso del equipo mayor a extraer o mover.

Los equipos de izado deberán estar a una altura tal que permitan el izado de los equipos a desplazar y su descarga a nivel del suelo y en un lugar cercano o accesible desde la puerta del edificio.

Se deberá ejecutar en el interior del edificio una plataforma fija desde la que poder acceder al mantenimiento de los equipos del polipasto o puente grúa: cuadros eléctricos, carro de elevación, etc., cumpliendo con los requerimientos en materia de prevención de riesgos laborales.

VI.10.5 Desodorización

A fin de evitar la proliferación de malos olores, todos los elementos que integran las estaciones de bombeo irán alojados en un edificio cerrado, con renovación y tratamiento del aire.

El sistema de desodorización habitual en estaciones pequeñas será mediante carbón activo o mediante biofiltros. En este caso, la instalación deberá ser tal que permita un fácil sistema de carga y descarga para mantenimiento.

El sistema de ventilación de la cámara será, preferentemente, mediante rejillas para ventilación natural ubicadas a distinta altura y en fachadas opuestas. Para el caso en que no fuese factible la existencia de rejillas en contacto con el exterior, o que sólo con la ventilación natural no se llegue a alcanzar un nivel óptimo de ventilación (mínimo 7 renovaciones/hora), se procederá a la instalación de ventilación forzada.

La ventilación forzada estará compuesta por una caja de ventilación equipada con ventilador de tipo centrífugo de baja presión que aspirará, mediante una red de conductos dotados de rejillas, el aire viciado de la cámara y lo expulsará al exterior mediante chimenea exclusiva para este uso con salida a cubierta de la edificación, cumpliendo las condiciones que determine la Ordenanza Municipal correspondiente y, siempre, superando en un metro la altura de los edificios propios o colindantes en un radio de 15 m. Los conductos serán de polipropileno y las rejillas, de aluminio, estarán distribuidas proporcionalmente para evitar espacios interiores sin renovar. La puesta en marcha de esta instalación será mediante accionamiento manual y de forma automática para lo que se dispondrán detectores adecuados que, en función de los parámetros predeterminados, enviarán la señal a una centralita que activará el funcionamiento del ventilador.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VI.10.6 Eliminación de ruidos

Las estaciones de bombeo deberán cumplir con la Reglamentación vigente en materia de ruidos. Cuando se instalen en las cercanías de núcleos urbanos, deberán realizarse estudios detallados de los niveles de ruidos emitidos para proponer las medidas correctoras necesarias.

VI.10.7 Elementos complementarios

Los elementos auxiliares que sea necesario instalar en las distintas cámaras que integran las estaciones de bombeo (marcos y tapas exteriores de cierre, pates de acceso o escaleras, barandillas, cadenas de seguridad, rejillas trámex, etc.) deberán cumplir con lo especificado para los mismos en la legislación vigente de prevención de riesgos laborales y seguridad.

En espacios donde se necesiten disponer trámex, pasarelas y barandillas, éstas serán de acero inoxidable AISI 304 o bien PRFV. Las pasarelas de servicio y/o trámex deberán dimensionarse para soportar una sobrecarga de 5 kN/m^2.

En estaciones de bombeo cuyo caudal medio de aguas residuales sea superior a 25 l/s, se deberán instalar cámaras de televisión telecontrolables en el pozo de alivio.

Por otro lado, cuando la cámara seca de válvulas, o cualquier área del bombeo, se encuentren por debajo del nivel del alivio de seguridad y/o sean susceptibles de sufrir inundación dañando el equipamiento electromecánico existente; se instalará entonces un sensor de inundación con generación de alarma que además dará orden de paro a las bombas.

VI.11 Acabados de superficies

Los requisitos técnicos necesarios para el tratamiento y pintado de estructuras, tuberías, soportes, accesorios, etc., construidos total o parcialmente con perfiles, chapas o tuberías en acero al carbono, así como elementos de fundición serán los indicados en los siguientes apartados. Dichos requisitos serán aplicables a componentes aéreos, sumergidos en agua y enterrados.

VI.11.1 Preparación de superficies

Se seguirán los siguientes procedimientos:

- Limpieza: las grasas, aceites, suciedad y humedad deberán ser eliminados con paños o cepillos humedecidos en disolventes. Todas las salpicaduras de soldadura, los cantos vivos y los defectos de laminación serán eliminados con muelas u otras herramientas adecuadas. Se procederá a la eliminación de óxido.

- Chorreado: todas las superficies de acero que posteriormente deban ser pintadas, se prepararán mediante limpieza por chorreado abrasivo. El proceso se regirá por la Norma UNE-EN ISO 8501 y se conseguirá un chorreado abrasivo “a metal casi blanco”, correspondiendo a un grado SA 2 ½ según dicha norma.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Limpieza de la superficie chorreada: inmediatamente después de finalizado el chorreado, se eliminará toda la granalla, polvo y suciedad de la zona a pintar, utilizando aire comprimido, seco y exento de grasa.

VI.11.2 Condiciones ambientales

Al trabajar en el exterior, no se podrá aplicar ninguna imprimación en condiciones meteorológicas adversas: lluvia, niebla o condensación y rayos solares directos.

Se deberán observar, siempre los siguientes parámetros ambientales:

- La superficie por pintar debe estar, como mínimo, 3 °C por encima del punto de rocío.
- La humedad relativa máxima permitida para el pintado no supere, en ningún caso, el 80%.
- Temperatura ambiente superior a 5 °C e inferior a 50 °C.
- Temperaturas superiores a 0 °C en el proceso de secado de la imprimación.

VI.11.3 Galvanización en caliente

La galvanización en caliente se regirá y deberá cumplir con las condiciones especificadas en la UNE-EN ISO 1461.

VI.11.4 Pinturas para protección de superficies metálicas

Será de aplicación los sistemas de pintura recogidos en la Norma UNE-EN ISO 12944, considerando ambientes clasificados como C5 y durabilidades de pintura altas (A).

Como mínimo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las superficies metálicas sometidas a inmersión continua en agua o enterradas, se tratarán mediante tres capas de recubrimiento de pintura negra alquitrán-epoxi, de ciento veinte y cinco micras (125 µm) de espesor cada una.
- Las superficies metálicas no sumergidas expuestas en atmosferas industriales o en exteriores (componentes aéreos), se tratarán mediante aplicación de una pintura de imprimación, silicato de zinc, con un espesor de sesenta y cinco micras (65 µm) de película seca, una capa intermedia de pintura, epoxi-poliamida, con un espesor de setenta y cinco micras (75 µm) de película seca y una pintura de acabado, poliuretano alifático, con un espesor de cincuenta micras (50 µm) de película seca.

VI.11.5 Soldaduras

Las soldaduras por acometer durante la ejecución de las obras se realizarán por arco. Se deberá especificarse el tipo de electrodo a utilizar según la Norma UNE-EN ISO 15607 *"Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales"*.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se deberá reflejar en planos de detalle todas las soldaduras, indicando su localización, tipo, tamaños y extensión, distinguiéndose en los mismos las soldaduras a realizar en taller de las que se harán en obra.

Los planos deberán indicar con símbolos de soldadura o esquemas, los detalles de las juntas soldadas y la preparación necesaria del metal base. Las juntas o grupo de juntas en las cuales el orden consecutivo o la técnica del soldeo son especialmente importantes, se deben controlar cuidadosamente para reducir al mínimo los esfuerzos y distorsión causados por el acortamiento al enfriarse.

La capacitación profesional de los operarios que realicen los trabajos de soldeo deberá ser acreditada según la Norma UNE-EN ISO 9606*: "Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros" o* Código ASME Sección IX - Soldadura: *Desarrollo y calificación de Procedimientos y Soldadores.*

VI.12 Dimensionamiento de las estaciones de bombeo

En el presente artículo se establecen unos criterios básicos que deberán observarse en el dimensionamiento de las estaciones de bombeo.

En cualquier caso, en el diseño de estas infraestructuras, deberá tenerse en cuenta que los vertidos al cauce habrán de cumplir siempre con lo estipulado por el Plan Hidrológico del Tajo.

VI.12.1 Determinación de los caudales de diseño

Los caudales de diseño que intervienen en el dimensionamiento de las estaciones de bombeo son los siguientes:

- Caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo, Q_d

  En redes unitarias, el caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo, Q_d vendrá dado por lo que determine la legislación vigente, o bien, en ausencia de ésta, lo que se determine en cada caso particular.

  En consecuencia, en las redes unitarias deberá colocarse, aguas arriba de la estación de bombeo, un aliviadero limitante de caudal que disminuya el máximo caudal circulante por la red hasta el valor anterior.

  Si no se localizase un cauce próximo aguas arriba de la estación al que verter el alivio, se llevará todo el caudal hasta la estación de bombeo, en donde se aliviará todo el excedente antes de la elevación.

  En redes separativas, el caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo que eleve el caudal de aguas residuales, Q_d, será la suma de los caudales de aguas residuales domésticas e industriales punta.

- Caudal unitario de cada bomba, Q_b

  Cuando todas las bombas de la estación sean iguales, el caudal unitario de cada bomba Q_b será, como mínimo, el caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo Q_d dividido entre el número de bombas a instalar menos el número de bombas en reserva:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

$$Q_b \geq \frac{Q_d}{(n - n_r)}$$

Además, en todo momento deberá cumplirse la siguiente relación:

$$(n_f - 1)Q_b < Q_d < n_f Q_b$$

Siendo:

n	número de bombas instaladas
n_r	número de bombas en reserva
n_f	número de bombas en funcionamiento
Q_d	caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo (m^3/s)
Q_b	caudal unitario de cada bomba (m^3/s)

Cuando, por el contrario, las bombas de la estación sean de dos tamaños diferentes por que el régimen de caudales sea muy variable, el caudal unitario de cada una de las bombas se calculará mediante las siguientes expresiones:

Bombas de menor tamaño

$$Q_{b,1} \geq \frac{3(QD_m + QI_m)}{(n_1 - n_r)}$$

Bombas de mayor tamaño

$$Q_{b,2} \geq \frac{Q_d - 3(QD_m + QI_m)}{n_2}$$

Siendo:

n_1	número de bombas de menor tamaño
n_2	número de bombas de mayor tamaño
n_r	número de bombas en reserva
Q_d	caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo (m^3/s)
$Q_{b,1}$	caudal unitario de cada una de las bombas de menor tamaño (m^3/s)
$Q_{b,2}$	caudal unitario de cada una de las bombas de mayor tamaño (m^3/s)
QD_m	caudal medio de aguas residuales domésticas (m^3/s)
QI_m	caudal medio de aguas residuales industriales (m^3/s)

- Caudal de salida de la estación de bombeo

Cuando todas las bombas de la estación sean iguales, el máximo caudal de salida de la estación de bombeo Q_{SB} se calculará mediante la siguiente expresión (igual notación que en el caso anterior):

$$Q_{SB} = (n - n_r)Q_{bponderada}$$

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Siendo $Q_{bponderada}$ el caudal unitario de la bomba en su funcionamiento en paralelo, si se diese el caso, con (n-n_r) bombas. En el caso de que las impulsiones fuesen independientes para cada bomba, si se podrá utilizar el valor Q_b de caudal unitario de una bomba.

Cuando, por el contrario, las bombas de la estación sean de dos tamaños diferentes por que el régimen de caudales sea muy variable, el máximo caudal de salida de la estación de bombeo Q_{SB} se calculará mediante la siguiente expresión (igual notación que en el caso anterior):

$$Q_{SB} = (n_1 - n_r)Q_{bponderada,1} + n_2 Q_{bponderada,2}$$

VI.12.2 Dimensionamiento hidráulico

VI.12.2.1 *Volumen del depósito de bombeo*

El volumen total del depósito de bombeo será la suma del volumen útil más el volumen muerto condicionado por la cota de aspiración.

El volumen útil será el volumen comprendido entre los niveles máximo y mínimo de operación.

Aunque la explotación de tales estaciones se realizará, habitualmente, de manera que el nivel de agua en su interior se mantenga constante (mediante variadores de frecuencia), el cálculo del volumen útil necesario podrá hacerse de forma conservadora en alguna de las dos hipótesis de arranque y parada de las bombas que a continuación se establecen, suponiendo, además, que el caudal bombeado sea constante e igual para todas las bombas que integran la estación e independiente de la altura manométrica:

- Hipótesis 1: arranque y paro sucesivos de las bombas.

- Hipótesis 2: arranque sucesivo y paro común de las bombas.

En ambas hipótesis, conforme aumenta el caudal de entrada van entrando en accionamiento las distintas bombas. En la hipótesis 1, al disminuir el citado caudal de entrada, las bombas van deteniéndose sucesivamente, mientras que en la hipótesis 2 todas las bombas dejan de funcionar a la vez, cuando se ha vaciado por completo el depósito.

La primera hipótesis proporciona un caudal de salida más uniforme (tanto más, cuantas más bombas se instalen), mientras en la segunda hipótesis el caudal es más variable, si bien el volumen necesario para el depósito es menor en este caso.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

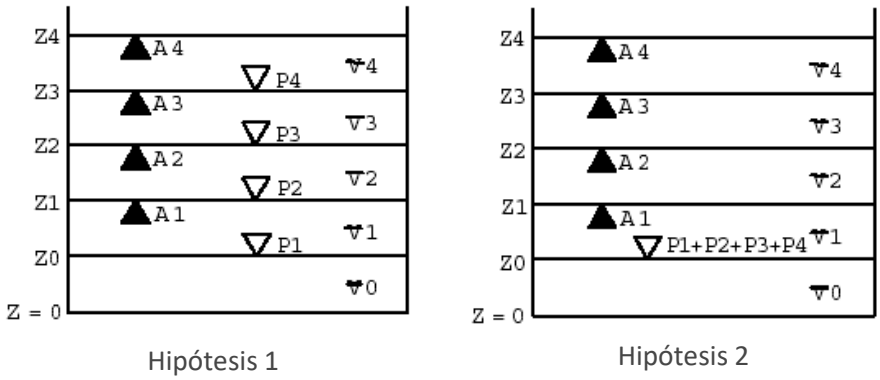


Figura 15. Posibles hipótesis de funcionamiento de las bombas

El cálculo del volumen del depósito de bombeo se realizará conforme se especifica a continuación, según cuál sea la hipótesis de funcionamiento seleccionada.

- Hipótesis 1

  En este caso, el volumen *V* del depósito de bombeo vendrá dado por la siguiente expresión, supuesto el caudal bombeado constante e igual para todas las bombas:

$$V = (n - n_r)\frac{900 \cdot Q_b}{N_a} = (n - n_r) \cdot V_i$$

V	Volumen mínimo del depósito de bombeo (m^3)
V_i	Volumen parcial mínimo del depósito de bombeo para 1 bomba (m^3)
n	Número de bombas instaladas
n_r	Número de bombas en reserva
Q_b	Caudal unitario de cada bomba (m^3/s)
N_a	Nº de arranques por hora (ver Tabla 11)

En la Tabla 11 se indican unos valores orientativos del número de arranques por hora en una bomba en función de su potencia nominal, si bien el fabricante del equipo deberá especificar el valor concreto en cada caso particular.

Tabla 11. Número máximo de arranques/hora recomendado en función de la potencia nominal de los motores

Potencia kW	Arranques/hora
<37	8
>37	5

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

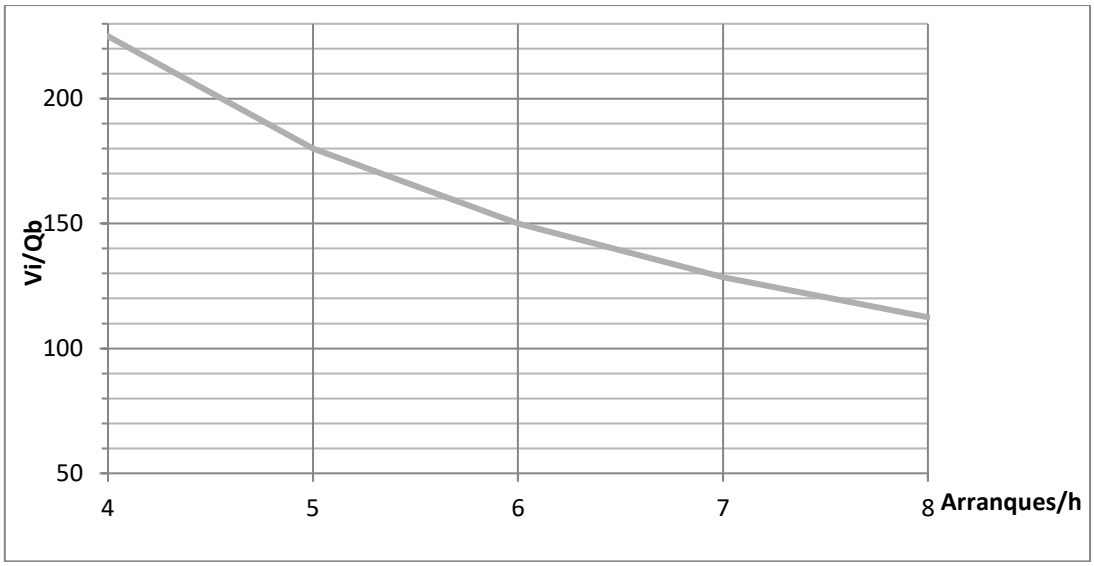


Figura 16. Diagrama para el cálculo de la Hipótesis 1

- Hipótesis 2

En este caso, el volumen *V* del depósito de bombeo vendrá dado por la siguiente expresión, supuesto el caudal bombeado constante e igual para todas las bombas:

$$V = \sum_{i=1}^{n-n_r} V_i$$

Tabla 12. Cálculo de los volúmenes parciales del depósito de bombeo en función del número de bombas

Nº bombas	Volumen parcial (m^3)
1	$V_1=(0,9Q_b)/N_a$
2	$V_2=0,392(0,9Q_b)/N_a$
3	$V_3=0,264(0,9Q_b)/N_a$
4	$V_4=0,216(0,9Q_b)/N_a$
5	$V_5=0,188(0,9Q_b)/N_a$
6	$V_6=0,167(0,9Q_b)/N_a$
7	$V_7=0,152(0,9Q_b)/N_a$
8	$V_8=0,140(0,9Q_b)/N_a$

V	Volumen mínimo del depósito de bombeo (m^3)
V_i	Volumen parcial mínimo requerido (m^3)
Q_b	Caudal unitario de cada bomba (l/s)
n	Número de bombas instaladas
n_r	Número de bombas en reserva
N_a	Nº de arranques por hora (ver Tabla 11)

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

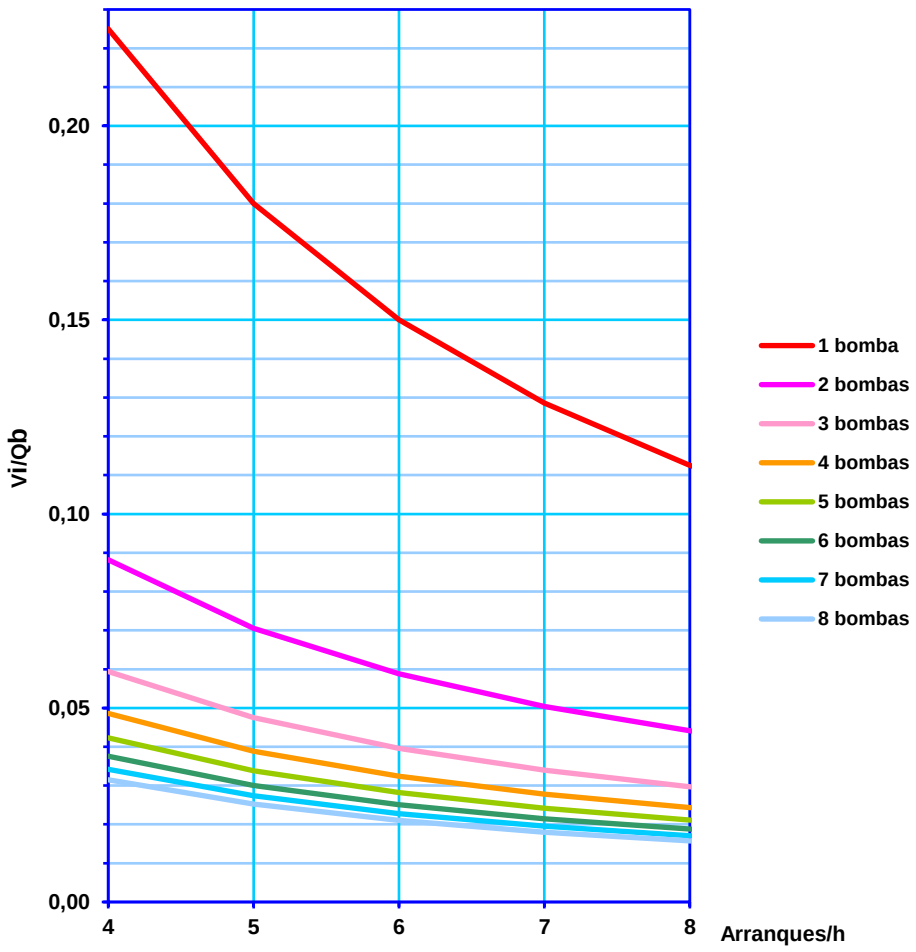


Figura 17. Diagrama para el cálculo de la Hipótesis 2

VI.12.2.2 *Tubo de aspiración*

Cuando la estación de bombeo vaya equipada con tubo de aspiración, éste será horizontal y con extremo acampanado. Asimismo, la distancia de entrada de la campana a la solera del depósito será un valor próximo a 0,6 veces el diámetro exterior de la campana de entrada al tubo de aspiración.

Si existen varios tubos de aspiración se recomienda que como mínimo se distancien en 3 veces el diámetro de la campana de entrada.

La relación entre el diámetro de entrada a la campana y el del tubo de aspiración (D/d) debe estar comprendida entre 1,5 y 1,8.

En las dos siguientes figuras se presentan esquemas del tubo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

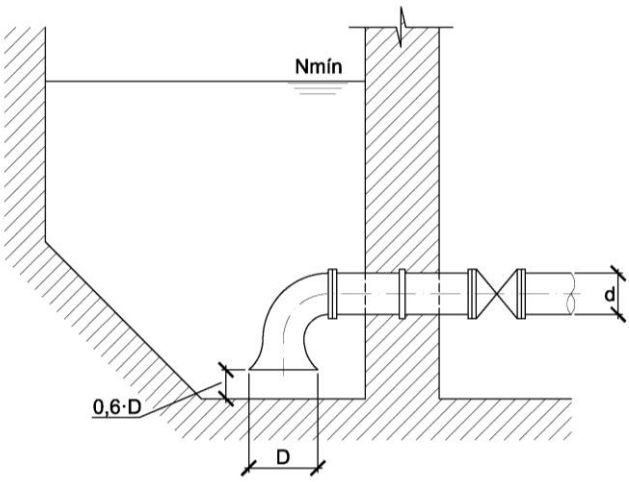


Figura 18. Esquema de condicionantes geométricos orientativos en el tubo de aspiración

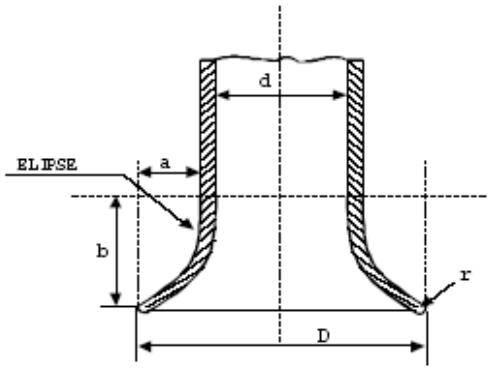


Figura 19. Esquema de la campana de entrada a la tubería

El diámetro del tubo de aspiración ha de ser al menos igual al de la brida de aspiración de la bomba. Los codos, en caso de ser necesarios, deberán tener un radio igual o superior a 1,5 veces el diámetro de la tubería de aspiración.

Los cambios de sección en el tubo de aspiración, en su caso, deben ser graduales y realizados mediante conos excéntricos para evitar acumulaciones de aire. Igualmente, entre dos secciones de diferentes características o entre las que varíe la dirección del flujo se recomienda disponer un tramo recto de longitud igual o superior a 1,5 veces el diámetro del tubo.

VI.12.2.3 *Tubo de impulsión*

El tubo de impulsión de cada bomba será al menos del mismo diámetro que la brida de descarga.

La velocidad del agua no será superior a 3 m/s. No obstante, en tramos muy cortos, como los previos al colector general, podrán permitirse velocidades mayores.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La velocidad mínima no será inferior, en general, a 0,6-0,7 m/s para evitar sedimentaciones en la tubería. A la salida de las bombas, la velocidad mínima será de 1 m/s para evitar atascos en el impulsor.

El diámetro del tubo de la impulsión se podrá calcular mediante la siguiente expresión (seleccionado el diámetro comercial más próximo al obtenido con ella):

$$Q_b = v \cdot S \qquad D = 1{,}128\sqrt{\frac{Q_b}{v}}$$

Siendo:

Q_b	Caudal unitario de cada bomba (m^3/s)
v	Velocidad (m/s)
S	Sección del tubo (m^3)
D	Diámetro teórico de la conducción (m)

Entre la salida de la bomba y el tubo de impulsión se acoplará un difusor, consistente en un cono recto con un ángulo de 8° a 10°.

VI.12.2.4 *Diseño de otros elementos de la estación*

En el diseño del resto de elementos que componen la estación de bombeo, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones, complementariamente a lo expuesto en artículos anteriores:

- Desbaste de sólidos

  La reja de finos y/o gruesos a colocar en las instalaciones de desbaste se dimensionará de forma que pueda circular por ella el caudal máximo con una velocidad máxima de 1,20 m/s por la superficie libre de paso entre barrotes.

  El resguardo de la coronación de la reja sobre el nivel máximo de la lámina prevista será de, al menos, 50 cm.

- Pozo de gruesos

  Se dimensionará para un tiempo de estancia mínimo de 1 minuto para el caudal punta. La velocidad ascensional será inferior a 300 m^3/m^2/hora para el mismo caudal punta.

  Las dimensiones mínimas del pozo de gruesos serán 1,00 x 1,00 m^2 en planta, debiendo, en cualquier caso, ser tales que sean compatibles con el sistema de extracción de los residuos empleados (cuchara bivalva, etc.).

VI.12.3 Dimensionamiento geométrico

El proyecto deberá contener un perfil longitudinal que muestre los diversos niveles de la lámina de agua en situación normal y extraordinaria de servicio de la EBAR. El proyecto deberá seguir las siguientes condiciones respecto a cotas relativas:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- En la cámara de retención o en la derivación a ésta, entre la cota de la rasante hidráulica del colector de entrada a la estación y la cota del umbral del vertedero lateral hacia la cámara de retención de seguridad, existirá una distancia igual a 0,85·D, siendo D el diámetro del colector o la distancia entre la generatriz inferior y la clave (secciones rectangulares, ovoides, etc.).

- En el pozo de gruesos, la cota de la rasante hidráulica del colector de entrada al pozo de gruesos será, al menos, la cota del máximo calado del canal de desbaste en condiciones de máxima colmatación, incrementada en 0,50 m de margen de seguridad.

- Las compuertas de aislamiento de canales (cierre estanco por tres de sus lados, salvo el lado superior), deberán tener una altura tal, que la cota de la lámina de vertido para el máximo caudal a evacuar por el aliviadero quede 0,25 m por debajo del límite superior del tablero de las compuertas cuando se encuentren cerradas. En cualquier caso, las dimensiones de las compuertas deberán impedir en cualquier situación el paso de agua aguas abajo de las mismas.

- En el extremo de aguas abajo de la línea de rejas, entre la cota de salida de la solera de la línea de rejas y el máximo nivel normal de arranque de las bombas (MNN), deberá existir una distancia mínima de 0,25 m.

- Las soleras y trámex (pasarelas o cubiertas de zonas) de la estación de bombeo, deberán situarse a una cota superior a 0,50 m con respecto al MNE.

Las dimensiones del depósito de bombeo deberán ser conformes a lo especificado a continuación y a lo recogido en los planos incluidos en el Anexo a estas Normas.

Tabla 13. Dimensiones recomendadas de los pozos rectangulares

Cota (mm)	Descripción	Valor recomendado (mm)
A mínimo	Distancia entre ejes de bombas y entrada de agua	$162Q^{0,5}$
B mínimo	Distancia entre ejes de bombas contiguas	$70Q^{0,5}$
C máximo	Distancia entre eje de bomba a muro más próximo	$34Q^{0,5}$
D	Lado del hueco de comunicación	$22Q^{0,5}$
E	Distancia entre entrada de agua y pantalla deflectora	$304Q^{0,28}$
F mínimo	Nivel de agua	$178Q^{0,274}$
G mínimo	Distancia entre volutas contiguas	200
H mínimo	Distancia entre muro y voluta extrema	200

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

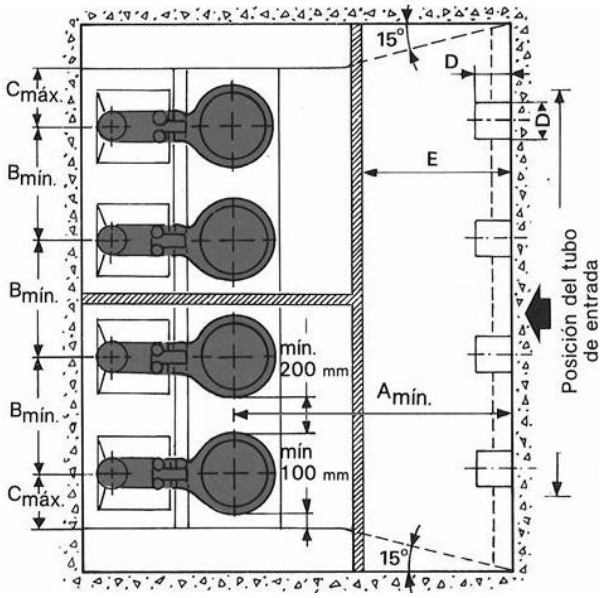


Figura 20. Esquema de dimensiones de pozos rectangulares

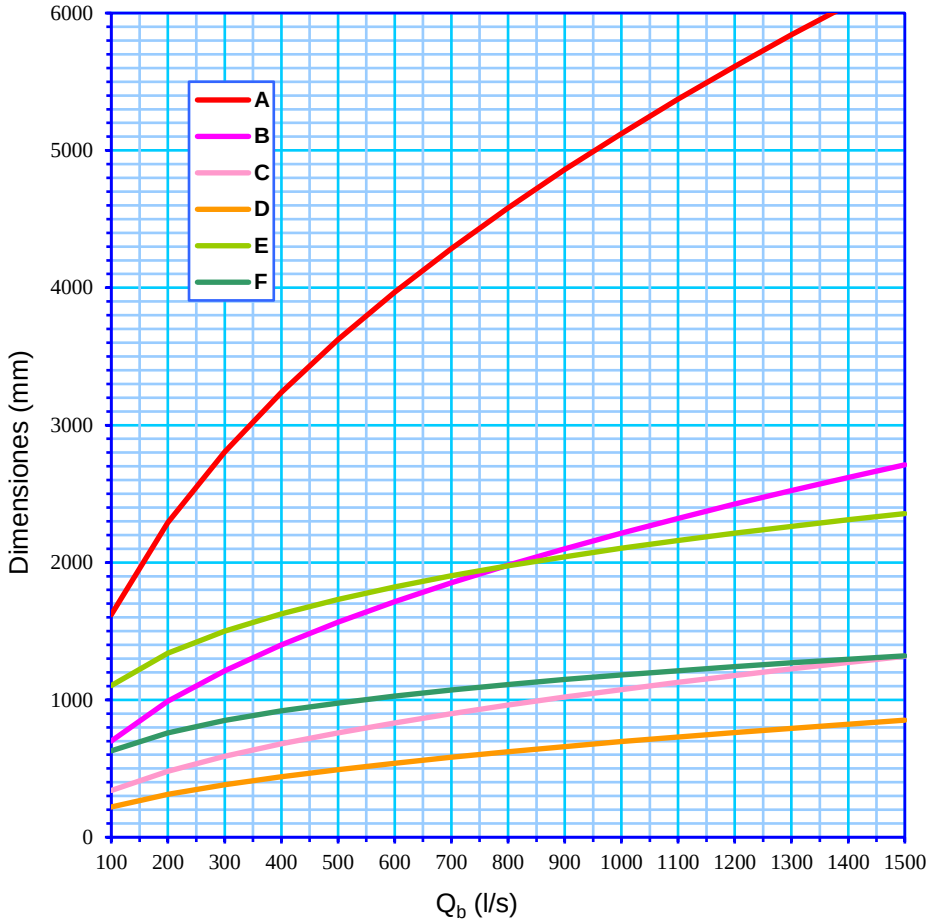


Figura 21. Dimensiones mínimas de los pozos rectangulares

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En la solera de los depósitos se realizará una poceta de 10-15 cm de profundidad y 40 x 40 cm de superficie que permita introducir una bomba pequeña con la misión de vaciar completamente el depósito.

VI.12.4 Dimensionamiento mecánico

El dimensionamiento mecánico de las estaciones de bombeo se realizará conforme a las indicaciones establecidas en el apartado V.12.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VII Elementos complementarios

VII.1 Generalidades

En las redes de saneamiento podrán existir, además de los ya mencionados en anteriores capítulos, otra serie de componentes complementarios:

- Cámaras de rotura de carga.
- Cámaras de válvulas.
- Elementos de ventilación en redes.
- Rápidos.
- Sifones.
- Válvulas, ventosas y desagües.
- Elementos auxiliares.
- Elementos de automatización y control.

VII.2 Cámaras de rotura de carga

Las cámaras de rotura que se dispongan al final de las conducciones a presión serán de hormigón armado (o fábrica de ladrillo de manera excepcional para pequeñas dimensiones), con dos compartimentos separados (uno para la rotura de la carga en sí misma y la necesaria disipación de energía y el otro para la conducción del agua hacia la red en lámina libre), conforme puede verse en el esquema adjunto.

La solera de hormigón tendrá una pendiente longitudinal no inferior al 2%, y una pendiente transversal de al menos el 5% a dos aguas, y tendrá conformados andenes y cunas. Los andenes deberán ser diseñados de modo que sus alineaciones hagan converger las aguas hasta el colector efluente de la cámara. La solera irá revestida de granito en el punto de incidencia del agua a su salida del tubo acodado.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

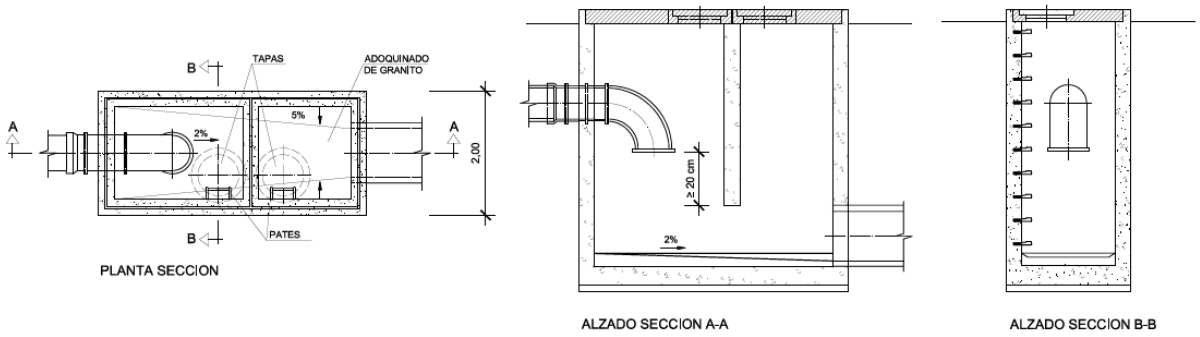


Figura 22. Cámara de rotura

VII.3 Cámaras de válvulas

Las válvulas, ventosas o desagües necesarios en las redes de saneamiento cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior deberán ir alojadas en cámaras, las cuales deberán tener las dimensiones adecuadas para poder alojar y maniobrar los elementos que en ellas se dispongan y disponer de los anclajes necesarios conforme a lo establecido en las vigentes Normas de abastecimiento de Canal de Isabel II.

Cámaras a nivel de pavimento/acera:

- Dispondrán de cobijas desmontables, conformadas por perfiles de acero galvanizado en caliente y hormigón armado.

- Tendrán un mínimo de dos entradas de hombre, separadas u opuestas, con dispositivo de cierre circular de fundición dúctil u hormigón armado, de clase correspondiente a su lugar de instalación según apartado VII.8, y abisagrado en el caso de ser de fundición dúctil, y con taladros para ventilación, tal como se indica en la Especificación Técnica de Dispositivos de cierre.

- En caso de ser cámara para aliviadero, tendrán al menos un acceso por la cámara seca y otro por la cámara húmeda.

Cámaras sin tráfico sobre ellas, sobre-elevadas o no con respecto al terreno:

- Dispondrán de cobijas desmontables, conformadas por perfiles de acero galvanizado en caliente y hormigón armado.

- Tendrán un mínimo de dos entradas de hombre, separadas u opuestas, con dispositivo de cierre circular de hormigón armado de clase correspondiente a su lugar de instalación según apartado VII.8 y con taladros para ventilación, tal como se indica en la Especificación Técnica de Dispositivos de cierre, o bien tapas abisagradas rectangulares con tirador para apertura manual, entrada de hombre y materiales, con dispositivo de acerrojado (cierre con llave, candado…).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Las tapas rectangulares tendrán unas dimensiones máximas de 1 m de largo (en la dirección de las bisagras) por 0,80 m de ancho (en la dirección perpendicular a la bisagra). Los materiales de las mismas serán acero inoxidable tipo AISI 304 o acero galvanizado en caliente con protección anticorrosiva. En caso de qué por dimensiones de hueco a cubrir, sea necesario colocar más de una tapa, se colocará un perfil metálico como soporte entre ellas.

- En caso de ser cámara para aliviadero, tendrán al menos un acceso por la cámara seca y otro por la cámara húmeda.

- Dispondrán de rejillas de ventilación, siempre que sea posible.

VII.4 Elementos de ventilación en redes

La ubicación de sistemas de ventilación se llevará a cabo tan sólo en aquellos casos en que las condiciones del proyecto impidan otras soluciones para la correcta ventilación de la red y deberán, en todo caso, ser sometidos a la autorización expresa de Canal de Isabel II.

VII.5 Rápidos

Deberán disponerse rápidos en las redes de alcantarillado en las siguientes circunstancias:

- En colectores visitables cuando por criterios hidráulicos el perfil longitudinal del colector no se pueda ir acomodando al perfil del terreno y se haga necesario salvar una diferencia de nivel entre la rasante de los tubos influente y efluente superior a 1 m ($\Delta H > 1$ m).

- En colectores no visitables, según se indica en el apartado IV.4.4.

- Cuando sea necesario conectar dos redes implantadas en niveles distintos, por ejemplo, en acometidas de ramales superficiales a conducciones profundas.

Los rápidos, según sea su tipología, podrán ser mediante solera en pendiente (o en gola), disponiendo en este caso una escalera lateral para el paso del personal de mantenimiento, o en cascada con escalonado de material resistente a la erosión (ver plano 1.3).

Atendiendo a su estructura los rápidos podrán ser construidos in situ de hormigón armado (debiendo cumplir con la vigente EHE), fábrica de ladrillo u hormigón en masa, o bien configurarse mediante marcos prefabricados de hormigón armado a los que se les adosa un pozo de registro para su acceso (ver figura adjunta).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

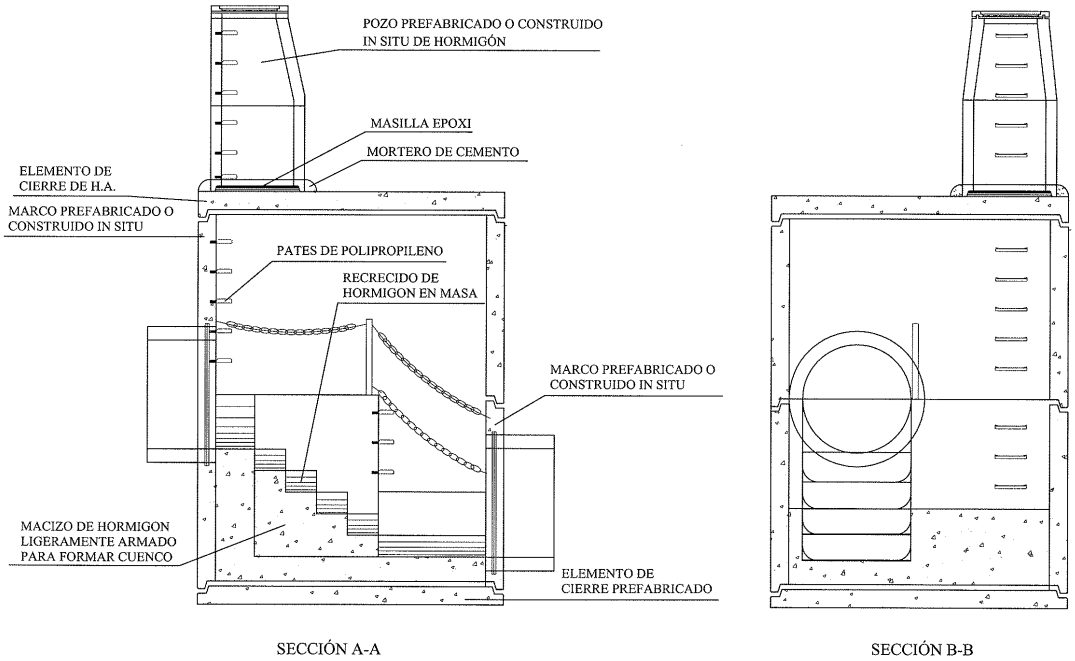


Figura 23. Esquema de rápido en cascada constituido por marcos prefabricados de hormigón

En cualquier caso, los materiales empleados en la construcción de los rápidos habrán de ser especialmente resistentes a la abrasión.

Además, deberán ser accesibles y de fácil limpieza. En determinados casos cuando se justifique su especial necesidad podrán, además, ir dispuestos con un cuenco amortiguador y cámara para la formación de resalto hidráulico, o, incluso si fuera necesario, se podrán disponer en la solera disipadores de energía.

Se deberá disponer un conducto que haga de bypass dentro del rápido, capaz de transportar el caudal medio, para facilitar posibles tareas de mantenimiento.

VII.6 Sifones

Podrán disponerse sifones, con carácter excepcional y previa justificación de la solución adoptada con la aprobación técnica de Canal de Isabel II, en aquellos tramos de la red de alcantarillado en los que la rasante del colector interfiera con un elemento que no puede modificarse (cauce de un río, cruce con obras lineales, túneles, etc.).

Previamente al sifón deberá disponerse una cámara visitable que esté dotada de un arenero y los elementos de desbaste adecuados a cada caso. El extremo de aguas abajo del sifón deberá ser también una cámara visitable. En ambas cámaras será necesario instalar compuertas que permitan aislar el sifón.

La velocidad mínima del flujo en el sifón será de 1,0 m/s en sistemas unitarios y de 1,5 m/s en redes pluviales de sistemas separativos.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El tramo en sifón deberá ser en sección visitable. De manera excepcional, para pequeños caudales, y previa aceptación expresa de Canal de Isabel II, se admitirán tipologías con secciones no visitables, en cuyo caso, se deberá realizar doble conducción.

En general, el sifón deberá constituirse mediante dos cámaras, una a cada lado del obstáculo, y un tramo bajo el obstáculo cuya sección tubular o visitable deberá tener un 4% de pendiente máxima. Excepcionalmente, podrá considerarse ejecutar tramos con perfiles longitudinales con mayores pendientes cuando estos se ubiquen fuera de la trama urbana y la orogenia del lugar así lo aconseje o bien si fuera necesario acudir a sistemas de perforación horizontal dirigida.

En el extremo de aguas abajo y anexo al pozo se dispondrá otra cámara auxiliar, a modo de cámara seca, donde se instalará una bomba de achique capaz de retirar todo el volumen de agua del sifón en un tiempo inferior a 5 minutos, con objeto de poder efectuar labores de inspección y limpieza y que verterá en la cámara posterior al sifón.

Se prestará especial atención a la ventilación natural de las distintas cámaras que forman parte del sifón.

Podrá implantarse aliviaderos previos al sifón en los siguientes casos, y previa autorización de Canal de Isabel II:

- En colectores unitarios cuya diferencia entre el régimen de caudales de aguas residuales en tiempo seco y tiempo lluvioso sea alto deberá disponerse un aliviadero de segregación de caudales y un doble sifón de diferentes secciones que sirva para poder cumplir el régimen de velocidades indicado en este apartado.

- En caso de que la razón para la ubicación del sifón sea salvar un cauce receptor y el colector tenga carácter de unitario podrá considerarse la implantación de un aliviadero previo al sifón de vertido a cauce tramitando para ello las correspondientes autorizaciones con la Confederación Hidrográfica del Tajo.

VII.7 Válvulas, ventosas y desagües

VII.7.1 Generalidades. Definiciones

En las redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior (impulsiones, sifones…) se deberán instalar válvulas de seccionamiento delante de las ventosas, así como en las derivaciones, en los desagües y para aislar tramos de conducción.

Las redes de alcantarillado cuyo funcionamiento sea bajo presión hidráulica interior, deberán ir equipadas con las necesarias válvulas (de compuerta, anti-retorno o reductoras de presión), ventosas y desagües, las cuales deberán cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento especificados para las mismas por las Normas UNE-EN 736-1, UNE-EN 736-2 y UNE-EN 736-3. En ningún caso se instalarán válvulas de mariposa en este tipo de redes.

Normalmente las válvulas, ventosas y desagües irán provistos de juntas de estanquidad de NBR y recubrimientos cerámicos interiores y a base de resinas epoxi exteriores.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VII.7.2 Características técnicas y dimensiones

Los materiales para la fabricación de las válvulas, ventosas y desagües de fondo deberán figurar en el respectivo proyecto y en su defecto habrán de ser aprobados expresamente por la Dirección de Obra.

En cualquier caso, deberán ser nuevos y libres de defectos, adecuados para alcanzar las características exigidas, resistentes a las características de las aguas residuales, no recomendándose admitir la reparación de aquellos que resulten defectuosos.

Deberán alojarse, en general, en cámaras o registros.

VII.7.3 Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta están constituidas básicamente por un cuerpo, tapa, obturador, husillo o vástago y mecanismo de maniobra.

Los órganos de maniobra o volantes serán fácilmente accesibles para facilitar su maniobrabilidad.

El cuerpo y la tapa deberán ser de fundición dúctil o acero inoxidable AISI 316; el obturador podrá ser bien fundición dúctil o de acero inoxidable; el husillo y el mecanismo de maniobra, deberán ser de acero inoxidable AISI 316; la tuerca donde gira éste de bronce, latón o cobre de alta resistencia y los pernos o tornillos que unan las distintas partes del cuerpo de acero inoxidable AISI 316 o acero con recubrimiento anticorrosivo.

El diseño de las válvulas de compuerta debe ser tal que sea posible desmontar y retirar el obturador sin necesidad de separar el cuerpo de la válvula de la conducción. Asimismo, debe ser posible sustituir o reparar los elementos de estanquidad del mecanismo de maniobra, estando la conducción en servicio, sin necesidad de desmontar la válvula ni el obturador. La parte inferior del interior del cuerpo, en general, no debe tener acanaladuras, de forma que una vez abierta la válvula no haya obstáculo alguno en la sección de paso del agua, ni huecos donde puedan depositarse sólidos arrastrados por el agua.

La unión de las válvulas se realiza, habitualmente, mediante bridas o con unión flexible. En el caso de la unión con bridas, ésta se efectúa, por lo general, intercalando un carrete de anclaje por un lado y un carrete de desmontaje por el otro.

VII.7.4 Válvulas anti-retorno o de retención

Las válvulas anti-retorno están constituidas, básicamente, por un cuerpo y un elemento de cierre (clapeta o bola). El cuerpo ha de ser de fundición dúctil o de acero moldeado, la clapeta de fundición dúctil o acero inoxidable, la bola de acero revestido con PUR (poliuretano rígido) y los cojinetes del eje de giro de bronce.

Las válvulas de retención serán de bola excepto para DN > 300 mm, que podrán ser de clapeta.

Estas válvulas admiten diferentes diseños. En el caso de las de clapeta, ésta, en posición de cierre, podrá quedar en un plano normal o inclinado con relación al eje de la conducción, pudiendo ser la misma de una pieza o de clapeta partida, o en lugar de este elemento disponer un disco desplazable en un eje centrado con el de la conducción, u otras disposiciones.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El cuerpo de la válvula debe estar dotado de una tapa sujeta con tornillos que permita la sustitución de la clapeta o la reparación de los cojinetes. El eje de giro puede estar situado en la periferia de la clapeta o atravesar ésta. Si el tamaño de la válvula u otras características así lo aconsejan, la válvula debe estar dotada de contrapeso exterior que podrá estar acompañado de amortiguadores. En general, la unión de las válvulas a la conducción se realiza mediante bridas.

De la misma forma, se podrán instalar válvulas anti-retorno de tipo pinza o manga, también denominadas pico de pato (duckbill). Esta tipología de válvula se puede instalar mediante fleje de acero inoxidable para abrazar a la tubería, mediante brida o con cuerpo y brida, dependiendo de su funcionalidad y dimensiones, existiendo una gama de diámetros muy extensa. Se pueden fabricar con distintos materiales elastoméricos, en función de cual vaya a ser su aplicación.

VII.7.5 Ventosas

Deben disponerse ventosas en los puntos altos relativos de la conducción, junto a válvulas importantes y en tramos largos de poca pendiente con una separación máxima de unos 500 m en las impulsiones y de unos 1.500 m en las condiciones por gravedad.

Las válvulas de aeración a instalar deberán ser trifuncionales, y su selección se realizará de forma que su capacidad responda a las necesidades de evacuación y admisión de aire en la conducción.

Las válvulas de expulsión y admisión de aire están constituidas, básicamente, por un cuerpo, flotadores esféricos o cilíndricos y, algunas veces, por un juego de palancas, sobre las que actúa el flotador, las cuales accionan las válvulas de cierre de los orificios de entrada y salida del aire.

El cuerpo ha de ser de fundición dúctil o de acero inoxidable. Los flotadores, si actúan como obturadores, deben ser de acero inoxidable o materiales plásticos, pudiendo disponerse libres, articulados o guiados. Las palancas, de existir, se recomienda sean de bronce o acero inoxidable.

Las ventosas admiten diferentes diseños, debiendo ser de cuerpo largo adaptadas al agua residual, fijándose sus dimensiones de forma que se garantice su resistencia, y justificándose, con los cálculos y ensayos oportunos, el diseño adoptado, así como los materiales constitutivos de estas válvulas. Debe tenerse en cuenta en la elección de la ventosa, el caudal de aire necesario para minimizar los efectos del golpe de ariete producido por paradas imprevistas de las bombas o por el cierre de las válvulas.

La conexión de la ventosa a la conducción se realiza, en general, mediante bridas. Se instalará, previo a las ventosas, una válvula de compuerta que permita desmontar la misma para su reparación o sustitución.

VII.7.6 Desagües

Están constituidos, básicamente, por un orificio o por una pieza en T, ambos situados en la parte inferior de la conducción, a continuación de los cuales, y mediante las correspondientes piezas especiales, se coloca una válvula de compuerta, y posteriormente un tramo de conducción hasta llegar al punto de desagüe adecuado.

Siempre que sea posible, los desagües se acometerán a la red de alcantarillado. En caso contrario, se instalará al final del desagüe un acople para camión cisterna con equipo de aspiración.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Deben disponerse desagües en los puntos bajos relativos de la conducción, así como en todos los sectores que puedan aislarse del resto mediante válvulas. Para diámetros de la conducción superiores a los 600 mm es recomendable disponer en los desagües dos válvulas en línea, ambas de compuerta.

En la tabla adjunta se normalizan los diámetros mínimos de los desagües en función del tamaño de la conducción.

Tabla 14. Diámetros recomendados para los desagües

DN de la conducción	DN del desagüe
DN ≤ 200	80
250 ≤ DN ≤ 350	100
400 ≤ DN ≤ 600	150
700 ≤ DN ≤ 1.000	200
1.200 ≤ DN ≤ 1.600	300
DN < 1.600	400

VII.8 Elementos auxiliares

Los principales elementos auxiliares para los diferentes componentes de las redes de alcantarillado, así como las características básicas de los mismos serán los siguientes:

- Marcos y tapas de cubrimiento

  Los marcos y tapas de cubrimiento deberán cumplir con lo especificado en la Norma UNE-EN 124. Además, se adaptarán a lo indicado en la "Especificación técnica de dispositivo de cierre" vigente de Canal de Isabel II, en lo referente a las tipologías referidas en la misma. Sólo en zonas aisladas, o cuando razones de urbanismo así lo aconsejen, y previa autorización de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, podrán instalarse tapas de materiales distintos a los indicados en dicha Especificación, las cuales deberán tener iguales características dimensionales y de resistencia que las anteriores de fundición.

  Las tapas serán, en general, redondas y su cota de paso será, como mínimo, de 600 mm. Sólo en arquetas de dimensiones interiores 60 x 60 cm se admitirán tapas cuadradas de dimensiones también 60 x 60 cm. Los marcos, por su parte, podrán ser bien redondos o cuadrados.

  La selección de la clase del dispositivo de cierre dependerá del lugar de instalación. Para ello, se distinguen los siguientes grupos, incluidos en la Norma UNE-EN 124, indicándose entre paréntesis la clase mínima a emplear:

  - Grupo 1 (clase mín. A 15): Zonas susceptibles de ser utilizadas exclusivamente por peatones y ciclistas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Grupo 2 (clase mín. B 125): Aceras, zonas peatonales y superficies similares, áreas de estacionamiento y aparcamientos de varios pisos para coches.
- Grupo 3 (clase mín. C 250): Arcenes y zona de las cunetas de las calles que medida a partir del bordillo de la acera se extiende en un máximo de 0,5 m sobre la calzada y de 0,2 m sobre la acera.
- Grupo 4 (clase mín. D 400): Calzadas de carreteras (incluyendo calles peatonales), arcenes estabilizados y zonas de aparcamiento para todo tipo de vehículos.
- Grupo 5 (clase mín. E 600): Áreas por las que circulan vehículos de gran tonelaje, por ejemplo, pavimentos de aeropuertos o muelles.
- Grupo 6 (clase mín. F 900): Zonas sometidas a cargas particularmente elevadas, por ejemplo, pavimentos de aeropuertos.

En la figura siguiente se muestran las clases mínimas a emplear en función de la zona donde se instale el dispositivo.

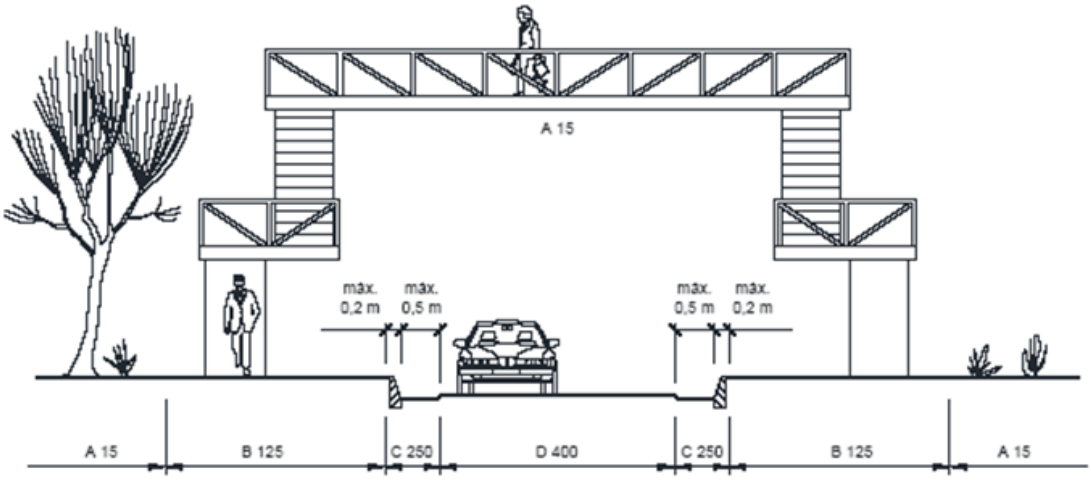


Figura 24. Clases mínimas en función de zona de instalación

Todo dispositivo deberá estar marcado de manera duradera y visible tras la instalación conforme a lo que se establece en la Norma UNE-EN 124 y deberá constar de:

- Referencia a la Norma UNE-EN 124.
- Clase resistente.
- Información del fabricante: su nombre y/o sigla y lugar de fabricación.
- Marca de organismo de certificación.

Adicionalmente podrá identificarse el producto con nombre y/o referencia de catálogo.

Además de las anteriores prescripciones de la Norma UNE-EN 124, en los dispositivos de cierre se incluirá la Imagen Corporativa de Canal de Isabel II (cuando sea el titular de la red) y la indicación del servicio (SANEAMIENTO u otro marcado relacionado con el servicio o tipología correspondiente de la red).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El diseño y la ubicación del marcado completo deberán ser aprobados por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

En los Planos anexos a estas Normas se especifican las dimensiones y tipología de tapas y elementos de cubrición normalizados.

- Pates

Los pates para instalar en obras de fábrica serán de polipropileno con alma de acero, debiendo cumplir en este último caso con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 13101. En el caso particular de pozos de hormigón, deberán cumplir con lo especificado para ellos en las Normas UNE 127917 y UNE-EN 1917.

Los pates se dispondrán en una única alineación vertical, y se deberán colocar de tal manera que den acceso a la zona de tránsito de la cámara o pozo, nunca sobre la alineación del colector.

El pate tendrá el diseño adecuado para que el travesaño de apoyo tenga topes laterales que impidan el deslizamiento lateral del pie. Además, este travesaño de apoyo contará con estrías, resaltes, etc. que faciliten el antideslizamiento.

El límite al cual el pate debe ser insertado en un registro, debe ser claramente indicado en el propio pate, excepto cuando sea fijado en una pieza de hormigón prefabricado en fábrica. En cualquier caso, deberán cumplir con lo especificado para la correcta instalación en la normativa de aplicación. Con carácter general, y previa limpieza de los agujeros, se aplicará el taco químico, anclaje químico o resina y se introducirá el pate hasta su inserción total.

La separación del pate superior más próximo a la boca del pozo estará comprendida entre cuatrocientos y quinientos milímetros (400-500 mm).

En las tablas adjuntas se resumen las principales características geométricas que los pates deben cumplir.

Tabla 15. Características geométricas de los pates metálicos (UNE-EN 13101)

Parámetro	Valor
Longitud mínima entre extremos del travesaño de apoyo con una sola alineación vertical (mm)	250
Proyección mínima desde la superficie de hormigón (mm)	120
Diámetro mínimo del travesaño de apoyo (mm)	20
Altura mínima del tope lateral para pates con una sola alineación vertical (mm)	20

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 16. Características geométricas de los pates de polipropileno (UNE 127917 y UNE-EN 1917)

Parámetro	Valor
Longitud mínima/máxima entre extremos del travesaño de apoyo con una sola alineación vertical (mm)	300/400
Proyección mínima desde la superficie de hormigón (mm)	120
Longitud de empotramiento mínima/máxima en la pared del pozo (mm)	75/85
Diámetro mínimo/máximo del travesaño de apoyo (mm)	20/35
Espacio vertical entre pates (mm)	250-300
Separación del pate superior más próximo a la boca de acceso (mm)	400-500

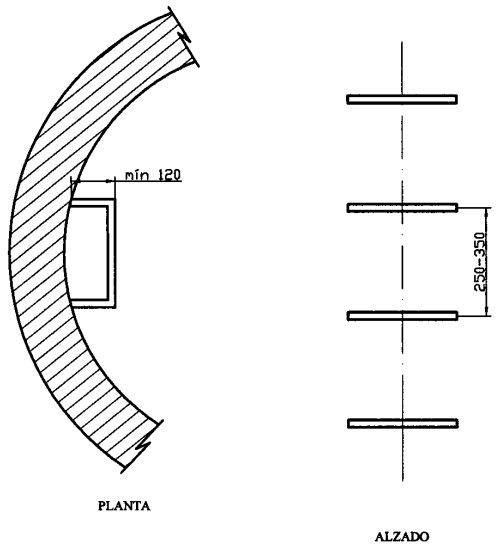


Figura 25. Disposiciones de los pates, en una sola alineación vertical

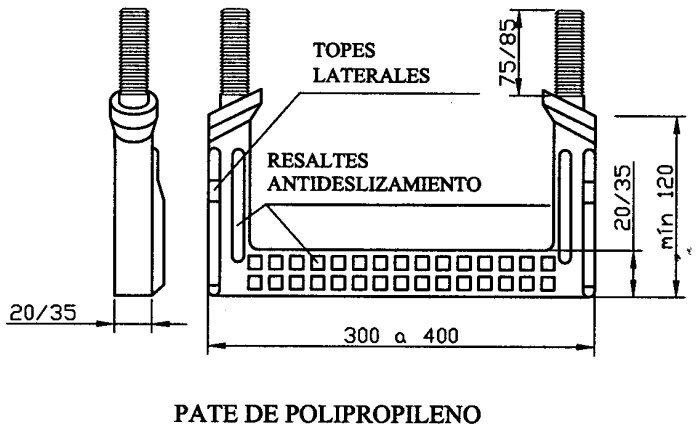


Figura 26. Dimensiones de los pates de polipropileno

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 17. Características geométricas de los pates en registros prefabricados de materiales termoplásticos (UNE-EN 13598)

Parámetro	Valor
Longitud mínima entre extremos del travesaño de apoyo con una sola alineación vertical (mm)	250
Proyección mínima desde la superficie de la pared (mm)	120
Espacio vertical entre pates en una sola alineación vertical (mm)	250-300
Separación del pate superior más próximo a la boca de acceso (mm)	500

- Escaleras

Las escaleras serán fijas, ancladas a la pared de la estructura (escalas fijas) o transportables. En este último caso, podrán ser de una sola pieza o telescópicas y deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.

Las escaleras fijas de acceso a los alojamientos o a las obras de fábrica deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la Norma UNE-EN 14396 "Escaleras fijas para pozos de registro" y *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.

La anchura mínima de las escalas fijas será de cuarenta centímetros (40 cm) y la distancia máxima entre peldaños de treinta centímetros (30 cm).

Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 m por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.

Las escalas fijas que tengan una altura superior a tres metros (3,00 m) dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante.

En el caso de alturas superiores a 9,00 m será obligatorio la instalación de plataformas de descanso cada 9,00 m o fracción.

Las escaleras deberán disponer de huella, contrahuella y pasamanos.

Los pavimentos de las huellas estarán formados por trámex que serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316, acero galvanizado en caliente o PRFV.

- Barandillas y cadenas de seguridad

Las barandillas y cadenas de seguridad serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316 o de acero galvanizado en caliente. En el interior de las instalaciones, previa aprobación de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, se admitirá la colocación de barandillas de PRFV.

Las barandillas deberán ser conformes al *Real Decreto 486/1997*, tendrán una altura mínima de 90 cm y dispondrán de protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Trámex

Los trámex serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316, acero galvanizado en caliente o PRFV y estarán constituidos por pletinas de 30x2 o 30x3 mm, unidas formando mallas de 30x30 mm. Estas mallas conformarán a su vez, piezas unitarias de dimensiones máximas de 3 m x 1 m.

Los cercos y piezas angulares de apoyo para encajar los trámex tendrán la misma protección frente a la corrosión que estos.

El acabado deberá ser antideslizante, para lo cual los metálicos serán de doble pletina con doble diente de sierra.

Los trámex irán sujetos a la estructura soporte mediante tornillos, tuercas y piezas inferiores adaptables de acero inoxidable.

Las zonas de tránsito de peatones por debajo de la superficie cubierta con los trámex llevarán incorporado en éste, una malla de protección cuya abertura máxima de los intersticios será de ocho milímetros (8 mm).

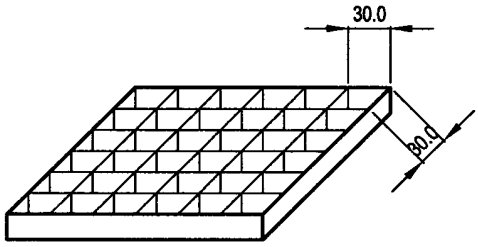


Figura 27. Detalle de trámex

VII.9 Elementos de automatización y control

En las conducciones de la red de saneamiento que se ejecuten enterradas, y de las cuales se considere necesario obtener información para su automatización y telecontrol se determinará el dispositivo que permita el alojamiento de los cables necesarios para la transmisión de la información.

Los cables, multipares o de fibra óptica, permitirán la transmisión de la información que se genere en la propia conducción y en las instalaciones que se encuentren a lo largo de su traza, así como la realización de telemandos y, en los casos convenientes, formarán parte de la Red Troncal del Sistema General de Comunicaciones.

El alojamiento de los cables se realizará en tritubo de polietileno de alta densidad, formado por tres conductos de diámetro exterior 50 mm y espesor de 3 mm, dispuestos en un plano y unidos entre sí por medio de una membrana (ver Figura 28).

Cuando sea necesario realizar empalmes, se cortarán los conductos del tritubo perpendicularmente a su generatriz, de manera que estos empalmes queden al tresbolillo y separados entre sí una distancia de un metro. Posteriormente se procederá al corte, en sentido longitudinal, de la membrana que une los

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

mismos, abriendo medio metro más a cada lado de los empalmes extremos y se procederá a realizar los tres empalmes, uno en cada conducto, con manguitos roscados de polietileno.

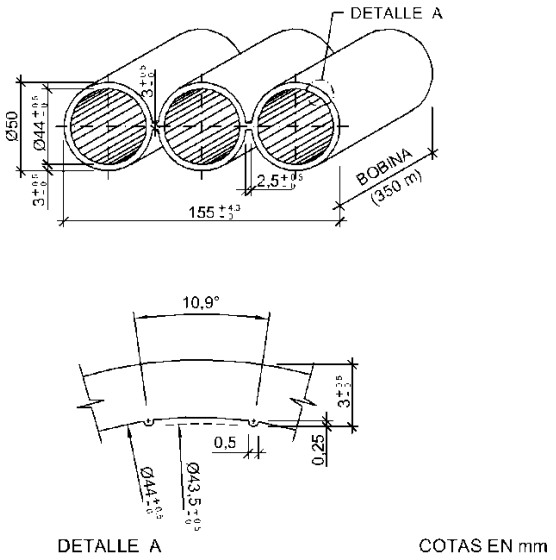


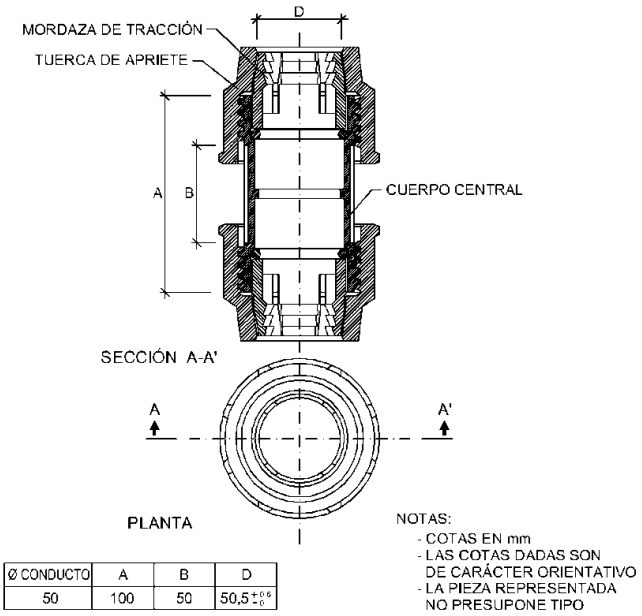
Figura 28. Dimensiones del tritubo

Junto con el tritubo se utilizarán dos tipos de elementos:

- Manguitos de empalme: Se enroscarán en caso de finalización de la bobina de tritubo o para reparaciones (ver Figura 29).

