

# MANUAL TÉCNICO DE SISTEMAS DE TUBERÍAS EN EDIFICACIONES



# MANUAL TÉCNICO DE SISTEMAS DE TUBERÍAS EN EDIFICACIONES

Amanco Wavin®, 2022

Mexichem Guatemala, S.A.  
Km. 36.7 Autopista Palín, CA 9 Sur, Paíln, Escuintla  
Guatemala  
Teléfono (502) 7600-0100  
[www.wavin.com/es-gt](http://www.wavin.com/es-gt)

Primera edición: 2022

## **Digital Marketing Manager – Mx & CenAm**

Lorena Castañeda Copello

## **Líder de Branding y Comunicación de Amanco Wavin México y Centroamérica**

Mónica Pinillos Gabriel

## **Territory Product Manager - Mexico**

Julio Verzas

## **Gerente Desarrollo Técnico Comercial - Mexico**

Jose Fernando Gomez

## **Gerente de Servicio Técnico - Colombia**

Orlando Polo

## **Líder SDC LatAm**

Josue Martinez

## **Desarrollo Técnico Comercial - Honduras**

Martin Perez

## **Gerencia Desarrollo Tecnico Comercial - CenAm**

Ruben Leandro

## **Gerencia de Asistencia Técnica. Building Design Services.**

Juan Urrutia

# ÍNDICE

<b>Sobre Amanco Wavin®</b> .....	<b>9</b>	y ASTM D2665 IPS drenajes por gravedad DWV Amanco Wavin® .....	44
<b>1 El PVC y CPVC como material para tuberías</b> .....	<b>7</b>	<b>4 Principios de diseño de sistemas de tuberías</b> .....	<b>45</b>
1.1 El PVC (Cloruro de polivinilo) y el CPVC (Cloruro de polivinilo clorado).....	8	4.1 Datos de ingeniería y diseño .....	46
1.1.1 Disposición química molecular del compuesto de PVC y CPVC .....	9	4.1.1 Precauciones y consideraciones .....	46
1.1.2 El surgimiento del PVC .....	9	4.1.2 Ecuación ISO para la clasificación de la presión de trabajo.....	47
1.2 Proceso de fabricación.....	11	4.1.3 Desempeño hidrostático a largo plazo .....	48
1.2.1 Producción de la resina .....	11	4.1.4 Criterios de diseño y selección para tuberías y accesorios PVC y CPVC.....	48
1.2.2 Extrusión de tuberías PVC y CPVC .....	12	4.2 Límites de desempeño de sistemas para presión y gravedad.....	50
1.2.3 Inyección de accesorios PVC y CPVC .....	13	4.2.1 Sistemas presurizados PVC SDR series y tamaños IPS .....	50
1.2.4 Pruebas de calidad.....	14	4.2.2 Sistemas presurizados CPVC SDR 11, tamaño CTS ...	51
1.3 Aspectos técnicos del uso de PVC y el CPVC en tuberías .....	14	4.2.3 Sistemas presurizados PVC SCH 40 y SCH 80, tamaño IPS .....	52
1.3.1 Características técnicas .....	14	4.2.4 Tuberías IPS y accesorios de PVC para drenajes por gravedad SDR 32.5 y DWV.....	54
1.3.2 Resistencia física, mecánica e hidráulica de tuberías de PVC y CPVC .....	15	<b>5 Diseño de sistemas de tubería a presión para agua fría y caliente.....</b>	<b>56</b>
1.3.3 Características en la instalación de PVC.....	16	5.1 Requerimientos para el cálculo del diámetro y diseño del sistema presurizado .....	57
1.4 El impacto ambiental de las tuberías de PVC y CPVC .....	16	5.1.1 Información preliminar y variables principales por definir.....	58
<b>2 Sistemas de tuberías Amanco Wavin®</b> .....	<b>17</b>	5.1.2 Montantes o tubería para subida de agua potable presurizadas y ramales de distribución .....	58
2.1 Generalidades de los sistemas de tubería Amanco Wavin® .....	18	5.1.3 Requerimiento y demanda de agua potable por aparato.....	60
2.1.1 Nichos de aplicación .....	19	5.2 Ejemplo del método simplificado de diseño y dimensionamiento del sistema de conducción presurizada .....	65
2.1.2 Métodos de unión.....	19	5.3 Sobre la presión de diseño .....	71
2.1.3 Clasificaciones para tuberías PVC y CPVC por temperatura y el diámetro exterior.....	19	5.3.1 Presiones para operar el sistema diseñado.....	71
2.1.4 Especificaciones técnicas .....	20	5.3.2 Golpe de ariete .....	71
2.2 Sistemas presurizados de agua fría y caliente .....	22	5.3.3 Velocidad de diseño para sistemas presurizados .....	73
2.3 Sistemas de conducción por gravedad para agua residual y venteo.....	24	5.3.4 Pérdidas de energía.....	73
2.4 Sistemas conducción por gravedad para agua pluvial.....	25	5.3.5 Longitud equivalente de la tubería por accesorios y válvulas en el sistema.....	78
2.5 Catálogo de productos.....	25	5.3.6 Efecto del aire atrapado dentro de las tuberías.....	80
<b>3 Estándares y certificaciones técnicas de sistemas de tuberías</b> .....	<b>26</b>	5.3.7 Elongación térmica y compensación.....	81
3.1 Normas y certificaciones .....	27	5.4 Ejemplo de aplicación.....	82
3.1.1 Certificación ISO.....	27	5.4.1 Efectos y cálculo del estrés térmico.....	85
3.1.2 Estándares NSF.....	28	<b>6 Diseño de sistemas de tubería por gravedad - agua residual y venteo</b> .....	<b>86</b>
3.1.3 Normas ASTM .....	28	6.1 Requerimientos para el cálculo del diámetro y diseño del sistema por gravedad .....	87
3.1.4 Nomenclatura y terminología.....	29	6.2 Unidades de descarga de agua por aparato (DFU).....	88
3.1.5 Requisitos de clase para materia prima y compuestos según ASTM .....	30	6.3 Determinación del tamaño para la tubería de drenajes .....	92
3.2 Sistemas de tuberías y accesorios PVC y CPVC Amanco Wavin® .....	31	6.4 Requerimientos de trampas .....	94
3.2.1 Material y compuestos PVC y CPVC.....	31	6.4.1 Recomendaciones y consideraciones para el diseño de trampas.....	94
3.2.2 Propiedades físicas del PVC y CPVC .....	33	6.4.2 Tamaño de las trampas de agua para los distintos aparatos sanitarios .....	95
3.2.3 Resumen para los datos básicos de PVC y CPVC.....	35	6.5 Puntos de limpieza .....	97
3.3 Sistemas presurizados para agua fría y caliente .....	38	6.6 Cálculo de la ventilación.....	98
3.3.1 Especificación técnica para tubería PVC ASTM D 2241 IPS presión Amanco Wavin® .....	39	6.6.1 Recomendaciones y consideraciones para la ventilación.....	98
3.3.2 Especificación técnica para tubería PVC SCH-40 y SCH-80 ASTM D 1785 IPS presión Amanco Wavin® ...	39	6.6.2 Terminales de ventilación.....	99
3.3.3 Especificación técnica para accesorios PVC SCH 40 ASTM D 2466 IPS presión Amanco Wavin® .....	40	<b>7 Diseño de sistemas por gravedad pluviales</b> .....	<b>112</b>
3.3.4 Especificación técnica para accesorios PVC SCH 80 ASTM D 2467 IPS presión Amanco Wavin® .....	41	7.1 Requerimiento para el cálculo del diámetro .....	113
3.3.5 Especificación técnica para tubería CPVC ASTM D 2846 CTS presión Amanco Wavin®.....	42		
3.4 Sistemas de conducción por gravedad para agua residual, venteo y agua pluvial.....	43		
3.4.1 Especificación técnica accesorios PVC SDR 32.5			

# MANUAL TÉCNICO

## SISTEMAS DE TUBERÍAS

7.1.1	Información preliminar y variables principales por definir.....	113	9.6.2	Sello hermético para la junta .....	154
7.1.2	Componentes para diseño y cálculo del sistema de drenaje pluvial.....	113	9.6.3	Equipos y herramientas para hacer roscas NPT en tuberías PVC y CPVC cédula 80 solamente.....	155
7.1.3	Dimensionamiento de las tuberías pluviales verticales bajantes y horizontales del sistema.....	114	9.6.4	Procedimiento para hacer la rosca cónica en la tubería .....	156
7.2	Canaletas PVC para sistemas pluviales .....	119	9.6.5	Juntas Bridadas para tuberías PVC y CPVC .....	156
7.2.1	Especificaciones técnicas .....	120	9.7	Juntas con empaque elastómero .....	158
7.2.2	Fórmula para el diseño .....	120	9.7.1	Características de las juntas con sello elastómero para tuberías PVC:.....	158
<b>8</b>	<b>Componentes especiales: elementos de sujeción, válvulas de control e hidráulicas, y equipos de bombeo.....</b>	<b>122</b>	9.7.2	Composición y Fabricación:.....	158
8.1	Elementos de sujeción y arriostre.....	121	9.7.3	Procedimiento para junteo.....	159
8.1.1	Consideraciones generales .....	124	9.8	Uniones con accesorios metálicos.....	160
8.1.2	Material del soporte .....	125	9.9	Pruebas e inspección y estándares de referencia.....	161
8.1.3	Tipos de soportes .....	125	9.9.1	Sistemas presurizados.....	161
8.1.4	Esfuerzos y tensión en la tubería plástica .....	126	9.9.2	Sistemas por gravedad.....	162
8.1.5	Instalación horizontal de tuberías.....	126	9.10	Desinfección .....	163
8.1.6	Instalación vertical de tuberías .....	128	<b>10</b>	<b>Nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas de tuberías.....</b>	<b>166</b>
8.2	Sistemas de válvulas para instalaciones hidráulicas en edificaciones.....	129	10.1	Tuberías WAVIN TIGRIS FLEX Tipo II y conexiones WAVIN TIGRIS K5® .....	167
8.2.1	Tipos de válvulas para sistemas hidráulicos en edificaciones.....	129	10.1.1	Datos Técnicos del sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5® .....	167
8.2.2	Certificaciones de calidad para válvulas por uso, aplicación y material de fabricación .....	130	10.1.2	Presentación del sistema.....	167
8.3	Sistemas de bombeo para instalaciones hidráulicas en edificaciones.....	132	10.1.3	Herramientas para instalación del sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5® .....	169
8.3.1	Principales requerimientos para diseño y aplicación de estos sistemas hidráulicos .....	132	10.1.4	Procedimiento de corte y ajuste del sistema WAVIN TIGRIS FLEX PE-RT y conexiones WAVIN TIGRIS Tigris.....	169
8.3.2	Tipos de bombeo y aplicación en edificaciones .....	132	10.1.5	Prueba de fuga con aire.....	170
8.3.3	Consideraciones sobre los equipos de bombeo requeridos y su adecuación.....	133	10.1.6	Prueba de fuga con agua .....	171
8.3.4	Controles para los equipos de bombeo instalados apropiadamente.....	134	10.1.7	Principales ventajas del sistema Wavin® WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5® .....	171
8.3.5	Controles de bombas para sistemas de almacenamiento de agua caliente.....	134	10.1.8	Modelación digital sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5® .....	171
8.3.6	Controles de la demanda de recirculación para sistemas de abastecimiento.....	134	10.2	Sistema de tuberías y conexiones Quickstream®.....	172
8.3.7	Bañeras de hidromasaje .....	135	10.2.1	Principales ventajas del sistema sifónico Wavin QuickStream® .....	172
8.3.8	Bomba de sumidero (sump pump) .....	135	10.2.2	Funcionamiento del sistema sifónico .....	172
<b>9</b>	<b>Instalación de sistemas de tuberías .....</b>	<b>136</b>	10.2.3	Eficiencia de los drenajes sifónicos de Wavin QuickStream® .....	173
9.1	Almacenamiento y manejo .....	138	10.2.4	Presentación del sistema Wavin QuickStream® .....	174
9.2	Herramientas para instalación de tuberías .....	128	10.2.5	Especificaciones técnicas .....	175
9.3	Métodos para unión y juntas .....	140	10.2.6	Componentes del sistema.....	175
9.3.1	Cemento solvente para PVC .....	140	10.3	Sistema WAVIN HepVo™.....	175
9.3.2	Cemento solvente para CPVC.....	142	10.3.1	Calidad, Normatividad y certificaciones .....	176
9.3.3	Aplicadores para primer y cemento solvente recomendados.....	143	10.3.2	Importancia de la válvula Wavin Hepv0™ y la salud ..	176
9.4	Corte de tuberías .....	144	10.3.3	Beneficios del sistema válvula Wavin Hepv0™ .....	176
9.4.1	Herramientas para cortar tubería.....	144	10.3.4	Sustitución de sifones, en sistemas de drenaje .....	177
9.4.2	Desbarbado y biselado de los cortes.....	145	10.3.5	HepvO™ Instalación.....	177
9.4.3	Prueba del ajuste en seco de la unión.....	145	10.3.6	Operación y mantenimiento.....	178
9.4.4	Limpieza de las espigas y campanas a unir.....	146	<b>11</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>180</b>
9.5	Procedimiento de unión de tuberías.....	146	<b>Propósito de anexos técnicos.....</b>	<b>181</b>	
9.5.1	Procedimiento para hacer juntas cementadas PVC y CPVC .....	146	<b>Resistencia a los químicos y temperatura para .....</b>	<b>182</b>	
9.5.2	Manejo del cemento solvente:.....	147	<b>Tuberías de conversión de unidades .....</b>	<b>202</b>	
9.5.3	Aplicación de imprimación y cemento.....	148	<b>Fórmulas hidráulicas.....</b>	<b>207</b>	
9.5.4	Montaje de Junta .....	149	<b>Glosario terminos .....</b>	<b>209</b>	
9.5.5	Tiempo de fijación .....	150			
9.5.6	Juntas para CPVC .....	151			
9.6	Juntas roscada y bridada para tuberías PVC y CPVC .....	153			
9.6.1	Características de las juntas roscadas:.....	153			

# INTRODUCCIÓN

El diseño de un proyecto de construcción exige la aplicación adecuada de normas y criterios técnicos que garanticen su implementación efectiva y óptimo funcionamiento.

Todo profesional de la ingeniería o la arquitectura debe disponer de herramientas y disciplinas que le orienten para dicha labor.

Dentro de esos aspectos, están incluidos los sistemas de tuberías que permitirán el servicio y disposición de agua en una edificación.

En Centroamérica, se cuenta con materiales de referencia que permiten que el profesional de la construcción diseñe sistemas de tuberías presurizadas o por gravedad. Muchas de estas fuentes proceden de los Estados Unidos de América o de países europeos, no están escritos en lengua castellana, y deben ser adaptados a las necesidades específicas del contexto para obtener resultados efectivos.

Esta situación plantea la necesidad de un manual técnico de soporte para el diseño de sistemas de tuberías, que más que una traducción de los códigos internacionales se apegue a los requerimientos de diseñadores y proyectistas en el contexto centroamericano.

Dicha necesidad, ha sido el punto de partida para el desarrollo del presente manual técnico, el cual provee toda la información necesaria para el diseño e instalación de sistemas hidráulicos, tanto para conducciones presurizadas como por gravedad en edificaciones prediales, específicamente, para tuberías y conexiones en PVC (Cloruro de polivinilo) y CPVC (Cloruro de polivinilo clorado), bajo el respaldo de la marca Amanco Wavin®.

Con ello, quien haga consulta de este manual se permitirá lograr aplicaciones efectivas, asegurando un excelente desempeño en cuanto a ingeniería y calidad.

## ALCANCES

El **Manual técnico para sistemas de tuberías** contiene información fundamental, definiendo los límites de desempeño de los materiales y estándares internacionales para la calidad de estos, criterios para el eficiente diseño hidráulico, metodología para ejecutar instalaciones de calidad, y verificación de los sistemas previamente a la puesta en marcha y operación en la edificación. Así como también una reseña de nuestras innovaciones y sistemas para estas aplicaciones.

El propósito del Manual técnico de sistemas de tuberías es facilitar el uso y la aplicación práctica del portafolio de sistemas, soluciones e innovaciones de Amanco Wavin®, para diseñadores, instaladores y supervisores de obras de plomería en edificaciones.

Para aclarar cualquier duda de diseño o instalación con los productos de esta marca, los profesionales cuentan con la asistencia del área técnica en el país del respectivo domicilio o proyecto.

### Guatemala

T. (502) 7600-0100  
[www.wavin.com/es-gt](http://www.wavin.com/es-gt)

### El Salvador

T. (503) 2500-9200  
[www.wavin.com/es-sv](http://www.wavin.com/es-sv)

### Honduras

T. (504) 2545-2400  
[www.wavin.com/es-hn](http://www.wavin.com/es-hn)

### Nicaragua

T. (505) 2298-2960  
[www.wavin.com/es-ni](http://www.wavin.com/es-ni)

### Costa Rica

T. (506) 2209-3400  
[www.wavin.com/es-cr](http://www.wavin.com/es-cr)

### Panamá

T. (507) 305-9600  
[www.wavin.com/es-pn](http://www.wavin.com/es-pn)

# SOBRE AMANCO WAVIN®

Amanco Wavin® es la marca líder de productos de sistemas PVC y CPVC, tuberías y conexiones de calidad premium para la conducción de fluidos a presión y por gravedad, en aplicaciones para desarrollos residenciales, edificaciones en altura, construcciones industriales e infraestructura.

Con más de 50 años de experiencia en el mercado centroamericano, ha demostrado estar preparada para enfrentar los mayores desafíos, en cuanto a brindar sistemas para el suministro de agua y el saneamiento de las ciudades que se adapten a las cambiantes condiciones climáticas, y que permitan un mejor desempeño en la construcción.

Pilares Wavin para sistemas y soluciones para portafolio Amanco Wavin



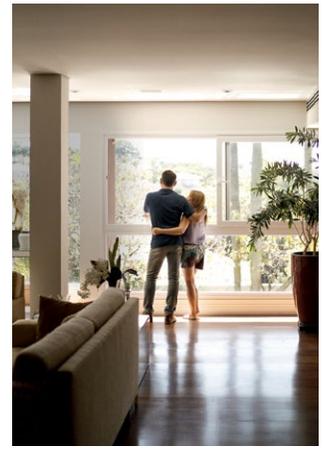
Abastecimiento de Agua Seguro y Eficiente



Mejor Salud e Higiene



Ciudades Resistentes al Clima



Mejor Desempeño en la Construcción

La fabricación de una amplia gama de tuberías se realiza bajo el cumplimiento de estándares internacionales, que certifican todos los pasos del proceso: desde la materia prima hasta los compuestos y productos terminados. Dentro de su catálogo de productos incluye tuberías y conexiones compatibles con tuberías de acero IPS (por sus siglas en inglés iron pipe size) en diámetros desde ½” hasta 12”, además, tubería de irrigación PIP (por sus siglas en inglés plastic irrigation pipe) en diámetros de 15”.

Los nichos de aplicación de los sistemas y soluciones de Amanco Wavin®, de PVC, CPVC y otros, preferidos por los desarrolladores, consultores, diseñadores, contratistas e instaladores, son:

- Conducción de sistemas presurizados para agua fría y caliente con sistemas IPS y CTS (Tamaño tubería de cobre, por sus siglas en inglés copper tubing size) en PVC y CPVC respectivamente.
- Conducción por gravedad para sistemas de drenajes sanitarios y venteo, así como sistemas pluviales con sistemas IPS y DWV (Drenaje, desperdicio y venteo por sus siglas en inglés drainage, waste and vent) en PVC.
- Sistemas para el manejo integral del agua lluvia y el desarrollo urbano sostenible
- Sistemas de apoyo digital BIM para el diseño hidráulico en edificaciones, con los paquetes de librerías Revit de estos productos.

Wavin® es un fabricante de tuberías de plástico, principalmente sistemas y soluciones aplicables a drenaje y suministro de agua. La compañía fue fundada en Holanda oficialmente el 5 de agosto de 1955, su nombre deriva del agua y el cloruro de vinilo, por sus siglas en inglés. Wavin® es parte de Orbia, una comunidad de empresas unidas bajo un mismo propósito: Impulsar la vida alrededor del mundo.

# CONDICIONES DE USO DEL MANUAL TÉCNICO DE SISTEMAS DE TUBERÍAS AMANCO WAVIN®

Responsabilidad en el uso del Manual de Técnico de sistemas de tuberías Amanco Wavin®, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios y/o personal no serán responsables por la selección de tuberías, materiales, sean éstas PVC o CPVC, dimensiones, especificaciones, ni por la instalación y uso destinado a las mismas y su mantenimiento.

Todos y cada uno de los manuales expedidos por Amanco Wavin® sobre el uso del PVC y CPVC y el diseño de sistemas de tuberías son meramente ilustrativos y deberán ser únicamente entendidos, interpretados y considerados como una guía y referencia, y en ningún momento suponen una recomendación o criterio técnico para un proyecto o caso en particular, lo cual será responsabilidad exclusiva del cliente quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías.

Amanco Wavin®, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios, y/o personal, no serán responsables por eventuales daños o perjuicios que se ocasionen o pudiesen ocasionar el producto de la selección, instalación, uso y mantenimiento de tuberías PVC o CPVC adquiridas, y por lo tanto, el cliente, quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías de Amanco Wavin®, por este medio releva y exime a Amanco Wavin® y sus afiliadas de cualquier tipo de responsabilidad para tales efectos, incluyendo responsabilidad civil, penal, administrativa, y cualquier otra.

# CAPÍTULO 1

## El PVC y CPVC como material para tuberías



# CAPÍTULO 1

## El PVC y CPVC como material para tuberías

Como un paso previo a los lineamientos técnicos aplicados para el diseño de sistemas de tuberías, es preciso presentar los materiales y sus características técnicas a ser consideradas por el diseñador.

En este capítulo, se mencionan los conceptos, características técnicas e historia del PVC y el CPVC, así como sus propiedades destacadas para las aplicaciones hidráulicas, y los respectivos procesos de manufactura y control de la calidad.

### Contenido del capítulo

1. **El PVC y CPVC como material para tuberías**
  - 1.1. **El PVC (Cloruro de polivinilo) y el CPVC (Cloruro de polivinilo clorado)**
    - 1.1.1. Disposición química molecular del compuesto de PVC y CPVC
    - 1.1.2. El surgimiento del PVC
  - 1.2. **Proceso de fabricación**
    - 1.2.1. Productos de la resina
    - 1.2.2. Extrusión de tuberías PVC y CPVC
    - 1.2.3. Inyección de accesorios PVC y CPVC
    - 1.2.4. Pruebas de calidad
  - 1.3. **Aspectos técnicos del uso de PVC Y CPVC en tubería**
    - 1.3.1. Características técnicas
    - 1.3.2. Propiedades físicas
    - 1.3.3. Características de la instalación de PVC
  - 1.4. **El impacto ambiental de las tuberías**

## 1.1 El PVC (Cloruro de polivinilo) y el CPVC (Cloruro de polivinilo clorado)

La denominación de este material, ampliamente utilizado en la construcción y la industria, proviene de las siglas en inglés de *polyvinyl chloride* (Cloruro de polivinilo). (Imagen 1.1) Forma parte de la familia de materiales llamados polímeros, los cuales tienen en común su composición a base de macromoléculas denominadas monómeros (Textos científicos, 2005).

Sus características técnicas lo convierten en un material ideal para la fabricación de sistemas de tuberías. Entre otras cualidades, es inodoro e insípido, resistente a la mayoría de los agentes químicos, liviano, de fácil transporte, ignífugo, de bajo costo, no degradable ni se disuelve en el agua y es totalmente reciclable (CONSTRUMATICA, 2009)

Por otra parte, el CPVC, corresponde a las siglas en inglés de *chlorinated polyvinyl chloride* o cloruro de polivinil clorado. Es un termoplástico resistente y duradero, producido a partir de la poscloración de la resina de cloruro de polivinilo. Este compuesto presenta una excelente resistencia química y puede soportar temperaturas más altas que el PVC, que no resiste más de 140° F (60° C), mientras que el CPVC permite hasta 180° F (82° C), por lo que resulta idóneo para la fabricación de tuberías para agua caliente (BRAEUNER, 2021).

Imagen 1.1: Cloruro de polivinilo



FUENTE: (Chemical Compounds, 2021)

## 1.1.1 Disposición química molecular del compuesto de PVC y CPVC

La imagen 1.2 ilustra la composición química molecular de ambos materiales, PVC y CPVC. Según esto, al compuesto de PVC que se nombra policloruro de vinilo, se agrega una partícula más de cloro a la molécula existente, y se obtiene el compuesto de CPVC que se nombra policloruro de vinilo clorado otorgándole al compuesto mejores propiedades, entre ellas destacan su mayor resistencia a la temperatura. Gracias a sus propiedades, las tuberías y accesorios CPVC se utilizan en sistemas para la conducción de agua fría y caliente, cuyas temperaturas máximas permitidas alcanzan 82° C (180° F) (AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 2021)

Imagen 1.2: Molécula para el PVC y CPVC



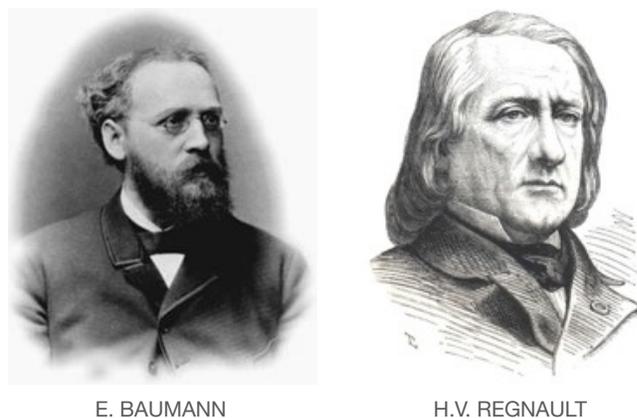
FUENTE: (Textos científicos, 2005)

## 1.1.2 El surgimiento del PVC

El hombre ha trabajado mucho desde los tiempos más remotos para desarrollar materiales sintéticos. Los alquimistas trataron de desarrollar composiciones que ofrecerían beneficios diferentes a los que proveen. El PVC es uno de los materiales sintéticos más antiguos y con más larga trayectoria en la producción industrial. La historia temprana de su descubrimiento está caracterizada situaciones accidentales, múltiples intentos, y aportes provenientes de diferentes lugares. Curiosamente, el surgimiento del PVC es precedido por misiones sin éxito para encontrar su aplicación práctica.

El compuesto de PVC fue descubierto accidentalmente, en una primera ocasión, por el físico y químico francés Henri Victor Regnault en 1838; en una segunda ocasión por el alemán Eugene Baumann en 1872 (Imagen 1.3). En los dos casos, el polímero apareció como unas hojuelas color blanco dentro de frascos, como resultado la exposición a la luz solar del gas cloruro de vinilo, recién descubierto. Sin embargo, ninguno pudo encontrarle una aplicación comercial (Rayburn-Trobaug, 2021).

Imagen 1.3: Henri Victor Regnault y Eugene Baumann



E. BAUMANN

H.V. REGNAULT

FUENTE: (WordPress, 2014)

## El verdadero descubridor del PVC

Fue hasta el siglo XX que Waldo Lonsbury Semon (Imagen 1.4) desarrolló el PVC como se le conoce hoy en día. Semon buscaba nuevos recubrimientos de caucho sintético sobre metales, empezó a experimentar con los polímeros orgánicos sintéticos, incluyendo el cloruro de polivinilo o PVC, un experimento de laboratorio sin ningún valor en aquella época (Varela, 2021).

