



ÍNDICE

Capítulo 1 *El Policloruro de Vinilo (PVC)*

1	Panorámica histórica	1-1
1.1	Historia del PVC	1-1
1.2	El PVC en nuestro entorno cotidiano	1-3
1.3	Situación del PVC en el mundo y en España	1-4
2	Estructura molecular del PVC	1-6
3	Procesos de obtención del PVC	1-8
3.1	Descripción del proceso de fabricación del monómero de cloruro de vinilo (CVM)	1-8
3.2	Características del cloruro de vinilo	1-9
3.3	Descripciones generales de los procesos de polimerización	1-10
4	Características de las resinas de PVC	1-15
4.1	Termoplasticidad del PVC	1-15
4.2	Estabilidad térmica	1-15
4.3	Peso molecular	1-16
4.4	Índice de viscosidad - Valor K	1-18
4.5	Cristalinidad	1-19
5	Propiedades del PVC	1-21
6	Cualidades de las tuberías de PVC	1-24
7	Transformación del PVC	1-26
7.1	Gelificación	1-26
7.2	Formulación	1-26
7.3	Estabilizantes térmicos	1-27
7.4	Lubricantes	1-27
7.5	Pigmentos	1-28
7.6	Otros componentes	1-28
8	Procesos de transformación del PVC	1-29
9	El PVC y el desarrollo sostenible	1-30

Capítulo 2 *Tuberías de PVC rígido (PVC-U)*

1	Procesos de obtención de la tubería de PVC	2-1
1.1	Tipos de tuberías	2-1
1.2	Descripción general del proceso de fabricación	2-5
1.3	Características generales de las tuberías de PVC rígidas	2-11
1.3.1	Densidad	2-11
1.3.2	Elasticidad	2-11
1.3.3	Módulo de rigidez y flexibilidad	2-13
1.3.4	Durabilidad	2-13
1.3.5	Características térmicas y eléctricas	2-14
1.3.6	Lisura interna	2-15
1.4	Aplicaciones principales de las tuberías de PVC-U	2-17
2	Requisitos exigibles a las tuberías de PVC rígido	2-18
2.1	Resistencia a la presión interna	2-18
2.2	Resistencia al aplastamiento	2-21
2.3	Resistencia a la flexión transversal	2-24
2.4	Resistencia al impacto	2-25
2.5	Resistencia a la abrasión	2-30
2.6	Resistencia a los fluidos químicos	2-32
3	Comportamiento funcional de las tuberías de PVC-U	2-33
3.1	Comportamiento de la tubería de PVC-U en función del tiempo	2-33
3.2	Fatiga cíclica	2-36
3.3	Comportamiento de la tubería de PVC-U en función de la temperatura	2-37

4	Magnitudes dimensionales y mecánicas de las tuberías	2-38
4.1	Definición de conceptos	2-38
4.2	Características geométricas y funcionales	2-39
4.3	Sección de las tuberías	2-42
4.4	Momento de inercia de las tuberías	2-42
4.5	Rigidez circunferencial específica (RCE)	2-43

Capítulo 3 Cálculo hidráulico de las tuberías PVC-U

1	Definiciones de hidráulica	3-1
1.1	Hidráulica	3-1
1.2	Hidrostática	3-1
1.3	Hidrodinámica	3-1
2	Propiedades del agua	3-2
2.1	Densidad	3-2
2.2	Peso específico	3-2
2.3	Cohesión	3-2
2.4	Compresibilidad	3-2
2.5	Fluidez	3-3
2.6	Viscosidad	3-3
2.7	Tensión superficial	3-4
2.8	Celeridad	3-5
2.9	Rozamientos	3-6
3	Principios básicos de la hidrostática	3-8
3.1	Régimen de funcionamiento	3-8
3.2	Definición de parámetros	3-9
3.3	Teorema de BERNOULLI	3-12
4	Tipos de conducciones	3-14
4.1	Conducciones a lámina libre o sin presión	3-14
4.2	Conducciones forzadas o bajo presión	3-14

Capítulo 4 Cálculo de pérdidas de carga

1	Conducciones por gravedad: Canales	4-1
1.1	Cálculos hidráulicos	4-1
1.2	Datos necesarios para el cálculo de una conducción	4-1
1.3	Ejemplos	4-4
2	Conducciones forzadas por gravedad	4-5
2.1	Cálculos hidráulicos	4-5
2.1.1	Presión estática y piezométrica	4-5
2.1.2	Timbraje en las tuberías	4-6
2.1.3	Pérdida de carga en las tuberías	4-7
2.1.4	Fórmulas empíricas de pérdidas de carga	4-10
2.2	Datos necesarios para el cálculo de una conducción	4-17
2.3	Ejemplos	4-18
3	Conducciones impulsadas	4-22
3.1	Cálculos hidráulicos	4-22
3.1.1	Presión estática y piezométrica	4-22
3.1.2	Timbraje de las tuberías	4-23
3.1.3	Pérdida de carga en las tuberías	4-24
3.2	Datos necesarios para el cálculo de una conducción impulsada	4-24
3.3	Elección de diámetro y timbrajes más económicos	4-27
3.4	Ejemplos	4-30