- Tapones de obturación: Se colocarán en conductos que permanezcan vacíos. Dispondrá de un sistema de fijación hermético por presión en la pared interna del conducto (ver Figura 30).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid



Ø CONDUCTO	A	B	D
50	100	50	$50{,}5^{+0{,}6}_{-0}$

Figura 29. Manguito de empalme

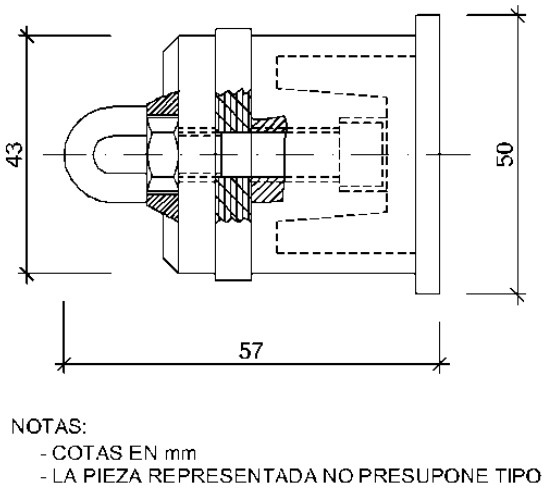


Figura 30. Tapón de obturación

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

VIII Acometidas

VIII.1 Generalidades

Todo inmueble, oficina o vivienda deberá disponer de sus correspondientes instalaciones para la evacuación de aguas residuales.

Las aguas residuales en ningún caso podrán ser evacuadas a la red de drenaje superficial, debiendo acometer obligatoriamente a la red de residuales.

El diseño y ejecución de las acometidas deberá garantizar el correcto estado del sistema integral de saneamiento y facilitar sus condiciones de funcionamiento y conservación.

Las acometidas tendrán carácter particular, y su titular será el propietario del inmueble o finca, el cual deberá deberá asegurar su correcto mantenimiento, al objeto de garantizar una adecuada explotación de la red.

El punto de acometida de la finca con la red de saneamiento municipal deberá ser aprobado por Canal de Isabel II, en función de las infraestructuras y necesidades de planificación urbanística existentes.

En aquellas calles donde exista más de una alcantarilla municipal, las acometidas de nueva ejecución conectarán a las que designe Canal de Isabel II. Asimismo, en aquellas ya existentes, Canal de Isabel II podrá trasladar una acometida conectada a una alcantarilla a otra existente, o modificar sus condiciones constructivas si las necesidades urbanísticas así lo exigieran.

No se autoriza la construcción de más de una acometida por finca, salvo casos excepcionales tras informe favorable de los servicios técnicos de Canal de Isabel II.

Cada finca deberá tener su red de desagüe con acometida independiente a la red municipal, no consintiéndose el establecimiento de servidumbres de una finca a otra, aunque las contiguas fueran del mismo dueño.

Podrá, no obstante, autorizarse una sola acometida para varios edificios, que constituyan un conjunto urbanístico, cuando se den las siguientes condiciones:

- Exista una red horizontal de saneamiento común a varias fincas, y discurra en su totalidad por zonas comunes o espacios no edificados.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Se constituya una comunidad de propietarios para la conservación y mantenimiento de dicha red, figurando los coeficientes correspondientes de participación de cada finca.

- Figure expresamente en la escritura de propiedad de cada vivienda, la existencia de estos servicios comunes, con los coeficientes que les correspondan.

Las acometidas a los edificios estarán constituidas, en general, por los siguientes componentes:

- Arqueta o pozo de arranque.

- Albañal.

- Entronque.

Si fuese necesario la instalación de válvulas antirretorno de seguridad para prevenir posibles inundaciones, está se podrá ubicar en uno de los puntos indicados a continuación:

- En la arqueta de arranque, colocándola en el inicio da la conducción principal o albañal para facilitar el registro y mantenimiento de la propia válvula.

- En las entradas de la red interior a la arqueta o pozo de arranque, en cuyo caso será necesario la instalación de tapa de registro estanca en la arqueta o pozo de arranque, para evitar la salida a la superficie de las aguas que puedan retornar de la conducción municipal.

- En el albañal en la conexión con el pozo municipal, siempre y cuando se trate de válvulas de tipo pinza o manga, también denominadas pico de pato (duckbill). En este caso será necesario la preceptiva declaración del titular de la acometida, responsabilizándose del mantenimiento y conservación de la válvula antirretorno instalada en el pozo municipal como parte integrante de la acometida.

El origen del agua evacuada por las acometidas de alcantarillado puede ser:

- Pluvial.

- Residual doméstico.

- Residual industrial.

En función de dicho origen, las acometidas podrán ser separativas o unitarias. En redes separativas cada edificio tendrá, al menos, dos acometidas independientes: una para aguas pluviales y otra para las aguas residuales, mientras que en redes unitarias podrá ser suficiente con una sola. En el caso particular de las acometidas industriales, cada usuario industrial tendrá una acometida independiente, la cual deberá cumplir la legislación vigente sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento.

VIII.2 Componentes de las acometidas

VIII.2.1 Arqueta o pozo de arranque

Arqueta o pozo de arranque es aquel elemento de registro donde confluyen todas las redes interiores de la finca y desde el que parte la acometida hasta el colector general.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La arqueta de arranque deberá ser registrable, dispondrá de un dispositivo de cierre que facilite su registro, y se ubicará en el interior de la propiedad en un lugar de fácil acceso, debiendo tener carácter comunitario en la finca. En los casos excepcionales en el que el pozo esté enclavado en el interior de la finca en un lugar de uso privativo sin carácter comunitario, se tendrá que cumplir lo dispuesto en el Título VII del Libro Segundo del Código Civil relativo a las servidumbres.

Excepcionalmente, cuando por razones de espacio, uso o afección a elementos resistentes del inmueble, la arqueta de arranque no pueda ubicarse en el interior de la propiedad será necesaria la correspondiente autorización para su instalación en la vía pública.

Las arquetas de arranque de las acometidas podrán ser bien prefabricadas o bien construidas in situ. La sección interior de dichas arquetas podrá ser, en general, de forma rectangular o circular, sin disposición de arenero en su parte inferior, considerando el mismo como un elemento destinado a retener los sólidos que circulan por la red, mediante un fondo situado por debajo de los conductos que le llegan.

La arqueta de arranque tendrá unas dimensiones mínimas de 0,60 x 0,60 m para una profundidad inferior a 0,80 m (plano 3.1), salvo que se establezcan unas dimensiones superiores. Para profundidades superiores a 0,80 m, las dimensiones de la arqueta de arranque serán análogas a las descritas en las tipologías de pozos definidas en los planos 2.1 y 2.2.

El resalto producido por cualquiera de las tuberías de llegada al pozo de arranque de la finca, medido desde su generatriz inferior interior hasta la solera del pozo de arranque, deberá ser inferior a 1 m; de no ser así, se deberá ejecutar un pozo de arranque con trasdós registrable, que deberá contar con un conducto vertical de diámetro mínimo 250 mm que canalice el agua, el cual finalizará en una pieza con forma de codo.

En el caso de que no se pueda construir el pozo de trasdós por imposibilidad de espacio, uso o afección a elementos resistentes del inmueble, este podrá ser sustituido por un tubular de PVC, de diámetro igual o superior al de la red interior, adosado al fuste del pozo principal, en el mismo cuadrante que la línea de los pates de bajada. Este tubular conectará con la red interior en su extremo superior mediante una pieza en “Te” con tapón registrable y finalizará en su parte inferior en la solera del pozo principal de la finca mediante una pieza en codo de 90° anclada a la solera.

La salida del albañal debe realizarse enrasada con la solera de la arqueta/pozo de arranque.

La profundidad de la arqueta de arranque será la adecuada para que permita el desagüe al pozo municipal por gravedad, pero con una diferencia de cota respecto a la rasante hidráulica del colector tal que impida el reflujo hacia el interior de la finca de las aguas circulantes por dicho colector.

Cuando las disposiciones especiales de una finca en la planta o plantas de sótanos, aparcamientos, huecos de ascensores o cualesquiera otras, no permitan acometer las aguas residuales directamente al colector general por gravedad, la propiedad correspondiente deberá elevar las aguas mediante bombeo hasta el pozo principal de la finca, que estará ubicado a una cota de la rasante del colector general receptor suficiente para poder garantizar una pendiente comprendida entre el dos por ciento (2%) y el cuatro por ciento (4%) en la conducción, así como el preceptivo resalto en el pozo del colector general. Se detallará la disposición especial que haya de adoptarse para la elevación de las aguas que, en todo caso, deberá disponer de dispositivo anti-retorno en la tubería de impulsión.

En cualquier caso, las funciones básicas de las arquetas de arranque serán las siguientes:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Limpieza.
- Localización del arranque de la acometida.
- Ubicación de la valvulería necesaria para cerrar el paso a la red de alcantarillado.
- Colocación de elementos de aforo o toma-muestras, etc.
- Conexión entre la conducción de salida de las aguas residuales de la propiedad y el albañal de la acometida.

VIII.2.1.1 *Arquetas prefabricadas*

Las arquetas prefabricadas serán, en general, de materiales termoplásticos o de hormigón. Excepcionalmente, podrán instalarse arquetas prefabricadas de otros materiales, como por ejemplo PRFV. En el caso excepcional de estar ubicadas en vía pública no se permitirá el empleo de materiales plásticos.

En el caso de emplear arquetas prefabricadas circulares de materiales termoplásticos, se admitirán diferentes diseños y dimensiones, debiendo cumplir, en cualquier caso, con los requisitos especificados en la Norma UNE-EN 13598 para las mismas.

VIII.2.1.2 *Arquetas construidas in situ*

La solera de las arquetas construidas in situ deberá ser siempre de hormigón en masa o armado, con un espesor que no será inferior a 20 cm.

Los alzados podrán ser bien de hormigón (en cuyo caso deberán cumplir con lo especificado por la vigente EHE), o de fábrica de ladrillo macizo enfoscado interiormente mediante mortero hidrófugo bruñido. El espesor mínimo de las paredes será de 15 cm.

VIII.2.2 Albañal

Los albañales podrán ser de cualquiera de los materiales especificados en los diferentes artículos de las presentes Normas, si bien, se emplearán, preferentemente los siguientes.

- Hormigón armado.
- PVC-U estructurado, SN 8.
- PP estructurado, SN 16.
- PE estructurado, SN 8.
- Gres.

En el caso de los tubos estructurados de materiales plásticos se seguirán las indicaciones dadas en la nota 2 de la Figura 6.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Las uniones entre los tubos que integran el albañal deberán ser conformes a lo especificado para las mismas en las presentes Normas.

El diámetro nominal del albañal será de 300 mm, excepto en el caso de viviendas unifamiliares, en las que podrá ser de 250 mm, salvo que la normativa municipal establezca unas dimensiones superiores.

En caso de considerarse necesario el empleo de diámetros mayores, se deberá justificar las causas que obliguen a dicho aumento y el uso a que se ha de destinar la construcción, requiriéndose aceptación expresa por parte de Canal de Isabel II. En todo caso, el diámetro nominal máximo será igual al de la conducción de la red de alcantarillado a la que vierta.

La conducción de la acometida se realizará a cielo abierto, siempre que la rasante hidráulica en todo su recorrido no supere los 4,50 m. Cuando la rasante hidráulica de la acometida discurra a una profundidad superior a 4,50 m, o en el caso de que la sección del colector receptor sea visitable, la conducción deberá ser una galería de sección uniforme, normalizada de dimensiones 1,50 x 0,70 m o en su caso, en una conducción semicircular construida en la solera de la misma galería.

Circunstancialmente, y tras el informe favorable de Canal de Isabel II, cuando por causas de imposibilidad de ejecución de la conducción de la acometida por razones de espacio, uso o afección a elementos resistentes del inmueble, o a servicios e instalaciones existentes en la vía pública, podrá ejecutarse la conducción mediante tubular a cielo abierto, de tal manera que la rasante hidráulica en todo su recorrido no supere los cuatro metros y medio (4,50 m), con respecto a la rasante viaria o del terreno definitivo, ejecutándose un trasdós en el entronque con el pozo municipal. Este trasdós será considerado parte integrante de la acometida.

Excepcionalmente, en los casos que se encontrara ya construida la acometida en galería de menores dimensiones a las preceptivas y tras informe favorable de Canal de Isabel II y de acuerdo a la Normativa Municipal correspondiente, cuando concurran causas de imposibilidad de ajuste a la anterior sección por razones de espacio, afección a cimentaciones, afección a servicios o instalaciones existentes, y siempre y cuando los restantes condicionantes de la misma se cumplan, la galería ya existente podrá considerarse apta.

VIII.2.3 Entronque

El entronque del albañal a la conducción principal de la red se realizará a través de un pozo de registro en el caso de acometidas tubulares no visitables de diámetro menor a 1.400 mm, y directamente sobre el colector en el caso de acometidas en galería con altura útil igual o superior a 1.400 mm o tubulares de diámetro igual o superior a 1.400 mm (con un ángulo de 90° a ser posible o, en otro caso, a favor de flujo del colector, es decir con un ángulo agudo en el sentido aguas arriba del colector y de la acometida). Dicho pozo deberá, en caso de ser de nueva ejecución, cumplir con lo especificado para los mismos en el apartado IV.4.2.

En el caso de que haya concurrencia de varias acometidas al mismo punto de entronque, y en función del diámetro y de la profundidad del pozo o galería al que acometan, se podrá exigir la construcción de una cámara de servicio asociada al pozo o galería (ver plano 3.4, para galerías).

Salvo en pozos prefabricados que dispongan de los correspondientes orificios, la perforación de los pozos deberá efectuarse (siempre que sea constructivamente posible) mediante taladro con máquina adecuada de gran broca.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En el caso de acometidas cuya sección sea tubular inferior a 1.400 mm de diámetro, el resalto en el entronque con el pozo de la red de alcantarillado, medido desde la generatriz interior e inferior de la tubería afluente hasta la generatriz interior e inferior de la tubería receptora, deberá ser como mínimo, el resultante de aplicar la siguiente fórmula (plano 3.2):

$$r = Ø + 5 \leq 1 \text{ m}$$

Donde

r: resalto (cm)

Ø: diámetro del colector receptor (cm)

Tabla 18. Resalto para colector receptor de diámetro Ø < 140 cm

	Resalto en cm para colector tubular Φ < 140 cm	
Φ (cm)	**Resalto mínimo a correaguas r= Φ+5 (cm)**	**Resalto máximo a correaguas (cm)**
≤ 40	45	100
50	55	100
60	65	100
80	85	100
90	95	100
100	100	
120	100	
130	100	

Para el resto de los casos, colector tubular de diámetro mayor o igual a 1.400 mm y galerías con altura mayor o igual a 1.400 mm, en el punto de desagüe del ramal o conducción principal a la alcantarilla receptora, deberá establecerse una diferencia de alturas comprendida entre cuarenta centímetros (40 cm) y ochenta centímetros (80 cm), medida desde la generatriz interior e inferior de la tubería afluente hasta la rasante del andén del colector receptor (plano 3.3).

En el caso de que el colector general no dispusiera de andén, el resalto, medido desde la generatriz interior e inferior de la tubería afluente hasta la generatriz inferior del colector receptor visitable, estará comprendido entre 80 cm y 1,00 m.

Circunstancialmente, cuando razones de espacio, uso o afección a elementos resistentes del inmueble, o a servicios e instalaciones existentes en la vía pública, impidan la ejecución de los resaltos indicados en los párrafos anteriores, Canal de Isabel II deberá emitir informe favorable de la misma.

En el caso de elementos constituyentes del drenaje superficial urbano (imbornales, canales y rejillas de desagüe…), no será necesario cumplir los resaltos máximos indicados en los apartados anteriores, debido a:

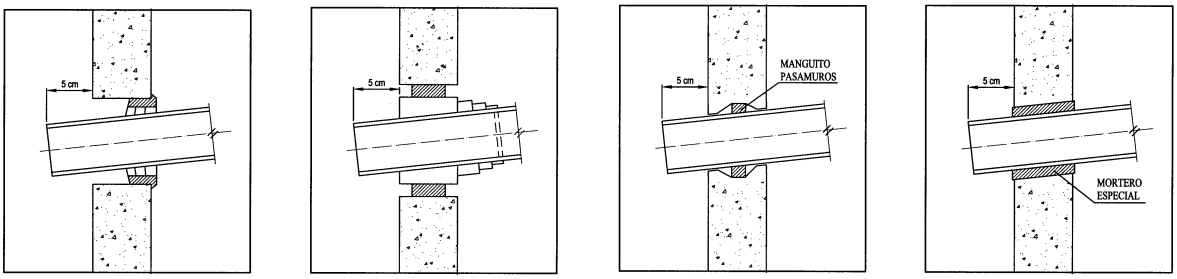
- Estos elementos suelen ser bastante someros, en cuyo caso el resalto en el entronque con la red suele ser mayor al indicado.

- Entran en servicio únicamente cuando llueve y no de forma continuada y en dichos episodios no hay personal trabajando en el pozo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El entronque del conducto de la acometida al pozo de la red de alcantarillado podrá realizarse de diversas maneras, recomendándose el empleo de junta elástica/estanca (ver Figura 31):

- mediante junta elástica/estanca.
- mediante piezas elástica/estanca.
- mediante manguito pasamuros in situ.
- mediante injerto rígido (no estanco).



Entronque a pozo con junta elástica/estanca | *Entronque a pozo con pieza elástica/estanca* | *Entronque a pozo con manguito pasamuros in situ* | *Entronque a pozo con injerto rígido (no estanco)*

Figura 31. Tipología de entronques en acometidas

VIII.3 Diseño de las acometidas

VIII.3.1 Trazado en planta

El trazado en planta de las acometidas deberá ser tal que permita, siempre que sea posible, conectar al colector receptor general a favor del flujo de dicho colector. Excepcionalmente, cuando por razones de espacio, uso o afección a elementos resistentes del inmueble, o a servicios e instalaciones existentes en la vía pública, impidan la conexión de la acometida a favor del flujo del colector general (formando ángulo agudo en el sentido aguas abajo del colector municipal receptor y la propia acometida) se deberá cumplir el resalto mínimo indicado en el apartado VIII.2.3.

La dirección de la acometida será rectilínea, no admitiéndose quiebros ni curvas en el desarrollo de su trazado.

En los casos en que la acometida esté constituida por una galería y que la misma no pueda seguir una alineación recta, por motivos justificados y tras informe favorable de Canal de Isabel II, podrán establecerse cambios con ángulos no inferiores a 120° entre alineaciones consecutivas (ángulo en el centro no superior a 60°).

VIII.3.2 Trazado en alzado

El trazado en alzado de las acometidas deberá ser siempre descendente hacia la red de alcantarillado y con una pendiente, en general uniforme, entre el 2% y el 4%.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La profundidad de la arqueta de arranque quedará definida en función del resalto que habrá de tener la acometida con respecto al colector receptor, y de la pendiente admisible indicada en el párrafo anterior.

Se estudiará y justificará que la incorporación de caudales de la acometida no ponga en carga a la red de alcantarillado, no siendo admisible que una acometida se incorpore a una red de alcantarillado de menor diámetro.

VIII.3.3 Dimensionamiento mecánico

El dimensionamiento mecánico de los conductos de las acometidas se realizará conforme a lo establecido en el apartado III.6 de las presentes Normas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

IX Instalación eléctrica

IX.1 Especificaciones generales

Todas las instalaciones eléctricas cumplirán la reglamentación oficial vigente y las normas de la compañía suministradora en el momento que se lleve a efecto el montaje.

En los casos en los que la reglamentación oficial así lo requiera para la legalización de la instalación, se deberá disponer del correspondiente proyecto visado por un técnico competente.

Para la puesta en servicio de la instalación serán imperativos la conformidad al suministro de la Compañía suministradora de energía, el Acta de Puesta en Servicio de centros de transformación, líneas eléctricas de media tensión y demás instalaciones que lo requieran, así como el Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión, otorgadas por la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

Se realizará una correcta coordinación de protecciones, la misma estará suficientemente documentada y comprenderá todas y cada una de las protecciones eléctricas en los diferentes niveles de tensión, así como, de selectividad en los diferentes circuitos.

IX.2 Alta tensión

Corresponde a la parte de la instalación comprendida entre el entronque con la línea de distribución de alta tensión de la compañía suministradora y la salida en baja tensión de los transformadores.

En el caso de que la línea de alta tensión no supera los 20 m, dicha línea no precisa de acta de puesta en servicio y no requiere proyecto específico ya que se considera acometida, según indicaciones de la Dirección General de Industria, Energía y Minas. Solo será preciso proyecto y legalización del centro seccionamiento y centro de transformación.

Si la línea tiene más de 20 m, será necesario un proyecto para la línea y otro para el centro seccionamiento y centro de transformación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

IX.2.1 Línea de alimentación

Se define como la infraestructura eléctrica desde el punto de entronque facilitado por la compañía eléctrica hasta las instalaciones de Canal de Isabel II, tales como nuevas líneas aéreas, nuevas líneas subterráneas, nuevas posiciones en instalaciones de la compañía suministradora, etc.

Preferentemente, se cederá la titularidad de línea de alimentación a la Compañía suministradora, si no hubiera inconveniente por parte de ésta, debiendo realizarse la instalación en este caso de acuerdo con sus criterios y normativa.

Si las redes de distribución de la compañía suministradora lo permiten, la instalación quedará integrada dentro de un bucle/anillo.

La capacidad de la línea deberá ser la necesaria para alimentar todos los transformadores de potencia que se instalen en los centros de transformación y la posible ampliación de la instalación.

Desde el punto de entronque previsto, la línea de alimentación a la instalación (o líneas si se considera la alimentación en bucle/anillo) podrá ser aérea o subterránea, siendo preferente esta última opción, aprovechando siempre que sea posible el trazado de los colectores o caminos existentes. En el caso que la línea sea subterránea y la titularidad de la línea corresponda a Canal de Isabel II, se realizará mediante cuatro (4) cables unipolares de aislamiento en seco alojados en tubos resistentes y enterrados a una profundidad mínima de un metro treinta centímetros (1,30 m). La sección del cable utilizado será suficiente para posibilitar la futura ampliación de la instalación.

Si el punto de entronque es una línea aérea y la línea de alimentación es propiedad de Canal de Isabel II, se preverá en la cabecera de la línea un poste con protección de pararrayos, autoválvulas y de cortacircuitos seccionadores fusibles de expulsión, cuando la carga lo permita, independientes de las protecciones exigidas por la Compañía suministradora de electricidad.

En el caso de líneas aéreas, los postes serán de celosía con crucetas del tipo bóveda, horizontal o tresbolillo y dispondrán de pantallas dispositivos antiescalo. En el apoyo de final de línea, de transición aéreo a subterráneo, se instalarán pararrayos autoválvulas, seccionadores unipolares y anillo equipotencial para puesta a tierra de acuerdo con la Reglamentación vigente.

Se deberá incluir una partida para el abono de los derechos de enganche y de acometida desde la línea de alta tensión, así como una partida para la verificación de los equipos de medida.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas acorde a la legislación vigente y a las Normas de la Compañía suministradora:

- Línea Aérea: ensayos de instalaciones de puesta a tierra: medida de resistencia de puesta a tierra; el Reglamento de líneas requiere además comprobaciones de tensiones de paso y contacto en apoyos en zona frecuentada.

- Línea Subterránea: comprobación del aislamiento principal y de la cubierta, aplicando la Norma UNE 211006:2010 “Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna”.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

IX.2.2 Edificio centro de seccionamiento/transformación

Se define como el edificio de tipo convencional, o bien prefabricado a base de piezas de hormigón moldeado, vibrado y secado a vapor, en el que en su interior se alojará como mínimo los conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica (cabinas/celdas). En el caso de los centros de transformación además contendrá los transformadores de potencia.

Siempre que sea posible, el CS y el CT se ubicarán en un mismo edificio.

- Centro de seccionamiento

  Si la alimentación se realiza en bucle/anillo desde la red de alta tensión propiedad de la Compañía suministradora, o bien si ésta lo exige dotarle de una servidumbre de paso al interior de la instalación.

  Se instalará asimismo un Centro de Seccionamiento, aunque no sea exigido por la Compañía suministradora, en el supuesto de que la propiedad de la línea de alimentación corresponda a Canal de Isabel II y el centro de transformación de la instalación no disponga de acceso directo desde la vía pública. En determinadas circunstancias la compañía suministradora puede exigir la separación física de las cabinas situadas aguas arriba de la cabina de protección general. En este caso la cabina de interruptor-seccionador pasante será sustituida por una cabina de salida de línea dotada de las protecciones previstas por la compañía.

  En su interior únicamente se alojarán los conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica (cabinas/celdas), el armario de medida de compañía para equipo de medida, con salida de datos serie y con terminal para conexión del equipo de medida de telegestión.

  Los equipos de medida se adaptarán a lo estipulado en el *Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico*.

  La conexión entre la cabina de salida de este centro y la cabina de entrada al centro de transformación se realizará mediante 4 cables unipolares (uno de reserva equipado con terminales) de aislamiento en seco alojados en tubos resistentes y enterrados a una profundidad mínima de 1,30 m. La sección será la suficiente para posibilitar la futura ampliación de la instalación.

  No se ubicará en este centro ningún cuadro de baja tensión, excepto el propio cuadro de protección de alumbrado, emergencia y bases de enchufe del propio edificio.

  Deberá preverse una línea de alimentación de baja tensión al centro de seccionamiento, para alumbrado y servicios auxiliares, procedente del cuadro general de distribución del centro de transformación o de alguno de los cuadros auxiliares. En su defecto, podrá instalarse una celda con autotransformador incorporado para el alumbrado y fuerza del centro de seccionamiento.

- Centro de transformación

  Si excepcionalmente la instalación no dispusiera de centro de seccionamiento, aun siendo alimentado desde la red de distribución de media tensión, el centro de transformación dispondrá de acceso directo desde la vía pública a un habitáculo o zona del centro de transformación para que el personal de la Compañía suministradora pueda acceder hasta los elementos de medida sin que se precise ninguna servidumbre de paso al resto de la instalación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se dejará un espacio físico, para montar en el futuro un transformador adicional de similares características a los proyectados, así como para la futura instalación de su celda de protección correspondiente.

Los cables de baja tensión y de media tensión discurrirán por canaletas independientes y sin cruzamientos, protegidas contra posibles derrames de aceites.

No se ubicará en este centro ningún cuadro de baja tensión, excepto el propio cuadro de protección de alumbrado, emergencia y bases de enchufe del propio edificio.

Los centros prefabricados constarán de todos los elementos previstos en sus normas correspondientes y su manejo se realizará con el procedimiento indicado por sus fabricantes.

Estarán dotados de todos los pernos de sujeción e izado correspondientes, que estarán apretados correctamente.

La situación del centro estará de acuerdo con las licencias de obra otorgadas, respetando las alineaciones con las edificaciones existentes, las distancias a bordillo y cuantas indicaciones figuren expresamente en ellos.

El emplazamiento del centro será tal, que permita el acceso de las canalizaciones de MT y BT discurriendo siempre que sea posible por zonas de dominio público, debiendo establecerse las correspondientes servidumbres de paso en aquellos casos en que la solución técnica más adecuada requiera o exija el paso por propiedad privada.

El centro quedará nivelado y con la rasante de su piso interior 10 cm como mínimo más alta de la rasante de las aceras o jardines colindantes.

Tanto en el centro de seccionamiento como en el de transformación se dispondrá del equipamiento que indique la legislación vigente, además de:

- Ventanas de inspección en las puertas de los transformadores que permitan visualizar las protecciones instaladas en el transformador.
- Instrucciones de explotación y seguridad, plastificadas o enmarcadas.
- Diagrama unifilar, plastificado o enmarcado.
- Pértiga de maniobra y pértiga detectora de tensión.
- Banqueta aislante.
- Guantes auxiliares con estuche metálico.

Medidas adicionales de seguridad:

- Las puertas de acceso a las salas de los transformadores dispondrán de una cerradura de seguridad, enclavada con la cerradura de puesta a tierra de la celda de protección de transformador. Esta cerradura no liberará la llave a menos que la hoja se encuentre en posición de cerrado.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a cuatro milímetros (4 mm) formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de seguridad del Centro. Con esta disposición se conseguirá que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparecerá el riesgo inherente a la tensión de paso y contacto interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

- Como medida de seguridad adicional, se construirá una acera de 1,50 m de ancho en envolventes independientes de CS/CT. Al menos en aquellas partes de la fachada donde existan elementos metálicos (puertas, rejillas, etc.), la acera dispondrá de mallazo embebido, de 30 x 30 cm y con al menos 10 cm de hormigón sobre el mismo. Dicho mallazo será de 1,00 m de longitud montado desde el cerramiento. Tanto el mallazo de la acera como los elementos metálicos mencionados se conectarán a la tierra de protección.

- A fin de simplificar el problema de distancias mínimas reglamentarias entre la tierra de protección y el resto de tierras, preferentemente se diseñará una única envolvente para el centro de seccionamiento y centro de transformación (CS+CT).

- Cuando la distancia entre tierra de protección y tierra de masas de utilización sea suficiente para considerarlas tierras independientes reglamentariamente, las tensiones aplicadas de paso en el acceso y la de contacto exterior se calcularán mediante el coeficiente de la configuración elegida para la tierra de protección, Kc, según método UNESA.

- Si la tierra de protección y la tierra de masas de utilización no pudieran ser independientes, al no cumplir la distancia mínima entre ellas establecida reglamentariamente, la tierra de protección adoptará una disposición remota que exigirá la no conductividad de la envolvente del CS+CT, de forma que no actúe por sí misma como una pica, por lo que la parte asentada en el terreno deberá estar aislada del mismo o mostrar una resistencia suficientemente alta como para poder despreciar la corriente que se derive a tierra en el propio CS+CT. El cable que unirá las masas del CS+CT con las picas remotas deberá ser de sección adecuada y disponer de un aislamiento suficiente para la tensión nominal de la red de distribución. En este caso de tierra de protección remota, la acera perimetral no dispondrá de mallazo embebido y las masas metálicas del cerramiento vertical estarán aisladas, sin conexión a la tierra de protección. Se tomará especial cuidado en que las tensiones transferidas desde la tierra de protección (remota o local en el CS+CT) a elementos metálicos accesibles tales como vallado perimetral del recinto u otros, sea inferior a la establecida reglamentariamente.

- En caso de edificio prefabricado de hormigón, éste estará construido de tal manera que, una vez fabricado y montado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica, y unidas a la red de tierras de protección. Se seguirán las mismas disposiciones que las ya señaladas para edificio “in situ”.

- En el cálculo de la intensidad de defecto, se considerará la impedancia del neutro del transformador de la subestación que alimenta el CT, o la impedancia capacitiva de la línea aérea en caso de existir neutro aislado en dicha subestación.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Sí se requerirá el cálculo de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CS+CT, de forma que estén dentro del límite establecido por la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, que se establece en el *Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo*.

Las PaT de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separadas debiendo incluirse la correspondiente justificación.

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerán tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las casetas prefabricadas deberán ser de acuerdo con la legislación vigente; ensayos de instalaciones de puesta a tierra: medida de resistencia de puesta a tierra y comprobaciones de tensiones de paso.

La conexión de los distintos elementos a la línea de tierra de protección, el tipo del conductor de la línea de tierra y su sección será la especificada en el proyecto, de la misma forma se hará lo mismo para la conexión de la salida del neutro del cuadro de BT a la línea de tierra de servicios.

IX.2.3 Celdas

En el interior del centro de transformación/seccionamiento se alojarán conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica (cabinas/celdas), y estarán formados por los siguientes elementos:

- Cabinas de entrada/salida con Interruptor - Seccionador de línea en SF6.

- Cabina con Interruptor - Seccionador pasante en SF6.

- Cabina de protección general con Disyuntor Automático en SF6 y relés programables de protección con capacidad de almacenamiento de distintos bloques de regulación de la protección. Las protecciones de éstos serán al menos contra cortocircuitos entre fases y sobreintensidad (50-51), y contra cortocircuitos fase - tierra y fugas a tierra u homopolar (50N-51N). El disyuntor será motorizado.

- Cabina de medida en A.T. con 3 T.T. y 3 T.I. Las relaciones de transformación de los TI's serán determinadas y aprobadas por Canal de Isabel II, para que su calibre quede acorde para absorber futuras posibles ampliaciones del centro de transformación.

- Cabinas de protección de transformadores en número igual al de éstos, incluido el de reserva. La protección se realizará por medio de un interruptor-seccionador con fusibles combinados (ruptofusible). Para potencias iguales o superiores a 400 kVA, los fusibles se sustituirán por un disyuntor automático SF6. En todos los casos, se dispondrá de protección indirecta mediante relés programables de protección con capacidad de almacenamiento de distintos bloques de regulación de protección. Las protecciones de estos serán al menos contra cortocircuitos entre fases y sobreintensidad de fase y neutro (50-51, 50N/51N y 50G), y un seccionador de puesta a tierra inferior, con enclavamiento entre ambos. El disyuntor será motorizado en cada cabina de protección de

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

transformador. Adicionalmente, se incorporará en estas celdas un relé que reciba las señales de los transformadores de intensidad de las salidas de baja tensión de los transformadores de potencia.

Todas las cabinas del centro de transformación dispondrán de testigos de presencia de tensión.

Se dejará un espacio físico, con obra civil ejecutada, para la instalación futura de una celda adicional de protección de transformador.

Las celdas se situarán en los lugares y en el orden indicado en los planos correspondientes. Se colocarán adecuadamente sobre la solera del centro. Estarán alineadas entre sí, paralelas a los paramentos y perfectamente aplomadas.

Se comprobará que las celdas en cuanto a sus funciones, así como su colocación, su orden y su alineación, se corresponden a lo especificado en el proyecto.

Las celdas estarán conectadas a la línea de tierra de PaT de Protección (en dos puntos).

Se comprobará que los mandos de interruptores seccionadores, seccionadores de PaT y enclavamientos realizan la función para la que fueron diseñadas.

Se realizarán ensayos eléctricos en el primario de las celdas para comprobar el adecuado funcionamiento y tarado de sus protecciones.

IX.2.4 Transformadores de potencia

Serán trifásicos con devanados de cobre en baño de aceite o silicona, refrigeración natural, conmutador sobre tapa, ruedas para transporte orientables en dos direcciones a 90°, borna para puesta a tierra de la cuba, indicador de nivel de aceite, termómetro de esfera con dos contactos (para potencias superiores a 250 kVA se sustituirá por un relé de protección con varias funciones), y válvula de vaciado y toma de muestra.

La conexión será en triángulo en la parte de alta tensión y estrella en la de baja tensión (Yzn11 para potencias hasta 160 kVA, y Dyn11 para potencias superiores a 160 kVA).

Cumplirán con la Norma UNE 21428 “Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. También cumplirán con la UNE-EN 60076 “Transformadores de Potencia”, RU 5201D, HD 428 y el *Reglamento (UE) N º 548/2014 de La Comisión de 21 de mayo de 2014*.

En las instalaciones de alta tensión en las que la tensión de la línea de distribución de la compañía suministradora no sea de 20 kV, el primario del transformador será para doble tensión (P1: 20 kV, P2: la tensión de la línea), con conmutador de dos posiciones en la parte superior de la tapa. Una de las tensiones será la de la línea de la Compañía en el momento de montar la que nos ocupa y la otra la normalizada que adopte la compañía suministradora en el futuro.

La regulación en alta (tensión primaria) se realizará con conmutador manual en vacío con tomas más/menos 2,5%, más/menos 5% y más/menos 7,5%. Rango de regulación de tensión en el primario en función de tensión de compañía.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se preverá la posibilidad de modificar esta regulación en función de la posición que ocupe el centro de transformación en la red de la compañía suministradora.

Los transformadores con dos tensiones en el arrollamiento de AT dispondrán de un conmutador de dos posiciones, con mando exterior sobre tapa, debidamente señalizadas. Este dispositivo será de características similares a las descritas para el conmutador de tomas en AT.

La tensión asignada en vacío del arrollamiento de BT será:

- Clase B2: 420 V entre fases

El neutro del arrollamiento de BT será accesible y dimensionado para la máxima tensión y corriente de las fases.

El número de transformadores y su potencia serán los siguientes:

- Si la potencia punta de consumo es inferior a 100 kVA se instalará un único transformador cuya potencia, como mínimo, será la máxima punta de consumo.

- Si la potencia punta de consumo está comprendida entre 100 kVA y 630 kVA, el número de transformadores será 2 y la potencia conjunta el doble de la punta de consumo, dejando uno en reserva del otro.

- En el caso de que la potencia punta de consumo sea igual o superior a 630 kVA, el número de transformadores será 3 y la potencia conjunta un 50% superior a la punta de consumo, dejando uno en reserva de los otros dos.

Se emplearán criterios similares para potencias superiores, considerando siempre transformadores con potencias normalizadas.

Si el número y potencia de los transformadores resultantes de la aplicación de los criterios anteriores supera los valores especificados en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, se deberá prever la instalación de un sistema fijo automático de extinción de incendios, o en su defecto se instalarán transformadores cuyo dieléctrico tenga una temperatura de combustión elevada, que permita prescindir del sistema automático de extinción.

Se indicarán como mínimo las características siguientes:

- Marca.

- Potencia.

- Tensión o tensiones primarias.

- Tensión de cortocircuito.

- Pérdidas en vacío.

- Pérdidas totales en carga.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Tomas de regulación.

- Placas de características en transformador y en la puerta de acceso a sala de transformador.

Se deberán incluirán, además, las siguientes características:

- Calentamiento máximo en bobinas con temperatura ambiente de 40 °C.

- Curvas de rendimiento.

Se dotará a los transformadores de un detector integrador de seguridad con las siguientes protecciones: disparo por nivel de dieléctrico, disparo de presión, alarma de temperatura y disparo de temperatura. También contará con visualizador de nivel y alarma por emisión de gases del líquido dieléctrico. También contará con visualizador de nivel y se prestará especial atención en su colocación y orientación, para que la instrumentación sea visible desde el exterior de la sala del transformador.

Para el dimensionamiento de los transformadores y con objeto de prever la sobrecarga por armónicos, la potencia de las cargas se desclasificará según lo dispuesto en las especificaciones indicadas por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

Se estudiará con suma atención el enclavamiento tanto eléctrico como mecánico entre el interruptor-seccionador en alta tensión y el interruptor automático de baja tensión de cada uno de los transformadores, así como las defensas de estos, con el fin de impedir retornos al estar conectados en paralelo, o el acceso a su cubículo.

Los interruptores-seccionadores podrán conectarse y desconectarse desde su emplazamiento y desde el cuadro general de distribución en baja tensión.

Todos los elementos de protección y control deberán poderse verificar en servicio y sin riesgos para el personal.

Se dotará a cada uno de los transformadores de potencia, de unos transformadores de intensidad en las salidas de baja tensión tanto de las fases como el neutro y el aterrizaje de este.

Las operaciones necesarias para el traslado del transformador hasta su posición definitiva, se realizará aplicando la tracción necesaria por medio de mecanismos apropiados (tractores, polipastos, etc.).

La orientación de las ruedas se realizará elevando el transformador con gatos hidráulicos apropiados; se utilizarán barras de uña, barrones, etc., únicamente como medios auxiliares.

Los elementos de protección deben ser visibles desde el exterior de las salas de los transformadores.

Los ensayos a realizar en los transformadores estarán de acuerdo a las Normas UNE-EN 60076.

El fabricante expedirá certificado de las pruebas que serán presenciadas por la inspección del adjudicatario. Así mismo, expedirá certificado de los materiales de los distintos componentes del equipo.

Los ensayos mínimos unitarios serán:

- Relación de transformación en vacío.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Pérdidas en el hierro.
- Pérdidas en los arrollamientos.
- Aislamiento de los arrollamientos entre sí y de éstos a la masa.
- Sobretensión.
- Tensión de cortocircuito.
- Tensión aplicada.
- Tensión inducida.
- Resistencia de devanados.
- Tangente de delta.

Adicionalmente, se realizará a uno de cada tipo de transformador los siguientes ensayos:

- Calentamiento.
- Impulso tipo rayo.

Tras el montaje se realizará una inspección visual de posible daño sufrido en transporte, el control de nivel de líquidos en el depósito de expansión y la revisión con Megger de la resistencia entre bobinado y entre éstos y masa y el ensayo de Respuesta en frecuencia unitarios (FRA).

IX.2.5 Suministro de alimentación segura

Para el accionamiento eléctrico de los disyuntores y para los circuitos de maniobra de los equipos de alta tensión, así como los relés de las celdas, se dispondrá un equipo específico que garantizará el suministro de energía a los mismos.

En caso de avería del módulo de control, los módulos rectificadores y módulos inversores seguirán funcionando en modo autónomo, pasando a modo emergencia al régimen de carga de flotación, dando la pertinente alarma de módulo de control mediante señalización remota.

Cuando el rectificador o inversor en servicio presente alguna anomalía, automáticamente se producirá la desconexión de éste y la conexión del rectificador o inversor en reserva, señalizándose esta anomalía en el panel de control o cuadro de mando.

Las fuentes de alimentación se corresponden en cuanto a sus funciones a las especificaciones correspondientes, y se situarán en los lugares y en el orden indicado en los planos correspondientes.

La envolvente tendrá un grado de protección IP54. Su color será el determinado por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

IX.2.6 Cuadro de señalización y alarmas

La instalación dispondrá de un cuadro de señalización y alarmas que indiquen el estado y defecto de las protecciones y los interruptores generales de Alta y Baja Tensión, y el disparo de las protecciones propias de los transformadores de potencia, con dispositivo de prueba de lámparas. Estará alimentado mediante fuente de alimentación segura de alterna, mencionado anteriormente.

Todas las alarmas descritas en este apartado se deben incluir en el sistema de control, para lo que será necesario añadir las entradas digitales necesarias en el PLC.

El diseño eléctrico de los circuitos y las diferentes configuraciones serán determinados por Canal de Isabel II en sus esquemas eléctricos tipo.

Los cuadros se situarán en los lugares y en el orden indicado en los planos del proyecto.

Se comprobará que su funcionamiento se corresponde con las especificaciones correspondientes.

IX.2.7 Instalación de puesta a tierra

Se ejecutará de acuerdo con la instrucción técnica complementaria ITC-RAT 13 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. También cumplirá con lo prescrito en el capítulo 11 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra del *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002*.

La puesta a tierra de masas del centro se dejará preparada para poder unirla en su día, si se estima conveniente, con la red general de tierras del conjunto de la instalación.

La puesta a tierra de protección se diseñará conforme a las especificaciones indicadas por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, a fin de garantizar mejor la seguridad de las personas e instalaciones en caso de defecto en alta tensión. El diseño de las tierras se deberá ajustar escrupulosamente a lo establecido por dichas especificaciones.

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro).

A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Cuba de transformador/res.
- Envolvente metálica del cuadro B.T.
- Celda de alta tensión (en dos puntos).
- Pantalla del cable aislado, extremos conexión transformador.
- Elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra y pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

Todo ello conforme a la legislación vigente.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se le conectará la salida del neutro del cuadro de B.T.

Las PaT de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separadas, salvo justificación.

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerán tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser de acuerdo con la legislación vigente; ensayos instalaciones de puesta a tierra: medida de resistencia de puesta a tierra y comprobaciones de tensiones de paso.

La conexión de los distintos elementos a la línea de tierra de protección, el tipo del conductor de la línea de tierra y su sección será la especificada, de la misma forma se hará lo mismo para la conexión de la salida del neutro del cuadro de BT a la línea de tierra de servicios.

IX.3 Baja tensión

En caso de que la parcela disponga de suministro eléctrico en Baja Tensión, la instalación comenzará en el Armario de Protección y Medida, el cual estará ubicado en fachada junto al acceso principal.

En caso de realizarse la medida en Alta Tensión, la instalación comenzará en el cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

Comprende la parte de la instalación comprendida entre las bornes de baja tensión y los distintos elementos a accionar, motores, etc.

A efectos de determinar el material eléctrico a emplear, se efectuará la clasificación del local o emplazamiento, según determina la ITC-BT-30 del vigente Reglamento de Baja Tensión.

IX.3.1 Cuadro General de Distribución de Baja Tensión (CGDBT)

El Cuadro General de Distribución de Baja Tensión (en lo sucesivo CGDBT), será un Conjunto Verificado, según la Norma UNE-EN 61439 "*Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales*".

En la fabricación del CGDBT, atendiendo a la Norma UNE-EN 61439, se contemplarán las siguientes figuras que intervendrán en su fabricación:

- Fabricante Original

  Organización que lleva a cabo el diseño original y las verificaciones asociadas al conjunto de aparamenta de acuerdo con la norma aplicable a dicho conjunto.

- Fabricante del Conjunto

  Organización que toma la responsabilidad del conjunto completo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Para la fabricación del CGDBT, tanto el “Fabricante Original” como el “Fabricante del Conjunto” serán la misma organización.

Se montará en un habitáculo diferente al centro de transformación.

El CGDBT estará formado por columnas construidas con chapa de acero galvanizada, plegada y laminada en frío de dos milímetros (2 mm) de espesor, donde se ubicarán, los módulos de acometida, colocados en un extremo del conjunto y los diferentes módulos de salida.

Dispondrá de una compartimentación forma 4a, según Norma UNE-EN 61439.

El CGDBT estará diseñado para soportar los efectos electrodinámicos producidos por cortocircuitos.

El diseño eléctrico de los circuitos y sus diferentes configuraciones eléctricas, serán las que determine Canal de Isabel II.

Cada módulo en su parte frontal tendrá una puerta de bisagra con cerradura dotada de tres (3) puntos de anclaje. La parte posterior se cerrará con una tapa desmontable mediante tornillos.

Las puertas dispondrán de un enclavamiento que impida el que puedan abrirse cuando haya tensión en la parte a que dan acceso, o bien todos los puntos en tensión dispondrán de protecciones mecánicas transparentes contra contactos accidentales.

El CGDBT en su conjunto será estanco a las proyecciones de agua, disponiendo al mismo tiempo de las aberturas necesarias para mantener una ventilación natural adecuada. Las entradas y salidas de cables se acondicionarán con este fin. El grado de protección de la envolvente será IP54, e IP20 en las partes activas desnudas y placas de entrada y salida de cables.

El tratamiento previo de la chapa consistirá en una preparación de superficie: repaso de cordones de soldaduras, eliminación de proyecciones, porosidades, golpes y aristas vivas, desengrasado, fosfatado e imprimación. El pintado será a base de resina epoxi con posterior secado al horno. El espesor mínimo de pintura seca aplicada no debe ser inferior a cien micras (100 µm). Tanto para el color del centro como para el resto de instalaciones, se consultará a los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II. Dispondrán de cáncamos para facilitar el transporte y montaje.

Tendrá tantas entradas de alimentación como transformadores se instalen, dejando espacio libre suficiente para una adicional, en previsión del montaje futuro de un transformador adicional, el armario dispondrá del equipamiento, así como de elementos necesarios para facilitar la incorporación de una entrada adicional sin detener el funcionamiento de la instalación.

Cada módulo de entrada dispondrá de un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar del tipo extraíble y corte omnipolar, dotado de un relé de protección diferencial ajustable con graduación de sensibilidad y temporización, con su transformador toroidal correspondiente, con capacidad para soportar los efectos de cortocircuitos, mando directo independiente a la puerta y con enclavamiento mecánico y eléctrico con el disyuntor del transformador correspondiente, de tal forma que cuando se dispare el disyuntor de alta tensión, lo haga también automáticamente este interruptor automático de entrada al cuadro. Estas entradas se montarán en un extremo del cuadro.

Igualmente dispondrá de un módulo de entrada para la conexión de un grupo electrógeno móvil o estacionario, equipado con magnetotérmico tetrapolar, enclavado mecánicamente en posición abierto

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

por medio de una cerradura con los interruptores de baja tensión de los transformadores de potencia, con el fin de evitar peligrosos retornos peligrosos en los transformadores BT/MT.

El embarrado principal que debe estar preparado para futuras ampliaciones laterales del cuadro será de tensión de cuatrocientos/doscientos treinta voltios (400/230V), estará constituido por pletinas de cobre estañado capaces de soportar los efectos electrodinámicos de cortocircuito, siendo de la misma sección la barra de neutro que las de fase. Todas ellas estarán protegidas con una capa aislante del color adecuado a cada una de las fases y neutro.

El cálculo de la corriente de cortocircuito y efectos electrodinámicos de los embarrados e interruptores automáticos deberá realizarse teniendo en cuenta la potencia total de los transformadores instalados, incluido el de reserva. Se justificará que el embarrado y los interruptores soportan los cortocircuitos generados en los puntos en que están situados.

El CGDBT estará dotado de los elementos adecuados para su puesta a tierra y dispondrá de resistencias de calefacción reguladas mediante termostato.

Cada salida dispondrá de un interruptor automático magnetotérmico (de la intensidad adecuada en cada caso), con mando independiente a la puerta y con capacidad para soportar los efectos del cortocircuito, dotado de un transformador toroidal y de un relé de protección diferencial ajustable, con graduación de sensibilidad y temporización.

Los disyuntores de entrada a CGDBT serán motorizados.

En el frente del armario se instalarán siguientes los equipos de medida y señalización:

- Aparatos de Medida:

  El CGDBT dispondrá de un analizador de redes en cada una de las acometidas de alimentación, de las siguientes características:

  - Display multilínea para la indicación local de las siguientes variables: tensión simple, tensión compuesta, intensidad, potencias activa y reactiva, y consumo de energías activa y reactiva, tasa de distorsión armónica, tanto en corriente como en tensión. Todas estas variables deberán estar integradas en el sistema de control a nivel de PLC.
  - 2 Salidas Digitales.
  - 2 Salidas Analógicas.
  - Puerto de comunicación Ethernet y con capacidad de comunicación en el protocolo de comunicaciones que determine Canal de Isabel II en cada caso.
  - Sus dimensiones mínimas serán 144 x 144 mm.

- Señalización óptica luminosa según especificaciones técnicas de Canal de Isabel II y planos típicos.

- Señalización escrita:

  - Cada circuito estará señalizado con un letrero de formica negra con escritura en blanco, visible al menos desde 2,00 m de distancia, en el que figure el número de circuito a que corresponde en los esquemas y el nombre del mismo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- En una parte destacada, como puede ser el ángulo superior izquierdo, se colocará un letrero de las mismas características que los anteriores, en el que figure el número del cuadro y su nombre según los esquemas eléctricos siendo visible, al menos, desde una distancia a cinco (5) metros.
- Todos los letreros se fijarán mediante remaches.

Si por la concentración de equipos, un único cuadro hace las veces de cuadro general de distribución y de CCM, dicho cuadro cumplirá con las especificaciones más exigentes de ambos.

Los cuadros se realizarán de acuerdo con los esquemas eléctricos proyectados, así como a los planos de vistas físicas.

Antes de su expedición a obra se realizará el montaje total del armario con los componentes colocados, y realizado el cableado completo, con el fin de comprobar los circuitos.

El fabricante del conjunto verificado presentará las certificaciones de las verificaciones de diseño recogidas en la Norma UNE-EN 61439, emitidas por un laboratorio homologado e independiente.

Se realizará como mínimo los siguientes controles:

- Comprobación de dimensiones, espesor de chapa, acabado, etc.
- Comprobación del cableado de armarios y de cada componente en particular, de acuerdo con los esquemas, desde esto hasta los regleteros de bornas de salida.
- Comprobación de que se cumplen en todas las características indicadas en la especificación de diseño.
- Comprobación de las características y calidades de los componentes incluido en cada panel, tales como: contactores, arrancadores, transformadores, relés, fusibles, pulsadores, pilotos, regleteros de bornas, bandejas y conductores, racores, puestas a tierra, etc.
- Comprobación del correcto funcionamiento de interruptores, pulsadores, lámparas piloto, relés, etc.
- Comprobación de rótulos.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los contactores con tensiones de mando diferente a la nominal.
- Comprobación de los enclavamientos.
- Comprobación del marcado de fases.
- Comprobación de números y secciones de conductores.
- Ensayo de rigidez dieléctrica.
- Ensayo de simulación de funcionamiento.
- Ensayo de resistencia de aislamiento de cada cuadro.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se comprobará mediante la emisión de Certificado de Cumplimiento y Certificado de Prueba los siguientes ensayos:

- Aislamiento: Se realizará con una fase a tierra (si el circuito es monofásico) y se comprueba que el aislamiento es el adecuado según el vigente Reglamento de Baja Tensión.

- Rigidez Dieléctrica: Consistirá esta prueba en someter al panel a una tensión 2V + 1.000 V, con un mínimo de 1.500 V, siendo V la tensión nominal de servicio, el tiempo será de (1) un minuto y se comprobará que no se producen anomalías.

- Continuidad de circuitos: Consistente esta prueba en comprobar la continuidad de los circuitos principales.

- Simulación de Funcionamiento: Consiste en una prueba en blanco del funcionamiento del sistema. Se comprobará que al quitar o poner los enclavamientos correspondientes el sistema actúa de acuerdo con lo previsto.

IX.3.2 Equipos de corrección de energía reactiva

En las instalaciones se montarán dos tipos de equipos de corrección de energía reactiva:

- Batería fija según especificaciones técnicas de Canal de Isabel II.

- Batería automática de condensadores según especificaciones técnicas de Canal de Isabel II.

Las baterías corresponderán en cuanto a sus funciones a las características especificadas, y se situarán en los lugares y en el orden indicado en los planos correspondientes.

El fabricante antes del suministro del conjunto de verificado realizará las verificaciones individuales según la Norma UNE-EN 61439.

IX.3.3 Centros de Control de Motores (CCM)

Estos cuadros son los que, alimentándose directamente del Cuadro de Distribución General de Baja Tensión (CGDBT), alojan toda la aparamenta necesaria para alimentar, controlar, señalizar, enviar y recibir señales para el mando desde el autómata, etc., del grupo de motores sobre los cuales tiene influencia. Asimismo, se aloja la aparamenta precisa para alimentar otros cuadros auxiliares con los que está relacionado: cuadros en puentes grúa, equipos de control y regulación, equipos de preparación de reactivos, etc.

El Centro Control de Motores (en lo sucesivo CCM), será un Conjunto Verificado, según la Norma UNE-EN 61439.

En la fabricación del CCM atendiendo la Norma UNE-EN 61439, se contemplarán las siguientes figuras que intervendrán en su fabricación:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Fabricante Original

  Organización que lleva a cabo el diseño original y las verificaciones asociadas a un conjunto de aparamenta conforme a la norma aplicable a dicho conjunto.

- Fabricante del Conjunto

  Organización que toma la responsabilidad del conjunto completo.

Para la fabricación del CCM, tanto el "Fabricante Original" como el "Fabricante del Conjunto" serán la misma organización.

Se considerarán los Centros de Control de Motores (en lo sucesivo CCM) que se precisen y que alimentarán a las distintas zonas de la instalación. Se instalarán preferentemente en una sala independiente convenientemente ventilada.

Los CCM serán de tipo autoportante, para montaje sobre suelo y de diseño normalizado en ejecución extraíble, estará formado por columnas construidas con chapa de acero galvanizada, plegada y laminada en frío de 2 mm de espesor, donde se ubicarán el módulo de acometida, colocado en un extremo del conjunto, y los diferentes módulos de salidas a receptores.

La forma de compartimentación del CCM será como mínimo 4a en la columna de acometida y 3b en las columnas de salida, según Norma UNE-EN 61439, y estará diseñado para soportar los efectos electrodinámicos producidos por cortocircuitos.

El diseño eléctrico de los circuitos y sus diferentes configuraciones eléctricas, serán las que determinen los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

El grado de protección será IP54 IK08. Todas las partes metálicas de la envolvente se protegerán contra la corrosión mediante un proceso de desengrasado, fosfatado, imprimación y capa de pintura epoxi secada al horno. El espesor mínimo de pintura seca aplicada no debe ser inferior a 100 µm. El color será el que en su día determine Canal de Isabel II.

La fabricación del cuadro estará condicionada a la aprobación por parte de Canal de Isabel II de los esquemas eléctricos del mismo. Dichos esquemas se irán actualizando si hubiera cambios en obra y puesta en marcha. Lo anterior no eximirá al fabricante de su responsabilidad referente al cumplimiento de normas y reglamentos aplicables.

Los esquemas mencionados incluirán planos del frontal del cuadro eléctrico con dimensiones, donde aparecerán pulsadores, indicadores, sinóptico, etc. Asimismo, incluirán unifilar general de la instalación con características eléctricas de cada equipo, protecciones principales y secciones de los cables de fuerza. Los esquemas desarrollados llegarán hasta el motor o receptor de que se trate, indicando secciones de cables y bornas y especificando las principales características eléctricas del receptor. Al final de la colección de esquemas se añadirá una lista de materiales con la descripción de marca y modelo, o similar, con principales características eléctricas.

Serán montados completamente en fábrica, lo cual incluirá el montaje y cableado completo, así como un regletero intermedio, donde se conectarán todas las señales de entrada al autómata y salida desde el autómata, de tal manera que en obra solamente sea necesario la instalación de los cuadros y las conexiones de entrada y salida.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Los CCM serán modulares, contando con una columna de acometida, situada en un extremo, y un máximo de 6 diferentes columnas de salida. Cada una de éstas se dividirá en varios cubículos extraíbles.

En los CCM se dejará como reserva el equivalente al 25% de la potencia instalada. Se distribuirá uniformemente en la superficie utilizada. Estas reservas, constarán de las unidades extraíbles con todos los elementos mecánicos instalados, sin aparamenta eléctrica. Del mismo modo, se deberán tener en cuenta en la columna de acometida, salidas tetrapolares y bipolares de reserva, así como el espacio de reserva para incorporar futuras alimentaciones directas.

El mando de todos los interruptores automáticos será accesible desde el exterior, sin que se precise abrir las puertas para conectarlos o desconectarlos.

El cableado se realizará en 2 canalizaciones separadas una para circuitos de fuerza a 400/230 V y otro para mando y señalización a 24 V, siendo de distinto color los correspondientes a circuitos de mando y señalización.

Los CCM estarán dotados de resistencias de calefacción, reguladas mediante termostato, así como, de los elementos necesarios para garantizar su adecuada ventilación.

Cada uno de los elementos que componen el CCM: aparamenta, elementos de medida, cableado, regleteros, etc., se marcarán de forma permanente con la referencia que les corresponda en los esquemas eléctricos. Queda prohibido marcar directamente sobre la aparamenta.

El embarrado general se dispondrá horizontalmente en la parte superior de las columnas, tendrá la misma sección en la barra de neutro que en cada una de las 3 fases y será capaz de soportar los efectos electrodinámicos del cortocircuito, incluso con la aportación de la corriente generada por los motores principales trabajando como generadores, de ser síncronos. Dicho cálculo deberá estar justificado en el Anexo de cálculos eléctricos. Estará formado por pletinas de cobre estañadas de la sección precisa en cada caso. El embarrado para puesta a tierra se dispondrá horizontalmente en la parte inferior del cuadro.

El embarrado para la alimentación de las distintas celdas extraíbles estará formado por 3 ó 4 barras verticales de cobre estañado de la sección precisa en cada caso, y estará protegido por pantallas aislantes que aseguren, con la puerta abierta y la celda vacía, una protección IP20.

Se justificará que el embarrado y los interruptores soportan los cortocircuitos generados en los puntos en que estén situados.

El cuadro se protegerá contra fallo de fase mediante el correspondiente relé.

En la columna de acometida se instalará un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar regulable en umbral y temporización asociado con un relé de protección diferencial ajustable en sensibilidad y temporización, con su transformador toroidal correspondiente, dotado con bobina de disparo, con capacidad para soportar los efectos de cortocircuito, junto con un analizador de redes con tres transformadores de intensidad.

Además, en esta columna se instalarán la siguiente aparamenta:

- Los transformadores y elementos de protección necesarios para los circuitos auxiliares de mando y señalización.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Las salidas para alimentación para cuadros auxiliares, así como sus correspondientes salidas de alimentación de reserva, que se protegerán con interruptores automáticos magnetotérmicos tetrapolares y con interruptores diferenciales, con capacidad para soportar los efectos de cortocircuito.

- Los elementos de la protección frente a sobretensiones y descargas atmosféricas, que se protegerán mediante fusibles de tipo gL.

- Un analizador de redes con tres transformadores de intensidad, protegido con un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar con capacidad para soportar los efectos de cortocircuito.

En las distintas columnas de salida se colocarán los diferentes cubículos extraíbles con los elementos precisos para la protección y el accionamiento de motores, cuya composición variará en función de la potencia del motor y de los requerimientos del receptor.

Las características específicas de las distintas salidas a motores y alimentadores serán determinadas por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, y en los correspondientes esquemas típicos.

En lo referente al control de calidad, se seguirá lo marcado en el apartado relativo a CGDBT.

IX.3.4 Cuadros locales o auxiliares

Solamente se montarán cuadros auxiliares para aquellos grupos de equipos que por sus características específicas lo requieran, tales como: desarenadores, puentes-grúa, equipos preparación de reactivos, etc.

Será un Conjunto verificado, según la serie de Normas UNE-EN 61439 y marcado CE.

El diseño eléctrico de los circuitos deberá estar acorde a las directrices de Canal de Isabel II, para en caso de ser necesario, se puedan integrar al sistema de control de la instalación.

Los cuadros que deban montarse en el interior de edificios estarán fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, mientras que los que se instalen a la intemperie, serán metálicos.

Los elementos de mando, control y señalización estarán montados sobre una puerta opaca que estará protegida por otra, provista de una ventana transparente con burletes elásticos que garanticen su estanquidad.

Los cuadros locales o auxiliares tendrán un grado de protección mínimo IP55 y acabado en el color RAL 1028, o el que en su día determine Canal de Isabel II.

Dispondrán como protección general, un interruptor magnetotérmico tetrapolar, con poder corte acorde a su punto de instalación, asociado con un relé diferencial indirecto regulable en tiempo y sensibilidad.

Los pulsadores de emergencia serán accesibles sin necesidad de abrir las puertas del cuadro, estarán colocadas en un lugar visible y que favorezca su accionamiento.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Estarán dotados de ventilación forzada, regulada mediante termostatos y con extractores en el techo. Dispondrá de rejillas situadas en la puerta frontal o en los paneles laterales del mismo, atendiendo a su montaje. Dispondrán de iluminación interior, que se accionará al abrir cualquier puerta.

Los teclados, displays, paneles de control, de los variadores de frecuencia o de los arrancadores estáticos, se dispondrán para que puedan manejarse, sin necesidad de abrir las puertas del armario, de forma que se facilite su manejo y visualización.

Las entradas de los cables se realizarán por medio de prensaestopas.

La distribución del cableado en los cuadros se realizará a través de canaletas de material plástico, de apertura y cierre rápido y nunca se mezclarán, dentro de un mismo canal, distintos tipos de energía.

El tipo de cableado de los cuadros será el NEMA tipo C, que consiste en llevar los cables de salida hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de cables del exterior. Cada uno de los cables de unión entre los elementos llevará una identificación, que deberá coincidir.

Los circuitos de mando se realizarán a tensión 24 VCA, mediante transformadores de circuitos separados y protegidos mediante interruptores automáticos bipolares. Con el fin de evitar caídas de tensión, las bobinas de los contactores serán alimentadas a 230 VCA, a través de relés auxiliares situados en el circuito de mando a 24 VCA. Tanto los circuitos de 230 VCA como los de 24 VCA serán protegidos con interruptores magnetotérmicos bipolares.

Todo cuadro eléctrico dispondrá de una cartera (interior a él) donde se depositará una copia del esquema eléctrico del mismo, tanto de fuerza como de maniobra.

Siempre existirá un mínimo de 25% de la superficie (uniformemente repartida) de cada cuadro libre en condiciones de poder ser utilizada para ampliaciones o modificaciones. Las canaletas para cables estarán ocupadas en un máximo del 75%.

En las zonas donde pueden producirse atmósferas explosivas, los cuadros se construirán e instalarán de acuerdo con la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión del *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002*.

El fabricante, antes del suministro del conjunto de verificado, realizará las verificaciones individuales según la Norma UNE-EN 61439.

En lo referente al control de calidad, se seguirá lo marcado en el apartado relativo a CGDBT.

IX.3.5 Líneas de alimentación, distribución, mando y señalización

Comprende las líneas de alimentación desde las bornas de baja tensión de los transformadores hasta el cuadro de distribución general, desde éste hasta los cuadros de alumbrado y hasta los centros de control de motores, y desde éstos hasta los cuadros auxiliares y hasta los distintos receptores. Forman parte también de estas líneas, las correspondientes a circuitos de mando y señalización.

Para acometidas a cuadro de distribución general superiores a 1.600 A, éstas se ejecutarán mediante blindobarra o sistema similar en cobre o aluminio desde el transformador correspondiente.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En el resto de los casos, todos los conductores serán de cobre con doble aislamiento en seco de polietileno reticulado, siendo de emisión de humos y opacidad reducida y resistente al fuego cuando así lo determine la correspondiente ficha. Corresponderán a la designación RV 0,6/1 kV de las normas UNE correspondientes.

Serán de una sola pieza, no permitiéndose empalme alguno.

Sus extremos estarán dotados de los terminales adecuados, así como de su identificación de forma permanente de acuerdo con los esquemas.

Además de las secciones mínimas fijadas por la reglamentación vigente (intensidad máxima admisible y criterios de caída de tensión desde bornes de baja tensión del transformador hasta el receptor), en el momento de realizarse la instalación, se establecen las siguientes:

- Para fuerza: 2,5 mm².

- Para maniobra y señalización: 2,5 mm² en el caso de utilizar cables unipolares y de 1,5 mm² si se utilizan cables multipolares.

- Por cada conjunto de cables de maniobra, control y señalización que conexionen entre sí cuadros, sinópticos, etc. se dejarán como reserva un mínimo de conductores igual al 20%.

Si la intensidad de corriente que circulase por algún tramo concreto de la instalación fuese muy elevada, puede estudiarse la sustitución de cables por barras de cobre debidamente blindadas.

El tendido de cables, según la parte de instalación a que pertenezcan, podrá realizarse de forma subterránea, sobre bandejas o bajo tubo. Se realizarán canalizaciones independientes por tensiones y dentro de éstas, los conductores tendrán colores diferentes según al tipo de circuito que correspondan (mando, señalización, etc.).

Siempre que sea posible, las canalizaciones eléctricas se llevarán por galerías de inspección y vigilancia sobre bandejas perforadas de acero laminado en frío y galvanizadas en caliente posteriormente a su mecanización, según UNE-EN ISO 1461, colocadas en la parte más alta de ésta y a unos 30 cm por debajo de la losa de cierre, preferentemente fijadas sobre la pared en disposición vertical.

Dentro de los edificios, se canalizarán sobre bandejas portacables de PVC rígido M-1, preferentemente fijadas sobre la pared en disposición vertical, mediante soportes adecuados. Las ramificaciones desde éstas hasta los receptores se canalizarán en tubos del mismo material que las bandejas.

En recorridos intrincados, se podrá utilizar bandejas de varillas electrosoldadas galvanizadas en caliente siendo éstas, cosidas mediante cable de cobre desnudo de al menos 35 mm^2, perfectamente grapado y conectado a la tierra de protección de masas de utilización.

La instalación dispondrá con cajas de registro en material plástico o PVC accesibles para la inspección y manipulación de los cables. Estarán dotadas de prensaestopas para la entrada y salida de cables. Dispondrán un grado IP54.

Las canalizaciones que hayan de realizarse en el exterior podrán ser aéreas o subterráneas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Las canalizaciones aéreas, serán metálicas y galvanizadas en caliente. Se podrán canalizar bajo tubo metálico, sobre bandejas portacables metálicas de acero laminado en frío o sobre bandeja portacables de varillas electrosoldadas siendo estas últimas, cosidas mediante cable de cobre desnudo de al menos 35 mm^2. Las bandejas portacables siempre estarán dotadas con tapa.

La instalación dispondrá de cajas de registro accesibles, en aleación de aluminio, debidamente dimensionadas para la inspección y manipulación de los cables, siendo sus medidas mínimas de 120 mm x 120 mm x 60mm.

Estarán dotadas de prensaestopas metálicos para la entrada y salida de cables. Dispondrán de un grado de protección IP67.

Las canalizaciones subterráneas serán entubadas y dispondrán de los elementos de protección y señalización que prescriba la reglamentación vigente en el momento de efectuarse el montaje. Durante éste, se dejará metida la guía para el posterior paso de cables.

Se construirán el suficiente número de arquetas, debidamente dimensionadas, para que puedan sustituirse cables con facilidad. Los cables estarán etiquetados de forma permanente a su paso por cada arqueta.