En su búsqueda, Waldo Lonsbury Semon logró una gelatina elástica con la intención de obtener un adhesivo, pero carecía de esta propiedad. Aún así,

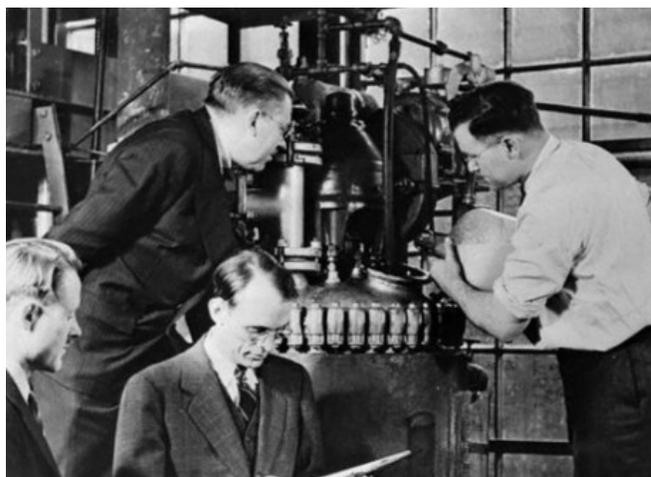
siguió experimentando. Tras varios intentos, consiguió transformar el gel en un tejido no conductor, resistente al agua y con buenas propiedades mecánicas y, finalmente, surgieron los primeros usos: impermeables, cortinas de ducha y paraguas (Imagen 1.5). Posteriormente, logró moldear el material con diferentes formas y grosores. La invención comenzó a aplicarse en las protecciones para mangos de herramientas, las suelas de zapatos y los cables, entre muchas otras. Waldo Lonsbury Semon patentó su descubrimiento en 1933 (Varela, 2021).

Imagen 1.4: Waldo Lonsbury Semon



FUENTE: (Varela, 2021).

Imagen 1.5: Desarrollo del PVC por Semon



FUENTE: (WORDPRESS, 2014)

## Evolución histórica del PVC y CPVC

Rápidamente, los productos de PVC se volvieron esenciales para la industria de la construcción, esto gracias a su resistencia a la luz, a productos químicos y a la corrosión.

Como resultado de la investigación y la mejora en la resistencia del material, resinas y compuestos, el PVC permitió el surgimiento de las tuberías a presión para conducir agua potable (Rayburn-Trobaug, 2021).

Las primeras tuberías de PVC se consideraron adecuadas debido a su resistencia química, falta de sabor u olor y superficie interior lisa. De 1936 a 1939 se instalaron más de 400 residencias en el centro de Alemania, sustituyendo las tradicionales tuberías de acero con PVC para instalaciones de agua potable y desechos.

Su momento de mayor importancia ocurre después de la Segunda Guerra Mundial, durante la reconstrucción de Europa.

Las tuberías metálicas fueron sustituidas rápidamente, gracias a que el PVC mostraba capacidades iguales o superiores (Varela, 2021).

Su calidad fue certificada por instituciones como ASTM (por sus siglas en inglés American Society for Testing and Materials – Sociedad Americana para pruebas de Materiales), fundada en 1898; o ISO (de sus siglas en inglés International Organization for Standardization – Organización Internacional de Estandarización) que había sido fundada en 1926 y refundada en 1946

(WordPress, 2014).

Las primeras tuberías de PVC se habían fabricado con procesos improvisados.

No es hasta las décadas de 1950 y 1960 que se logran avances dramáticos para en la fabricación de tuberías y accesorios de PVC.

Empresas europeas y estadounidenses se dieron cuenta del enorme potencial de estos materiales, e invirtieron en investigación y desarrollo de la tecnología de extrusión e inyección, la formulación de materias primas y compuestos y maquinaria diseñada específicamente para PVC y CPVC (WordPress, 2014).

Durante este período de tiempo, la tubería de PVC y CPVC comenzó a competir con los productos tradicionales en una serie de mercados importantes, como agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, la distribución de gas, conductos eléctricos, procesamiento químico y tuberías ventilación.

Hoy en día, el PVC es el material de mayor venta para fabricar tuberías y accesorios plásticos en el mundo, seguido por el polietileno y polipropileno.

Su bajo costo, excelente durabilidad y fácil manejo, lo convierten en el material de elección para las industrias tales como cuidado de la salud, tecnología de la información, transporte, textil y construcción (WordPress, 2014).

## 1.2 Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de tuberías de PVC y CPVC resulta crítico para que estos materiales rindan con los requerimientos que protegen la salud humana, tanto en la conducción de agua para el consumo, como para la disposición de aguas servidas. Por ello, tal

proceso implica el cumplimiento estricto de diferentes estándares de calidad y normas internacionales.

A continuación, se detallan aspectos del proceso de fabricación de PVC y CPVC, desde la materia prima hasta el producto terminado.

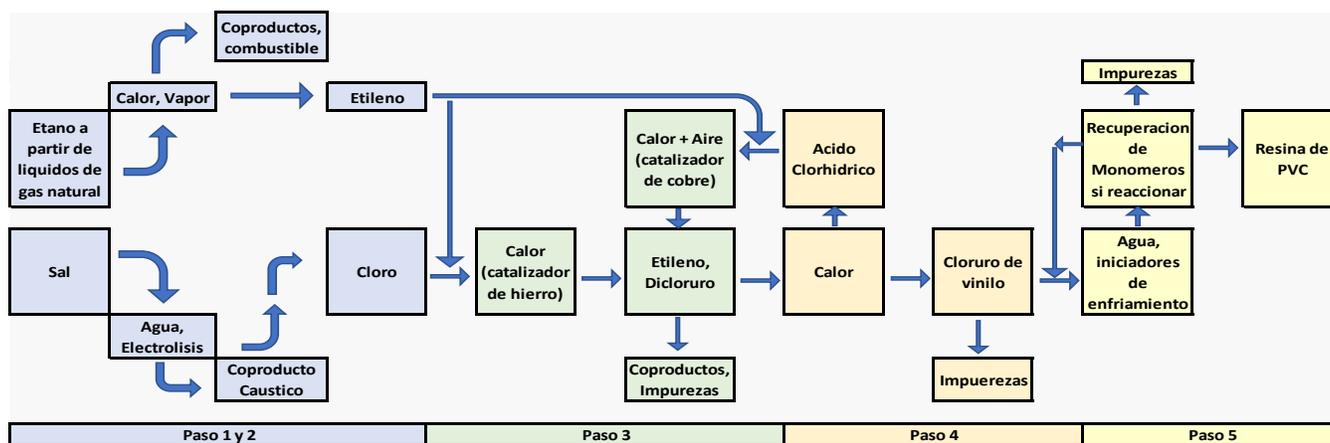
### 1.2.1 Producción de la resina

El PVC y CPVC poseen una composición que implica un bajo impacto ambiental, dado que es el único material plástico que no proviene totalmente del petróleo. Su formulación incluye un 57% de sal marina, en forma de cloro y el porcentaje restante es etileno, derivado del petróleo (Uni-Bell PVC Pipe Association, 2015).

Como puede apreciarse en la imagen 1.6, la producción de la resina de PVC se efectúa básicamente en cinco etapas:

- **Electrólisis:** por la cual, la sal proporciona cloro y otros componentes.
- **Refinado del petróleo y fraccionamiento de la gasolina (nafta):** en el que se origina el etileno.
- **Síntesis química:** de los elementos antes mencionados, que produce el monómero cloruro de vinilo en forma gaseosa.
- **La resina de PVC es mezclada con diversos aditivos:** a fin de obtener variantes con características bastante diversas. El resultado es un polvo relativamente fino, o un granulado.
- **Polimerización del monómero:** para obtener el polímero cloruro de polivinilo, o PVC, un polvo muy fino de color blanco e inerte (Mexichem, 2021).

Imagen 1.6: Proceso de producción de la resina de PVC y CPVC



FUENTE: (ECVM European Council of Vinyl Manufacturers, 2021)

## 1.2.2 Extrusión de tuberías PVC y CPVC

La extrusión es un proceso industrial mecanizado de alta precisión, que permite producir una amplia gama de tuberías para conducción de fluidos a presión o por gravedad. Todo el proceso se realiza en forma ininterrumpida, automatizada, y consta de tres etapas:

- Alimentación de la materia prima
- Compresión
- Medición (Ver imagen 1.7).

Inicialmente, se carga la materia prima o compuesto de PVC o CPVC, en la tolva de entrada del equipo respectivo. Este material cae por gravedad por un cilindro calentado por resistencias eléctricas, donde tornillos empujan el material en estado fluido, haciéndolo pasar por el molde de la tubería a fabricar (Mexichem, 2021).

Imagen 1.7: Proceso de producción de PVC y CPVC



FUENTE: MEXICHEM 2021

El equipo eléctrico mecanizado utilizado se llama extrusor (Ver imagen 1.8), al cual se le adicionan otros aparatos como cargadores de materia prima (compuesto), jaladores de tubería, cámaras de vacío y enfriamiento, cortadores de tuberías, rotuladores, formadoras de campanas en un extremo del tubo. Los parámetros de manufactura son ajustados previamente en el equipo extrusor dependiendo del tipo y certificaciones de la tubería que se desea fabricar (Mexichem, 2021).

Imagen 1.8: Equipo extrusor para tuberías



FUENTE: BONZER EXTRUDER

### 1.2.3 Inyección de accesorios PVC y CPVC

Los accesorios de PVC y CPVC, ya sea para aplicaciones de presión o drenajes, se fabrican por medio de un proceso mecanizado y altamente preciso de inyección (Imagen 1.9).

Este consiste en fundir el compuesto de la materia prima, para luego inyectar presión en la cavidad de un molde para el tipo de accesorio requerido.

El equipo se muestra en la imagen 1.10.

El material se solidifica en fracción de minuto, es desmoldado y puede pasar a control de calidad.

La especificación de los equipos para fabricación de accesorios requiere que se considere la capacidad de cierre o toneladas de compresión, dimensiones del molde, carrera o recorrido del molde, presión de inyección, capacidad volumétrica de inyección, características de plastificado y velocidad de inyección (Mexichem, 2021).

El proceso de fabricación de tuberías de PVC debe apegarse en forma rígida a los estándares de calidad exigidos por las normas técnicas que se exponen en el capítulo 3 de este manual.

Imagen 1.9: Accesorios de PVC y CPVC



Fuente: Elaboración propia (imagen solo de referencia)

Imagen 1.10: Equipo para inyección de accesorios de PVC y CPVC



FUENTE: CINCINATI MILACRON

## 1.2.4 Pruebas de calidad

Los componentes para los sistemas PVC y CPVC, están sujetos a certificaciones de entidades y agencias internacionales como ASTM, NSF e ISO.

El proceso incluye ensayos que regulan la calidad de cada producto desde la resina o materia prima y los aditivos requeridos para brindar las propiedades mecánicas, físicas y químicas que definen sus propiedades (Mexichem, 2021).

Existe un riguroso control sobre los procesos de manufactura por extrusión e inyección, innovaciones aparejadas entre compuestos e ingeniería para producir mejores y mayores tamaños de tuberías y aplicaciones más exigentes. El control de calidad de estos procesos está debidamente estandarizado y debe ser cumplido o excedido. Tanto las evaluaciones de laboratorios y los resultados esperados son sumamente exigentes

y rigurosos, y para realizarse utilizan equipos de alta tecnología y precisión (Mexichem, 2021).

La rotulación de las tuberías es una práctica estandarizada, que identifica la fecha de manufactura, designación estándar que cumple, el tipo de tubería, usos y aplicaciones recomendado, así como su resistencia hidrostática o cargas externas.

Las buenas prácticas de ingeniería y estándares de referencia, así como el apropiado manejo y acarreo son parte integral del buen control de la calidad de los productos de PVC y CPVC antes de su instalación, basados en recomendaciones que como fabricantes responsables son entregadas a los usuarios, fuesen estos intermediarios o finales (Mexichem, 2021).

## 1.3 Aspectos técnicos del uso de PVC y el CPVC en tuberías

### 1.3.1 Características técnicas

Este material termoplástico es el más usado mundialmente para el diseño de tuberías, accesorios y válvulas en sistemas para la conducción de fluidos a presión gravedad, pertenece a la familia de los vinilos, y está regido por normas ASTM International y certificaciones de NSF (siglas en inglés de National Sanitation Foundation, Fundación Nacional de Saneamiento, que evalúa el cumplimiento de estándares de gran cantidad de productos, para proteger la salud del usuario y el medio ambiente.

Esto se debe a las múltiples ventajas que presenta respecto a sus similares metálicos, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- **Baja conductividad térmica:** en comparación con las tuberías metálicas. Esto permite menos condensación y humedad, reducción de pérdidas por calor y más uniformidad en la temperatura del fluido, usualmente no se requieren elementos para aislar.  
 PVC – máxima temperatura operacional 60° C (140° F)  
 CPVC – máxima temperatura operacional 82°C (180 °F).

- **Baja fricción del fluido:** menos pérdidas por fricción comparado con sistemas metálicos. Baja pérdida de presión es igual a más caudal y presión, menos potencia requerida para el bombeo y menos consumo de electricidad y costos de operación.
- **Resistencia a la corrosión:** sobresaliente resistencia a los químicos del efluente, constituidos por ácidos, alcalinos, alcoholes, halógenos y otros materiales corrosivos.
- **No conducción eléctrica:** se constituye como un material no conductor de la electricidad. Eliminando toda posibilidad de daños y costosos mantenimientos por efectos de la corrosión galvánica o electrolítica.
- **Otras ventajas:** el material no es tóxico, posee alta resistencia hidrostática y eficiencia hidráulica, bajo peso, fácil instalación, y larga vida útil, libre de mantenimiento (CONSTRUMATICA, 2009).

### 1.3.2 Resistencia física, mecánica e hidráulica de tuberías de PVC y CPVC

Para el diseño de instalaciones con PVC y CPVC, deben considerarse las propiedades físicas de estos materiales, su resistencia mecánica e hidráulica, las cuales son descritas a continuación en la tabla 1.1

La tabla 1.1 Principales propiedades para el material de PVC y CPVC

GENERAL	PVC Valores	CPVC valores	Método de ensayo
Clasificación de celda	12454	23447 <sup>A</sup> 23448 <sup>B</sup>	ASTM D1784
Máxima temperatura de servicio	140° F (60° C)	180° F (82° C)	
Color	Blanco, Gris	Crema	
Gravedad específica (gr/cm <sup>3</sup> @73°F)	1.41	1.51	ASTM D792
Absorción de agua % incremento 24 hrs @ 25°C	0.05	0.03	ASTM D570
Dureza, Rockwell	110-120	117-119	ASTM D785
Relación de Poisson @ 73°F	0.41	0.37	
<b>MECÁNICO</b>			
Esfuerzo de tensión, psi @ 73°F mínimo	7,000	7,000	ASTM D638
Módulo de elasticidad en tensión, psi @ 73°F	400,000	360,000	ASTM D638
Esfuerzo de flexión, psi @ 73° F mínimo	14,000	15,000	ASTM D790
Módulo de flexión, psi @ 73°F	360,000	360,000	ASTM D790
Fuerza de compresión, psi @ 73°F	9,600	10,000	ASTM D695
Impacto Izod, muesca, pies-lb/pulg @ 73°F	0.65	1.5	ASTM D256
<b>TERMODINÁMICA</b>			
Coefficiente de expansión lineal (pul/pul/°F)	2.8x10 <sup>-5</sup>	3.2x10 <sup>-5</sup>	ASTM D696
Coefficiente de conductividad térmica (BTU/hrs/pie <sup>2</sup> /°F/pulg)	1.2	0.95	ASTM C177
Calor específico, CAL/g/°C	0.20 - 0.28	212 <sup>A</sup> 230 <sup>B</sup>	ASTM D2766
Temperatura deflexión térmica @ 264 psi, °F	158		ASTM D648
Temperatura máxima de operación °F (°C)	140 (60)	200° F (93° C)	
Punto de descomposición °F (°C)	400+ (204+)	400+ (204+)	
Velocidad de combustión	Autoextinguible	Autoextinguible	
<b>ELÉCTRICO</b>			
Resistencia dieléctrica, Vols/Mil	1,400	1,250	ASTM D149
Constante dieléctrica, 60 Hz @30°F	3.7		ASTM D150
Resistividad volumen específico @ 73°F, Ohm/CM	3-5x10 <sup>15</sup>	3-5x10 <sup>15</sup>	ASTM D257
<b>OTROS</b>			
Índice de limitación de oxígeno (LOI)	43	60	ASTM D2863

Nota: CPVC tuberías, A celda para diámetros CTS; B celda para diámetros IPS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020).

### 1.3.3 Características en la instalación de PVC y CPVC

La instalación de tuberías de PVC y CPVC se caracteriza por su facilidad y rapidez. Deben considerarse los aspectos descritos a continuación:

- El transporte y manejo del material es fácil, gracias a su bajo peso.
- Las uniones se logran insertando la espiga o extremo de un tubo, en la campana del otro, aplicando cemento solvente o sellos de elastómero para brindarle fijación a la unión.
- Debe tomarse en cuenta que la viscosidad del cemento solvente se debe elegir según el diámetro y material de la tubería.
- Se requieren herramientas especiales para la realización de cortes, biselados y otros similares necesarios para el ensamble de las tuberías.
- Es posible que el elastómero aplicado en las uniones requiera la aplicación de grasa mineral.

El proceso de instalación y las buenas prácticas pertinentes se deben desarrollar bajo la certificación de ASTM, los cuales se abordarán con más detalle en el capítulo 9 del presente manual técnico.

Dicha normativa debe seguirse con diligencia para garantizar la calidad de la operación del sistema instalado, y por supuesto, de los fluidos que se transportarán en el mismo (CONSTRUMÁTICA, 2009).

### 1.4 El impacto ambiental de las tuberías de PVC y CPVC

Los sistemas de tuberías de PVC y CPVC plantean ventajas sustanciales respecto a sistemas tradicionales de cañerías metálicas. Pero también poseen condiciones que reducen la huella de CO<sub>2</sub>, cuyo aporte contribuyen a la construcción de ciudades sostenibles, amigables con el medio ambiente (INTEREMPRESAS, 2017).

- **Uso de eficiente de materiales no renovables:** Únicamente el 43% de la composición del material es derivada del petróleo.
- **Reciclaje:** El PVC es un material 100% reciclable, dentro del proceso de producción. Una vez el producto ha salido de la fábrica, el reciclaje es posible para diferentes artículos, pero no para la fabricación de sistemas de tuberías, dado que no existe la certeza de la calidad original del mismo.
- **Elevada vida útil:** Gracias a sus propiedades mecánicas, permanece sin alteraciones durante años, minimizando la necesidad de cambiar y sustituir las tuberías.

- **Eficiencia en costos:** Las tuberías de PVC y CPVC implican costos reducidos debido gracias a su bajo peso y fácil manipulación, su instalación no requiere de maquinaria pesada, y su transporte implica menos combustible que otros materiales de construcción, lo que conlleva menores emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente.

- **Preservación de la salud humana:** Las tuberías de PVC y CPVC poseen características técnicas que mantienen la pureza y calidad del agua que conducen, eliminando cualquier posible contaminación derivada del material (INTEREMPRESAS, 2017).

Gracias a las condiciones técnicas antes descritas, las tuberías de PVC y CPVC Amanco Wavin® cuentan con la certificación NSF (National Sanitation Foundation), que certifican la pureza y sanitización del agua y líquidos que fluyen en los sistemas constituidos por este tipo de productos (Imagen 12).

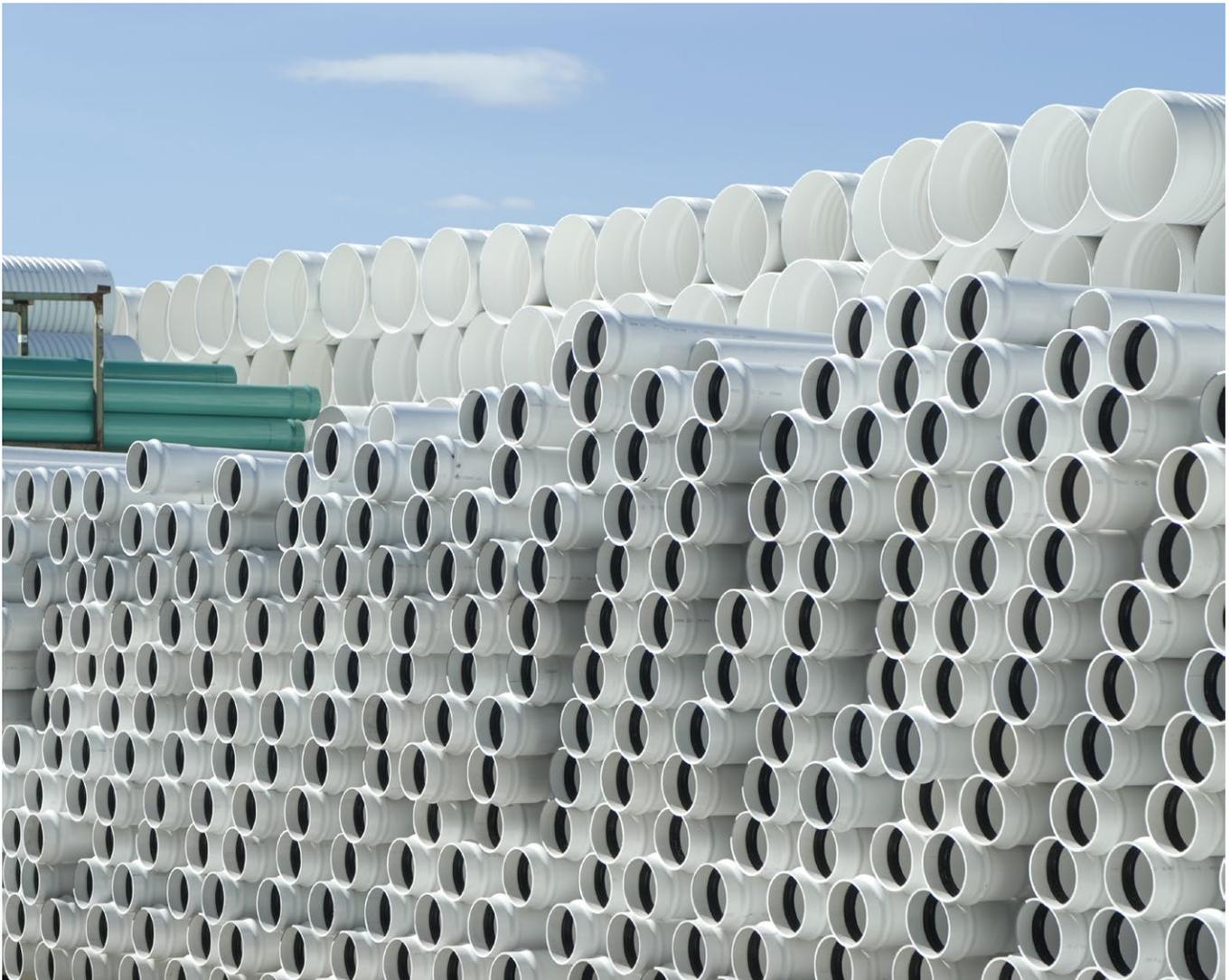
Imagen 12: Impacto ambiental de tuberías de PVC y CPVC



FUENTE: (NSF, 2021)

# CAPÍTULO 2

## Sistemas de tuberías Amanco Wavin®



Las soluciones técnicas para las instalaciones de agua potable, aguas residuales y pluviales se constituyen en sistemas completos de tuberías de diferente diámetro y diseño, así como los accesorios de conexión y los adhesivos adecuados a cada necesidad. En este

capítulo se brinda la información general de dichos sistemas y sus componentes, las certificaciones y lineamientos para la instalación, y otros aspectos necesarios para el diseño para la conducción de agua a presión o por gravedad.

### Contenido del capítulo

- 2. **Sistemas de tubería Amanco Wavin®**
- 2.1. **Generalidades de los sistemas de tuberías Amanco Wavin®**
  - 2.1.1. Nichos de aplicación
  - 2.1.2. Métodos de unión
  - 2.1.3. Significado de siglas para dimensionamiento de tuberías basadas en el diámetro exterior
  - 2.1.4. Especificaciones técnicas
- 2.2. **Sistemas presurizados de agua caliente y fría**
- 2.3. **Sistemas de conducción por gravedad para agua residual y venteo**
- 2.4. **Sistemas de conducción por gravedad para agua pluvial**
- 2.5. **Catálogo de productos**

## 2.1 Generalidades de los sistemas de tubería Amanco Wavin®

Los sistemas de tubería que se presentan a continuación corresponden a Amanco Wavin®, marca líder global en soluciones de calidad premium para la conducción de fluidos a presión y por gravedad, en desarrollos residenciales, edificaciones en altura, complejos industriales e infraestructura (Imagen 2.1).

Imagen 2.1: Sistemas de tuberías Amanco Wavin®



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 2.1.1 Nichos de aplicación

Los principales nichos de aplicación de productos de PVC y CPVC Amanco Wavin incluyen:

- Conducción de sistemas presurizados para agua fría y caliente con sistemas que corresponden al tamaño de tuberías de hierro (IPS – iron pipe size) y cobre (CTS – copper tubing size), en PVC y CPVC respectivamente.
- Conducción por gravedad para sistemas de drenajes sanitarios y venteo (DWV – *drainage, waste and vent*) en PVC.
- Sistemas pluviales por gravedad con sistemas que corresponden al tamaño de tuberías de hierro (IPS) y accesorios SDR y DWV en PVC.

### 2.1.2 Métodos de unión

Las tuberías y accesorios tienen cuatro métodos de unirse entre sí

- **Espiga y campana:** Los tubos poseen un extremo biselado, al cual se le denomina espiga, y el otro extremo acampanado, de manera que la unión se logra insertando la espiga de un tubo en la campana del otro o con su respectivo accesorio.
- **Cemento solvente:** Se aplica un adhesivo (fundente químico) para fijar la unión entre los elementos. Existe un tipo de adhesivo PVC, CPVC y tamaño de tubería, de no aplicarse en la forma adecuada pueden provocarse fallas en la operación del sistema. Los adhesivos también se rigen bajo especificaciones técnicas.
- **Juntas bridadas:** Cuando la junta es temporal, y los elementos deberán desinstalarse en el futuro.
- **Rosca:** Roscas en los extremos de los elementos.

### 2.1.3 Clasificaciones para tuberías PVC y CPVC por temperatura y el diámetro exterior

El material de fabricación de las tuberías y accesorios define conforme a sus propiedades y estándar de calidad, a continuación referimos su correcto uso y aplicación:

- PVC (Cloruro de polivinilo), para la conducción de agua potable y drenajes, a presión y gravedad respectivamente, con agua a temperatura ambiente hasta un máximo de 60° C. Ver tablas 4.2 y 4.3 para aplicar factores de corrección a la resistencia del material PVC debido a la temperatura.
- CPVC (Cloruro de polivinilo clorado), para la conducción de agua potable a temperatura ambiente y caliente hasta un máximo de 80° C. Ver tablas 4.2 y 4.3 para aplicar factores de corrección a la resistencia del material CPVC debido a la temperatura.