Capítulo 5 Presiones en las conducciones

1	Tipos de presiones	5-1
1.1	Presión estática	5-3
1.2	Presión piezométrica	5-3
1.3	Altura manométrica	5-3
2	Sobrepresiones accidentales	5-4
2.1	Circulación de los líquidos	5-4
2.1.1	Régimen variable - Variaciones de presión y caudal	5-7
2.1.2	Características de un observador desplazándose a la velocidad de la onda	5-9
2.2	Cálculo de la celeridad	5-11
2.3	Golpe de Ariete	5-13
2.3.1	Fórmula de Mendiluce	5-21
2.4	Introducción al método de Bergerón	5-24
2.5	Otros métodos de cálculo	5-29
3	El aire en el interior de las tuberías	5-30

Capítulo 6 Elementos necesarios en las conducciones

1	Accesorios	6-1
2	Válvulas	6-2
2.1	Válvulas de compuerta	6-2
2.2	Válvulas de bola o esfera	6-3
2.3	Válvulas de tres vías	6-3
2.4	Válvulas de interrupción (cierre axial)	6-4
2.5	Válvulas de mariposa	6-4
2.6	Válvulas hidráulicas de membrana	6-5
2.7	Válvulas para regulación y control	6-6
3	Válvulas de retención	6-6
4	Válvulas de ventosa	6-7
5	Calderines antiarriete	6-8
5.1	Depósito de aire	6-8
5.2	Depósito con vejiga neumática	6-8
6	Arquetas de rotura de carga	6-9
7	Chimeneas	6-10

Capítulo 7 Sifones

Capítulo 8 Abastecimiento de agua

1	Introducción	8-1
2	Dotaciones de agua	8-1
2.1	Simultaneidad de consumo en los núcleos urbanos	8-4
2.2	Pozos	8-4
2.3	Depósitos	8-5
2.4	Grupo hidroneumático	8-6
3	Tubería de impulsión o de alimentación	8-7
4	Presión en la red	8-9
5	Clases de redes	8-10
5.1	Ventajas e inconvenientes	8-12
6	Ejemplo de cálculo	8-14
6.1	Cálculo de la tubería de impulsión	8-17
6.1.1	Fenómenos transitorios	8-21
6.1.2	Golpe de ariete positivo	8-21

6.1.3	Golpe de ariete negativo	8-22
6.1.4	Resumen del tendido	8-22
6.2	Cálculo de la tubería de conducción por gravedad	8-23
6.2.1	Determinación de los timbrajes necesarios	8-24
6.2.2	Cálculo de diámetros	8-24
6.3	Dispositivos auxiliares	8-26
6.4	Cálculo de una red ramificada	8-27
6.4.1	Explicación de la tabla para el calculo de caudales	8-29
6.4.2	Explicación de la tabla para determinación de diámetros y presiones resultantes en los tramos principales de 1 a 8	8-30
6.5	Cálculo de una red en malla. Método de Hardy Cross	8-32

Capítulo 9 *Redes de saneamiento*

1	Introducción	9-1
2	Aguas pluviales	9-1
2.1	Intensidad media de la lluvia	9-2
2.2	Intensidad media máxima	9-2
2.3	Intensidad media anual	9-2
2.4	Período de retorno o intervalo de recurrencia	9-2
2.5	Frecuencia	9-3
2.6	Escorrentía	9-3
2.6.1	Tiempo de escorrentía	9-3
2.6.2	Coeficiente de escorrentía	9-3
2.7	Caudal a evacuar	9-4
2.7.1	Tiempo de concentración	9-4
2.7.2	Tiempo de recorrido	9-4
2.7.3	Coeficiente de escorrentía media	9-4
2.7.4	Intensidad de lluvia	9-5
3	Aguas residuales	9-9
3.1	Aguas residuales de instalaciones sanitarias	9-10
3.1.1	Series de tubería	9-11
3.1.2	Tipos de unión	9-11
3.1.3	Clasificación de tuberías en una instalación sanitaria	9-11
3.1.4	Cálculo del diámetro de las tuberías	9-13
3.1.5	Cálculo del canalón	9-19
4	Redes de saneamiento	9-20
5	Cálculo hidráulico	9-20
5.1	Rugosidad absoluta diferenciada	9-21
5.2	Radio hidráulico	9-21
5.3	Velocidad de circulación de las aguas residuales	9-22
5.4	Radio hidráulico	9-23
6	Cálculo mecánico tuberías enterradas (sistema simplificado)	9-25
6.1	Introducción	9-25
6.2	Cálculo mecánico de tuberías PVC según UNE 53331 IN	9-25
7		
7.1	Módulo de compresión en las diferentes zonas del relleno	9-32
8	Ejemplo de cálculo	9-38
8.1	Cálculo simplificado de tubería de saneamiento enterrada	9-38