Las arquetas se ubicarán de tal modo, que garanticen el aislamiento y eviten el intercambio de ambientes entre las diferentes salas o zonas de la instalación.

El número de capas será de 3 en los tendidos subterráneos y de 2 sobre bandeja.

Los circuitos de fuerza a 400/230 VCA y los de mando y señalización a 24 VCA se llevarán por canalizaciones separadas por tensiones.

Todas las conexiones se efectuarán dentro de cajas de derivación, que serán estancas, y se realizarán por medio de bornas de carril DIN.

Para cada zona de la instalación existirán tomas de corriente, repartidas uniformemente en la superficie de la parcela. Se dotará de un mínimo de dos por planta o instalación.

Se instalarán en una única envolvente de características similares a los cuadros locales.

Se les dotará de acometida única y constarán de al menos, una base enchufe mural estanca de 3P+T de 32 Amperios para servicios, una base enchufe mural estanca de 2P+T de 16 Amperios y una base enchufe mural estanca de 2P+T de 16 Amperios tipo schuko. Cada una de las tomas dispondrá de protección magnetotérmica y diferencial general.

IX.3.6 Motores

Las características serán, en general, las siguientes:

- Tipo jaula de ardilla, con forma constructiva IM 1001.

- Tensión: 400/230 V para los motores inferiores a 18,5 kW y 690/400V para los de potencia igual o superior a 18,5 kW. En caso de potencias superiores a 300 kW los motores serán de alta tensión.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Frecuencia: 50 Hz.

- Aislamiento: Clase F.

- Calentamiento: Clase B.

- Vibración: Cumplirán con la Norma UNE-EN IEC 60034 "*Máquinas eléctricas rotativas. Parte 14: Vibraciones mecánicas de determinadas máquinas con altura de eje igual o superior a 56 mm. Medición, evaluación y límites de la intensidad de vibración";* Grado A para motores con P<75 kW, Grado B para motores con P≥75 kW (tamaño CEI 315L o mayores).

- Ambiente: Exterior. Temperatura ambiente de 40 °C.

- Carcasa y ventilador: Provistos de pintura anticorrosiva.

- Protección: Completamente cerrados. Clases IP55 o IP68 (para elementos sumergidos de manera continua en agua), según Norma UNE-EN 60529, a excepción de los situados en las zonas de las plantas en que puedan existir gases explosivos, donde deberán cumplirse las exigencias de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión del *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002*.

- Arranque: directo hasta 10 kW, mediante arrancador electrónico entre 10 y 18,5 kW y mediante arrancador estático para potencias mayores de 18,5 kW, según especificaciones de las correspondientes fichas técnicas.

- Eficiencia: Motores de 0,75 hasta 375 kW deberán ser IE3. Solo en el caso de que el motor esté accionado por variador de frecuencia, este podrá ser IE2. Motores de potencia superior a 375 kW deberán ser IE3.

- Normas CEI y UNE, referentes a máquinas eléctricas rotativas.

Estas características sólo podrán ser obviadas en el caso de motores de accionamiento de máquinas especiales, debidamente justificadas.

Relés electrónicos multifunción:

- Potencias igual o superior a 18,5 kW y menores a 75 kW: llevarán protecciones contra sobrecargas, defecto a tierra, inversión de fase, fallo de fase y asimetría, y térmica de devanados a través de termistancias.

- Potencias igual o superior a 75 kW: llevarán protecciones contra sobrecargas, fallo de fase, defecto a tierra, bloqueo, inversión de fases, asimetría de fases, subcarga y térmica en devanados a través de termistancias. Además, dispondrán de resistencias de caldeo para evitar condensaciones y sondas termométricas para vigilancia de la temperatura de los cojinetes, con dispositivo de alarma por su calentamiento.

Los motores con potencia superior a 75 kW llevarán resistencias de caldeo que se conectarán y desconectarán automáticamente al pararse y arrancarse el motor. Asimismo, llevarán sondas

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

termométricas para la medida de la temperatura de los rodamientos, con dispositivos de alarma por su calentamiento.

Se colocarán termistancias CTP para aquellos motores cuya potencia sea igual o superior a 18,5 kW.

Los motores con posición de montaje IM-1011, IM-3011, IM-3611 Y IM-2011 instalados en el exterior, deberán estar previstos con doble protector de entrada de aire del ventilador o caperuza para evitar su inundación.

Los motores tienen que ser de fácil accesibilidad para todos los trabajos de mantenimiento.

El aire de refrigeración no debe tener impedimentos físicos en su circulación.

Si después del montaje del motor no fuera bien legible la placa de características, hay que ponerle una segunda placa en una zona que permita su fácil lectura.

Si un sentido de giro falso pudiera conducir a un perjuicio, se tendrá que marcar de forma claramente visible el sentido nominal de giro en el motor.

El arranque de los motores se podrá efectuar de forma manual desde conmutador ubicado en cuadro eléctrico o cuando estos se ubiquen remotamente desde botonera situada al pie del motor.

La botonera a pie de motor será de tipo de caja estanca de fundición de Al, con un grado de protección IP65. Tendrá selector O (parada), M (manual), A (automático), así como pulsador de parada de emergencia y serán instaladas sobre soportes del tipo Canal de Isabel II.

Además, el motor se podrá arrancar de modo automático desde el PLC. Los motores tipo CEI 315 o mayores accionados por variador de velocidad, dispondrán de cojinete asilado en el extremo pasivo.

De todos los motores a instalar se exigirá Protocolo de Pruebas, que recogerá como mínimo los siguientes controles:

- Ensayo de cortocircuito.
- Ensayo de vacío.
- Ensayo de calentamiento.
- Rendimiento a 2/4, 3/4 y 4/4 de plena carga.
- Factor de potencia a 2/4, 3/4 y 4/4 de plena carga.
- Pérdidas globales.
- Par máximo.
- Par inicial.
- Nivel de ruido.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Del núcleo magnético: características magnéticas y aislamiento.
- Del inducido: aislamiento del cobre.
- Del rotor: características magnéticas.
- Se realizará asimismo inspección de la carcasa.
- Carcasa: Control dimensional y Certificado.
- Eje: Control dimensional y Certificado.
- Portaescobilla: Control dimensional.
- Inspección de los siguientes elementos auxiliares: Cojinetes, engrase, caja de bornas, puesta a tierra, placa de características, ventilador y tapa, así como de la pintura de protección.

De todos estos controles se entregará un programa de puntos de inspección debidamente cumplimentado.

IX.3.7 Instalación de tierras de utilización

La tierra de utilización cumplirá con las especificaciones dictadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y se ejecutará de forma independiente a la tierra de protección del centro de transformación.

Estará formada por cables de cobre desnudo de 50 mm² unidos en diversos puntos a picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, ubicadas en pozos dispuestos para este fin, ejecutándose éstos preferentemente en las proximidades de cada armario o receptor importante.

Todas las masas de los elementos que componen la instalación estarán conectadas a la tierra de utilización con cables de cobre de 35 y 50 mm^2, mientras que los báculos y columnas de alumbrado se conexionarán con cable de 16 mm^2.

Se dejará preparada para poder conectarla en el futuro, si se considera conveniente y concurren las circunstancias precisas, a la puesta a tierra de masas del centro de transformación.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser de acuerdo con la legislación vigente; ensayos instalaciones de puesta a tierra: medida de resistencia de puesta a tierra.

IX.4 Alumbrado

IX.4.1 Alumbrado exterior

Salvo indicación contraria se establece el siguiente nivel mínimo de iluminación:

- Viales
  - Iluminación media: 20 lux

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Uniformidad media: 40%

- Zonas de equipos

  - Iluminación media: 75 lux en escaleras
  - Iluminación media: 50 lux en resto de zonas
  - Uniformidad media: 50%

Se cumplirá con lo exigido en el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, aprobado por *Real Decreto 1890/2008 de fecha 14 de noviembre*.

El alumbrado exterior tipo LED, deberá disponer de certificado de garantía mínimo de 5 años del fabricante en cuanto a factor de mantenimiento y vida útil bajo condiciones de uso de 4.000 h/año, Tª de 25 °C, en horario nocturno.

El cuadro será de tipo prefabricado de primera calidad a base de acero laminado y con puerta que pueda montarse a ambas manos.

En su interior alojará, como mínimo:

- 1 interruptor automático magnetotérmico IV con relé diferencial temporizado, modularmente independiente, de treinta miliamperios (0,03 A) de sensibilidad con su bobina toroidal correspondiente.

- 1 interruptor automático magnetotérmico II con relé diferencial de 300 mA por cada circuito.

- 1 contactor por cada circuito.

- Dispositivo de célula fotoeléctrica.

- 1 reloj astronómico con contactor de encendido y apagado regulables.

El mando podrá realizarse de una de las formas siguientes:

- Encendido y apagado manual.

- Encendido y apagado por célula fotoeléctrica.

- Encendido y apagado por reloj astronómico.

- Encendido de todos los circuitos por célula fotoeléctrica y apagado de la mitad por reloj astronómico. Dentro de esta disposición con 2 modalidades, para que pueda seleccionarse el apagado por reloj del circuito que se desee.

El factor de potencia será corregido independientemente en cada punto de alumbrado.

El circuito de maniobra será a tensión de 24 V corriente alterna.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Toda la aparamenta, regleteros, cableados, etc., se marcará de forma permanente de acuerdo con los esquemas.

Cada punto de luz estará formado por 1 báculo o columna de altura mínima de 9,00 m, sobre el cual se montará 1 luminaria dotada de lámpara de vapor de sodio alta presión.

El equipo de encendido se montará sobre la columna o báculo en lugar fácilmente accesible y protegido contra los agentes atmosféricos.

Cada báculo o columna, se conectará a la red general de tierras o se le dotará de pica independiente, según los casos.

El número mínimo de circuitos será de 2 con el fin de tener alumbrado de "noche" y "media noche", procurando, siempre que sea posible, hacer circuitos cerrados en forma de anillo.

IX.4.2 Alumbrado antideflagrante

En las zonas donde pueden producirse atmósferas explosivas, la instalación se realizará de acuerdo con la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión del *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002*.

IX.4.3 Alumbrado de edificios

Se utilizarán, en espacios interiores industriales lámparas estancas de halogenuros metálicos de luz blanca. Todas las luminarias y proyectores, así como los equipos auxiliares, estarán dotados de grado de protección adecuado para garantizar la estanquidad contra la entrada de polvo y agua.

Salvo indicación contraria se establece el siguiente nivel mínimo de iluminación:

- Cuando sea necesaria una distinción pequeña de detalle (vestuarios, aseos, trasteros, etc.): 100 lux.
- Cuando sea necesaria una distinción media de detalle (zona de trabajo): 300 lux.
- Zonas de paso: 20 lux.

En cada edificio se montará un cuadro prefabricado de primera calidad, a base de acero laminado y con puerta que pueda montarse a ambas manos.

Como mínimo alojará:

- 2 interruptores automáticos diferenciales de sensibilidad 0,03 A, 1 para circuito de fuerza y 1 para circuitos de alumbrado.
- Tantos interruptores automáticos magnetotérmicos como circuitos de fuerza y alumbrado sean necesarios en el edificio.

El factor de potencia será corregido independientemente en cada punto de alumbrado.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El tipo de instalación será acorde en cada edificio, dejándose metidas guías en los tubos durante el montaje para el posterior paso de cables.

Existirán dispositivos de alumbrado de emergencia en todos los edificios, disponiéndose de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaces de mantener, al menos durante una hora, un nivel de iluminación de 5 lux a nivel de suelo. Su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

- Edificio de control
  - Nivel mínimo de iluminación 600 lux.
  - La instalación será empotrada, bajo tubo corrugado y cajas de PVC.
  - El cable cumplirá la designación RV 0,6/1 kV de las normas UNE.
- Edificios industriales
  - Nivel mínimo de iluminación 200 lux a nivel de suelo, y además se discriminarán diferentes zonas dentro del edificio, atendiendo a las exigencias de iluminación:
    - Zonas de operación y mantenimiento de equipos 300 lux.
    - Salas destinadas al servicio eléctrico 500 lux.
  - La instalación será al aire bajo tubo y cajas de PVC rígido.
  - El cable cumplirá la designación RV 0,6/1 kV de las normas UNE.
- Edificios con posibilidad de presencia de gases
  - El cuadro se montará en una zona del edificio en la que no pueda haber presencia de gases.
  - Será de tipo antideflagrante y cumplirá la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión del *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002*.
  - El cable responderá a la designación RV 0,6/1 kV de las normas UNE.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

X Instalación de los colectores

X.1 Seguridad y salud

Deberá prestarse especial atención a la seguridad y salud en el trabajo, a cuyo efecto será preceptivo el cumplimiento de la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo en lo que le sea de aplicación. En particular la *Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales*, el *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, y el *Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*; el *Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción* y el *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción*.

X.2 Gestión de residuos durante las obras

Según el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD)* con arreglo a la orden MAM/304/2002 de 8 de febrero y sus modificaciones posteriores, el productor de los residuos debe incluir un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con los contenidos mínimos que indica el citado Real Decreto.

Asimismo, para la gestión de los residuos generados durante la construcción de las obras, se tendrán en cuenta las especificaciones establecidas en el Real Decreto mencionado, así como en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid*.

X.3 Medidas de prevención y seguridad en las instalaciones

Todas las instalaciones deberán cumplir con todos los requisitos de seguridad y salud establecidos en la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales, así como en materia de seguridad industrial, que sean de aplicación durante su posterior explotación.

Las obras ejecutadas deberán contar con las medidas preventivas y de seguridad necesarias que permitan evitar riesgos en la explotación de las instalaciones.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

X.4 Transporte, almacenamiento y manipulación

Las operaciones de transporte, almacenamiento y manipulación de todos los componentes deberán hacerse sin que ninguno de estos elementos sufra golpes o rozaduras, teniendo que depositarlos en el suelo sin brusquedades y sin dejarlos caer en ningún momento. En el caso de los tubos, debe evitarse que rueden sobre piedras. Cualquier defecto, daño o deterioro detectado en los mismos podrá ser razón suficiente para su rechazo. En este sentido, se prestará especial atención a las tuberías de PRFV.

X.4.1 Transporte

Las operaciones de transporte de los tubos deberán hacerse, en su caso, conforme a las vigentes normas de seguridad vial y tráfico. En primer lugar, deberá cuidarse que, en los camiones o en el medio en el que se realice el transporte a obra, el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos u otros componentes.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, será preciso colocarlos en sentido decreciente del mismo desde la hilera de la base hacia arriba. No se admitirán cargas adicionales sobre los tubos que puedan producirles deformaciones excesivas. También se garantizará su inmovilidad y se apilarán de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cuñas de madera o elementos elásticos. Especial atención deberá prestarse a todo ello en el caso de los tubos flexibles, y más cuidadosamente en el PRFV.

Los tubos con uniones de enchufe y extremo liso deberán colocarse con los extremos alternados, de tal modo que los enchufes no queden en contacto con los tubos inferiores.

X.4.2 Almacenamiento

Cuando los tubos se almacenen sobre el terreno deberá comprobarse que éste tenga la suficiente resistencia para soportar las cargas a las que vaya a estar sometido y sea lo suficientemente liso para que aquellos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de poder ser dañados por piedras u otros salientes. Las precauciones deben ser máximas cuando se almacenen tubos de PRFV.

El acopio de los tubos en obra se hará, habitualmente, en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad. Sin embargo, los tubos de hormigón podrán almacenarse en posición vertical, siempre que no se ocasionen daños en sus boquillas al colocarlos en esta posición, si se dispone de una solera rígida y se garantizan las debidas condiciones de seguridad.

El número de hileras superpuestas en los acopios y su disposición (piramidal o prismática) deberá ser tal que ninguno de los tubos apilados sufra daños. Cuando la manipulación sea manual, la altura máxima será inferior al alcance que, en condiciones de seguridad, tenga el personal que realice el trabajo, no debiendo exceder los 3,00 m en ningún caso. En la Tabla 19 se relacionan unos valores recomendados para las alturas máximas de apilamiento.

El tiempo de almacenamiento deberá restringirse al mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente. Además, habrá que procurar la adecuada protección frente a posibles daños externos, especialmente en los anillos elastoméricos y las válvulas, los cuales deberán situarse en lugar

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

cerrado y protegidos de la luz solar y de temperaturas elevadas. En los tubos de hormigón en particular, deberá evitarse que sufran secados excesivos o fríos intensos.

Tabla 19. Alturas máximas (número de hileras) de almacenamiento de los tubos

DN	Fundición	Hormigón	PRFV	PVC-O PVC-U PE y PP estr	PE
100	16		5	12	10
200	11		5	7	6
300	9		5	4	4
400	7		5	3	3
500	5	4	4	2	3
600	5	4	3	2	3
700	4	3	3	2	3
800	3	2	2	1	3
900	3	2	2	1	2
1.000	2	1	2	1	2
1.100	2	1	2		2
1.200	2	1	2		2
1.400	1	1	1		2
> 1.500	1	1	1		1

Los tubos de materiales plásticos no deberán estar en contacto con combustibles o disolventes, se protegerán de la luz solar y se evitará que su superficie alcance temperaturas superiores a 45 °C o 50 °C.

El acopio de las juntas elastoméricas se realizará en locales cerrados y se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- Las juntas se mantendrán limpias y no se expondrán a la intemperie hasta el momento de su utilización.

- La temperatura de almacenaje estará comprendida entre 10 °C y 25 °C.

- Los anillos elastoméricos se protegerán de la luz, en especial de la radiación solar directa y de las radiaciones artificiales con un elevado porcentaje de ultravioletas, y se almacenarán en contenedores opacos.

- Estos anillos también se protegerán del aire en circulación, envolviéndolos y almacenándolos en envases cerrados.

- Las juntas no se almacenarán en locales con equipos capaces de generar ozono como, por ejemplo, lámparas de vapor de mercurio, material eléctrico de alta tensión u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas. También deberán protegerse de los gases de combustión y los vapores orgánicos, ya que pueden producir ozono por vía fotoquímica.

- Las juntas se almacenarán libres de tensión, compresión u otra deformación. Por ejemplo, no deberán estar suspendidas por ninguna parte de su circunferencia.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- No estarán en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites y grasas, ni con metales.

X.4.3 Manipulación

Las operaciones de carga y descarga deberán realizarse de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo. La descarga se hará, en la medida de lo posible, cerca del lugar donde vayan a ser colocados, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Si la zanja no estuviera abierta en el momento de la descarga de los tubos, éstos deberán colocarse, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquél en que se piensen depositar los productos de la excavación, de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, explosivos, etc.

En general, las operaciones de carga y descarga de los tubos habrá que realizarlas mediante equipos mecánicos, si bien, para diámetros reducidos, podrán emplearse medios manuales. Nunca se suspenderá el tubo por un extremo ni se descargará por lanzamiento. Sin embargo, sí es admisible la descarga mediante estrobos, enganchando para ello las bocas del tubo.

En cualquier caso, no se admitirán dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable, por el contrario, el uso de bandas de cinta ancha, eslingas recubiertas de caucho o procedimientos de suspensión a base de ventosas. Cuando se empleen cables metálicos, deberán protegerse con un recubrimiento adecuado.

No será admisible la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno, especialmente si los tubos tienen revestimientos exteriores. En el caso de que los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II admitan la rodadura, ésta deberá realizarse sólo sobre superficies preparadas a tal efecto de forma que no se ocasionen desperfectos en el tubo.

La descarga de los tubos de materiales plásticos, cuando se transporten unos dentro de otros, deberá comenzarse por los del interior. En los tubos de PVC-O, cuando se manejen con temperaturas inferiores a 0 °C, deberá prestarse especial atención a todas estas operaciones, evitando que sufran golpes. Asimismo, cualquier componente de PRFV que haya sufrido un daño podrá ser rechazado.

X.5 Instalación de colectores a cielo abierto

Los colectores para instalar a cielo abierto mediante la ejecución de zanjas deberán observar las siguientes prescripciones:

X.5.1 Geometría de las zanjas

En general se procurará excavar las zanjas con un talud estable de forma natural siguiendo las recomendaciones de los estudios geotécnicos. Si esto no fuera posible y de dichos estudios se desprendiera que hay riesgo de inestabilidad en las paredes de la zanja, éstas deberán entibarse conforme a lo establecido en el apartado X.5.4.

En cualquier caso, es también recomendable ataluzar el borde superior de la zanja, tal como se muestra en la Figura 32.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

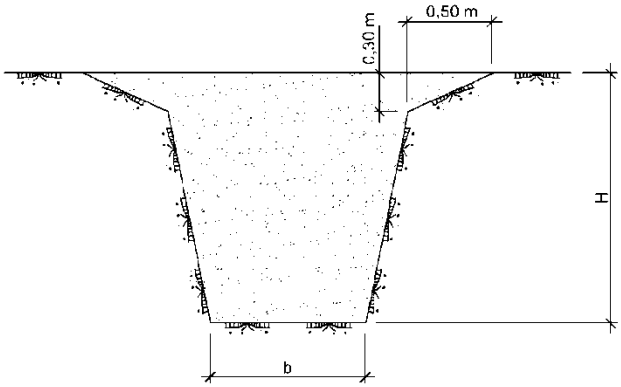


Figura 32. Bordes ataluzados en zanjas

Si la profundidad de la zanja fuera superior a unos cuatro o cinco metros, será recomendable que se dispongan en los taludes bermas del orden de un metro de ancho que dividan el desnivel existente entre el fondo de la zanja y la superficie natural del terreno en partes aproximadamente iguales, las cuales tampoco deberán exceder profundidades superiores a cuatro o cinco metros de altura (ver Figura 33).

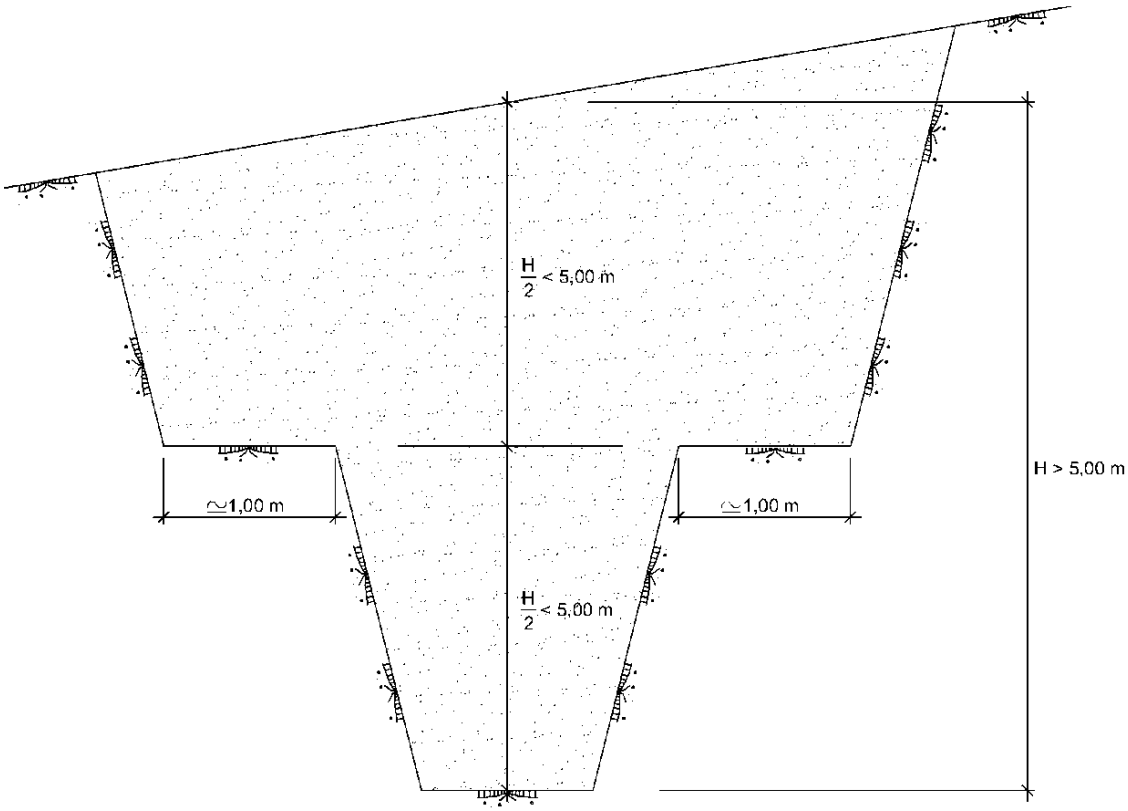


Figura 33. Bermas intermedias en zanjas profundas

Los anchos mínimos de las zanjas deberán ser los que se indican en la Tabla 20. Estos anchos posibilitan los trabajos de compactación de las zanjas y el adecuado desenvolvimiento del personal en ellas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 20. Anchos mínimos de relleno lateral y de zanja

Sección colector (m)	Ancho mínimo relleno lateral (m)	Ancho mínimo de zanja b (m)
DN≤0,80	0,35	OD + 0,70
0,80<DN≤1,40	0,50	OD + 1,00
1,40<DN≤1,80	0,75	OD + 1,50
1,80<DN≤3,00	1,00	OD + 2,00
Secciones visitables	1,00	A + 2,00

OD: Diámetro exterior (m)

A: Ancho exterior de la sección visitable (m)

X.5.2 Ejecución de las zanjas

Las zanjas para el alojamiento de la tubería serán lo más rectas posibles tanto en planta como en alzado. La excavación se hará de tal forma que minimicen las líneas quebradas, procurando tramos de pendiente uniforme de la mayor longitud posible.

El fondo de la zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería, por lo que su pendiente mínima será de 1%, tal como se indica en el apartado II.4.3. En general, se procurará excavar las zanjas en el sentido ascendente de la pendiente para dar salida a las aguas por el punto bajo. Se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar que las aguas superficiales inunden las zanjas abiertas realizando los trabajos necesarios de agotamiento y evacuación de las aguas para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las camas de apoyo. En particular, si la tubería discurre por una media ladera de acusada pendiente, podrá llegar a ser necesaria la construcción de una cuneta de recogida de aguas.

Cuando el fondo de la zanja quede irregular por presencia de piedras, restos de cimentaciones, etc., será necesario realizar una sobreexcavación por debajo de la rasante de unos 15 a 30 cm, para su posterior relleno, compactación y regularización. El relleno de estas sobreexcavaciones, así como el de las posibles grietas y hendiduras que hayan aparecido en el fondo de la zanja, se efectuará preferentemente con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería. En los casos de huecos de profundidad grande, mayor que el espesor de esta cama, el tipo y calidad del relleno los indicarán los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, de forma que no se produzcan asientos perjudiciales para la tubería.

Se cuidará que el fondo de la excavación no se esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera posible, se compactará con medios adecuados hasta conseguir su densidad original.

Si la capacidad portante del fondo es baja, y como tal se entenderá aquella cuya carga admisible sea inferior a 5 N/cm^2, deberá mejorarse el terreno mediante sustitución o modificación.

La sustitución consistirá en la retirada de material inadecuado (artículo 330 del PG-3) y la colocación de seleccionado (artículo 330 del PG-3), como arena, grava o zahorra. El espesor de la capa de este material será el adecuado para corregir la carga admisible hasta los 5 N/cm^2. El tamaño máximo del árido del material de sustitución será de 30 mm. De la misma manera, dicha sustitución se podrá realizar mediante

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

hormigón en masa, que deberá cumplir al menos las prescripciones indicadas en la EHE para el Hormigón No Estructural (HNE-15/C/TM).

La modificación o consolidación del terreno se efectuará mediante la adición de material seleccionado (artículo 330 del PG-3) al suelo original y posterior compactación. Se podrán emplear zahorras, arenas y otros materiales inertes con un tamaño máximo del árido de 30 mm, con adiciones de cemento o productos químicos, si fuese conveniente.

Entre la apertura de la zanja, el montaje de la tubería y el posterior relleno parcial deberá transcurrir el menor tiempo posible.

En función del tipo de unión a emplear podrán ser necesarios nichos en el fondo y en las paredes de la zanja, los cuales se efectuarán conforme avance el montaje de la tubería. En general, deberá excavarse hasta un espesor por debajo de la línea de la rasante igual al de la cama de apoyo, si existe, siempre que el terreno sea uniforme y no meteorizable.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias en los que las zanjas vayan a estar abiertas durante un plazo en el que su rasante pueda deteriorarse, deberán dejarse sin excavar unos veinte centímetros sobre dicha rasante, ejecutándose éstos poco antes del montaje de la tubería. Especial atención habrá que prestar a la estabilidad de la zanja al comienzo de períodos lluviosos tras una temporada de tiempo seco.

Los productos de la excavación aprovechables para el relleno posterior de la zanja deberán depositarse en caballeros situados a un solo lado de la zanja, dejando una banqueta del ancho necesario para evitar su caída, con un mínimo de 1,50 m. Los que no sean utilizables en el relleno se transportarán y depositarán en los vertederos o escombreras previstos. En particular, deberá removerse la tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, recomendándose su acopio y posterior reposición en la traza de la tubería, al objeto de paliar el impacto ambiental que la misma haya podido producir.

X.5.3 Agotamiento de zanjas y rebajamiento del nivel freático

La presencia de agua en el interior de las zanjas deberá ser evitada a toda costa, achicándola antes de comenzar las tareas de montaje de los tubos y comprobando que los codales de la entibación, en caso de ser necesaria, no se hayan relajado.

Algunos de los métodos más frecuentes para el control de las aguas subterráneas son los siguientes:

- Bombeo desde el fondo de la zanja.
- Pozos profundos.
- Tubos filtrantes (well points) verticales.
- Drenaje por tubería horizontal.
- Pozo aductor.

En los casos que sea necesario, a juicio del proyectista o de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, podrá requerirse el correspondiente drenaje longitudinal de la zanja, el cual podrá ir a uno o a ambos

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

lados de ésta. Si se adopta la solución de dos drenes, éstos deberán unirse cada cierto intervalo, preferentemente en la zona de uniones.

X.5.4 Entibaciones

Si la excavación de la zanja hubiera de realizarse con taludes inestables de forma natural, y si de los estudios geotécnicos realizados se desprendiera que hay riesgo de inestabilidad en las paredes de la zanja, de tal manera que la pendiente de las paredes sea superior a la del ángulo de deslizamiento del terreno o talud natural, las mismas deberán entibarse.

El sistema de entibación empleado será tal que permita su puesta en obra sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que su estabilidad esté garantizada. En cualquier caso, deberá ser conforme con la Norma UNE-EN 13331.

El diseño, dimensionamiento y cálculo de la entibación serán de la exclusiva responsabilidad del contratista de las obras, quién deberá presentar a los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, si así lo requieren, los planos y cálculos justificativos de la misma. En cualquier caso, la resistencia característica mínima del sistema debe ser de 30 kN/m^2, tal como se indica en la Norma UNE-EN 13331.

En la siguiente tabla se resumen los tipos de entibación aconsejables en función de la tipología del terreno (Norma Técnica de Prevención NTP 278, del Instituto de seguridad e higiene en el trabajo):

Tabla 21. Tipos de entibación en función de la tipología del terreno

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad del corte (m)			
		< 1,30	1,30 - 2,00	2,00 - 2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitación	---	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	
	Solicitación de cimentación	Cuajada			
Suelto	Cualquiera	Cuajada			

X.5.5 Camas de apoyo

Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual o una línea de soporte. No deberán apoyarse directamente en el fondo de la zanja, sino que deberán hacerlo en una cama de apoyo en un ángulo de 60° como mínimo. La cama de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones exteriores sobre la conducción y garantizar la uniformidad de la pendiente de diseño del colector.

Para tuberías con protección exterior, el material y ejecución de la cama de apoyo deberán ser tales que el revestimiento protector no sufra daños.

En los casos en que la tubería esté colocada en zonas de agua circulante, deberá adoptarse un sistema tal que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cama.

Las camas de apoyo podrán ser de material granular o de hormigón, y deberán especificarse en los proyectos correspondientes, conforme a las especificaciones que se indican a continuación:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

a) Camas de material granular:

Deberán cumplir con las especificaciones que se indican a continuación:

- Espesor mínimo bajo la generatriz inferior del tubo de 15 cm para asegurar el perfecto asiento de la tubería.

- El material para asiento y protección de tuberías deberá ser no plástico, exento de materias orgánicas, con tamaño máximo de 25 mm, pudiendo utilizarse arenas gruesas o gravas rodadas, con granulometrías tales que, en cualquier caso, el material sea autoestable (condición de filtro y de dren), y no contendrán más de 0,3% de sulfato, expresado en trióxido de azufre.

En los puntos donde sea factible, deberá darse salida al exterior a la cama granular para la evacuación del posible drenaje.

Las camas granulares se realizarán en dos etapas. En la primera se ejecutará la parte inferior de la cama, con superficie plana, sobre la que se colocan los tubos, acoplados y acuñados. En una segunda etapa se realizará el resto de la cama rellenando a ambos lados del tubo hasta alcanzar el ángulo de apoyo indicado en el proyecto.

En ambas etapas los rellenos se efectuarán por capas del orden de 7 a 10 cm compactadas mecánicamente. Los grados de compactación serán tales que la densidad resulte como mínimo el 95% de la máxima del ensayo Próctor modificado según Norma UNE 103501 o bien, el 70% de la densidad relativa, si se tratara de material granular libremente drenante (arenas y gravas finas), de acuerdo con las normas NLT-204/72 y NLT-205-91, para obtener la densidad seca máxima y mínima respectivamente.

Las camas granulares simplemente vertidas no se realizarán en ningún caso. Además, deberá prestarse especial cuidado en las operaciones de extensión y compactación para no producir movimientos ni daños en la tubería.

b) Camas de hormigón:

En el caso de emplear camas de hormigón, las características geométricas y mecánicas deberán figurar en el proyecto, debiendo en general cumplir con las siguientes especificaciones:

- Espesor mínimo bajo la generatriz inferior del tubo de 15 cm.

- Resistencia característica no inferior a 20 N/mm^2.

- Tamaño máximo del árido no mayor de la cuarta parte del espesor de la cama bajo el tubo.

- Ángulo de la cama de apoyo de 90° a 180° (en función del factor de apoyo que adopte el proyectista en el cálculo mecánico).

En las zonas de uniones, la cama se interrumpirá en un tramo de unos 80 cm como mínimo y, en su caso, deberá profundizarse la excavación del fondo de la zanja hasta dejar bajo la tubería el espacio suficiente para la ejecución de las uniones.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La cama de hormigón se construirá con los tubos colocados en su posición definitiva, apoyados sobre calzos que impidan movimientos en la tubería y debiendo asegurar el contacto del tubo con el hormigón en toda la superficie de apoyo.

c) Criterios de selección de la cama de apoyo:

Para la elección del tipo de apoyo se tendrán en cuenta aspectos tales como el tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de uniones, la naturaleza del terreno, profundidad de la excavación, tipo de relleno, cargas actuantes, etc.

Como criterio general, los tubos flexibles deberán disponerse sobre camas granulares, no debiendo apoyar ni embutir la tubería en hormigón.

En relación con la naturaleza del terreno del fondo de la zanja se tendrán en cuenta las indicaciones siguientes:

- Terrenos de gran resistencia y rocas: Se dispondrán camas, en general, granulares con un espesor mínimo de unos 15 a 20 cm.

- Suelos normales (areno-arcillosos estables): En general, deberán disponerse camas granulares, o camas de hormigón.

- Suelos inadecuados (fangos, rellenos, etc.), (artículo 330 del PG-3): Deberá profundizarse la excavación sustituyendo el terreno de mala calidad por material de aportación adecuado debidamente compactado (Próctor modificado > 95%) o por una capa de hormigón pobre.

  En el primer caso (sustitución del terreno natural por material de aportación adecuado), el espesor de la capa del relleno compactado deberá ser, como mínimo, la mitad del diámetro del tubo.

  En el segundo caso (sustitución del terreno natural por una capa de hormigón pobre), el espesor del relleno de hormigón debe ser, como mínimo, de 15 cm.

Cuando el terreno del fondo de la zanja sean materiales deslizantes, arcillas expansivas, terrenos movedizos, etc., habrá de tratarse según figure en el proyecto o indiquen los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II para cada caso.

X.5.6 Colocación y montaje de la conducción

Previamente a la instalación de la tubería, y una vez realizado el replanteo general de las obras y ejecutada la excavación de la zanja, se realizará el replanteo de la tubería, para lo que se señalarán sus vértices y se fijarán puntos de referencia, de alineación y de nivel, a partir de los cuales se colocarán los tubos.

Las tuberías, sus accesorios, el material de juntas y, cuando sean aplicables, los revestimientos de protección interior o exterior se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

El descenso de la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados tales como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar la conducción ni sus revestimientos. Sólo

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

se podrá realizar de forma manual si la profundidad de la zanja no excede de 1,5 m, los tubos no son demasiado pesados y de diámetro inferior a 300 mm y el borde de la zanja es suficientemente estable.

En caso contrario se deben emplear medios mecánicos, como, por ejemplo, las propias retroexcavadoras de las obras o grúas ligeras montadas sobre los camiones de transporte. En el caso de tubos de gran diámetro se requiere el empleo de grúas automotrices.

Una vez situados los tubos en el fondo de la zanja, deberán examinarse de nuevo para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, suciedad, etc., para a continuación realizar su centrado y alineación. Posteriormente deberán ser calzados y acodalados con un poco de material de relleno para impedir su movimiento.

En general, no se colocarán más de cien metros de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja. En cualquier caso, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posible flotación de la tubería.

Se adoptarán precauciones para evitar que las tierras puedan penetrar en la tubería por sus extremos libres. En el caso de que alguno de dichos extremos o ramales vaya a quedar durante algún tiempo expuesto, se dispondrá un cierre estanco al agua suficientemente asegurado para que no pueda ser retirado inadvertidamente.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes, con una desviación máxima respecto al trazado en planta y alzado del proyecto de ±10 mm.

En el caso de zanjas con pendientes superiores al diez por ciento (10%), la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que esto no sea posible, se tomarán las debidas precauciones para evitar el deslizamiento de los tubos.

Los extremos libres de las tuberías instaladas deberán ser tapados diariamente al finalizar la jornada de trabajo.

Las conducciones podrán reforzarse con recubrimiento de hormigón si tuvieran que soportar cargas superiores a las de diseño de la propia tubería, para recubrimientos inferiores a 1 m, si se prevé que puedan producirse erosiones y descalces, o si se desea añadir peso para evitar su flotabilidad bajo el nivel freático. En estos casos, las características del hormigón y dimensiones de las secciones reforzadas se indicarán en el proyecto correspondiente. Las partes de la tubería correspondientes a las juntas se mantendrán libres, limpias y protegidas.

X.5.7 Rellenos

Una vez instalada la tubería se efectuará el relleno y compactado de la zanja por capas, distinguiendo dos zonas: baja y alta.

La zona baja de las zanjas para tubos de fundición dúctil, hormigón y gres alcanzará una altura de unos 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo. En ella se empleará relleno seleccionado (artículo 330 del PG-3) con un tamaño máximo recomendado de 3 cm, y se colocará en capas de pequeño espesor hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 95% del Próctor modificado.

En el caso de tubos de material plástico (PE, PVC-O, PRFV y PE, PVC-U y PP de pared estructurada) se rellenará la zanja con gravilla de canto rodado de tamaño máximo 25 mm hasta 15 cm por encima de la

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

clave de la tubería. Se prestará especial atención a la colocación en obra sobre los tubos de PRFV; el manual AWWA M45 recomienda un tamaño máximo de partícula de 25, 32 o 38 mm en función de que su DN sea menor o igual a 900, esté comprendido entre 900 y 1.200 o sea superior a este valor respectivamente.

En caso de que la zona baja se rellene con gravilla, se colocará un geotextil filtrante entre dicha zona y la zona alta, de tal manera que se evite la migración de finos de la zona alta a la baja, y se puedan producir deflexiones el terreno debido a su descompresión.

En la zona alta se empleará relleno adecuado (artículo 330 del PG-3) con un tamaño máximo recomendado de 15 cm, que se colocará en tongadas horizontales hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 100% del Próctor modificado.

El material del relleno, tanto para la zona alta como para la baja, podrá ser, en general, procedente de la excavación de la zanja, en caso de cumplir con las especificaciones dadas anteriormente.

Deberá prestarse especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrá de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación. Asimismo, en el caso de los tubos flexibles, habrá que prestar especial atención a la compactación del relleno. En cualquier caso, no deberá rellenarse la zanja en tiempo de heladas o con material helado, salvo que se tomen medidas para evitar que queden enterrados restos de suelo congelado.

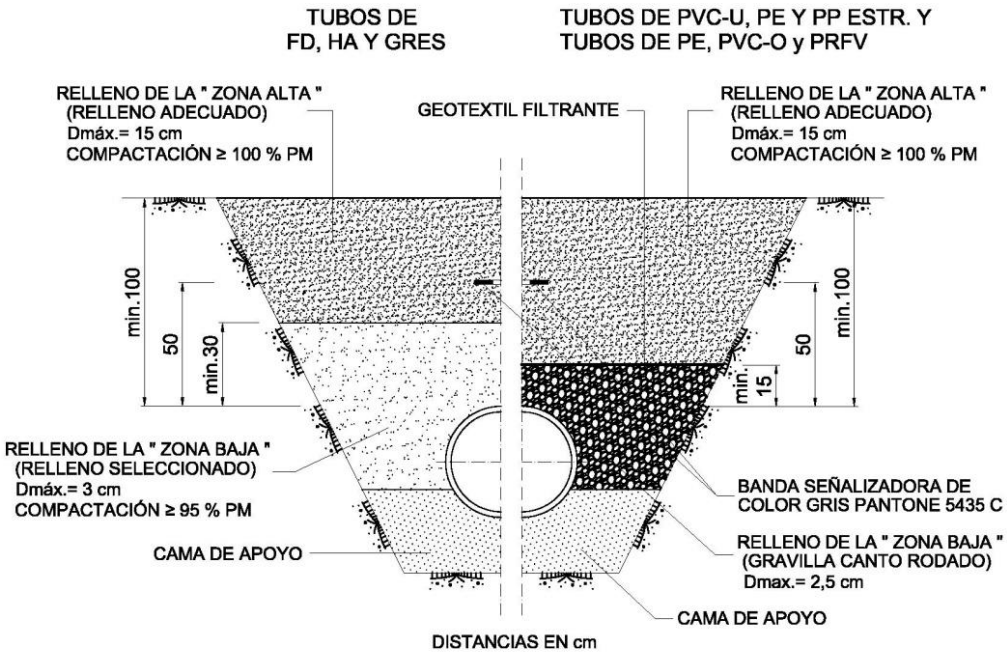


Figura 34. Rellenos en tubos enterrados en instalaciones convencionales

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Con carácter general, y a no ser que se justifique otra solución alternativa, cuando la altura de relleno de tierras por encima de la generatriz superior exterior del colector sea inferior a 1,00 m, el colector deberá quedar protegido de la siguiente manera:

- En caso de tubos de materiales termoplásticos, se protegerá mediante losa de hormigón de espesor 0,30 m y sobre-anchos respecto de las generatrices exteriores situadas en la semisección del colector de 0,30 m.

- Para el resto de tubos, mediante macizo de hormigón HM-25. Dicho macizo deberá efectuarse de modo que el ancho del mismo contemple que en los laterales deben disponerse sobre-anchos de 0,30 m respecto de las generatrices exteriores situadas en la semisección del colector. Los espesores, sobre la clave del colector, desde su generatriz exterior serán también de 0,30 m y el de la solera de al menos 0,15 m.

Para diámetros de colector comprendidos entre 1,00 y 1,20 m los espesores anteriores se incrementarán hasta los 0,40 m. En el caso de diámetros superiores se precisará justificar, por parte del proyectista, la magnitud de los espesores y su necesidad de armado.

Tabla 22. Incremento de espesor según diámetro de colector

DN (mm)	Espesor a cada lado del colector, medido desde generatriz exterior (m)	Espesor sobre la clave del colector, medido desde generatriz exterior (m)
DN ≤ 1.000	0,30	0,30
1.000 < DN ≤ 1.200	0,40	0,40
DN > 1.200	A criterio del proyectista	A criterio del proyectista

En los casos anteriores el colector deberá contar con un apoyo rígido mediante cama de hormigón cuyo espesor no deberá ser inferior a 0,25 m o de 0,30 m en colectores de diámetro superior a 1,00 m.

Las redes de saneamiento dispondrán de una banda de señalización sobre el colector de color gris Pantone 5435 C, a unos 0,50 m de la clave de éste, de tal modo que en la ejecución de cualquier servicio que hubiese de cruzar por encima del mismo, se pueda apreciar la existencia de la conducción y evitar así su deterioro o daño. Dicha banda deberá incluir el texto “Atención Saneamiento”.

Las redes de saneamiento bajo las cuales puedan existir losas de cubiertas de aparcamientos, estaciones de Metro, intercambiadores, etc. muy próximas en cota a los colectores que compongan dichas redes deberá disponerse en dichas losas y a unos 0,15 m de distancia desde la cara superior de la losa unas bandas de señalización de material plástico que prevengan de la presencia de la losa cuando en el futuro se hubieran de efectuar tareas de reparación en los colectores que demanden la apertura de zanjas con objeto de no afectar a la integridad estructural de las mismas. Entre la cara superior de la losa y la banda se dispondrá una capa de arena.

X.5.8 Reposición de pavimento

Una vez realizadas las pruebas de instalación, que deberán cumplir con lo indicado en el apartado XI.4 se procederá a la reposición del pavimento afectado por la instalación de la conducción. La reposición se efectuará con materiales análogos a los existentes antes de la excavación manteniéndose las mismas

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

condiciones de urbanización en el vial por el que discurra la traza y conforme a las condiciones impuestas en las preceptivas licencias o permisos.

X.6 Instalación de colectores en mina

La instalación de colectores en mina requerirá el uso de colectores con secciones visitables, quedando, por tanto, prohibida la instalación de colectores no visitables mediante ejecución en mina, excepto que los colectores no visitables fuesen rellenados entre la excavación en mina y el colector mediante hormigón o mortero.

La ejecución en mina de colectores visitables en casco urbano se podrá realizar cuando la rasante hidráulica de los colectores supere los 4,50 m de profundidad.

De la misma forma, en zonas no urbanizadas la rasante hidráulica del colector deberá superar los 5,00 m de profundidad para que exista un adecuado recubrimiento. No obstante, el proyecto podrá instalar colectores visitables a cielo abierto, no admitiéndose en estos casos el uso de fábricas de ladrillo u hormigones en masa.

Podrá instalarse en mina secciones visitables en fábrica de ladrillo u hormigón en masa siempre y cuando atiendan a las secciones normalizadas que se incluyen en los planos 1.1 y 1.3 como anexo a esta norma. En el caso de que el proyecto precisase acudir a secciones en fábrica de ladrillo u hormigón en masa mayores a las que figuran en estas Normas, deberá quedar justificada la validez resistente de la sección comprobándose la fábrica en los puntos de mayor tracción verificando la resistencia a tracción del mortero, la adherencia entre el mortero y el ladrillo, así como la resistencia a tracción del propio ladrillo.

En obras de colectores en mina, se deberá realizar, en fase de proyecto, un estudio geotécnico de los terrenos, para evitar que se produzcan posibles subsidencias en el frente de excavación o la entrada de un caudal procedente de freático que impida el avance de las excavaciones. Si como consecuencia de ello, se considera que el terreno no es lo suficientemente estable o existe presencia de freático, se deberán definir las acciones de estabilización y consolidación del terreno, el posible entibado que pudiese necesitar la excavación de la galería, así como el correspondiente agotamiento del terreno.

La excavación en mina deberá plantearse mediante la ejecución de pozos auxiliares sacatierras instalados a distancias no superiores a 50 m desde los cuales se puedan extraer los materiales de la excavación y se pueda permitir la entrada de personal de obra y materiales de construcción.

Los pozos sacatierras podrán realizarse para profundidades inferiores a 15 m por el procedimiento de excavación, sostenimiento y ejecución de fábricas por bataches en avances de 1,00 m. El diámetro interior de estos pozos será de 1,40 m. Los pozos sacatierras podrán ser conservados mediante su reconversión a pozos de acceso al colector de diámetro 0,80 m, los pozos a reconvertir distarán entre sí una distancia no superior a 200 m. El resto de pozos que no se empleen para el acceso al colector, deberán ser anulados mediante relleno con suelos tolerables (artículo 330 PG-3) compactados hasta un 95% del Próctor modificado.

En colectores a mayor profundidad el procedimiento de ejecución de pozos sacatierras deberá realizarse mediante procedimientos auxiliares como perforación mediante hélice e instalación de camisa metálica y anillos prefabricados o bien mediante pilotaje y estampidores o anclajes intermedios.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El frente de la excavación de la galería deberá realizarse en avances no superiores a 1,00 m procediendo a la constitución de las soleras y fábrica de ladrillo seguidamente; una vez concluidas las soleras y fábrica de ladrillo podrá iniciarse el avance siguiente de 1,00 m en la excavación del frente. Avances superiores requerirán la justificación geotécnica correspondiente, la definición del procedimiento de entibación y los ciclos de avance.

Las obras deberán garantizar la suficiente ventilación del tajo pudiendo ser necesaria la instalación de ventilación forzada. El drenaje de las aguas procedentes del freático deberá ser resuelto mediante la instalación de las bombas de achique necesarias controlándose el caudal de infiltración que se produzca en el frente con objeto de evitar posibles subsidencias.

X.7 Instalación de conducciones sin apertura de zanja

Alternativamente a las instalaciones convencionales enterradas (ver apartado X.5), las conducciones podrán colocarse mediante tecnologías sin apertura de zanja en los siguientes casos:

- Cruces bajo carretera, ferrocarril y, en general, pasos de difícil ejecución en los que no sea posible la realización de una zanja sin causar grandes afecciones.

- Aquellos otros casos en los que, por la profundidad de la zanja o la dificultad de la ejecución, resulte económicamente ventajosa la adopción de estas tecnologías.

La instalación de conducciones sin apertura de zanja podrá realizarse por alguna de las siguientes tecnologías, de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE-EN 12889:

- Hinca.
    - Por percusión (podrán ser con desplazamiento o con evacuación del terreno excedente).
    - Por rotación.
    - Por empuje.
- Perforación horizontal dirigida (PHD).

En cualquier caso, en la fase de proyecto, deberá realizarse un estudio geotécnico que incluya, al menos, un perfil geológico-geotécnico de la traza de la tubería a hincar.

Además, previo al comienzo de las obras, el contratista someterá a la aprobación técnica de Canal de Isabel II el procedimiento de instalación, así como los equipos que propone utilizar para la instalación de las tuberías, debiendo presentar los correspondientes cálculos mecánicos referentes a las solicitaciones a las cuales estará sometida la conducción durante la instalación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

XI Gestión de la calidad

XI.1 Introducción

El sistema de gestión de la calidad de cualquier empresa, relacionada con la fabricación de los componentes que integran las redes de saneamiento o con su ejecución, deberá ser conforme a las Normas UNE-EN ISO 9000 y UNE-EN ISO 9001, debiendo disponer del correspondiente certificado.

En el caso de obras, la gestión de la calidad comprende el conjunto de actividades que tienen lugar antes, durante y después de su ejecución, con el objetivo de verificar si ésta reúne las condiciones suficientes como para alcanzar los requisitos establecidos en el proyecto.

Asimismo, los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en el apartado siguiente.

XI.2 Control de calidad de la fabricación

La calidad de los distintos componentes deberá ser asegurada por el fabricante mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación, que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de las normas de referencia utilizadas para su producción y los requisitos establecidos por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

El sistema de gestión de calidad del fabricante deberá ser conforme a la Norma UNE-EN ISO 9001, debiendo disponer del correspondiente certificado.

A petición de Canal de Isabel II, se deberá facilitar la documentación relativa a cada uno de los componentes descritos en los capítulos anteriores, al objeto de conocer las características técnicas, materias primas, proceso de fabricación, control de calidad durante el mismo, certificaciones de producto y recomendaciones de instalación y manipulación.

Todas las piezas constitutivas de mecanismos (llaves, válvulas, juntas mecánicas, etc.), deberán ser intercambiables para un mismo diámetro nominal y presión normalizada, para cualquiera que sea el modelo o fabricante.

Todos los componentes, con independencia del tipo de material, deberán ser sometidos a una inspección visual al finalizar el proceso de fabricación, de forma que se verifique la uniformidad en el color y aspecto,

de forma que tanto la superficie exterior como la interior estén libres de irregularidades que puedan afectar negativamente a la hora de cumplir los requisitos previstos. Igualmente serán sometidos a una comprobación de sus características geométricas, de forma que se verifique que todas sus dimensiones son correctas.

Cuando algún acto legislativo de la Unión Europea obligue a que determinados componentes a instalar en las redes de saneamiento vayan identificados con el marcado "CE", se atenderá a lo dispuesto en ella.

Los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II podrán solicitar la documentación que permita verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad de cada uno de los componentes especificados en los apartados anteriores, y que podrá ser la siguiente:

1. Certificado de producto emitido por empresa certificadora acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

2. Certificado de producto emitido por empresa certificadora no acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u organismo equivalente para la norma de producto de referencia. Adicionalmente, se podrá solicitar el informe de ensayos efectuados para la obtención de dicho certificado.

En el caso de no disponer de Certificado de producto, los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II podrán considerar la validez y/o suficiencia de un informe de ensayos, en el cual se deberá garantizar que los componentes incluidos en el mismo corresponden con los analizados.

Los organismos de acreditación deberán ser conformes a lo establecido en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17011.

Los organismos que actúen como entidades certificadoras o laboratorios de ensayo deberán ser conformes a lo establecido en las Normas: UNE-EN ISO/IEC 17065 para entidades que realizan la certificación de producto, UNE-EN ISO/IEC 17021 para organismos que realizan la certificación de sistemas de gestión y UNE-EN ISO/IEC 17025 para laboratorios. El/los laboratorio/s que hayan realizado los ensayos requeridos deberá/n estar incluido/s en uno o varios de los siguientes niveles:

1. Laboratorio certificado con UNE-EN ISO 9001 por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente, o laboratorio acreditado por ENAC con UNE-EN ISO/IEC 17025, para la realización de los ensayos requeridos. Deberán aportarse los certificados correspondientes, en el caso que así se requiera.

2. Laboratorio con sistemas UNE-EN ISO 9001 o UNE-EN ISO/IEC 17025 para la realización de los ensayos requeridos, implantados o mantenidos, pero no certificados o acreditados, respectivamente. La implantación de dichos sistemas deberá estar verificada por entidad certificadora de control de calidad, independiente del laboratorio. En el caso que se requiera deberá documentarse dicha implantación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

3. Laboratorio que cumpla los siguientes requisitos:

- Sistema de aseguramiento interno: disponen de una organización interna de los servicios, de sistemáticas de control de los equipos y de métodos de ensayo/calibración, como garantía de los resultados.

- Trazabilidad: disponen de control de la trazabilidad de sus medidas, mediante planes de calibración y la realización de inter-comparaciones con otros laboratorios.

- Disponen de procedimientos documentados o normas para la prestación de servicio a los clientes.

En el caso de que así sea requerido, a efectos del caso (3) deberá aportarse la siguiente documentación a fin de comprobar los requisitos anteriores:

- Organigrama con funciones definidas, cualificación y experiencia del personal.

- Manual de calidad.

- Procedimientos o normas de descripción de los ensayos solicitados en la normativa de aplicación.

- Procedimiento predefinido de elaboración y contenido de los informes de ensayo.

- Planes de mantenimiento y calibración de equipos.

- Certificados de calibración de equipos por entidad acreditada por ENAC u organismo equivalente.

- Plan de inter-comparación con otros laboratorios o entidades de reconocido prestigio, en caso de disponerse de los mismos.

- Resumen de la sistemática general de aseguramiento de la trazabilidad de las medidas del laboratorio.

- Referencias de ensayos realizados en los cinco últimos años. Deberá acreditarse la realización de al menos 3 ensayos de similares características.

- Inscripción en cualquier relación de organismos reconocidos de ámbito internacional, nacional, autonómico o local.

Tanto en los certificados como en los informes de ensayos se deberá demostrar la trazabilidad del producto a que se hace referencia, así como la identificación del fabricante tanto en las muestras como en la documentación.

Los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II podrán solicitar el Manual de Control de Calidad del fabricante y en el mismo deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los métodos de ensayo utilizados.

Adicionalmente, los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II podrán solicitar los ensayos (según las normas correspondientes) e informes necesarios que justifiquen el tipo y la calidad del material de cualquiera de los elementos del componente.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se exigirá certificado de producto según norma de referencia a los siguientes elementos:

- Tubos de PVC-U estructurado, según UNE-EN 13476-2 o UNE-EN 13476-3.
- Tubos de PP estructurado, según UNE-EN 13476-2 o UNE-EN 13476-3.
- Tubos de PE estructurado, según UNE-EN 13476-2 o UNE-EN 13476-3.
- Tubos de FD, según UNE-EN 598.
- Tubos de PVC-O, según UNE-EN 17176 o ISO 16422.
- Tubos de PRFV, según UNE-EN 14364.
- Tubos de PE liso, según UNE-EN 12201.
- Dispositivos de cubrimiento, según UNE-EN 124.

Los elementos que actualmente están amparados por una norma armonizada y, por lo tanto, es obligatorio su marcado CE, son los siguientes:

- Tubos de hormigón, según UNE-EN 1916 (sistema 4: declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados).
- Tubos de gres, según UNE-EN 295 (sistema 4: declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados).
- Tubos de FD, según UNE-EN 598 (sistema 4: declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados).
- Elementos prefabricados para pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón armado, según UNE-EN 1917 (sistema 4: declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados).

Para el resto de elementos, los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II decidirán la documentación exigible, previo análisis de la norma de referencia vigente, y su carácter armonizado o no.

En cuanto al equipamiento instalado, con objeto de asegurar su calidad, se deberá realizar un control de calidad de los equipos fundamentales de la instalación por parte de una empresa independiente. Para ello habrá que realizar una serie de inspecciones mínimas durante la fase de fabricación de estos equipos.

Los equipos y sus exigencias mínimas se describen a continuación:

- Cuadros eléctricos

  Se llevará a cabo la comprobación documental de las exigencias requeridas en el apartado IX.3.1, pruebas de funcionamiento simulado, rigidez dieléctrica y aislamiento. Se prestará especial atención a los certificados de cortocircuito para los cuadros eléctricos. Todo ello deberá quedar recogido en el Dosier de calidad que debe emitir el fabricante y que será obligatorio para la recepción.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Autómata de control

  Se llevará a cabo la comprobación documental de las exigencias requeridas. Todo ello deberá quedar recogido en el Dosier de calidad que debe emitir el fabricante y que será obligatorio para la recepción.

- Bombas

  Se exigirán los certificados de materiales, pruebas de funcionamiento según la Norma UNE-EN ISO 9906, protocolos de las pruebas de rutina en fábrica del motor eléctrico. Además, para bombas de potencia superior a 110 kW se exigirá el equilibrado de los rodetes. Todo ello deberá quedar recogido en el Dosier de calidad que debe emitir el fabricante y que será obligatorio para la recepción.

  En cuanto a las exigencias de las pruebas de las bombas, se hará una diferenciación por potencia:

  - Para bombas de potencia inferior a 30 kW, se exigirá la prueba de una bomba de cada tipo, siendo el grado de aceptación de la prueba según la UNE-EN ISO 9906 el 2B.
  - Para bombas de potencia igual o superior a 30 kW, se exigirá la prueba todas las bombas, siendo el grado de aceptación de la prueba según la UNE-EN ISO 9906 el 1E.

- Calderería (Rejas, tamices, tornillos, compuertas o similares)

  Se exigirá comprobación de certificados de materiales, los protocolos de ensayos de rutina en fábrica para el motor eléctrico, procedimientos de Soldadura, protocolos examen soldadores, examen visual de las soldaduras al 100%, pruebas de funcionamiento en vacío y comprobación del acabado exigido. Todo ello deberá quedar recogido en el Dosier de calidad que debe emitir el fabricante y que será obligatorio para la recepción.

XI.3 Control de la calidad de la ejecución de las obras

El control de calidad de la ejecución de las obras (recepción de los distintos componentes que integran la red de saneamiento, su instalación, construcción de elementos complementarios…), se realizará atendiendo a lo expuesto a continuación. El personal que intervenga en las tareas de manipulación, montaje o manejo en general de la tubería durante cualquier fase de su instalación deberá disponer de la capacitación adecuada.

- Transporte, almacenamiento y manipulación de componentes

  Estas operaciones deberán realizarse sin que ninguno de los elementos sufra golpes o rozaduras, teniendo que depositarlos en el suelo sin brusquedades y sin dejarlos caer en ningún momento. En el caso de los tubos, estará prohibido rodarlos sobre piedras.

  El transporte desde fábrica se realizará con medios adecuados a las dimensiones de los componentes, solicitándose si es el caso los permisos pertinentes para el transporte por carretera. En cualquier caso, el transporte, deberá hacerse siempre conforme a las vigentes normas de seguridad vial y de tráfico.

  Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, será preciso colocarlos en sentido decreciente del mismo desde la hilera de la base hacia arriba, no admitiéndose cargas adicionales sobre los tubos que puedan producir deformaciones excesivas en los mismos. Además, se garantizará la inmovilidad de

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

los tubos, apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cuñas de madera o elementos elásticos. Especial atención deberá prestarse a estos aspectos en el caso de los tubos flexibles y más cuidadosamente para tubos de PRFV.

Los tubos con uniones de enchufe y extremo liso deberán colocarse con los extremos alternados, de modo que los enchufes no queden en contacto con los tubos inferiores.

Cuando los tubos se almacenen sobre el terreno deberá comprobarse que éste será lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se le transmitan y lo suficientemente liso para que éstos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de que piedras y otros salientes puedan dañarlos. Las precauciones serán máximas cuando se almacenen tubos de PRFV.

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad. Los tubos de hormigón, si disponen de una solera rígida y se garantizan las debidas condiciones de seguridad, pueden almacenarse en posición vertical, siempre que no se ocasionen daños en sus boquillas al colocarlos en esta posición.

El tiempo de almacenamiento deberá restringirse al mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente y, en cualquier caso, habrá que procurar la adecuada protección frente a posibles daños externos, especialmente en los anillos elastoméricos y las válvulas, los cuales deberán situarse en lugar cerrado y protegidos de la luz solar y de temperaturas elevadas. En los tubos de hormigón, en particular, deberá evitarse que sufran secados excesivos o fríos intensos, por lo que se almacenarán en lugares cerrados y protegidos de la luz solar y de temperaturas extremas.

Los tubos de materiales plásticos no deberán estar en contacto con combustibles o disolventes, estarán protegidos de luz solar y su superficie no podrá alcanzar temperaturas superiores a 45 °C.

El acopio de las juntas elastoméricas se realizará en locales cerrados y se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- Las juntas se mantendrán limpias y no se expondrán a la intemperie hasta el momento de su utilización.
- Se almacenarán libres de tensión, compresión u otra deformación. Tampoco podrán almacenarse en locales con equipos capaces de generar ozono, gases de combustión y vapores orgánicos, ni deberán estar en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites y grasas, ni con metales.
- La temperatura de almacenaje estará comprendida entre 10 °C y 25 °C.
- Los anillos elastoméricos se protegerán de la luz, en especial de la radiación solar directa. Se almacenarán en contenedores opacos.
- Estos anillos también se protegerán del aire en circulación, envolviéndolos y almacenándolos en envases cerrados.

Las operaciones de carga y descarga deberán realizarse de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se procurará que el movimiento de los tubos, una vez descargados, sea mínimo, por lo que la descarga se hará, en la medida de lo posible, cerca del lugar donde vayan a ser colocados, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Si la zanja no estuviera abierta en el momento de la descarga de los tubos, estos deberán colocarse en el lado opuesto a aquél en que piensen depositar los productos de la excavación, de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, explosivos, etc.

Las operaciones de carga y descarga de los tubos habrá que realizarlas mediante equipos mecánicos, si bien, para diámetros reducidos, podrán emplearse medios manuales. Nunca se suspenderá el tubo por un extremo ni se descargará por lanzamiento. Sí es admisible la descarga mediante estrobos, enganchando para ello las bocas del tubo.

En cualquier caso, no se admitirán dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable, por el contrario, el uso de bandas de cinta ancha, eslingas recubiertas de caucho o procedimientos de suspensión a base de ventosas.

Cuando se empleen cables metálicos deberán protegerse con un recubrimiento adecuado.

No será admisible la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno, máxime si los tubos tienen revestimientos exteriores.

Si los tubos de materiales plásticos se transportan unos dentro de otros, su descarga deberá comenzarse por los del interior. En los tubos de PVC-O, cuando se manejen con temperaturas inferiores a 0 °C, deberá prestarse especial atención a todas estas operaciones, evitando que sufran golpes.

- Recepción e inspección visual de componentes

Canal de Isabel II podrá solicitar la documentación que considere oportuna para comprobar que los componentes cumplen las condiciones técnicas y dimensionales determinadas en el proyecto y aprobadas por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

La recepción podrá efectuarse directamente en obra o bien desplazándose una persona autorizada a fábrica. Las comprobaciones o ensayos podrán efectuarse por muestreo dentro de cada lote de fabricación. El resultado del muestreo se asignará al total del lote siendo significativo para su rechazo o aceptación global.

Una vez recibido cualquier componente, y previamente a su instalación, será sometido a un examen visual a fin de comprobar que no presenta deterioros perjudiciales producidos durante el transporte.

Se procederá a la devolución de aquellos componentes defectuosos que no superen la inspección visual o no cumplan las condiciones técnicas establecidas de forma previa al suministro.

Los tubos se reconocerán y limpiarán de cualquier cuerpo extraño vigilando especialmente que la superficie interior sea lisa, no admitiéndose más defectos de regularidad que los accidentales siempre que estén dentro de las tolerancias permitidas. Se comprobará asimismo que la superficie exterior no presente grietas, poros o daños en la protección o acabado. Los espesores deberán ser uniformes.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Comprobaciones dimensionales

  Siempre que se hagan operaciones de manipulado en obra en los tubos o en las piezas especiales, tales como su corte, deben realizarse posteriormente las oportunas comprobaciones dimensionales, al objeto de verificar que se cumplen las características geométricas y las tolerancias de las mismas establecidas para cada tipo de tubo en los respectivos apartados de este documento y las normas correspondientes.

- Ensayos de las soldaduras

  Durante la ejecución de las obras, se realizarán ensayos mediante la utilización de líquidos penetrantes en todas las soldaduras realizadas en obra en los tubos de acero y en los de hormigón armado o pretensado con camisa de chapa, de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE-EN ISO 3452, no debiendo detectarse ningún poro durante el ensayo.

  Además, se deberá, sobre el 10% de las mismas, realizar ensayos por otros procedimientos, tales como radiografías o partículas magnéticas, de forma que, si los fallos detectados exceden porcentajes de más del 5%, este control radiográfico podría extenderse al 50% de las soldaduras. Los ensayos por radiografías se ajustarán a las especificaciones establecidas en la Norma UNE-EN ISO 10675.

  En estos tubos se establecerán, además, como mínimo, los siguientes puntos de control:

  - Homologación de procedimiento de soldadura.
  - Homologación de soldadores.
  - Preparación de bordes para soldaduras a tope, si fueran necesarias, éstas deben realizarse en taller.
  - Separación mínima/máxima entre chapas solapadas para soldar (boquillas entre tubos).
  - Electrodos y tipo.
  - Otros tipos de soldadura en otros materiales.
  - Alineación y nivelación de tuberías.
  - Control de calidad soldaduras.
  - Inspección visual.
  - Control de calidad de la protección de las tuberías.