Las clasificaciones básicas de dimensionamiento de tuberías PVC y CPVC basadas en el diámetro exterior, son las siguientes:

- Tubería para tamaño de hierro IPS, (Siglas de *iron pipe size*, en inglés) que incluye:

- Tubería de presión SDR (Siglas de *standard dimension ratio* en inglés) para conducción a presión de agua fría y caliente.
- Accesorios DWV, (Siglas de *drainage, waste and vent* en inglés) para conducción por gravedad de drenaje, desechos y ventilación de aguas residuales y pluviales.
- Tuberías Sch (Abreviatura en inglés de *Schedule*) para cédulas 40, 80 y 120 para conducción a presión de agua fría y caliente.
- Tubería de riego de plástico PIP, (Siglas de *plastic Irrigation pipe*, en inglés) – PVC para riego (agrícola) a presión.
- Tubería para drenaje principal SMP (Siglas de *sewer main pipe*, en inglés) – drenajes por gravedad y clasificación por rigidez PS (Siglas de *pipe stiffness*, en inglés)
- Tubería para tamaño de tubo de cobre CTS (Siglas de *copper tubing size*, en inglés) – CPVC para distribución de agua caliente y fría a presión.

## 2.1.4 Especificaciones técnicas

Los sistemas de tuberías Amanco Wavin se rigen bajo estrictos estándares que abarcan las especificaciones técnicas de:

- **ASTM International:** Por sus siglas en inglés American Standar for Testing and Materials; Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.
- **ISO:** Por sus siglas en inglés International Organization for Standardization; Organización Internacional de Normalización.
- **NSF:** Por sus siglas en inglés National Sanitation Foundation; Fundación Nacional de Sanitización.

La especificación técnica de los sistemas de tuberías de PVC y CPVC se presentan en las tablas 2.1, 2.2 y 2.3. En las mismas se determinan las diferentes especificaciones y tamaños, métodos de unión y características técnicas generales. Las normas técnicas que rigen a todos estos sistemas se presentan ampliamente en el capítulo 3.

Tabla 2.1: Sistemas de tuberías de PVC ASTM D 2241 y accesorios presión Schedule 40, 80 y DWV drenaje

Producto		Tubería con espiga y campana						
<b>Material</b>	PVC (Cloruro de Polyvinilo) Tipo I, Grado 1							
<b>Celda compuesto</b>	PVC 12454							
<b>Estándar</b>	ASTM D 2241							
<b>Dimensión</b>	IPS (Iron pipe size) y PIP (Plastic irrigation pipe) <sup>A</sup> 15"							
<b>Especificación y Tamaños</b>	SDR 13.5 (PR-315 PSI) 1/2"	SDR 17 (PR 250 PSI) 3/4"- 12"	SDR 21 (PR 200 PSI) 3/4"- 12"	SDR 26 (PR 160PSI) 1"- 12"	SDR 32.5 (PR 125 PSI) 1 1/4"-12"	SDR 41 (PR 100 PSI) 1 1/2"-12"	SDR 51 (PR 80 PSI) 2"- 12"	SDR 64 (PR 63 PSI) 2"- 12"
<b>Accesorios compatibles</b>	Schedule 40 ASTM D2466 (IPS PRESIÓN) / DWV ASTM D2665 (IPS DRENAJES GRAVEDAD)							
<b>Dimensión</b>	IPS (Iron pipe size)							
<b>Métodos de unión</b>	Espiga y campana - Cemento solvente							
<b>Máxima temperatura de trabajo</b>	60 °C							
<b>Características</b>	Certificaciones de calidad, juntas herméticas, resistente a la corrosión, fácil de instalar, bajo peso, durable							
<b>Aplicación</b>	Suministro de agua potable fría y drenajes por gravedad							
<b>Notas:</b>	IPS (Iron pipe size) sistemas a presión PIP (Plastic irrigation pipe) * 15" a presión DWV (Drainage, Waste & Vent) drenajes aguas residuales por gravedad CTS *** (Copper Tubing Size), sistemas a presión							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2006).

Tabla 2.2. Sistemas de tuberías de PVC y CPVC

Producto	Espiga y Campana		Extremo liso
Material	PVC Tipo I, Grado 1	CPVC Tipo IV, Grado 1	PVC Tipo I, Grado 1
Celda compuesto	<b>PVC 12454</b>	<b>CPVC 23447</b>	<b>PVC 12454</b>
Forma			
Estándar ASTM	D 1785	D 2846	D 1785
Forma	Tubería	Tubo y Acc	Tubería
Especificación y tamaños	<b>SCH-40 1/2" - 1"</b>	<b>SDR 11 1/2" - 2"</b>	<b>SCH-80 1/2" - 8"</b>
Accesorios	SCH-40 y SCH-80	SDR 11	SCH-80 junta cementada o roscada
Dimensión	IPS*	CTS**	IPS*
Métodos de Unión	Cementada o Roscada		
Máxima Presión de Trabajo	Ver capítulo 4		
Máxima Temperatura de Trabajo	60 °C	82 °C	60 °C
Características	Certificaciones de calidad, juntas herméticas, resistente a la corrosión, fácil de instalar, bajo peso, durable		
Aplicación	Conducción a presión, agua fría solamente	Conducción a presión agua fría y caliente	Conducción a presión, agua fría solamente
Notas:	IPS* (Iron pipe size) sistemas a presión CTS ** (Copper tubing size), sistemas a presión. Clasificación de presiones, ver capítulo 4		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.3: Sistemas de tuberías y accesorios de CPVC

Producto	Espiga y campana				
Material	CPVC Tipo IV, Grado 1				
Celda compuesto	Class 23448				
Estándar ASTM	F 437	F438	F439	F441	F442
Componente	Accesorio		Tubo		
Especificación y tamaños	SCH 80 desde 1/2" hasta 8"	SCH 40 desde 1/2" hasta 8"	SCH 80 desde 1/2" hasta 8"	SCH 40 y 80 desde 1/2" hasta 8"	SDR-SERIE desde 1/2" hasta 8"
Tipo de unión	Roscado	Cemento			
Dimensión	IPS				
Máxima Presión de Trabajo	Ver capítulo 4				
Máxima temperatura de trabajo	80 °C				
Características	Certificaciones de calidad, juntas herméticas, resistente a la corrosión, fácil de instalar, bajo peso, durable				
Aplicación	Conducción presión agua fría y caliente				
Notas:	IPS (Iron Pipe Size) sistemas a presión SDR (Standard Dimention Ratio) SCH (Schedule)				

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 Sistemas presurizados de agua fría y caliente

Los sistemas para conducción de agua fría y caliente se conforman de dos maneras: con instalación aérea (imagen 2.2) o con instalación enterrada o bajo losa (imagen 2.3). Tales sistemas incluyen los siguientes componentes principales:

Los principales componentes de ambas instalaciones son:

- Tuberías y conexiones PVC para agua fría solamente o CPVC para agua fría y caliente, todo según la temperatura del agua a conducir.
- Variado tipo de grifos y válvulas para mezcla de agua fría y caliente, control del sistema de red y ramales de distribución, para mantenimiento y conexión a los muebles sanitarios.
- Válvulas hidráulicas que deben ser incluidas obligatoriamente, para la operación segura del sistema de conducción. Éstas incluyen válvulas en la zona del bombeo, que previenen la anticipación de onda o el golpe de ariete; estaciones reguladoras para entregar la presión máxima requerida de diseño, asegurando así el buen funcionamiento de los aparatos sanitarios conectados; válvulas purgadoras que expulsan todo el aire atrapado en el sistema de tuberías, evitando problemas de sobre presión y ruptura.
- Elementos de sujeción, como colgantes o arriostre para instalaciones aéreas y verticales.
- Juntas especiales para dilatación que absorben las elongaciones del sistema de tuberías y sujeciones antisísmicas que mantienen la integridad del sistema.
- Tubería protectora para las tuberías PVC y CPVC instaladas encofradas en concreto.

Imagen 2.2: Sistema presurizado de agua fría o caliente con instalación aérea

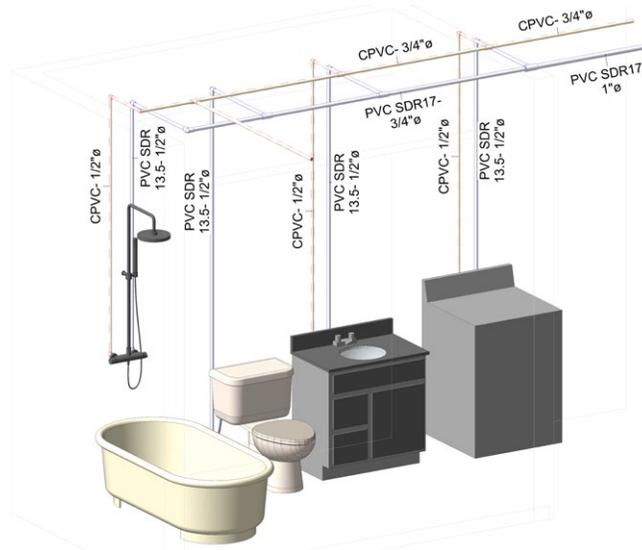
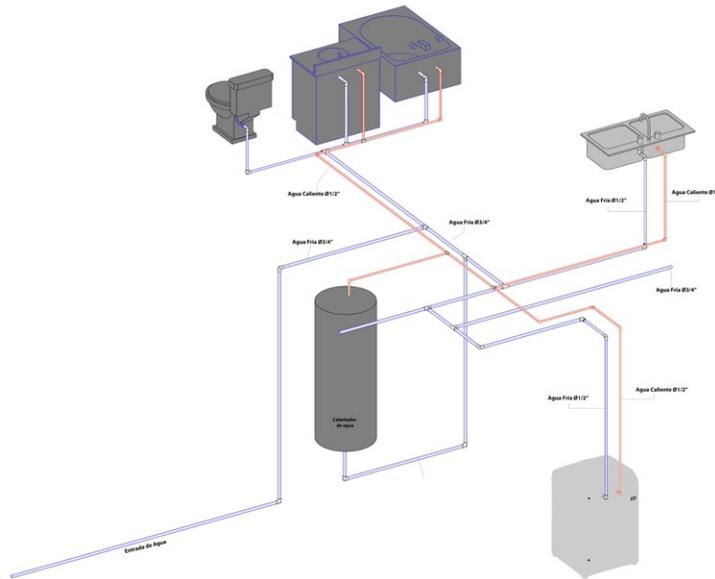


Imagen 2.3: Isométrico ilustrativo de sistema presurizado de agua fría o caliente con instalación enterrada o bajo losa



Fuente: Elaboración propia.

## Consideraciones especiales respecto al derecho de propiedad

Al momento de diseñar los sistemas presurizados de tuberías en instalación aérea, deben considerarse los límites de propiedad del inmueble en el cual serán ubicados. Los sistemas presurizados deben poder recibir mantenimiento o ser reparados sin que se incomode o existan derrames de agua en las propiedades adyacentes.

Esto puede ocurrir en todas aquellas edificaciones bajo régimen de condominio como apartamentos, oficinas, centros comerciales y otros similares.

En cuanto a las instalaciones bajo losa o enterradas, no necesariamente presentan la situación antes descrita.

Este tipo de instalación, regularmente, corre dentro de la misma propiedad, por lo que su mantenimiento o reparación no acarrea inconvenientes para vecinos o espacios colindantes.

Tal es el caso de viviendas unifamiliares de uno o dos niveles.

## 2.3 Sistemas de conducción por gravedad para agua residual y venteo

Los sistemas de tuberías para drenajes de aguas residuales se instalan enterradas o bajo la losa de entrepiso. En su diseño debe considerarse la pendiente hidráulica mínima según su diámetro, para que se procure el arrastre adecuado de elementos sólidos.

El sistema de venteo es mandatorio para el funcionamiento del sistema por gravedad de aguas residuales.

El venteo está diseñado para permitir la salida de los gases del sistema e introducir aire y presión atmosférica positiva al sistema en operación, debido que las descargas de los aparatos conectados generan succión en la tubería, creando vacíos o presiones negativas que se deben anticipar con el apropiado diseño del sistema de venteo.

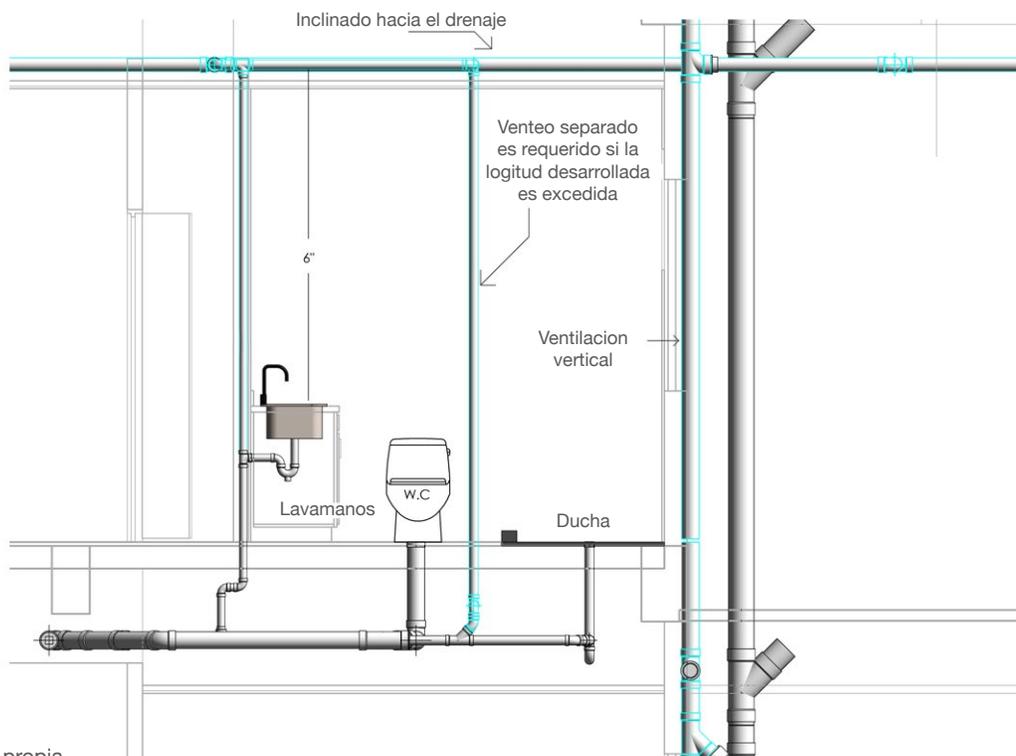
Estos cambios de presión y succión provocan la pérdida del sello hidráulico en los aparatos sanitarios, provocando malos olores debido a la presencia de gases y aerosoles dañinos a la salud hacia el interior de la edificación en cuestión.

Para evitarlo se ubican tuberías que ventilan y regulan estos cambios de presión (National Standard Plumbing Code, 2009).

Los sistemas de conducción de aguas residuales y venteo incluyen los siguientes elementos principales (Imagen 2.4).

- Tuberías y accesorios para drenaje, desechos y ventilación en diámetros que oscilan entre 1" y 12".
- Elementos de sujeción como colgantes para ramales horizontales o arriostres en tuberías bajantes.
- Los sistemas de ventilación del sistema húmedo de drenaje corren bajo losa o en el entrepiso, comúnmente oculto entre el cielo raso, requiriendo elementos de sujeción como colgantes y arriostre para mantener su alineamiento y pendiente de diseño.

Imagen 2.4: Isométrico ilustrativo de sistema de tuberías de aguas residuales por gravedad y venteo.



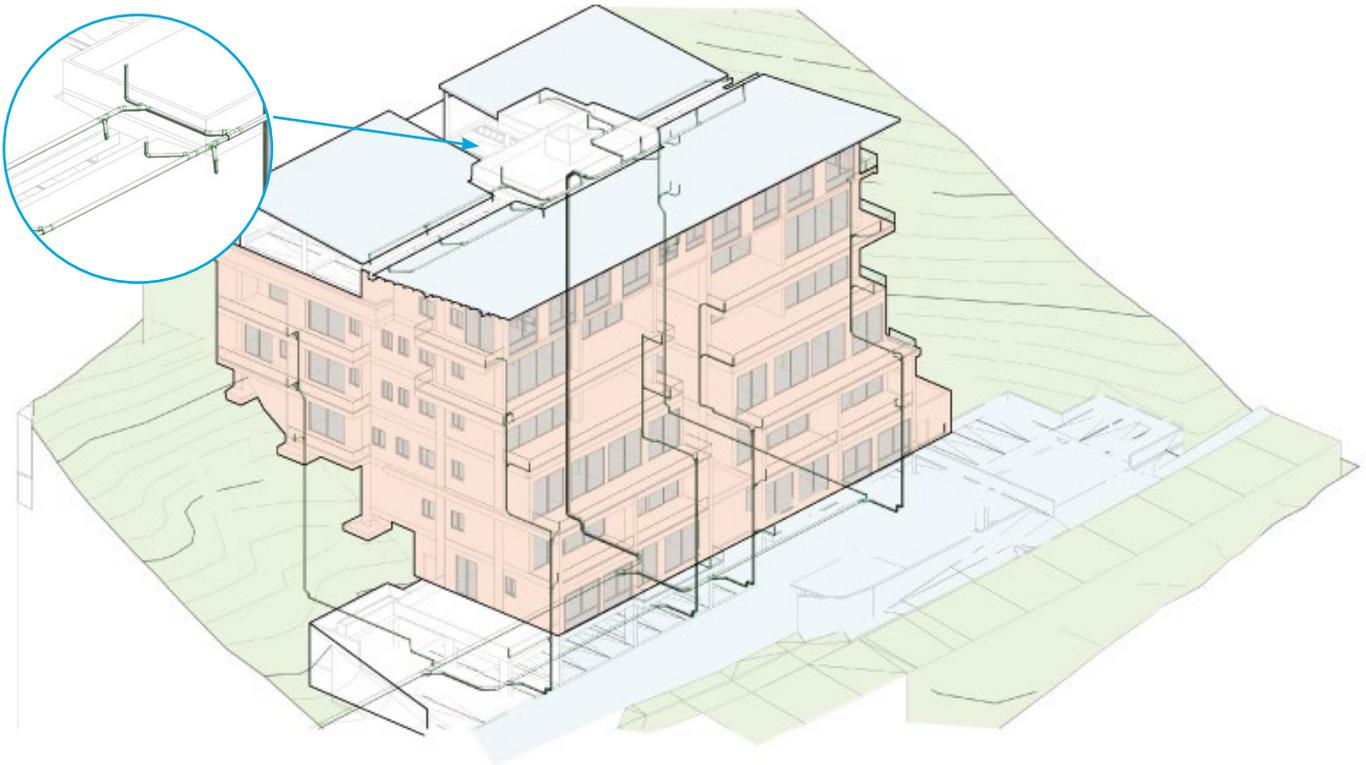
Fuente: Elaboración propia.

## 2.4 Sistemas conducción por gravedad para agua pluvial

Los sistemas pluviales de PVC están diseñados para conducción por gravedad para los distintos regímenes de lluvia críticos colectados sobre distintos tipos de techos y otras superficies, como lo ilustra la imagen 2.5. El sistema del portafolio Amanco Wavin®, incluyen los siguientes elementos:

- Las canaletas PVC con protección UV de tipo colonial y alto caudal (principalmente para viviendas), las tuberías y accesorios en diámetros que oscilan de 1 1/4" hasta 15". Estas se constituyen en ramales de conducción horizontal y bajantes vertical.
- Tanto las canaletas como las tuberías de este sistema requieren de elementos de sujeción como soportes colgantes y arriostres verticales, espaciados según especificación para sostener su peso y mantener el alineamiento y las pendientes de diseño, asegurando que todo el sistema trabaje de forma adecuada.
- También incluyen elementos de colección de agua lluvia en azoteas, como coladeras metálicas. Estas deben conectarse con accesorios PVC que posean rosca macho siempre, la cual se acopla al punto de conexión hembra metálico. No es recomendable conectar roscas hembra de PVC con machos metálicos.

Imagen 2.5: Isométrico ilustrativo de sistemas de conducción por gravedad para agua pluvial



Fuente: Elaboración propia.

## Catálogo de productos

Los sistemas Amanco Wavin® para la conducción presurizada de agua potable fría y caliente, conducción por gravedad para drenajes de aguas residuales y venteo, así como también aguas pluviales se conforman de tuberías y accesorios de PVC y CPVC. Para una selección adecuada de cada componente del sistema es recomendable consultar la ficha técnica de cada producto Amanco Wavin.

Escanea el código para descargar fichas técnicas AMANCO WAVIN®

# CAPÍTULO 3

## Especificaciones técnicas de sistemas de tuberías



# CAPÍTULO 3

## Especificaciones técnicas de sistemas de tuberías

El cumplimiento de los estándares de calidad tanto de la materia prima como del producto terminado constituye una parte importante de la calidad y eficiencia de operación del sistema de tuberías.

En este capítulo se detallan las normas internacionales que rigen las tuberías y accesorios de PVC y CPVC para cada una de las aplicaciones abordadas en el presente manual. Bajo dichas normas se fabrican los sistemas Amanco Wavin®.

### Contenido del capítulo

3. **Estándares y certificaciones técnicas de sistemas de tuberías**
  - 3.1. **Normas y certificaciones**
    - 3.1.1. Certificación ISO
    - 3.1.2. Estándares NSF
    - 3.1.3. Normas ASTM
    - 3.1.4. Nomenclatura y terminología
    - 3.1.5. Requisitos de clase para materia prima y compuestos según ASTM
  - 3.2. **Sistemas de tuberías y accesorios PVC y CPVC Amanco Wavin®**
    - 3.2.1. Material y compuestos PVC y CPVC
    - 3.2.2. Propiedades físicas del PVC y CPVC
    - 3.2.3. Resumen para los datos básicos de PVC y CPVC
  - 3.3. **Sistemas presurizados para agua fría y caliente**
    - 3.3.1. Especificación técnica para tubería PVC ASTM D2241 IPS presión Amanco Wavin®
    - 3.3.2. Especificación técnica para tubería PVC SCH-40 y SCH-80 ASTM D 1785 IPS presión Amanco Wavin®
    - 3.3.3. Especificación técnica para accesorios PVC SCH 40 ASTM D 2466 IPS presión Amanco Wavin®
    - 3.3.4. Especificación técnica para accesorios PVC SCH 80 ASTM D 2467 IPS presión Amanco Wavin®
    - 3.3.5. Especificación técnica para tubería CPVC ASTM D 2846 CTS presión Amanco Wavin®
  - 3.4. **Sistemas de conducción por gravedad para agua residual y venteo y agua pluvial**
    - 3.4.1. Especificación técnica accesorios PVC SDR 32.5 y ASTM D 2665 drenajes por gravedad DWV Amanco Wavin®

## 3.1 Normas y certificaciones

A continuación, se describen las diferentes certificaciones que evalúan la fabricación de tuberías de PVC y CPVC.

### 3.1.1 Certificación ISO

ISO son las siglas en inglés International Organization for Standardization, Organización Internacional de Normalización o Estandarización; su objetivo es la creación de normas que asegura la calidad, seguridad y la eficiencia de diferentes productos y servicios (ISO, 2021). Las normas ISO que aplican para la fabricación de PVC y CPVC incluyen las siguientes:

- ISO 9001: Esta certificación establece las normas, guías y herramientas para un sistema de gestión de la calidad en productos o servicios.
- ISO 14001: Es el estándar para la gestión ambiental, identificando y gestionando todos los posibles riesgos ambientales que se desprenden de la actividad de una empresa.
- OHSAS: Establece un sistema de gestión de la seguridad y la salud en lugares de trabajo (ISO, 2021).

Imagen 3.1: Certificaciones Amanco Wavin



FUENTE: (UNIVERSIDAD CONTINENTAL, 2017)

La marca Amanco Wavin® cuenta con esas tres certificaciones ISO, que garantizan la gestión con la que son producidos los sistemas de tubería en sus dos centros de manufactura, en Guatemala y Costa Rica, por medio de la entidad INTECO (Mexichem, 2021).

### 3.1.2 Estándares NSF

NSF son las siglas en inglés para: National Sanitation Foundation International, Fundación Internacional de la Sanitización Nacional (Imagen 3.2). La certificación NSF regula los efectos en la salud humana de una amplia gama de artículos. En el caso específico del PVC y CPVC evalúan las materias primas, aditivos y compuestos para su fabricación de tuberías.

- NSF Norma N°14: Para componentes de tuberías de plástico y materiales afines.
- NSF Norma N°61: Para componentes del sistema de agua potable: Efectos sobre la salud (NSF, 2021).

Imagen 3.1: Certificaciones Amanco Wavin



FUENTE: (UNIVERSIDAD CONTINENTAL, 2017)

### 3.1.3 Normas ASTM

ASTM son las siglas de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés (*American Society for Testing and Materials*), es una organización que establece normas técnicas internacionales para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios (ASTM, 2021).

En el caso específico de las tuberías de PVC y CPVC, establece los rangos y límites aceptables en cuanto a la calidad y eficiencia de su materia prima, dimensiones, características físicas y mecánicas.

### 3.1.4 Nomenclatura y terminología

La tabla 3.1 presenta las principales siglas y términos utilizados en cuanto a normas técnicas para el PVC y CPVC.

Tabla 3.1: Nomenclatura y terminología

Abreviatura	Significado	Abreviatura	Significado
<b>ANSI</b>	American National Standard Institute	<b>PSIG</b>	Gage pressure in pounds per square inch
<b>ASME</b>	American Society of Mechanical Engineers	<b>PVC</b>	Poly (vinyl chloride)
<b>ASTM</b>	American Society of Testing and Materials	<b>RHDS</b>	Recommended Hydrostatic Design Stress
<b>AWWA</b>	American Water Works Association	<b>RVCM</b>	Residual Vinyl Chloride Monomer
<b>BS</b>	British Standar Institution	<b>SDR</b>	Standard Dimention Ratio
<b>CPVC</b>	Chlorinated poly (vinyl chloride)	<b>SI</b>	International System of Units
<b>CS</b>	Commercial Standard	<b>WOG</b>	Water, Oil, Gas
<b>DIN</b>	German Industrial Norms	<b>DWV</b>	Drainage, Waste, Vent
<b>HDS</b>	Hydrostatic Design Stress	<b>IPS</b>	Iron Pipe Size
<b>IAPMO</b>	International Association of Plumbing and Mechanical Officials	<b>PIP</b>	Plastic Irrigation Pipe
<b>ISO</b>	International Standard Organization	<b>CTS</b>	Copper Tubing Size
<b>NSF</b>	National Sanitation Foundation	<b>CIOD</b>	Cast Iron Outside Diameter
<b>PPI</b>	Plastic Pipe Institute	<b>UL</b>	Underwriters Laboratories
<b>PS</b>	Pipe Stiffness	<b>PSM</b>	Plasic Sewer Main
<b>PSI</b>	Pounds per Square Inche	<b>SCH</b>	Schedule
<b>PR</b>	Pressure Rated	<b>PC</b>	Pressure Class
<b>ND</b>	Nominal Diameter	<b>OD</b>	Outside Diameter
<b>NSPC</b>	National Standard Plumbing Code	<b>IPC</b>	International Plumbing Code
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association	<b>FM</b>	Factory Mutual

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.1.5 Requisitos de clase para materia prima y compuestos según ASTM

Los estándares técnicos de los sistemas de tubería se establecen por medio de clases y propiedades de la materia prima y compuestos utilizados para fabricarla. Esto, según su aplicación para conducción por presión o por gravedad. Dichas clases y sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, están designadas por el número de celda para cada propiedad, incluyendo una letra de sufijo que especifique los requisitos para productos químicos y su resistencia.