Capítulo 10 *Tuberías para drenaje*

1	Tuberías para drenaje	10-1
1.1	Drenajes en obra civil y áreas deportivas	10-1
1.1.1	Drenaje de muros de sótanos y contención	10-5
1.1.2	Drenaje en carreteras	10-6
1.1.3	Drenaje en redes ferroviarias	10-7
1.1.4	Drenaje en canales	10-8
1.1.5	Drenajes incorporando geotextiles	10-9
1.1.6	Drenaje superficial, campos deportivos, pistas de aeródromos	10-10
2	Drenaje agrícola	10-11
3	Tipos de tuberías para drenaje	10-11
4	Resistencia al aplastamiento de tubo de drenaje	10-13
5	Ventajas	10-14

Capítulo 11 *Puesta en obra de las tuberías*

1	Introducción	11-1
2	Transporte, manipulación y almacenamiento en obra	11-3
2.1	Transporte	11-3
2.2	Almacenamiento	11-4
2.3	Manipulación	11-5
3	Instalaciones enterradas	11-6
3.1	Construcción de la zanja	11-6
3.2	Instalación del tubo	11-7
4	Instalaciones aéreas	11-12
4.1	Soportes	11-12
4.2	Expansión y contracción térmica	11-14
4.3	Instalación aérea de tuberías de evacuación	11-12
5	Uniones de tuberías de PVC	11-20
5.1	Tipos de uniones	11-20
5.2	Realización de uniones	11-21
5.3	Acometidas	11-23
5.4	Uniones de transición	11-24
6	Reparaciones de averías	11-25

Capítulo 12 *Prueba de instalaciones*

1	Prueba de instalaciones	12-1
2	Pruebas de presión en redes de abastecimiento	12-1
2.1	Pruebas de presión en obra según norma UNE-EN 805	12-1
2.2	Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua del MOPU ..	12-11
2.3	Pruebas de presión en obra según UNE-EN 1452 de tuberías de PVC-U para suministro de agua ..	12-14
3	Prueba de instalaciones en interior de edificios	12-17
3.1	Prueba según UNE-ENV 12108 (tuberías a presión para agua destinada a consumo humano) ...	12-17
3.2	Prueba de estanqueidad en instalaciones sanitarias	12-19
4	Pruebas de tuberías de saneamiento de poblaciones	12-20
4.1	Prueba según Pliego de Prescripciones Técnicas (MOPU 86)	12-20
4.2	Prueba de estanqueidad según UNE-EN 1510	12-21

Capítulo 13 **Normativa y Certificación de Producto**

1	Normativas aplicadas a las tuberías de PVC	13-1
1.1	Organismos de Normalización	13-2
1.2	Normas de producto, sistema y aplicación	13-3
2	Control de calidad	13-4
2.1	Descripción de algunos ensayos físico/químicos realizados en las tuberías de PVC-U	13-4
3	Marca de Calidad de Producto de AENOR	13-11

Capítulo 14 **Gama de productos**

1	Tuberías de PVC-U para presión	14-1
2	Tuberías de PVC-O de orientación molecular para presión	14-2
3	Tuberías de PVC-U para saneamiento	14-3
3.1	Tubos para saneamiento sin presión (Norma UNE-EN 1401)	14-3
3.2	Tubos de pared estructurada para saneamiento sin presión (prEN 13476)	14-3
3.3	Tubos para saneamiento con presión (Norma UNE-EN 1456)	14-7
4	Tuberías de PVC-U para evacuación	14-8
4.1	En el interior de edificios (UNE-EN 1329 y UNE-EN 1453).....	14-8
4.2	En el exterior de edificios (UNE-EN 12200)	14-9
5	Tuberías de PVC-U para drenaje	14-10
5.1	Tubos según Norma UNE 53486	14-10
5.2	Tubería de PVC-U corrugada doble pared para drenaje	14-10
5.3	Tubería de PVC-U corrugada abovedada para drenaje	14-11
5.4	Tubería de PVC-U estriada, abovedada para drenaje	14-11
5.5	Tuberías de PVC-U lisa, con embocadura drenante	14-12
6	Accesorios de PVC-U	14-13
6.1	Accesorios de PVC-U para tuberías de presión	14-13
6.2	Accesorios de PVC-U para tuberías de saneamiento	14-14
6.3	Accesorios de PVC-U para tuberías de Evacuación (Sanitaria)	14-18

Anexos

Anexo I	Comportamiento ante agentes químicos
Anexo II	Dimensiones de tuberías normalizadas
Anexo III	Cálculo de pérdidas de carga
Anexo IV	Ábaco Colebrook
Anexo V	Reducción de altura de aspiración
Anexo VI	Tablas de Thorman-Franke
Anexo VII	Ábaco de Bazin
Anexo VIII	Tablas de valores de fórmulas de Ganguillet y Kutter
Anexo IX	Normativas aplicadas a las tuberías de PVC
Anexo X	Formulario