- Ensayos de los revestimientos

  Cuando se apliquen revestimientos en obra, deben realizarse los ensayos de control de calidad que indique el correspondiente proyecto o los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

- Comprobación de trazado y secciones tipo

  Se procederá a la verificación de alineaciones y rasantes para que éstas sean conformes a lo establecido en el proyecto correspondiente. Asimismo, se efectuará la comprobación dimensional de las secciones tipo de zanjas definidas para cada tramo de la red.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Control de calidad de materiales utilizados en camas de apoyo y rellenos: las características de los materiales se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo dependerán de las características de la obra (volumen de relleno a ejecutar, profundidad de zanja, diámetro de tubería, tipología y procedencia de materiales a emplear…). A continuación, se indican volúmenes de material aconsejables para la ejecución de dichos ensayos:

  Por cada lote de 750 m^3 de material cuyas características sean similares, a emplear como relleno:

  - 1 análisis granulométrico de suelos, según UNE-EN ISO 17892.
  - 1 contenido de materia orgánica, según UNE 103204.
  - 1 ensayo compactación. Proctor modificado, según UNE 103501.
  - 1 límites de Atterberg, según UNE-EN ISO 17892.
  - 1 determinación de humedad, según UNE-EN ISO 17892.
  - 1 índice CBR en laboratorio, según UNE 103502. CBR ≥ 10.
  - 1 contenido de sulfatos en suelos, según UNE 103202 y UNE 103201, o NLT 120.

  Por cada lote de 500 m^3 de material filtro o drenante cuyas características sean similares:

  - 1 análisis granulométrico de suelos, según UNE-EN ISO 17892. Tamaño máximo < 76 mm y cernido tamiz 0,080 < 5%.
  - 1 equivalente de arena, según UNE 103109 o NLT-113. EA > 30.
  - 1 resistencia al desgaste de los Ángeles, según NLT-149. Coeficiente de desgaste < 40.

  Por cada lote de 10.000 m^3 de material filtro:

  - 1 ensayo compactación. Proctor modificado, según UNE 103501.

- Control de calidad de la ejecución o de producto terminado:

  Rellenos: por cada 1.000 m^3 o fracción de capa colocada de material:

  - 2 densidad "in situ" según UNE 103900, con determinación de humedad.
  - Para obras de redes de distribución hasta 3.000 ml, el control de calidad de la ejecución o de producto terminado podrá consistir en la realización de una densidad in situ mediante métodos nucleares por cada 100 ml según UNE 103900.

  Rellenos de material filtrante: por cada 1.000 m^3 o fracción de material filtro colocado:

  - 2 densidad "in situ" según UNE 103900:2013, con determinación de humedad.

- Control de la instalación de las conducciones y ejecución de uniones

  Se comprobará que la conducción está convenientemente colocada sobre el lecho de asiento, que no haya sufrido ningún desperfecto durante la manipulación y que las uniones cumplen lo especificado en el correspondiente capítulo de estas Normas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Control de la construcción de los elementos complementarios de la red

  En los elementos complementarios de la red (pozos de registro, macizos de anclaje, arquetas, cámaras de válvulas, etc.) debe realizarse, en primer lugar, un examen visual, al objeto de comprobar que su aspecto general es satisfactorio. Posteriormente, han de efectuarse las oportunas comprobaciones dimensionales y demás especificaciones que figuren en el proyecto.

- Pruebas de funcionamiento de la instalación. Protocolo de pruebas: señales y secuencias.

  Se deberán realizar una serie de pruebas de funcionamiento a la finalización de una instalación con automatización. Se dividen en las siguientes categorías:

  - Pruebas de señales físicas. Comprobación del cableado del sistema y del direccionamiento de las señales físicas al PLC según el listado de señales de la instalación.
  - Pruebas de máquinas o elementos. Comprobación del funcionamiento de máquinas individuales o elementos funcionales como bombas, válvulas, compresores, etc.
  - Pruebas de conjuntos funcionales o secuencias. Se probará tanto el funcionamiento automático de la instalación según las lógicas de funcionamiento programadas, como la respuesta del sistema ante situaciones anómalas.
  - Pruebas de buses de campo y comunicaciones a nivel local.
  - Pruebas de HMI (gestión de usuarios, avisos y alarmas).

  Estas pruebas deberán quedar recogidas en un documento llamado Pruebas de Señales y Secuencias, que será obligatorio para la recepción de la instalación.

Dentro de este control de calidad de la ejecución, cobra especial importancia la realización de las conocidas como pruebas de la tubería instalada, que no son sino un ensayo de estanquidad mediante presión hidráulica interior por tramos de la conducción una vez montada. Dichas pruebas, por su importancia singular, se describen en el apartado siguiente.

XI.4 Pruebas de la tubería instalada

A medida que avance el montaje de la tubería se podrán ir haciendo las pruebas de la tubería instalada conforme a la metodología expuesta en el presente artículo, la cual es diferente según se trate de conducciones cuyo funcionamiento hidráulico sean en régimen de lámina libre o bajo presión hidráulica interior.

Con carácter general, se deberá probar la longitud total de la red instalada, salvo que el respectivo proyecto especifique otra distinta, en cuyo caso, la Dirección de Obra determinará los tramos que deben probarse.

XI.4.1 Conducciones enterradas en lámina libre

Cuando el funcionamiento hidráulico de la conducción sea en régimen de lámina libre, la prueba de la tubería instalada se realizará conforme a la metodología de la Norma UNE-EN 1610, según la cual la prueba podrá hacerse bien con aire o con agua. Puede realizarse la prueba por separado de entronques,

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

registros y cámaras de inspección, por ejemplo, la de tuberías con aire, y la de registros con agua. En el caso de un fallo aislado o continuo en la prueba de aire, se permite el recurso a la prueba de agua y su resultado por sí sola deberá ser decisivo.

En cualquier caso, la prueba se realizará una vez se hayan colocado los tubos, los pozos y previo al relleno de la zanja, para lo que se obturará la entrada de la tubería en el pozo aguas abajo del tramo en prueba, así como cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua, llenándose completamente de agua o aire la tubería y el pozo situado aguas arriba del tramo a probar.

XI.4.1.1 *Prueba con aire (método L)*

La prueba con aire podrá hacerse conforme a cuatro metodologías diferentes (LA, LB, LC o LD), basadas en que a medida que aumenta la presión de prueba del ensayo disminuye la duración del tiempo de prueba. La Dirección de Obra deberá indicar cuál se aplica en cada caso.

Los valores de la presión de prueba (STP), la duración del ensayo o tiempo de prueba (t) y el descenso de presión admisible (ΔP) serán los establecidos en la tabla siguiente, según sea el material de la conducción, el diámetro nominal y el método de prueba seleccionado.

Tabla 23. Presión de prueba, indicador de presión y tiempo de prueba para ensayos con aire

Material	Método de prueba	STP	ΔP	Duración de la prueba t (min)						
		(mbar)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1.000
Tubería de Hormigón, seca	LA	10	2,5	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50	10	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100	15	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200	15	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Tubería de hormigón y de otros materiales, mojada	LA	10	2,5	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50	10	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100	15	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200	15	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7

XI.4.1.2 *Prueba con agua (método W)*

La prueba con agua consistirá en someter al tramo en prueba a una presión de prueba que no deberá ser superior a 50 kPa ni inferior a 10 kPa.

Transcurridos un tiempo de acondicionamiento posterior al llenado de las tuberías, 60 minutos suele ser suficiente, aunque puede ser necesario un periodo más largo para condiciones climáticas secas en el caso de tubos de hormigón, se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no haya pérdidas de agua significativas ni movimientos aparentes en la tubería.

A continuación, se procederá a medir y a anotar la cantidad de agua (ΔV) que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba (± 1 kPa) durante un periodo no inferior a 30 minutos, debiendo ser inferior a los siguientes valores, considerados respecto a la superficie interna mojada:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

0,15 l/m^2 para las tuberías
0,20 l/m^2 para tuberías incluyendo los pozos de registro
0,40 l/m^2 para los pozos de registro

XI.4.2 Conducciones enterradas bajo presión hidráulica interior

Cuando el funcionamiento hidráulico de la conducción sea bajo presión hidráulica interior, la prueba de la tubería instalada se realizará conforme a la metodología general de la Norma UNE-EN 805

Dicha metodología, desarrollada en los siguientes apartados, es de aplicación para las conducciones de cualquiera de los materiales incluidos en estas Normas. Para las tuberías de comportamiento visco-elástico, como las de PE, se recomienda seguir el procedimiento de verificación descrito en el Anexo A.27 de dicha norma, que tiene en cuenta la fluencia que caracteriza al material.

Para todas las conducciones, la presión de prueba, STP, se calculará a partir de la presión máxima de diseño, MDP, considerando los siguientes dos casos:

- Golpe de ariete calculado en detalle:

$$STP = MDPc + 0{,}1 \qquad (MPa)$$

- Golpe de ariete estimado o no calculado en detalle, el menor valor de los siguientes:

$$STP = MDPa + 0{,}5 \qquad (MPa)$$
$$STP = 1{,}5 \cdot MDPa \qquad (MPa)$$

Siendo:

MDPc Presión máxima de diseño con golpe de ariete calculado en detalle (MPa).
MDPa Presión máxima de diseño con golpe de ariete estimado o no calculado en detalle (MPa).

En los casos de impulsiones y grandes diámetros, deberá calcularse en detalle el valor del golpe de ariete. Sólo en caso de redes por gravedad puede ser estimado como MDPa = 1,2·DP, debiendo cumplir MDPa ≥ DP + 0,2 MPa.

El procedimiento de prueba, conforme a la metodología general indicada en la Norma UNE-EN 805:2000, puede llevarse a cabo en tres fases:

- Prueba preliminar.

- Prueba de purga.

- Prueba principal o de puesta en carga.

XI.4.2.1 *Prueba preliminar*

De forma general, la prueba preliminar puede realizarse conforme se detalla a continuación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Se comenzará llenando lentamente de agua el tramo objeto de la prueba. Se dejarán abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, para después ir cerrando cada uno de ellos sucesivamente de aguas abajo a arriba. Una vez llena de agua se debe mantener la tubería en esta situación al menos 24 horas.

A continuación, se aumentará la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre MDP y STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 MPa por minuto, manteniendo estos límites durante un tiempo, que dependerá del material de la conducción y será establecido por el proyectista considerando las normas del producto aplicables.

Durante este período de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la conducción.

XI.4.2.2 *Prueba de purga*

La presencia de aire en la conducción produce datos erróneos y reduce la precisión de la prueba principal de presión. Los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II deberán especificar si la prueba de purga debe llevarse a cabo. Un método para realizar el ensayo y los cálculos necesarios se describe en el Anexo A.26 de la Norma UNE-EN 805, que es el desarrollado en este apartado en los siguientes pasos:

- Se presuriza la conducción hasta alcanzar la presión de prueba de la red (STP), prestando atención a que la purga del equipo de prueba se complete.

- Se extrae un volumen de agua a contabilizar ΔV de la conducción midiéndose la caída de presión correspondiente ΔP.

- Se compara el volumen de agua extraído con el volumen de la pérdida de agua admisible ΔV_{max} correspondiente a la caída de presión medida ΔP, calculada según la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\max} = 1{,}5 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left(\frac{1}{E_W} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

Teniendo que cumplirse:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

Siendo:

DV_{max}	Pérdida de agua admisible (l)
V	Volumen del tramo de conducción en prueba (l)
DP	Caída de presión medida durante la prueba (MPa)
E	Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa), (ver Tabla 24)
E_W	Módulo de compresibilidad del agua ($2{,}1 \cdot 10^3$ MPa)
ID	Diámetro interior de la conducción (mm)
e	Espesor nominal de la conducción (mm)
1,5	Factor de corrección que considera la cantidad de aire restante admisible antes de la prueba principal de presión

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 24. Módulo de elasticidad del material de la tubería

Material	E (MPa)
Fundición	$1{,}70 \times 10^5$
Acero	$2{,}10 \times 10^5$
Hormigón	$2{,}00 \times 10^4 – 4{,}00 \times 10^4$
PVC-O	3.500
PE	1.000 (corto plazo) 150 (largo plazo)
PRFV	$1{,}0 \times 10^4 – 3{,}9 \times 10^4$

XI.4.2.3 *Prueba principal o de puesta en carga*

La prueba principal de presión no debe comenzar hasta que hayan sido completadas satisfactoriamente la prueba preliminar y la prueba de purga especificada, en caso de ser requeridas.

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

- El método de prueba de caída o pérdida de presión.
- El método de prueba de pérdida de agua.

Su desarrollo se deberá ajustar a lo siguiente:

- Método de prueba de caída o pérdida de presión

  Para evaluar la pérdida de presión, la presión hidráulica interior se aumentará de forma constante y gradual mediante bombeo, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 MPa por minuto, hasta alcanzar el valor de STP.

  Alcanzado dicho valor, se desconectará el bombeo y no se admitirá la entrada de agua en al menos una hora. Transcurrido este tiempo, se medirá con un manómetro el descenso de presión durante dicho intervalo, que deberá ser inferior a 0,02 MPa.

- Método de prueba de pérdida de agua

  Para medir la pérdida de agua se pueden emplear dos métodos equivalentes: medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado.

  En ambos métodos se incrementará la presión regularmente mediante bombeo hasta alcanzar el valor de STP en la conducción. Posteriormente se mantendrá la STP mediante bombeo, si es necesario, durante un periodo no inferior a una hora.

  Para el método de medida del volumen evacuado, se desconectará la bomba y no se permitirá que entre más agua en la conducción durante un periodo de prueba de al menos una hora. Al final de este periodo se medirá la presión reducida y se procederá a recuperar la STP bombeando. Se medirá la pérdida, evacuando agua hasta que se alcance nuevamente la anterior presión reducida.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Para el método de medida del volumen bombeado, se medirá la cantidad de agua que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba de la red durante el periodo de tiempo indicado anteriormente.

El volumen final evacuado o suministrado durante la primera hora de prueba no deberá exceder el valor dado por la siguiente expresión:

$$\Delta V_{max} = 1{,}2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left(\frac{1}{E_W} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

Siendo:

DV_{max}	Pérdida de agua admisible (l)
V	Volumen del tramo de conducción en prueba (l).
DP	Caída admisible de presión durante la prueba (0,02 MPa)
E	Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa), (ver Tabla 24)
E_W	Módulo de compresibilidad del agua ($2{,}1 \cdot 10^3$ MPa)
ID	Diámetro interior de la conducción (mm)
e	Espesor nominal de la conducción (mm)
$1{,}2$	Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la conducción

Cuando, durante la realización de esta prueba principal o de puesta en carga, el descenso de presión o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se analizarán las causas y se corregirán los defectos observados.

XI.4.3 Actas de pruebas

Para las actas de las pruebas se utilizarán formularios similares a los que se incluyen a continuación:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

ACTA DE PRUEBAS CON AIRE DE PÉRDIDA DE PRESIÓN EN CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE

SUBDIRECCIÓN:

ÁREA: FECHA:

OBRA:

CONTRATISTA:

DIRECTOR DE OBRA:

PROMOTOR:

CÓDIGO DE MANÓMETRO UTILIZADO:

ASISTENTES:

D. En representación de:

D. En representación de:

D. En representación de:

PRUEBA CON AIRE DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

(Según UNE-EN 1610. Apartado 13.2)

A: Presión Máxima de Diseño, MDP, en atmósferas (atm)
B: Presión de prueba de la red, STP, en atmósferas (atm) según Tabla 23
C: Caída de presión real medida en tiempo de prueba, en atmósferas (atm)
L: Longitud, en metros (m)
Ø: Diámetro, en milímetros (mm)

CRITERIO DE VALIDEZ $C \leq \Delta P$ (Según tabla siguiente)

Tramo	Tubería			Prueba		Presión (atm)			Observaciones
	Ø (mm)	Material	L (m)	Tiempo (min)	Método	A	B	C	

FIRMAS

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

ACTA DE PRUEBAS CON AGUA DE PÉRDIDA DE VOLUMEN EN CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE

SUBDIRECCIÓN:

ÁREA: FECHA:

OBRA:

CONTRATISTA:

DIRECTOR DE OBRA:

PROMOTOR:

CÓDIGO DE MANÓMETRO UTILIZADO:

ASISTENTES:

D. En representación de:

D. En representación de:

D. En representación de:

PRUEBA CON AGUA DE PÉRDIDA DE VOLUMEN

(Según UNE-EN 1610. Apartado 13.3)

A: Presión Máxima de Diseño, MDP, en atmósferas (atm)
B: Presión de prueba de la red, STP, en atmósferas (atm)

Máxima: 0,50 atm
Mínima: 0,10 atm

C: Caída de presión real medida en una hora, en atmósferas (atm)
L: Longitud, en metros (m)
Ø: Diámetro, en milímetros (mm)
ΔV: Volumen final suministrado, en litros (l)
$\Delta V_{máx}$: Pérdida admisible, en litros (l)

CRITERIO DE VALIDEZ $\Delta V \leq \Delta V_{máx}$

Tramo	Tubería			Presión (atm)			Volumen (l)		Observaciones
	Ø (mm)	Material	L (m)	A	B	C	ΔV	$\Delta V_{máx}$	

FIRMAS

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

ACTA DE PRUEBAS DE CAÍDA DE PRESIÓN O PÉRDIDA DE AGUA EN CONDUCCIONES BAJO PRESIÓN CON GOLPE DE ARIETE CALCULADO

SUBDIRECCIÓN:
ÁREA: FECHA:

OBRA:
CONTRATISTA:
DIRECTOR DE OBRA:
PROMOTOR:

CÓDIGO DE MANÓMETRO/CAUDALÍMETRO UTILIZADO:

ASISTENTES:

D. En representación de:
D. En representación de:
D. En representación de:

PRUEBA DE CAÍDA DE PRESIÓN O PÉRDIDA DE AGUA PARA GOLPE DE ARIETE CALCULADO

(Según UNE-EN 805. Apartado 11.3)

Ø: Diámetro (mm)
L: Longitud del tramo de conducción en prueba (m)

A: Presión Máxima de Diseño, MDPc, con golpe de ariete calculado (MPa)
B: Presión de prueba de la red, STP, con golpe de ariete calculado (MPa)

STP = MDPc + 0,1

C: Caída de presión real medida en una hora (MPa)

ΔV: Volumen final suministrado (l)
$\Delta V_{máx}$: Pérdida admisible (l)

$$\Delta V_{\max} = 1{,}2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left(\frac{1}{E_W} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

V	Volumen del tramo de conducción en prueba (l)
ΔP	Caída admisible de presión durante la prueba (0,02 MPa)
E	Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa)
E_W	Módulo de compresibilidad del agua ($2{,}1 \cdot 10^3$ MPa)
ID	Diámetro interior de la conducción (mm)
e	Espesor nominal de la conducción (mm)
1,2	Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la conducción

CRITERIOS DE VALIDEZ

Prueba de caída de presión: $C \leq 0{,}02$ MPa
Prueba de pérdida de agua: $\Delta V \leq \Delta V_{máx}$

Tramo	Tubería			Presión (MPa)			Volumen (l)		Observaciones
	Material	Ø (mm)	L (m)	A	B	C	ΔV	$\Delta V_{máx}$	

FIRMAS

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

ACTA DE PRUEBAS DE CAÍDA DE PRESIÓN O PÉRDIDA DE AGUA EN CONDUCCIONES BAJO PRESIÓN CON GOLPE DE ARIETE ESTIMADO

SUBDIRECCIÓN:
ÁREA: FECHA:

OBRA:
CONTRATISTA:
DIRECTOR DE OBRA:
PROMOTOR:

CÓDIGO DE MANÓMETRO/CAUDALÍMETRO UTILIZADO:

ASISTENTES:

D. En representación de:
D. En representación de:
D. En representación de:

PRUEBA DE CAÍDA DE PRESIÓN O PÉRDIDA DE AGUA PARA GOLPE DE ARIETE ESTIMADO

(Según UNE-EN 805. Apartado 11.3)

Ø: Diámetro (mm)
L: Longitud del tramo de conducción en prueba (m)

A: Presión Máxima de Diseño, MDPa, con golpe de ariete estimado (MPa)
B: Presión de prueba de la red, STP, con golpe de ariete estimado (MPa)
El menor de los valores siguientes:
STP = MDPa + 0,5
STP = MDPa x 1,5
C: Caída de presión real medida en una hora (MPa)

ΔV: Volumen final suministrado (l)
$\Delta V_{máx}$: Pérdida admisible (l)

$$\Delta V_{max} = 1{,}2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left(\frac{1}{E_W} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

V	Volumen del tramo de conducción en prueba (l)
ΔP	Caída admisible de presión durante la prueba (0,02 MPa)
E	Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa)
E_W	Módulo de compresibilidad del agua ($2{,}1 \cdot 10^3$ MPa)
ID	Diámetro interior de la conducción (mm)
e	Espesor nominal de la conducción (mm)
1,2	Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la conducción

CRITERIOS DE VALIDEZ

Prueba de caída de presión: $C \leq 0{,}02$ MPa
Prueba de pérdida de agua: $\Delta V \leq \Delta V_{máx}$

Tramo	Tubería			Presión (MPa)			Volumen (l)		Observaciones
	Material	Ø (mm)	L (m)	A	B	C	ΔV	$\Delta V_{máx}$	

FIRMAS

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Anexo 1 Características técnicas de las conducciones

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.1 Introducción

En el presente Anexo se normalizan unas características técnicas complementarias para las conducciones a emplear en redes de saneamiento de Canal de Isabel II basadas en la normativa vigente.

Las conducciones usualmente empleadas en las redes de saneamiento de Canal de Isabel II serán de alguno de los materiales siguientes:

- Hormigón armado de sección circular.
- Materiales termoplásticos de pared estructurada.
- Gres.
- Fundición dúctil.
- PVC-O.
- PRFV.
- PE de pared lisa.
- Galerías de hormigón armado.
- Hormigón de sección no circular.

No obstante, y de manera excepcional previa aprobación de Canal de Isabel II, también se podrán usar otros materiales y tipologías, como hormigón polímero.

A1.2 Tubos de hormigón armado de sección circular

A1.2.1 Generalidades

Las tuberías de hormigón armado de sección circular objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para las mismas en las Normas UNE-EN 1916 y UNE 127916.

El uso de este tipo de tubos se limitará al indicado en el apartado III.2.

Los tubos de hormigón polímero quedan excluidos del objeto del presente artículo, normalizándose sus características en el apartado A1.11.

A1.2.2 Definiciones

En los tubos de hormigón de sección circular sin camisa de chapa serán de aplicación las siguientes de manera específica:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Diámetro nominal, DN

  En los tubos de hormigón armado de sección circular la designación genérica DN se refiere al diámetro interior (ID). Para los elementos, cuya sección interior es ovoide, la dimensión nominal (WN/HN) está dada por la designación numérica ancho/altura interior.

- Ovalación

  En los tubos de hormigón armado, la ovalación se mide como la diferencia entre el diámetro interior máximo y mínimo en una misma sección recta de la conducción.

- Ortogonalidad

  Se denomina ortogonalidad de la pared del tubo a la diferencia máxima de medida en una sección transversal de la pared del extremo del tubo.

  El método de medición consiste en apoyar, sobre una longitud mínima de 0,5 m, una escuadra en la pared interior y exterior del tubo y una vez aproximado al punto más saliente, medir la máxima distancia Rectitud de generatrices.

  Las generatrices interiores o exteriores de los tubos no deben presentar una desviación superior al 0,35% de la longitud interna del tubo. En los tubos de hormigón armado, la rectitud de generatrices se mide conforme a lo especificado en el artículo 6.9.4 de la Norma UNE 127916:2017.

- Carga mínima en el ensayo de aplastamiento

  En los tubos de hormigón armado, es aquella carga F_n que, en el ensayo de aplastamiento definido en el apartado 6.4 de la Norma UNE-EN 1916:2008, produce la rotura o colapso del tubo. Se expresa en kN/m.

- Carga de fisuración o de prueba

  Carga bajo la cual un elemento de hormigón con fibra de acero o de hormigón armado debe resistir, la fisuración estando limitada a un valor definido. Esta carga de prueba (fisuración) F_c será de 0,67 F_n sin que aparezcan, en las zonas de tensión del hormigón, fisuras estabilizadas de más de 0,3 mm sobre una longitud continua de 300 mm o más. Se expresa en kN/m.

- Clase de resistencia o resistente:

  Carga mínima aplicada en el ensayo de aplastamiento, en kN/m, dividida por una milésima parte de la dimensión nominal (DN) o del ancho nominal (WN) del elemento.

  Designación adoptada a efectos de la clasificación de los tubos asociada a su carga de fisuración y rotura. En la clasificación tipo E (ver artículo siguiente) se identifica con su carga (en kN/m^2) de rotura.

A1.2.3 Clasificación

Los tubos de hormigón armado de sección circular se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y por su clase de resistencia. Los valores normalizados en UNE 127916 de los DN y de las clases de resistencia, así como sus posibles combinaciones, serán tal como se muestra en la Tabla 25.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 25. Clasificación de las tuberías de hormigón armado de sección circular (UNE 127916:2017)

Clasificación Tipo E

		Clase de resistencia	
		135	180
	Carga fisuración (kN/m²)	90	120
	Carga rotura (kN/m²)	135	180
DN	300		
	400		
	500		
	600		
	800		
	1.000		
	1.200		
	1.400		
	1.500		
	1.600		
	1.800		
	2.000		
	2.500		
	3.000		

Clasificación Tipo A

		Clase de resistencia	
		IV	V
	Carga fisuración (kN/m²)	100	140
	Carga rotura (kN/m²)	150	175
DN	300		
	400		
	500		
	600		
	800		
	1.000		
	1.200		
	1.400		
	1.500		
	1.600		
	1.800		
	2.000		
	2.500		
	3.000		

A1.2.4 Características técnicas

Los materiales en los tubos de hormigón, cemento, agua, áridos, aditivos, adiciones y acero para armaduras deberán cumplir con lo especificado por la vigente EHE.

Los tubos, una vez fabricados, deberán resistir las cargas de fisuración y de rotura que se indican en la Tabla 26 según DN y clases.

Las características finales del hormigón obtenido deberán ser las que se indican en la Tabla 27 En el caso de ambientes marinos o con posibilidad de erosión se tendrá que recurrir a las prescripciones relativas a la durabilidad, establecidas en la vigente EHE.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 26. Cargas de fisuración y de rotura mínimas de ensayo (en kN/m) en los tubos de hormigón de sección circular (UNE 127916)

Clasificación Tipo E				
DN	Clase 135		Clase 180	
	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura
300	27,0	40,5	36,0	54,0
400	36,0	54,0	48,0	72,0
500	45,0	67,5	60,0	90,0
600	54,0	81,0	72,0	108,0
800	72,0	108,0	96,0	144,0
1.000	90,0	135,0	120,0	180,0
1.200	108,0	162,0	144,0	216,0
1.400	126,0	189,0	168,0	252,0
1.500	135,0	202,5	180,0	270,0
1.600	144,0	216,0	192,0	288,0
1.800	162,0	243,0		
2.000	180,0	270,0		
2.500				
3.000				

Clasificación Tipo A				
DN	Clase IV		Clase V	
	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura
300	30,0	45,0	42,0	52,5
400	40,0	60,0	56,0	70,0
500	50,0	75,0	70,0	87,5
600	60,0	90,0	84,0	105,0
800	80,0	120,0	112,0	140,0
1.000	100,0	150,0	140,0	175,0
1.200	120,0	180,0	168,0	210,0
1.400	140,0	210,0	196,0	245,0
1.500	150,0	225,0	210,0	262,5
1.600	160,0	240,0	224,0	280,0
1.800	180,0	270,0		
2.000	200,0	300,0		
2.500				
3.000				

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 27. Características del hormigón (UNE-EN 1916 y UNE 127916)

Característica		Valor
Relación máxima agua cemento		0,45
Absorción máxima de agua (% de la masa)		6
Contenido máximo de ion cloro (% de la masa de cemento)		0,4
Resistencia a compresión mínima (N/mm2)		30
Alcalinidad	Con ataque químico medio	≥ 0,85
	Con ataque químico débil	A criterio del proyectista

A1.2.5 Dimensiones

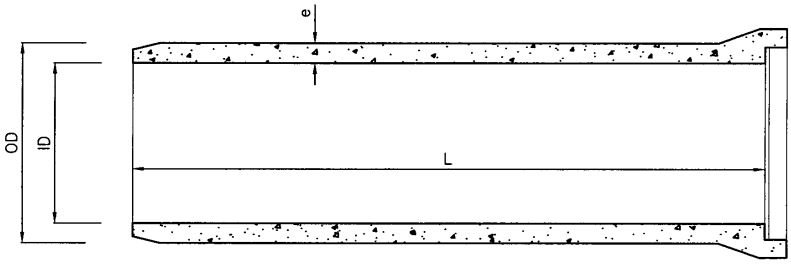
Las dimensiones normalizadas de los tubos de hormigón de sección circular serán las indicadas en la Tabla 28, adjunta al final de dicho apartado, según sea su tipología (UNE 127916).

Atendiendo a la forma exterior de los tubos podrán ser cilíndricos o con enchufe y campana (ver Figura 35). La longitud nominal (L) de las tuberías se refiere a la útil conforme puede verse en la Figura 35, según tipologías. Su valor será declarado por el fabricante, debiendo ser, en cualquier caso, inferior a 6 veces el DN. La tolerancia sobre el valor declarado será de (UNE-EN 1916 y UNE 127916):

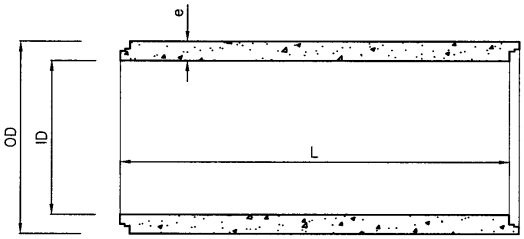
- DN < 1.500 ± 1% del valor de la longitud declarado por el fabricante
- DN ≥ 1.500 + 50 mm / -20 mm

Los tubos deberán ser rectos, no debiendo admitirse un defecto en la rectitud mayor del 0,35% de su longitud.

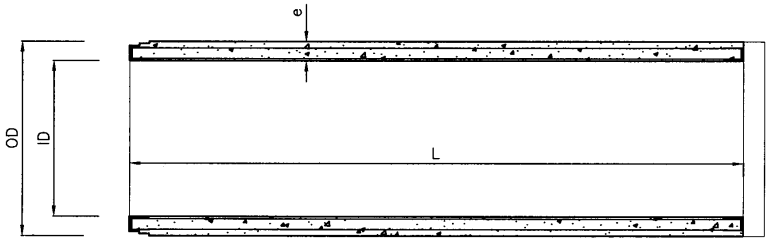
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid



Tubo de hormigón con enchufe y campana



Tubo de hormigón cilíndrico



Tubo de hormigón cilíndrico para hinca

Figura 35. Dimensiones y tipologías en los tubos de hormigón

En cuanto al espesor, los tubos podrán fabricarse bajo dos series de fabricación (la B o la C), siendo los espesores mínimos los indicados en la Tabla 28 para cada caso. La tolerancia sobre el espesor de pared del tubo será, en cualquier caso, el menor valor de los siguientes:

- el 95% del espesor de pared declarado por el fabricante

- el espesor de pared declarado por el fabricante menos 5 mm.

Los tubos de hormigón armado podrán diseñarse de modo que su base sea plana y no circular para así facilitar la instalación. Igualmente, en los tubos de diámetro superior a 1.800 mm se podrá disponer una pequeña plataforma (o andén) que permita que sean visitables, así como un pequeño canal de sección semicircular que facilite el transporte de las aguas residuales en tiempo seco.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

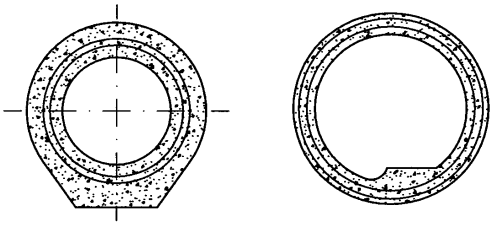


Figura 36. Tubos de hormigón con base plana y con andén y canal

Tabla 28. Dimensiones de los tubos de hormigón (UNE 127916)

DN (mm)	Tolerancia en DN	Ortogonalidad (mm)	Espesor mínimo (mm)	
			Serie B	Serie C
300	±5	6	50	69
400	±6	6	59	78
500	±8	6	67	86
600	±9	6	75	94
700*	±10	7	84	102
800	±10	8	92	111
900*	±10	9	100	119
1.000	±10	10	109	128
1.100*	±11	11	117	136
1.200	±12	12	125	144
1.300*	±14	13	134	153
1.400	±14	14	142	161
1.500	±15	15	150	169
1.600	±15	16	159	178
1.800	±15	16	175	194
2.000	±15	16	192	211
2.200	±15	16	209	228
2.500	±15	19	234	253
2.800	±15	19	257	280
3.000	±15	19	280	300

A1.2.6 Uniones

Los tubos de hormigón armado se unirán con juntas flexibles mediante anillo elastomérico, siendo posible las siguientes disposiciones, atendiendo a la terminación de sus extremos:

- Uniones con macho escalonado.
- Uniones con macho acanalado.
- Uniones mediante virola de acero (tubos de hinca).

A su vez, en cualquier caso, si el espesor del tubo es suficientemente grande, la forma exterior de la unión es cilíndrica. Si por el contrario el espesor no permite realizar la unión de forma adecuada, se da un sobre espesor al extremo hembra de manera que la forma exterior de la unión es mediante enchufe y campana (ver Figura 37, Figura 38 y Figura 39).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

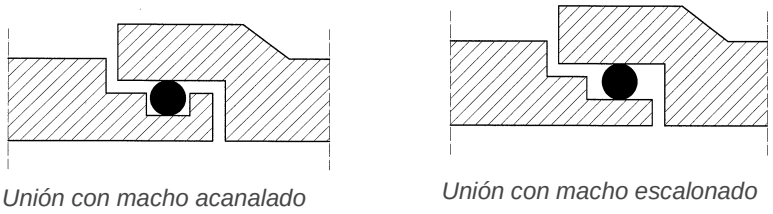


Figura 37. Uniones flexibles con extremos en enchufe y campana en los tubos de hormigón

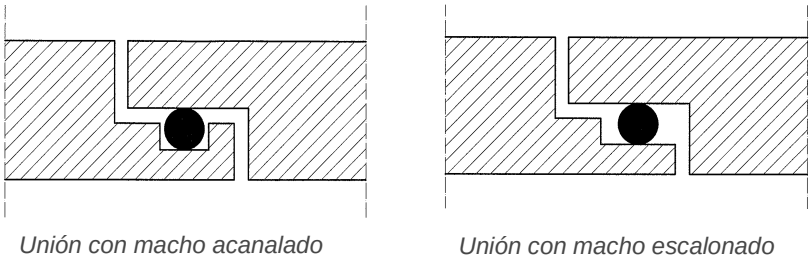


Figura 38. Uniones flexibles con extremos cilíndricos en los tubos de hormigón

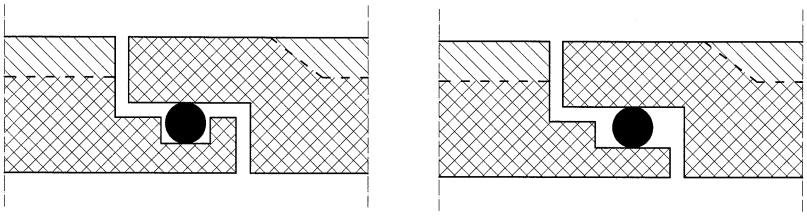


Figura 39. Comparativa entre uniones flexibles con extremos en enchufe y campana y cilíndricos en los tubos de hormigón

Las juntas elastoméricas deberán cumplir lo especificado para las mismas en el apartado III.3.

Los tubos de hormigón que se instalen mediante hinca irán dispuestos con uniones flexibles y estar contenidas en el espesor de la pared del tipo a medio espesor o bajo virola (véanse los dibujos de la Figura 40). Deben ser diseñadas de manera que lleven una o varias juntas de estanqueidad. Todas las superficies de unión que transmitan la carga durante la puesta en obra deben ser planas y estar exentas de irregularidades que pudieran provocar la concentración de esfuerzos locales elevados.

En los dos primeros casos, las virolas deberán ser de acero inoxidable conforme a lo indicado en la Norma UNE-EN 10025.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

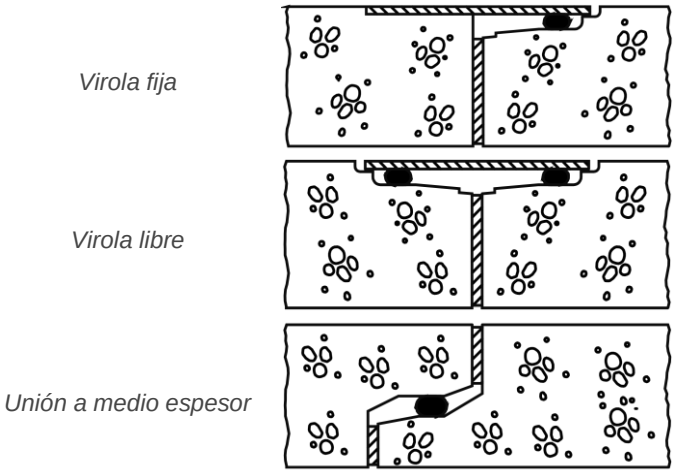


Figura 40. Uniones en tubos de hormigón para hinca (UNE 127916:2017)

A1.2.7 Marcado

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante, así como lugar de fabricación.
- Identificación del material.
- Fecha de fabricación en la forma AAMMDD (año, mes, día).
- Diámetro nominal en mm para tubos de circulares y anchura nominal en mm para tubos en ovoides.
- Clase resistente (C-135, C-180 o C-IV, C-V).
- Referencia a las Normas UNE-EN 1916 y UNE-EN 127916.
- Identificación de cualquier entidad de certificación por tercera parte.
- Marcado CE.
- Identificación de las condiciones de uso distintas de las condiciones.
- Identificación de la utilización particular prevista, si fuera el caso.

Adicionalmente, en los tubos que no tengan la armadura circular uniformemente distribuida, deberá marcarse, de forma clara, la generatriz del tubo que deba quedar situada en su parte superior después del montaje.

A1.2.8 Control de la calidad de fabricación

Será de aplicación lo especificado en las Normas UNE-EN 1916 y UNE 127916, cuyo contenido se resume en la tabla adjunta.

Asimismo, en el caso de requerirse evaluación de la conformidad para todos los elementos, será de aplicación lo indicado en el Anexo H "*Métodos de muestreo para el control de los productos terminados*" de la UNE-EN 1916.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 29. Control de calidad de tubos y piezas especiales de hormigón

Tipo de control		Apartados UNE-EN 1916	Apartados UNE 127916
Control de materiales		G.7; 4.1; 4.2	4.1; 4.2
Características geométricas	Diámetro		6.9.1
	Espesor de la pared		6.9.2
	Longitud interna del fuste		6.9.3
	Rectitud de las generatrices		6.9.4
	Ortogonalidad de la pared		6.9.5
Características mecánicas	Resistencia aplastamiento	6.4; 4.3.5	4.3.5
	Resistencia flexión longitudinal	6.5¸4.3.6	
	Estanquidad frente al agua	6.6; 4.3.7	4.3.7
	Absorción al agua	6.7; 4.2.6	
	Cuantía y disposición de armaduras	6.3; 5.2.1	
	Resistencia de testigos. (Tubos de hinca)	5.3.2; 6.8	
Control de los procedimientos	Composición del hormigón	4.2; G.4	
	Producción en fábrica	G.5	
	Marcado y almacenamiento	G.6	
	Entrega	L	L
Control del material del laboratorio		G.10	

A1.3 Tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada

A1.3.1 Generalidades

Los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 13476.

El uso de este tipo de tubos se limitará al indicado en el apartado III.2.

Estos tubos podrán ser fabricados con diversos materiales (PVC-U, PE o PP) y bajo muchos posibles diseños, los cuales admiten ser clasificados de la siguiente manera:

a) Tipo A. Aquellos cuyas superficies interna y externa son lisas (UNE-EN 13476).

- Tipo A1. Tubos o accesorios con superficie interior y exterior lisas y en el que las paredes exteriores e interiores están conectadas por nervios axiales internos o por una capa intermedia en forma de espuma o no, de material termoplástico.
- Tipo A2. Tubos o accesorios con la superficie interior y exterior lisas y en el que las paredes exteriores e interiores están conectadas por nervios internos dispuestos en forma radial o helicoidal.

b) Tipo B. Aquellos cuya superficie interna es lisa y la superficie externa perfilada. (UNE-EN 13476).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

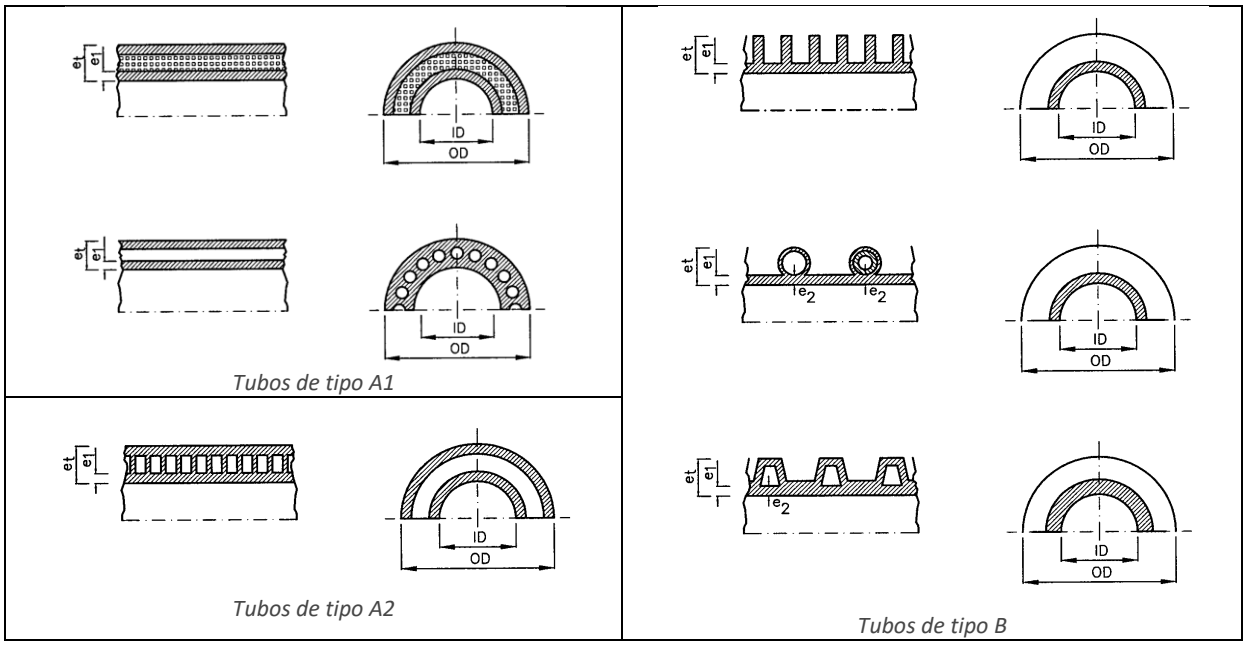


Figura 41. Ejemplos de tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada

A1.3.2 Definiciones

En los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada serán de aplicación las siguientes de manera específica:

- Diámetro nominal, DN

  Los tubos y los accesorios se clasifican en función a su diámetro exterior (serie DN/OD) y/o en función a su diámetro interior (serie DN/ID).

- Rigidez anular

  Característica mecánica de un tubo, que es una medida de la resistencia a la deformación anular bajo una fuerza externa determinada conforme a la Norma UNE-EN ISO 9969.

- Clase de rigidez anular nominal, SN

  Designación numérica de la rigidez anular de un tubo o de un accesorio, que es un número convenientemente redondeado, que indica la rigidez anular mínima requerida del tubo o del accesorio.

A1.3.3 Clasificación

Los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada se clasificarán por su diámetro exterior (serie DN/OD) y/o por su diámetro interior (serie DN/ID), y por su rigidez nominal (SN). Los valores de SN normalizados en la Norma UNE-EN 13476 y permitidos por Canal de Isabel II serán tal como se muestra a continuación:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Para tubos de PVC-U y PE estructurado: mínimo SN 8.

Para tubos de PP estructurado: mínimo SN 16.

A1.3.4 Características técnicas

Las características técnicas de los tubos de materiales termoplásticos con pared estructurada serán las específicas para el material constitutivo en cada caso en particular.

A1.3.5 Dimensiones

Las dimensiones normalizadas de los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada serán las que se indican en la tabla adjunta, según el diámetro nominal DN se refiera al interior o al exterior, si bien, excepcionalmente, podrán admitirse dimensiones diferentes a las normalizadas.

Tabla 30. Dimensiones de los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada, según DN se refiera al exterior (izquierda) o al interior (derecha), UNE-EN 13476-2 y UNE-EN 13476

Diámetro (mm)				Espesor mínimo (mm)			
DN/OD	PVC-U	PP/PE	OD_{max}	A1		B	A2 y B
	ID_{min}			Multicapa $e_{4,\,min}$	Pared hueca $e_{4,\,min}$	$e_{4,\,min}$	$e_{5,\,min}$
250	216	209	252,3	0,7	1,1	1,7	1,4
315	270	263	317,9	0,8	1,2	1,9	1,6
400	340	335	403,6	1,0	1,5	2,3	2,0
500	432	418	504,5	1,3	2,1	2,8	2,8
630	540	527	635,7	1,6	2,6	3,3	3,3
800	680	669	807,2	2,0	3,0	4,1	4,1
1.000	864	837	1.009,0	2,5	3,5	5,0	5,0
1.200	1.037	1.005	1.210,8	2,8	4,7	5,0	5,0

Diámetro (mm)		Espesor mínimo (Series A2 y B; mm)	
DN/ID	ID_{min}	B	A2 y B
		$e_{4,\,min}$	$e_{5,\,min}$
250	245	1,8	1,5
300	294	2,0	1,7
400	392	2,5	2,3
500	490	3,0	3,0
600	588	3,5	3,5
800	785	4,5	4,5
1.000	985	5,0	5,0
1.200	1.185	5,0	5,0

e_4: espesor de pared de la capa interior (espesor de la pared del canal).
e_5: espesor de pared de la capa interior bajo la sección hueca.

En la Tabla 30 únicamente están normalizados los valores mínimos de los espesores.

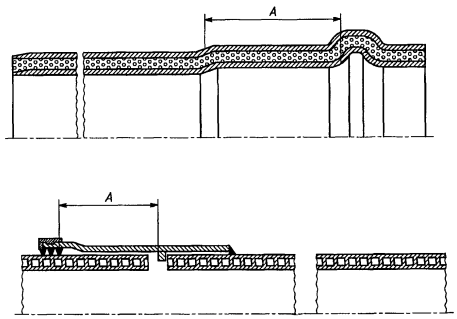
A1.3.6 Uniones

Los sistemas de unión de los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada podrán ser alguno de los siguientes (ver Figura 42):

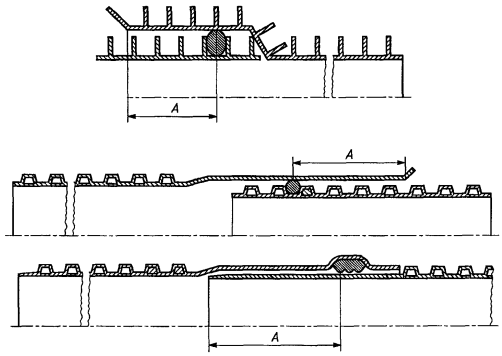
- Unión flexible de enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (o de “enchufe y campana”).
- Unión flexible mediante manguito soldado a uno de los extremos de la conducción con anillo elastomérico.

El anillo elastomérico admite ser colocado bien en el enchufe (o en el manguito en su caso) o bien en el extremo liso.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid



Ejemplo de uniones en tubos de tipo A



Ejemplo de uniones en tubos de tipo B

DN/OD	A min (mm)	
	PVC-U (tipos A y B) y PP / PE (tipo B)	PP PE (tipo A)
250	55	68
315	62	81
400	70	98
500	80	118
630	93	144
800	110	160
1.000	130	180
1.200	150	200

DN/ID	A min (mm)	
	PVC-U (tipos A y B) y PP / PE (tipo B)	PP PE (tipo A)
250	59	76
300	64	84
400	74	106
500	85	128
600	96	146
800	118	168
1.000	140	190
1.200	162	212

Figura 42. Uniones en tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada (UNE-EN 13476 y UNE-EN 13476)

A1.3.7 Marcado

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Referencia a la Norma UNE-EN 13476 (para los tubos de tipo A) o referencia a la Norma UNE-EN 13476 (para los tubos de tipo B)
- Diámetro nominal, DN (e indicación de si se refiere al interior DN/ID o al exterior DN/OD).
- Nombre y/o marca del fabricante.
- Clase de rigidez nominal, SN.
- Flexibilidad anular.
- Material constitutivo de la conducción.
- Código del área de aplicación.
- Información del fabricante.
- Marca o certificado de Calidad, en su caso.
- Resistencia al impacto -10 °C y +23 °C.
- Clase de tolerancia estrecha en caso de tubos de PP y PE con extremo macho con CT.
- Embocadura corta, en su caso.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.3.8 Control de la calidad de fabricación

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 13476, cuyo contenido se resume en la tabla adjunta.

Tabla 31. Control de calidad de tubos y piezas especiales de materiales termoplásticos de pared estructurada (UNE-EN 13476 y UNE-EN 13476)

Tipo de control		Apartados
Control de materiales	Especificación del material Resistencia a presión interna Resistencia a la presión interna 140 h y 1.000 h Resistencia a presión interna 165 h y 1.000 h Índice de fluidez de masa Estabilidad térmica Densidad	4.2; 4.3; 4.4 4.2.2 4.3.2 4.4.2 4.3.2; 4.4.2 4.3.2; 4.4.2 4.4.2
Características geométricas		7.2
Características mecánicas	Resistencia al impacto Rigidez anular Flexibilidad anular Resistencia a tracción Coeficiente de fluencia Resistencia mecánica o flexibilidad Ensayo de impacto Rigidez	9.1 9.1 9.1 9.1 9.1 9.2 9.2 9.2
Características físicas	Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) Retracción longitudinal Resistencia al diclorometano Resistencia al calor Comportamiento al calor	8.1.1; 8.1.2 8.1.1; 8.2.1; 8.3.1 8.1.1 8.1.1; 8.2.1; 8.3.1 8.1.2; 8.2.2; 8.3.2
Control de las uniones	Estanquidad de las uniones con junta elastomérica Ciclos de elevada temperatura Resistencia a ciclos combinados de temperatura y carga externa Estanquidad al agua Ensayo de tracción de las uniones soldadas o realizadas por fusión	10 10 10 10 10

A1.4 Tubos de gres

A1.4.1 Generalidades

Los tubos de gres objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 295, partes 1 a 7.

El uso de este tipo de tubos se limitará al indicado en el apartado III.2.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.4.2 Definiciones

En los tubos de gres serán de aplicación las siguientes de manera específica:

- Diámetro nominal, DN

  En los tubos de gres la designación genérica DN se refiere al diámetro interior (ID) en mm.

- Ortogonalidad

  En los tubos de gres, la ortogonalidad se mide a través de la desviación admisible de la perpendicularidad de los extremos, medición que debe hacerse conforme a lo especificado en la Norma UNE-EN 295.

- Rectitud

  En los tubos de gres, la rectitud se mide conforme a lo especificado en la Norma UNE-EN 295. La desviación de la rectitud se mide a través del ensayo de la desviación de la rectitud.

- Carga de rotura

  En los tubos de gres es aquella carga que, en el ensayo de aplastamiento, produce la rotura o colapso del tubo. Puede expresarse bien en kN/m^2 o bien en kN/m.

- Clase de resistencia

  Valor adoptado a efectos de la clasificación de los tubos (ver artículo siguiente) y que representa, en general, su carga (en kN/m^2) de rotura.

A1.4.3 Clasificación

Los tubos de gres se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y por su clase de resistencia.

Los valores normalizados en la UNE-EN 295 de los DN y de las clases de resistencia, así como sus posibles combinaciones, serán tal como se muestra en la figura adjunta.

Para los DN de 400 a 600 mm, podrán admitirse clases de resistencia superiores a las indicadas en la Tabla 32 incrementándose, en cualquier caso, a razón de 40 kN/m^2.

Para los DN de 700 a 800 mm, podrán admitirse clases de resistencia superiores a las indicadas en la Tabla 33 incrementándose, en cualquier caso, a razón de 10 kN/m^2.

Para DN>800 mm: debe declararse la resistencia al aplastamiento para tamaños nominales mayores que DN 800.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 32. Clasificación de los tubos de gres de DN 250 a DN 600 (UNE-EN 295)

		Clase de resistencia						
		95	120	160	200	240	260	280
	Carga rotura (kN/m²)	95	120	160	200	240	260	280
DN	250							
	300							
	350							
	400							
	450							
	500							
	600							

Tabla 33. Clasificación de los tubos de gres de DN 700 a DN 800 (UNE-EN 295)

		Clase de resistencia		
		120	160	200
	Carga rotura (kN/m²)	120	160	200
DN	700			
	800			

A1.4.4 Características técnicas

Los tubos, una vez fabricados, deberán resistir las cargas de rotura que se indican en la Tabla 34 y en la Tabla 35 según clases.

La resistencia al aplastamiento de DN distintos a los indicados en la Tabla 34 y en la Tabla 35 debe calcularse de acuerdo con la fórmula:

$$F_N = \frac{Clase \times DN}{1.000}$$

Tabla 34. Cargas de rotura (en kN/m) en los tubos de gres DN 250 a DN 600 (UNE-EN 295)

DN	Resistencia al aplastamiento mínima F_N (en kN/m)						
	Clase 95	Clase 120	Clase 160	Clase 200	Clase 240	Clase 260	Clase 280
250			40		60	65	70
300			48		72		
350			56	70			
400		48	64	80			
450		54	72				
500		60	80				
600	57		96				

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 35. Cargas de rotura (en kN/m) en los tubos de gres DN 700 a DN 800 (UNE-EN 295)

DN	Resistencia al aplastamiento mínima F_N (en kN/m)		
	Clase 120	Clase 160	Clase 200
700	84	112	140
800	96	128	160

A1.4.5 Dimensiones

Las dimensiones normalizadas de los tubos de gres serán las que se indican en la Tabla 36. Las longitudes nominales, además de las indicadas en dicha tabla, podrán ser múltiplos enteros de 250 mm.

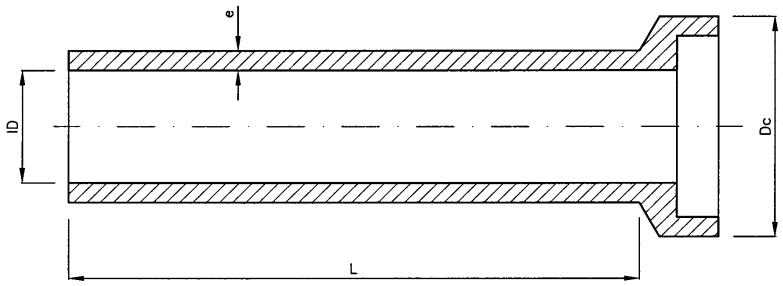


Figura 43. Dimensiones de los tubos de gres

Tabla 36. Dimensiones de los tubos de gres (UNE-EN 295)

DN	ID (mm) mínimo	Longitud		Desviación máxima de la rectitud (mm/m de la longitud nominal) (mm)	Cuadratura de los extremos (mm)
		Valor nominal (m)	Tolerancia		
250	244	1,00-1,50-1,60-1,85-2,00-2,50	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	4	6
300	293	1,00-1,50-1,60-1,85-2,00-2,50	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	4	6
350	341	1,00-1,50-1,60-1,85-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	7
400	390	1,00-1,50-1,60-1,85-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	8
450	439	1,00-1,50-1,60-1,85-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	9
500	487	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	10
600	585	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	12
700	682	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	14
800	780	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	16
900	878	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	18
1.000	975	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	20
1.200	1.170	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	24
1.400	1.365	1,50-2,00-2,50-3,00	-1%/+4% (mín. ± 10 mm)	3	28

A1.4.6 Uniones

Los sistemas de unión de los tubos de gres podrán ser alguno de los siguientes:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Unión flexible mediante resina de poliuretano impregnada tanto en el enchufe como en la campana de los tubos a unir (Sistema C). Este sistema de unión será aplicable en toda la gama de dimensiones.

- Unión flexible mediante anillo elastomérico en forma de labio y posterior sellado con resina epoxi (Sistema F). Este sistema de unión sólo será aplicable en tubos de diámetro menor de 300 mm.

Se podrán emplear otros dispositivos de unión, como manguitos de polipropileno.

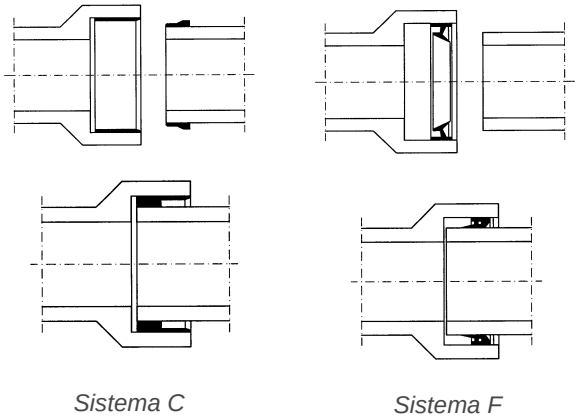


Figura 44. Sistemas de unión en los tubos de gres

A1.4.7 Marcado

Todos los tubos deberán ir marcados, debe ser indeleble e impreso cuando sea posible antes de la vitrificación, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Referencia a la Norma EN 295.
- Identificación del fabricante.
- Fecha de fabricación.
- Diámetro nominal, DN.
- Sistema de unión.
- Marca de calidad, en su caso.
- Marcado CE.

Además, los tubos deben marcarse con:

- Resistencia al aplastamiento, FN en kN/m.
- Resistencia al momento de flexión, BMR en KN m, necesario para tuberías ≤ 225 mm y longitud > 1,10 m.

Además, los codos y uniones deben marcarse con:

- Ángulo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.4.8 Control de la calidad de fabricación

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 295, cuyo contenido se resume en la tabla adjunta.

Tabla 37. Control de calidad de tubos y piezas especiales de gres (UNE-EN 295)

Tipo de control		Apartados UNE-EN 295-1	Apartados UNE-EN 295-3
Características geométricas	Diámetro mínimo interior	5.2	
	Longitud	5.3	
	Cuadratura de los extremos	5.4	5
	Flecha (desviación de la rectitud)	5.5	6
	Ángulo de curvatura	5.7	
	Desviación angular	6.2.2	21.2
Características mecánicas	Resistencia al aplastamiento	5.9	7
	Ángulo del ramal de las uniones	5.8	
	Intercambiabilidad de las juntas	6.4	
	Estanquidad al agua	5.14; 6.2	12; 21
	Sello hidráulico	5.6	
	Resistencia a flexión	5.10	8
	Resistencia al momento de flexión	5.11	9
	Resistencia a la fatiga bajo cargas intermitentes	5.13	11
	Resistencia al ataque químico	5.15	13
	Rugosidad hidráulica	5.16	14
	Resistencia a la abrasión	5.17	15
	Hermeticidad	5.18	16
	Resistencia mínima después de la inmersión	5.12.2	23.2
	Resistencia al esfuerzo cortante	6.2.3	21.3
	Resistencia a los ataques físico y químico de los líquidos residuales	5.15	13
	Continuidad del curso del agua	6.3	22
	Estabilidad a los ciclos térmicos	6.6	24.1
	Estabilidad térmica a largo plazo	6.7	24.2

A1.5 Tubos de fundición dúctil

A1.5.1 Generalidades

Los tubos de fundición dúctil objeto del presente artículo se emplearán preferentemente en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 598:.

El uso de este tipo de tubos se limitará al indicado en el apartado III.2.

A1.5.2 Definiciones

En los tubos de fundición serán de aplicación las siguientes de manera específica:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Diámetro Nominal, DN

  Designación alfanumérica de dimensión de los componentes de una red de tuberías, utilizada como referencia. Comprende las letras DN seguidas por un número entero adimensional que está indirectamente asociado a las dimensiones reales, en milímetros, del diámetro interior o del diámetro exterior de las conexiones de los extremos. En los tubos de gres la designación genérica DN se refiere al diámetro interior (ID) en mm.

- Ovalidad

  Desviación en la redondez de una sección de tubería; es igual a:

$$100\,\frac{D_{max} - D_{min}}{D_{max} + D_{min}}$$

Siendo D_{max} y D_{min} los diámetros exteriores mayor y menor de la sección del tubo.

A1.5.3 Clasificación

Los tubos de fundición dúctil se clasificarán por su diámetro nominal (DN), estando normalizado un único valor posible de espesor de la pared del tubo para cada DN.

A1.5.4 Características técnicas

Las características mecánicas de la fundición dúctil empleada en los tubos deberán cumplir con lo especificado en la Tabla 38. Para la densidad del material se adopta, en general, el valor de 7.050 kg/m^3 y para el módulo de elasticidad, 1,7 x 10^5 N/mm^2.

Los tubos deberán identificarse exteriormente por uno de los siguientes colores: marrón, rojo o gris. En ningún caso se admitirá el color azul.

Tabla 38. Características mecánicas de la fundición dúctil (UNE-EN 598)

Tipo de pieza	Resistencia mínima a la tracción, R_m (N/mm^2)	Alargamiento mínimo en rotura, $A_{mín,\,r}$ (%)		Dureza Brinell Máxima, HB
		DN ≤ 1.000	DN > 1.000	
Tubos centrifugados	420	10	7	230
Tubos no centrifugados	420	5	5	230
Piezas especiales	420	5	5	250
1) El límite elástico mínimo, $L_{e,\,min}$ debe ser: > 270 N/mm^2 para 100 < DN ≤ 1.000 cuando $A_{min,r} \geq 12\%$ > 270 N/mm^2 para DN > 1.000 cuando $A_{min,r} \geq 10\%$ > 300 N/mm^2 en los demás casos 2) Si los tubos o piezas especiales son fabricados a partir de elementos soldados, se puede admitir una dureza local más elevada en las soldaduras.				

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.5.5 Dimensiones

Las dimensiones normalizadas de los tubos de fundición con junta flexible serán las indicadas en la Tabla 39 y en la Figura 45. Si, excepcionalmente, se dispusieran tubos unidos con bridas, sus dimensiones serán las especificadas en la Norma UNE-EN 545.

Tabla 39. Dimensiones de los tubos de fundición dúctil (UNE-EN 598)

Diámetro				Espesor		Longitud	
DN	OD	Tolerancia ID (mm)	Tolerancia OD (mm)	Valor nominal (mm)	Desviación Límite (mm)	Valor nominal (m)	Tolerancia (mm)
150	170	-10	+1/-2,9	4,8	-1,3	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
200	222	-10	+1/-3,0	4,9	-1,3	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
250	274	-10	+1/-3,1	5,3	-1,6	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
300	326	-10	+1/-3,3	5,6	-1,6	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
350	378	-10	+1/-3,4	6,0	-1,7	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
400	429	-10	+1/-3,5	6,3	-1,7	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
450	480	-10	+1/-3,6	6,7	-1,8	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
500	532	-10	+1/-3,8	7,0	-1,8	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
600	635	-10	+1/-4,0	7,7	-1,9	3 - 5 - 5,5 - 6	+70/-30
700	738	-10	+1/-4,3	9,6	-2,0	5,5 - 6 - 7	+70/-30
800	842	-10	+1/-4,5	10,4	-2,1	5,5 - 6 - 7	+70/-30
900	945	-10	+1/-4,8	11,2	-2,2	6 - 7- 8,15	+70/-30
1.000	1.048	-10	+1/-5,0	12,0	-2,3	6 - 7- 8,15	+70/-30
1.100	1.152	-11	+1/-6,0	14,4	-2,4	6 - 7- 8,15	+70/-30
1.200	1.255	-12	+1/-6,0	15,3	-2,5	6 - 7- 8,15	+70/-30
1.400	1.462	-14	+1/-6,6	17,1	-2,7	6 - 7- 8,15	+70/-30
1.500	1.565	-15	+1/-7,0	17,9	-2,8	8,15	+70/-30
1.600	1.668	-16	+1/-7,4	18,9	-2,9	8,15	+70/-30
1.800	1.875	-18	+1/-8,2	20,7	-3,1	8,15	+70/-30
2.000	2.082	-20	+1/-9,0	22,5	-3,3	8,15	+70/-30

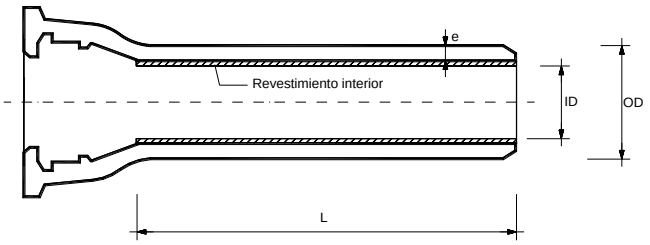


Figura 45. Dimensiones de los tubos de fundición dúctil (unión flexible)

Las tolerancias sobre las dimensiones normalizadas en los tubos de fundición deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- Las desviaciones admisibles sobre las longitudes normalizadas serán de ±150 mm para la longitud normalizada de 8,15 m y de ±100 mm para todas las demás longitudes normalizadas.

- Sobre los valores de la longitud nominal serán aceptables hasta un 10% del número total de tubos de cada diámetro con longitudes inferiores a las normalizadas, en cuyo caso la disminución admisible debe ser:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- hasta 0,15 m para los tubos en los cuales se han cortado muestras para ensayo.
- hasta 2,00 m en incrementos de 0,50 m para DN < 700 mm.
- hasta 3,00 m en incrementos de 0,10 m para DN ≥ 700 mm.

- La tolerancia para la ovalación del extremo liso de los tubos deberá permanecer dentro de las tolerancias del OD (para DN≤200), ser menor del 1% (para 250≤DN≤600) o del 2% (para DN>600).

- Los tubos deberán ser rectos, siendo admisible una desviación en la rectitud del 0,125% de su longitud.

A1.5.6 Uniones

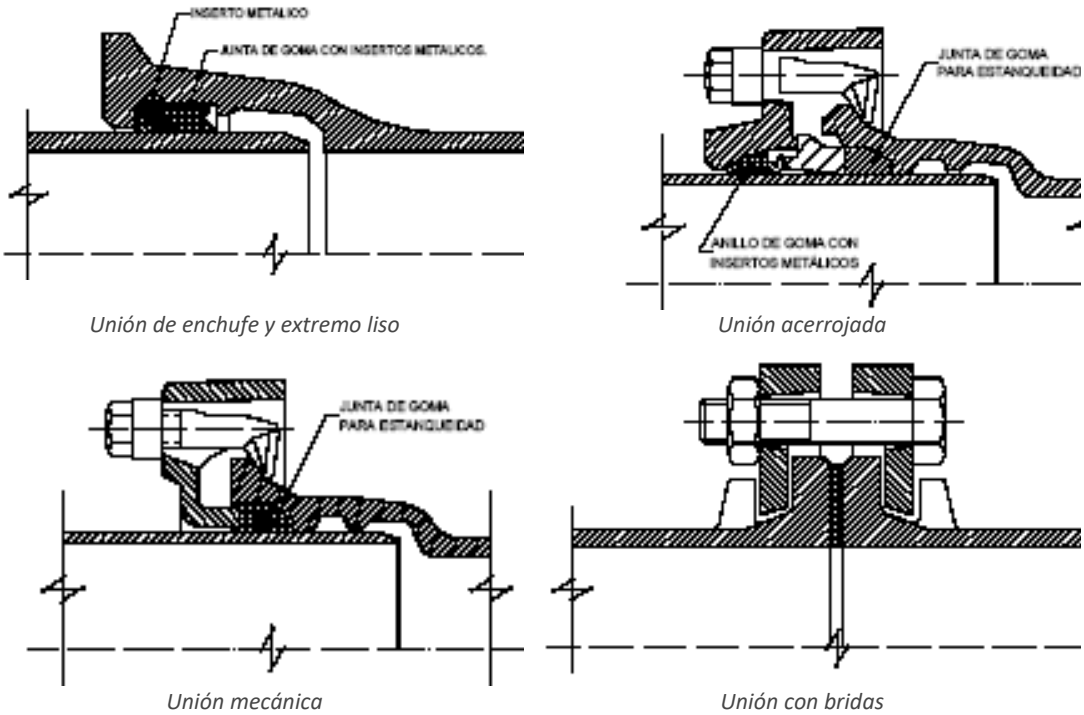
Los sistemas de unión de los tubos de fundición podrán ser alguno de los que se indican a continuación (ver Figura 46), los cuales deberán ser conformes con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 598:2008+A1:2009. En particular, la desviación angular admisible no habrá de ser inferior a los valores indicados en la Tabla 40.