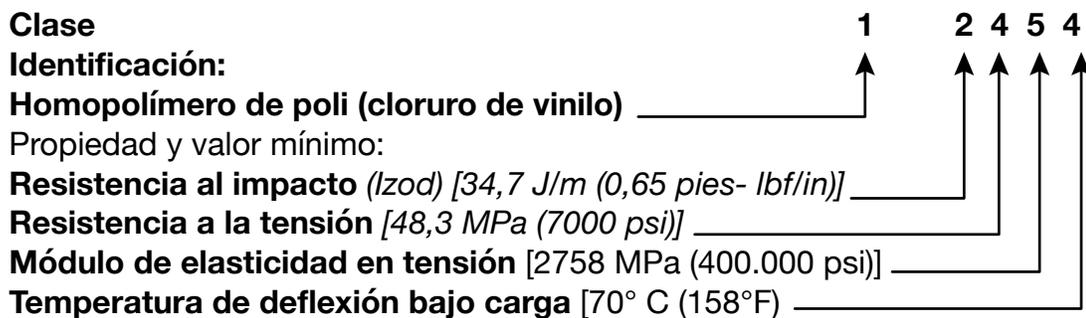
Los compuestos rígidos de PVC son una mezcla de resina de este material, estabilizadores, extensores, lubricantes, pigmentos y modificadores, cuidadosamente diseñados y desarrollados para proporcionar propiedades específicas según cada aplicación. Por ejemplo, se requiere una resistencia a la tracción relativamente alta para el PVC tuberías de presión. El rendimiento de la tubería para drenajes por gravedad (sin presión) depende de manera más crítica del módulo de elasticidad (UNI BELL, 2001).

Las cinco propiedades designadas son:

- Resina base
- Resistencia al impacto Izod (Impacto Izod es una prueba para determinar la tenacidad o la tendencia de un material a resistir la rotura, al ser sometido a un choque repentino).
- Resistencia a la tensión
- Módulo elástico en tensión
- Temperatura de deflexión bajo carga

La manera en que este sistema de clasificación identifica los materiales seleccionados, es ilustrado por un compuesto de PVC rígido clase 12454 que tiene los de la imagen 3.3.

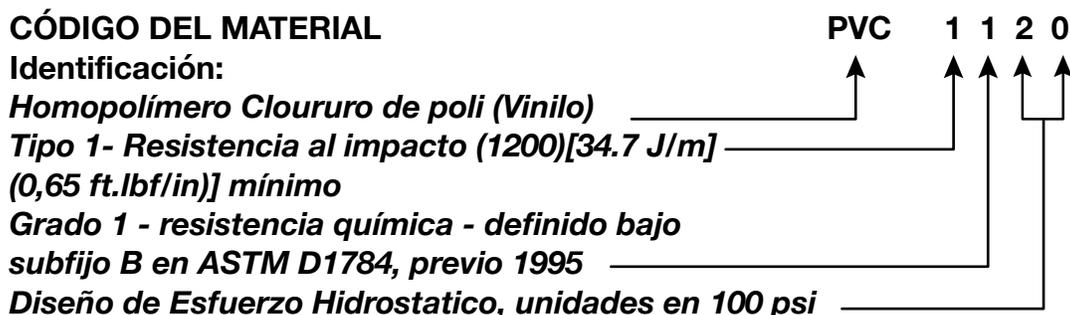
Imagen 3.3: Sistema de clasificación clase 12454



FUENTE: (ASTM International, 2020).

La forma en que los materiales seleccionados se identifican mediante este código para el material es ilustrado por el compuesto de PVC 1120 que tiene los siguientes requisitos, tal como lo muestra el siguiente ejemplo, en la imagen 3.4.

Imagen 3.4: Ejemplo de código de material de tubería de PVC



FUENTE: ASTM International 2020

## 3.2 Sistemas de tuberías y accesorios PVC y CPVC Amanco Wavin®

### 3.2.1 Material y compuestos PVC y CPVC

Para definir las propiedades básicas de los compuestos de PVC, la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) ha establecido el estándar D 1784, “Especificación estándar para polivinilo cloruro (PVC) y polivinilo cloruro clorado (CPVC) compuestos”.

Esta especificación define una designación de clase de celda de cinco dígitos; sistema alfanumérico que describe propiedades físicas características mínimas para un compuesto que tenga como base las resinas de PVC o CPVC (UNI BELL, 2001).

La tabla 3.2 identifica los valores de cada propiedad y requisitos de clase para los compuestos rígidos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) y poli (cloruro de vinilo) clorado (CPVC), utilizados para la fabricación de tuberías y accesorios.

Tabla 3.2. Requisitos de clase para compuestos rígidos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) y poli(cloruro de vinilo) clorado (CPVC)

Designación Orden No.	Propiedad y Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	Resina Base		"poli (vinilo cloruro) homopolímero"	"Clorados (polivinilo cloruro)"	Copolímero de vinilo							
2	Resistencia al impacto (Izod) min: J/m de muesca Pie.lb/pulg de muesca	no especificado	<34.7 <0.65	34.7 0.65	80.1 1.5	266.9 5.0	533.8 10.0	800.7 15.0					
3	Fuerza de tensión min: MPa Lbs/pulg <sup>2</sup>	no especificado	<34.5 <5,000	34.5 5,000	41.4 6,000	48.3 7,000	55.2 8,000						
4	Módulo de elasticidad en tensión min: Mpa Lbs/pulg <sup>2</sup>		<1930 <280,000	1930 280,000	2206 320,000	2482 360,000	2758 400,000	3034 440,000					
5	Deflexión por temperatura bajo carga min. 1.82 Mpa (264 lbs/pulg <sup>2</sup> ): °C °F Flamabilidad	no especificado <sup>A</sup>	<55 <131 <sup>A</sup>	55 131 <sup>A</sup>	60 140 <sup>A</sup>	70 158 <sup>A</sup>	80 176 <sup>A</sup>	90 194 <sup>A</sup>	100 212 <sup>A</sup>	110 230 <sup>A</sup>	120 251 <sup>A</sup>	130 266 <sup>A</sup>	140 284 <sup>A</sup>

Nota: El valor mínimo de la propiedad determinará el número de celda, aunque el valor máximo esperado puede estar dentro de una celda más alta.

<sup>A</sup> Todos los compuestos cubiertos por esta especificación, cuando son ensayados en conformidad por el método de prueba D635, deberán obtener el siguiente resultado: promedio de propagación de combustión de <25 mm; en un tiempo promedio de combustión de <10 s.

FUENTE: (ASTM International, 2020).ASTM D1784

### 3.2.2 Propiedades físicas del PVC y CPVC

La tabla 3.3 expone las distintas propiedades físicas de los compuestos que se utilizan para manufactura de tuberías y accesorios; y sus valores conforme a los referidos métodos estándar de ensayo.

Tabla 3.3: Propiedades físicas del PVC y CPVC

GENERAL	PVC Valores	CPVC Valores	Método Ensayo
Clasificación de Celda	12454	23447 <sup>A</sup> 23448 <sup>B</sup>	ASTM D1784
Máxima Temperatura de Servicio	140°F (60°C)	180°F (82°C)	
Color	Blanco, Gris	Crema	
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> @73°F)	1.41	1.51	ASTM D792
Absorción de Agua % incremento 24 hrs @ 25°C	0.05	0.03	ASTM D570
Dureza, Rockwell	110-120	117-119	ASTM D785
Relación de Poisson @ 73°F	0.41	0.37	
<b>MECÁNICO</b>			
Esfuerzo de Tensión, psi @ 73°F Mínimo	7,000	7,000	ASTM D638
Módulo de Elasticidad en Tensión, psi @ 73°F	400,000	360,000	ASTM D638
Esfuerzo de Flexión, psi @ 73° F Mínimo	14,000	15,000	ASTM D790
Módulo de Flexión, psi @ 73°F	360,000	360,000	ASTM D790
Fuerza de Compresión, psi @ 73°F	9,600	10,000	ASTM D695
Impacto Izod, Mueza, pies-lb/pulg @ 73°F	0.65	1.5	ASTM D256
<b>TERMODINÁMICA</b>			
Coeficiente de Expansión Lineal (pul/pul/°F)	2.8x10 <sup>-5</sup>	3.2x10 <sup>-5</sup>	ASTM D696
Coeficiente de Conductividad Térmica (BTU/hrs/pie <sup>2</sup> /°F/pulg)	1.2	0.95	ASTM C177
Calor Específico, CAL/g/°C	0.20 - 0.28		ASTM D2766
Temperatura Deflexión Térmica @ 264 psi, °F	158	217	ASTM D648
Temperatura Máxima de Operación °F (°C)	140°F (60°C)	200°F (93°C)	
Punto de Descomposición °F (°C)	400+ (204+)	400+ (204+)	
Velocidad de Combustión	Autoextinguible	Autoextinguible	
<b>ELÉCTRICO</b>			
Resistencia Dieléctrica, Vols/Mil	1,400	1,250	ASTM D149
Constante Dieléctrica, 60 Hz @30°F	3.7		ASTM D150
Resistividad Volumen Especifico @ 73°F, Ohm/CM	3-5x10 <sup>15</sup>	3-5x10 <sup>15</sup>	ASTM D257
<b>OTROS</b>			
Índice de Limitación de Oxígeno (LOI)	43	60	ASTM D2863

Nota: CPVC tuberías: <sup>A</sup> celda para tamaño CTS: <sup>B</sup> celda para tamaño IPS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (ASTM International, 2020).

### 3.2.3 Resumen para los datos básicos de PVC y CPVC

La tabla 3.4 ilustra la resina base utilizada para la manufactura de los productos Amanco Wavin®. La clasificación comercial del compuesto y su designación de clase, que se encuentra rotulado en los tubos y accesorios, con lo cual es fácil identificar sus capacidades y desempeño.

Tabla 3.4: Clasificación comercial del compuesto y su clase

Resina Base	PVC	CPVC
	Homopolímero de poli (cloruro de vinilo)	Poli (cloruro de vinilo) clorado
Clasificación comercial del compuesto rígido*	Tipo I, Grado 1 PVC 1120	Tipo IV, Grado 1 CPVC 4120
Designación de Clase	12454-B	23447 <sup>A</sup> 23448 <sup>B</sup>

\*Material Rígido, es también conocido como No-Plastificado (U-PVC)

Nota: CPVC tuberías: <sup>A</sup> celda para tamaño CTS: <sup>B</sup> celda para tamaño IPS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (ASTM International, 2020)

La tabla 3.5 ilustra la gama de tuberías y sistemas, así como su rango de diámetros y presiones para fácil reconocimiento del portafolio, identificando para cada sistema sus normativas y especificación estándar que certifican.

Tabla 3.5: Sistemas de tuberías y accesorios de PVC y CPVC Amanco Wavin

Tipo de sistema			Diámetros tuberías y accesorios disponibles (Pulgadas)																				
Aplicación	Componente	Material	Dimensión	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	15							
Presión	Tubería	PVC	IPS	D 2241 SDR- Series	17	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41							
					17	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41	17, 21, 26, 32.5 y 41				
	Accesorio				PVC	IPS	D 1785 SCH 40 y 80	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
							D 2464 SCH 80 <sup>A</sup>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
							D 2466 SCH 40	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
							D 2467 SCH 80	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
							F 441 SCH 40 y 80	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
							F 442 SDR - PR	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
							D 2846 SDR 11 <sup>B</sup>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
							F 437 SCH 80 <sup>D</sup>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Accesorio	CPVC	IPS	F 438 SCH 40	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
			F 439 SCH 80	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
Drenaje	PVC	IPS	ASTM D2665 (DWV)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						

Nota:

<sup>A</sup> Accesorio PVC Sch 80 roscado

<sup>B</sup> CPVC incluye accesorios CTS

<sup>D</sup> Accesorio CPVC Sch 80 roscado

Tuberías 6.00 m longitud con espiga y campana.

•	Tuberías y accesorios disponibles
•	Consultar por el producto
•	No se fabrica

Por otra parte, la tabla 3.6 ilustra la relación entre las dimensiones de la tubería PVC IPS, CPVC CTS, respecto al grosor de pared y diámetro externo, en función del SDR, y su clasificación de presión, para

los sistemas presurizados PVC y CPVC, conforme a la norma ASTM D2241 y ASTM D2847 respectivamente (Mexichem, 2021).

Tabla 3.6: Tuberías PVC y CPVC por especificación ASTM

**Clasificación de presión según SDR de la tubería. Agua a temperatura @ 23° C**

Tuberías PVC ASTM D 2241	SDR	Clasificación presión (psi)
		13.5
	17	250
	21	200
	26	160
	32.5	125
	41	100
	64	63

**Clasificación de presión según SDR de la tubería. Agua a temperatura @ 82° C**

CPVC ASTM D2846		SDR	Clasificación presión (psi)
Diámetros	1/2" a 2"	11	100

FUENTE: Elaboración propia tomado de ASTM 2022.

### 3.3 Sistemas presurizados para agua fría y caliente

Los sistemas presurizados de tuberías y accesorios de PVC y CPVC son manufacturados conforme a las especificaciones estándar que figuran en la tabla 3.7.

Tabla 3.7: Especificaciones técnicas sistemas presurizados para agua fría y caliente

<b>Sistemas conducción a presión Agua fría y caliente Especificación de estándares</b>			
Material compuesto PVC y CPVC			
ASTM D1784			
<b>Tipo de tubería</b>			
<b>Material</b>	<b>Presión</b>	<b>Estándar</b>	<b>Dimensión</b>
PVC	SDR Series	ASTM D2241	IPS
PVC	SCH 40 y 80	ASTM D1785	IPS
CPVC	SDR 11	ASTM D2846	CTS
CPVC	SCH 40 y 80	ASTM F441	IPS
CPVC	SDR - PR	ASTM F442	IPS
<b>Tipo de accesorio</b>			
<b>Material</b>	<b>Presión</b>	<b>Estándar</b>	<b>Dimensión</b>
PVC	SCH 80	ASTM D2464	IPS
PVC	SCH 40	ASTM D2466	IPS
PVC	SCH 80	ASTM D2467	IPS
CPVC	SCH 80 <sup>A</sup>	ASTM F437	IPS
CPVC	SCH 40	ASTM F438	IPS
CPVC	SCH 80	ASTM F439	IPS

<sup>A</sup> Accesorios CPVC SCH 80 roscado

FUENTE: Elaboración propia tomado de ASTM 2022.

### 3.3.1 Especificación técnica para tubería PVC ASTM D 2241 IPS presión Amanco Wavin®

- **Alcances:** Esta hoja de especificación cubre los requerimientos para la calidad de manufactura de tuberías PVC IPS ASTM D-2241 para aplicaciones de presión, clasificadas por SDR (por sus siglas en inglés para *standard dimension ratio* o relación de dimensión estándar), fabricadas por Amanco Wavin® conforme a los ensayos establecidos por ASTM Internacional (Imagen 3.5).
- **Material PVC:** Como lo establece la ASTM D-1784 el compuesto de PVC utilizado es del tipo I, grado 1, celda PVC 12454B para la extrusión de tuberías rígidas PVC para presiones nominales SDR. La materia prima utilizada para la extrusión de dichas tuberías contiene cantidades específicas de pigmento, estabilizadores y otros aditivos necesarios, todo debidamente aprobado por la NSF (*National Sanitation Foundation*).
- **Dimensiones:** Las dimensiones y tolerancias de las tuberías SDR para presión nominal cumple los requerimientos de los estándares ASTM conforme a la D-2241 y D-2672, en cuanto a las campanas con junta cementada.
- **Marcado:** Las tuberías PVC son rotuladas conforme lo prescriben sus respectivos estándares ASTM de calidad.

Imagen 3.5: Tuberías PVC – SDR IPS para conducción presurizada agua potable fría

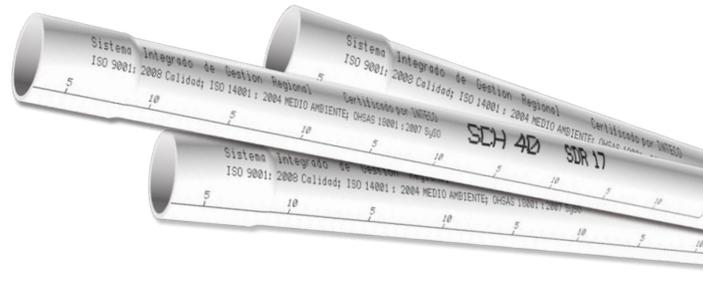


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.3.2 Especificación técnica para tubería PVC SCH-40 y SCH-80 ASTM D 1785 IPS presión Amanco Wavin®

- **Alcances:** Esta hoja de especificación cubre los requerimientos para la calidad de manufactura de tuberías PVC conforme al SCH 40 y SCH 80 IPS para aplicaciones de presión conforme a la ASTM D-1785 Estándar, fabricadas por Amanco Wavin cumplen y exceden lo requerido por la industria conforme a los ensayos establecidos por ASTM Internacional (Imagen 3.6).
- **Material PVC:** Como lo establece la ASTM D-1784 el compuesto de PVC utilizado es del Tipo I, Grado 1, celda PVC 12454B para la extrusión de tuberías rígidas PVC para presiones SCH 40 y SCH 80. La materia prima utilizada para la extrusión de nuestras tuberías contiene cantidades específicas de pigmento, estabilizadores y otros aditivos necesarios, todo debidamente aprobado por la NSF.
- **Dimensiones:** Las dimensiones y tolerancias de nuestras tuberías SCH 40 y SCH 80 para presión nominal cumple los requerimientos de los estándares ASTM conforme a la D-1785.
- **Marcado:** Las tuberías PVC son rotuladas conforme lo prescriben sus respectivos estándares ASTM de calidad.

Imagen 3.6: Tuberías PVC SCH 40 Y SCH 80 IPS para conducción presurizada agua fría



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.3.3 Especificación técnica para accesorios PVC SCH 40 ASTM D 2466 IPS presión Amanco Wavin®

- **Alcances:** Esta hoja de especificación cubre los requerimientos para la calidad de manufactura de accesorios pvc SCH 40 que se utiliza con tuberías PVC IPS en aplicaciones de presión conforme a la ASTM D-2466 Estándar, fabricadas por Amanco Wavin cumplen y exceden lo requerido por la industria conforme a los ensayos establecidos por ASTM Internacional (Imagen 3.7).
- **Material PVC:** Como lo establece la ASTM D-1784 el compuesto de PVC utilizado celda PVC 12454B para la inyección de conexiones SCH 40 para tuberías rígidas PVC para presión. La materia prima utilizada para la inyección incluye cantidades específicas de pigmento, estabilizadores y otros aditivos necesarios, todo debidamente aprobado por la NSF.
- **Dimensiones:** Las dimensiones y tolerancias de nuestros accesorios SCH 40 para presión I cumple los requerimientos de los estándares ASTM conforme a la D-2466.
- **Marcado:** Los accesorios PVC SCH 40 son rotuladas conforme lo prescriben sus respectivos estándares ASTM de calidad.

Imagen 3.7: Accesorios PVC SCH 40, sistemas presurizados para agua fría



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.3.4 Especificación técnica para accesorios PVC SCH 80 ASTM D 2467 IPS presión Amanco Wavin®

- **Alcances:** Esta hoja de especificación cubre los requerimientos para la calidad de manufactura de accesorios SCH 80 PVC para tuberías PVC IPS para aplicaciones de presión conforme a la ASTM D-2467 Estándar junta campana y ASTM D-2464 Estándar para junta roscada, fabricadas por Amanco Wavin® cumplen y exceden lo requerido por la industria conforme a los ensayos establecidos por ASTM (Imagen 3.8).
- **Material PVC:** Como lo establece la ASTM D-1784 el compuesto de PVC utilizado celda PVC 12454B para la inyección de conexiones SCH 80 para tuberías rígidas PVC para presión. La materia prima utilizada para la inyección de nuestros accesorios contiene cantidades específicas de pigmento, estabilizadores y otros aditivos necesarios, todo debidamente aprobado por la NSF.
- **Dimensiones:** Las dimensiones y tolerancias de nuestros accesorios SCH 80 para presión cumple los requerimientos de los estándares ASTM conforme a la D-2467 junta campana y D-2464 junta roscada.
- **Marcado:** Los accesorios PVC SCH 80 son rotuladas conforme lo prescriben sus respectivos estándares ASTM de calidad.

Imagen 3.8: Accesorios PVC SCH 80, sistemas presurizados para agua fría



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.3.5 Especificación técnica para tubería CPVC ASTM D 2846 CTS presión Amanco Wavin®

- **Alcances:** Esta hoja de especificación cubre los requerimientos para la calidad de manufactura de tuberías CPVC conforme al SDR (*standard dimension ratio*) o Relación de Dimensión Estándar, fabricadas por Amanco Wavin. Las tuberías Amanco Wavin cumplen y exceden lo requerido por la industria conforme a los ensayos establecidos por ASTM (Imagen 3.9).
- **Material CPVC:** Como lo establece la ASTM D-2846 el compuesto de CPVC utilizado es del Tipo IV, Grado 1, Celda CPVC 23447 para la extrusión de tuberías rígidas CPVC para presiones nominales SDR 11. La materia prima utilizada para la extrusión de nuestras tuberías contiene cantidades específicas de pigmento, estabilizadores y otros aditivos necesarios, todo debidamente aprobado por la NSF (*National Sanitation Foundation*).
- **Dimensiones:** Las dimensiones y tolerancias de nuestras tuberías CTS SDR 11 para presión nominal cumple los requerimientos de los estándares ASTM conforme a la D-2846.
- **Marcado:** Las tuberías CPVC son rotuladas conforme lo prescriben sus respectivos estándares ASTM de calidad.

Imagen 3.9: Tuberías y accesorios CPVC – CTS para conducción de agua fría y caliente



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4 Sistemas de conducción por gravedad para agua residual, venteo y agua pluvial

Los sistemas de tubería para aguas residuales y venteo son manufacturados conforme a las especificaciones estándar que aparecen en la tabla 3.8.

Tabla 3.8: Especificaciones técnicas para sistemas por gravedad para agua residual y venteo

Tabla 3.8: Especificaciones técnicas para sistemas por gravedad para agua residual y venteo

<b>Sistemas conducción a gravedad</b>			
<b>Agua residual y venteo</b>			
<b>Especificación de estándares</b>			
<b>Material compuesto PVC</b>			
<b>ASTM D1784</b>			
<b>Tipo de tubería</b>			
Material	Presión	Estándar	Dimensión
PVC	SDR Series	ASTM D2241	IPS
<b>Tipo de accesorio</b>			
Material	Presión	Estándar	Dimensión
PVC	P.D	ASTM D3311	IPS
PVC	DWV	ASTM D2665	IPS

Significado de los acrónimos:  
SDR: Relación dimensión estándar.  
DWV: Drenaje, desperdicio y venteo.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por otra parte, los sistemas por gravedad para agua pluvial se elaboran según las especificaciones de la tabla 3.9.

Tabla 3.9: Especificaciones técnicas para sistemas por gravedad para agua pluvial

<b>Sistemas conducción a gravedad</b>			
<b>Agua pluvial</b>			
<b>Especificación de estándares</b>			
<b>Material compuesto PVC</b>			
<b>ASTM D1784</b>			
<b>Tipo de tubería</b>			
Material	Presión	Estándar	Dimensión
PVC	SDR Series	ASTM D2241	IPS
<b>Tipo de accesorio</b>			
Material	Presión	Estándar	Dimensión
PVC	P.D	ASTM D3311	IPS
PVC	DWV	ASTM D2665	IPS

Significado de los acrónimos:  
SDR: Relación dimensión estándar.  
DWV: Drenaje, desperdicio y venteo.  
NOTA: P.D. ACCESORIOS PVC SDR 32.5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4.1 Especificación técnica accesorios PVC SDR 32.5 y ASTM D2665 IPS drenajes por gravedad DWV Amanco Wavin®

- **Alcances:** Esta hoja de especificación cubre los requerimientos para la calidad de manufactura de accesorios PVC conforme a PS (*Pipe Stiffness*), o Rigidez de Tubería, fabricadas por Amanco Wavin cumplen y exceden lo requerido por la industria conforme a los ensayos establecidos por ASTM Internacional (Imagen 3.10).
- **Material PVC:** Como lo establece la ASTM D-2665 el compuesto de PVC utilizado clasifica una celda PVC 12454 B, para la inyección de accesorios DWV y SDR 32.5. La materia prima utilizada para la inyección de nuestros accesorios contiene cantidades específicas de pigmento, estabilizadores y otros aditivos necesarios, todo debidamente aprobado por la NSF (*National Sanitation Foundation*).
- **Dimensiones:** Las dimensiones y tolerancias de nuestros accesorios PVC DWV según clasificación por su respectivo PS (*Rigidez de tubería*) para drenajes por gravedad cumple los requerimientos de los estándares ASTM conforme a la D-2665. Los patrones, dimensiones y longitudes de los accesorios, incluidos los adaptadores, cumplen los requisitos de Especificación ASTM D 3311
- **Marcado:** Los accesorios PVC son rotulados conforme lo prescriben sus respectivos estándares ASTM de calidad.

Imagen 3.10: Accesorios PVC – DWV – PS - IPS para conducción de aguas residuales y otros por gravedad



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

# CAPÍTULO 4

## Principios de diseño de sistemas de tuberías



# CAPÍTULO 4

## Principios de diseño de sistemas de tuberías

Este capítulo aborda el diseño relativo a presión hidrostática interna y sobrepresión dinámica. Su propósito es brindar información técnica y fundamentos del diseño hidráulico para sistemas de tuberías PVC y CPVC, en cuanto a la conducción de agua a presión y por gravedad.

Según cada aplicación, se enuncian los límites de desempeño de cada material.

Los criterios y buenas prácticas de ingeniería para diseños hidro sanitarios en edificaciones, están referenciados en el National Standard Plumbing Code, o NSPC, siglas en inglés para el Código de Plomería Estándar Nacional de los Estados Unidos de América.