- Unión flexible de enchufe y extremo liso.

- Unión flexible restringida (acerrojada resistente a las tracciones).

- Unión flexible mecánica.

- Unión rígida con bridas.



Unión de enchufe y extremo liso

Unión acerrojada

Unión mecánica

Unión con bridas

Figura 46. Tipos de uniones en los tubos de fundición

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 40. Valores mínimos de la desviación angular admisible en las uniones flexibles (UNE-EN 598)

DN	Tipo de unión	
	Sin acerrojar	Flexibles restringidas
DN<300	3° 30’	1° 45’
350<DN<600	2° 30’	1° 15’
700<DN<2.000	1° 30’	45’

- Revestimiento del tubo

Todos los tubos se protegerán contra la corrosión mediante revestimientos adecuados, los cuales recubrirán uniformemente la totalidad de los contornos de los tubos, constituyendo superficies lisas y regulares, exentos de defectos tales como cavidades o burbujas. Habrán de estar bien adheridos a la fundición, no descascarillándose, ni exfoliándose, y secando en un tiempo rápido. Los revestimientos se aplicarán siempre en fábrica, excepto la manga de polietileno que se colocará en la propia obra. Salvo indicación en contra, todos los tubos deberán suministrarse con las siguientes protecciones:

- Un recubrimiento exterior de zinc con capa de acabado.

- Un recubrimiento interior de mortero de cemento con alto contenido en alúmina.

- Un recubrimiento a base de resina sintética (epoxi, poliuretano, etc.) sobre las superficies de los extremos en contacto con el efluente, salvo para los tubos destinados únicamente a la conducción de agua pluvial.

Excepcionalmente, y si así lo acepta la Dirección de Obra, podrán ser admisibles también los siguientes recubrimientos conforme a lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 598:

a) Revestimientos exteriores:
   - Pinturas de revestimiento ricas en cinc con capa de acabado.
   - Revestimientos reforzados de cinc con capa de acabado.
   - Manga de polietileno (añadida al recubrimiento de cinc con capa de acabado) según la Norma ISO 8180.
   - Recubrimiento de aleación de cinc y aluminio con o sin otros metales, con capa de acabado.
   - Polietileno extruido de acuerdo con la Norma UNE-EN 14628.
   - Poliuretano según la Norma UNE-EN 15189.
   - Mortero de cemento reforzado con un espesor nominal de, al menos, 5 mm de acuerdo con la Norma UNE-EN 15542.
   - Cintas adhesivas.

b) Revestimientos interiores:
   - Mortero de cemento con cemento que no contenga alúmina.
   - Poliuretano según la Norma UNE-EN 15655.
   - Resina epoxi.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Como criterio general, la elección del revestimiento exterior se realizará en función de la agresividad del suelo que rodee la conducción, conforme a lo indicado en la tabla adjunta (anexo B informativo de la Norma UNE-EN 598).

Tabla 41. Criterios de selección de los revestimientos exteriores en tubos de fundición según la agresividad del terreno

Agresividad del terreno	Tipo de revestimiento exterior de los tubos
Terrenos poco corrosivos	Cinc metálico y pintura bituminosa de acabado
Terrenos muy corrosivos	Cinc metálico; pintura bituminosa de acabado; manga de polietileno o cinc-aluminio y pintura de acabado
Terrenos sumamente corrosivos	Poliuretano; cinc metálico; polietileno extruido o cinta adhesiva

La Norma UNE-EN 598 entiende por suelos muy corrosivos los que tienen una resistividad muy baja (menor de 1.500 Ω·cm si es una instalación por encima del nivel freático o 2.500 Ω·cm si es bajo la capa freática), o un pH menor de 6, o si tienen un alto contenido de sulfatos, cloruros o sulfuros, o si hay peligro de contaminación por vertidos orgánicos o industriales o si existen corrientes vagabundas, etc.

A1.5.7 Marcado

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante.
- Identificación del año de fabricación.
- Identificación como acero dúctil.
- Diámetro nominal, DN.
- Presión nominal, PN, en el caso de la existencia de bridas.
- Marca de Calidad, en su caso.
- Marcado CE.
- Identificación de la aplicación (gravedad o presión).
- Referencia a la Norma UNE-EN 598.

Las cinco primeras marcas indicadas arriba deben fundirse o estar estampadas en frío; las otras dos marcas se pueden aplicar por cualquier otro método, por ejemplo, se pueden pintar o fundir o añadirse al conjunto.

A1.5.8 Control de la calidad de fabricación

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 598, cuyo contenido se resume en la tabla adjunta.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 42. Control de calidad de tubos y piezas especiales de fundición dúctil (UNE-EN 598)

Tipo de control		Apartados
Control de materiales	Tracción	6.3; 4.3.1
	Dureza Brinell	6.4; 4.3.2
Características geométricas	Diámetro exterior	6.1.2; 4.2.2.1
	Diámetro interior	6.1.3; 4.2.2.2
	Espesor de la pared	6.1.1; 4.2.1
	Longitud	6.1.4; 4.2.3
	Rectitud	6.2; 4.2.4
Características mecánicas	Resistencia a flexión longitudinal	7.2; 5.2
	Rigidez diametral	7.3; 5.3
	Resistencia a la abrasión	7.10; 5.9
	Estanquidad bajo presión	6.5; 6.6 4.7
	Resistencia química a los efluentes	7.9; 5.8
Control de los revestimientos	Masa de recubrimiento de cinc	6.7; 4.4.2.2
	Resistencia a compresión del recubrimiento de mortero de cemento	7.1; 4.4.3.2
	Espesor del recubrimiento del mortero de cemento	6.9; 4.4.3.2
	Espesor de recubrimiento de pintura	6.8; 4.5.2
Control de las uniones	Estanquidad de las uniones a la presión interna positiva	7.5; 5.5
	Estanquidad de las uniones a la presión interna negativa	7.6; 5.5
	Estanquidad de las uniones a la presión externa positiva	7.7; 5.5

A1.6 Tubos de PVC-O

A1.6.1 Generalidades

Los tubos de PVC-O objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 1717, siendo requerido el Certificado de producto bajo dicha norma. Durante el periodo de adaptación a la UNE-EN 17176, se considerará de obligado cumplimiento la Norma ISO-16422 y por tanto disponer del Certificado de producto bajo la misma. Finalizada dicha transición, se considerará opcional el cumplimiento de la ISO 16422, y por tanto disponer del correspondiente Certificado.

El uso de este tipo de tubos se limitará al indicado en el apartado III.2.

A1.6.2 Definiciones

En los tubos de PVC-O serán de aplicación las definiciones específicas para los tubos de materiales termoplásticos siguientes:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Diámetro nominal, DN

  En los tubos de PVC-O la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD).

- Relación de dimensiones estándar, SDR

  Relación entre el diámetro nominal (DN) y el espesor nominal (e) del tubo.

$$SDR = \frac{DN}{e}$$

- Serie, S

  Relación entre el radio medio teórico (r_m) y el espesor nominal (e) del tubo.

$$S = \frac{r_m}{e} \qquad r_m = \frac{DN - e}{2}$$

- Rigidez nominal, SN

  Valor que coincide aproximadamente con la rigidez circunferencial específica a corto plazo (S_0) expresada en kN/m^2.

- Presión nominal, PN

  Valor coincide con DP en utilización continuada durante 50 años (largo plazo) a la temperatura de servicio de 25 °C. Para otras temperaturas del agua la PN deberá corregirse por un factor de corrección o reducción F_c.

- Límite inferior de confianza, LCL

  Cantidad, expresada en MPa, que puede considerarse como una propiedad de un material, y que representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia hidrostática a largo plazo prevista para el agua a 20 °C durante 50 años.

- Tensión Mínima Requerida, MRS

  Valor del límite inferior de confianza (LCL) aproximado por defecto al número más próximo de una serie de números normalizados (serie R20 de los números de Renard).

- Tensión de diseño, σ_s

  Tensión a tracción admisible del material. Se determina dividiendo la Tensión Mínima Requerida (MRS) por un coeficiente de seguridad (C) denominado "coeficiente de diseño", el cual deberá ser seleccionado de entre alguno de los siguientes (serie R20 de los Números de Renard):

  1,12 - 1,25 - 1,40 - 1,60 - 1,80 - 2,00 - 2,24 - 2,50 - 2,80

$$\sigma_s = \frac{\mathrm{MRS}}{\mathrm{C}}$$

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Los parámetros anteriores se relacionan mediante las siguientes expresiones:

$$PN = \frac{2 * e * \sigma_s}{DN} = \frac{\sigma_s}{S}$$

A1.6.3 Clasificación

Los tubos de PVC-O se clasificarán por su diámetro nominal (DN), por su presión nominal (PN) y por la Tensión Mínima Requerida (MRS) del material.

Los valores normalizados en la Norma UNE-EN ISO 17176 de DN, PN y MRS, así como sus posibles combinaciones, serán tal como se muestra en la tabla adjunta, los cuales corresponden a un coeficiente de seguridad C de 1,40 que es el propuesto en la UNE-EN 17176 por defecto, y considerado igualmente en la Norma ISO 16422.

Tabla 43. Clasificación de los tubos de PVC-O (UNE-EN 17176)

		PVC-O 500		
	MRS	50 N/mm²		
	PN	16	20	25
DN	***140***			
	160			
	180			
	200			
	225			
	250			
	280			
	315			
	355			
	400			
	450			
	500			
	560			
	630			

A1.6.4 Características técnicas

Las principales características técnicas de los tubos de PVC-O, una vez fabricados, serán las que se indican en la Tabla 45.

Los valores mínimos previstos para el MRS serán 31,5; 35,5; 40; 45 y 50 N/mm^2, resultando diferentes PVC-O con las denominaciones que se indican en la Tabla 44.

El coeficiente de seguridad C recomendado en la Norma UNE-EN 17176 es 1,40, resultando los valores para la tensión de diseño (σ_s = MRS/C) indicados en la misma Tabla 44 según sea el tipo de PVC-O.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La presión de funcionamiento admisible, PFA, para temperaturas hasta 25 °C es igual a la PN. Para temperaturas entre 25 °C y 45 °C se debe aplicar un factor de reducción o corrección a la presión nominal PN (PFA (bares) = PN x F_c), según se indica en la Tabla 46.

Tabla 44. Tipos de PVC-O previstos en UNE-EN 17176

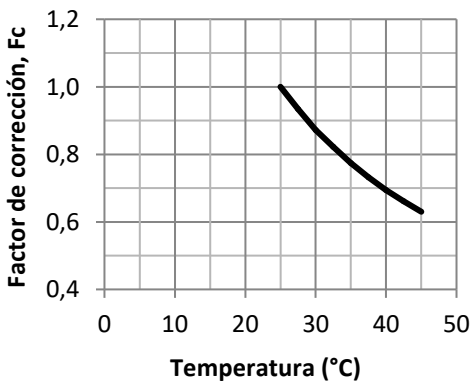
	PVC-O 500
MRS (N/mm²)	50,0
σ_S (N/mm²)	36

Tabla 45. Características técnicas de los tubos de PVC-O (UNE-EN 17176 e ISO 16422)

Características físicas de los tubos	**Tª reblandecimiento Vicat**	> 80 °C		
	Opacidad	< 0,2 %		
Características mecánicas de los tubos	**Resistencia al impacto (VGI)**	< 10%		
	Rigidez-anular inicial, S_0 (kN/m²) (UNE-EN 17176)			
	DN	Rigidez anular		
	63	≥20		
	75	≥12		
	90	≥10		
	110	≥10		
	125	≥8		
	140	≥7		
	160	≥7		
	≥180	≥6		
	Rigidez-anular inicial, S_0 (kN/m²) (ISO 16422)			
	MRS (N/mm²)	PN 16	PN 20	PN 25
	31,5	18,7	36,5	71,2
	35,5	16,0	31,3	61,1
	40	10,9	21,3	41,7
	45	7,8	15,2	29,7
	50	5,2	10,2	19,9

Tabla 46. PFA en función de PN en los tubos de PVC-O, a 25 °C y F_c de PN para T > 25 °C (UNE-EN 17176)

PN	PFA (N/mm²)
16,0	1,60
20,0	2,00
25,0	2,50



Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.6.5 Dimensiones

Las dimensiones normalizadas de los tubos de PVC-O serán las que se indican en la Tabla 47. Las longitudes normalizadas de los tubos serán 6, 10 o 12 m, no estando incluida la profundidad de la(s) embocadura(s) (integral) en dicha longitud.

A1.6.6 Uniones

El sistema de unión de los tubos de PVC-O será mediante juntas flexibles de enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (o de "enchufe y campana", ver, a título orientativo, la figura adjunta). No deberán admitirse nunca en este tipo de tubos uniones simplemente encoladas.

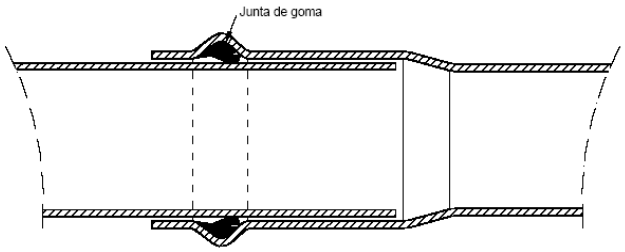


Figura 47. Detalle de unión elástica con anillo elastomérico en tubos de PVC-O

Tabla 47. Dimensiones de los tubos de PVC-O (UNE-EN 17176)

		Espesor mínimo (mm)		
		PVC-O 500		
		PN		
		16	20	25
DN	63	0	1,8	2,2
	75	1,7	2,1	2,6
	90	2,0	2,5	3,1
	110	2,4	3,1	3,8
	125	2,8	3,5	4,3
	140	3,1	3,9	4,8
	160	3,5	4,4	5,5
	180	4,0	5,0	6,2
	200	4,4	5,5	6,9
	225	5,0	6,2	7,7
	250	5,5	6,9	8,6
	280	6,2	7,7	9,6
	315	6,9	8,7	10,8
	355	7,8	9,8	12,2
	400	8,8	11,0	13,7
	450	9,9	12,4	15,4
	500	11,0	13,7	17,1
	560	12,3	15,4	19,2
	630	13,8	17,3	21,6
	710	15,4	19,2	24,4
	800	17,4	21,6	27,4
	900	19,6	24,3	30,9
	1.000	21,7	27,0	34,3

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.6.7 Marcado

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre y/o marca del fabricante.
- Material del tubo y su clasificación.
- Diámetro exterior nominal, DN y el espesor nominal de pared, e.
- Referencia a la Norma UNE-EN 17176.
- Presión nominal, PN.
- Coeficiente C.
- Fecha y lugar de producción.
- Marca de Calidad, en su caso.

A1.6.8 Control de la calidad de fabricación

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 17176, cuyo contenido se resume en la tabla adjunta.

Tabla 48. Control de calidad de tubos y piezas especiales de PVC-O (UNE-EN 17176)

Tipo de control	Apartados
Control de materiales	5.3
	6.3
Características geométricas	7
Características mecánicas	9.1
	9.2
	9.3
Características físicas	10
Control de las uniones	5.1
	5.2
	5.3

A1.7 Tubos de PRFV

A1.7.1 Generalidades

Los tubos de PRFV podrán emplearse tanto en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre como bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en las Normas UNE-EN 14364.

El uso de este tipo de tubos se limitará al indicado en el apartado III.2.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.7.2 Definiciones

Estos tubos serán de aplicación las siguientes de manera específica:

- Diámetro nominal, DN

  Los tubos de PRFV-UP pueden ser fabricados bajo dos series: la serie A y la B, de manera que la designación genérica DN se refiere al diámetro interior (ID) en los de la serie A y al exterior (OD) en los de la serie B.

  Para la serie B, además, existen cuatro subseries: B1, B2, B3 y B4. La primera es una serie genérica para tubos de PRFV, mientras que las series B2, B3 y B4 tienen unas dimensiones tales que los tubos fabricados bajo dichas series sean compatibles, respectivamente, con accesorios de fundición dúctil (según ISO 2531), de PRFV (según UNE-EN 14364), de PVC (según UNE-EN ISO 1452 y a las tolerancias de la Norma ISO 11922) o de acero (según ISO 4200).

Tabla 49. Tamaño nominal DN

Tamaño nominal DN		
150	600	1.800
200	700	2.000
250	800	2.200
300	900	2.400
350	1.000	2.600
400	1.200	2.800
450	1.400	3.000
500	1.600	

- Rigidez circunferencial específica, S_c

  Característica física del tubo que representa su rigidez a flexión transversal por unidad de longitud a corto o a largo plazo. Se define mediante la expresión:

$$S_C = \frac{EI}{D_m^3}$$

  Siendo:

  S_c rigidez circunferencial específica, en N/m^2
  E módulo de elasticidad a flexión circunferencial, en N/m^2
  I momento de inercia de la pared del tubo por unidad de longitud ($I = e^3/12$, en mm^3)
  D_m diámetro medio teórico del tubo (D_m=ID +e ó OD -e, según la Serie, A o B), en mm
  e espesor nominal de la pared del tubo, en m
  EI factor de rigidez transversal, en N x mm

- Rigidez nominal, SN

  Rigidez circunferencial específica a corto plazo (S_0), expresada en N/m^2.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 50. Rigideces nominales (SN)

Rigidez nominal (SN)
5.000
10.000

- Factor de fluencia

  Parámetro adimensional obtenido dividiendo la S_C a largo plazo (S_{50}) y la S_C a corto plazo (S_O).

  En los tubos de PRFV instalados en alcantarillados bajo presión hidráulica interior, son de aplicación, además las siguientes definiciones de manera específica:

- Presión nominal, PN

  Designación alfanumérica utilizada con fines de clasificación de la presión, que tiene un valor numérico igual a la resistencia de un componente de un sistema de canalización a la presión interna, que se expresa en bares.

Tabla 51. Presiones nominales (PN)

Presión nominal (PN)	
4	16
6	20
10	25
12,5	32

- Presión de diseño inicial mínima, $P_{O,d}$

  Valor mínimo, expresado en bar, de la presión de rotura media a corto plazo en el ensayo de reventamiento.

A1.7.3 Clasificación

Los parámetros de clasificación de los tubos de PRFV a emplear en las redes de alcantarillado son diferentes, en función de que vaya o no a estar sometida a presión hidráulica interior.

- Tubos para alcantarillados en lámina libre

  Los tubos de PRFV cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y por su rigidez nominal (SN).

- Tubos para alcantarillados bajo presión hidráulica interior

  Los tubos de PRFV cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior se clasificarán por su diámetro nominal (DN), por su rigidez nominal (SN) y por su presión nominal (PN).

A1.7.4 Características técnicas

Los tubos de PRFV deberán cumplir los requisitos según UNE-EN 14364 de las siguientes características mecánicas:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- La rigidez circunferencial específica inicial (S_0) deberá ser al menos el valor de la SN, mientras que la rigidez circunferencial específica a largo plazo, a los 50 años del tubo (S_{50}) deberá ser declarada por el fabricante.
- La resistencia a la tracción de la parte estructural del tubo, tanto a corto como a largo plazo ($\sigma_{r,0}$ y $\sigma_{r,50}$, respectivamente) también deberá ser declarada oportunamente por el fabricante.

  El valor medio del alargamiento a la rotura no deberá ser inferior al 0,25%.

  La resistencia inicial específica en tracción longitudinal, su valor vendrá dado por la siguiente expresión:

$$\sigma_1^* = 25 \cdot p_{O,d} \cdot D_m$$

  $p_{O,d}$ presión de diseño, en bar
  D_m diámetro medio del tubo, en m
  σ_1* resistencia inicial específica en tracción longitudinal, en N por milímetro de circunferencia

- Resistencia inicial y última al fallo en condiciones de deflexión.
- Fallo inicial y presiones de diseño para tubos de presión.
- Presión de fallo a largo plazo.

A1.7.5 Dimensiones

Las dimensiones normalizadas de los tubos de PRFV serán las indicadas en la tabla adjunta.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 52. Dimensiones de los tubos de PRFV (UNE-EN 14364)

DN	Diámetros (mm)											Longitudes (m)
	Serie A			Serie B1		Serie B2		Serie B3		Serie B4		
	ID_{min}	ID_{max}	Tol.	OD	Tol.	OD	Tol.	OD	Tol.	OD	Tol.	
150	147	153	±1,5			167,0	+1/+0,1	160	+0,5	168,3	+1,5/-0,2	3-4-5-6-10-12-18
200	196	204	±1,5			220,0	+1/0,0	200	+0,6	219,1	+1,5/-0,2	3-4-5-6-10-12-18
225	221	229	±1,5									
250	246	255	±1,5			271,8	+1/-0,2	250	+0,8	273,0	+1,5/-0,2	3-4-5-6-10-12-18
300	296	306	±1,8	310	+1/-1,0	323,8	+1/-0,3	315	+1,0	323,9	+1,5/-0,2	3-4-5-6-10-12-18
350	346	357	±2,1	361	+1/-1,2	375,7	+1/-0,3	355	+1,1			3-4-5-6-10-12-18
400	396	408	±2,4	412	+1/-1,4	426,6	+1/-0,3	400	+1,3			3-4-5-6-10-12-18
450	446	459	±2,7	463	+1/-1,6	477,6	+1/-0,4	450	+1,4			3-4-5-6-10-12-18
500	496	510	±3,0	514	+1/-1,8	529,5	+1/-0,4	500	+1,5			3-4-5-6-10-12-18
600	595	612	±3,6	616	+1/-2,0	632,5	+1/-0,5	630	+1,9			3-4-5-6-10-12-18
700	695	714	±4,2	718	+1/-2,2							3-4-5-6-10-12-18
800	795	816	±4,2	820	+1/-2,4							3-4-5-6-10-12-18
900	895	918	±4,2	924	+1/-2,6							3-4-5-6-10-12-18
1.000	995	1.020	±5,0	1.026	+2/-2,6							3-4-5-6-10-12-18
1.200	1.195	1.220	±5,0	1.229	+2/-2,6							3-4-5-6-10-12-18
1.400	1.395	1.420	±5,0	1.434	+2/-2,8							3-4-5-6-10-12-18
1.600	1.595	1.620	±5,0	1.638	+2/-2,8							3-4-5-6-10-12-18
1.800	1.795	1.820	±5,0	1.842	+2/-3,0							3-4-5-6-10-12-18
2.000	1.995	2.020	±5,0	2.046	+2/-3,0							3-4-5-6-10-12-18
2.200	2.195	2.220	±5,0	2.250	2/-3,2							3-4-5-6-10-12-18
2.400	2.395	2.420	±6,0	2.453	2/-3,4							3-4-5-6-10-12-18
2.600	2.595	2.620	6,0	2.658	+2/-3,6							
2.800	2.795	2.820	6,0	2.861	+2/-3,8							
3.000	2.995	3.020	6,0	3.066	+2/-4,0							

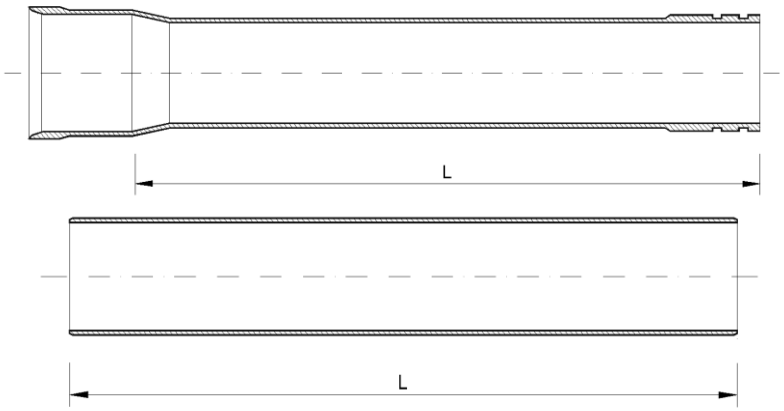


Figura 48. Dimensiones en los tubos de PRFV (tubos con embocadura o lisos)

En la Norma UNE-EN 14364 se prevén como diámetros nominales no convencionales los valores de 1.100, 1.300, 1.500, 1.700, 1.900, 2.100, 2.300, 2.500, 2.700, 2.900 mm.

Las longitudes de los tubos serán, habitualmente, 6 o 12 m, si bien podrán admitirse tubos en otras longitudes de las normalizadas, especialmente cuando el proceso de fabricación sea en continuo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Del número total de tubos suministrados en cada diámetro, el fabricante podrá entregar hasta un 10% en longitudes más cortas. Las tolerancias sobre la longitud nominal serán de ±60 mm.

A1.7.6 Uniones

Los sistemas de unión de los tubos de PRFV podrán ser alguno de los siguientes:

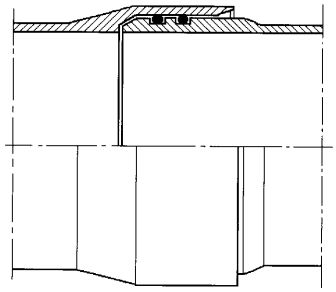
a) Uniones rígidas
- Con bridas (fijas o móviles).
- Encoladas (o pegadas).
- Enfundadas).

b) Uniones flexibles
- Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (en ocasiones es un doble anillo).
- Con manguitos y elemento de estanquidad (también doble anillo).
- Autotrabada, cuando se prevean esfuerzos de tracción.

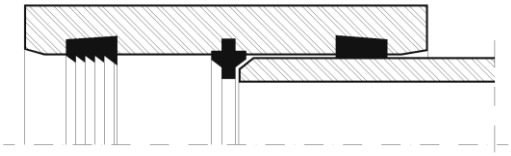
Cuando las uniones sean flexibles la desviación angular admisible no deberá ser inferior a los valores indicados en la Tabla 53. El movimiento axial será inferior al 0,3% de la longitud de los tubos a unir.

Tabla 53. Desviaciones angulares mínimas de las uniones flexibles (UNE-EN 14364)

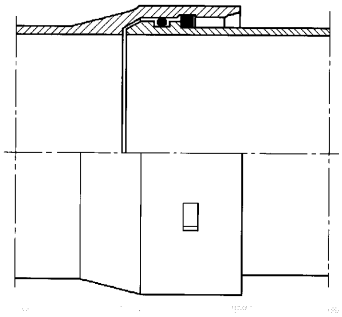
DN	Desviación angular mínima
DN ≤ 500	3°
500 < DN ≤ 900	2°
900 < DN ≤ 1.800	1°
DN > 1.800	0,5°



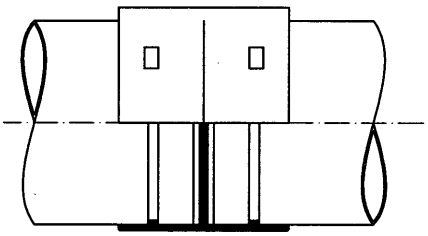
Unión enchufe campana con anillo elastomérico



Unión mediante manguito con anillo elastomérico



Unión enchufe campana autotrabada



Unión con manguito autotrabada

Figura 49. Ejemplos de uniones en tubos de PRFV

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A1.7.7 Marcado

Todos los tubos deberán ser marcados en fábrica con al menos las siguientes indicaciones:

- Nombre o marca del fabricante.
- Referencia a la Norma UNE-EN 14364.
- Fecha de fabricación.
- Diámetro nominal, DN.
- Serie de diámetros (A, B1, B2, B3 o B4).
- Presión nominal, PN, en aplicaciones bajo presión hidráulica interior.
- Rigidez nominal, SN.
- La letra “R” para indicar si el tubo es adecuado para ser utilizado con carga axial o por “RA” si el tubo es adecuado para ser utilizado con carga axial y es evaluado de acuerdo con el anexo A de la Norma UNE-EN 14364.
- Marca de calidad normalizada, en su caso.
- Tipo de unión y si es resistente o no al esfuerzo axial.
- Letra “H” para indicar la aptitud al uso en superficie, si fuese aplicable.
- Para codos, derivaciones o tomas en carga, el ángulo del accesorio diseñado.
- Para las reducciones, las dimensiones nominales DN1 y DN2.

A1.7.8 Control de la calidad de fabricación

Será de aplicación lo especificado en UNE-EN 14364 cuyo contenido se resume a continuación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 54. Control de calidad de tubos y piezas especiales de PRFV (UNE-EN 14364)

Tipo de control		Apartados
Control de materiales	Refuerzo Resina Áridos	4.2.2 4.2.3 4.2.4
Características geométricas		5.1
Características mecánicas	Rigidez circunferencial específica inicial Rigidez circunferencial específica a largo plazo Resistencia inicial al fallo en condición de deflexión Resistencia a rotura a largo plazo en condición de deflexión Resistencia inicial especifica en tracción longitudinal Fallo inicial y presiones de diseño para tubos de presión Presión de fallo a largo plazo Estanquidad	5.2.1 5.2.2 5.2.3 5.2.4 5.2.5 5.2.6 5.2.7 4.7.4
Control de las uniones	Flexibles no resistentes a esfuerzos axiles con junta de estanqueidad elastomérica Flexibles resistentes a esfuerzos axiles con junta de estanqueidad de elastómero Enfundadas o encoladas Con bridas atornilladas	7.3 7.4 7.5 7.6

A1.8 Tubos de PE de pared lisa

A1.8.1 Generalidades

Los tubos de PE de pared lisa objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 12201.

El uso de este tipo de tubos se limitará al indicado en el apartado III.2.

A1.8.2 Definiciones

En los tubos de PE serán de aplicación las siguientes definiciones de manera específica:

- Diámetro nominal, DN

  En los tubos de PE de pared lisa la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD).

- Ovalación

  En los tubos de PE de pared lisa la ovalación se mide como la diferencia entre el OD máximo y mínimo en una misma sección recta del tubo.

- Relación de dimensiones estándar, SDR

  Relación entre el diámetro exterior nominal (DN) y el espesor nominal (e) del tubo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

$$SDR = \frac{DN}{e}$$

- Serie, S

  Relación entre el radio medio teórico (rm) y el espesor nominal (e) del tubo.

$$S = \frac{r_m}{e} \qquad r_m = \frac{DN - e}{2}$$

  Ambas ratios, SDR y S, se relacionan según la expresión siguiente:

$$S = \frac{SDR - 1}{2}$$

- Rigidez nominal, SN

  Valor que coincide aproximadamente con la rigidez circunferencial específica a corto plazo (S_0), expresada en kN/m^2.

- Presión nominal, PN

  Designación numérica utilizada con fines de referencia, relacionada con las características mecánicas del componente de un sistema de canalización.

  Para los sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua, la presión nominal se corresponde con la presión de funcionamiento admisible (PFA), en bar, que puede mantenerse con agua a 20 °C, con una base de cálculo de 50 años, y basada en el coeficiente mínimo de diseño:

$$PN = \frac{20\ X\ MRS}{C\ X\ (SDR - 1)}$$

  Nota: Las investigaciones sobre la previsión del comportamiento a largo plazo de los sistemas de distribución de agua en PE indican una posible vida en servicio de al menos 100 años.

- Límite inferior de confianza de la resistencia hidrostática prevista σ_{LPL}:

  Cantidad, expresada en MPa, que puede considerarse como una propiedad de un material, y que representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia hidrostática. Prevista a una temperatura T y en un tiempo t.

- Resistencia Mínima Requerida, MRS

  Valor del límite inferior de confianza (σ_{LPL}) aproximado por defecto al número más próximo de una serie de números normalizados (Serie R20 de los números de Renard), cuando σ_{LPL} es superior o igual a 10 MPa, según lo indicado en la Tabla 55.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 55. Tensión mínima requerida. Valores de aplicación de las Series de los Números de Renard conforme a las Normas ISO 3 e ISO 497

Serie R20 de los números de Renard
1 - 1,12 - 1,25 - 1,4 -1,6 -1,8- 1,12 - 1,25 - 1,4 - 1,6 - 1,8 - 2 - 2,24 - 2,5 - 2,8 - 3,15 - 3,55 - 4 - 4,5 - 5 - 5,60- 6,3 - 7,1 - 8 - 9 - 10 - 11,2 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22,4 - 25 - 28 - 32 - 35,5 - 40 - 44 - 50 -56 - 63 - 71 - 80 - 90 - 100

- Esfuerzo de diseño, σ_s

  Tensión a tracción admisible del material. Se determina dividiendo la Tensión Mínima Requerida (MRS) por un coeficiente de seguridad (C) denominado "coeficiente de diseño", el cual deberá ser seleccionado de entre alguno de los siguientes (serie R20 de los Números de Renard):

1,12 - 1,25 - 1,40 - 1,60 - 1,80 - 2,00 - 2,24 - 2,50 - 2,80

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

Los parámetros anteriores se relacionan mediante las siguientes expresiones:

$$PN = \frac{2\ e\ \sigma_S}{DN} = \frac{\sigma_S}{S}$$

A1.8.3 Clasificación

Los tubos de PE de pared lisa se clasificarán por su diámetro nominal (DN), por su presión nominal (PN) y por la Tensión Mínima Requerida (MRS) del material.

Tabla 56. Clasificación de los tubos de PE de pared lisa (UNE-EN 12201)

		PE 100		
DN	MRS	10 N/mm		
	PN	16	20	25
	SDR	11,0	9,0	7,4
	S	5,0	4,0	3,2
	140			
	160			
	180			
	200			
	225			
	250			
	280			
	315			
	355			
	400			

Alternativamente a la presión nominal (PN), pueden emplearse como parámetros de clasificación la relación de dimensiones estándar (SDR) o la serie (S).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Los valores normalizados en UNE-EN 12201 de DN, PN, SDR, S y MRS, así como sus posibles combinaciones, serán tal como se muestra en la tabla adjunta. El rango de utilización de los tubos de PE es el correspondiente a un coeficiente de seguridad C de 1,25 que es el propuesto en UNE-EN 12201 por defecto.

A1.8.4 Características técnicas

Los tubos de PE para emplear en redes de alcantarillado, una vez acabados, serán, en general, de color negro en su totalidad o con bandas marrones. En ningún caso se admitirá el color azul.

Los tubos deberán cumplir, además, con las siguientes características mecánicas de forma específica:

a) El valor mínimo previsto para el MRS será 10 N/mm^2, resultando diferentes PE con las denominaciones que se indican en la Tabla 56.

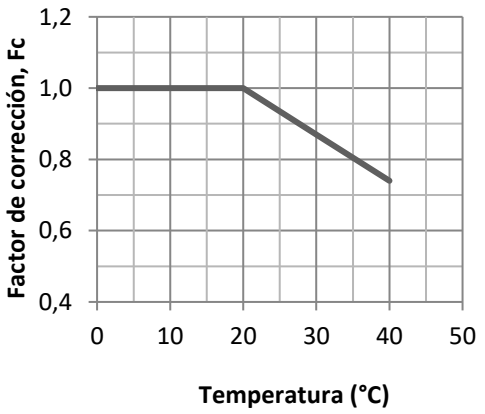
b) El coeficiente de seguridad C recomendado en UNE-EN 12201 es 1,25, si bien dicha norma prevé la posibilidad de utilizar valores mayores, como los de la Tabla 58.

c) La tensión de diseño (σ_s = MRS/C) adoptará los valores de la Tabla 58 según sea el tipo de PE y el C adoptado. Sombreados se marcan los valores habituales.

d) Los valores de la PFA de los tubos serán los que se indican en la Tabla 57 en función de la PN de la conducción, para la temperatura de 20 °C. Para otras temperaturas, la PFA será la resultante de multiplicar la PN por el factor de corrección Fc (PFA = PN x Fc).

Tabla 57. PFA en función de PN en los tubos de PE, a 20 °C y F_c de PN para T > 20 °C (UNE-EN 12201)

PN	PFA (N/mm²)
16	1,6
20	2,0
25	2,5
30	3,0



Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 58. Tipos de polietilenos previstos en UNE-EN 12201

	PE 100
LPL (N/mm²)	10,00 a 11,19
MRS (N/mm²)	10,0
C	**σs (N/mm²)**
1,25	8,0
1,60	6,3
2,00	5,0
2,50	4,0
3,20	3,2

A1.8.5 Dimensiones

Las dimensiones normalizadas de los tubos de PE serán las que se indican en la tabla adjunta.

Tabla 59. Dimensiones de los tubos de PE para aplicaciones bajo presión hidráulica interior (UNE-EN 12201)

Diámetro (mm)	Ovalación (mm)	Espesor nominal mínimo (mm)										
DN		S SDR	2,5 6	3,2 7,4	4 9	5 11	6,3 13,6	8 17	10 21	12,5 26	16 33	20 41
140	2,8		23,3	19,2	15,7	12,7	10,3	8,3	6,7	5,4		
160	3,2		26,6	21,9	17,9	14,6	11,8	9,5	7,7	6,2		
180	3,6		29,9	24,6	20,1	16,4	13,3	10,7	8,6	6,9		
200	4,0		33,2	27,4	22,4	18,2	14,7	11,9	9,6	7,7		
225	4,5		37,4	30,8	25,2	20,5	16,6	13,4	10,8	8,6		
250	5,0		41,5	34,2	27,9	22,7	18,4	14,8	11,9	9,6		
280	9,8		46,5	38,3	31,3	25,4	20,6	16,6	13,4	10,7		
315	11,1		52,3	43,1	35,2	28,6	23,2	18,7	15,0	12,1	9,7	7,7
355	12,5		59,0	48,5	39,7	32,2	26,1	21,1	16,9	13,6	10,9	8,7
400	14,0			54,7	44,7	36,3	29,4	23,7	19,1	15,3	12,3	9,8
Nota: Para longitudes rectas de tubos con un diámetro ≥ 900, la ovalación máxima debe acordarse entre el fabricante y el comprador												

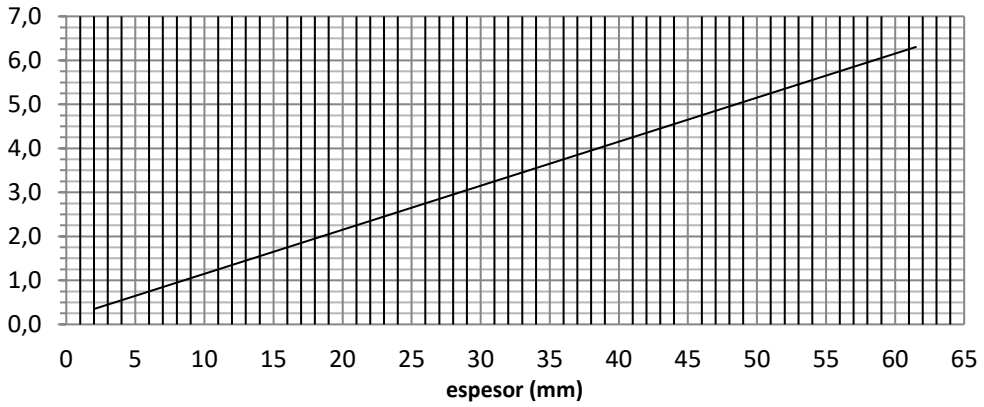


Figura 50. Tolerancias (en mm) en los espesores en los tubos de PE (UNE-EN 12201)

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

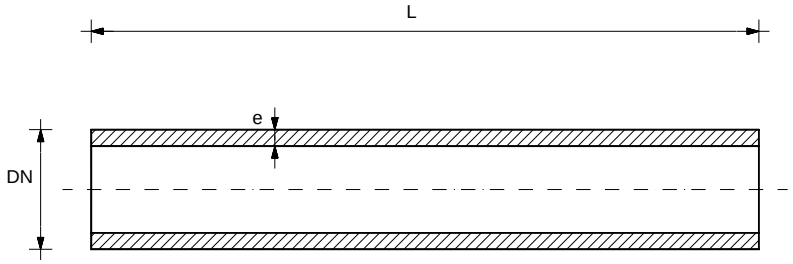


Figura 51. Dimensiones de los tubos de PE

No está normalizada la longitud nominal de los tubos suministrados en barras rectas, debiendo acordarse en cada caso con los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

En el caso de tubos que se suministren enrollados, el diámetro interior de la bobina no debe ser inferior a 18·DN.

A1.8.6 Uniones

Los sistemas de unión de los tubos de PE podrán ser alguno de los que se indican a continuación (uniones rígidas):

- Uniones por fusión.
- Unión por electrofusión (por embocadura o por solape).
- Unión por fusión a tope.
- Uniones mecánicas.
- Unión mediante accesorios de compresión.
- Unión mediante bridas.

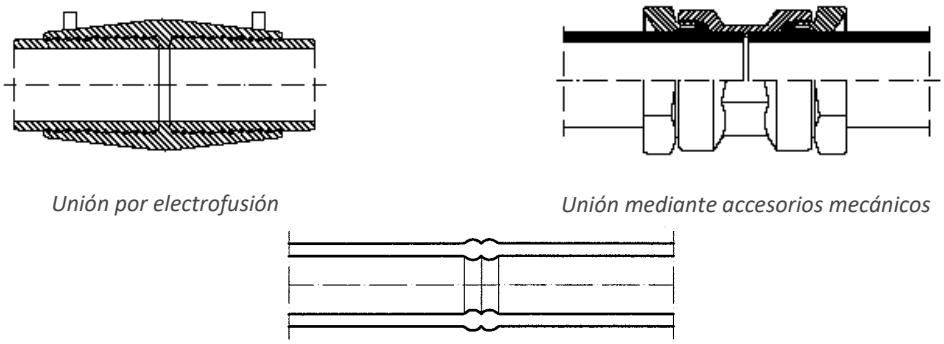


Figura 52. Sistemas de unión en los tubos de PE (UNE-EN 12201)

Se recomienda que las uniones entre tubos de polietileno se realicen mediante electrofusión. La unión mediante accesorios mecánicos se podrá emplear en reparaciones de tuberías y la unión mediante bridas sólo se utilizará con piezas especiales y elementos de maniobra y control. La soldadura térmicamente a

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

tope sólo será aplicable a tubos de DN mayor o igual a 200 y bajo la autorización expresa de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.

A1.8.7 Marcado

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Referencia a la Norma EN 12201.
- Nombre o marca del fabricante.
- Dimensiones (DN x en).
- Series SDR.
- Uso previsto (W, P o W/P).
- Tipo de material y designación.
- Presión nominal, PN, en bares.
- Información del fabricante: fecha de fabricación (año, mes) y lugar si produce en distintos sitios.
- Tipo de tubo, si procede.

A1.8.8 Control de la calidad de fabricación

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 12201, cuyo contenido se resume en la tabla adjunta.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 60. Control de calidad de tubos y piezas especiales de PE de pared lisa bajo presión interior (UNE-EN 12201)

Tipo de control		*Apartados UNE-EN 12201-1*	*Apartados UNE-EN 12201-2*	*Apartados UNE-EN 12201-3*
Control de materiales	Densidad del compuesto	4.4		
	Contenido en negro de carbono	4.4		
	Dispersión del negro de carbono	4.4		
	Dispersión del pigmento (Para compuesto de colores distinto del negro)	4.4		
	Contenido en agua	4.4		
	Contenido en materias volátiles	4.4		
	Tiempo de inducción a la oxidación	4.4		
	Índice de fluidez en masa	4.4		
	Resistencia a la tracción en uniones a tope por fusión	4.4		
	Resistencia a la propagación lenta de fisuras - tamaño del tubo de 110 mm SDR 11	4.4		
	Resistencia a la propagación rápida de fisuras	4.4		
	MRS	4.6		
Características geométricas			6	
Características mecánicas	Resistencia hidrostática a 20 °		7.2	7
	Resistencia hidrostática a 80 °		7.2	7
Características físicas	Alargamiento en la rotura		7.2	
	Índice de fluidez en masa IFM		8.2	8.2
	Tiempo de inducción a la oxidación		8.2	8.2
	Resistencia a la descohesión para accesorios de electrofusión por embocadura			7.3
	Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope de accesorios (accesorios con extremo macho)			7.3

A1.9 Galerías de hormigón armado

Las galerías de hormigón armado objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre, debiendo cumplir su diseño y fabricación con lo especificado para las obras de hormigón por la vigente EHE.

La sección transversal de las galerías prefabricadas de hormigón armado será, en general, rectangular acabada en su parte superior en forma semicircular, pudiendo o no disponer de un canal de aguas bajas dimensionado para el caudal mínimo de aguas residuales, el cual, a su vez, admitirá distintos diseños (semicircular, rectangular, trapecial, etc., ver Figura 53).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

El ancho de las galerías deberá estar comprendido entre 1,00 y 2,50 m, con escalonamientos normalizados de 25 cm; las alturas serán variables y las bóvedas deberán ser semicirculares.

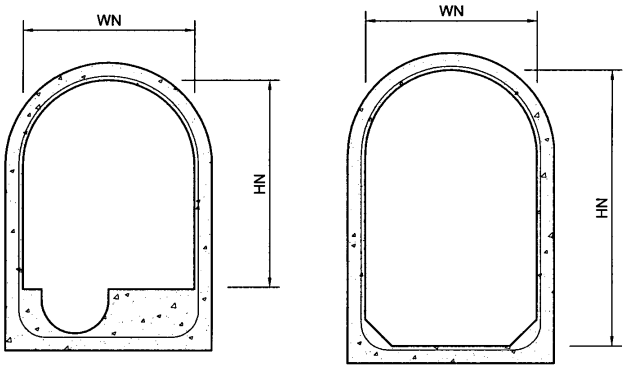


Figura 53. Galerías abovedadas de hormigón armado con andén o sin él

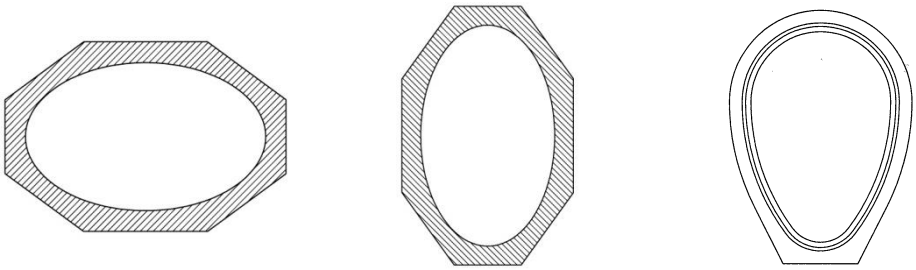
El sistema de unión de las galerías de hormigón será, habitualmente, con los extremos acabados de manera machihembrada.

El control de la calidad de fabricación de galerías de hormigón se efectuará conforme a lo especificado en la vigente EHE.

A1.10 Conducciones de hormigón de sección no circular

Las conducciones de hormigón de sección no circular objeto del presente artículo solo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre.

Las conducciones de sección ovoide, en particular, deberán cumplir, en general, con lo especificado para las mismas en las Normas UNE-EN 1916 y UNE 127916. Únicamente se admitirán ovoides de hormigón armado (UNE 127916).



Conducción con sección interior elíptica y forma exterior poligonal Conducción de sección ovoide

Figura 54. Ejemplos de conducciones de sección no circular

Las conducciones de hormigón de sección no circular se clasificarán por su ancho/altura interior (WN/HN) y por su clase de resistencia. En particular, en las conducciones de sección ovoide, los valores normalizados en UNE 127916 de WN/HN y de las clases de resistencia, así como sus posibles combinaciones, serán tal como se muestra en la Tabla 61.

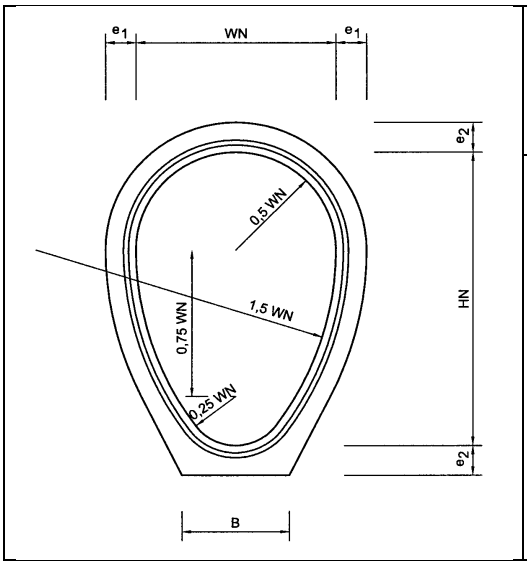
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 61. Clasificación de las conducciones de hormigón armado de sección ovoide (UNE 127916)

		Clase de resistencia (kN/m²)	
		135	180
	Carga fisuración (kN/m²)	90	120
	Carga rotura (kN/m²)	135	180
WN/HN	600 / 900		
	700 / 1.050		
	800 / 1.200		
	900 / 1.350		
	1.000 /1.500		
	1.200 / 1.800		
	1.400 / 2.100		

Las dimensiones normalizadas de las conducciones de hormigón de sección ovoide serán las indicadas en la tabla adjunta.

Tabla 62. Dimensiones de las conducciones de hormigón de sección ovoide (UNE 127916)



WN / HN	Tolerancia (mm)		Espesor mínimo (mm)	
	WN/HN	Ortogonalidad Diferencia entre generatrices	Clave (e_2)	Riñones (e_1)
600 / 900	± 9		98	74
700/ 1.050	± 10	11	110	84
800 / 1.200	± 11	12	122	94
900 / 1.350	± 12	14	134	102
1.000 / 1.500	± 13	15	146	110
1.200 / 1.800	± 14	16	160	122
1.400 / 2.100	± 15	19	200	160

Las conducciones de sección ovoide deberán resistir las cargas de fisuración y de rotura que se indican en la tabla adjunta según dimensiones y clases.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 63. Cargas de fisuración y de rotura (en kN/m) en las conducciones de sección ovoide (UNE 127916)

WN/HN	Clase 135		Clase 180	
	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura
600 / 900	54,0	81,0	72,0	108,0
700 / 1.050	63,0	94,5	84,0	126,0
800 / 1.200	72,0	108,0	96,0	144,0
900 / 1.350	81,0	121,5	108,0	162,0
1.000 /1.500	90,0	135,0	120,0	180,0
1.200 / 1.800	108,0	162,0		
1.400 / 2.100	126,0	189,0		

El sistema de unión de las conducciones de hormigón de sección no circular será, habitualmente, con los extremos acabados de manera machihembrada.

A1.11 Tubos de hormigón polímero

Los tubos de hormigón polímero objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 14636. Podrán emplearse, tanto en instalaciones enterradas convencionales, como mediante hinca.

Sólo se admitirán tubos de hormigón polímero de sección circular, no siendo admisibles conducciones de sección ovoide.

La serie de diámetros nominales normalizados de los tubos de hormigón polímero será la siguiente:

150 – 200 –250 – 300 – 400 – 500 – 600 – 700 – 800 – 900 – 1.000 – 1.200 – 1.400 – 1.500 – 1.600 – 1.800 – 2.000 – 2.200 – 2.400 – 2.600 – 2.800 – 3.000

El sistema de unión de los tubos de hormigón polímero para instalaciones convencionales será, habitualmente, con los extremos acabados de manera machihembrada.

El sistema de unión de los tubos de hormigón polímero para instalaciones mediante hinca será mediante manguito de acero inoxidable (conforme a lo indicado en la Norma UNE-EN 10025) y junta de sellado, siendo admisibles distintos diseños según la colocación del manguito y de la junta.

En cuanto al control de la calidad de la fabricación, será de aplicación lo especificado en los apartados 4 y 5 de la Norma UNE-EN 14636, cuyo contenido se resume en la tabla adjunta.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Tabla 64. Control de calidad de tubos y piezas especiales de hormigón polímero (UNE-EN 14636)

Tipo de control		Apartado
Control de materiales		4.1
Características geométricas		5.3
Características mecánicas	Resistencia al aplastamiento	5.4.1
	Resistencia a la flexión longitudinal	5.4.2
	Resistencia a la compresión	5.4.3
	Fatiga	5.4.4
	Estanquidad	5.4.5
	Resistencia química	5.4.7

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Anexo 2 Técnicas de drenaje urbano sostenible

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A2.1 Introducción

El presente Anexo pretende dar una serie de directrices básicas para la implantación de Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS) de manera que puedan ser tenidas en cuenta a la hora de minimizar los caudales de escorrentía utilizados en el dimensionamiento de las infraestructuras de saneamiento. Se deberá, en cualquier caso, calcular el efecto que, sobre los hidrogramas recogidos en las redes, supondrá la implantación de cada una de las técnicas escogidas, pudiendo incorporar esa reducción de hidrogramas siempre y cuando Canal de Isabel II así lo apruebe de manera expresa.

El desarrollo urbanístico supone una progresiva impermeabilización del suelo con incidencia directa y negativa en el ciclo hidrológico natural del agua.

La reducción de espacios verdes vegetados disminuye la intercepción natural y la evapotranspiración, y el aumento de la impermeabilidad reduce el volumen de infiltración. Como consecuencia de ello, se generan volúmenes de escorrentía netamente mayores acelerando los tiempos de respuesta e incrementando el riesgo de inundaciones.

Los sistemas de drenaje convencionales cada vez requieren depurar un mayor volumen de agua de lluvia que, en su origen, era limpia. Este hecho implica la necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, dando así cabida a las *Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible* (TDUS), también conocidos como BMP's (*Best Management Practices*) o SUDS (*Sustainable Urban Drainage System*).

El objeto de las TDUS es reproducir en la medida de lo posible el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas. Así, se logra el propósito de disminuir la cantidad y la calidad de la escorrentía, y se maximiza la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación.

Hay que destacar el concepto de volumen de calidad de agua (Water Quality Volumen), que es la cantidad de escorrentía de aguas pluviales procedente de un evento de lluvia que debe ser capturada y tratada para eliminar la mayoría de los contaminantes procedentes de las primeras aguas pluviales, para un determinado coeficiente de retorno. El WQV recomendado es el volumen de la escorrentía asociada con las primeras aguas de lluvia, que es equivalente a la captura y el tratamiento del percentil 90 de todas las lluvias.

Las TDUS engloban un amplio abanico de soluciones que permiten afrontar el planeamiento, diseño y gestión de aguas pluviales dando tanta importancia a los aspectos medioambientales y sociales como a los hidrológicos e hidrogeológicos.

El sistema planteado inicialmente para resolver problemas en tiempo húmedo es además útil para gestionar la escorrentía superficial en tiempo seco, como la producida por sobrantes de riego, baldeo de calles, etc.

Los objetivos de la implantación de las TDUS son:

- Incrementar el valor añadido disminuyendo costes en infraestructuras de drenaje.

- Reducir volúmenes de escorrentía y caudales punta.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Proteger el ciclo hidrológico natural en el entorno urbano.
- Integrar el tratamiento de aguas pluviales en el medio ambiente.
- Proteger la calidad de las aguas receptoras de escorrentías urbanas.

Además, la reducción del volumen de escorrentía y caudal punta influirá en un mejor funcionamiento de las depuradoras al darse una:

- Reducción de costes al reducir el volumen de influentes.
- Reducción de costes al no alterarse el patrón de contaminantes para el que es diseñada la depuradora.
- Reducción del número de vertidos a la entrada de la depuradora.

Se deberá, en cualquier caso, desarrollar y redactar un programa de mantenimiento de los sistemas TDUS, adecuado y particularizado para la técnica en concreto, desde la etapa de planeamiento y durante toda su vida útil en fase de explotación para alcanzar la eficacia requerida.

El uso de TDUS redunda en una reducción del coste de tratamiento respecto de los sistemas convencionales, habiéndose constatado ahorros demostrables. Además, existen datos que evidencian un ahorro en costes de construcción junto con la revalorización de las urbanizaciones.

A2.2 Tipologías de las técnicas de drenaje urbano sostenible

En los apartados siguientes se determinan los criterios de diseño y ventajas de aplicación de las siguientes técnicas de drenaje urbano sostenible:

- Superficies permeables (Porous / Permeable paving).
- Franjas filtrantes (Filter strips).
- Pozos y zanjas de infiltración (Soak ways and infiltration trenches).
- Drenes filtrantes (Filter drains).
- Cunetas verdes (Swales).

A2.2.1 Superficies permeables (Porous / Permeable paving)

Los pavimentos porosos o permeables consisten en una capa de aglomerado asfáltico u hormigón que permite la infiltración de la escorrentía hacia una capa de grava subyacente. La capa de grava sirve para almacenar temporalmente la escorrentía y para infiltrarla al terreno natural o hacia los laterales del firme a través de un sistema de drenes.

Existen diversas tipologías, entre ellas: césped o gravas, bloques impermeables con juntas permeables, bloques y baldosas porosas, pavimentos continuos porosos (asfalto, hormigón, resinas, etc.).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

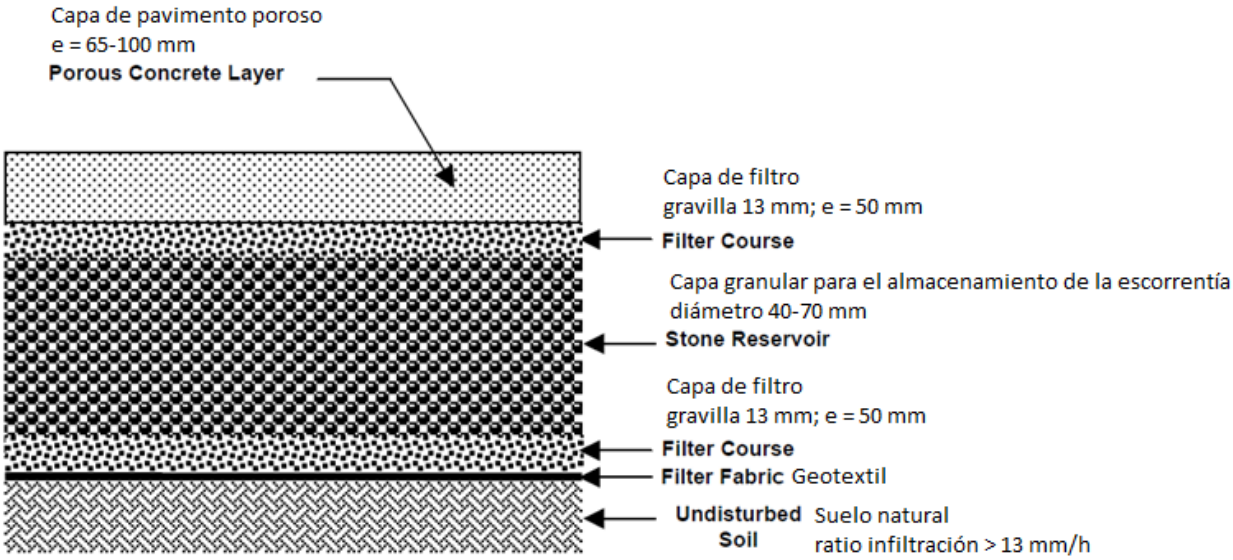


Figura 55. Sección tipo de un pavimento poroso. Fuente: Georgia Stormwater Management Manual

Figura 56. Izquierda: Pavimento permeable. Bloques (Houston, Texas USA); Derecha: Pavimento permeable. Baldosas (Houston, Texas USA)

Criterios de diseño:

- El área drenante debe ser inferior a las 4 ha.
- La pendiente del perfil longitudinal no será superior al 5%. Es recomendable que la pendiente sea inferior al 2%.
- La distancia del fondo del pavimento con el nivel freático máximo estacional debe ser superior a 1,20 m. Esta separación puede reducirse a la mitad en zonas costeras.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Se requieren suelos muy permeables. La capacidad de infiltración, fc, debe ser superior a 12 mm/h. Para comprobar este parámetro se debe realizar un ensayo de infiltración en campo cada 500 m^2. El coeficiente de seguridad de los resultados de este ensayo será igual a 2.

- Para evitar la colmatación del pavimento, los suelos de la cuenca de aportación no deben tener un porcentaje de arcillas superior al 30%.

- Si existen aportaciones de escorrentía de áreas permeables adyacentes, éstas deben estar bien estabilizadas y deben disponer de un pretratamiento consistente en una zanja vegetal o una cuneta verde.

- Por debajo de la capa asfáltica y de la capa de grava se coloca una capa de gravilla que hace las veces de filtro. La gravilla empleada debe ser de diámetro superior a 12 mm y se colocará en un espesor de entre 25 mm y 50 mm en la parte superior y de 50 mm en la inferior. Entre esas capas se sitúa la grava que sirve para almacenar la escorrentía y luego distribuirla hacia el medio. La grava debe ser de características similares a la empleada en las zanjas filtrantes, es decir, de un diámetro comprendido entre 40 mm y 75 mm, y un índice de poros del 40%.

- Por debajo del paquete de firme se dispondrá un filtro geosintético resistente al punzonamiento.

- La capa de terreno natural no debe consolidarse para permitir así la infiltración de las aguas de escorrentía.

- Se deben instalar pozos de inspección consistentes en tuberías perforadas de PVC de entre 10 cm y 15 cm de diámetro. En la parte superior de la tubería se dispondrá una junta metálica o de alta resistencia a los impactos cubierta con una tapa de alta resistencia mecánica y a la acción a los rayos UV. Además, se indicará con placas que el pavimento es poroso, avisando explícitamente que no debe reasfaltarse con un firme estándar.

Ventajas:

- Eficaz en la eliminación de contaminantes de escorrentía urbana.

- Se pueden usar como parte de un sistema en línea en aquellos lugares donde la infiltración del agua no es deseable, o cuando se viera comprometida la integridad del suelo.

- Reducción significativa en el volumen y la velocidad de la escorrentía superficial.

- Adecuado en niveles de desarrollo con alta densidad.

- Buena capacidad de adaptación.

- No toma tierra adicional, permite un doble uso del espacio.

- Bajo mantenimiento.

- Elimina la necesidad de ollas de barrancos y pozos.

- Elimina el encharcamiento superficial y hielo de la superficie.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A2.2.2 Franjas filtrantes (Filter strips)

Franjas de suelo con una cobertura vegetal muy densa diseñadas para tratar la escorrentía urbana. Favorecen la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración y disminución de la escorrentía.

Figura 57. Franja filtrante

Criterios de diseño:

- El ancho de la zona tratada por las franjas de césped no debe ser superior a 25 m, si la escorrentía se genera en una zona impermeable, o 50 m, si se genera en una permeable.
- La pendiente de las franjas de césped debe oscilar entre un 2% y un 6%.
- La longitud mínima del sistema será de 5,00 m, aunque si es posible se diseñarán con longitudes superiores a los 7,50 m.
- En la cabecera de la franja se suele situar un regulador de flujo consistente en una zanja rellena de grava de tamaño comprendido entre 35 mm y 75 mm.

Ventajas:

- Fácil de construir y de bajo costo constructivo.
- Buena implementación en grandes áreas impermeables adyacentes.
- Estimula la evaporación y promueve la infiltración.
- Opción eficaz de pre-tratamiento.
- Fáciles de integrar en el paisaje y puede ser diseñado para proporcionar beneficios estéticos.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A2.2.3 Pozos y zanjas de infiltración (Soak ways and infiltration trenches)

Pozos y zanjas poco profundos (1,00 a 3,00 m) rellenos de material drenante (granular o sintético), a los que se vierte escorrentía de superficies impermeables contiguas. Se plantean como estructuras de infiltración y almacenamiento capaces de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta de diseño para la que han sido proyectadas.

Criterios de diseño:

- El área de drenaje debe ser inferior a las 2 ha.
- Los sistemas se diseñan para flujos intermitentes para que el agua drene entre sucesos de lluvia. Los filtros no están permitidos si existen flujos de agua permanentes.
- El nivel freático y las estructuras de roca deben situarse por debajo de la base del sistema para permitir exfiltraciones al terreno.
- La ocupación en planta depende de la profundidad de la zanja.
- La pendiente del perfil longitudinal no será superior al 6%.
- Debe existir una diferencia de cota entre la entrada y la salida de agua de 30 cm.
- La distancia del fondo de la zanja con el nivel freático máximo estacional debe ser superior a 1,20 m. Esta separación puede reducirse a la mitad en zonas costeras.
- Se requieren suelos muy permeables. La capacidad de infiltración, fc, debe ser superior a 12 mm/h. Para comprobar este parámetro se debe realizar un ensayo de infiltración en campo cada 500 m^2.

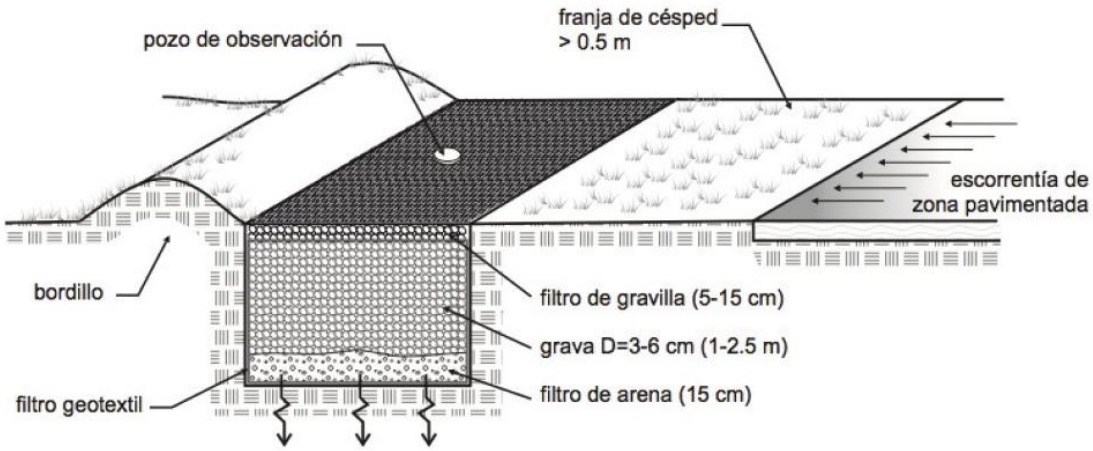


Figura 58. Esquema zanja de infiltración. Fuente: Georgia Stormwater Management Manual

- Para evitar la colmatación de la zanja los suelos de la cuenca de aportación no deben tener un porcentaje de arcillas superior al 20% ni de la fracción arcilla-limo superior al 40%.
- La zanja de infiltración debe estar rellena de una capa de asiento de arena sobre la que se dispondrá un relleno de grava cubierto con gravilla. El sistema contará con un filtro sintético en el contorno de la zanja.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- El sistema dispondrá de un pretratamiento para eliminar las fracciones más gruesas y uno o más pozos de observación para comprobar de un modo sencillo como desagua la zanja y observar su grado de colmatación.

- El volumen de almacenamiento de las zanjas de infiltración es igual al volumen de calidad de agua.

- El volumen de calidad debe infiltrarse en el terreno en un tiempo comprendido entre 24 y 48 horas.

- La profundidad de las zanjas oscila entre 1,00 y 2,50 m mientras que su anchura debe ser inferior a los 7,50 m. Las zanjas más anchas y menos profundas sufren menor riesgo de colmatación ya que el área de infiltración es mayor.

- En el fondo de la zanja se colocará una capa de 15 cm de arena limpia que mejorará las condiciones de drenaje y evitará la compactación del suelo producida por el peso de las gravas.

- La base y los laterales de la zanja se cubrirán previamente con un geotextil que hará las veces de filtro. A una profundidad que oscila entre 5 cm y 15 cm se colocará una tapa de geotextil que evitará la colmatación de las gravas.

- La superficie del filtro se cubrirá con gravilla. Esta capa superficial de entre 5 cm y 15 cm se puede reemplazar cuando se colmate sin alterar el resto de la zanja.

- En las zanjas se deben instalar pozos de mantenimiento consistentes en una tubería perforada de PVC de entre 10 cm y 15 cm de diámetro que alcance la superficie de la zanja. En la parte superior de la tubería se dispondrá una junta metálica o de alta resistencia a los impactos cubierta con una tapa de alta resistencia mecánica y a la acción a los rayos UV.

- Se ubicará al menos un pozo de inspección en el centro de la zanja y en su interior se situará un flotador visible que marcará el nivel de agua en el interior de la zanja.

- Se recomienda retranquear el sistema de infiltración como mínimo una distancia de 3,00 m respecto a los deslindes de una propiedad, 8,00 m respecto a cualquier edificación, 30 m respecto de fosas sépticas y pozos privados cercanos. Esta distancia también se mantendrá con otros cuerpos de agua superficial salvo si sirven para el abastecimiento de agua potable, en cuyo caso la distancia se incrementará a 120 m.

Ventajas:

- La infiltración puede reducir significativamente los volúmenes de escorrentía.

- La infiltración proporciona una reducción significativa en la carga contaminante descargada al cuerpo receptor.

- Las trincheras se pueden incorporar fácilmente en el paisaje y se adaptan bien al lado de las carreteras.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

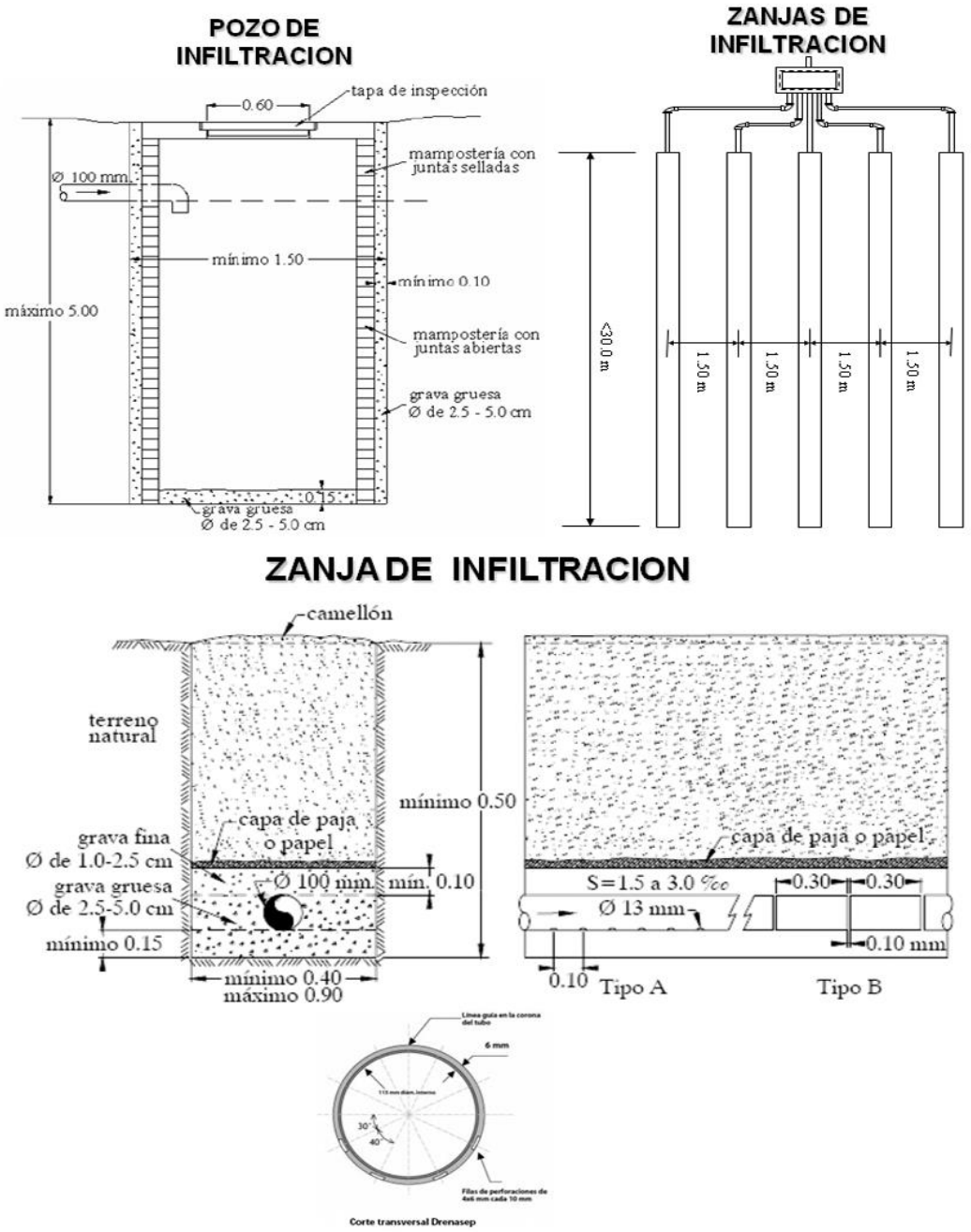


Figura 59. Zanja de infiltración

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A2.2.4 Drenes filtrantes (Filter drains)

Los filtros de arena son estructuras superficiales que se encuentran a nivel del suelo o parcialmente enterradas.

Están constituidos por zanjas poco profundas rellenas de material filtrante (granular o sintético), con o sin conducto inferior de transporte, proyectadas para captar y almacenar la escorrentía que pasa a través de una capa de arena.

Estos sistemas presentan dos cámaras, la primera es una cámara de sedimentación que elimina los flotantes y los sedimentos pesados, mientras que la segunda es la verdadera cámara de infiltración, constituida por un filtro de arena que elimina la contaminación a través de los procesos asociados a la filtración.

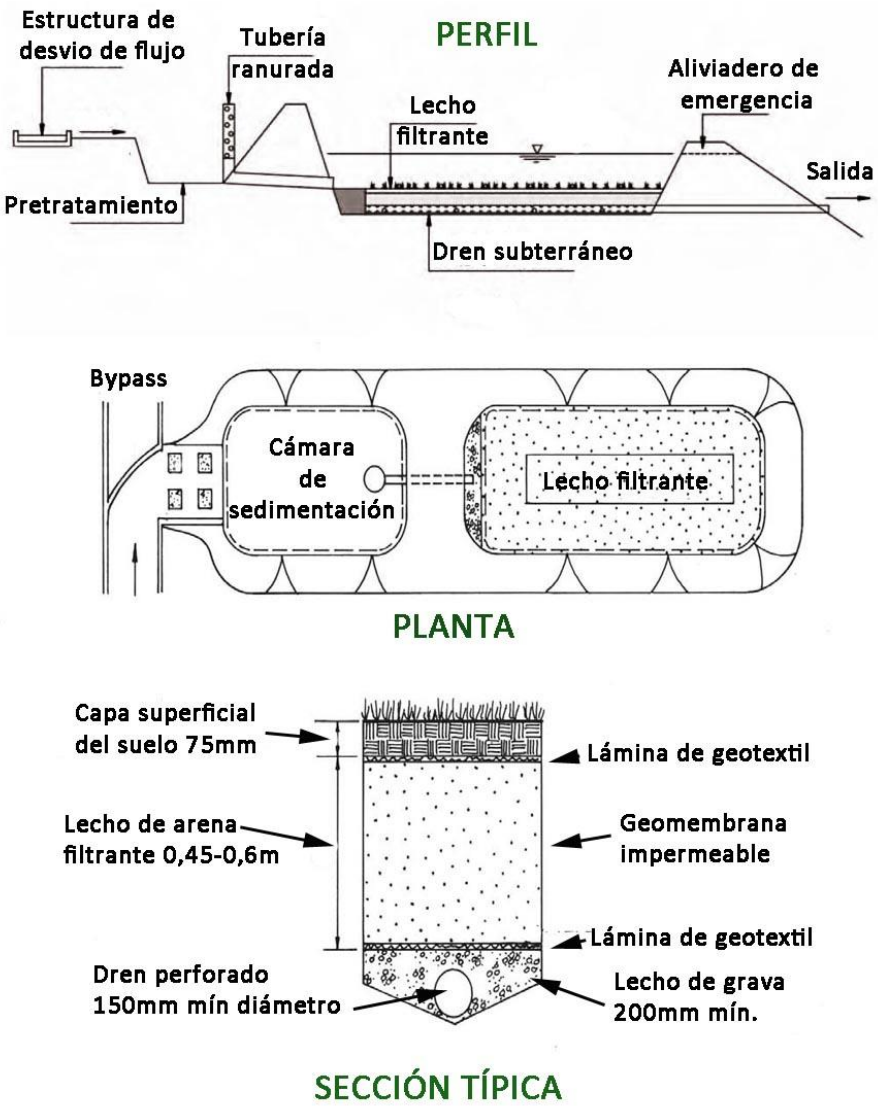


Figura 60. Drenes filtrantes. Fuente: Georgia Stormwater Management Manual

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Criterios de diseño:

- Se requiere un área de drenaje no superior a las 4 ha. El porcentaje de suelo permeable de la cuenca de aportación debe ser inferior al 50% del total.

- Las zonas permeables se estabilizarán para evitar el arrastre de finos hacia el filtro.

- Los sistemas se diseñan para flujos intermitentes para que el agua atraviese el filtro entre dos sucesos de lluvias. Los filtros no están permitidos si existen flujos de agua permanentes.

- La ocupación en planta depende del gradiente hidráulico disponible.

- La pendiente longitudinal del lugar de instalación no será superior al 6%.

- La carga hidráulica necesaria entre la entrada y salida es aproximadamente de 1,50 m.

- Debe existir una diferencia de cota entre la entrada y la salida de agua de 0,60 m en los filtros en los que se permita la infiltración de agua al terreno natural.

- Cuando existe un acuífero sensible cercano o el sistema trata aguas muy contaminadas, no se permite la infiltración de aguas al terreno.

- El filtro está constituido por una capa de arena de unos 50 cm. Por encima de esta capa de arena se suelen disponer unos 7-8 cm de suelo permeable que puede cubrirse con césped. En la parte superior e inferior de la capa de arena se colocan unos filtros geosintéticos para minimizar el transporte de finos.

- En la parte inferior del paquete filtrante se dispone el drenaje del sistema. Éste consiste en una capa de grava lavada filtrante con un índice de huecos del 40% y con una granulometría con diámetros entre los 35 mm y los 75 mm.

- Para conducir el agua desde el dren hasta el punto de vertido se empleará un sistema de tuberías de PVC perforadas de al menos 150 mm de diámetro, con agujeros de unos 10 mm con una separación entre centros de 15 cm. Este sistema de drenes se colocará con una pendiente del 1%.

- El fondo y las superficies laterales del filtro deben construirse con un material impermeable como el hormigón.

- El volumen de pretratamiento debe ser mayor o igual que el 25% del volumen de calidad.

Ventajas:

- Flexibilidad de diseño.

- Eficiente en quitar contaminantes.

- Conveniente para técnicas de renovación y conservación.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A2.2.5 Cunetas verdes (Swales)

Las cunetas verdes son canales anchos (> 0,50 m), poco profundos y talud tendido (< 1V:3H), cubiertos con césped resistente a la acción erosiva del agua y a las inundaciones. La principal diferencia con otros sistemas de drenaje vegetados radica en que estos canales se diseñan para capturar y tratar el volumen de calidad de agua.

Cuneta verde. Sur de Pennsylvania (USA)

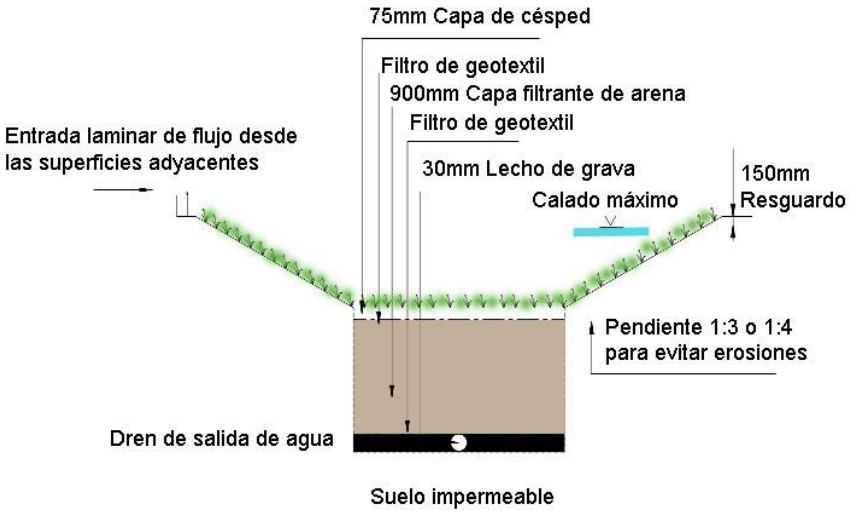


Figura 61. Cuneta verde. Sección

Criterios de diseño:

- Se requiere un área de drenaje no superior a las 2 ha.
- La ocupación en planta es aproximadamente de un 10% a un 20% del área de la cuenca.
- La pendiente longitudinal no será superior al 4% para evitar velocidades erosivas en el canal.
- Debe existir una diferencia de cota entre la entrada y la salida de agua de 0,90 m a 1,50 m en los canales secos. En los húmedos la diferencia de cota será de 30 cm.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Cuando existe un acuífero sensible cercano o el sistema trata aguas muy contaminadas la distancia con el nivel freático máximo estacional debe ser superior a 0,60 m para los dry swales. Las cunetas con volumen permanente de agua se situarán por debajo del nivel freático o en suelos con baja capacidad de drenaje.

- El suelo que conforma el sistema seco debe cumplir unas características de drenaje muy especiales o se deben emplear módulos artificiales que favorezcan el drenaje.

- Debe situarse en zonas con una topografía que permita que la pendiente longitudinal del canal sea baja, nunca superior al 4%, para que las velocidades de flujo sean adecuadas.

- Si las aguas drenan desde una carretera o zona impermeable a lo largo del canal se colocará una escollera de protección de gravilla de al menos 15 cm x 15 cm para evitar la erosión de las paredes del sistema.

- Las cunetas secas son canales de tierra con un fondo compuesto por un suelo muy permeable que descansa sobre un dren subterráneo de arena.

- La geometría de las cunetas puede ser trapezoidal, triangular o parabólica. Las triangulares no están aconsejadas porque son muy difíciles de mantener y la vegetación en las paredes no resiste demasiado bien. Los canales trapezoidales son los más usados porque son más fáciles de construir y mantener. Los de sección parabólica son los que mejor funcionamiento frente a la erosión presentan, aunque son muy difíciles de ejecutar.

- El calado máximo del volumen de calidad será de 45 cm.

- El nivel de rebose superior se dispondrá para el aguacero de 2 años y 24 horas de duración.

- La capa de suelo permeable será de, al menos, 75 cm y su capacidad de infiltración entre 30 y 45 cm/d. Este suelo tendrá mucho contenido de materia orgánica para favorecer la eliminación de contaminación. Por debajo de esta capa de suelo se situará una tubería perforada de PVC de diámetro superior a los 100 mm embebida en una capa de arena o gravilla fina de 15 cm. Entre el suelo y la gravilla se colocará un filtro geosintético para evitar el lavado de finos.

- Las velocidades de flujo para el aguacero de 2 años no pueden ser erosivas, es decir, entre 1,0 y 1,5 m/s. Para el volumen de calidad se establecen velocidades del orden de 0,3 m/s para facilitar la infiltración.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

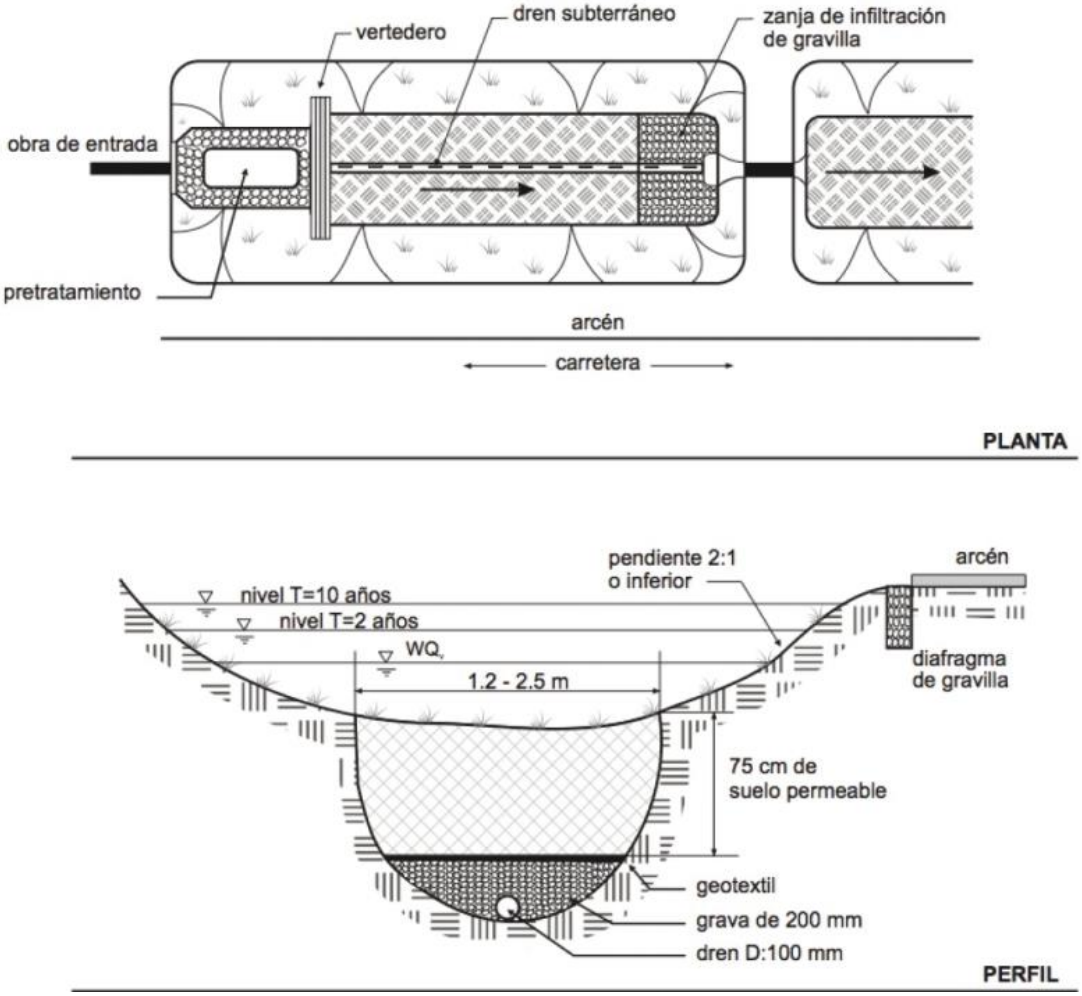


Figura 62. Cuneta vegetal seca o dry swale. Fuente: Georgia Stormwater Management Manual

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

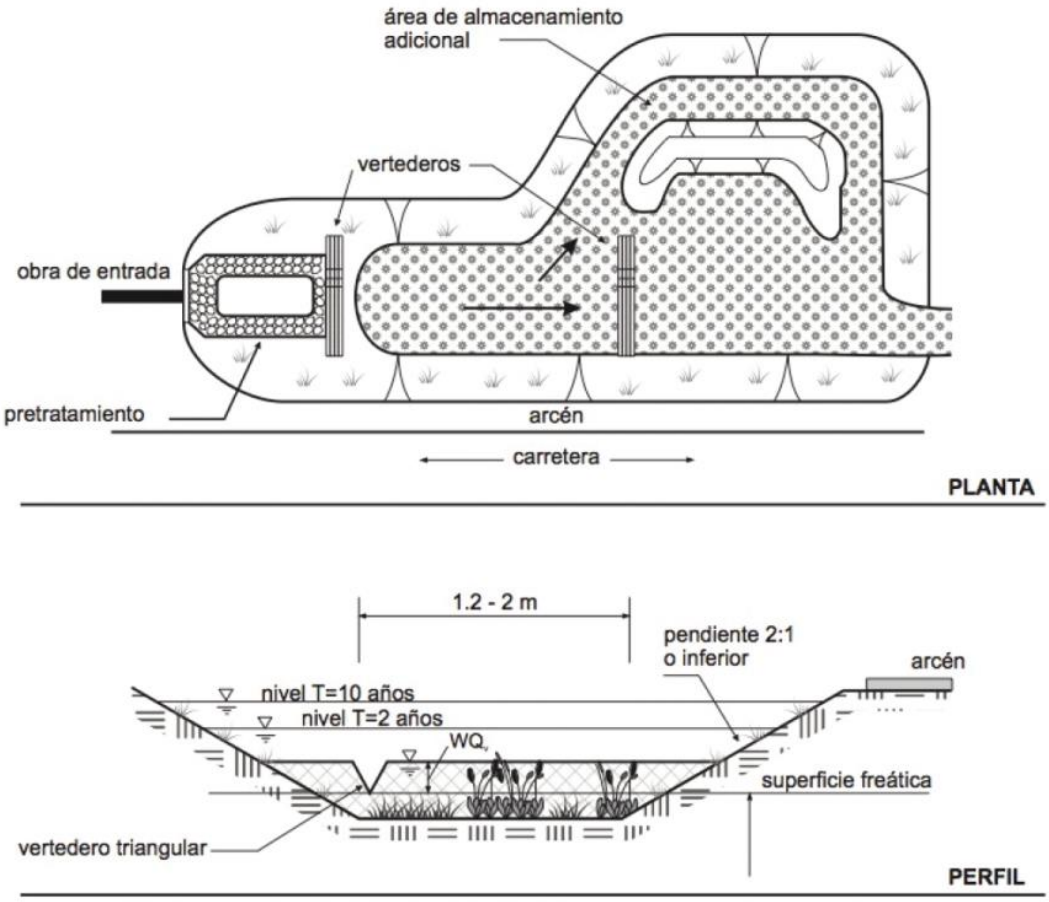


Figura 63. Cuneta vegetal húmeda o wet swale. Fuente: Georgia Stormwater Management Manual

Ventajas:

- Fácil de integrar en el paisaje.
- Buena eliminación de contaminantes urbanos.
- Reduce los volúmenes de escorrentía.
- Bajo coste capital.
- Mantenimiento incorporado en la gestión del paisaje.
- La contaminación es visible y fácil de tratar.

A2.3 Mecanismos de eliminación de contaminantes

Las técnicas de desarrollo urbano sostenible engloban un aspecto importante a tener en cuenta en el proceso de diseño, y es el que se refiere a los procesos de tratamiento y eliminación de contaminantes.

Entre los mecanismos de eliminación de contaminantes, cabe citar:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Sedimentación: gran parte de los contaminantes están ligados a fracciones de sedimento, por lo que la eliminación de éstas redunda en una reducción de los contaminantes asociados.

- Filtración y biofiltración: los contaminantes transportados en asociación con los sedimentos deben ser filtrados antes de la infiltración de las aguas; esto puede efectuarse mediante elementos vegetales, geotextiles o filtros naturales.

- Adsorción: los contaminantes son retenidos al entrar en contacto con ciertas partículas del suelo.

- Biodegradación: procesos biológicos de degradación.

- Volatilización: la transformación de ciertos contaminantes en gases puede ocurrir en compuestos derivados del petróleo y en ciertos pesticidas.

- Precipitación: mecanismo para eliminar metales pesados, transformando constituyentes solubles en partículas insolubles, eliminadas por sedimentación.

- Reducción biológica: el consumo de nutrientes por parte de las plantas reduciendo la carga contaminante (fósforo, nitrógeno).

- Nitrificación: proceso en el cual el amonio se transforma primero en nitrito y éste en nitrato, mediante la acción de las bacterias aerobias del suelo. Los nitratos pueden ser consumido por las especies vegetales.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Anexo 3 Drenaje superficial urbano

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En el presente Anexo se describen unas características básicas de los componentes que integran el drenaje superficial urbano, los cuales constituyen elementos de la urbanización y no de la red de saneamiento y quedan, en consecuencia, fuera del objeto de las presentes Normas.

En cualquier caso, el drenaje superficial urbano constará, básicamente, de los siguientes componentes:

- Imbornales.
- Caces, canales y rejillas de desagüe.

A3.1 Imbornales

A3.1.1 Generalidades

Los imbornales estarán constituidos, en general, por los siguientes componentes (ver figuras al final del Anexo):

- Elemento de recogida de las aguas pluviales.
- Rejilla.
- Albañal.
- Entronque.

A3.1.2 Componentes de los imbornales

a) Elemento de recogida de las aguas pluviales

Consistirá en una arqueta o en un pozo de registro el cual tendrá practicada una abertura que permita la recogida de las aguas.

El elemento de recogida de aguas pluviales podrá clasificarse de distintas maneras (ver Figura 68):

- Con arenero o sin él.
- Sifónicos o no sifónicos. En caso de ser sifónicos, será preferible que dispongan de una pantalla deflectora extraíble, en lugar de ejecutarlo mediante disposición de codo sifónico.
- De rejilla (consistente en una abertura cubierta por una reja sobre la que cae el agua) o de rejilla y buzón o mixtos (consistente en una abertura, o buzón, situada en el bordillo de la acera con una rejilla adosada). En el caso de las arquetas de rejillas, su profundidad no deberá ser superior a 0,70 m con objeto de hacer viables las tareas de limpieza.
- Prefabricados (materiales termoplásticos de pared estructurada u hormigón) o construidos in situ (hormigón armado o en masa, fábrica de ladrillo).

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

b) Rejilla

Las rejillas para los sumideros o imbornales deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la Norma UNE-EN 124. Serán como mínimo de la clase D 400.

Admitirán distintos diseños según fabricantes (ver Figura 64), por ejemplo, con las barras transversales, diagonales, formando huecos, etc., si bien, en cualquier caso, deberán de ser de fundición dúctil.

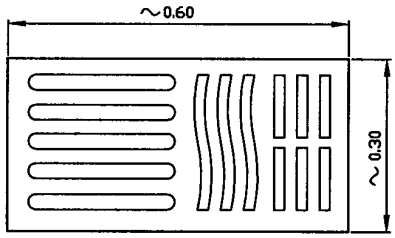


Figura 64. Rejillas tipo (ranuras de paso variables, según fabricantes)

c) Albañal

El diámetro del conducto de unión con la red de alcantarillado (albañal) estará comprendido entre 250 y 300 mm.

d) Entronque

El entronque de los sumideros con las redes de alcantarillado deberá cumplir con lo especificado en el apartado VIII.2.3, excepto en lo referente a los resaltos.

A3.2 Caces, canales y rejillas de desagüe

Complementariamente a los imbornales, se instalarán caces en el sentido longitudinal de la calzada o canales y rejillas de desagüe transversales a la misma.

En el caso de calzadas con bombeo lateral suficiente, es aconsejable la instalación de caces de bordillo o de sumidero continuo.

Un caz es un elemento lineal, superficial, cuya función es recoger y conducir aguas superficiales y de escorrentía a modo de canal en lámina libre sobre superficies pavimentadas o revestidas, hacia un elemento de desagüe. Generalmente se sitúa al borde de la plataforma, es longitudinal al trazado y presenta poca profundidad.

Los caces ocupan poco espacio en la sección transversal por lo que son de aplicación frecuente en entornos urbanos Existen varios tipos de caz según su forma, y suelen estar constituidos por piezas prefabricadas, normalmente de hormigón, o bien in situ.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

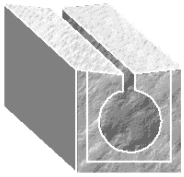


Figura 65. Caz de sumidero continuo de rendija

En calzadas cuyo bombeo lateral sea muy inferior a la pendiente longitudinal de la calle, o en grandes superficies pavimentadas, se situarán canales y rejillas de desagüe transversales perpendicularmente al sentido de circulación del tráfico.

Los canales y rejillas de desagüe constarán de una canaleta de recogida, cubierta por una rejilla de fundición dúctil, que deberá cumplir las mismas especificaciones que para los imbornales.

Las canaletas propiamente dichas, podrán ser de hormigón (en masa, armado o polímero), fundición o de materiales plásticos, admitiéndose diversos diseños, como los que se indican en la figura adjunta, debiendo cumplir, en cualquier caso, las especificaciones de la Norma UNE-EN 1433.

Las rejillas serán de fundición dúctil y estarán provistas de un dispositivo de sujeción. El ancho entre ranuras no será superior a 32 mm. Deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la Norma UNE-EN 124. Serán como mínimo de la clase D 400.

La conexión del canal de desagüe con la red pública de alcantarillado se realizará a través de un albañal que deberá cumplir con lo especificado para los mismos en el apartado VIII.2.3.

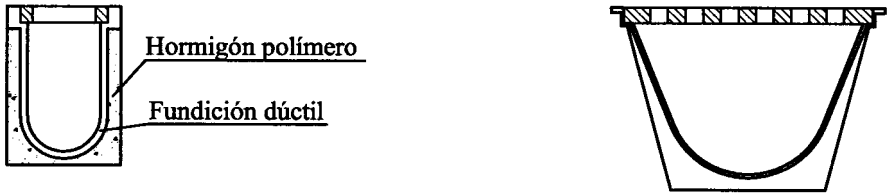


Figura 66. Ejemplos de canaletas de recogida de aguas

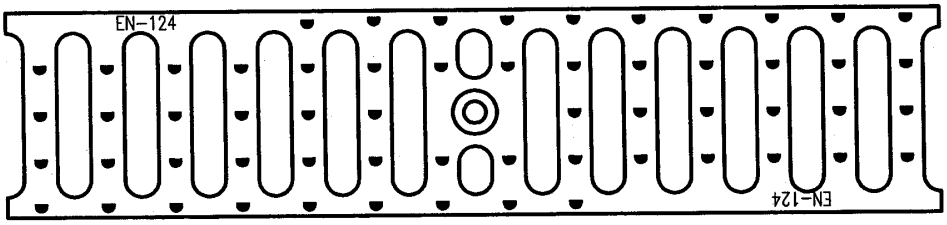


Figura 67. Ejemplo de rejillas de cubrimiento para canaletas

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A3.3 Diseño del drenaje superficial urbano

A3.3.1 Imbornales

A3.3.1.1 Generalidades

Deberán disponerse imbornales en las redes unitarias de alcantarillado y en la de aguas pluviales de los sistemas separativos. El diseño de los imbornales debe ser tal que permita su fácil limpieza.

El número y distancia de los imbornales a instalar dependerá de la intensidad y frecuencia de las lluvias locales, así como de la pendiente de las calles, si bien, en general, la separación máxima será de 30 m. En cualquier caso, se procurará que los cruces de peatones en las intersecciones de las calles queden libres de agua. Es también imprescindible ubicar imbornales en los puntos bajos de las calles.

No se deben conectar imbornales tipo rejilla, entre si, en serie, sino que cada rejilla debe ir a un pozo de registro de modo independiente. Esto evita que la disfunción de una de ellas origine la falta de drenaje de las localizadas aguas arriba.

Al objeto de evitar introducir en la red a través de estos dispositivos elementos sólidos que puedan producir atascos, no se deben instalar imbornales, en general, en calles no pavimentadas, excepto que se disponga junto a ellos de un arenero o arqueta registrable para la recogida y extracción periódica de la arena y demás depósitos.

A3.3.1.2 Albañal

La pendiente mínima del albañal de acometida del imbornal a la red de alcantarillado debe ser del 2%, mientras que la pendiente máxima, por su parte, será tal que la velocidad no exceda el valor de 3 m/s.

El diseño hidráulico y mecánico de los albañales de los imbornales se realizará conforme a lo especificado en los apartados III.5 y III.6 para las acometidas.

A3.3.1.3 Rejilla

Las rejillas de cubrimiento de los imbornales o sumideros serán lo más anchas y largas posibles, si bien no se recomienda que la longitud de la reja sea superior a 1 m.

La separación entre barras de rejillas no excederá de 32 mm. Cumplirán la clase resistente establecida en la Norma UNE-EN 124, en función de su disposición en el vial, y estarán sujetas de forma que no puedan ser desplazadas por el tráfico.

A3.3.2 Caces, canales y rejillas de desagüe

Estos elementos recogerán las aguas superficiales que no puedan ser introducidas directamente en imbornales y las conducirán hasta el pozo de registro más cercano, debiéndose prestar especial atención a sus dimensiones al objeto de evitar que se atasquen por insuficiencia de sección.

El diseño de la rejilla se realizará conforme a lo especificado en el anterior artículo.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

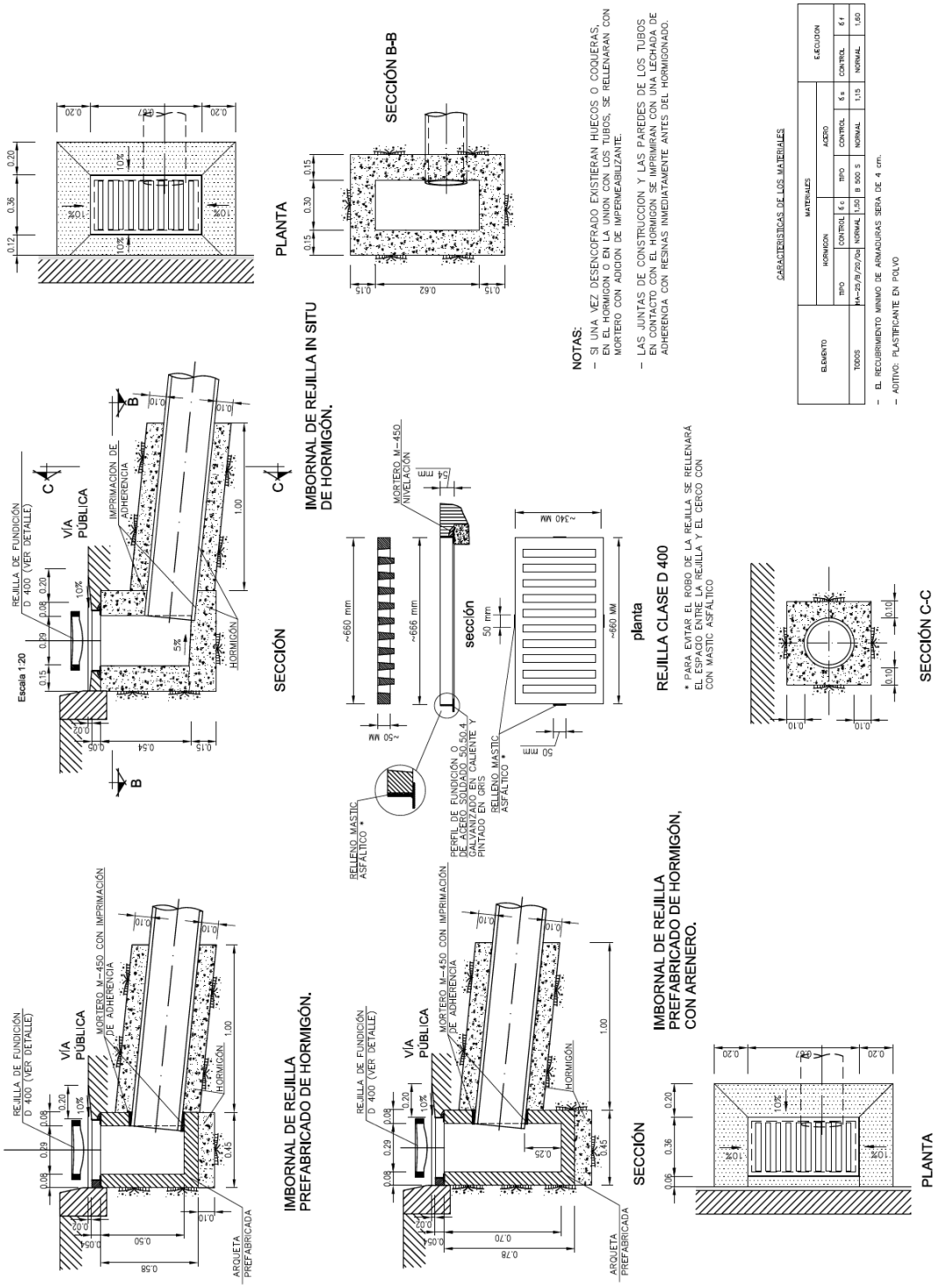


Figura 68. Imbornales

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

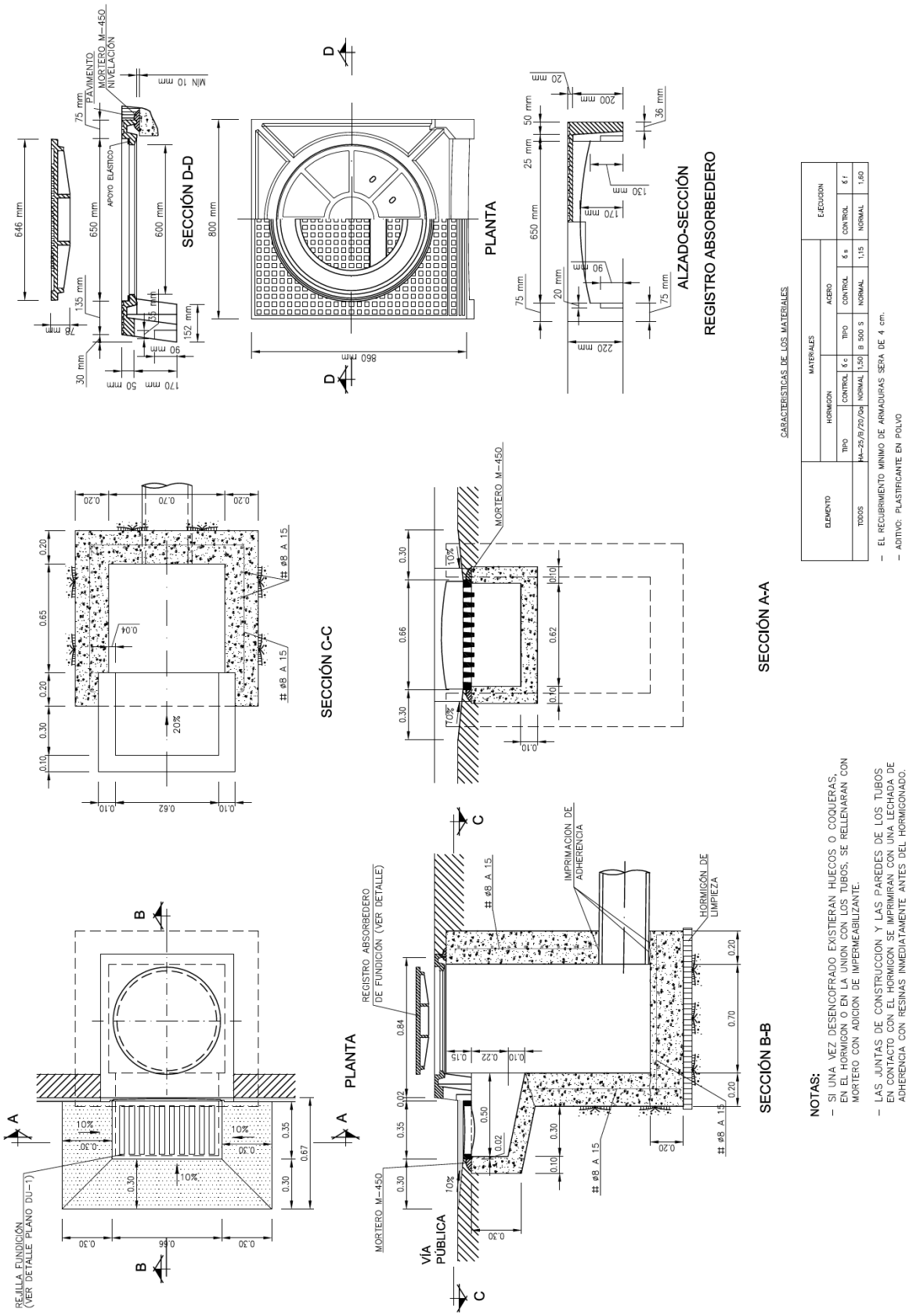


Figura 69. Imbornal con pozo absorbedero

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Anexo 4 Inspecciones de redes de saneamiento

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

A4.1 Introducción

En el presente Anexo se describe el sistema de codificación que deberá utilizarse en las inspecciones visuales de las redes de saneamiento.

El sistema de codificación sigue lo especificado en la Norma EN 13508: "Examen y evaluación de los sistemas de desagüe y de alcantarillado en el exterior de edificios. Parte 2: Sistema de codificación de inspecciones visuales".

A continuación, se especifica el sistema de codificación para la descripción de la condición interna de los desagües, alcantarillados, pozos de registro y cámaras de inspección, que puede determinarse por inspección visual. Está principalmente orientado a conducciones que funcionan por gravedad, aunque también puede utilizarse para conducciones en presión.

El objetivo de esta codificación es adaptar los informes de inspección de redes de saneamiento a la norma europea, con el fin de que los resultados de las inspecciones puedan compararse. Se pretende definir un sistema para registrar objetivamente la información visual obtenida en la inspección, facilitando su interpretación y su manejo en sistemas de información geográficos, con la ventaja en la gestión de la información que esto supone.

A4.2 Elementos a inspeccionar

La Norma hace la siguiente distinción de elementos a la hora de describir los códigos de las inspecciones:

- Conducciones (desagües y alcantarillados según se indica en la norma referida).
- Pozos de registro y cámaras.

A4.3 Codificación de inspecciones de conducciones

Toda inspección de una conducción debe mostrar la información de la siguiente manera:

1. Información de Cabecera: (el código empieza siempre por A: códigos "A…")

Relativa a la canalización como un todo. Va en la parte superior de la hoja de inspección y se divide en información:

- Sobre localización (la letra que sigue a la A de cabecera es la A: códigos "AA...").
- Sobre detalles del tipo o características de la inspección (la letra que sigue a la A de cabecera es la B: códigos "AB..."). Como norma aplicada, sistema de codificación original, punto de referencia longitudinal, método de la inspección, fecha, etc.
- Sobre características generales del tubo (la letra que sigue a la A de cabecera es la C: códigos "AC..."). Como sección transversal, dimensiones geométricas, material de la canalización, tipo y material del revestimiento interior, etc.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Sobre otros datos que caracterizaron la inspección (la letra que sigue a la A de cabecera es la D: códigos “AD...”). Como precipitación de agua, temperatura, etc.

2. Información de las Observaciones: (el código empieza siempre por B: códigos “B…”)

Es la información propia de cada observación que se haga en la inspección. Se debe registrar utilizando un código principal o una combinación de códigos principales que describa con amplitud la característica, junto con otra información adicional, cuando sea requerida.

La codificación principal suele ir tabulada y distingue cuatro tipos de información:

- Sobre características estructurales (la letra que sigue a la B inicial de la observación es la A: códigos “BA…”).

- Sobre características de funcionamiento (la letra que sigue a la B inicial de la observación es la B: códigos “BB…”).

- Sobre inventario (la letra que sigue a la B inicial de la observación es la C: códigos “BC…”).

- Sobre otras características de la observación (la letra que sigue a la B inicial de la observación es la D: códigos “BD…”).

La información adicional se referirá a los siguientes aspectos:

- Caracterización: hasta dos códigos que describan la característica con detalle.

- Cuantificación: hasta dos valores que cuantifiquen la característica.

- Localización circunferencial: hasta dos referencias de tipo horario que sitúen la posición de la observación alrededor de la circunferencia del reloj.

- Junta: identifica cuando la observación está asociada con una junta.

- Localización longitudinal: la distancia desde el punto de referencia declarado, incluyendo un método para registrar las observaciones que se den sobre una longitud significativa.

- Referencia fotográfica.

- Referencia del vídeo.

- Observaciones: texto que describa aspectos de la observación que no se puedan describir de otra manera.

A4.4 Codificación de inspecciones de cámaras y pozos de registro

El sistema de codificación para pozos de registro y cámaras de inspección es similar al utilizado para conducciones:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

1. Información de Cabecera: (el código empieza siempre por C: códigos "C…")

Relativa al pozo o a la cámara como un todo. Va en la parte superior de la hoja de inspección y se divide en información:

- Sobre identificación del nudo del pozo o de la cámara (la letra que sigue a la C de cabecera es la A: códigos "CA...").
- Sobre una descripción textual de la localización (la letra que sigue a la C de cabecera es la A: códigos "CA...").
- Sobre el tipo de nudo (la letra que sigue a la C de cabecera es la A: códigos "CA...").
- Sobre el sistema de codificación utilizado (la letra que sigue a la C de cabecera es la B: códigos "CB..."). Como precipitación de agua, temperatura, etc.
- Sobre el punto de referencia vertical (si se registra la localización vertical) (la letra que sigue a la C de cabecera es la B: códigos "CB...").
- Sobre el punto de referencia circunferencial (la letra que sigue a la C de cabecera es la B: códigos "CB...").
- Sobre el método de inspección (la letra que sigue a la C de cabecera es la B: códigos "CB...").
- Sobre la fecha de inspección (la letra que sigue a la C de cabecera es la B: códigos "CB...").
- Sobre cualquier otra información requerida, como puede ser:
  - Detalles del pozo o de la cámara (la letra que sigue a la C de cabecera es la C: códigos "CC...").
  - Precipitación de agua, temperatura, medidas para controlar el caudal, atmósfera, otras observaciones (la letra que sigue a la C de cabecera es la D: códigos "CD...").

2. Información de las Observaciones: (el código empieza siempre por D: códigos "D…")

Es la información sobre las observaciones individuales en el interior del pozo o cámara. Se debe registrar utilizando un código principal o una combinación de códigos principales que describa con amplitud la característica, junto con otra información adicional, cuando sea requerida.

La codificación principal suele ir tabulada y distingue cuatro tipos de información:

- Sobre características estructurales (la letra que sigue a la D inicial de la observación es la A: códigos "DA…").
- Sobre características de funcionamiento (la letra que sigue a la D inicial de la observación es la B: códigos "DB…").
- Sobre inventario (la letra que sigue a la D inicial de la observación es la C: códigos "DC…").
- Sobre otras características de la observación (la letra que sigue a la D inicial de la observación es la D: códigos "DD…").

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La información adicional se referirá a los siguientes aspectos:

- Caracterización: hasta dos códigos que describan la característica con detalle.
- Cuantificación: hasta dos valores que cuantifiquen la característica.
- Localización circunferencial: hasta dos referencias de tipo horario que sitúen la posición de la observación alrededor de la circunferencia del reloj.
- Junta: identifica cuando la observación está asociada con una junta situada entre dos tramos adyacentes prefabricados.
- Localización descriptiva: un código que describe la parte afectada del pozo o de la cámara.
- Referencia fotográfica.
- Referencia del vídeo.
- Observaciones: texto que describa aspectos de la observación que no se puedan describir de otra manera.

A4.5 Listado de códigos y significado

El listado de códigos y su significado se detallan en la Norma UNE-EN 13508.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Anexo 5 Legislación y normativa citada

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En los diferentes apartados de estas Normas se hace referencia a una serie de disposiciones legales y normativas que han servido de base para su redacción y que se deben tener en cuenta para su aplicación.

La relación de las versiones correspondientes a las disposiciones aplicables en cada caso, con referencia a su fecha de aprobación, es la que se indica a continuación.

Legislación europea

Directiva 2006/42/CE	**Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).**
Directiva 2006/95/CE	**Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión (versión codificada).**
Directiva 2004/108/CE	**Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la Directiva 89/336/CEE.**
Reglamento (UE) 548/2014	**REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.**
EN 1990:2002/A1:2005	**Basis of structural design.**
EN 1991	**Actions on structures.**
EN 1991-1-1:2002	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings.
EN 1991-1-2:2002	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire.
EN 1991-1-3:2003	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads.
EN 1991-1-4:2005	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions.
EN 1991-1-5:2003	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-5: General actions - Thermal actions.
EN 1991-1-6:2005	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-6: General actions - Actions during execution.
EN 1991-1-7:2006	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-7: General actions - Accidental actions.
EN 1991-2:2003	Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges.
EN 1991-3:2006	Eurocode 1: Actions on structures - Part 3: Actions induced by cranes and machinery.
EN 1991-4: 2006	Eurocode 1: Actions on structures - Part 4: Silos and tanks.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

EN 1992	**Design of concrete structures.**
EN 1993	**Design of steel structures.**
EN 1997	**Geotechnical design.**
EN 1998	**Design of structures for earthquake resistance.**

Legislación nacional

Ley 3/1995	**Ley de Vías Pecuarias.**
Ley 16/1985	**Ley del Patrimonio Histórico Español.**
Ley 31/1995	**Ley de Prevención de Riesgos Laborales.**
Ley 37/2015	**Ley de Carreteras.**
Ley 38/2015	**Ley del Sector Ferroviario.**
Ley 54/1997	**Ley del Sector Eléctrico.**
Real Decreto 337/2014	**Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.**
Real Decreto 1110/2007	**Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.**
Real Decreto 1890/2008	**Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.**
Real Decreto 1/2016	**Por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.**
Real Decreto 614/2001	**Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.**
Real Decreto 751/2011	**Instrucción de Acero Estructural (EAE).**
Real Decreto 842/2002	**Reglamento electrotécnico para baja tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT), así como sus posteriores modificaciones.**
Real Decreto 849/1986	**Reglamento del Dominio Público Hidráulico.**

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Real Decreto 256/2016	**Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).**
Real Decreto 997/2002	**Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).**
Real Decreto 1664/1998	**Planes Hidrológicos de cuenca.**
Real Decreto 1812/1994	**Reglamento General de Carreteras.**
Real Decreto 1290/2012	**Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.**
Real Decreto 2387/2004	**Reglamento del Sector Ferroviario.**
Real Decreto Legislativo 1/2001	**Texto refundido de la Ley de Aguas.**
Real Decreto 1247/2008	**Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**
Orden FOM/2842/2011	**de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).**
	Reglamentación sobre vehículos pesados, prioritarios, especiales, de transporte de personas y mercancías y tramitación administrativa, de la Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior) de 2013.

<u>Legislación autonómica</u>

Ley 3/1991	**Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid.**
Ley 6/2013	**Medidas Fiscales y Administrativas.**
Ley 8/1998	**Ley de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid.**
Ley 9/2010	**Medidas Fiscales, Administrativas y Racionalización del Sector Público.**
Ley 10/1993	**Vertidos Líquidos Industriales al Sistema Integral de Saneamiento de la Comunidad de Madrid.**
Decreto 29/1993	**Reglamento de Carreteras de la Comunidad de Madrid.**
Decreto 170/1998	**Decreto sobre gestión de las infraestructuras de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid.**

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Normas UNE

UNE-HD 603-1:2007	**Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Requisitos generales.**
UNE 21089-1:2002	**Identificación de los conductores aislados de los cables.**
UNE 21123	**Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.**
21123-1:2017	Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo.
21123-2:2017	Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
21123-3:2017	Parte 3: Cables con aislamiento de etileno-propileno y cubierta de policloruro de vinilo.
21123-4:2017	Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
21123-5:2017	Parte 5: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de poliolefina.
UNE 7368:1977	**Determinación con agua oxigenada del contenido de materia orgánica en los suelos.**
UNE 21428-1:2011	**Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV.**
UNE 53331:2020	**Plásticos. Tuberías de Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli (cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas.**
UNE 53394:2018 IN	**Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas.**
UNE 103109:1995	**Método de ensayo para determinar el índice "equivalente de arena" de un suelo.**
UNE 103501:1994	**Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor modificado.**
UNE 103502:1995	**Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.**
UNE 103503:1995	**Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.**
UNE 127916:2017	**Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, de hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1916:2008.**

UNE 127917:2015	**Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa y de hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1917.**
UNE 211006:2010	**Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.**

Normas UNE-EN

UNE-EN 124:2015	**Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos.**
124-1:2015	Parte 1: Definiciones, clasificación, principios generales de diseño, requisitos de comportamiento y métodos de ensayo.
124-2:2015	Parte 2: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de fundición.
124-3:2015	Parte 3: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de acero o aleación de aluminio.
124-4:2015	Parte 4: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de hormigón armado.
124-5:2015	Parte 5: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de materiales compuestos.
124-6:2015	Parte 6: Dispositivos de cubrimiento y de cierre de polipropileno (PP), polietileno (PE) o poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).
UNE-EN 295	**Sistemas de tuberías de gres para saneamiento.**
295-1:2013	Parte 1. Requisitos para tuberías, accesorios y uniones.
295-2:2013	Parte 2: Evaluación de la conformidad y muestreo.
295-3:2012	Parte 3: Métodos de ensayo.
295-4:2013	Parte 4: Requisitos para adaptadores, conectores y uniones flexibles.
295-5:2013	Parte 5: Requisitos para tuberías perforadas y sus accesorios.
295-6:2013	Parte 6: Requisitos para los componentes de las bocas de hombre y cámaras de inspección.
295-7:2013	Parte 7: Requisitos para tuberías de gres y juntas para hinca.
UNE-EN 476:2011	**Requisitos generales para componentes empleados en sumideros y alcantarillados.**
UNE-EN 545:2011	**Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.**
UNE-EN 598:2008+A1:2009	**Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo.**
UNE-EN 736	**Válvulas. Terminología.**
736-1:2019	Parte 1: Definición de los tipos de válvulas.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

736-2:2016	Parte 2: Definición de los componentes de las válvulas.
736-3:2008	Parte 3: Definición de términos.
UNE-EN 805:2000	**Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.**
UNE-EN 809:1999+A1:2010	**Bombas y grupos motobombas para líquidos. Requisitos comunes de seguridad.**
UNE-EN 993	**Métodos de ensayo para productos refractarios conformados densos.**
993-1:2018	Parte 1. Determinación de la densidad aparente, de la porosidad abierta y de la porosidad total (Ratificada por AENOR en enero de 2019).
UNE-EN 998	**Especificaciones de los morteros para albañilería.**
998-1:2018	Parte 1. Morteros para revoco y enlucido.
998-2:2018	Parte 2: Morteros para albañilería.
UNE-EN 1401	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).**
1401-1:2009	Parte 1. Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.
UNE-EN 1610:2016	**Construcción y ensayos de desagües y redes de alcantarillado.**
UNE-EN 1796:2014	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).**
UNE-EN 1916:2008	**Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.**
UNE-EN 1917:2008	**Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.**

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

UNE-EN 10025	**Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.**
10025-1:2006	Parte 1. Condiciones técnicas generales de suministro.
10025-2:2006	Parte 2. Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
10025-2:2006 ERRATUM: 2012	Parte 2. Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
UNE-EN 12050	**Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones.**
UNE-EN 12201	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE).**
12201-1:2012	Parte 1. Generalidades.
12201-2:2012+A1:2020	Parte 2. Tubos.
12201-3:2012+A1:2013	Parte 3. Accesorios.
12201-4:2012	Parte 4. Válvulas.
12201-5:2012	Parte 5. Aptitud al uso del sistema.
UNE-CEN/TS 12201-7:2014	Parte 7: Guía para la evaluación de la conformidad. (Ratificada por AENOR en diciembre de 2014.)
UNE-EN 12889:2000	**Puesta en obra sin zanja de redes de saneamiento y ensayos.**
UNE-EN 13101:2003	**Pates para pozos de registro enterrados. Requisitos, marcado, ensayos y evaluación de conformidad.**
UNE-EN 13331:2002	**Sistemas de entibación de zanjas.**
13331-1:2002	Parte 1. Especificaciones del producto.
13331-2:2002	Parte 2: Evaluación por cálculo o por ensayo.
UNE-EN 13476	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE).**
13476-1:2018	Parte 1. Requisitos generales y características de funcionamiento.
13476-2:2019	Parte 2. Especificaciones para tubos y accesorios con superficie interna y externa lisa y el sistema, de Tipo A.
13476-3:2019	Parte 3. Especificaciones para tubos y accesorios con superficie interna lisa y superficie externa perfilada y el sistema, de Tipo B.
UNE-EN 13508	**Examen y evaluación de los sistemas de desagüe y de alcantarillado en el exterior de edificios.**
13508-2:2003+A1:2012	Parte 2: Sistema de codificación de inspecciones visuales.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

UNE-EN 13598	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamientos y evacuación enterrados sin presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE).**
13598-1:2011	Parte 1: Especificaciones para los accesorios auxiliares incluyendo las arquetas de inspección poco profundas.
13598-2:2017	Parte 2: Especificaciones para los pozos de registro y arquetas de inspección en áreas de tráfico y en instalaciones subterráneas profundas.
UNE-EN 14364:2015	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento con o sin presión. Plásticos termoendurecibles reforzados con vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturado (UP). Especificaciones para tuberías, accesorios y uniones.**
UNE-EN 14396:2004	**Escaleras fijas para pozos de registro.**
UNE-EN 14628:2006	**Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Recubrimiento exterior de polietileno para tuberías. Requisitos y métodos de ensayo.**
UNE-EN 14636	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento sin presión. Hormigón de resina de poliéster (PRC).**
14636-1:2010	Parte 1. Tubos y accesorios con uniones flexibles.
14636-2:2010	Parte 2. Pozos de registro y cámaras de inspección.
UNE-EN 15189:2013	**Laboratorios clínicos. Requisitos particulares para la calidad y la competencia. (ISO 15189:2012).**
UNE-EN 15383+A1:2014	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento. Plásticos termoendurecibles reforzados con vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturado (UP). Pozos de registro y cámaras de inspección.**
UNE-EN 15542:2009	**Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil. Revestimiento exterior de mortero de cemento para tubos. Requisitos y métodos de ensayo.**
UNE-EN 15655	**Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo para revestimientos orgánicos de tuberías y racores de fundición dúctil.**
15655-1:2019	Parte 1. Revestimientos de poliuretano para tuberías y accesorios.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

UNE-EN 17176	**Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).**
17176-1:2019	Parte 1. Generalidades.
CEN/TS 17176-3:2019	Parte 3: Accesorios.
17176-2: 2019	Parte 2. Tubos.
17176-5: 2019	Parte 5. Aptitud al uso del sistema.
UNE-EN 50085-1:2006/A1:2013	**Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.**
UNE-EN 55011:2016/A1:2017	**Equipos industriales, científicos y médicos. Características de las perturbaciones radioeléctricas. Límites y métodos de medición.**
UNE-EN 60034	**Máquinas eléctricas rotativas.**
60034-1:2011	Parte 1. Características asignadas y características de funcionamiento.
60034-2-1:2014	Parte 2. Métodos normalizados para la determinación de las pérdidas y del rendimiento a partir de ensayos (excepto las máquinas para vehículos de tracción).
60034-14:2004/A1:2007	Parte 14: Vibraciones mecánicas de determinadas máquinas con altura de eje igual o superior a 56 mm. Medición, evaluación y límites de la intensidad de vibración.
UNE-EN 60076	**Transformadores de potencia.**
UNE-EN 60228:2005	**Conductores de cables aislados.**
UNE-EN 60529:2018	**Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).**
UNE-EN 60947	**Aparamenta de baja tensión.**
60947-2:2007/A1:2011	Parte 2. Interruptores automáticos.
UNE-EN 61000	**Compatibilidad electromagnética (CEM).**
61000-6-1:2007	Parte 6-1: Normas genéricas. Inmunidad en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera. (IEC 61000-6-1:2005).
UNE-EN 61010	**Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio.**
UNE-EN 61386	**Sistemas de tubos para la conducción de cables.**

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

UNE-EN 61439-1:2012	**Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.**
UNE-EN 61800-1:1999	**Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 1: Especificaciones de dimensionamiento para sistemas de accionamiento de potencia en corriente continua y baja tensión.**

Normas UNE-EN ISO

UNE-EN ISO 1461:2010	**Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.**
UNE-EN ISO 3452	**Ensayos no destructivos. Ensayos por líquidos penetrantes.**
3452-1:2013	Principios generales. (ISO 3452-1:2013, versión corregida 2014-05-01).
UNE-EN ISO 8501	**Preparación de substratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies.**
8501-1:2008	Grados de óxido y de preparación de substratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores.
UNE-EN ISO 9000: 2015	**Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario (ISO 9000:2015).**
UNE-EN ISO 9001:2015	**Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.**
UNE-EN ISO 9606	**Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión.**
9606-1:2017	Parte 1: Aceros. (ISO 9606-1:2012 incluido Cor 1:2012 y Cor 2:2013).
UNE-EN ISO 9906	**Bombas rotodinámicas. Ensayos de rendimiento hidráulico de aceptación. Niveles 1, 2 y 3.**
UNE-EN ISO 9969:2016	**Tubos de materiales termoplásticos. Determinación de la rigidez anular (ISO 9969:2016).**
UNE-EN ISO 10675	**Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Niveles de aceptación para los ensayos radiográficos.**
10675-1:2017	Parte 1: Acero, níquel, titanio y sus aleaciones. (ISO 10675-1:2016).
UNE-EN ISO 12100:2012	**Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).**

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

UNE-EN ISO 12944	**Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores.**
12944-5:2018	Parte 5: Sistemas de pintura protectores (ISO 12944-5:2018).
UNE-EN ISO 15607:2004	**Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales (ISO 15607:2003).**
UNE-EN ISO 17892	**Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos.**
17892-1:2015	Parte 1: Determinación de la humedad. (ISO 17892-1:2014).
17892-4:2019	Parte 4: Determinación de la distribución granulométrica. (ISO 17892-4:2016).
17892-12:2019	Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico. (ISO 17892-12:2018).

Normas UNE-EN ISO/IEC

UNE-EN ISO/IEC 17011:2004	**Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad (ISO/IEC 17011:2004).**
UNE-EN ISO/IEC 17011:2017	**Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad (ISO/IEC 17011:2004).**
UNE-EN ISO/IEC 17021	**Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión.**
17021-1:2015	Parte 1: Requisitos. (ISO/IEC 17021-1:2015).
UNE-EN ISO/IEC 17025:2005	**Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.**
UNE-EN ISO/IEC 17025:2017	**Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.**

Normas ISO

ISO 3:1973	**Preferred numbers. Series of preferred numbers.**
ISO 497:1973	**Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers.**
ISO 1452-3:2009	**Plastics piping systems for water supply and for buried and above-ground drainage and sewerage under pressure-Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U)—Part 3: fittings.**

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

ISO 2531:2009	**Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water applications.**
ISO 4200:1991	**Plain end steel tubes, welded and seamless. General tables of dimensions and masses per unit length.**
ISO 8180:2006	**Ductile iron pipelines -- Polyethylene sleeving for site application.**
ISO 11922-1:2018	**Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids -- Dimensions and tolerances -- Part 1: Metric series.**
ISO 16422:2014	**Pipes and joints made of oriented unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-O) for the conveyance of water under pressure-Specifications**

Otras normas

NLT-204/72	**Determinación de la densidad mínima de una arena.**
NLT-205/91	**Determinación de la densidad máxima de una arena por el método de apisonado.**
AWWA M45:3:2013	**Fiberglass Pipe Design.**
ASTM D6783:2005: REV A: R2017	**Standard specification for Polymer Concrete Pipe.**
ATV A 128:1992	**Standards for the dimensioning and design of stormwater structures in combined sewers.**

Documento de armonización (HD) de CENELEC

HD 428	**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.**

Recomendaciones UNESA

RU 5201D	**Transformadores sumergidos en aceite para distribución en baja tensión.**

Documentación técnica

Canal de Isabel II. Normas para Redes de Abastecimiento. Versión 2012. Modificación 2020.

Canal de Isabel II. Normas para Redes de Reutilización. Versión 2. 2020.

Canal de Isabel II. Normas para Redes de Saneamiento. NRSCYII-2006.

Canal de Isabel II. Normas para Redes de Saneamiento. Versión 2. 2016.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Ayuntamiento de Madrid. Pliego de Condiciones Técnicas Generales. Madrid, 1999.

Ayuntamiento de Madrid. Normalización de elementos constructivos para obras de urbanización. Madrid, 2002.

CEDEX. Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano. Madrid, 2007.

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado (IET). Madrid, 2007.

Ministerio de Fomento. Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Madrid, 1999.

Normas técnicas de la compañía eléctrica suministradora.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Anexo 6 Planos

Índice de planos:

Galerías

1.1) Galerías con cuna tipos 0, I, II, III, y galería de acceso in situ.
1.2) Galerías visitables con canal prefabricadas tipos 0, I, II y III.
1.3) Rápido en galería in situ visitables tipos I, II y III.

Pozos de registro

2.1) Pozos prefabricados circulares de hormigón.
2.2) Pozos de registro in situ circulares de fábrica de ladrillo.
2.3) Pozos in situ sección rectangular.
2.4) Pozo prefabricado excéntrico. Sección tubular.
2.5) Pozo prefabricado excéntrico. Sección galería.
2.6) Pozo in situ con galería de acceso.
2.7) Pozo con galería de acceso y cámara unión. Conexión a galería.
2.8) Pozo de resalto por trasdós. Conexión a tubular.
2.9) Pozo de resalto por trasdós. Conexión a galería.
2.10) Pozo de resalto por trasdós. Profundidad insuficiente.

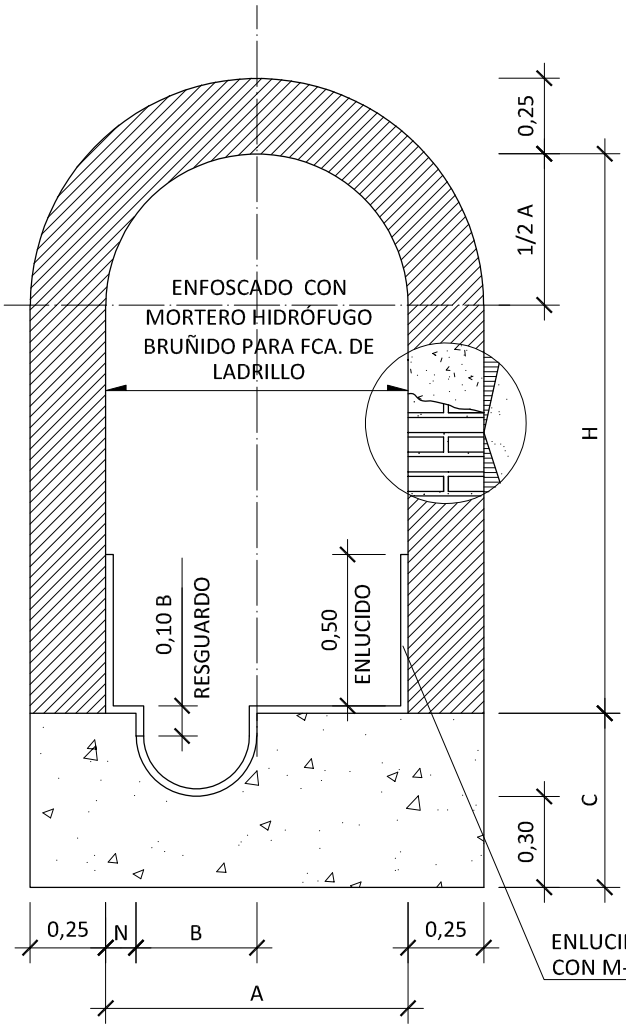
Acometidas

3.1) Arqueta de arranque.
3.2) Pozos de entronque.
3.3) Acometida particular a galería o a profundidad > 4,50 m.
3.4) Acometida de tubulares a galería.

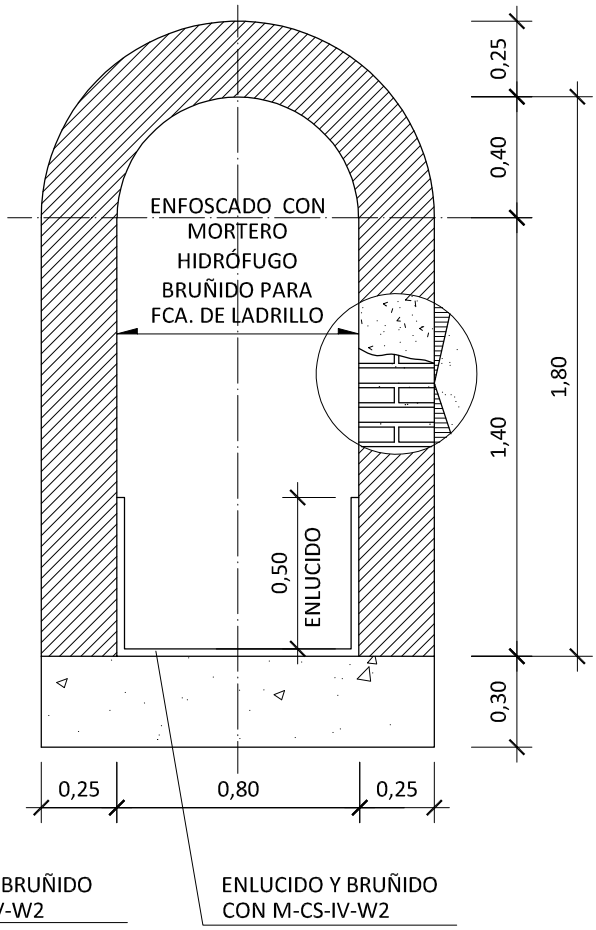
Dispositivos de cierre en alojamientos

4.1) Tapa y marco de fundición dúctil.
4.2) Tapa y marco mixtos.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Mdrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid



GALERÍA CON CUNA



GALERÍA DE ACCESO

CARACTERÍSTICAS

GALERÍA TIPO		A	B	C	H	N
0	0,80 x 1,80	0,80	0,30	0,45	1,80	0,10
I	1,00 x 1,80	1,00	0,40	0,60		0,10
II	1,20 x 1,80	1,20	0,50	0,65		0,15
III	1,40 x 1,80	1,40	0,60	0,70		0,15

MATERIALES

- CONSTRUCCIÓN A CIELO ABIERTO: HORMIGÓN HA-25, ARMADO SEGÚN PROYECTO
- CONSTRUCCIÓN EN MINA
  - SOLERA: HORMIGÓN HM-20 O HA-25
  - ALZADOS: FÁBRICA DE LADRILLO MACIZO CON M-10, HORMIGÓN HM-20, HORMIGÓN ARMADO (HA-25).