### Contenido del capítulo

- 4. Principios de diseño de sistemas de tuberías
- 4.1. Datos de ingeniería y diseño
  - 4.1.1. Precauciones y consideraciones
  - 4.1.2. Ecuación ISO para la clasificación de la presión de trabajo
  - 4.1.3. Desempeño hidrostático a largo plazo
  - 4.1.4. Criterios de diseño y selección para tuberías y accesorios PVC y CPVC
- 4.2. Límites de desempeño de sistemas para presión y gravedad
  - 4.2.1. Sistemas presurizados PVC SDR series y tamaños IPS
  - 4.2.2. Sistemas presurizados CPVC SDR 11, tamaño CTS
  - 4.2.3. Sistemas presurizados PVC SCH 40 y SCH 80, tamaño IPS
  - 4.2.4. Tuberías IPS y accesorios de PVC para drenajes por gravedad SDR 3.5 y DWV

## 4.1 Datos de ingeniería y diseño

### 4.1.1 Precauciones y consideraciones

El diseño de un sistema de tuberías para la conducción de fluidos a presión o gravedad implica la consideración de las siguientes condiciones técnicas que dicho sistema puede enfrentar:

- **Relación temperatura-presión:** Esta interrelación tiene que ser tomada en consideración. La clasificación de la presión (resistencia a la tensión) del PVC y CPVC disminuye a medida que la temperatura aumenta.
- **Golpe de ariete:** La sobrepresión no controlada en un sistema presurizado de tuberías y accesorios PVC y CPVC es causante de explosiones o voladuras. Estos sistemas deben diseñarse incluyendo las adecuadas protecciones para evitar una sobre presión excesiva en el sistema durante la operación. La velocidad del fluido no deberá exceder los 2.44 m/s (8 pies/s) como máximo. Es mandatorio siempre purgar el aire atrapado en el sistema antes de probarlo y ponerlo en servicio.
- **Uniones con cemento solvente:** Es importante seguir cuidadosamente el procedimiento preparatorio, utilizando la herramienta adecuada y seleccionando el cemento solvente correspondiente, para prevenir fallas en la unión de las tuberías y accesorios del sistema.
- **Resistencia al impacto:** Los sistemas de tuberías plásticas deben estar siempre diseñados considerando su protección para evitar el contacto con objetos duros y puntiagudos.
- **Contracción y expansión:** El diseño del sistema debe considerar este fenómeno, atenuarlo con elementos flexibles que permitan el movimiento, para evitar roturas y fugas en las juntas.
- **Conducción a presión de gases:** Esta aplicación no es recomendable para los sistemas de tuberías contemplados en este manual. El aire comprimido o gases desarrollan rápidamente altas presiones, causando fallas por explosión o voladura, lo cual es altamente peligroso para las personas y propiedades involucrados.
- **Resistencia a los químicos:** Particularmente, antes del diseño y especificación se deben considerar revisar las tablas de resistencia a los químicos componentes del efluente, tanto su concentración y temperaturas, para prevenir cualquier causa de falla en la aplicación.
- **Exposición intemperie a rayos UV (ultravioleta):** Es importante considerar en los diseños la protección de los sistemas de tuberías PVC y CPVC, previniendo el contacto directo a los rayos solares ultravioleta, para evitar cualquier daño que pueda ocurrir después de años de exposición (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

### 4.1.2 Ecuación ISO para la clasificación de la presión de trabajo

El cálculo de las capacidades de presión de las tuberías de PVC se realiza por medio de la ecuación R161-1960 de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Dicha fórmula es la siguiente:

$$P = \frac{2S}{DR - 1}$$

Donde:

S: Tensión o esfuerzo de diseño hidrostático, unidades de valores dados en psi o Mpa

DR: Relación de dimensión o conocido también como SDR

P: Clasificación de presión, unidades de valores dados en psi o Mpa

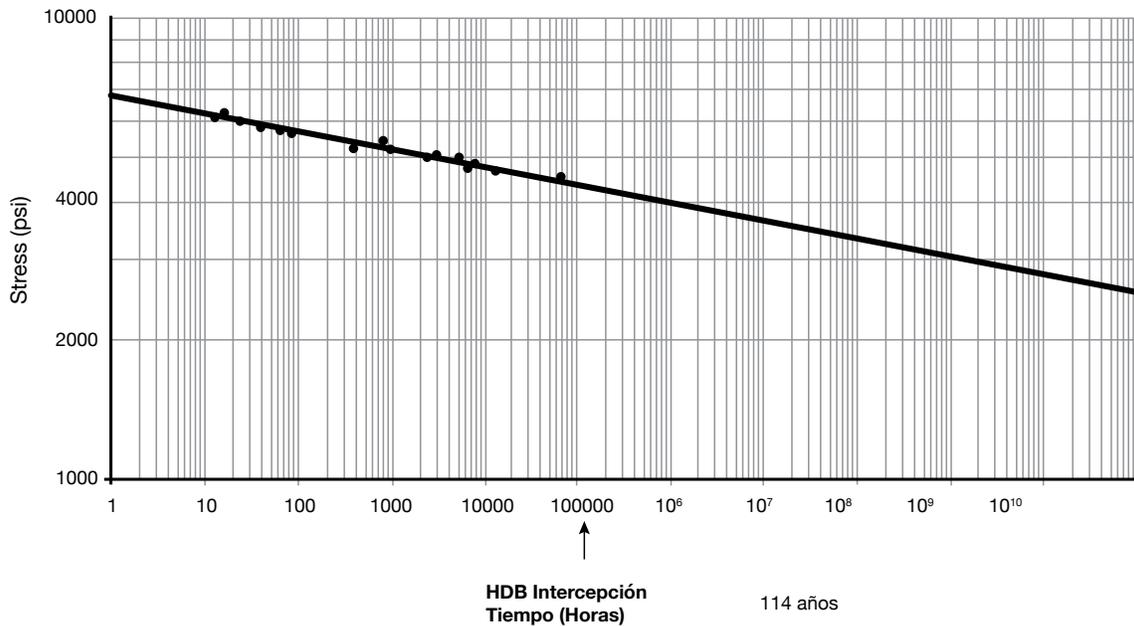
- La tensión de diseño (S) sirve como el valor máximo de tensión del aro del tubo utilizado en el cálculo de la clasificación de presión de la tubería de PVC.
- La correlación interna entre la presión y la tensión del aro en una tubería termoplástica se definen por la ecuación mencionada, basada en el trabajo publicado por primera vez por Gabriel Lamé en 1852.

- Para obtener el valor de tensión de diseño (S), se debe identificar primero las propiedades mecánicas del compuesto conforme a su celda y clase con el cual se fabricará la tubería y accesorio, por tanto, su valor de esfuerzo a tensión es importante.

La imagen 4.1 presenta la línea de regresión de esfuerzo. Para la celda del PVC 12454, ilustra el valor a largo plazo según el ensayo para 100,000 horas (equivalentes a 114 años) de material, conforme al ensayo de ASTM D2837, cuyo valor final esfuerzo resultante se denomina base de diseño hidrostático, cuyo acrónimo es HDB (Hydrostatic Design Base, por sus siglas en inglés) y sirve para definir la resistencia de la tubería para el diseño y capacidades de trabajo en conducción de fluidos a presión.

Los resultados obtenidos para el HDB a largo plazo son de 4000 psi (27.58 MPa), valor que se usan para cálculos de esfuerzo (S) y clasificación de presiones en la ecuación ISO y otras más adelante

Imagen 4.1: Línea de regresión de esfuerzo - 12454



FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

### 4.1.3 Desempeño hidrostático a largo plazo

Las pruebas de esfuerzo de diseño hidrostático a largo plazo se llevan a cabo con plásticos de acuerdo con el procedimiento establecido en el Informe técnico del *Plastic Pipe Institute* (PPI) PPI-TR3, “Políticas y procedimientos para desarrollar la tensión de diseño hidrostática recomendada para materiales termoplásticos para tuberías”.

El método básico para obtener los datos de prueba a largo plazo se define en la norma ASTM D 2837, “Método estándar para obtención de la base de diseño hidrostático para materiales de tubería termoplásticas”.

El HDB para tubería de presión de PVC debe establecerse a un nivel igual o superior a 4000 psi. Las clasificaciones del esfuerzo de diseño hidrostático (S) requeridos para tubería PVC y CPVC para presión, está definida por factores de seguridad (F) que comúnmente (utilizados), son los siguientes (Tabla 4.1):

Tabla 4.1: Esfuerzo diseño hidrostático (S)

Factor de seguridad (F)	Esfuerzo diseño hidrostático (s)
2:1	2000 psi
2.5:1	1600 psi

El esfuerzo de diseño hidrostático (S) para tubería de PVC se establece como sigue:

$$S = \frac{HDB}{F}$$

Dónde:

S = Esfuerzo de diseño hidrostático, psi

HDB = Base de diseño hidrostático, psi

F = Factor de seguridad seleccionado

Nota: En el caso de las normativas ASTM para sistemas de tuberías conducidos a presión, el factor de seguridad (F) utilizado es 2:1

FUENTE: (UNI BELL, 2001).

### 4.1.4 Criterios de diseño y selección para tuberías y accesorios PVC y CPVC

#### Diseño y selección de tuberías y accesorios para presión

Como conducto termoplástico flexible, la tubería de presión certificada ASTM de PVC y CPVC se diseña y utiliza principalmente para soportar la presión interna. Las tuberías y accesorios de PVC y CPVC muestran una respuesta única a carga hidrostáticas de esfuerzo comunes cargas hidrostáticas de esfuerzo comunes en comparación con varios productos tradicionales de tubería rígida.

La fiabilidad del diseño se basa firmemente en una evaluación de la resistencia a largo plazo (*LTHS*, *long-term hydrostatic strength*, por sus siglas en inglés) de la formulación del compuesto de PVC 1120 celda 12454 o CPVC 4120 celda 23447 o 23448 según Sch del producto. Del mismo modo, el diseño de accesorios de PVC y CPVC moldeado por inyección se basa en la resistencia a largo plazo (*LTHS*) de los propios accesorios.

Otras influencias importantes por considerar son la temperatura del agua, la duración y la frecuencia de

la aplicación de la presión hidrostática, desempeñan un papel determinante en el criterio diseño y selección de las tuberías. Las principales valoraciones y recomendaciones para un diseño adecuado y selección apropiada del material PVC o CPVC se enuncian a continuación:

- Seleccionar la especificación estándar por ASTM del sistema de tuberías para las condiciones de trabajo y aplicación.
- Rango de presión máxima de operación.
- Rangos de temperatura máxima del efluente y su composición química

Tanto tuberías como accesorios son confiables al evaluar su resistencia mecánica y esfuerzos hidrostáticos, porque su materia prima del compuesto y celda de clasificación posee valores obtenidos de ensayos de resistencia a largo plazo (*LTHS*), que son con los que se diseña. En la mayoría de los casos, la presión interna gobierna el diseño de la tubería de PVC o CPVC, y las cargas externas para este objetivo no son un factor de control.

Concretamente, la tubería de PVC está clasificada su resistencia y presión de trabajo según ASTM para una capacidad de presión al agua a una temperatura de 23° C equivalente a 73.4° F. La capacidad de presión de la tubería de PVC o CPVC está directamente relacionada con su temperatura de funcionamiento.

La tabla 4.2 muestra la respuesta de la tubería de presión de PVC y CPVC al cambio de temperatura de funcionamiento. Así mismo, muestra los factores de corrección por variación de temperatura del efluente, dicho factor de ajuste debe aplicarse para diseñar y seleccionar las tuberías del sistema de forma segura.

Cuando la temperatura de funcionamiento supera los 23° C (73,4° F) y 27° C (80° F), la capacidad de presión de la tubería de PVC y CPVC respectivamente disminuye y debe ser ajustada.

Tabla 4.2: Factores de corrección de presión por temperatura para tuberías PVC y CPVC

**FACTORES DE CORRECCIÓN DE PRESIÓN  
POR TEMPERATURA PARA TUBERÍAS PVC Y CPVC**

Temperatura de operación o servicio		Multiplique la clasificación de presión a 73.4° F (23° C) por este factor	
°F	°C	PVC 1120	CPVC 4120
73.4	23	1.00	1.00
80	27	0.88	1.00
90	32	0.75	0.91
100	38	0.62	0.82
110	43	0.50	0.77
115	46	0.45	0.74
120	49	0.40	0.65
125	52	0.35	0.66
130	54	0.30	0.62
140	60	0.22	0.50
150	66	<b>N.R</b>	0.47
160	71	<b>N.R</b>	0.40
170	77	<b>N.R</b>	0.32
180	82	<b>N.R</b>	0.25
200	93	<b>N.R</b>	0.20

N.R. = No recomendado.

FUENTE: (UNI BELL, 2001).

La tabla 4.3 permite identificar cuál es la temperatura máxima de operación para los sistemas a diseñar con PVC o CPVC, identificando la celda del compuesto según clasificación comercial y denominación de clase de cada material.

Tabla 4.3: Temperatura máxima de operación para sistemas con PVC o CPVC

DATOS	PVC	CPVC	
Resina base	<i>Homopolímero de poli (cloruro de vinilo)</i>	<i>Poli (cloruro de vinilo) clorado</i>	
Clasificación comercial del compuesto rígido*	Tipo I, Grado 1 PVC 1120	Tipo IV, Grado 1 CPVC 4120	
Designación de Clase	12454-B	23447 23448	
Temperatura máxima	°F (°C) 140 (60)	°F 180	°C 82

\*Material Rígido, es también conocido como No-Plastificado (U-PVC)

Nota: CPVC tuberías: <sup>A</sup> celda para tamaño CTS: <sup>B</sup> celda para tamaño IPS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### Notas

1. La temperatura máxima recomendada para el efluente en contacto con la pared de tuberías y accesorios de presión de PVC es de 60° C (140° F) y CPVC 82° C (180° F).
  2. Para calcular otros factores de corrección se debe interpolar entre las temperaturas enumeradas.
  3. Los compuestos para manufactura de sellos elastómeros, que se usan en juntas de tuberías o accesorios, son generalmente muy resistentes y adecuados para uso, con variaciones por elevación de la temperatura en el agua. Este material reacciona con solo una ligera reducción en las propiedades mecánicas a largo plazo, sin ser afectado por el contacto continuo y variación de temperaturas que hemos enumerado anteriormente.
  4. Los factores de reducción en la tabla 4.2 asumen temperaturas de servicio elevadas sostenidas. En casos especiales, cuando la temperatura del fluido dentro de una tubería de presión de PVC o CPVC enterrada solamente se eleva de forma intermitente por encima de la temperatura de servicio que se muestra, es posible que no se necesite una reducción.
- Sin embargo, la presión hidrostática y la capacidad de la tubería de PVC, está definida por su clasificación de presión o clase de presión, esto es, a través de pruebas de presión hidrostática a largo plazo realizadas para establecer su resistencia hidrostática. Se debe advertir que, es inapropiado usar resistencia a corto plazo del PVC y PVC para diseños con sistemas de tuberías.

## 4.2 Límites de desempeño de sistemas para presión y gravedad

### 4.2.1 Sistemas presurizados PVC SDR series y tamaños IPS

La presión hidrostática y la capacidad de la tubería de PVC ASTM D-2241, dimensiones IPS, para sus distintos SDR, es conforme a lo definido por su estándar para la clasificación de presión o clase de presión, Tipo I, Grado 1 (PVC Celda 12454-B). La tabla 4.4 clasifica los valores para 3 presiones obtenidas por ensayos hidrostáticos del tubo, donde sus valores y límites son:

- **Clasificación de presión:** con la cual se diseñan los sistemas de conducción presurizados, la capacidad del material por su clasificación de presión siempre es mayor o superior que el resultado del cálculo, de la presión del sistema diseñado donde se contemplan las presiones de trabajo, más la sobre presión por variaciones de la velocidad del fluido en el sistema.

- **Presión sostenida:** es el valor al cual la tubería no debe romperse o fallar, siendo este 2.12 veces mayor que el obtenido para clasificación de presión. La presión sostenida no debe ser nunca una presión para diseño del sistema a instalar los factores de seguridad y buenas prácticas de ingeniería.

- **Presión de ruptura:** es un valor de falla, donde la tubería alcanza su límite máximo de resistencia hidrostática rompiéndose. Este último valor es 3.2 veces el obtenido para clasificación de presión.

La serie SDR clasifica la presión para un amplio rango de diámetros donde todos poseerán igual presión indistintamente de su tamaño, si certifican el mismo SDR tendrán la misma clasificación de presión.

Tabla 4.4: Relaciones de dimensión estándar de tubería termoplástica (SDR) y clasificaciones de presión (PR) para agua a 73° F (23° C) para tubos no roscados

Clasificación de presión Material tubería PVC			Presión sostenida Material tubería PVC			Presión ruptura Material tubería PVC		
SDR	PVC 1120		SDR	PVC 1120		SDR	PVC 1120	
	psi	Mpa (bar)		psi	Mpa (bar)		psi	Mpa (bar)
13.5	315	2.17 (21.7)	13.5	670	4.62 (46.2)	13.5	1000	6.89 (68.9)
17	250	1.72 (17.2)	17	530	3.65 (36.5)	17	800	5.52 (55.2)
21	200	1.38 (13.8)	21	420	2.90 (29.0)	21	630	4.34 (43.4)
26	160	1.10 (11.0)	26	340	2.34 (23.4)	26	500	3.45 (34.5)
32.5	125	0.86 (8.6)	32.5	270	1.86 (18.6)	32.5	400	2.76 (27.6)
41	100	0.69 (6.9)	41	210	1.45 (14.5)	41	315	2.17 (21.7)
64	63	0.43 (4.3)	64	130	0.90 (9.0)	64	200	1.38 (13.8)

FUENTE: (ASTM International, 2020) ASTM D2241

La respuesta de la tubería de PVC a la presión hidrostática interna aplicada, o la tensión del aro aplicada, se ha estabilizado esencialmente a las 100.000 horas, considerando la vida útil de diseño para los sistemas de tuberías, es de 50 a 100 años.

## 4.2.2 Sistemas presurizados CPVC SDR 11, tamaño CTS

La presión hidrostática y la capacidad de la tubería CPVC poli (Cloruro de vinilo) clorado, está definida por el estándar ASTM D-2846, SDR 11, dimensiones CTS. Sus componentes plásticos del sistema están diseñados y certificados para la distribución de agua potable fría y caliente.

Bajo la marca Amanco Wavin®, se fabrica este sistema en una relación de dimensión estándar SDR 11, CTS (Copper tubing size), para una temperatura máxima de servicio de 82° C (180° F) y clasificación de presión de 100 psi.

Los tubos y accesorios CPVC 41 están definidos por esfuerzo de diseño hidrostático a largo plazo como CPVC 4120.

En las pruebas de resistencia para el compuesto CPVC se obtiene un valor para el esfuerzo de diseño hidrostático de 500 psi (3.45 MPa) para una temperatura máxima permitida del agua a 180° F [82° C], valor ajustado por el factor de temperatura de acuerdo con el método de prueba D 2837.

Las tuberías y sus accesorios se clasifican mediante pruebas de presión hidrostática sostenida. Para diseño del sistema y especificación, el valor que se utiliza, la clasificación de presión, basado en la resistencia hidrostática correspondiente a largo plazo. El límite máximo de resistencia está definido por la presión de ruptura. Los valores de resistencia se enuncian en las tablas 4.5 y 4.6.

Tabla 4.5: Requisito mínimo de resistencia, clasificación de presión para CPVC 4120, SDR 11

“Esfuerzos de diseño hidrostático y clasificaciones de presión para CPVC 4120, SDR 11, sistemas de distribución de agua fría y caliente”		
Temperatura nominal	Esfuerzo de diseño hidrostático	Clasificación de presión para agua
73.4° F (23° C)	2000 psi (13.8 Mpa)	400 psi (2.8 Mpa)
180° F (82° C)	500 psi (3.5 Mpa)	100 psi (0.70 Mpa)

FUENTE: (ASTM International, 2006).

Tabla 4.6: Requisito mínimo de resistencia a presión hidrostática a la ruptura para CPVC 4120 SDR 11

**“Esfuerzo de diseño hidrostático y resistencia ruptura  
para CPVC 4120, SDR 11, sistema de distribución de agua fría y caliente”**

Temperatura nominal	Esfuerzo de diseño hidrostático	Presión de ruptura para agua
73.4° F (23° C)	2000 psi (13.8 Mpa)	400 psi (2.8 Mpa)
180° F (82° C)	500 psi (3.5 Mpa)	200 psi (1.38 Mpa)

FUENTE: (ASTM International, 2020). ASTM D2846

La tabla 4.7 muestra los factores de corrección para la resistencia hidrostática y clasificación de presión por efectos de la temperatura para CPVC.

Tabla 4.7: Factores de reducción de clasificación de presión para rangos de temperatura del agua, para diseño de sistemas de CPVC

Temperatura	°F	73	80	90	100	120	140	160	180
	°C	23	27	32	38	49	60	71	82
ASTM D2846	Factor de reducción	1.00	1.00	0.91	0.82	0.65	0.5	0.4	0.25
CPVC SDR 11 CTS	Clasificación presión (psi)	400	400	360	325	260	200	160	100

FUENTE: (UNI BELL, 2001)

### 4.2.3 Sistemas presurizados PVC SCH 40 y SCH 80, tamaño IPS

La presión hidrostática y la capacidad de la tubería y accesorios de PVC, dimensiones IPS, para sus distintas cédulas 40 y 80, son conforme a lo definido por ASTM D1785, estos estándares definen la clasificación de presión o clase de presión, para el material PVC tipo I, grado 1 (PVC celda 12454).

Los valores para la clasificación de presión, presión sostenida y presión de ruptura van disminuyendo su resistencia a medida que el diámetro de la tubería aumenta.

La tabla 4.8 muestra los valores de resistencia hidrostática para tuberías PVC cédula 40 y cédula 80, para agua a 73° F (23° C) para tubos no roscados, con un diseño hidrostático a tensión (S) de 2000 psi (14 MPa), designada como PVC 1120. La tabla 4.9 muestra los valores de resistencia hidrostática para accesorios PVC cédula 40 y cédula 80, para agua a 73° F (23° C).

Tabla 4.8: Tubería PVC cedula 40 y cedula 80, ASTM D1785 y clasificaciones de presión (PR) para agua a 73 ° F (23 ° C) para tubos no roscados

Clasificación Presion			Presión Sostenida			Presión de Ruptura		
Material Tubería PVC lb/pulg <sup>2</sup> (psi)			Material Tubería PVC lb/pulg <sup>2</sup> (psi)			Material Tubería PVC lb/pulg <sup>2</sup> (psi)		
Diam (pulg)	PVC 1120		Diam (pulg)	PVC 1120		Diam (pulg)	PVC 1120	
	Sch 40	Sch 80		Sch 40	Sch 80		Sch 40	Sch 80
1/2"	600	850	1/2"	1250	1780	1/2"	1910	2720
3/4"	480	690	3/4"	1010	1440	3/4"	1540	2200
1"	450	630	1"	950	1320	1"	1440	2020
1 1/4"	370	520	1 1/4"	770	1090	1 1/4"	1180	1660
1 1/2"	330	470	1 1/2"	690	990	1 1/2"	1060	1510
2"	280	420	2"	580	850	2"	970	1360
2 1/2"	300	400	2 1/2"	640	890	2 1/2"	890	1290
3"	260	370	3"	590	790	3"	840	1200
4"	220	320	4"	470	680	4"	710	1040
6"	180	280	6"	370	590	6"	560	890
8"	160	250	8"	330	520	8"	500	790
10"	140	230	10"	300	490	10"	450	750
12"	130	220	12"	280	480	12"	420	730

FUENTE: (ASTM International, 2006). ASTM D1785

Tabla 4.9: Accesorios PVC cédula 40 ASTM D2466 y cédula 80, ASTM D2467 y clasificaciones de presión (PR) para agua a 73° F (23° C)

<b>Presión de Ruptura</b>		
Material Accesorio PVC lb/pulg <sup>2</sup> (psi)		
Diam (pulg)	<b>PVC 12454</b>	
	Sch 40	Sch 80
1/2"	1910	2720
3/4"	1540	2200
1"	1440	2020
1 1/4"	1180	1660
1 1/2"	1060	1510
2"	970	1360
2 1/2"	890	1290
3"	840	1200
4"	710	1040
6"	560	890
8"	500	790
10"	450	750
12"	420	730

NOTA:

“Las normas ASTM D2466 y ASTM D2467 no mencionan explícitamente valores de presiones de trabajo (Pressure Rating) para los accesorios PVC cementados Sch40 y Sch80.

Existe algún nivel de aceptación con respecto a estudios experimentales relacionados con una “rule of thumb” tendiente a definir valores de presiones de trabajo para estos tipos de accesorios.

El ingeniero diseñador debe tomar en cuenta además de esta experiencia empírica, las implicaciones que los procesos cíclicos de presión tienen sobre el comportamiento de los accesorios y los factores de seguridad adecuados para evitar la falla por fatiga, haciendo uso para ello de las buenas prácticas de ingeniería a nivel del análisis y diseño de los sistemas hidráulicos presurizados dentro de Edificaciones

FUENTE: (ASTM International, 2020). ASTM D2466 Y D2467

## 4.2.4 Tuberías IPS y accesorios de PVC para drenajes por gravedad SDR 32.5 y DWV

Las tuberías IPS y los accesorios PVC SDR 32.5 y DWV marca Amanco Wavin®, utilizan compuestos de PVC virgen que cumple el requisito de la clase y celda PVC 12454, tal como se definen en la especificación D 1784.

Para aplicaciones industriales se deben revisar las condiciones de operación, como lo es la temperatura máxima y composición química del efluente, asegurando compatibilidad de las tuberías de PVC y buen funcionamiento.

Los patrones, dimensiones y longitudes para los accesorios SDR 32.5 y DWV, incluidos los adaptadores, cumplen los requisitos de especificación D 3311.

Los accesorios DWV desmontados individualmente (sin instalar) son ensayados y certificados para resistir una carga mínima de 750 lbf/ft (11 kN/m) aplicada en la línea central longitudinal del accesorio sin agrietamiento u otra evidencia visible de falla en conformidad con el método de ensayo D2412.

Los sistemas de unión para tuberías con estos accesorios son:

- Junta cementada, conforme a la práctica estándar D2855
- Junta con rosca, conforme a la práctica estándar D2665

El cemento solvente utilizado para unir la tubería y los accesorios SDR 32.5 y DWV deberán cumplir los requisitos de la especificación D 2564.

En las tablas 4.10 y 4.11 se identifican las dimensiones y tolerancias de los rangos de accesorios DWV y sus valores de resistencia al ensayo estándar de resistencia mínima al impacto.

Tabla 4.10: Dimensiones accesorios PVC SDR 32.5 y DWV para gravedad, normativa ASTM D3311 y ASTM D2665

**DIMENSIONES Y TOLERANCIA IPS  
ACCESORIOS DWV**

Diámetro nominal (pulg)	Diámetro interno	
	Promedio	Tolerancia promedio
	Pulg (mm)	
1 1/4	1.66 (42.16)	±0.005(0.13)
1 1/2	1.900 (48.26)	±0.006(0.15)
2	2.375(60.33)	±0.006(0.15)
3	3.500(88.90)	±0.008(0.20)
4	4.500(114.30)	±0.009(0.23)
6	6.625(168.28)	±0.011(0.28)
8	8.625(219.08)	±0.015(0.38)
10	10.750(273.05)	±0.015(0.38)
12	12.750(323.85)	±0.015(0.38)

FUENTE: (ASTM International, 2020). ASTM D3311

Tabla 4.11: Resistencia mínima al impacto accesorios PVC DWV para gravedad

**Resistencia al impacto  
Accesorios PVC DWV dimensiones IPS**

Descripción	Resistencia al Impacto, pie-lb (J) 23° C (73° F)
Todo tamaño	15 (20)

FUENTE: (ASTM International, 2020). ASTM D2665

# CAPÍTULO 5

## Diseño de sistemas de tubería a presión para agua fría y caliente



# CAPÍTULO 5

## Diseño de sistemas de tubería a presión para agua fría y caliente

El objetivo del presente capítulo es abordar los criterios de diseño para los sistemas presurizados para conducciones de agua fría y caliente. Para los cálculos pertinentes se utiliza el método desarrollado por el Dr. Roy B. Hunter, el cual consiste en métodos de estimación de cargas en sistemas de fontanería. Dicho método ha sido ampliamente utilizado en el mundo, y es adoptado por manuales y códigos de instalaciones hidráulicas.