NOTAS:

1. EN LA GALERÍA TIPO 0 NO SERÁ NECESARIA LA EJECUCIÓN DE RESGUARDO.
2. EL RESGUARDO MÍNIMO SERÁ DE 0,05 m.
3. PARA LA OBTENCIÓN DE LA DIMENSIÓN C, SE APLICA UN RESGUARDO DE 0,10 m POR EXCESO EN TODOS LOS TIPOS DE GALERÍA.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

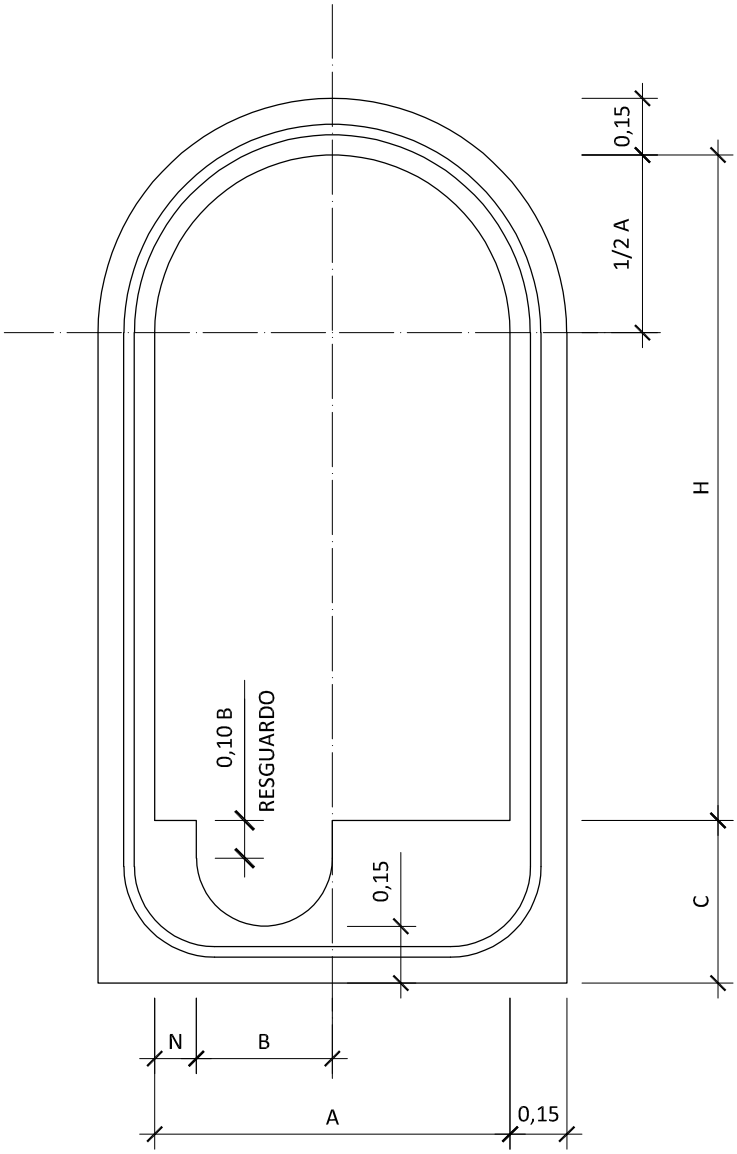
TITULO DEL PLANO:
GALERÍAS CON CUNA TIPOS 0, I, II y III, Y GALERÍA DE ACCESO IN SITU

FECHA: JUNIO 2020

ESCALAS: 1:25

Nº DEL PLANO 1.1

COTAS EN m



GALERÍA VISITABLE

LONGITUD MÍNIMA 2 m

CARACTERÍSTICAS

GALERÍA TIPO		A	B	C	H	N
0	0,80 x 1,80	0,80	0,30	0,30	1,80	0,10
I	1,00 x 1,80	1,00	0,40	0,45		0,10
II	1,20 x 1,80	1,20	0,50	0,50		0,10
III	1,50 x 1,80	1,50	0,60	0,55		0,15

HORMIGÓN HA-40

NOTAS:

1. LA UNIÓN ENTRE MÓDULOS SERÁ MACHIHEMBRADA.
2. EN LA GALERÍA TIPO 0 NO SERÁ NECESARIA LA EJECUCIÓN DE RESGUARDO.
3. EL RESGUARDO MÍNIMO SERÁ DE 0,05 m.
4. PARA LA OBTENCIÓN DE LA DIMENSIÓN C, SE APLICA UN RESGUARDO DE 0,10 m, POR EXCESO, EN TODOS LOS TIPOS DE GALERÍA.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

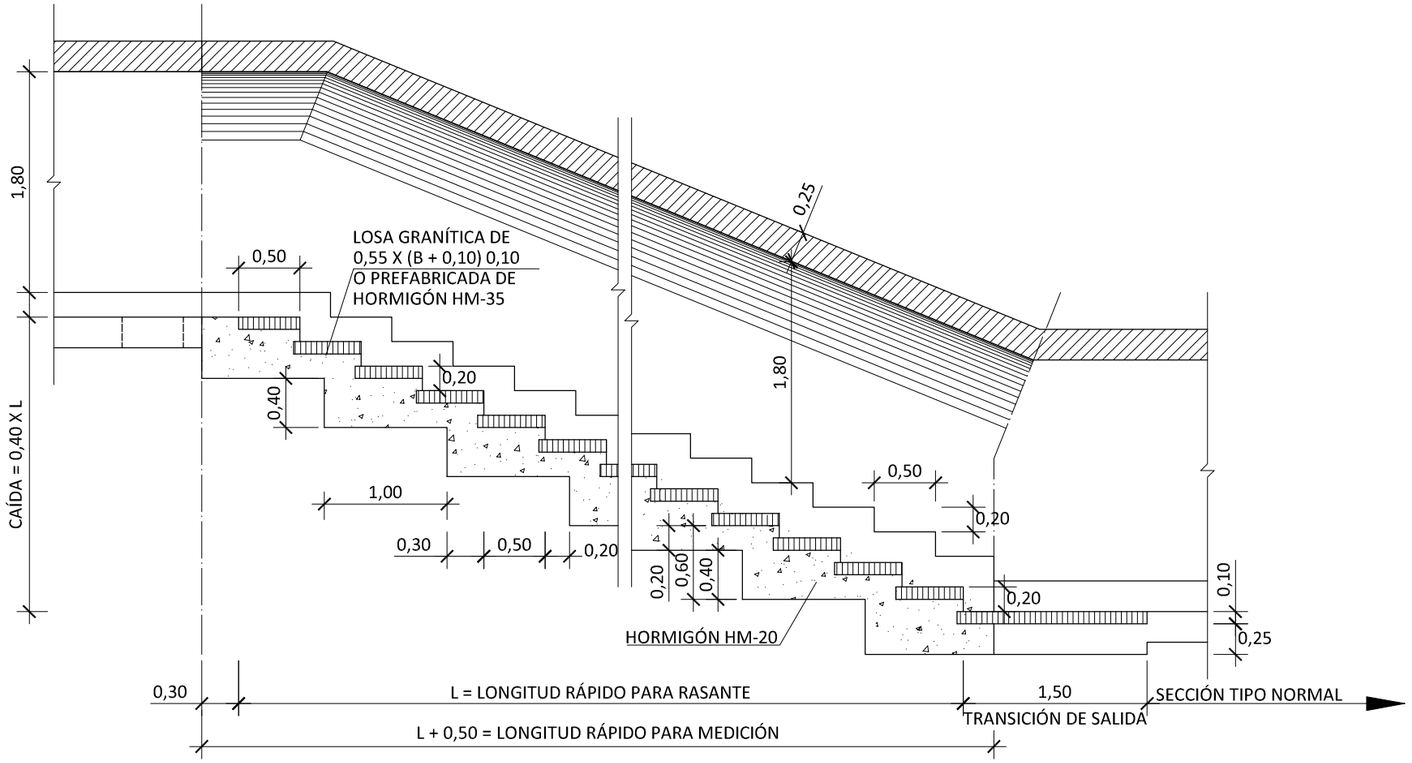
TITULO DEL PLANO:
GALERÍAS VISITABLES CON CANAL PREFABRICADAS TIPOS 0, I, II y III

FECHA: JUNIO 2020

ESCALAS: 1:20

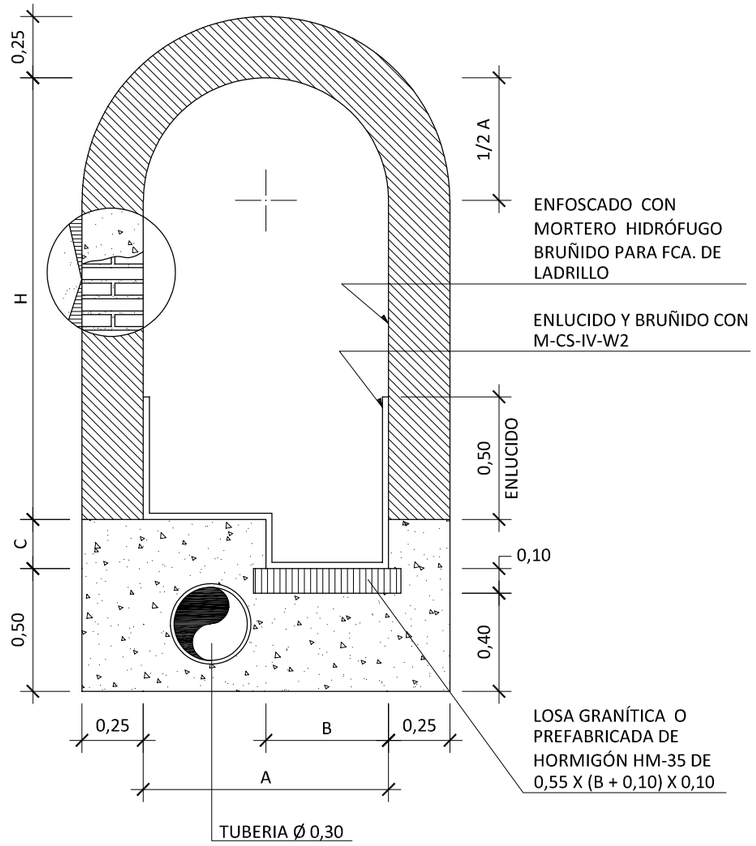
Nº DEL PLANO 1.2

COTAS EN m



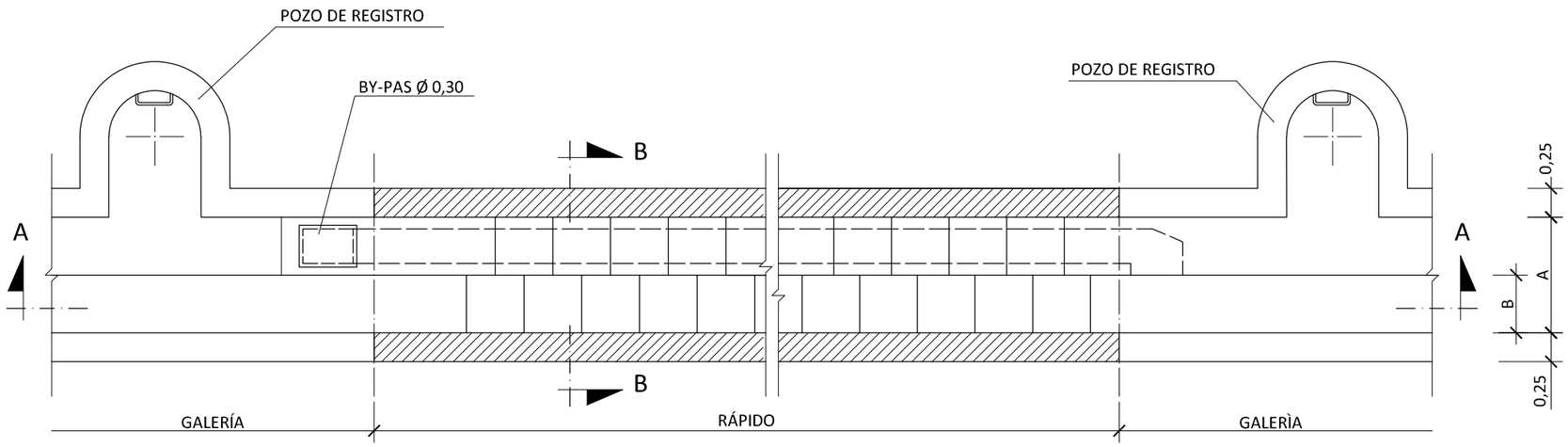
SECCIÓN LONGITUDINAL A-A

E: 1/50



SECCIÓN TRANSVERSAL NORMAL B-B

E: 1/25



PLANTA SECCIÓN

E: 1/50

NOTA:

LA LOSA QUE CONSTITUYE LOS ESCALONES, SE PODRÁ SUSTITUIR POR DOS PIEZAS DE ESPESOR 5 CM. SE DEBERÁ ASEGURAR LA UNIÓN MONOLÍTICA DE AMBAS PIEZAS.

CARACTERÍSTICAS

GALERÍA TIPO		A	B	C	H
I	1,00 x 1,80	1,00	0,50	0,20	1,80
II	1,20 x 1,80	1,20	0,65	0,20	
III	1,40 x 1,80	1,40	0,75	0,25	

MATERIALES
- CONSTRUCCIÓN A CIELO ABIERTO: HORMIGÓN HA-25, ARMADO SEGÚN PROYECTO
- CONSTRUCCIÓN EN MINA
  - SOLERA: HORMIGÓN HM-20
  - ALZADOS: FÁBRICA DE LADRILLO MACIZO CON M-10 U HORMIGÓN HM-20. SIEMPRE QUE LO PERMITAN LAS DIMENSIONES DE LOS ACCESOS, SE CONSTRUIRÁ CON HORMIGÓN ARMADO (HA-25) LAS SOLERAS Y LOS HASTIALES

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

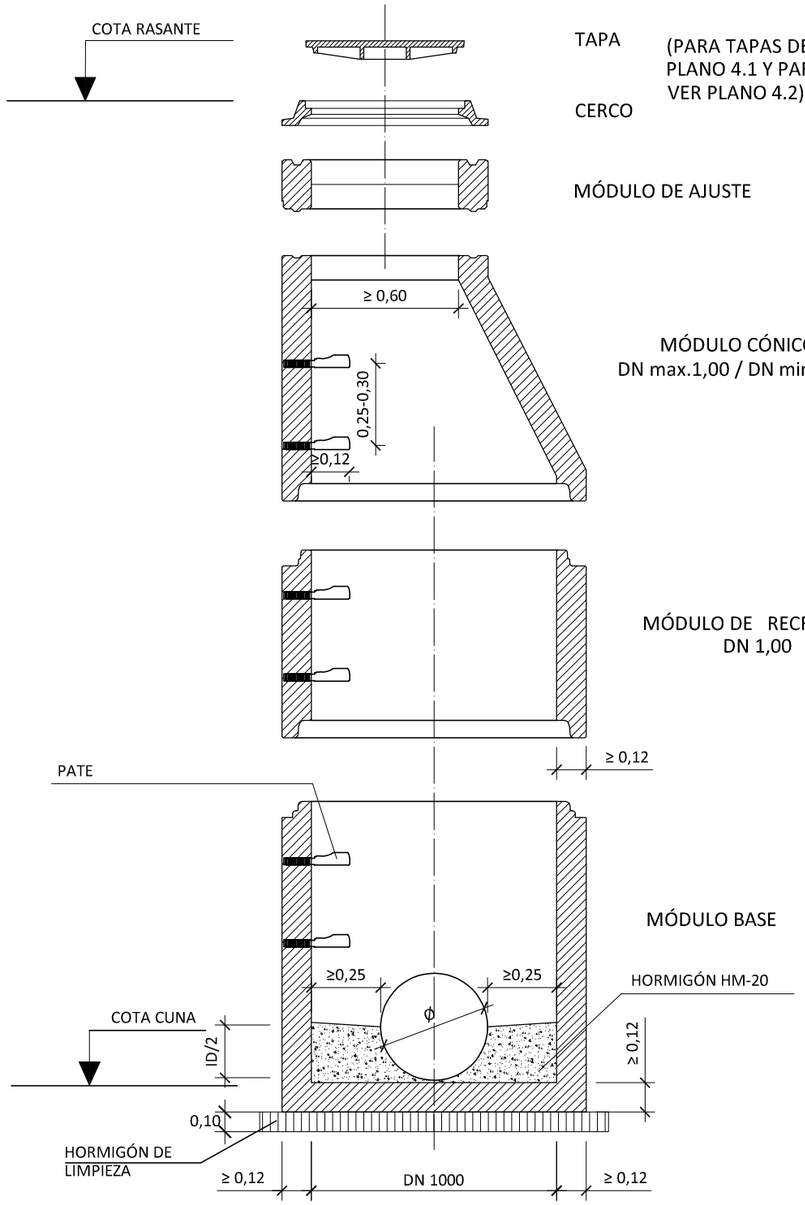
TITULO DEL PLANO: RÁPIDO EN GALERÍA IN SITU TIPOS I, II y III

FECHA: JUNIO 2020

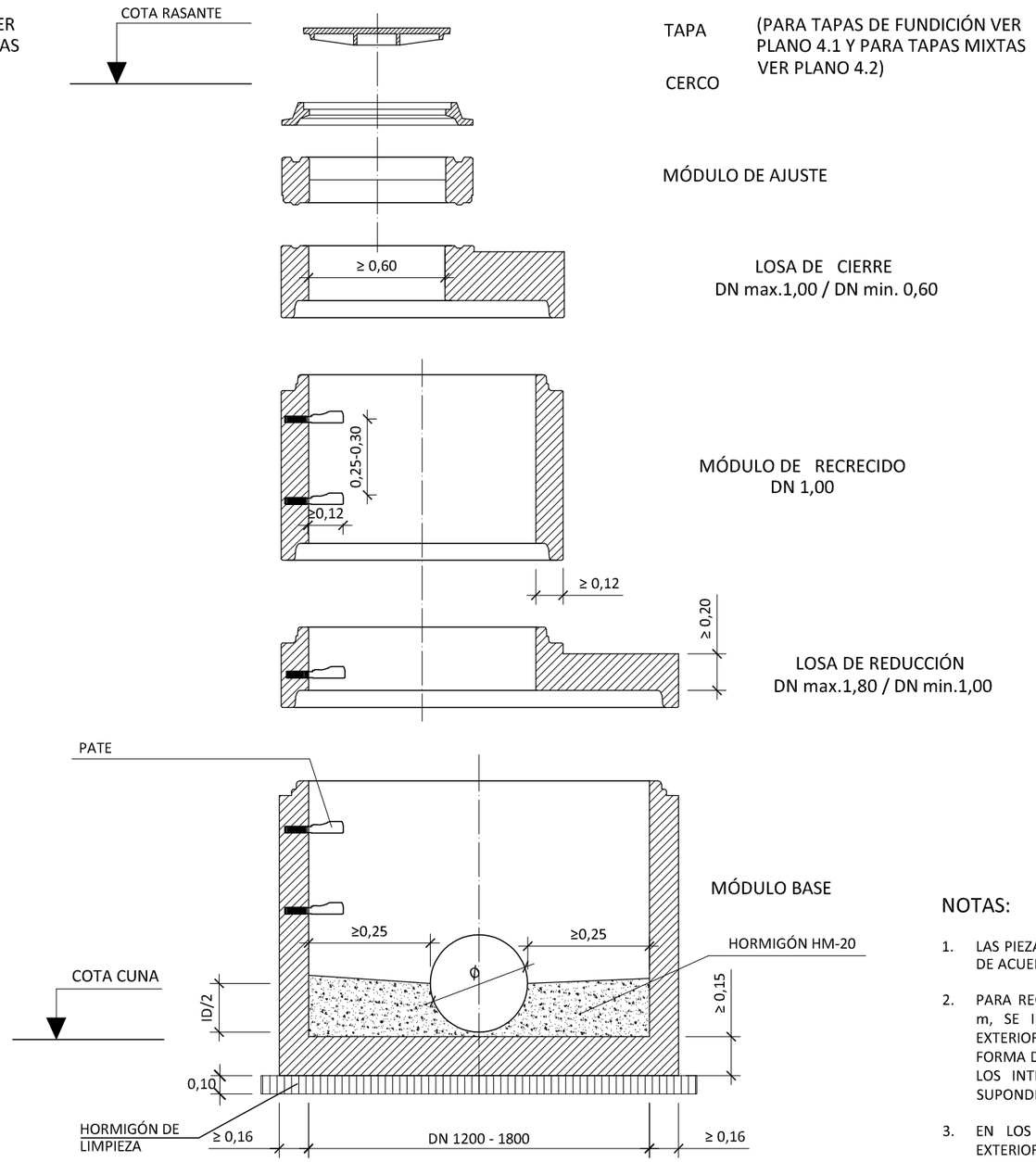
ESCALAS: VARIAS

Nº DEL PLANO 1.3

COTAS EN m



POZO DN 1000



POZO DN 1200 - 1800

NOTAS:

1. LAS PIEZAS IRÁN RECIBIDAS Y SUS JUNTAS SELLADAS DE ACUERDO CON UNE-EN 1917.
2. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.
3. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

HORMIGÓN HA-40

CARGAS DE FISURACIÓN Y ROTURA

kN/m

DN POZO (mm)	CLASE RESISTENTE			
	CLASE 30 SERIE NORMAL		CLASE 60 SERIE REFORZADA	
	FISURAC.	ROTURA	FISURAC.	ROTURA
1.000	20	30	40	60
1.200	24	36	48	72
1.500	30	45	60	90
1.800	36	54	72	108

MATERIALES:

TODAS LAS PIEZAS SERÁN ARMADAS.
SERIE REFORZADA SEGÚN UNE 127917

Canal de Isabel II

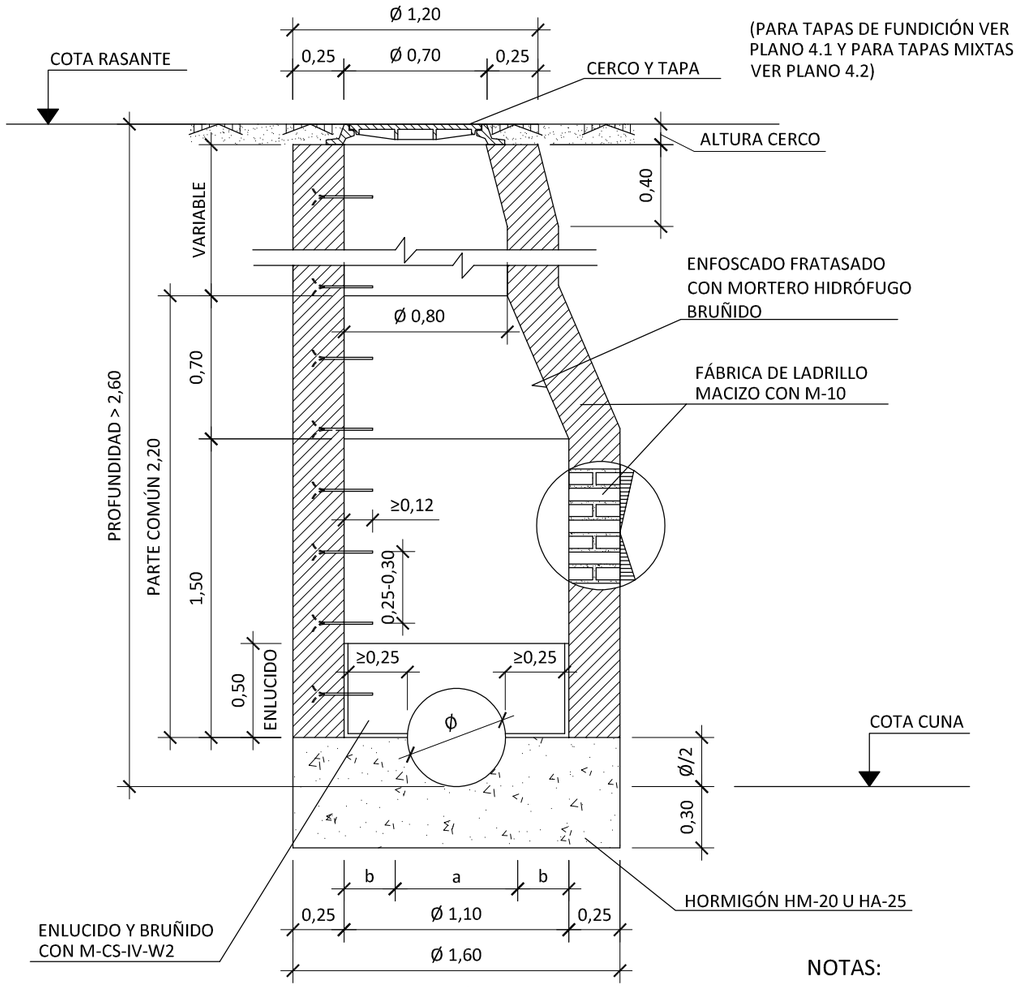
NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZOS PREFABRICADOS CIRCULARES DE HORMIGÓN

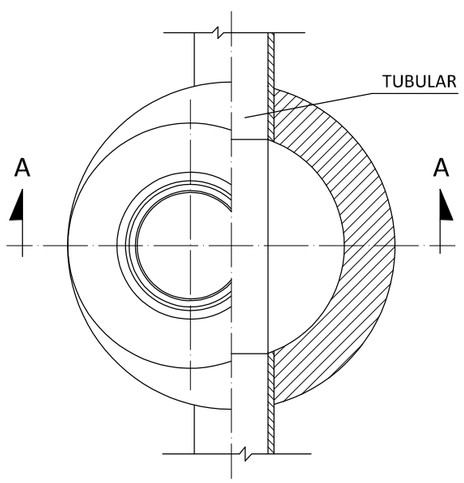
FECHA: JUNIO 2020
ESCALAS: 1:25
Nº DEL PLANO 2.1

COTAS EN m

POZO DE REGISTRO PARA ALCANTARILLADO TUBULAR
(Profundidad > 2,60 m)

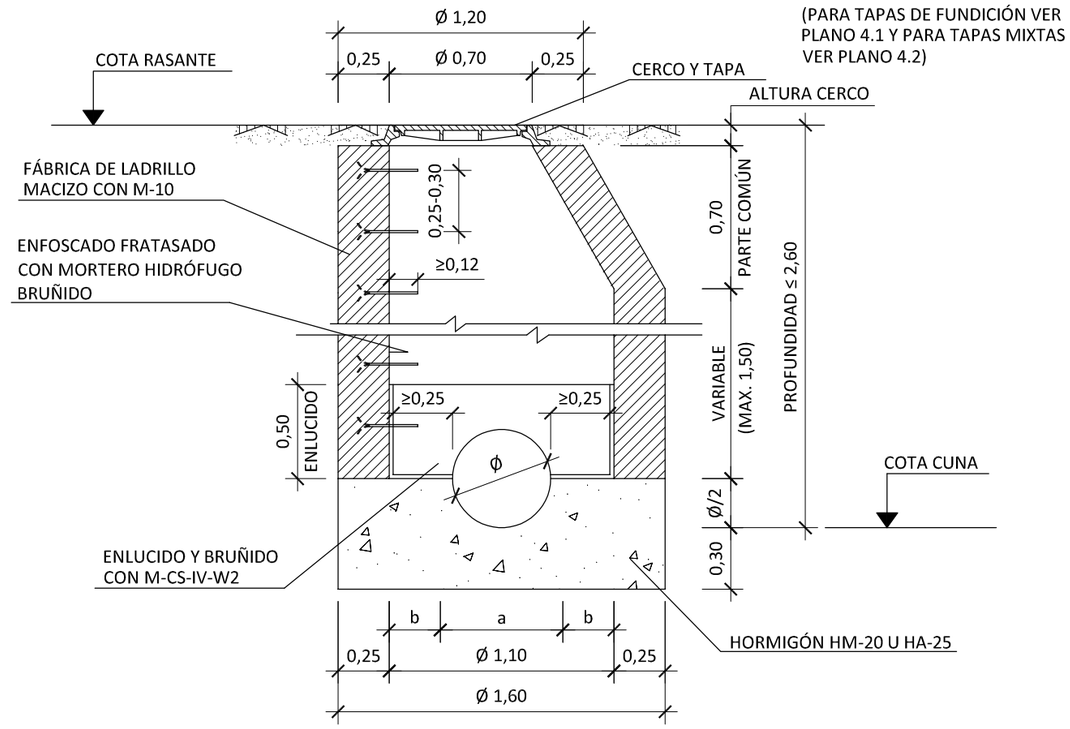


SECCIÓN A-A

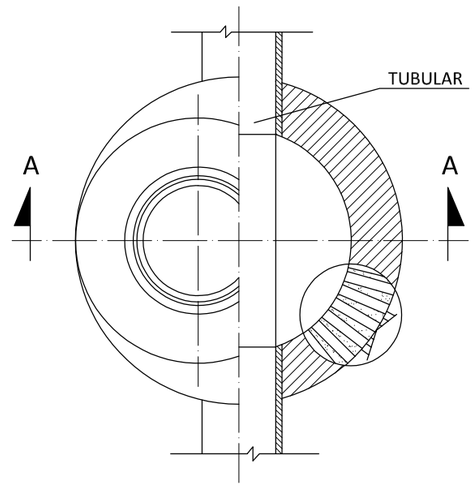


PLANTA - SECCIÓN

POZO DE REGISTRO PARA ALCANTARILLADO TUBULAR
(Profundidad ≤ 2,60 m)



SECCIÓN A-A



PLANTA - SECCIÓN

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

DIMENSIONES SOLERA

DIAMETRO TUBULAR Ø (cm)	a (m)	b (m)
30	0,30	0,40
40	0,40	0,35
50	0,50	0,30
60	0,60	0,25

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO

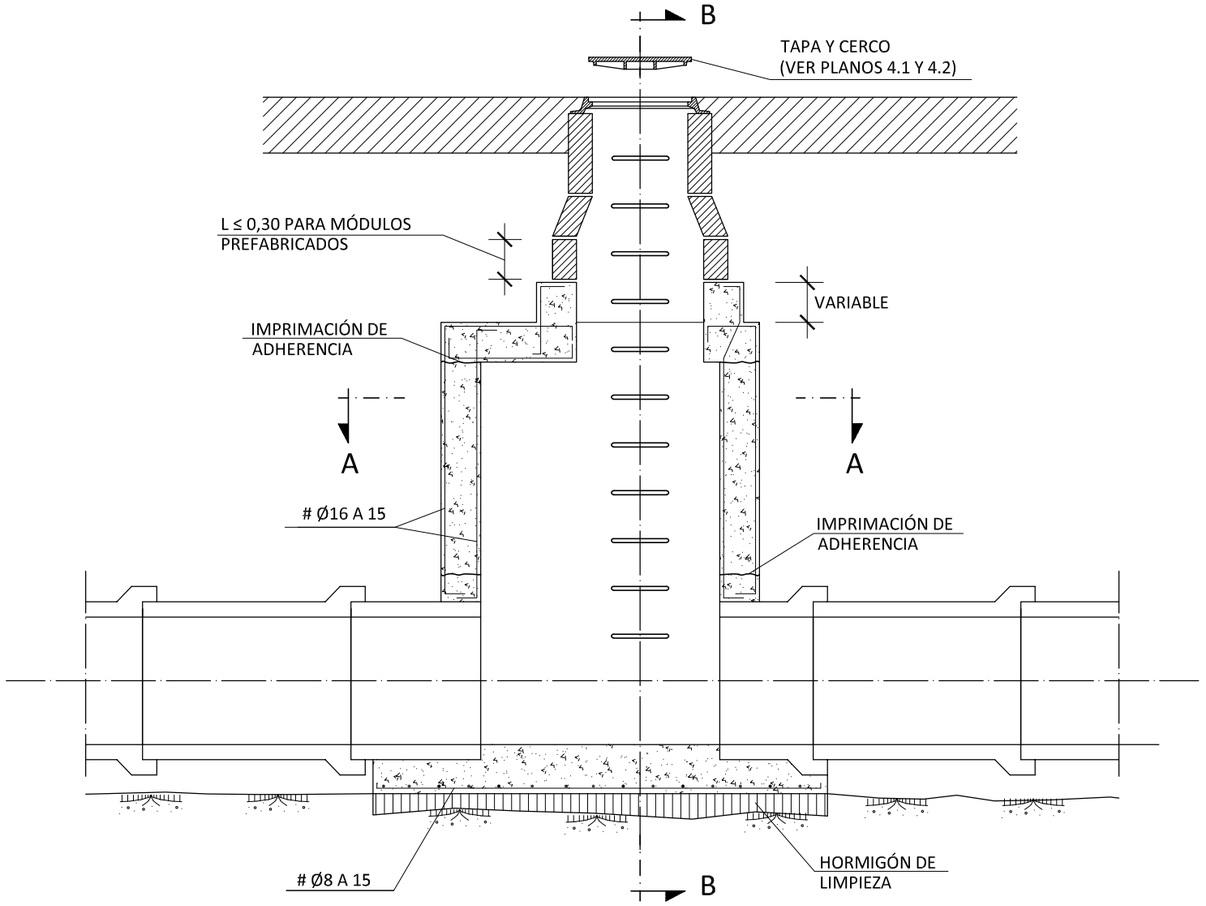
POZOS DE REGISTRO IN SITU CIRCULARES DE FÁBRICA DE LADRILLO

FECHA: JUNIO 2020

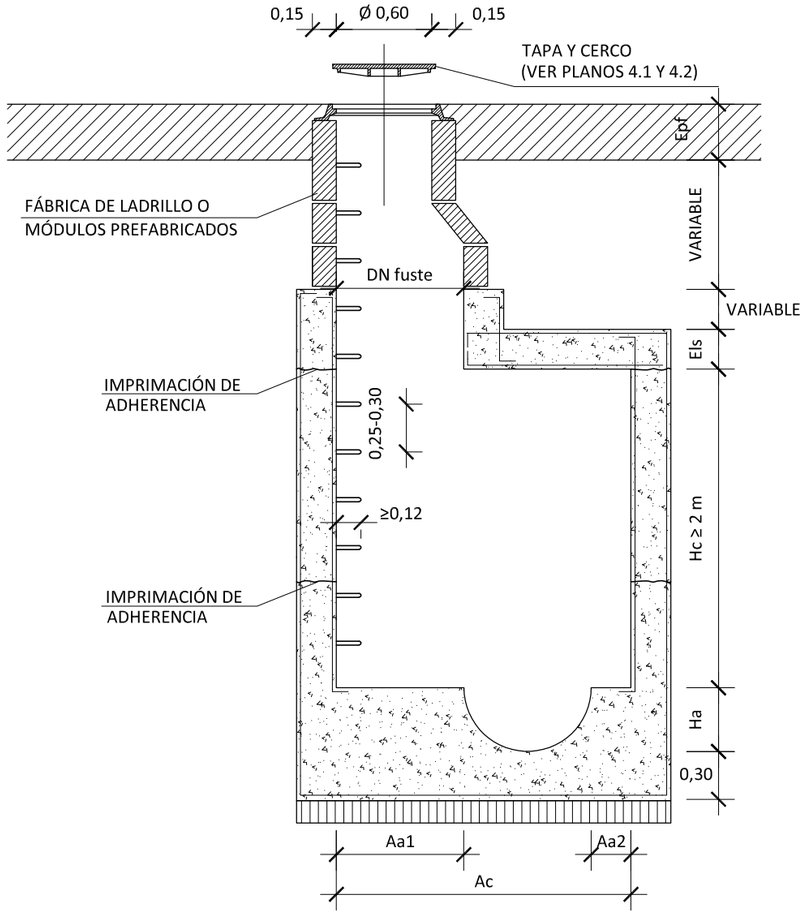
ESCALAS: 1:30

Nº DEL PLANO 2.2

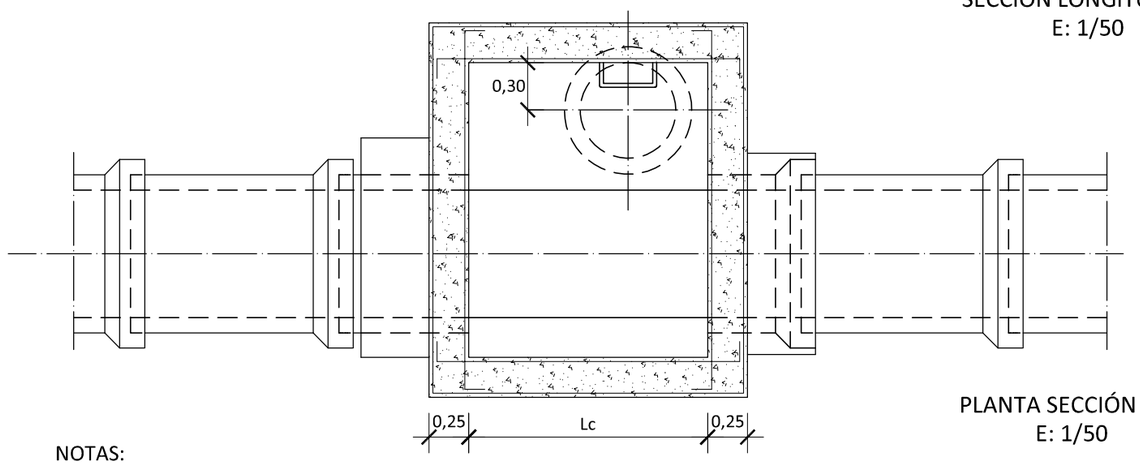
COTAS EN m



SECCIÓN LONGITUDINAL
E: 1/50



SECCIÓN TRANSVERSAL NORMAL B-B
E: 1/25



PLANTA SECCIÓN A-A
E: 1/50

DN (mm)	H_{lim} (Profundidad de la rasante hidráulica)	Ha (Altura del andén)	Aa_1 (Ancho del andén 1)	Aa_2 (Ancho del andén 2)	Lc (Longitud cámara)	Ac (Anchura cámara)	DN fuste
800	3,00	0,40	0,80	0,25	1,50	1,85	0,80
1.000	3,10	0,50	0,80	0,25	1,50	2,05	0,80
1.200	3,20	0,60	0,80	0,25	2,00	2,25	0,80
1.400	3,30	0,70	0,80	0,25	2,00	2,45	0,80
1.500	3,35	0,75	0,80	0,25	2,00	2,55	0,80
1.800	3,50	0,90	1,00	0,25	2,00	3,05	0,80
2.000	3,60	1,00	1,00	0,25	2,00	3,25	0,80
2.500	3,85	1,25	1,00	0,25	2,00	3,75	0,80
3.000	4,10	1,50	1,00	0,25	2,00	4,25	0,80

Epf: Espesor paquetes firmes (m)	0,35
Els: Espesor losa superior (m)	0,25
Hc: Altura cámara desde andén (m)	2

Ha: Semisección del colector (ID/2)
Aa1: Estimado
Aa2: Estimado
H_{lim} = Ha + Hc + Els + Epf

NOTAS:

1. SI UNA VEZ DESENCOFRADO EXISTIERAN HUECOS O COQUERAS, EN EL HORMIGÓN O EN LA UNIÓN CON LOS TUBOS, SE RELLENARÁN CON MORTERO CON ADICIÓN DE IMPERMEABILIZANTE.
2. LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y LAS PAREDES DE LOS TUBOS EN CONTACTO CON EL HORMIGÓN SE IMPRIMARÁN CON UNA LECHADA DE ADHERENCIA CON RESINAS INMEDIATAMENTE ANTES DEL HORMIGONADO.
3. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.
4. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

1. SI LA RASANTE DEL COLECTOR DISCURRE A UNA PROFUNDIDAD MAYOR O IGUAL QUE Hlim, SE PODRÁ DISPONER ESTA TIPOLOGÍA DE POZOS.
2. SI LA RASANTE DEL COLECTOR DISCURRE A UNA PROFUNDIDAD MENOR QUE Hlim, LA LOSA SUPERIOR DEBERÁ LLEGAR AL NIVEL DEL TERRENO Y TENDRÁ QUE SER PARCIAL O TOTALMENTE DESMONTABLE (TIPO COBIJAS), PARA QUE SE PUEDAN REALIZAR LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN.

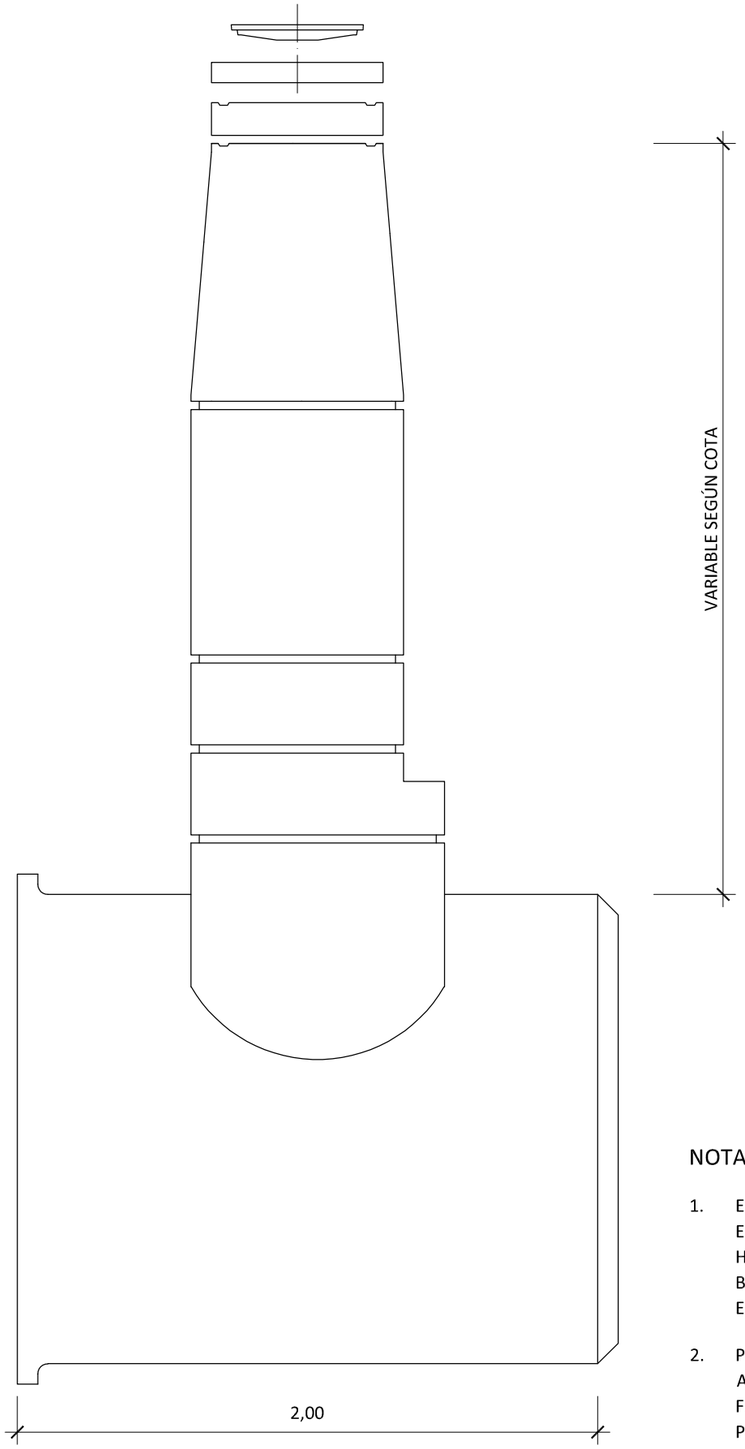
Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

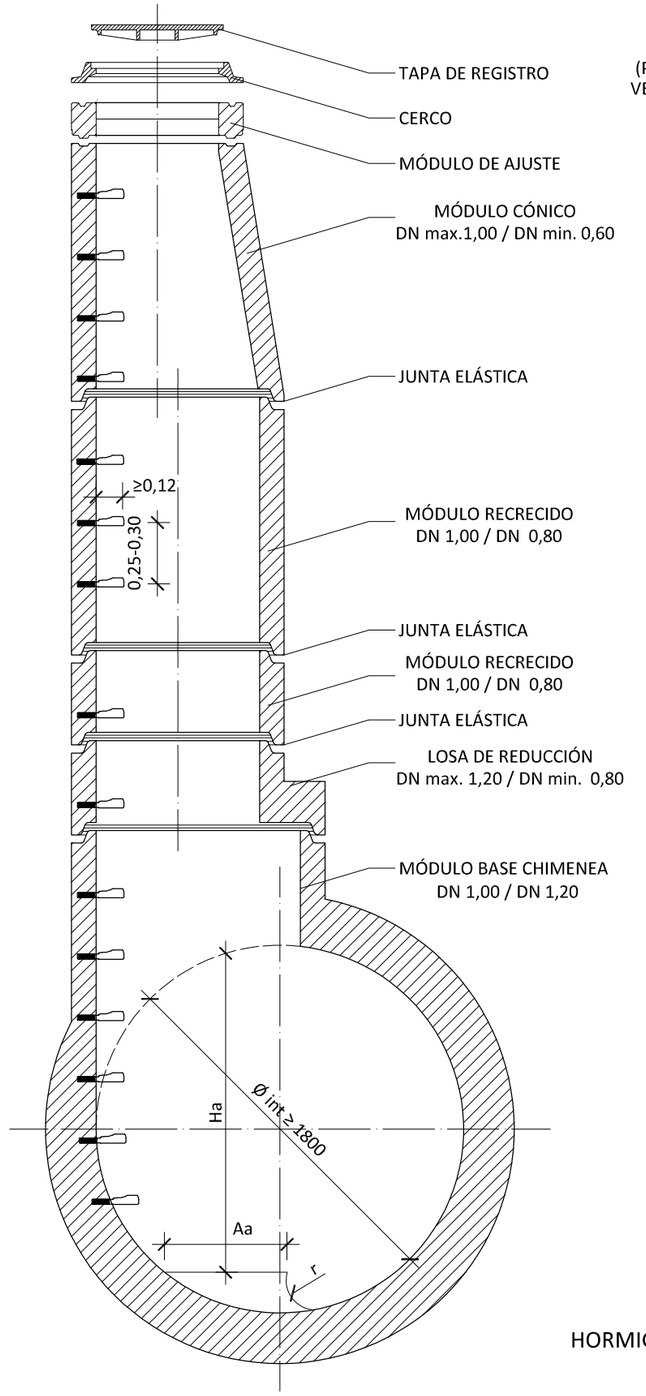
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZOS IN SITU. SECCIÓN RECTANGULAR

FECHA: JUNIO 2020
ESCALAS: 1:50
Nº DEL PLANO 2.3

COTAS EN m



ALZADO



(PARA TAPAS DE FUNDICIÓN VER PLANO 4.1 Y PARA TAPAS MIXTAS VER PLANO 4.2)

HORMIGÓN HA-40

SECCIÓN

NOTAS:

1. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

2. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

3. LOS VALORES DE Ha, Aa Y r, DEPENDERÁN DE LA SECCIÓN DEL COLECTOR AL QUE CONECTAN, DE TAL MANERA QUE SE MANTENDRÁ LA CONTINUIDAD DEL MISMO.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

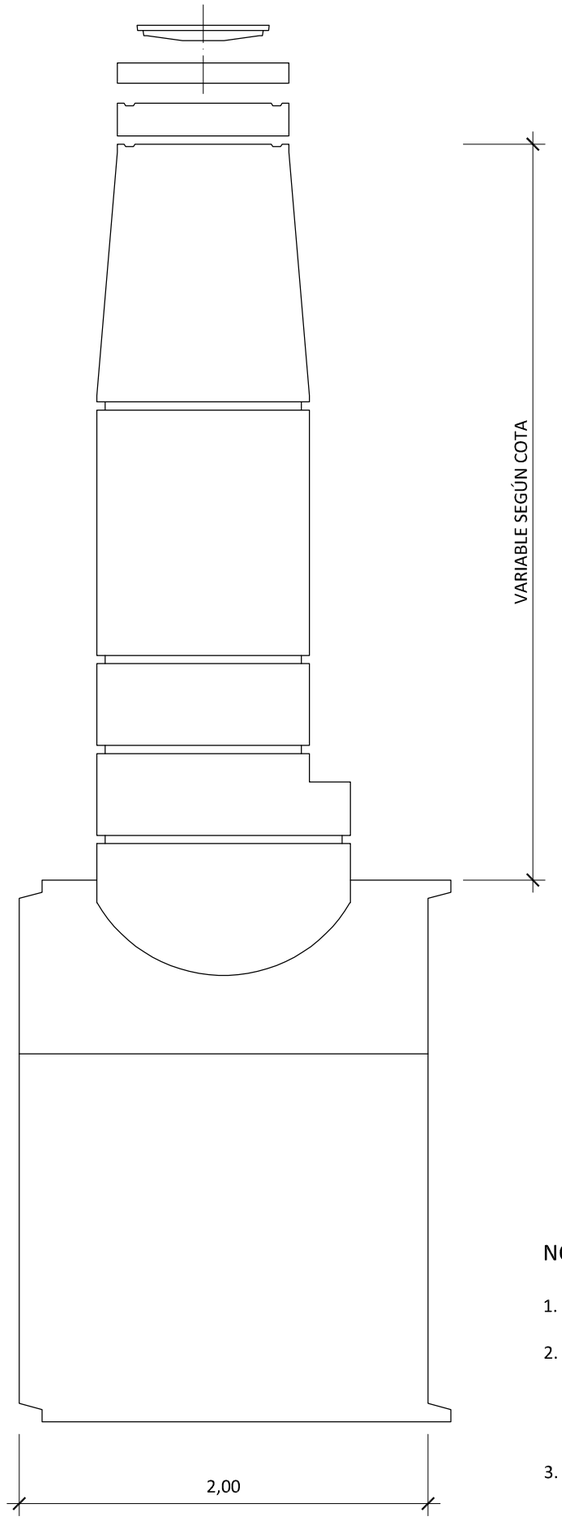
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO PREFABRICADO EXCÉNTRICO. SECCIÓN TUBULAR

FECHA: JUNIO 2020

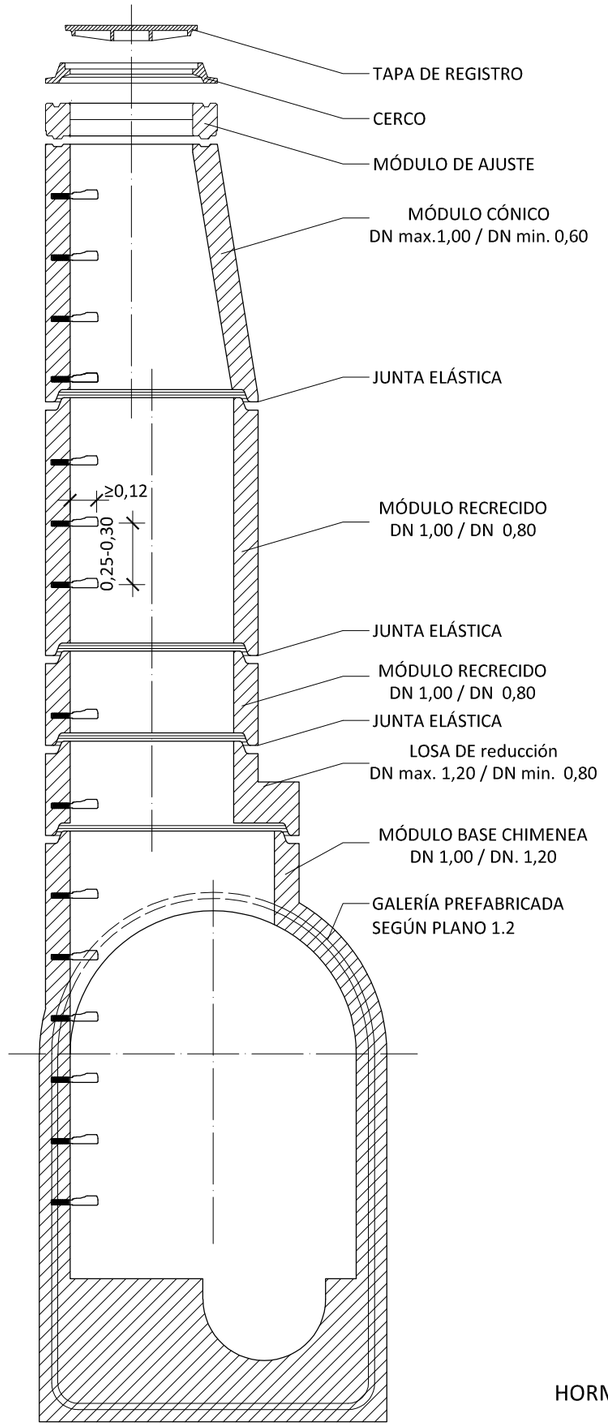
ESCALAS: 1:30

Nº DEL PLANO 2.4

COTAS EN m



ALZADO



SECCIÓN

(PARA TAPAS DE FUNDICIÓN VER PLANO 4.1 Y PARA TAPAS MIXTAS VER PLANO 4.2)

HORMIGÓN HA-40

NOTAS:

1. EN CASOS PARTICULARES LOS POZOS PUEDEN LLEVAR HERRAJES DE SUJECIÓN.
2. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.
3. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

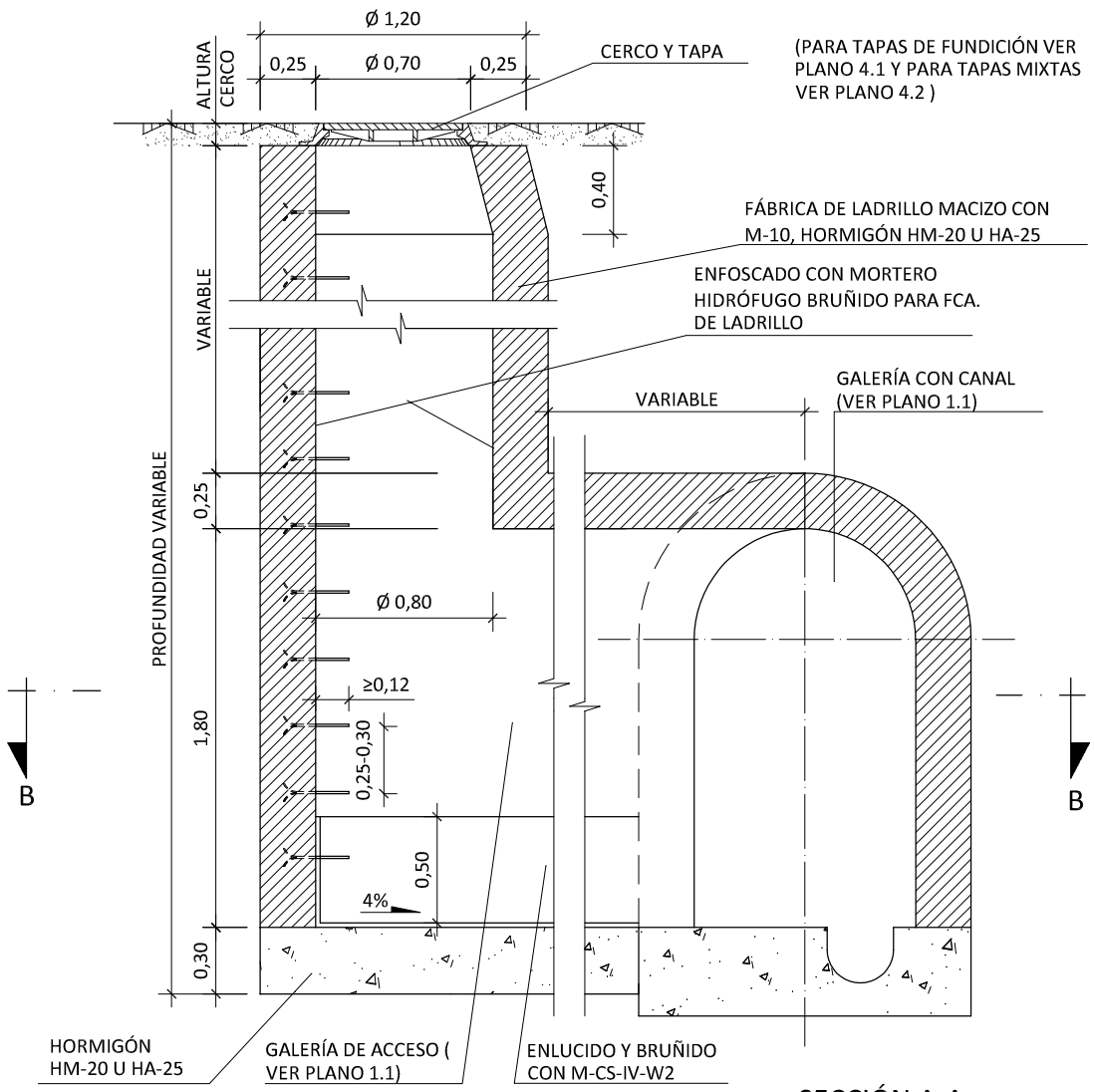
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO PREFABRICADO EXCÉNTRICO. SECCIÓN GALERÍA

FECHA: JUNIO 2020

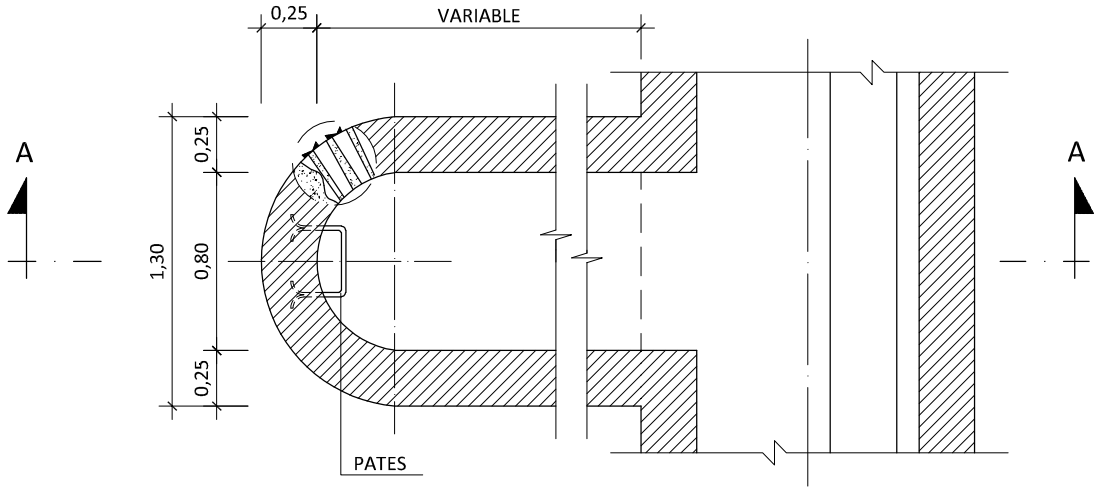
ESCALAS: 1:30

Nº DEL PLANO 2.5

COTAS EN m



SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

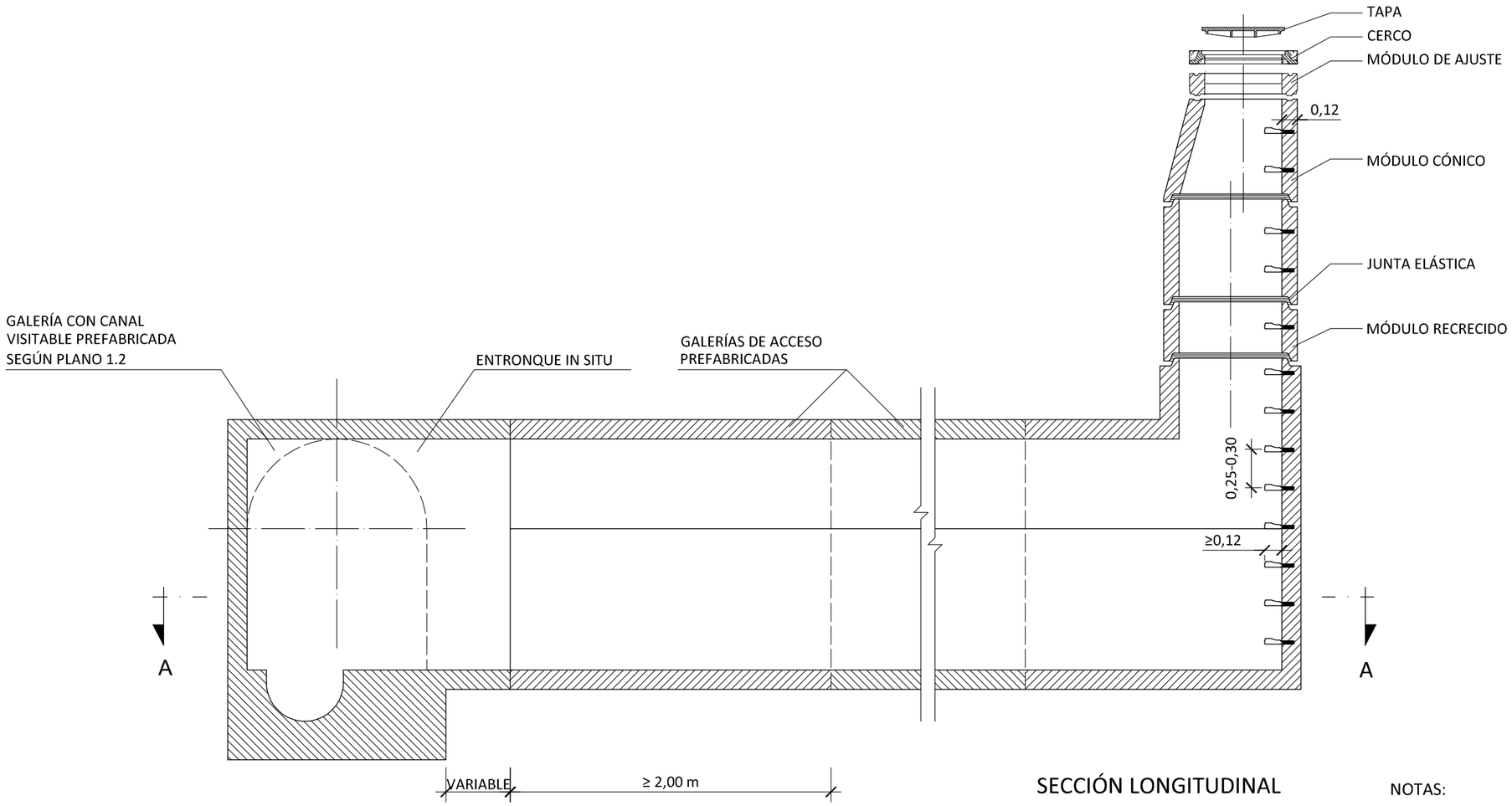
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO IN SITU CON GALERÍA DE ACCESO

FECHA: JUNIO 2020

ESCALAS: 1:30

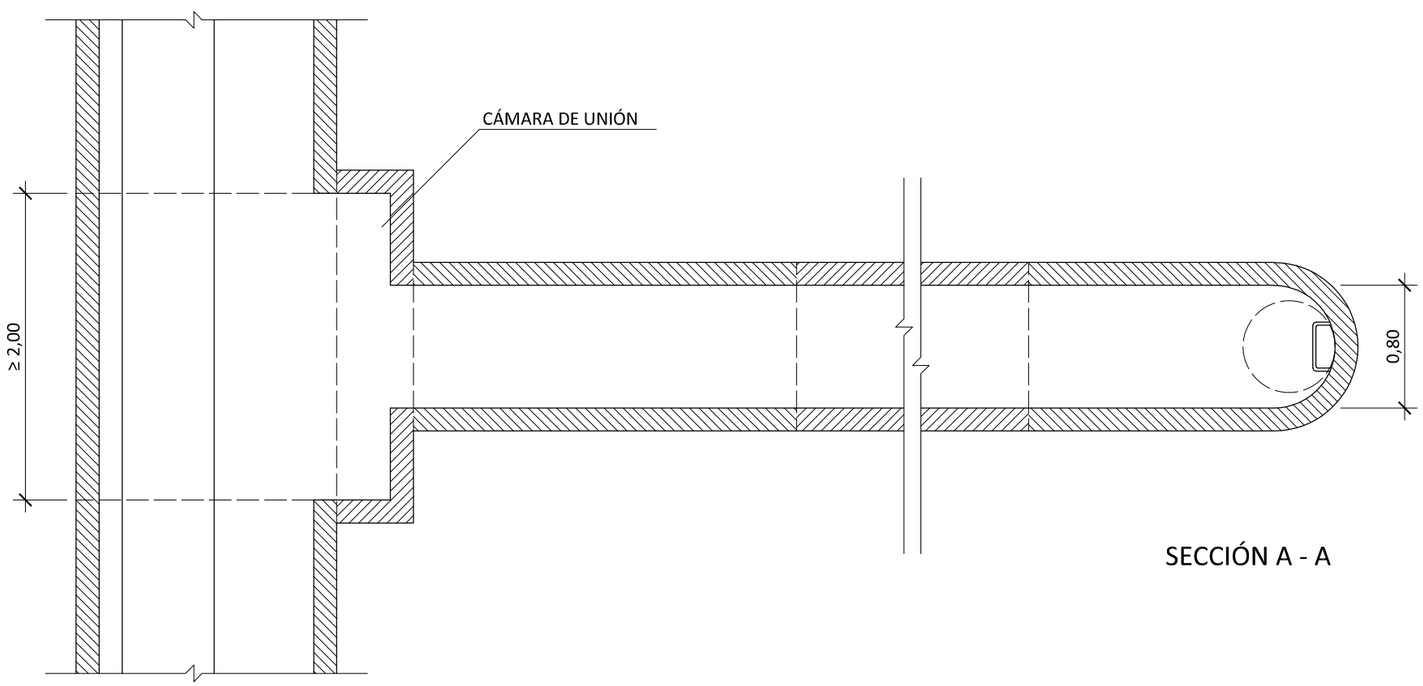
Nº DEL PLANO 2.6

COTAS EN m



(PARA TAPAS DE FUNDICIÓN VER PLANO 4.1 Y PARA TAPAS MIXTAS VER PLANO 4.2)

SECCIÓN LONGITUDINAL



SECCIÓN A - A

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

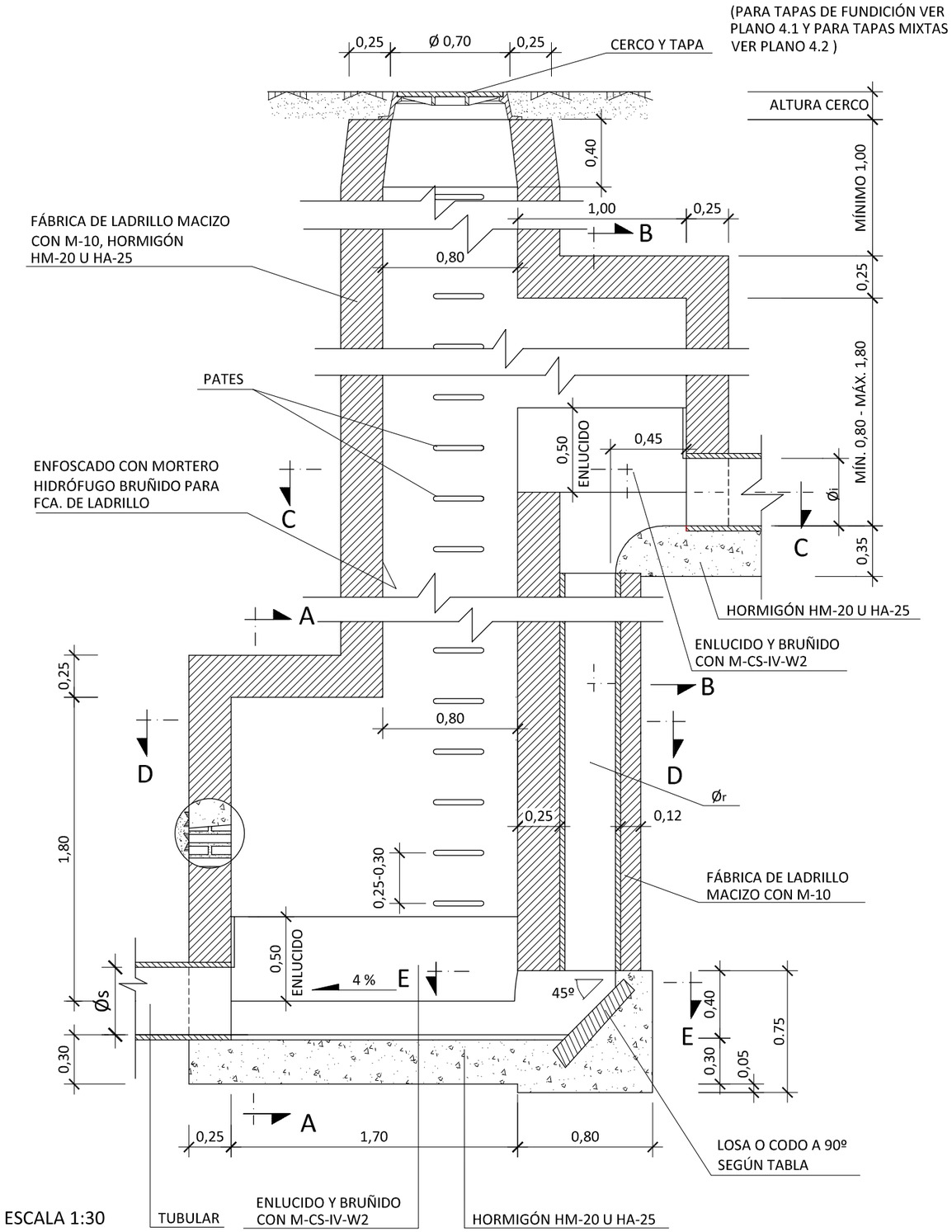
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO CON GALERÍA DE ACCESO Y CÁMARA DE UNIÓN. CONEXIÓN A GALERÍA

FECHA: JUNIO 2020

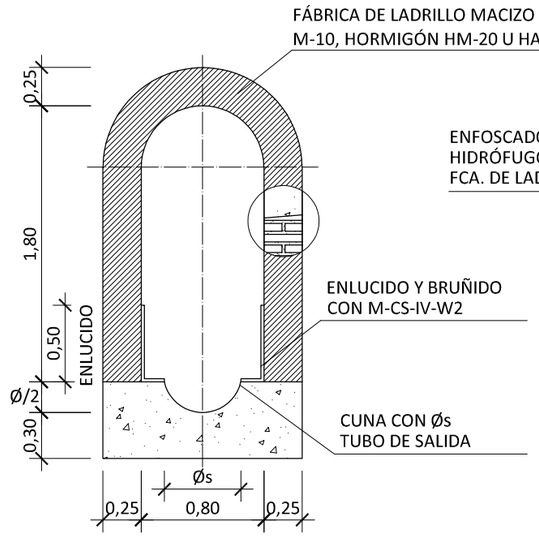
ESCALAS: 1:40

Nº DEL PLANO 2.7

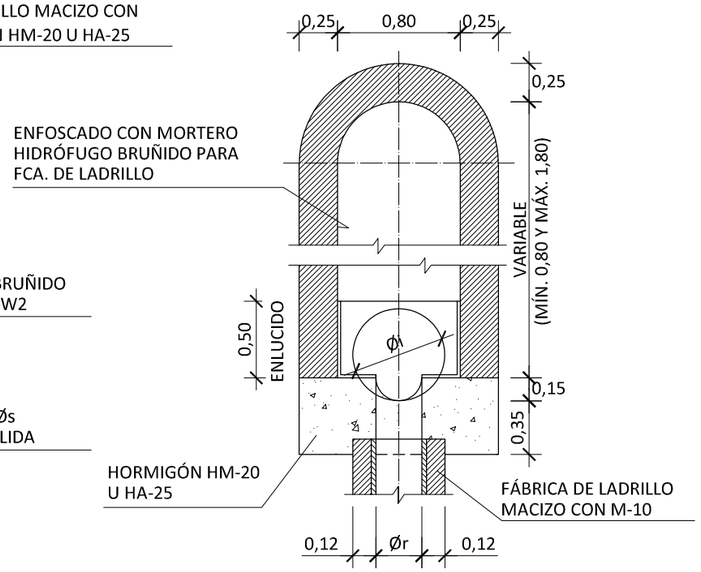
COTAS EN m



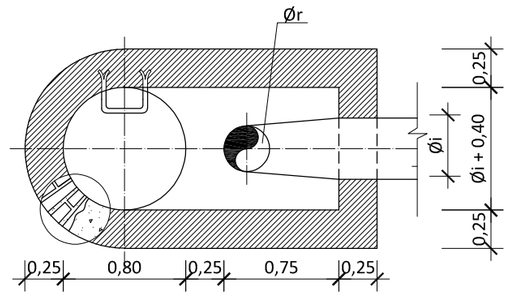
ESCALA 1:30



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40



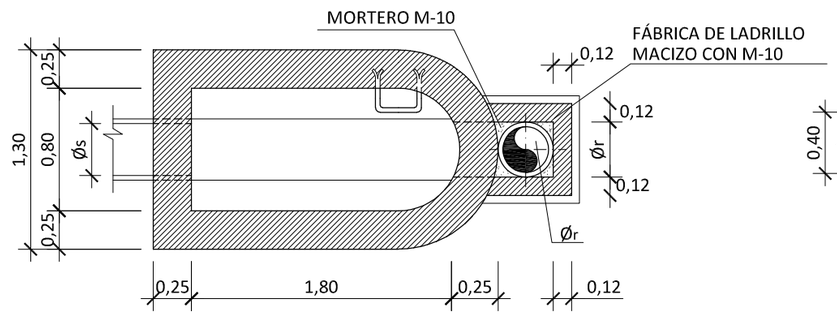
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:40



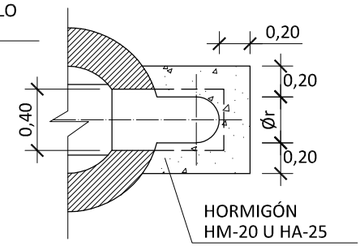
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:40

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA(GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.
2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.