Los valores de diseño están basados en unidades de gasto asignadas por aparato conectado (con usos aleatorios), tanto para consumo de agua fría, caliente o ambas, y el porcentaje de uso simultáneo; estos valores están definidos por el reglamento local de edificaciones para el diseño de instalaciones hidro sanitarias en cada país.

### Contenido del capítulo

5. **Diseño de sistemas de tubería a presión para agua fría o caliente**
  - 5.1. Requerimientos para el cálculo del diámetro y diseño del sistema presurizado
    - 5.1.1. Información preliminar y variables principales por definir
    - 5.1.2. Montantes o tubería para subida de agua potable presurizadas y ramales de distribución
    - 5.1.3. Requerimiento y demanda de agua potable por aparato
  - 5.2. **Ejemplo del método simplificado de diseño y dimensionamiento del sistema conducción presurizada**
  - 5.3. **Sobre la presión de diseño**
    - 5.3.1. Presiones para operar el sistema diseñado
    - 5.3.2. Golpe de ariete
    - 5.3.3. Velocidad de diseño para sistemas presurizados
    - 5.3.4. Pérdidas de energía
    - 5.3.5. Longitud equivalente de la tubería por accesorios y válvulas en el sistema
    - 5.3.6. Efecto del aire atrapado dentro de las tuberías
    - 5.3.7. Elongación térmica y compensación
  - 5.4. **Ejemplo de aplicación**
    - 5.4.1. Efecto y cálculo del estrés térmico

## 5.1 Requerimientos para el cálculo del diámetro y diseño del sistema presurizado

El caudal de diseño se obtiene con base en el procedimiento recomendado en el presente capítulo utilizando el método aquí definido. Según el caudal de diseño obtenido para el proyecto, se modulan los tramos principales y ramales de distribución a los aparatos conectados, definiendo para el sistema lo siguiente:

- Se utiliza la velocidad máxima de diseño permitida, relacionando caudal y sección hidráulica de la tubería.
- Las tuberías del sistema se trazan hasta cada aparato. Las pérdidas por fricción en la conducción se calculan en función de la longitud, caudal, velocidad y diámetro de dichas tuberías, desde la conexión domiciliar o bombeo, hasta los aparatos conectados y presiones hidrostáticas disponibles en cada uno de ellos.
- Se calculan las sobre presiones hidrostáticas o golpe de ariete por variaciones de velocidad, para adicionarlas a la presión requerida, para obtener la presión de trabajo del sistema.
- Definida para la presión de trabajo requerida, se selecciona la tubería y accesorios, por su SDR o clasificación de presión o su SCH, que deberá ser mayor a la de diseño del sistema.
- En sistemas en PVC o CPVC, se puede utilizar la ecuación ISO para definir la correspondiente tubería y accesorios, lo cual se ha explicado en los capítulos anteriores, según las tablas de resistencia hidrostática para tuberías y accesorios. La selección apropiada del material lo define su clasificación de presión.
- Las tuberías y accesorios de PVC o CPVC que se seleccionan según su clasificación de presión deben ser mayores a la presión de trabajo del sistema diseñado.

- Factores como la temperatura del agua para operación deben ser siempre variables conocidas y aplicadas en los ajustes de reducción de resistencia del material (National Standard Plumbing Code, 2009).

Otros elementos a diseñar mandatorios para el buen funcionamiento del sistema de conducción presurizada son:

- Elementos de sujeción de las tuberías, seleccionados, colocados y espaciados conforme a las buenas prácticas de ingeniería. Estos elementos

fundamentales son los colgantes, arriostres y elementos antisísmicos.

- Válvulas de control y válvulas hidráulicas como las reguladoras de presión, purgadoras de aire, anticipadoras de onda (golpe de ariete) entre otras.
- La selección del equipo de bombeo apropiado. Donde fuere necesario debe hacerse conforme a su eficiencia, demanda y presiones requeridas, asegurando el óptimo funcionamiento del sistema (National Standard Plumbing Code, 2009).

### 5.1.1 Información preliminar y variables principales por definir

El diseño se inicia identificando la cantidad de aparatos sanitarios requeridos para la edificación, según sea el uso de esta: residencial, comercial, industrial; con uso privado o público.

Dentro de esos aparatos se incluyen: lavamanos, inodoros, urinales, duchas, tinas, lavatrazos o fregaderos, lavadora de ropa, piletas de aseos, grifos para manguera.

Se debe establecer si estos aparatos demandaran el suministro de agua fría y caliente de forma individual, y si el uso será simultáneo o no.

En cuanto a esto último, se entiende uso simultáneo cuando existe un mezclador de agua fría y caliente; y

por uso no simultáneo cuando se dispone de un grifo exclusivo para la salida de agua caliente.

La suma de aparatos sanitarios, el tipo de estos, sus unidades de gasto y la simultaneidad de uso, se utilizan para definir el caudal de diseño del sistema. La estimación de la demanda total de agua y demanda instantánea en el proyecto, para los sistemas a diseñar, incluye:

- Agua potable fría y caliente
- Presiones mínimas y máximas requeridas para operación de los sistemas
  - Presión Máxima: 40 lb/pulg<sup>2</sup> (psi)
  - Presión Mínima: 15 lb/pulg<sup>2</sup> (psi)
- Unidades de gasto, para definir el caudal de diseño

### 5.1.2 Montantes o tubería para subida de agua potable presurizadas y ramales de distribución

La modulación de la sección hidráulica de la tubería presurizada, según el tramo donde acumule demanda, se define con base en el caudal de diseño. El cual resulta de la cantidad de aparatos conectados para agua fría, caliente o ambos, de la sumatoria total las unidades de gasto de estos aparatos.

#### Consideraciones y requerimientos

En primer lugar, se debe definir el material a utilizar: PVC y/o CPVC para el diseño del sistema presurizado. Para ello se deben tomar en cuenta las certificaciones de calidad y límites de desempeño para clasificación de presiones. Cabe mencionar que el CPVC es tan elegible para agua fría como caliente.

Los pasos para considerar son los siguientes:

- **Longitud por desarrollar para el sistema presurizado a diseñar:** Determinar la longitud

desarrollada de la tubería desde la válvula de control de servicio a la salida de agua más alta y/o más remota del sistema. Esto puede establecerse mediante la medición de las tuberías conforme serán ejecutados en los planos del sistema.

- **Datos de presión en relación con la fuente de suministro:** Determinar las elevaciones relativas de la fuente de suministro de agua y las salidas de suministro de agua más altas que se suministrarán en el edificio.
- **Presión mínima requerida para los aparatos conectados al sistema:** Información sobre la presión mínima de flujo requerida en las salidas de agua para un flujo adecuado, compatibles con el uso satisfactorio del tubo, accesorio y la función del equipo o aparato sanitario conectado, por tanto, podemos hacer las siguientes consideraciones:

- **Flujo eficiente a una presión de 15 psig (psig, pound square inches at gage: lb/pulg<sup>2</sup> en el manómetro)** para todas las salidas de suministro de agua en accesorios de plomería comunes, excepto 20 psig para aparatos con válvula de fluxómetro de agua de chorro de sifón y 25 psig como mínima presión donde se utilicen válvulas de fluxómetro para descarga de inodoros y urinarios.
- Los inodoros de tanque con válvula fluxómetro (asistido por presión) requieren un mínimo de 25 psig de presión estática.
- Para otros tipos de equipos o aparatos suministrados que requieran una presión mínima recomendada para su correcto funcionamiento, la presión mínima requerida debe obtenerse del fabricante.
- **Demanda de agua en puntos de salida individuales por aparato conectado:** Los caudales máximos posibles por aparato de forma individual y caudal o flujo de agua en salidas en la conexión con el aparato son valores ampliamente aceptados como valores confiables en la práctica, que desde entonces se ha convertido en tasas máximas establecidas para diseños.
- Los caudales reconocidos en salidas de agua individuales para varios tipos de accesorios de plomería típicos y conexiones de manguera se dan en la tabla 5.1.
- Identificar el tipo de aparato a conectar para identificar claramente presiones y demanda previamente, asegurando su eficiente y correcto funcionamiento.

Tabla 5.1: Máxima demanda de agua para tipo de aparato en GPM

MÁXIMA DEMANDA DE AGUA PARA SALIDAS INDIVIDUALES EN APARATOS	
Salida para Tipo de Aparato	Demanda máxima (gpm)
Grifo lavamanos ahorrador	0.25 gal/ciclo
Grifo lavamanos público	0.5 @ 60 lb/pulg <sup>2</sup> (psi)
Chorro de bebedero	0.75
Grifo lavamanos privado	2.2 @ 60 lb/pulg <sup>2</sup> (psi)
Grifo lavatrastos cocina	2.2 @ 60 lb/pulg <sup>2</sup> (psi)
Cabeza de ducha	2.5 @ 60 lb/pulg <sup>2</sup> (psi)
Válvula flotador inodoro de tanque	3.0
Máquina lavaplatos (doméstica)	4.0
Máquina lavadora de ropa (8 a 16 lbs)	4.0
Grifo para pila de lavado para ropa	5.0
Grifo oficinas	5.0
Grifo de baño, 1/2"	5.0
Grifo para manguera, 1/2"	5.0
1/2" válvula flush	15.0 @ 15 lb/pulg <sup>2</sup> (psi)
1" válvula flush	27.0 @ 15 lb/pulg <sup>2</sup> (psi)
1" válvula flush	35.0 @ 25 lb/pulg <sup>2</sup> (psi)

Nota: Los valores WFSU totales para los accesorios, representan su carga en el servicio de agua. El accesorio separado de suministro de agua fría y agua caliente, las unidades para accesorios que tienen conexiones calientes y frías se toman como 3/4 del valor total enumerado para el accesorio individual.

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Los valores totales WSFU (Siglas en inglés de Water supply fixture units, unidades de mueble o aparato para suministro de agua) para los accesorios, representan su carga en el servicio de agua. El accesorio o aparato que tienen por separado de suministro de agua fría y agua caliente, sus unidades (para accesorios que tienen conexiones calientes y frías) se toman como 3/4 del valor total enumerado para el accesorio individual.

- **Comentarios previos al diseño:** No se deben diseñar sistemas sobre el límite máximo de velocidad de 2.44 m/s; velocidades mayores afectan adversamente su buen desempeño, debido a la relación directa de la velocidad con el incremento de pérdidas de presión por fricción, sobre presión y reducción de la vida útil y durabilidad del sistema.

- Recientemente se puede encontrar grifería que está equipada con dispositivos limitadores que controlan la tasa de descarga a un nivel casi de valor constante en un amplio rango de presiones.
- **Estimación de la demanda:** El método recomendado por Roy B. Hunter, es el estándar de referencia para establecer la posible demanda máxima del suministro de agua para nuestro edificio, el cual incluye actualización del método debido a nuevos y modernos aparatos.
- El concepto de demanda máxima de agua es probabilístico.
- El método para estimar la demanda por Hunter es conservador que no sobre dimensiona o encarece los sistemas presurizados de conducción a diseñar.

### 5.1.3 Requerimiento y demanda de agua potable por aparato

#### Unidades de mueble o aparato para suministro de agua (WSFU) asignadas

Los ramales de tuberías para suministro de agua serán dimensionados según los caudales de los aparatos abastecidos en la tabla 5.1, vista anteriormente. Los tamaños o diámetro mínimos de tubería del ramal según sea el aparato abastecido se enumeran en la tabla 5.2.

Tabla 5.2: WSFU por aparatos y tamaños mínimos de tuberías

**UNIDADES DE APARATOS PARA SUMINISTRO DE AGUA (WSFU) Y TAMAÑO MÍNIMO DE TUBERÍA PARA RAMAL PARA APARATOS INDIVIDUALES**

APARATOS INDIVIDUALES	Tamaño Mínimo de Tubería para Ramal		En Vivienda Individual - Unidades			En 3 o Más Viviendas Individuales - Unidades			En Distintos a Viviendas Individuales - Unidades			En Ensamblaje Uso Intensivo - Unidades		
	Fría	Ca-liente	Fría	Ca-liente	Total	Fría	Ca-liente	Total	Fría	Ca-liente	Total	Fría	Ca-liente	Total
Fregadero de Bar	3/8"	3/8"	0.8	0.8	1.0	0.4	0.4	0.5						
Bañera o Bañera / Ducha combinada	1/2"	1/2"	3.0	3.0	4.0	2.6	2.6	3.6						
Bidet	1/2"	1/2"	0.8	0.8	1.0	0.4	0.4	0.5						
Máquina Lavadora de Ropa, Doméstico	1/2"	1/2"	3.0	3.0	4.0	1.9	1.9	2.5	3.0	3.0	4.0			
Máquina Lavadora de Platos, Doméstico		1/2"		1.5	1.5		1.0	1.0		1.5	1.5			
Fuente de Agua o Enfriador de Agua	3/8"								1.5		1.5	0.8		0.8
Grifo para Manguera (Primero)	1/2"		2.5		2.5	2.5		2.5	2.5		2.5			
Grifo para Manguera (Cada Adicional)	1/2"		1.0		1.0	1.0		1.0	1.0		1.0			
Fregadero de Cocina, Doméstico	1/2"	1/2"	1.1	1.1	1.5	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.5			
Pila para Lavar Ropa (Lavadero)	1/2"	1/2"	1.5	1.5	2.0	0.8	0.8	1.0	1.5	1.5	2.0			
Lavamanos	3/8"	3/8"	0.8	0.8	1.0	0.4	0.4	0.5	0.8	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0
Poceta Aseos (Trapeadores)	1/2"	1/2"							2.3	2.3	3.0			
Ducha	1/2"	1/2"	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0			
Ducha, Uso Continuo	1/2"	1/2"							3.8	3.8	5.0			
Urinal, 1.0 GPF (Galones Por Flush)	3/4"								4.0		4.0	5.0		5.0
Urinal, Mayores a 1.0 GPF (Galones por Flush)	3/4"								5.0		5.0	6.0		6.0
Inodoro, 1.6 GPF (Galones por Flush) Tanque Gravedad	1/2"		2.5		2.5	2.5		2.5	2.5		2.5	4.0		4.0
Inodoro, 1.6 GPF (Galones por Flush) Tanque Fluxómetro	1/2"		2.5		2.5	2.5		2.5	2.5		2.5	3.5		3.5
Inodoro, 1.6 GPF (Galones por Flush) Válvula Fluxómetro	1"		5.0		5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	8.0		8.0
Inodoro, 3.5 GPF (Galones por Flush) Tanque Gravedad	1/2"		3.0		3.0	3.0		3.0	5.5		5.5	7.0		7.0
Inodoro, ≥3.5 GPF (Galones por Flush) Válvula Fluxómetro	1"		7.0		7.0	7.0		7.0	8.0		8.0	10.0		10.0
Bañera Hidromasaje o Combinación Tina/Ducha	1/2"	1/2"	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0						

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Conforme a la tabla 5.2, se definen los diámetros mínimos para conexión de los diferentes aparatos que son abastecidos por las tuberías de ramal; sin embargo, podrán ser mayores dependiendo de la evaluación por si la presión de suministro o disponible en el edificio es baja y las pérdidas por fricción son altas. Se recomienda diseñar una conducción para el ramal, con un diámetro mayor para reducir pérdidas de presión por fricción y obtener la presión mínima requerida en el ramal y aparato conectado.

En la tabla 5.3 se listan las WSFU (*water supply fixture unit*) para grupos típicos de aparatos sanitarios para baños, cocinas y oficios en las viviendas. El valor total de la demanda de agua (WSFU) está representado por estos grupos de aparatos servidos para la modulación del sistema presurizado.

Para determinar la demanda máxima probable en GPM (Galones por minuto) basados en las WSFU correspondientes aplica la tabla 5.4.

Tabla 5.3: Unidades de aparatos para suministro de agua, para grupos de aparatos o muebles sanitarios

**UNIDADES DE APARATO PARA SUMINISTRO DE AGUA (WSFU) PARA GRUPOS DE APARATOS**

GRUPOS DE BAÑOS CON INODOROS DE TANQUE POR GRAVEDAD DE 1.6 GPF	En Vivienda Individual			En 3 o más Viviendas		
	Agua Fría	Agua Caliente	Total Unidades	Agua Fría	Agua Caliente	Total Unidades
Medio Baño o Tocador	3.3	0.8	3.5	2.5	0.4	2.5
1 Grupo de Baño	5.0	3.8	5.0	3.5	3.0	3.0
1 1/2 Grupo de Baño	6.0	4.5	6.0	4.0	4.0	4.0
2 Grupo de Baño	7.0	7.0	7.0	4.5	4.5	4.5
2 1/2 Grupo de Baño	8.0	8.0	8.0	5.0	5.0	5.0
3 Grupo de Baño	9.0	9.0	9.0	5.5	5.5	5.5
Cada Medio Baño Adicional	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cada Grupo de Baño Adicional	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

GRUPOS DE BAÑOS CON INODOROS DE TANQUE POR GRAVEDAD DE 3.5 GPF (O MAYORES)	En Vivienda Individual			En 3 o más Viviendas		
	Agua Fría	Agua Caliente	Total Unidades	Agua Fría	Agua Caliente	Total Unidades
Medio Baño o Tocador	3.8	0.8	4.0	3.0	0.4	3.0
1 Grupo de Baño	6.0	3.8	6.0	5.5	5.0	3.0
1 1/2 Grupo de Baño	8.0	4.5	8.0	5.5	5.5	4.0
2 Grupo de Baño	10.0	7.0	10.0	6.0	4.5	6.0
2 1/2 Grupo de Baño	11.0	8.0	11.0	6.5	5.0	6.5
3 Grupo de Baño	12.0	9.0	12.0	7.0	5.5	7.0
Cada Medio Baño Adicional	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cada Grupo de Baño Adicional	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

OTROS GRUPOS DE APARATOS SANITARIOS	En Vivienda Individual			En 3 o más Viviendas		
	Agua Fría	Agua Caliente	Total Unidades	Agua Fría	Agua Caliente	Total Unidades
Grupo de Baño con Válvula Fluxómetro de 1.6 (GPF)	6.0	3.8	6.0	4.0	3.0	4.0
Grupo de Baño con Válvula Fluxómetro de 3.5 (GPF)	8.0	3.8	8.0	6.0	3.0	6.0
Grupo Cocina con Fregadero y Máquina Lavaplatos	1.1	2.0	2.0	0.8	1.5	1.5
Grupo Lavandería con Lavadero y Máquina Lavaropa	4.5	4.5	5.0	2.6	2.6	3.0

Nota: Grupo de baño significa un inodoro, lavabo y una bañera o ducha ubicados juntos en el mismo nivel del piso.

Definición de baño: una habitación con lavabo e inodoro y generalmente una bañera o ducha

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Tabla 5.4: Conversión de la demanda en WSFU a GPM

**TABLA PARA CONVERTIR DEMANDA EN WSFU A GPM** <sup>1, 2 y 3</sup>

WSFU	GPM tanques por gravedad (2)	GPM válvulas fluxómetro (3)	WSFU	GPM tanques por gravedad (2)	GPM válvulas fluxómetro (3)
3	3		120	49	74
4	4		140	53	78
5	4.5	22	160	57	83
6	5	23	180	61	87
7	6	24	200	65	91
8	7	25	225	70	95
9	7.5	26	250	75	100
10	8	27	300	85	110
11	8.5	28	400	105	125
12	9	29	500	125	140
13	10	29.5	750	170	175
14	10.5	30	1000	210	210
15	11	31	1250	240	240
16	12	32	1500	270	270
17	12.5	33	1750	300	300
18	13	33.5	2000	325	325
19	13.5	34	2500	380	380
20	14	35	3000	435	435
25	17	38	4000	525	525
30	20	41	5000	600	600
40	25	47	6000	650	650
50	29	51	7000	700	700
60	33	55	8000	730	730
80	39	62	9000	760	760
100	44	68	10000	790	790

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Notas:

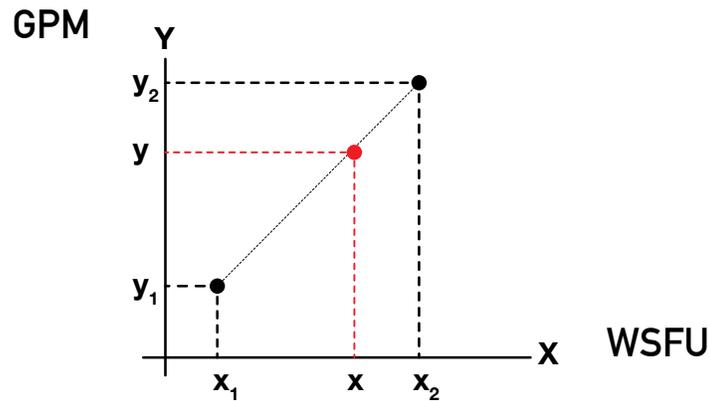
1. Valores de demanda de agua por aparato (WSFU) convertidas a caudal de agua requerido en GPM, para dimensionar la tubería de conducción, sean ramales o principales.
2. Esta columna aplica para los siguientes sistemas de tuberías:
  - a. Agua Caliente, sistema de tuberías
  - b. Sistema de tubería de agua fría para conducción a sistemas sin inodoros.
  - c. Sistema de tubería de agua fría que sirve a inodoros que no sean de tipo válvula de descarga fluxómetro, solamente por tanques por gravedad.
3. Esta columna se aplica a partes de los sistemas de tuberías donde los inodoros son del tipo de válvula de descarga con fluxómetro

Los valores de la unidad de aparatos para suministro de agua (WSFU) en esta otra tabla anexa se interpolan para los valores enumerados y asignados WSFU y GPM resultantes. Valores suficientemente cercanos como para que no produzcan diferencias de GPM, permitiendo un óptimo dimensionamiento de las tuberías de distribución para el suministro de agua potable fría y caliente en el sistema.

Para encontrar el caudal en GPM basados en la tabla de WSFU, donde se requiera interpolar linealmente, recomendamos hacer uso de la fórmula para interpolación lineal, la cual nos permitirá encontrar el caudal basado en WSFU cuyos valores están entre rangos intermedios conocidos dados en la tabla 5.4.

La fórmula para interpolación lineal y obtención de valores desconocidos entre rangos intermedios conocidos se ilustra en la imagen 5.1:

Imagen 5.1: Gráfica ilustrativa de las variables en la interpolación lineal



FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Fórmula Interpolación Lineal.

$$Y = Y_1 + \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \times (X - X_1)$$

**Donde:**

Y: Es el valor desconocido resultante en GPM, del producto de la interpolación lineal al ingresar en la fórmula las variables conocidas "X", que son la WSFU y sus correspondientes valores de caudales "Y" en GPM, obtenidos de la Tabla No.

X1: Valor inferior conocido para WSFU

X: Valor obtenido del cálculo de aparatos conectados en unidades de aparato para suministro de agua WSFU

Y1: Valor inferior en GPM correspondiente a X1 WSFU

Y2: Valor superior en GPM correspondiente a X2 WSFU

La demanda máxima de agua para los sistemas de suministro del edificio, que sirven a múltiples aparatos no se puede determinar con exactitud debido a su uso aleatorio; por tanto, la demanda total resultante para un sistema corresponde al número total de los aparatos conectados que son utilizados intermitentemente (de forma aleatoria), dependiendo además del tipo, el tiempo entre usos, y número de ellos que probablemente si sean usados de forma simultánea según el tipo de ocupación en el edificio, ejemplos de usos simultáneos, estadios deportivos, cuarteles, escuelas, teatros, etc.

## 5.2 Ejemplo del método simplificado de diseño y dimensionamiento del sistema de conducción presurizada

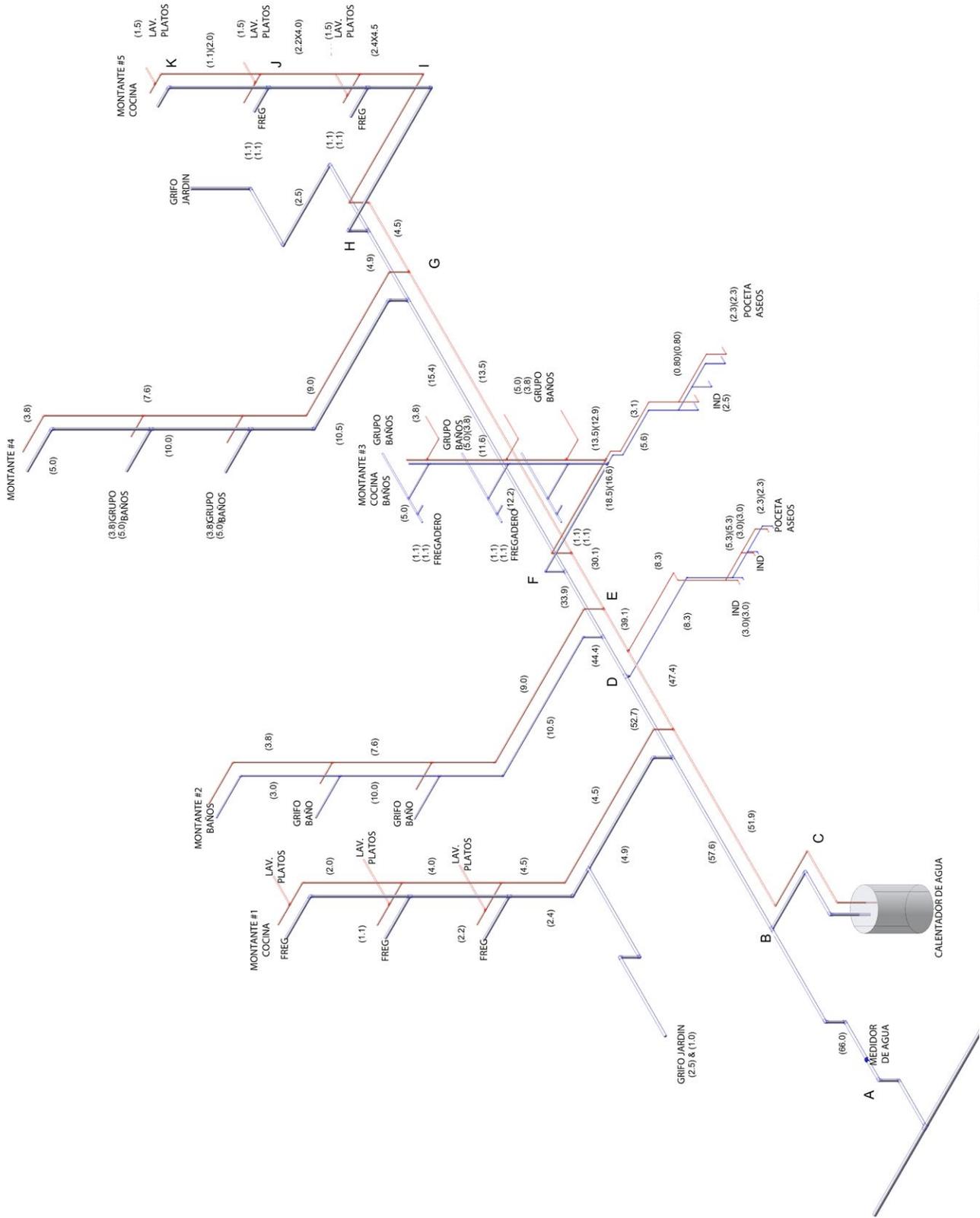
Para realizar el diseño y dimensionamiento del sistema de conducción a presión, se deben seguir los siguientes pasos:

- Recolectar toda la información necesaria al respecto del número y tipo de aparatos sanitarios requeridos, así como su ubicación en la edificación.
  - Desarrollar un esquema para las tuberías para conducción presurizada del agua fría y caliente hacia cada aparato, identifique montantes y ramales por tramos o números de forma secuencial, tal que permita un seguimiento práctico del sistema a diseñar, es importante identificar el diámetro mínimo requerido de la tubería para conexión del aparato sanitario según se definió en este mismo capítulo, identificar claramente si el equipo requiere válvulas de tanque o fluxómetro.
  - El esquema de distribución debe identificar las unidades de suministro de agua potable (WSFU) por aparato sanitario para agua fría y caliente, sus elevaciones según su ubicación, todo de forma completa.
- Agregar en el esquema de elevación los valores de demanda en GPM de los aparatos conectados, identifique aquellos que trabajan a demanda continua como sistemas de irrigación de jardines, enfriamiento y refrigeración, así como también los aparatos que trabajan de forma intermitente (aleatoria) para obtener la demanda del ramal y montante, que permitirá modulará las dimensiones apropiadas de las tuberías conductoras.

Seleccione el diámetro mínimo de tubería para suministro de agua fría y caliente por aparato según se ha definido en tabla 5.2.

- Dimensionar todos los tramos del sistema de tuberías PVC y CPVC para el suministro de agua potable fría y caliente conforme a los límites de velocidad establecidas como buenas prácticas de ingeniería y recomendaciones del fabricante de las tuberías Amanco Wavin®, para evitar el deterioro acelerado, o fallas durante el servicio y altos costos de mantenimiento.

Imagen 5.2: Ilustración de la aplicación del método Hunter para dimensionamiento simplificado



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Tabla 5.5: Detalle de la Unidades de Aparato para suministro de agua potable (WSFU)

<b>BASES DEL DISEÑO</b>	
<b>TUBERÍAS</b>	PVC - ASTM D2241 IPS CPVC - ASTM C2846 CTS
<b>SUMINISTRO PÚBLICO AGUA</b>	Tubería 10", Presión 50 psig
<b>CARACTERÍSTICAS DEL AGUA</b>	Agentes corrosivos o incrustantes no significativos
<b>ELEVACIONES</b>	
Bordillo como referencia	3.04 m (10 pies)
Red principal de agua	1.83 m (6 pies)
Sótano	0.61 m (2 pies)
Primer nivel	3.66 m (12 pies)
Segundo nivel	6.70 m (22 pies)
Tercer nivel	9.75 m (32 pies)
Salida más alta @ "K"	10.67 m (35 pies)
<b>PRESIÓN MÍNIMA EN SALIDA</b>	
Presión mínima requerida	15 psig
<b>LÍMITES DE VELOCIDAD</b>	
Máxima	2.44 m/s (8 pies/s)
Excepciones	
Ramales con válvulas cierre rápido	1.22 m/s (4 pies/s)
Ramales con agua caliente hasta temperatura 60° C (140° F)	1.52 m/s (5 pies/s)
<b>LONGITUD DEL RECORRIDO HASTA LA SALIDA MÁS LEJANA</b>	
Red principal - A	15.24 m (50 pies)
A - B	3.66 m (12 pies)
B - C	2.44 m (8 pies)
C - D	3.04 m (10 pies)
D - E	2.44 m (8 pies)
E - F	2.44 m (8 pies)
F - G	3.04 m (10 pies)
G - H	1.22 m (4 pies)
H - I	3.04 m (10 pies)
I - J	3.04 m (10 pies)
J - K	3.04 m (10 pies)
Total	42.67 m (140 pies)
	mas aporte accesorios
La temperatura del agua caliente es 60° C (140° F) controlada por termostato del calentador	

**UNIDADES DE SUMINISTRO DE AGUA PARA APARATOS (WSFU)**

Aparatos sanitarios	Tuberías que sirven instalaciones en 1 o 2 viviendas			Tuberías que sirven instalaciones en 3 o más viviendas			Tuberías que sirven instalaciones en otras unidades que no sean viviendas		
	Total	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente
Grupo baño (1.6 GPF, tipo tanque WC)	<b>5.0</b>	5.0	3.8	<b>3.5</b>	3.5	3.0			
Medio baño (1.6 GPF, tipo tanque WC)	<b>3.5</b>	3.3	0.8	<b>2.5</b>	2.5	0.4			
Grupo cocina (Lavatrastos y máquina LT)	<b>2.0</b>	1.1	2.0	<b>1.5</b>	0.8	1.5			
Máquina lavadora de ropa							<b>4.0</b>	3.0	3.0
Fregadero de servicios							<b>3.0</b>	2.3	2.3
Grifo para manguera							<b>2.5</b>	2.5	
Grifo para manguera, cada adicional							<b>1.0</b>	1.0	

**DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE SERVICIO DE AGUA**

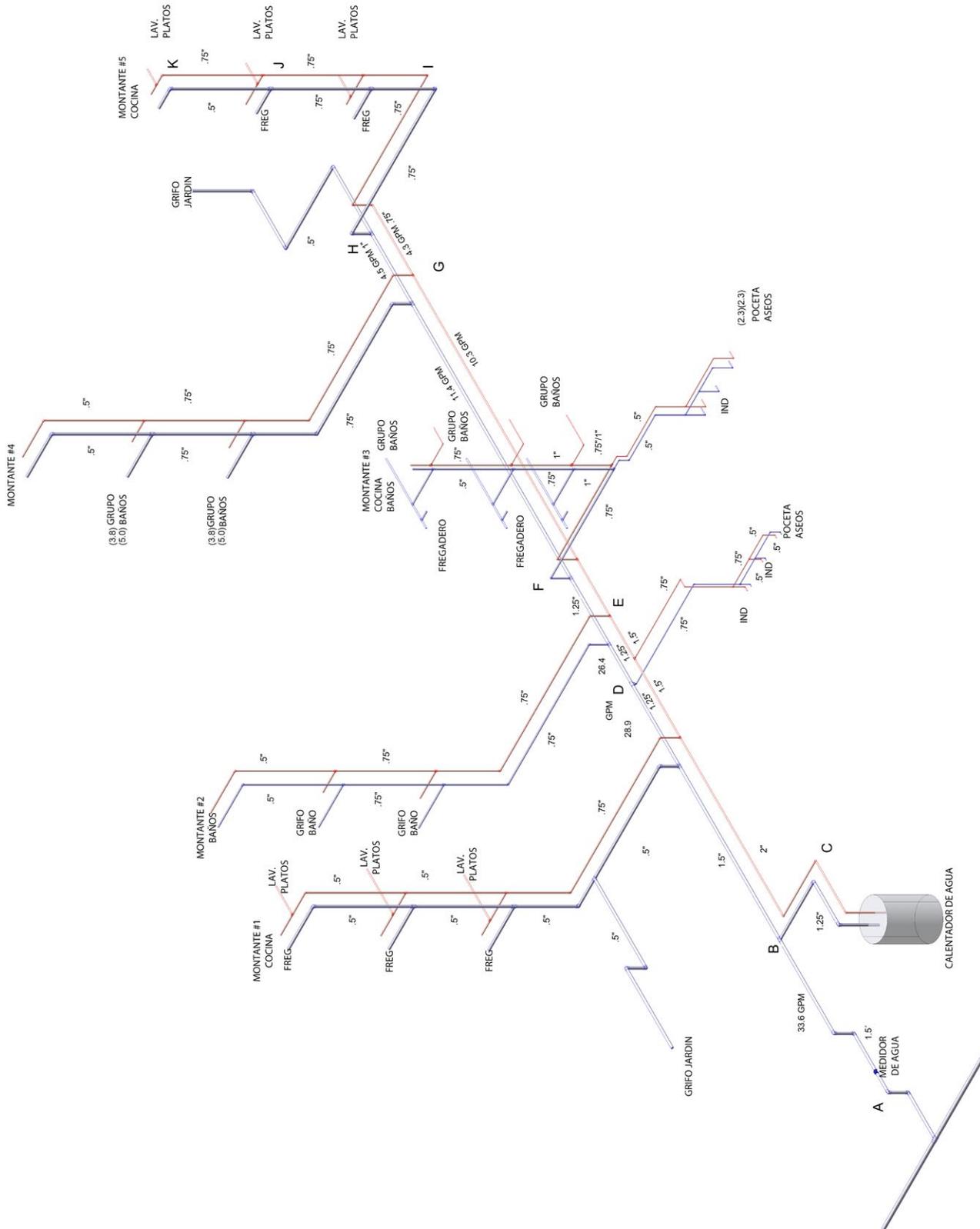
Aparatos sanitarios	Cantidad	WSFU	Total
Grupo baño (1.6 GPF, tipo tanque WC) (1)	9.0	3.5	<b>31.5</b>
Grupo cocina (Lavatrastos y máquina LT) (1)	9.0	1.5	<b>13.5</b>
Máquina lavadora de ropa (2)	2.0	4.0	<b>8.0</b>
Fregadero de servicios (2)	2.0	3.0	<b>6.0</b>
Medio baño (2)	1.0	3.5	<b>3.5</b>
Grifo manguera (2)	1.0	2.5	<b>2.5</b>
Grifo para manguera, (cada adicional) (2)	1.0	1.0	<b>1.0</b>
<b>TOTAL WSFU</b>			<b>66.0</b>
<b>DEMANDA (GPM)</b>			<b>34.8</b>
<b>DEMANDA (LPS)</b>			<b>2.2</b>

(1) Aparatos sanitarios en 3 o más viviendas

(2) Aparatos sanitarios en otros que no sean viviendas

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Imagen 5.3: Diseño del caudal y tamaño de las tuberías



FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Tabla 5.6. Caída de presión en el circuito del diseño básico

**PÉRDIDAS DE CARGA EN EL CIRCUITO DE DISEÑO BÁSICO EN IMAGEN 5.3**  
**CAÍDA DE PRESIÓN POR FRICCIÓN DEL AGUA FRÍA DESDE LA RED PRINCIPAL A “K”**

Sección	WSFU (1)	Caudal gpm	Longitud pies	Diám. nominal tubería (pulg)	Diám. interno real (pulg)	Área interna (pulg <sup>2</sup> )	Velocidad pies/seg	Caída presión (psi/100 pies)	Caída de presión (psi)
Red - A	66.0	34.8	50.0	1-1/2"	1.754	2.416	4.62	1.98	<b>0.99</b>
A - B	66.0	34.8	12.0	1-1/2"	1.754	2.416	4.62	1.98	<b>0.24</b>
B - C	57.6	32.0	8.0	1-1/2"	1.754	2.416	4.25	1.70	<b>0.14</b>
C - D	52.7	30.1	4.0	1-1/4"	1.532	1.843	5.24	2.93	<b>0.12</b>
D - E	44.4	26.8	8.0	1-1/4"	1.532	1.843	4.66	2.36	<b>0.19</b>
E - F	33.9	22.0	8.0	1-1/4"	1.532	1.843	3.83	1.64	<b>0.13</b>
F - G	15.4	11.4	10.0	1"	1.195	1.122	3.26	1.62	<b>0.16</b>
G - H	4.9	10.0	4.0	1" (4)	1.195	1.122	2.86	1.27	<b>0.05</b>
H - I	2.4	5.0	10.0	3/4" (4)	0.926	0.673	2.38	1.22	<b>0.12</b>
I - J	2.2 (2)	5.0	10.0	3/4" (4)	0.926	0.673	2.38	1.22	<b>0.12</b>
J - K	1.1 (2)	2.5	10.0	1/2" (4)	0.716	0.403	1.99	1.18	<b>0.12</b>
Caída total de presión en la tubería (psig)									<b>2.4</b>
Asignación por accesorios (50% de la pérdida en tubería, psig)									<b>1.2</b>
Caída total de presión en la tubería y accesorios (psig)									<b>3.6</b>

**CAÍDA DE PRESIÓN POR FRICCIÓN DEL AGUA CALIENTE DESDE LA RED PRINCIPAL A “K”**

Sección	WSFU (1)	Caudal gpm	Longitud pies	Diám. nominal tubería (pulg)	Diám. interno real (pulg)	Área interna (pulg <sup>2</sup> )	Velocidad pies/seg	Caída presión (psi/100 pies)	Caída de Presión (psi)
Red - A	66.0	34.8	50.0	2"	1.7	2.4	4.7	2.1	<b>1.0</b>
A - B	66.0	34.8	12.0	2"	1.7	2.4	4.7	2.1	<b>0.2</b>
B - HWH	51.9	29.8	4.0	1-1/2"	1.3	1.4	6.9	5.7	<b>0.2</b>
HWH - C	51.9	29.8	4.0	1-1/2" (5)	1.3	1.4	6.9	5.7	<b>0.2</b>
C - D	47.4	26.8	10.0	1-1/2" (5)	1.3	1.4	6.2	4.7	<b>0.5</b>
D - E	39.1	24.6	8.0	1-1/2" (5)	1.3	1.4	5.7	4.0	<b>0.3</b>
E - F	30.1	20.1	8.0	1-1/4" (5)	1.1	1.0	6.5	6.2	<b>0.5</b>
F - G	13.5	10.3	10.0	1" (5)	0.9	0.7	5.0	4.8	<b>0.5</b>
G - H	4.5	4.3	4.0	3/4" (4)	0.7	0.4	3.4	3.2	<b>0.1</b>
H - I	4.5	4.3	10.0	3/4" (4)	0.7	0.4	3.4	3.2	<b>0.3</b>
I - J	4.0 (2)	4.0	10.0	3/4" (4)	0.7	0.4	3.2	2.8	<b>0.3</b>
J - K	2.0 (2)	4.0	10.0	3/4" (4)	0.7	0.4	3.2	2.8	<b>0.3</b>
Caída total de presión en la tubería (psig)									<b>4.53</b>
Asignación por accesorios (50% de la pérdida en tubería, psig)									<b>2.27</b>
Caída total de presión en la tubería y accesorios (psig)									<b>6.8</b>

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

**Notas para el cálculo de pérdidas de presión:**

- 1 Las unidades de suministro de agua por aparatos (WSFU) son para secciones de tuberías que sirven para 3 o más viviendas, excepto como casos referenciados con ( en el numeral 2)
- 2 Las unidades de suministro de agua para aparatos (WSFU) son para secciones de tuberías que sirven a menos de 3 viviendas
- 3 Flujo de agua o caudal (gpm) para máquina lavaplatos}

- 4 Velocidad limitada a 4 pies/s, debido a que la máquina lavaplatos y fregatrastos usan grifos de cierre rápido
- 5 Velocidad máxima de 8 pies/s, para CPVC SDR 11 (CTS) a temperatura de 140° F para agua caliente en uso doméstico, usando grafica tabla 5.11
- 6 Se asignaron 5 gpm para grifo manguera y 2 fregaderos con 2.5 gpm cada uno
- 7 Se asignaron para dos fregaderos, 2.5 gpm cada uno
- 8 Se asignaron para un fregadero, 2.5 gpm

### 5.3 Sobre la presión de diseño

#### 5.3.1 Presiones para operar el sistema diseñado

- **Presión de agua inadecuada:** Es importante medir la presión en la conexión o acometida de la red en la calle que alimentara la edificación, en el caso que esta no sea la presión mínima adecuada para la correcta operación de los aparatos sanitarios. Deberán considerarse el diseño de equipos de bombeo adecuados para asegurar la presión mínima requerida por cada aparato para su optima y correcta operación.
- **Fluctuaciones o variaciones en la presión:** Se deberá diseñar almacenamientos y equipos de bombeo adecuados para entregar la presión mínima requerida y flujo a los aparatos sanitarios conectados para su adecuado funcionamiento.
- **Presiones excesivas:** cuando estas sean medidas en la acometida de la red de la calle a la edificación, deberá de diseñarse una válvula reguladora de presión para que la presión a los aparatos conectados al

sistema no opere a más de 80 lb/pulg<sup>2</sup> (80 psi), esto evitará el mal funcionamiento y deterioro prematuro de los mismos, es importante que la presión del agua de diseño suministrada a cada aparato sea conforme a la presión máxima de operación de cada uno de ellos, sin exceder en condición estática, cuya recomendación está dada por los fabricantes de los mismos.

Las tuberías (montantes) elevadores principales y los ramales de la red de distribución de agua se dimensionarán su diámetro en función de su demanda de agua, velocidad en la conducción del flujo, longitud del sistemas, perdidas por fricción, diferencia de elevaciones, tomando en cuenta la presión mínima disponible de agua en la conexión domiciliaria (fuente) y el aparato sanitario más distante, asegurando en el diseño y dimensionamiento de la tubería los rangos de presión mínima y máxima requerida para su óptimo funcionamiento y confort.

#### 5.3.2 Golpe de ariete

El golpe de ariete o pulso de Zhukowski (llamado así por el ingeniero ruso Nikolái Zhukovski) (National Standard Plumbing Code, 2009) es, junto a la cavitación, el principal causante de averías en tuberías e instalaciones hidráulicas.

El golpe de ariete es un fenómeno hidráulico transitorio producido por variaciones de velocidad en el fluido transportado. Este fenómeno consiste en la propagación de ondas de presión y depresión a lo largo de las tuberías de conducción, debido a la transformación de energía cinética en energía de presión y elástica, el cual debe de ser controlado de forma anticipada en cada diseño. El cálculo del golpe de ariete en unidades im-

periales inglesas se realiza por medio de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{a \times (\Delta V)}{2.31 \times g}$$

Donde:

- P: es la sobre presión resultante, en lb/pulg<sup>2</sup> (psi)
- a: Velocidad de la onda, en (pies/s)
- ΔV: Cambio en la velocidad máxima, en (pies/s)
- g: Aceleración de la gravedad, 32.2 pies/s<sup>2</sup>

La Velocidad de Onda se calcula usando la siguiente fórmula:

$$a = \frac{4660}{\sqrt{1 + \frac{k(DR-2)}{E}}}$$

Donde:

a: Velocidad de la onda, en (pies/s)

K: Módulo elástico (Bulk) del agua, 300,000 lb/pulg<sup>2</sup> (psi)

E: Módulo de elasticidad del tubo en lb/pulg<sup>2</sup> (psi), PVC igual a 400,000 y CPVC igual a 360,000

DR (SDR): Relación del Diámetro Interno del Tubo y el Grosor de la Pared, en pulgadas

Las siguientes tablas muestran los valores de sobre presiones, por cambios instantáneos de velocidad del flujo de 1 pie/s (0.30 m/s).

Tabla 5.7: Valores y relación de sobre presión y SDR ASTM D 2241

**Tabla valores de sobre presión vs SDR, para tuberías PVC**

SDR	Sobre Presión (P) psi
51	10.8
41	11.4
32.5	12.8
26	14.4
21	16
17	17.9
13.5	20.2

Valores de sobre presión (P) en lb/pulg<sup>2</sup> (psi)

**PVC Y CPVC SCH40 (IPS)**

Diámetro	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"
<b>SP (P) psi:</b>	27.3	24.6	23.8	21.6	20.5	18.8	19.7	18.4	16.9	15.1	14.2	13.5

Valores de sobre presión (P) en lb/pulg<sup>2</sup> (psi)

**PVC Y CPVC SCH80 (IPS)**

Diámetro	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"
<b>SP (P) psi:</b>	32.2	29.2	28	25.5	24.3	22.6	23.2	21.8	20.3	18.9	17.8	17.1

FUENTE: (UNI BELL, 2001).

Debido a la variación de la velocidad del agua en la tubería por apertura o cierre de válvulas, arrancado o apagado de sistemas de bombeo hidráulico, se recomienda la instalación de válvulas antigolpes de ariete certificadas y aprobadas por ANSI/ASSE 1010, ubicadas cerca de los aparatos que poseen válvulas de cierre rápido y con acceso para mantenimiento.

La fuerza del golpe de ariete es directamente proporcional a la longitud del conducto, ya que las ondas de sobrepresión se cargarán de más energía, e inversamente proporcional al tiempo durante el cual se cierra la llave: cuanto menos dura el cierre, más fuerte será el golpe.

### 5.3.3 Velocidad de diseño para sistemas presurizados

La velocidad mínima de diseño para el flujo de agua potable es de 1.22 m/s (4 pies/s), generando mínimas pérdidas de presión por fricción y sobre presiones al sistema. La velocidad máxima de diseño del flujo de agua potable para diseño y dimensionamiento del sistema de tuberías de distribución y ramales será de 2.44 m/s (8 pies/s).

Las limitaciones en la velocidad máxima permisible de diseño durante el pico de demanda, tanto para el sistema de tuberías principales y ramales de distribución de agua potable es importante de considerar como buena práctica de ingeniería, por las siguientes razones:

- Minimizar las pérdidas por fricción debido a la velocidad excesiva.
- Reducir el golpe de ariete y sobre presión en el sistema de tuberías por los cambios de velocidad debido al funcionamiento normal del sistema.
- Ruidos en las tuberías por alta velocidad.
- Mantener la presión de trabajo controlada en los puntos de conexión de aparatos sanitarios para su óptimo funcionamiento.
- Evitar el sobre dimensionamiento de los equipos de bombeo y su potencia. Costos iniciales y consumo energético.
- Deterioro prematuro de los sistemas y altos costos de mantenimiento.
- Recomendaciones y buenas prácticas de diseño hidráulico para sistemas presurizados.

### 5.3.4 Pérdidas de energía

En cuanto a las pérdidas de energía por fricción del agua en la tubería de conducción en función de caudal o velocidad, se recomienda, para efectos de algunos cálculos hidráulicos, el uso de la fórmula de Hazen-Williams, o ecuación de Hazen-Williams, se utiliza particularmente para determinar la velocidad del agua en tuberías de sección circular llena o conductos cerrados que trabajan a presión.

**Su fórmula en función del Radio Hidráulico (Rh) es:**

$$V = 0.8494 \times C \times Rh^{0.63} \times S^{0.54}$$

**En función del Diámetro (D):**

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Donde:

Rh: Radio Hidráulico = Área de Flujo/Perímetro Húmedo = Di/4

V: Velocidad Media del Agua en el tubo en (m/s)

Q: Caudal o Flujo Volumétrico en (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de fricción que depende de la rugosidad interna de la tubería (ADIMENSIONAL)

PVC y CPVC el valor de "C" es igual a 150

Di: diámetro interior (M), nota Di/4: radio hidráulico de una tubería trabajando a sección llena.

S: (Pendiente – pérdida de carga por unidad de longitud del conducto) en (M/M)

**La fórmula de Hazen - Williams, expresada en función del caudal:**

$$H_f = 10.643 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times L \times D^{-4.87}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro interno (m)

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

Los valores de los coeficientes "C" se sacan de la tabla anexa

La fórmula de Hazen - Williams, expresada en función de la velocidad:

$$H_f = \frac{V^{1.852}}{0.347 \times C^{1.852} \times DI^{1.167}}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdidas por fricción, m/m

V = Velocidad, m/s

C = Factor de fricción, adimensional, para PVC, C=150

DI = Diámetro interno, m

**Fórmula de Hazen-Williams, expresada en Unidades Imperiales Inglesas**

$$H_f = 0.2083 \times \left[ \frac{100}{C} \right]^{1.825} \times \frac{Q^{1.852}}{DI^{1.85}}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de cabeza por fricción en pies de agua por cada 100 pies de tubería.

C = Coeficiente de Fricción, adimensional, para PVC y CPVC, C = 150

Q = Caudal en US GPM

Di = Diámetro interno real de la tubería en pulgadas

**Fórmula de Hazen-Williams, expresada en Unidades Imperiales Inglesas.** Las velocidades del agua en pies por segundo pueden calcularse como sigue:

Donde:

$$V = 0.4087 \times \frac{Q}{DI^2}$$

V = Velocidad del agua dentro de la tubería en (pies/s)

Q = Caudal en US GPM

Di = Diámetro interno real de la tubería en pulgadas

Tabla 5.8: Coeficiente de Fricción "C" (adimensional) para distintos materiales según Hazen-Williams

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería nueva lisa	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

FUENTE: (Acosta Álvarez & Azevedo Netto, 1976).

El principal criterio para el diseño de un sistema de tuberías para agua potable cuyo objetivo es el apropiado suministro de agua a la edificación, debe ser tal que las salidas de agua más altas conectadas al aparato sanitario tengan disponibles, durante los períodos de máxima demanda, al menos la presión mínima requerida en dichas salidas para lograr un suministro de agua satisfactorio conforme a las condiciones de suministro y operación del aparato instalado.

**Perdidas por fricción máximas permitidas**

La pérdida de presión máxima permitida debido a la fricción en las líneas de agua y montantes o elevadores, ramales con las salidas de agua más altas, es la cantidad de exceso de presión estática disponible por encima de la presión mínima requerida en dichas salidas cuando no existen condiciones de no-flujo.

Esto puede calcularse como la diferencia entre la presión estática existente en las salidas de agua más altas durante condiciones sin flujo, y la presión mínima requerida en dichas salidas para una salida satisfactoria condiciones de suministro.

Cuando se suministra agua a presión por gravedad, desde un tanque en azoteas ubicado a una altura por encima de la más alta salida de agua o conexión al aparato sanitario en la edificación, la presión estática en esa salida se calcula como igual a la presión de 0.433 lb/pulg<sup>2</sup> (psi) para cada 0.304 m (1 pie) de diferencia de elevación entre la salida conectada a aparato sanitario y el nivel de agua en el tanque. En este caso, la carga estática mínima para la presión en la salida debe determinarse como la correspondiente al nivel del nivel de agua más bajo en que el tanque está destinado a operar antes de comenzar a llenarse nuevamente

Las tablas 5.9, 5.10 y 5.11 e imágenes 5.4, 5.5 y 5.6 muestran los valores sobre las pérdidas por fricción, según su material.