SECCIÓN D-D
ESCALA 1:40



SECCIÓN E-E
ESCALA 1:40

Øi (diámetro tubo influente) (m)	Ør (diámetro tubo resalto) (m)
< 0,50	0,30
0,50 ≤ Ø <0,80	0,40
0,80	0,50

Tipología pozo de resalto	Ør tubo resalto (mm)	Unión tubo resalte-fuste pozo	Material tubo resalto
Trasdós tipo I	Cualquiera	Losa disipación energía a 45º, de granito o prefabricada de hormigón HM-35	Hormigón
			Materiales termoplásticos
Trasdós tipo II	≥ 400	Codo a 90º del mismo material que el tubo de resalto	Acero inox. AISI 316 L
			FD con e_{min} = 5mm

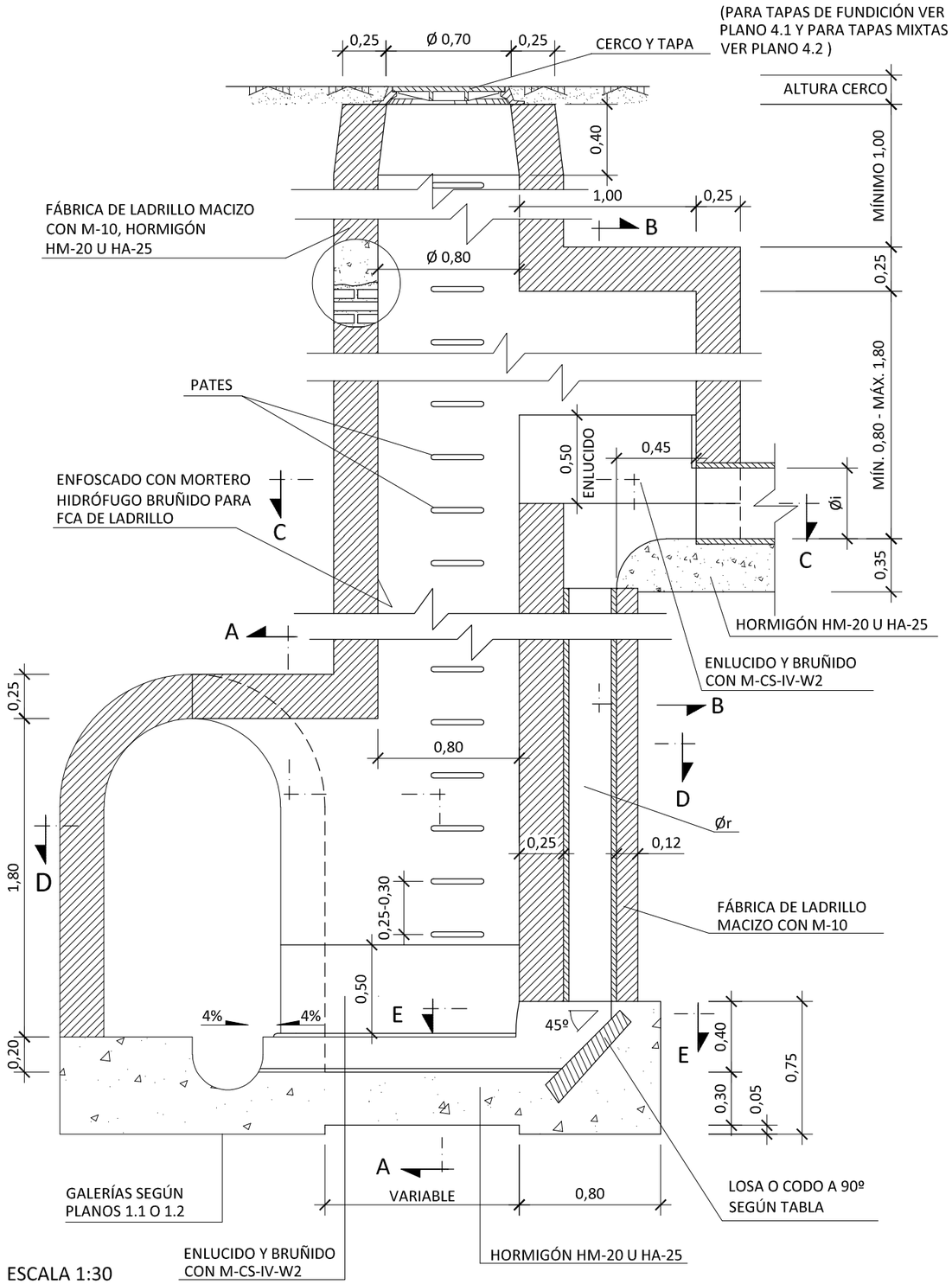
Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

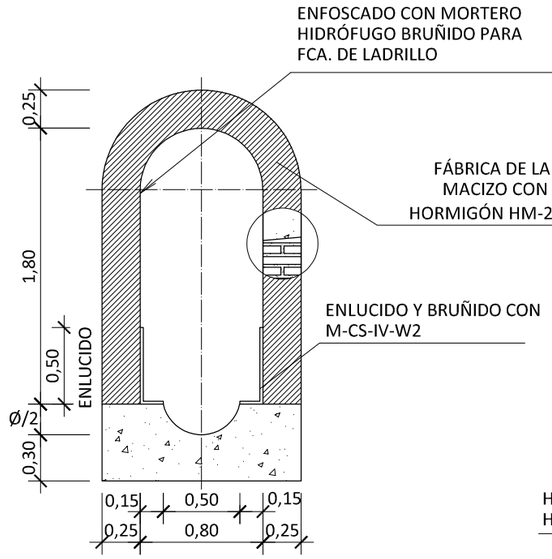
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO DE RESALTO POR TRASDÓS. CONEXIÓN A TUBULAR

FECHA: JUNIO 2020
ESCALAS: VARIAS
Nº DEL PLANO 2.8

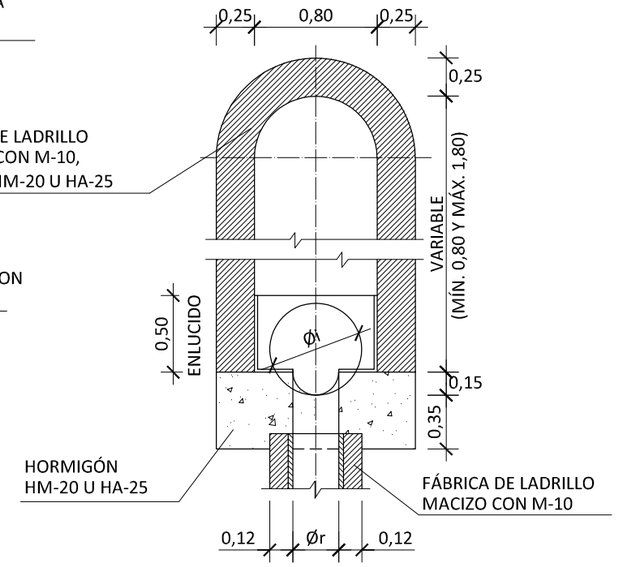
COTAS EN m



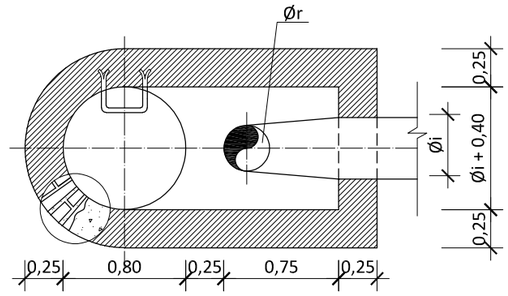
ESCALA 1:30



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40



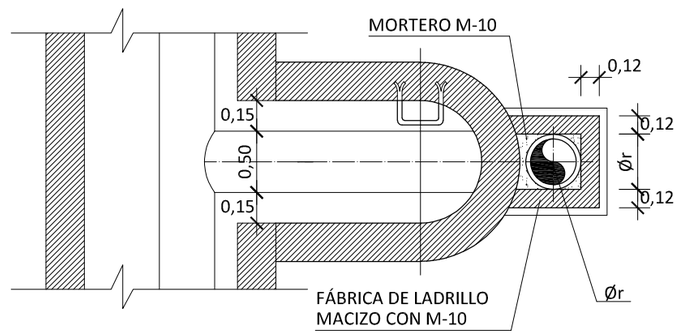
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:40



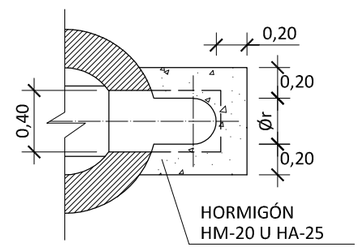
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:40

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA(GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.
2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.



SECCIÓN D-D
ESCALA 1:40



SECCIÓN E-E
ESCALA 1:40

Øi (DIÁMETRO TUBO INFLUENTE) (m)	Ør (DIÁMETRO TUBO RESALTO) (m)
< 0,50	0,30
0,50 ≤ Ø <0,80	0,40
0,80	0,50

TIPOLOGÍA POZO DE RESALTO	Ør TUBO RESALTO (mm)	UNIÓN TUBO RESALTE-FUSTE POZO	MATERIAL TUBO RESALTO
Trasdós tipo I	Cualquiera	Losa disipación energía a 45º, de granito o prefabricada de hormigón HM-35	Hormigón
			Materiales termoplásticos
Trasdós tipo II	≥ 400	Codo a 90º del mismo material que el tubo de resalto	Acero inox. AISI 316 L
			FD con e_{min} = 5mm

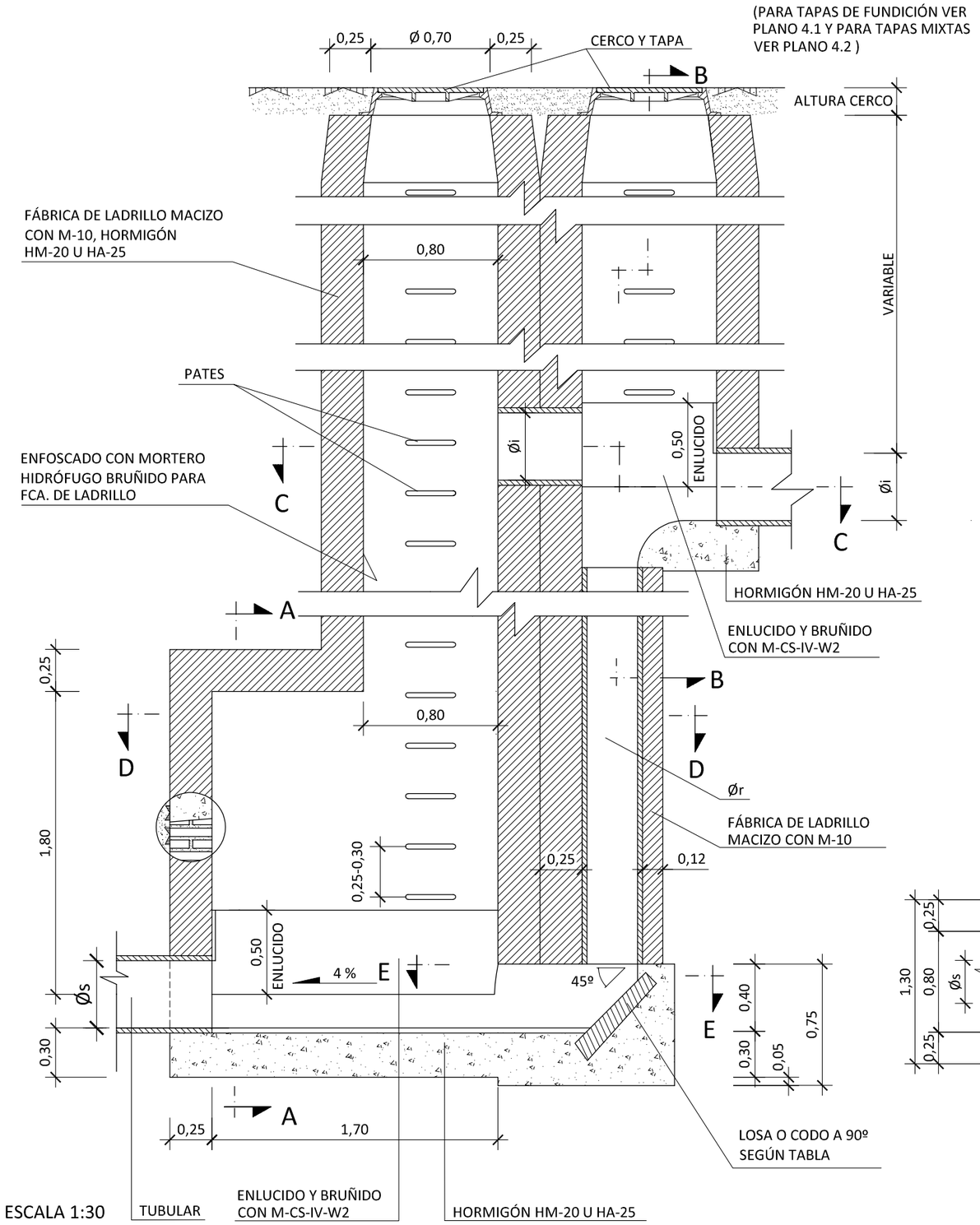
Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

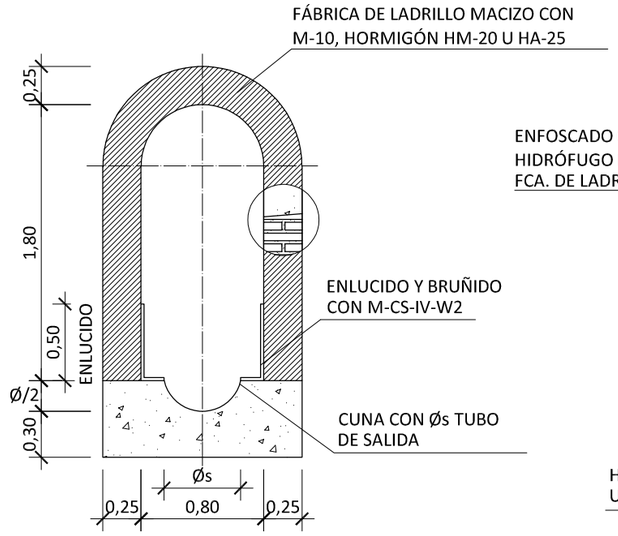
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO DE RESALTO POR TRASDÓS. CONEXIÓN A GALERÍA.

FECHA: JUNIO 2020
ESCALAS: VARIAS
Nº DEL PLANO 2.9

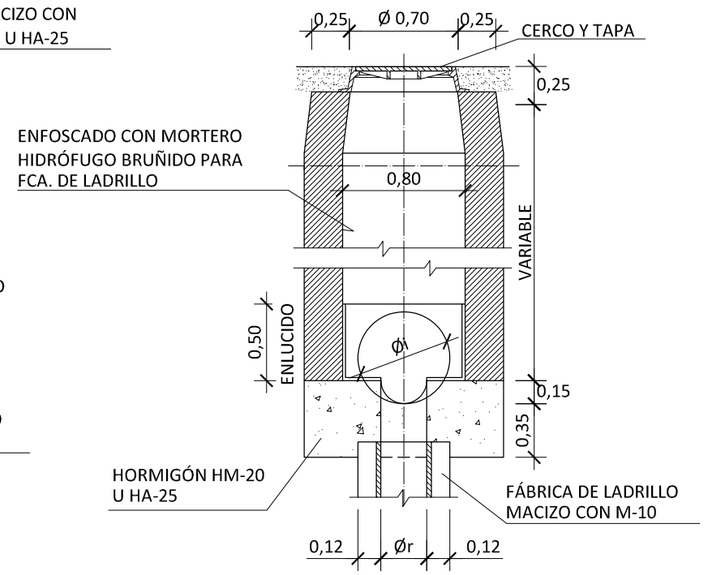
COTAS EN m



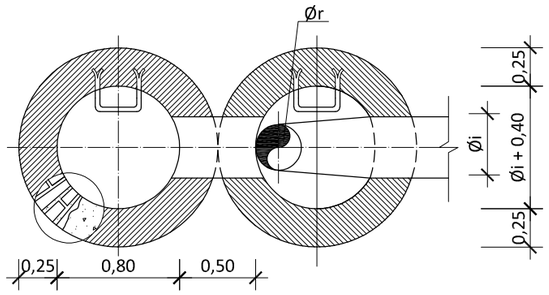
ESCALA 1:30



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:40

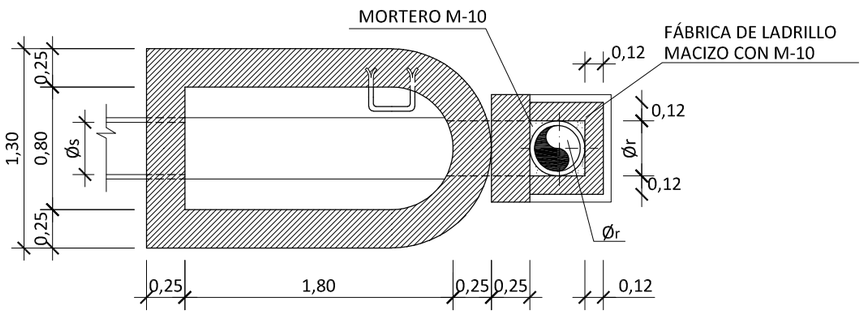


SECCIÓN C-C
ESCALA 1:40

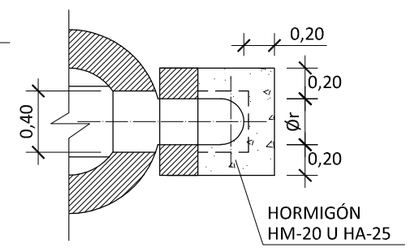
NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA(GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.



SECCIÓN D-D
ESCALA 1:40



SECCIÓN E-E
ESCALA 1:40

Øi (DIÁMETRO TUBO INFLUENTE) (m)	Ør (DIÁMETRO TUBO RESALTO) (m)
< 0,50	0,30
0,50 ≤ Ø <0,80	0,40
0,80	0,50

TIPOLOGÍA POZO DE RESALTO	Ør TUBO RESALTO (mm)	UNIÓN TUBO RESALTE-FUSTE POZO	MATERIAL TUBO RESALTO
Trasdós tipo I	Cualquiera	Losa disipación energía a 45º, de granito o prefabricada de hormigón HM-35	Hormigón
			Materiales termoplásticos
Trasdós tipo II	≥ 400	Codo a 90º del mismo material que el tubo de resalto	Acero inox. AISI 316 L
			FD con e_{min} = 5mm

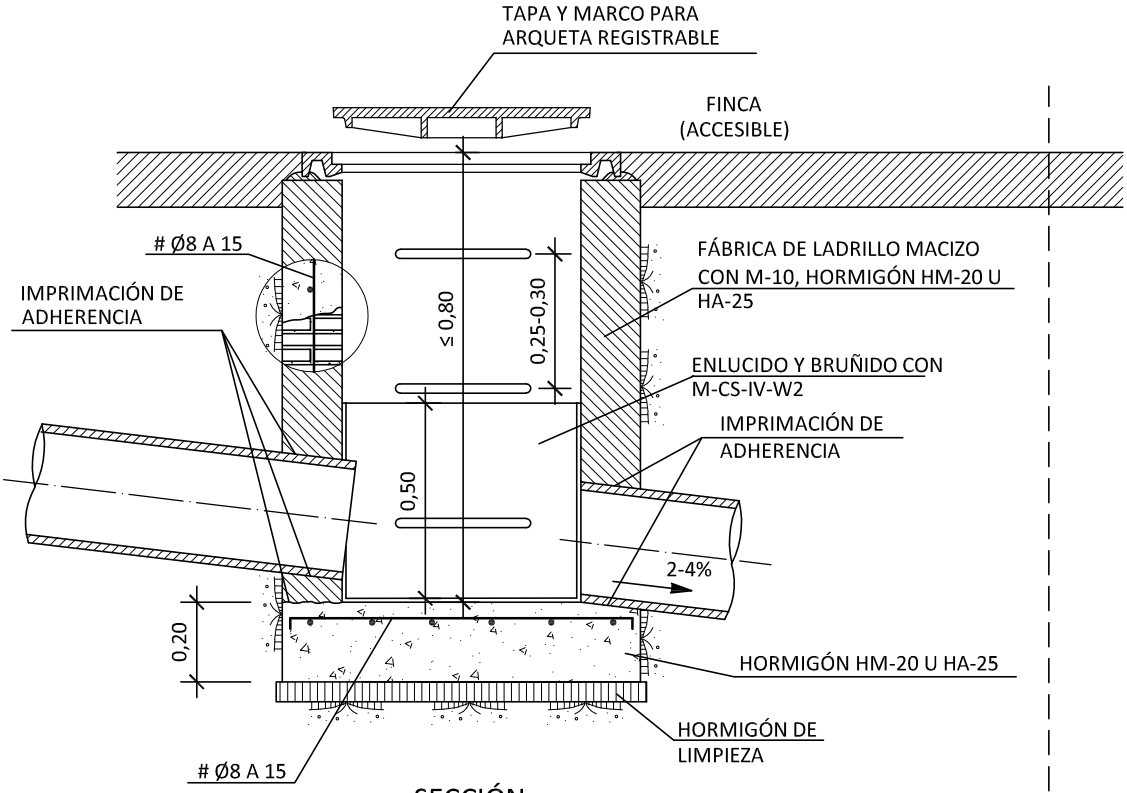
Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

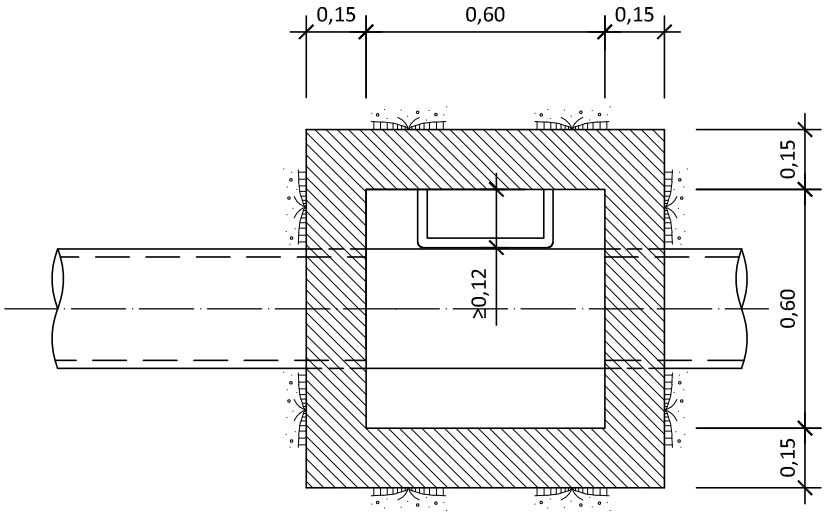
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO DE RESALTO POR TRASDÓS. PROFUNDIDAD INSUFICIENTE

FECHA: JUNIO 2020
ESCALAS: VARIAS
Nº DEL PLANO 2.10

COTAS EN m



SECCIÓN



PLANTA

LÍMITE DE LA PROPIEDAD

VÍA PÚBLICA

NOTAS:

1. SI UNA VEZ DESENCOFRADO EXISTIERAN HUECOS O COQUERAS, EN EL HORMIGÓN O EN LA UNIÓN CON LOS TUBOS, SE RELLENARÁN CON MORTERO CON ADICIÓN DE IMPERMEABILIZANTE.

2. LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y LAS PAREDES DE LOS TUBOS EN CONTACTO CON EL HORMIGÓN SE IMPRIMARÁN CON UNA LECHADA DE ADHERENCIA CON RESINAS INMEDIATAMENTE ANTES DEL HORMIGONADO.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

TITULO DEL PLANO: ACOMETIDAS
ARQUETA DE ARRANQUE

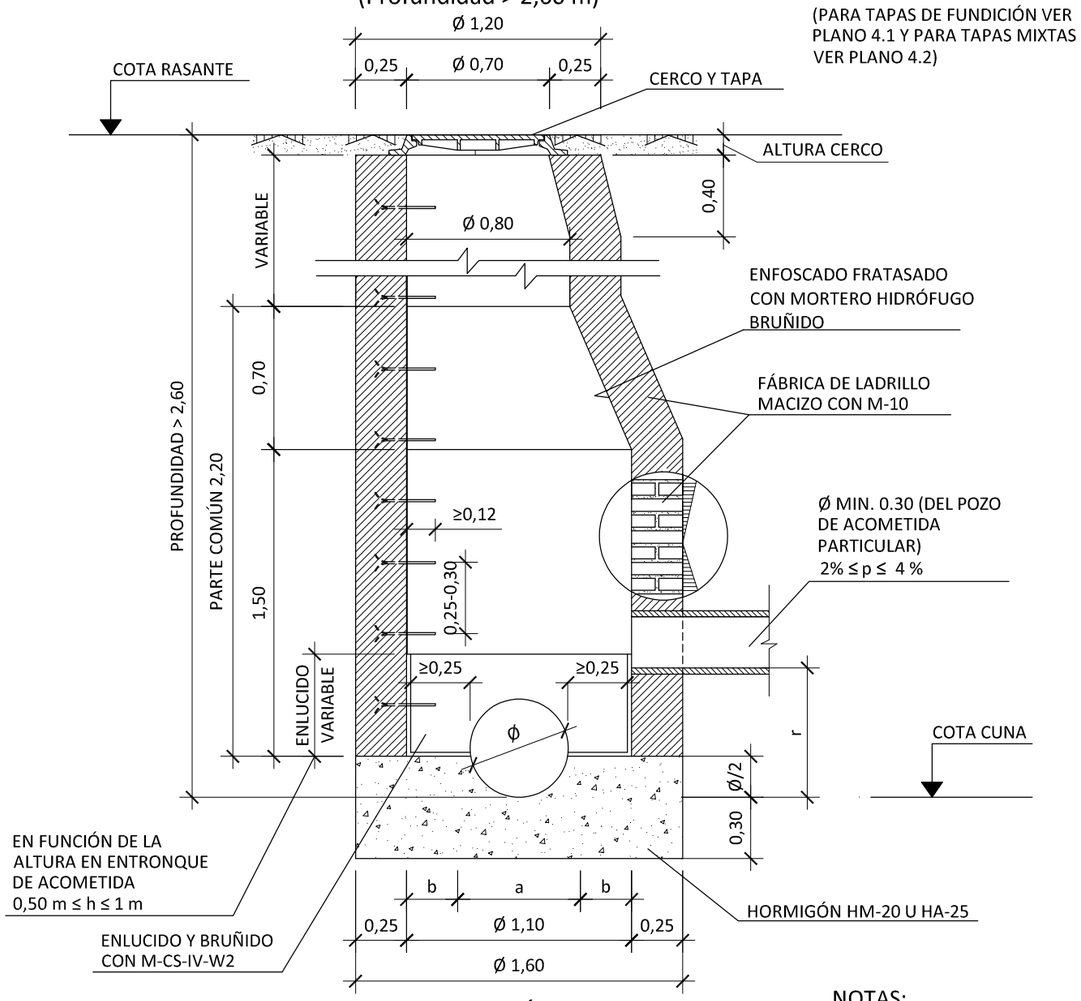
FECHA: JUNIO 2020

ESCALAS: 1:20

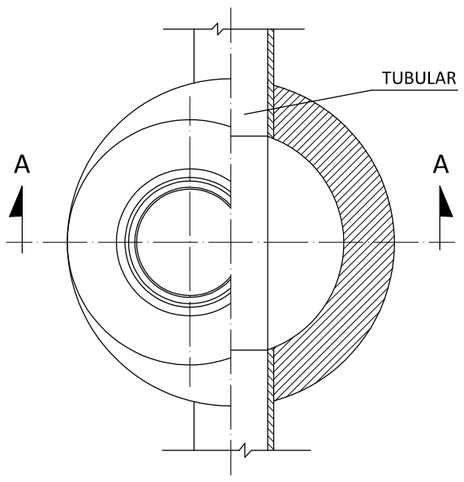
Nº DEL PLANO 3.1

COTAS EN m

POZO DE ENTRONQUE
(Profundidad > 2,60 m)

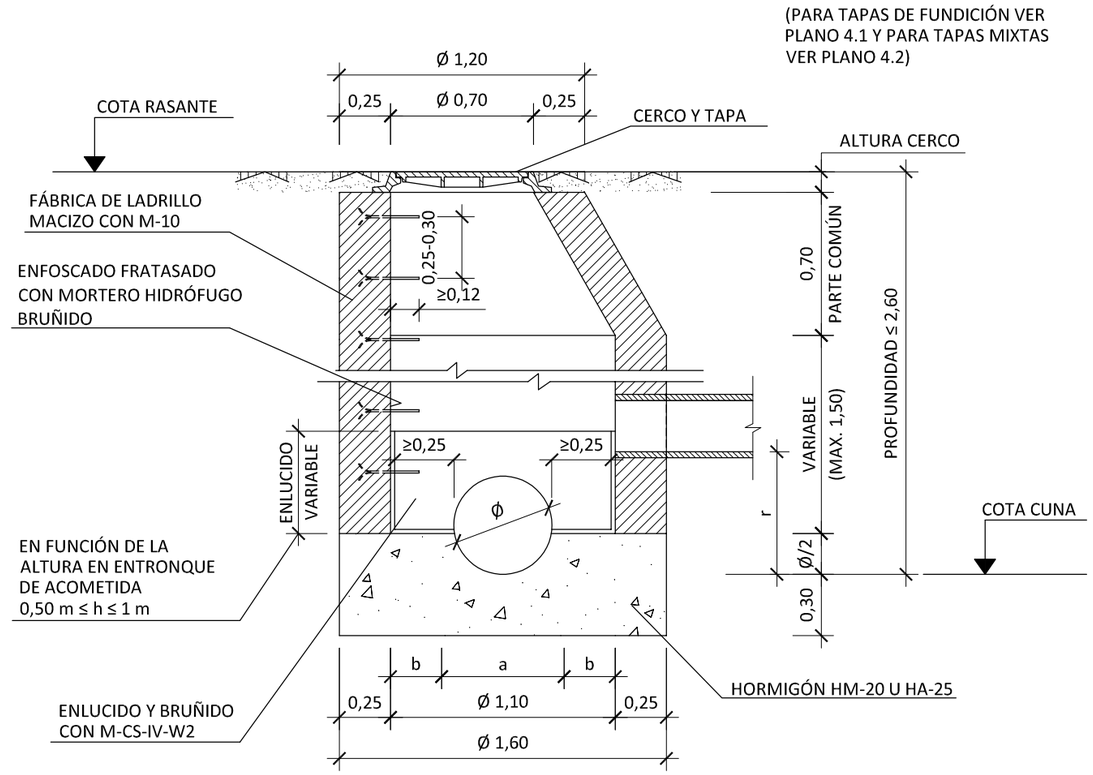


SECCIÓN A-A

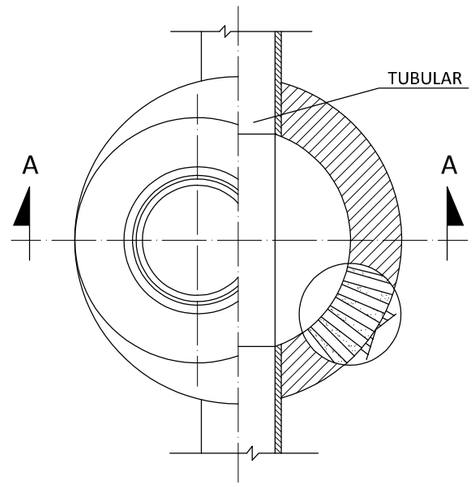


PLANTA - SECCIÓN

POZO DE ENTRONQUE
(Profundidad ≤ 2,60 m)



SECCIÓN A-A



PLANTA - SECCIÓN

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

DIMENSIONES SOLERA

DIAMETRO TUBULAR Ø (cm)	a (m)	b (m)
30	0,30	0,40
40	0,40	0,35
50	0,50	0,30
60	0,60	0,25

NOTA:
El resalto estará comprendido entre Ø + 5 cm. y 1 m., es decir, Ø + 5 cm. ≤ r ≤ 1 m.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

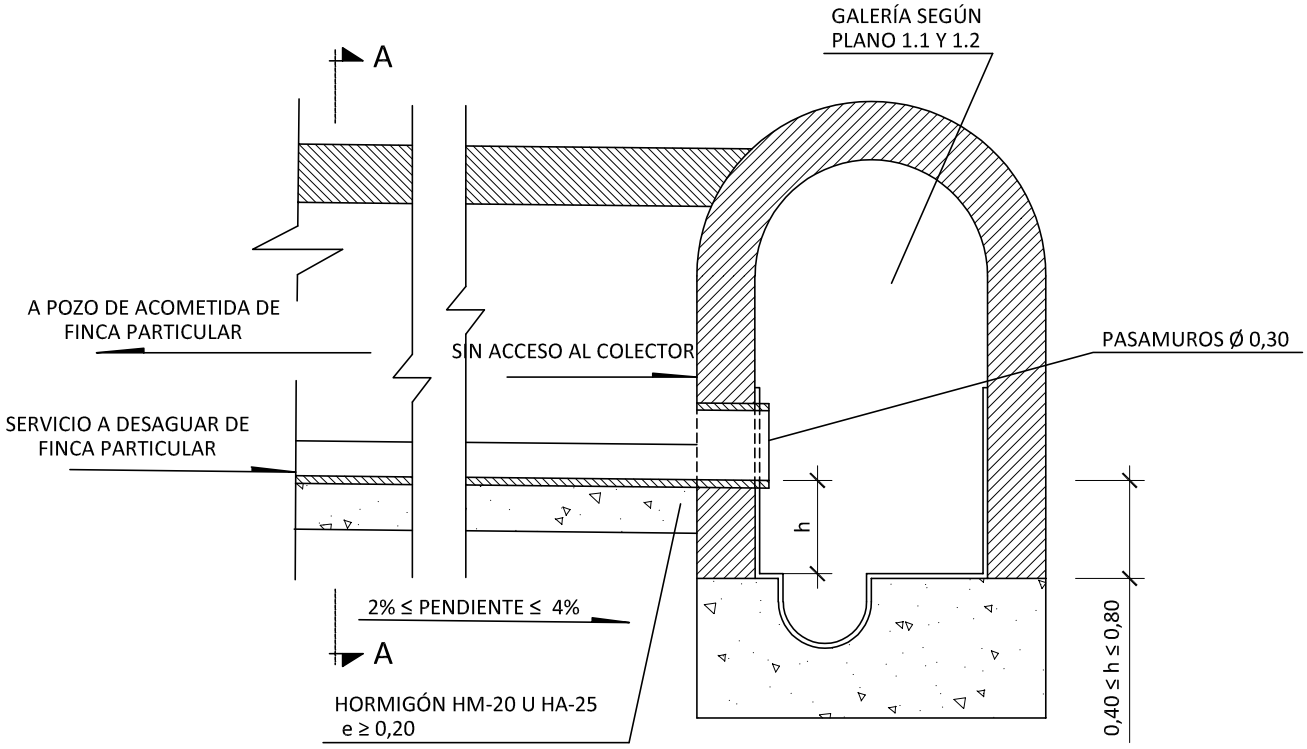
TITULO DEL PLANO: ACOMETIDAS
POZOS DE ENTRONQUE

FECHA: JUNIO 2020

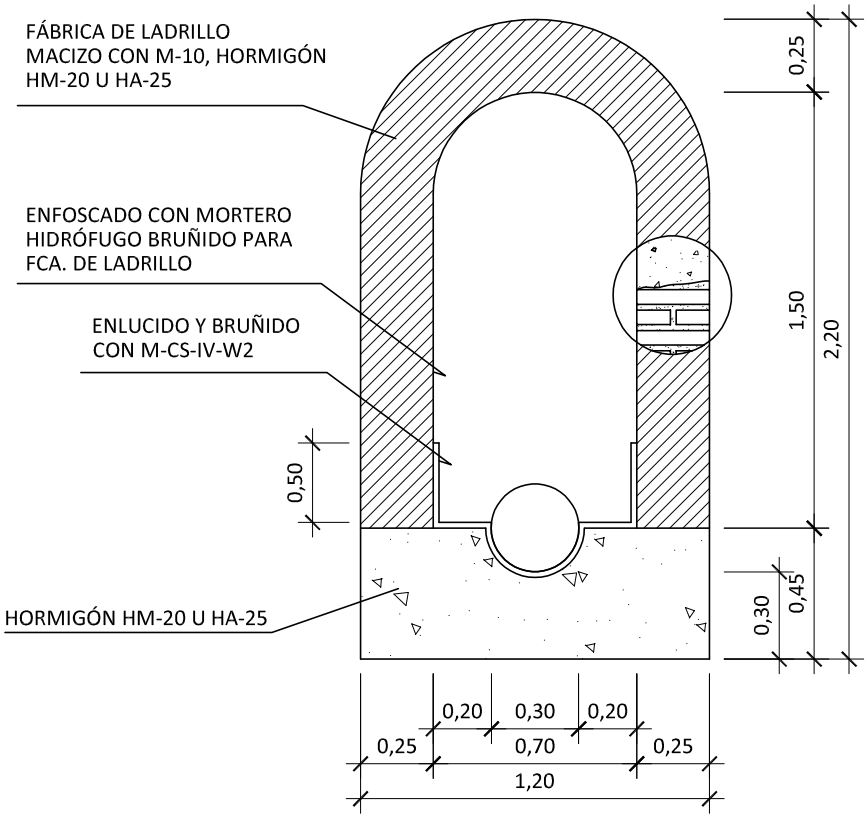
ESCALAS: 1:30

Nº DEL PLANO 3.2

COTAS EN m



SECCIÓN LONGITUDINAL
S/E



SECCIÓN A - A

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

TITULO DEL PLANO: ACOMETIDAS

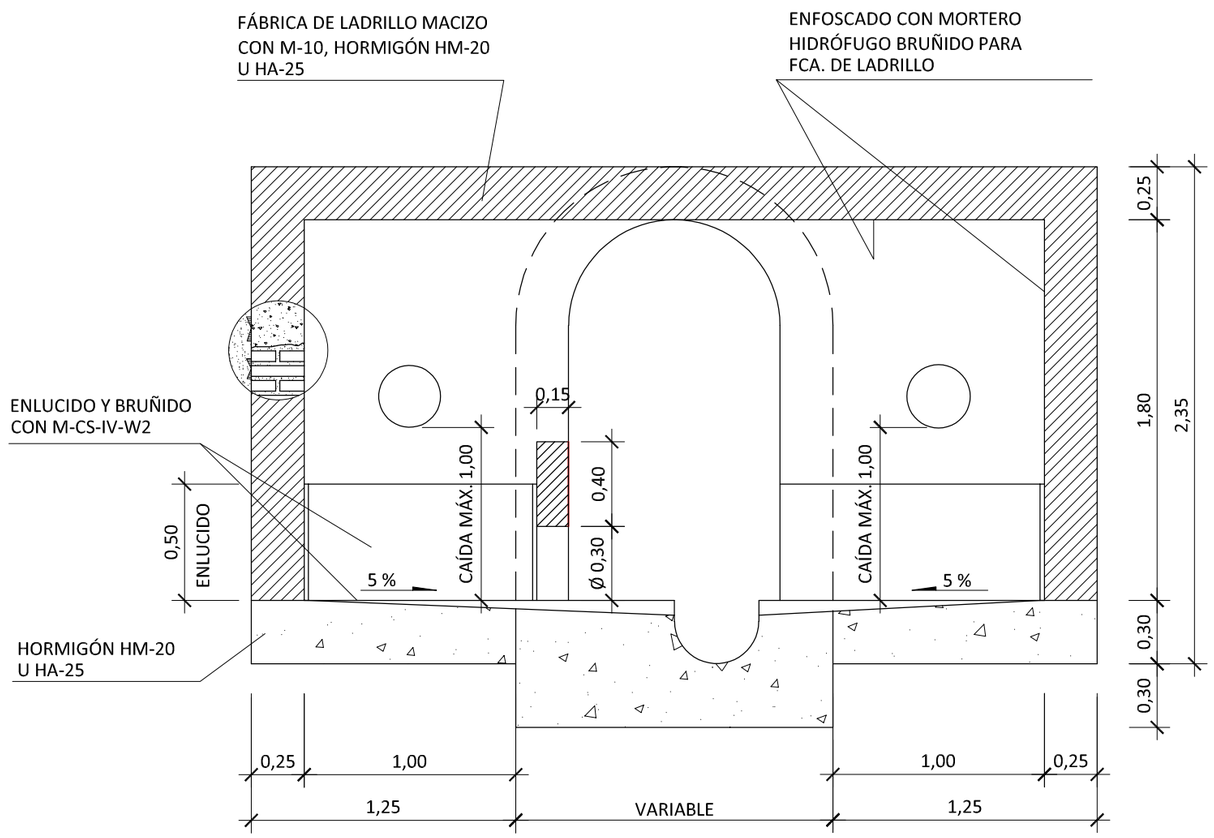
ACOMETIDA PARTICULAR A GALERÍA O A PROFUNDIDAD ≥ 4,50 m

FECHA: JUNIO 2020

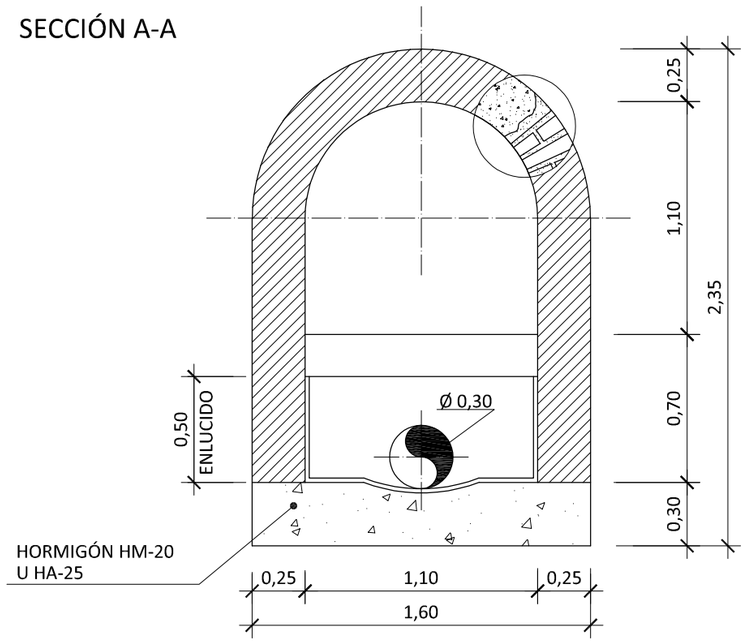
ESCALAS: 1:25

Nº DEL PLANO 3.3

COTAS EN m

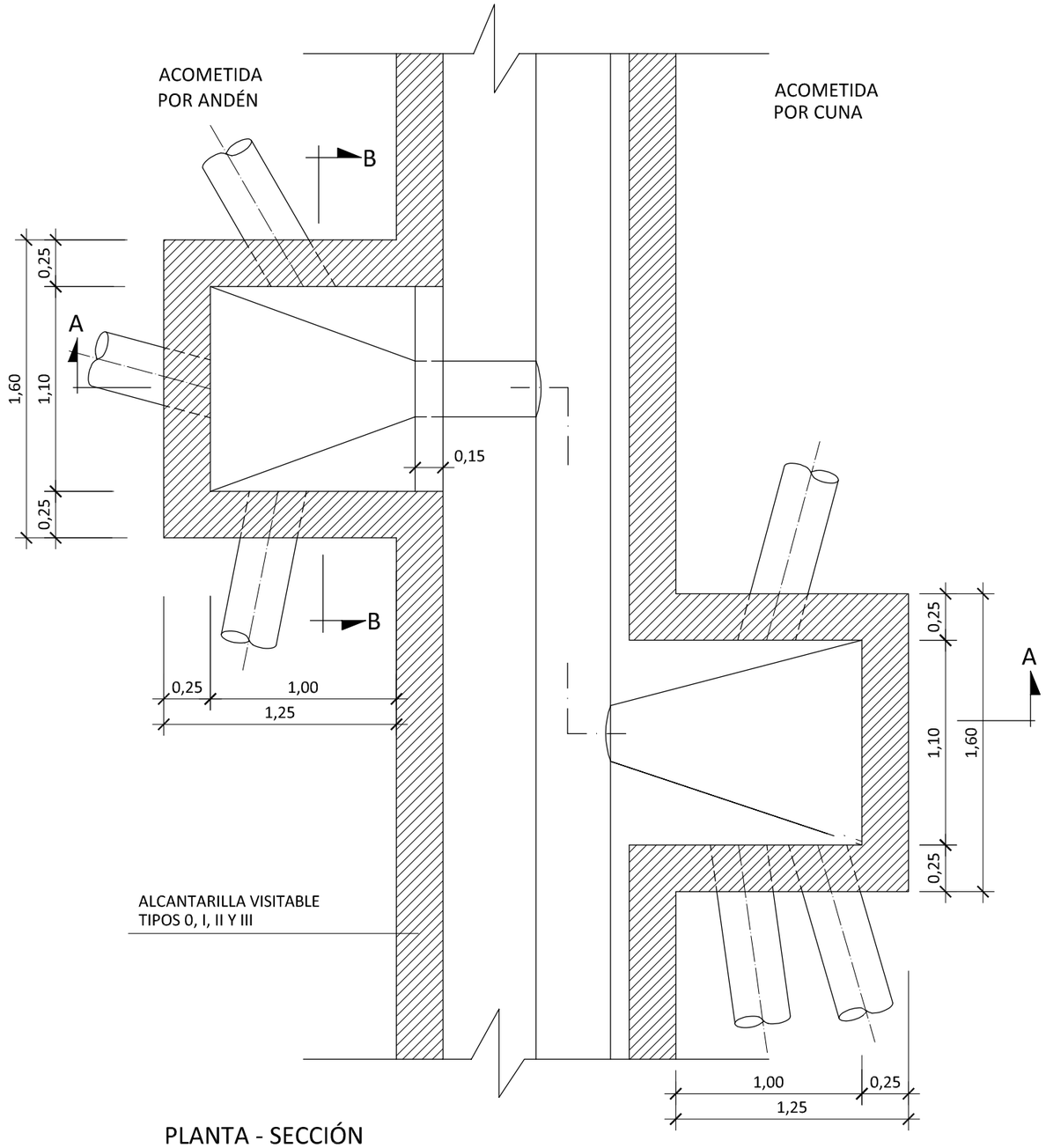


SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B

NOTA:
PARA CAÍDA > 1,00 M. SE CONSTRUIRÁ
UN POZO DE RESALTO



PLANTA - SECCIÓN

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

TITULO DEL PLANO: ACOMETIDAS
ACOMETIDA DE TUBULARES A GALERÍA

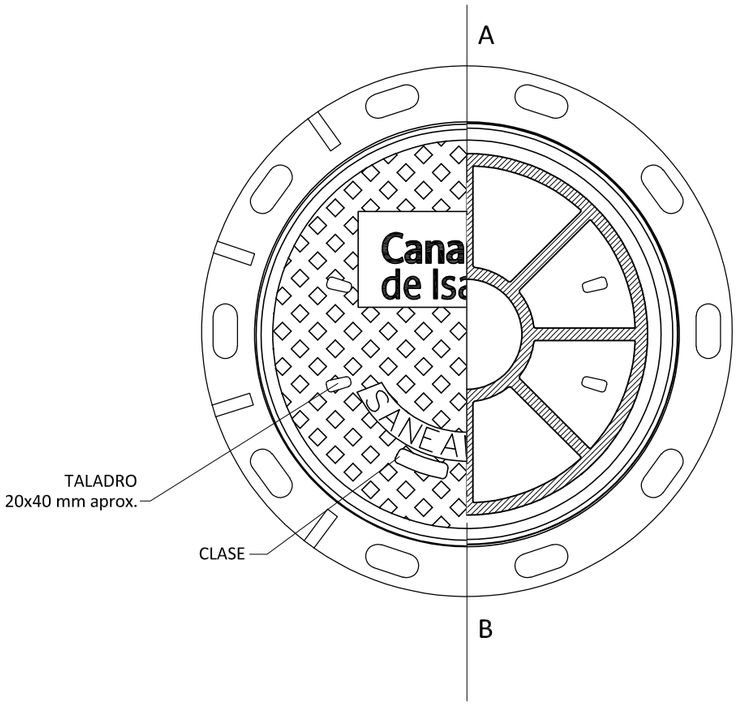
FECHA: JUNIO 2020

ESCALAS: 1:30

Nº DEL PLANO 3.4

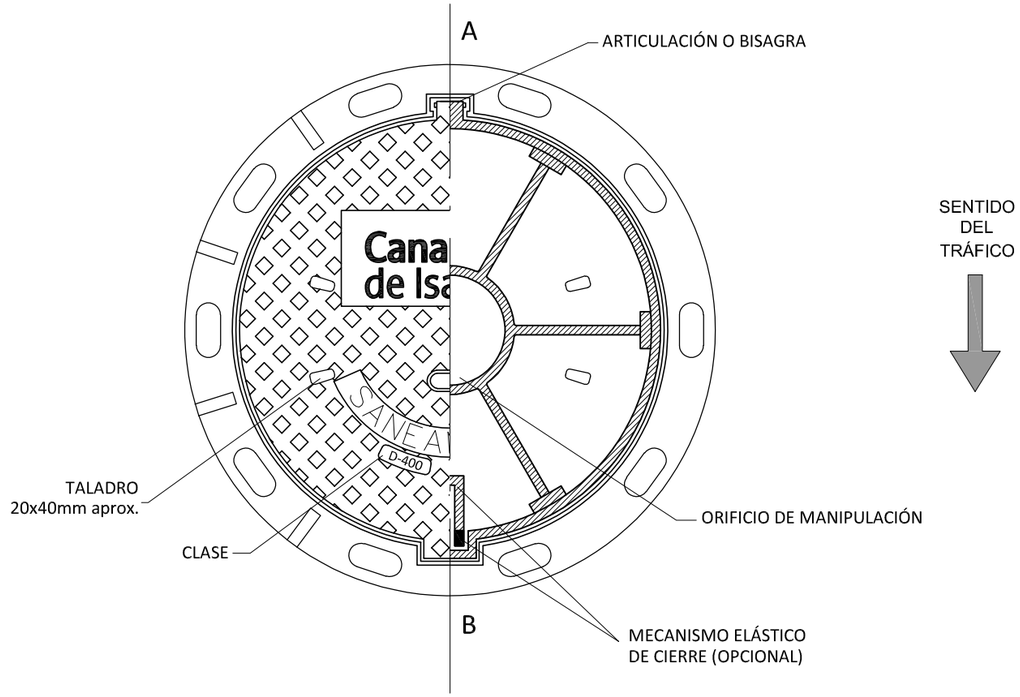
COTAS EN m

TAPA EXENTA
CLASES B-125 O C-250

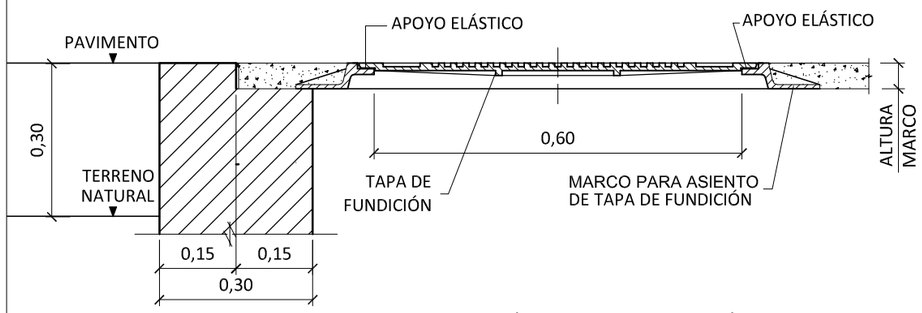


PLANTA-SECCIÓN. TAPA DE FUNDICIÓN

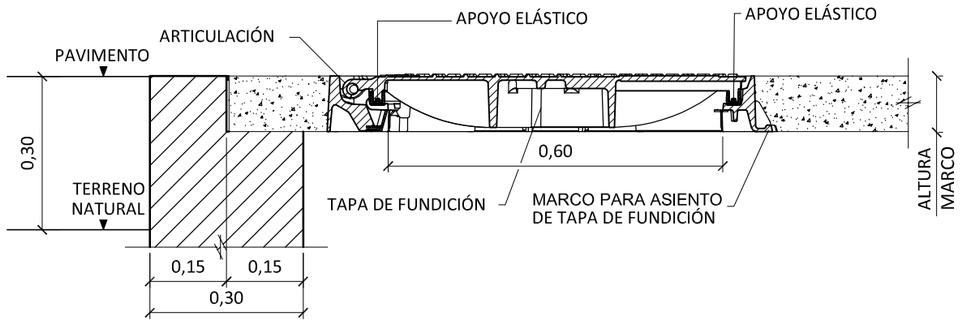
CLASE D-400



PLANTA-SECCIÓN. TAPA DE FUNDICIÓN

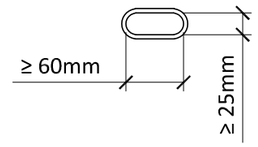


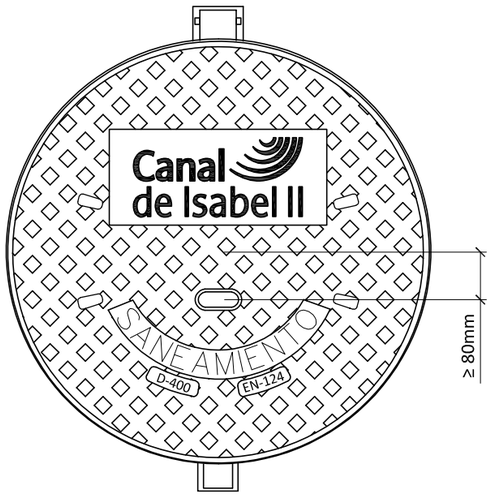
ALZADO-SECCIÓN. TAPA DE FUNDICIÓN



ALZADO-SECCIÓN. TAPA DE FUNDICIÓN

DETALLE DE ORIFICIO DE MANIPULACIÓN





NOTAS:

1. EL DISEÑO Y UBICACIÓN TANTO DEL LOGO COMO DE LAS INSCRIPCIONES ES ORIENTATIVO Y DEBERÁ SER APROBADO POR LOS SERVICIOS TÉCNICOS DE CANAL DE ISABEL II.
2. EL ASEGURAMIENTO DE LA TAPA AL MARCO, MASA SUPERFICIAL, DISEÑO DE LA BISAGRA Y MECANISMO ELÁSTICO, DEPENDERÁ DE CADA FABRICANTE Y DEBERÁ SER APROBADA POR LOS SERVICIOS TÉCNICOS DE CANAL DE ISABEL II.

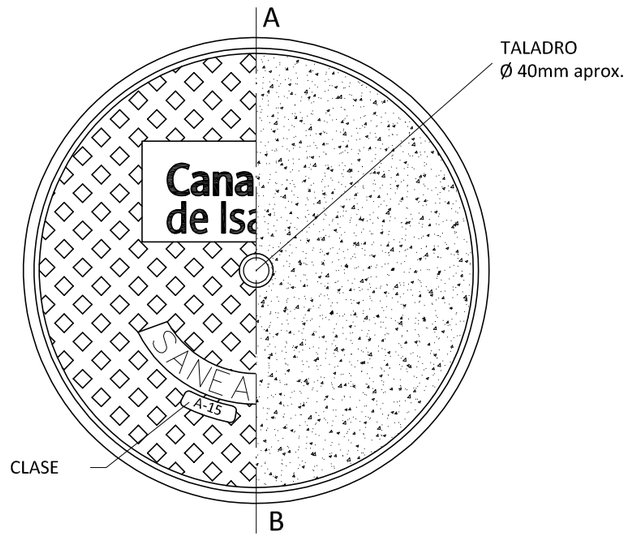
Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

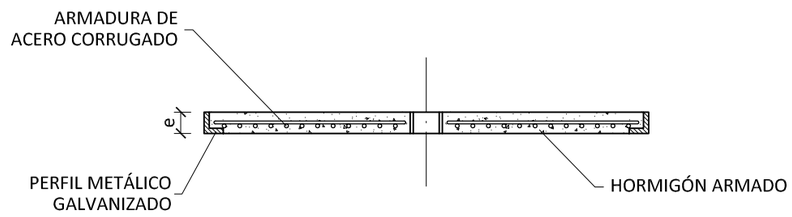
TITULO DEL PLANO:	DISPOSITIVOS DE CIERRE EN ALOJAMIENTOS TAPA Y MARCO DE FUNDICIÓN DÚCTIL
FECHA: JUNIO 2020	ESCALAS: VARIAS
	Nº DEL PLANO 4.1

COTAS EN m

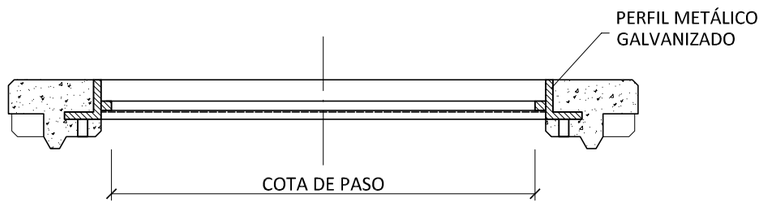
CLASE A-15



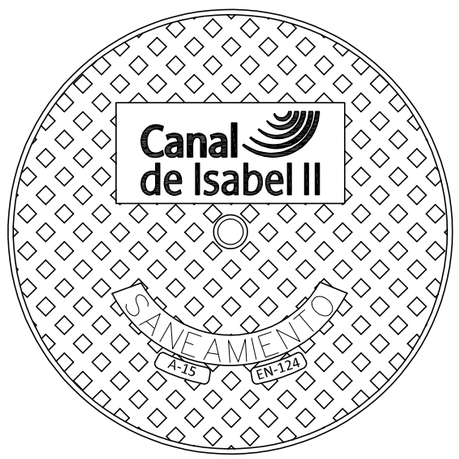
PLANTA - SECCIÓN



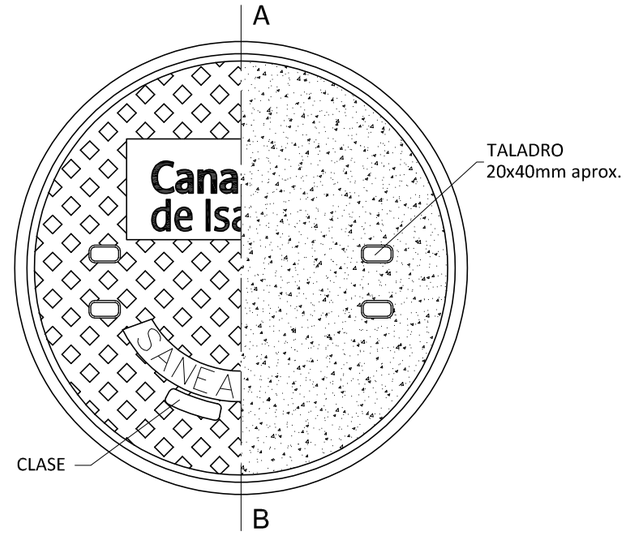
TAPA - SECCIÓN AB



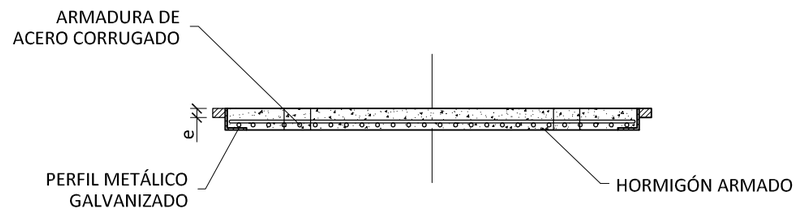
MARCO - SECCIÓN AB



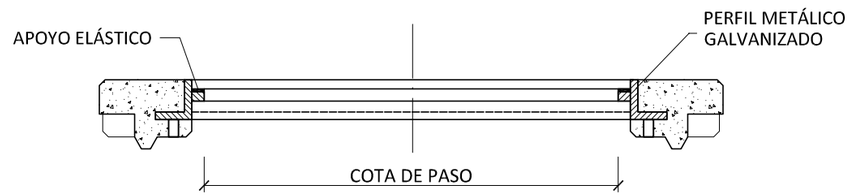
CLASE B-125, C-250, D-400



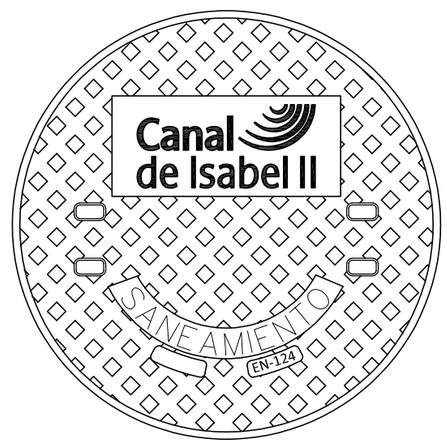
PLANTA - SECCIÓN



TAPA - SECCIÓN AB



MARCO - SECCIÓN AB



NOTAS:

1. EL DISEÑO Y UBICACIÓN TANTO DEL LOGO COMO DE LAS INSCRIPCIONES ES ORIENTATIVO Y DEBERÁ SER APROBADO POR LOS SERVICIOS TÉCNICOS DE CANAL DE ISABEL II.

2. EL ASEGURAMIENTO DE LA TAPA AL MARCO, MASA SUPERFICIAL, DISEÑO DE LA BISAGRA Y MECANISMO ELÁSTICO, DEPENDERÁ DE CADA FABRICANTE Y DEBERÁ SER APROBADA POR LOS SERVICIOS TÉCNICOS DE CANAL DE ISABEL II.

Canal de Isabel II

NORMAS PARA REDES DE SANEAMIENTO. VERSIÓN 3.
ANEXO 6: PLANOS

TITULO DEL PLANO:	DISPOSITIVOS DE CIERRE EN ALOJAMIENTOS TAPA Y MARCO MIXTOS
FECHA: JUNIO 2020	ESCALAS: VARIAS
	COTAS EN m
Nº DEL PLANO	4.2

Canal de Isabel II

Santa Engracia, 125. 28003 Madrid
www.canaldeisabelsegunda.es