Las pérdidas de carga por fricción por unidades de aparato para suministros de agua (WSFU), se establecen según diámetro y caudal, para rangos límites de velocidad en la tubería (en unidades imperiales inglesas)

Tabla 5.9: Pérdidas por fricción para PVC y CPVC SCH 40 IPS

**PÉRDIDAS POR FRICCIÓN TUBERÍAS PVC Y CPVC SCH 40 (IPS)**

Diámetro de tubería	Velocidad 1.22 m/s (4 FPS)				Velocidad 2.44 m/s (8 FPS)			
	WSFU (Tanque)	WSFU (Flux Val)	Caudal (GPM)	Pérdida x fricción lbs/pulg <sup>2</sup> x 30.40m (psi/100 ft)	WSFU (Tanque)	WSFU (Flux Val)	Caudal (GPM)	Pérdida x fricción lbs/pulg <sup>2</sup> x 30.40m (psi/100 ft)
1/2"	4		3.6	5.2	9		7.3	18.7
3/4"	7		6.4	3.7	18		12.9	13.4
1"	14		10.5	2.8	32	4	20.9	10.1
1 1/4"	27		18.2	2.0	71	22	36.4	7.3
1 1/2"	40	8	24.9	1.7	124	47	49.7	6.1
2"	89	30	41.1	1.3	286	157	82.2	4.6
2 1/2"	168	70	58.5	1.0	460	347	117.1	3.7
3"	328	198	90.6	0.8	820	795	181.2	2.9
4"	675	618	156.5	0.6	1881	1881	313.1	2.1
6"	2284	2284	356	0.4	7413	7413	712.4	1.3

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Tabla 5.10 Pérdidas por fricción en tuberías PVC y CPVC SCH 80 (IPS)

**PÉRDIDAS POR FRICCIÓN TUBERÍAS PVC Y CPVC SCH 80 (IPS)**

Diámetro de tubería	Velocidad 1.22 m/s (4 FPS)				Velocidad 2.44 m/s (8 FPS)			
	WSFU (Tanque)	WSFU (Flux Val)	Caudal (GPM)	Pérdida x fricción lbs/pulg <sup>2</sup> x 30.40m (psi/100 ft)	WSFU (Tanque)	WSFU (Flux Val)	Caudal (GPM)	Pérdida x fricción lbs/pulg <sup>2</sup> x 30.40m (psi/100 ft)
1/2"	3		2.7	<b>6.1</b>	7		5.5	<b>22.1</b>
3/4"	6		5.1	<b>4.2</b>	14		10.3	<b>15.3</b>
1"	11		8.6	<b>3.1</b>	25		17.2	<b>11.3</b>
1 1/4"	22		15.4	<b>2.2</b>	55	15	30.8	<b>8.1</b>
1 1/2"	33	4	21.3	<b>1.9</b>	95	33	42.7	<b>6.7</b>
2"	70	21	35.8	<b>1.4</b>	233	112	71.7	<b>4.9</b>
2 1/2"	132	51	51.4	<b>1.1</b>	264	264	102.7	<b>4.0</b>
3"	277	149	80.3	<b>0.9</b>	648	648	160.7	<b>3.1</b>
4"	585	503	140.4	<b>0.6</b>	1590	1590	280.7	<b>2.2</b>
6"	1942	1942	319.2	<b>0.4</b>	5767	5767	638.3	<b>1.4</b>

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Tabla 5.11 Pérdidas por fricción en Para tuberías de CPVC SDR 11 (CTS)

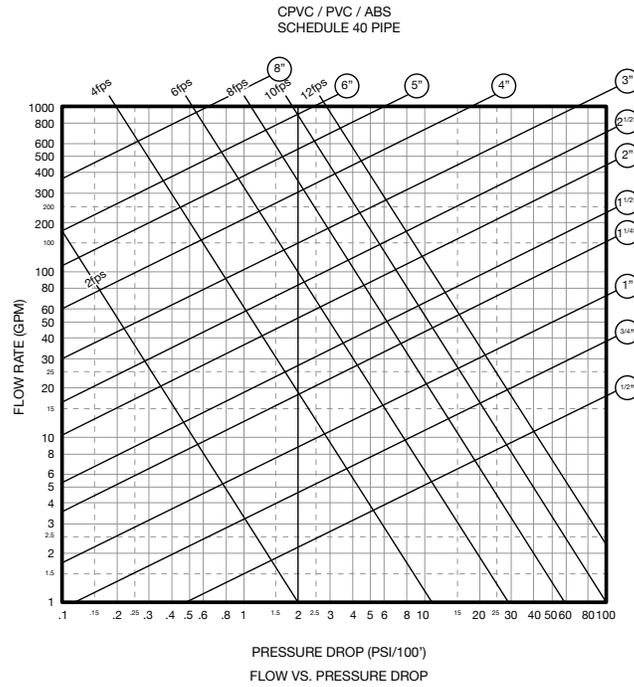
**PÉRDIDAS POR FRICCIÓN TUBERÍAS CPVC SDR 11 (CTS)**

Diámetro de tubería	Velocidad 1.22 m/s (4 FPS)				Velocidad 2.44 m/s (8 FPS)			
	WSFU (Tanque)	WSFU (Flux Val)	Caudal (GPM)	Pérdida x fricción lbs/pulg <sup>2</sup> x 30.40m (psi/100 ft)	WSFU (Tanque)	WSFU (Flux Val)	Caudal (GPM)	Pérdida x fricción lbs/pulg <sup>2</sup> x 30.40m (psi/100 ft)
1/2"	2		2.4	<b>6.6</b>	6		4.8	<b>23.9</b>
3/4"	6		4.9	<b>4.4</b>	13		9.8	<b>15.8</b>
1"	10		8.1	<b>3.3</b>	24		16.2	<b>11.8</b>
1 1/4"	16		12.1	<b>2.6</b>	38	7	24.2	<b>9.3</b>
1 1/2"	25		16.9	<b>2.1</b>	62	18	33.7	<b>7.7</b>
2"	50	12	28.9	<b>1.6</b>	164	68	57.8	<b>5.6</b>

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

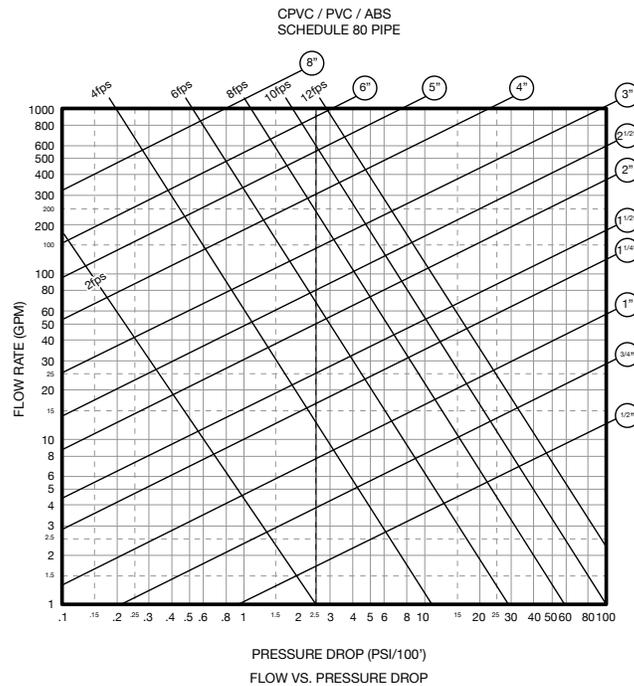
Nota: Pérdidas de carga por fricción por unidades de aparato para suministros de agua (WSFU), según diámetro y caudal, para rangos límites de velocidad en la tubería (en unidades imperiales inglesas)

Imagen 5.4: Determinación de caudales correspondientes a pérdidas uniformes por fricción en tuberías IPS de PVC y CPVC SCH 40



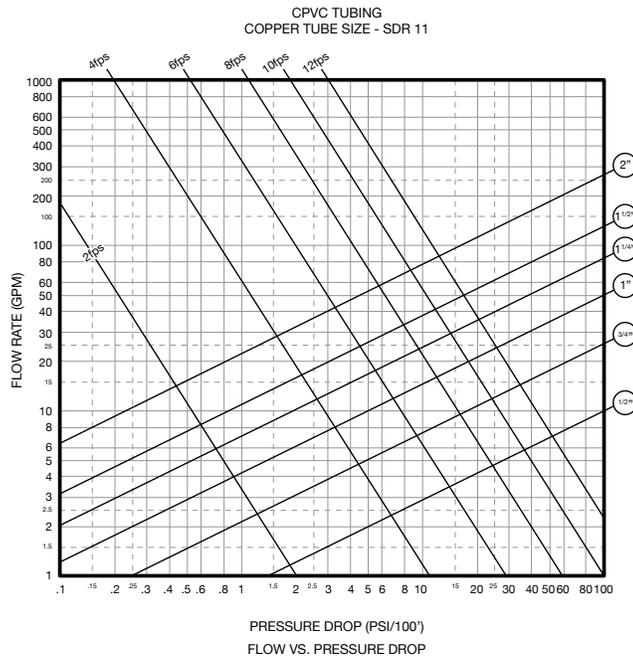
FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Imagen 5.5: Determinación de caudales correspondientes a pérdidas uniformes por fricción en tuberías IPS de PVC y CPVC SCH 80



FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Imagen 5.6: Determinación de caudales correspondientes a pérdidas uniformes por fricción en tuberías de CPVC SDR 11 tamaño CTS



FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

### 5.3.5 Longitud equivalente de la tubería por accesorios y válvulas en el sistema

La longitud total equivalente de la tubería es su misma longitud desarrollada, más el largo de tubería equivalente, correspondiente a la resistencia a la fricción de todos los accesorios y válvulas instaladas en el sistema de tubería. Dependiendo del tamaño de los accesorios y tipo, obtenemos la longitud equivalente correspondiente, longitudes que pueden determinarse directamente a partir de las tablas disponibles que referenciamos a continuación algunas de ellas (Tabla 5.12).

Tabla 5.12: Longitud equivalente de tubería por pérdidas de carga resistencia a la por fricción para accesorios y válvulas roscadas

#### LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERÍA POR PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS Y VÁLVULAS ROSCADAS

Accesorio o válvula	Longitud equivalente de tubería en pies para varios tamaños de tubo									
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
Codo 45°	0.8	1.1	1.4	1.8	2.2	2.8	3.3	4.1	5.4	8.1
Codo 90°	1.6	2.1	2.6	3.5	4.0	5.2	6.2	7.1	10.1	15.2
Tee	1.0	1.4	1.8	2.3	2.7	3.5	4.1	5.1	6.7	10.1
Tee, ramal	3.1	4.1	5.3	6.9	8.1	10.3	12.3	15.3	20.1	30.3
Válvula compuerta	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.0	2.7	4.0
Válvula globo	17.6	23.3	29.7	39.1	45.6	58.6	70.0	86.9	114.0	172.0
Válvula ángulo	7.8	10.3	13.1	17.3	20.1	25.8	30.9	38.4	50.3	75.8
Válvula mariposa						7.8	9.3	11.5	15.1	22.7
Válvula "swing check"	5.2	6.9	8.7	11.5	13.4	17.2	20.6	25.5	33.6	50.5

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Tabla 5.13 Longitud equivalente de tubería por pérdidas de carga por fricción en accesorios de PVC y CPVC SCH 40

**LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERÍA POR PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS PVC Y CPVC SCH40**

Accesorio o válvula	Longitud equivalente de tubería en pies para varios tamaños de tubo									
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
Codo 45°	0.8	1.1	1.4	1.8	2.1	2.7	3.3	4.1	5.3	8.0
Codo 90°	1.5	2.0	2.6	3.4	4.0	5.1	6.1	7.6		15.1
Tee	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.4	4.1	5.1	6.7	10.1
Tee, ramal	3.0	4.1	5.2	6.8	8.0	10.2	12.2	15.2		30.2

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Tabla 5.14: Longitud equivalente de tubería por pérdidas de carga por fricción en accesorios de PVC y CPVC SCH 80

**LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERÍA POR PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS PVC Y CPVC SCH80**

Accesorio o válvula	Longitud equivalente de tubería en pies para varios tamaños de tubo									
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
Codo 45°	0.7	1.0	1.2	1.7	2.0	2.6	3.1	3.8	5.0	7.6
Codo 90°	1.3	1.8	2.3	3.1	3.7	4.8	5.7	7.2	9.5	14.3
Tee	0.9	1.2	1.6	2.1	2.5	3.2	3.8	4.8	6.3	9.5
Tee, ramal	2.6	3.6	4.7	6.3	7.4	9.6	11.5	14.3	18.9	28.5

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Tabla 5.15: Longitud equivalente de tubería por pérdidas de carga por fricción en accesorios de CPVC SDR 11 CTS

**LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERÍA POR PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS CPVC SDR 11 CTS**

Accesorio o válvula	Longitud equivalente de tubería en pies para varios tamaños de tubo					
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Codo 45°	0.8	1.1	1.4	1.8	2.2	2.8
Codo 90°	1.6	2.1	2.6	3.5	4.0	5.2
Tee	1.0	1.4	1.8	2.3	2.7	3.5
Tee, ramal	3.1	4.1	5.3	6.9	8.1	10.3

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

### 5.3.6 Efecto del aire atrapado dentro de las tuberías

El aire atrapado en las tuberías tiende alojarse en las partes altas del sistema. Cuando el sistema de tubería entra en operación las bolsas de aire atrapado circulan empujados por el agua intentando este escapar por algún punto dentro del sistema. Las bolsas de aire atrapado en las tuberías presurizadas causan problemas serios a la operación:

- Restricciones en el flujo de agua.
- Reducción de la eficiencia del sistema.
- Incremento de la sobre presión de operación.
- Súbita sobre presión y fallas instantáneas por estallido o ruptura de las tuberías y accesorios, debido a la sobre presión originada que sobrepasa la resistencia del material a su límite de ruptura.

Para eliminar el aire atrapado y prevenir sus negativas consecuencias; es importante diseñar para los sistemas de tubería lo siguiente:

- Válvulas purgadoras de aire, que se colocan en las partes altas del sistema, coronando el montante o tubería principal vertical (*Risers*) del sistema presurizado.
- Las válvulas purgadoras de aire deben ser debidamente seleccionadas en función del caudal de diseño y diámetro del tubo montante.
- Las válvulas purgadoras de aire deben ser certificadas para esta aplicación, considerando por el diseñador el modelo más conveniente para solamente la expulsión del aire atrapado o definir si es más conveniente un modelo dual que permita la expulsión y admisión de aire para prevenir succión o vacío.
- Además, válvulas anticipadoras de onda para el bombeo, para limitar la propagación de la onda por arrancado y apagado del bombeo.
- Para edificaciones en altura es recomendable diseñar equipos de bombeo que trabajen con variador de frecuencia para mantener la presión de servicio al sistema constante, independientemente de la variación de la demanda, lo cual mantiene en control y establece el fenómeno de la sobre presión por el apagado y arranque típico de otros bombeos como el hidroneumáticos que generan variaciones de velocidad y sobre presión a cada apagado y arranque.

- Controlar cualquier mal funcionamiento del sistema de aparatos conectados, válvulas operacionales y equipo de bombeo que jamás debe ciclar (apagar y arrancar en lapsos de tiempo cortísimos)

Cuando una tubería contiene una columna de líquido en movimiento, una considerable energía cinética es almacenada en virtud de su masa y velocidad; esta condición y velocidad cambian repentinamente debido al rápido cierre o apertura de válvulas donde su energía no puede ser absorbida porque el fluido (agua) es casi incompresible, lo que causa el importante golpe de ariete o sobre presión en el sistema, el cual debe ser previsto y calculado por las fórmulas anteriores.

- Se debe diseñar para velocidades máximas seguras para el sistema de tuberías PVC y CPVC, que no sean mayores a 2.44 m/s (8 pies/s).
- La presión total del sistema durante su operación en cualquier momento de servicio debe ser calculado como la presión de operación más la sobre presión, asegurándonos que esta sumatoria de presiones no exceda la clasificación de presión de la tubería PVC y CPVC seleccionada.

Las causas más comunes que generaran sobre presiones en el sistema de tuberías presurizadas que deben ser consideradas y controladas en el diseño, incluyen las siguientes:

- Velocidad de apertura y cierre de algunos tipos de válvulas.
- Bombeos en momentos de apagado o arranque, o ciclando erráticamente (esto último del ciclado en el bombeo debe corregirse inmediatamente).
- Formaciones de succión (vacío) y separación de la columna de agua
- Movimiento de bolsas de aire atrapado (no purgado apropiadamente) dentro del sistema de tuberías.

### 5.3.7 Elongación térmica y compensación

#### Compensación del movimiento de las tuberías debido a la expansión y contracción térmica

La elongación o expansión lineal térmica en tuberías de PVC y CPVC, para celdas PVC 12454, CPVC 23447 y 23448 se rige según la norma ASTM D1784. Los valores para los coeficientes de expansión térmica (Y) según la ASTM D696, expresados en (pulg / pulg / °F) se muestran en la tabla 5.16

Tabla 5.16: Valores coeficientes de expansión térmica para PVC y CPVC

MATERIAL	Y (pulg/pulg/° F)
PVC	2.9x10 <sup>-5</sup>
CPVC	3.2x10 <sup>-5</sup>

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

La expansión y contracción térmica es una condición común en los distintos materiales con los que se fabrican tuberías.

Es importante notar que existe una relación directa con el coeficiente de expansión o contracción lineal a lo largo de la tubería PVC y CPVC con los cambios de temperatura. Esta permitido un valor de 1/3" (8.46 mm) de expansión o contracción.

Deben hacerse los cálculos correspondientes por cada 1 pie (0.3048 m) de tendido de tuberías por cada cambio de 10°F de temperatura ambiente de instalación y la máxima temperatura de operación. Usando la siguiente fórmula se puede calcular el total de la expansión o contracción en el tendido de tuberías PVC y CPVC así:

$$\Delta L = 12 \times Y \times L \times (T1 - T2)$$

Donde:

- $\Delta L$ : Es el valor total del cambio en la dimensión en pulgadas debido a la expansión o contracción térmica del tendido de tuberías
- Y: Es coeficiente de expansión para el material según tabla anterior expresada en pulgadas/10° F/1 pies
- (T1 – T2): Este valor es el diferencial de la temperatura de instalación y la temperatura mínima o máxima del sistema, la que nos proporcione el mayor diferencial en (°F)
- L: Longitud del tendido de la tubería entre cambios de dirección en (pies)
- 12: Es un factor de conversión de pies a pulgadas

#### Ajustes por expansión y contracción térmica para instalaciones sobre el suelo

Comúnmente el sistema de tuberías absorbe las expansiones y contracciones térmicas en sus cambios de dirección. Los tendidos largos de tuberías son los que debemos considerar controlar y ajustar técnicamente, debido a la magnitud de sus expansiones y contracciones térmicas. Para absorber estas fuerzas de expansiones y contracciones prevenido daños al sistema de tuberías, se deben considerar las siguientes opciones en el diseño e instalación:

- Juntas de expansión flexibles: Tipo de junta compuesta por plástico y metal, disponibles en varias configuraciones según diseño y necesidad, excepcionalmente eficientes. Importante que este tipo de junta posea certificaciones internacionales para sus selección y confianza (Imagen 5.7).

Imagen 5.7: Modelo de junta de expansión flexible bridada en caucho y metal



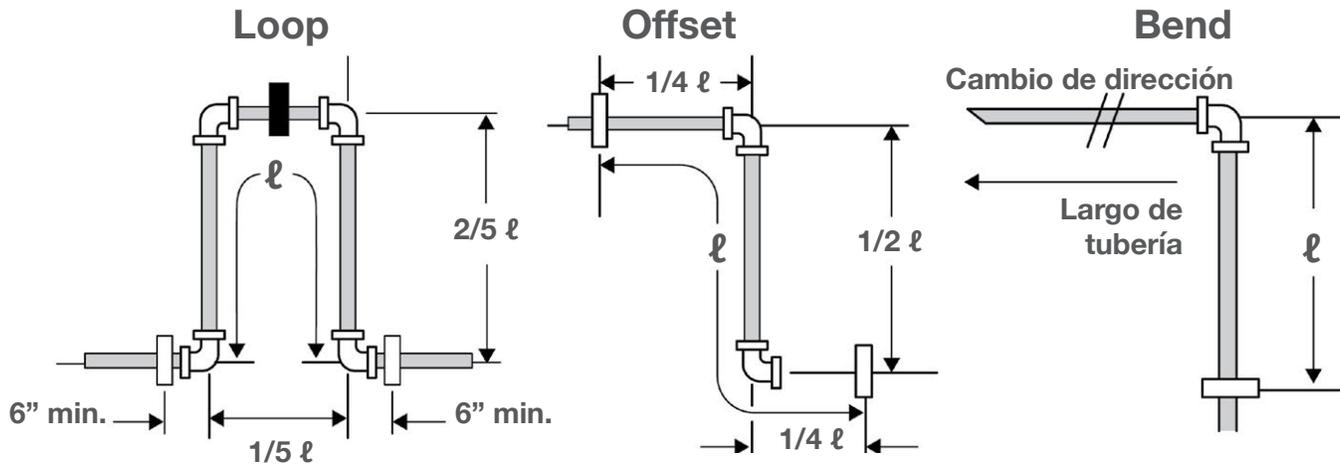
FUENTE: INCORIN

**Métodos para compensación para expansión o contracción térmica en tendido de tuberías**

A continuación, se describen tres opciones de solución para la compensación para expansión o contracción térmica en los sistemas de tuberías (Imagen 5.8):

- **Bucles (loops) de expansión:** Método sumamente sencillo y simple, fabricado con la misma tubería y codos, sus inconvenientes son los requisitos de espacio de compensación y las limitaciones para sistemas de tubería de gran diámetro.
- **Compensación por desalineamiento (offset):** Esta solución consiste en hacer dos cambios de dirección a 90°, sujetando en dos puntos la tubería, calculada su colocación a partir de los cambios de dirección.
- **Compensación por cambio de dirección (bend):** Esta solución consiste en hacer un cambio de dirección a 90°, sujetando en dos puntos la tubería, calculada su colocación a partir del cambio de dirección.

Imagen 5.8 Métodos para compensación para expansión o contracción térmica en tendido de tuberías



FUENTE: Elaboración propia.

**5.4 Ejemplo de aplicación**

Se debe calcular el cambio de longitud para un tendido de 25 metros de tubería IPS PVC 3" SDR 26, operando a una temperatura de 25° C, e instalada a 15° C. Para solucionarlo, se debe hacer notar que las unidades de valor para los datos con los cuales se realiza el análisis están dadas en sistema internacional (SI) e inglés imperial, en la práctica es usual esta mezcla de sistemas.

Por ese motivo, primero deben unificarse todas las unidades al sistema inglés imperial para obtener la expansión lineal en pulgadas, que después se puede convertir a SI en milímetros, o según convenga.

Para este cálculo se usa la fórmula:

$$\Delta L = 12 \times Y \times L (T1 - T2)$$

Donde:

- $\Delta L$ : Es la contracción o expansión lineal en pulgadas
- (Y): Es el coeficiente lineal de expansión, cuyo valor para tubería diámetro 3" (IPS) PVC SDR 26 es;  
 $Y = 2.9 \times 10^{-5}$  pulg/pulg/°F
- L: Longitud de 25 metros equivale en pies, usaremos el factor de conversión de metros a pies, 3.28084 pies/m, tenemos entonces que la longitud del tendido de tubería es 82.02 pies

La temperatura igualmente está dada en unidades del SI, por lo cual usaremos el factor de conversión de °C a °F así, multiplicaremos la temperatura  $1^\circ \text{C} \times 33.80^\circ \text{F}$

- T1: temperatura de operación  $25^\circ \text{C}$  es  $77^\circ \text{F}$
- T2: temperatura de instalación  $15^\circ \text{C}$  es  $59^\circ \text{F}$
- $\Delta T$  = diferencia de temperaturas o delta de temperaturas (T1 – T2), es  $18^\circ \text{F}$  (77-59)
- El resultado  $\Delta L$  es el siguiente:
- $\Delta L = 12 \text{ pulg/pie} \times 2.9 \times 10^{-5} \text{ pulg/pulg/}^\circ\text{F} \times 82.02 \text{ pies} \times 18^\circ \text{F}$
- $\Delta L = 0.513 \text{ pulg}$  (13.03 mm)

Una vez que se ha determinado el cambio en la longitud ( $\Delta L$ ), la longitud de un bucle de expansión, o cambio de dirección se puede calcular de la siguiente manera:

$$\ell = \sqrt{\frac{3ED (\Delta L)}{2S}}$$

Donde:

- $\ell$  = Longitud del bucle de expansión en pulgadas.
- E = Módulo de elasticidad del material PVC o CPVC en psi (ver tabla a continuación)
- D = Diámetro exterior promedio de la tubería en pulgadas.
- $\Delta L$  = Cambio en longitud de la tubería debido al cambio de la temperatura en pulgadas.
- S = Esfuerzo de trabajo al valor de máxima temperatura en psi (ver tabla a continuación).

Para efectos de cálculo se usa la tabla 5.17.

Tabla 5.17: Con relación a variación de la temperatura, Valores módulo de elasticidad (E) y esfuerzo de trabajo (S) para PVC y CPVC

Módulo de elasticidad (E) y esfuerzo de trabajo (S)					
Temperatura		PVC		CPVC	
°F	°C	Módulo de elasticidad (E) (psi)	Esfuerzo de trabajo (S) (psi)	Módulo de elasticidad (E) (psi)	Esfuerzo de trabajo (S) (psi)
73	23	400,000	2,000	360,000	2,000
90	32	372,000	1,500	349,000	1,820
100	38	352,000	1,240	338,000	1,640
120	49	312,000	800	316,000	1,300
140	60	270,000	440	290,000	1,000
160	71	NR	NR	261,000	750
180	82	NR	NR	214,000	500

NR = No recomendado.

FUENTE: (ASTM International, 2006).

Entonces, se aplica la fórmula, usando los siguientes valores para encontrar la longitud de del bucle de expansión:

- E: Valor del módulo de elasticidad a la temperatura máxima de 25° C, es 396,000 psi (extrapolando de la tabla)
- D: Diámetro real exterior promedio de tubería IPS 3" SDR 26 es 3.5 pulgadas
- S: El valor para el Esfuerzo de Trabajo para la temperatura máxima de 25° C, corresponde a 1,765 psi (extrapolando de la tabla)

$$\ell = \sqrt{\frac{3 \times 396,000 \times 3.5 \times 0.513}{2 \times 1,765}}$$

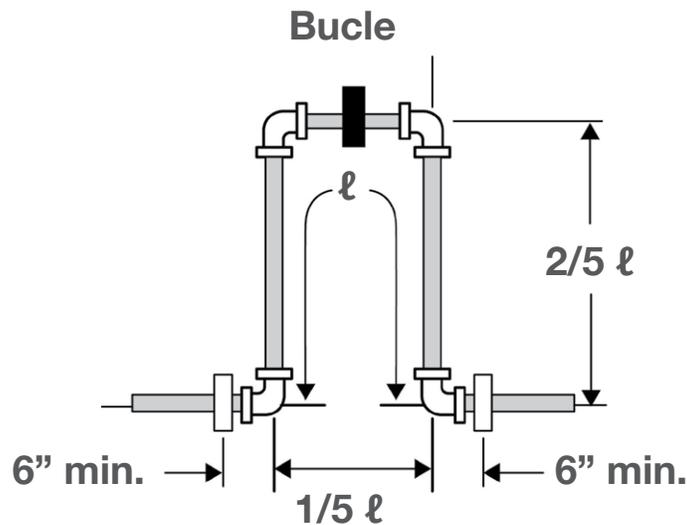
$\ell = 24.58$  pulgadas (624.33 mm)

**Compensación por Bucle (Loop):**

$1/5 \ell = 4.91$  pulg (124.74 mm)

$2/5 \ell = 9.83$  pulg (249.68 mm)

Imagen 5.9 Bucle o loop



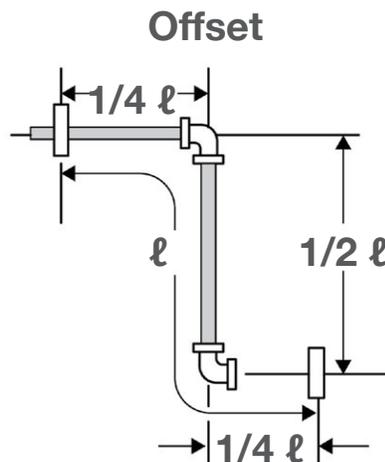
Fuente: Elaboración propia.

**Compensación por desalineamiento (Offset)**

$1/4 \ell = 6.14$  pulg (155.96 mm)

$1/2 \ell = 12.29$  pulg (312.17 mm)

Imagen 5.10 desalineamiento (Offset)

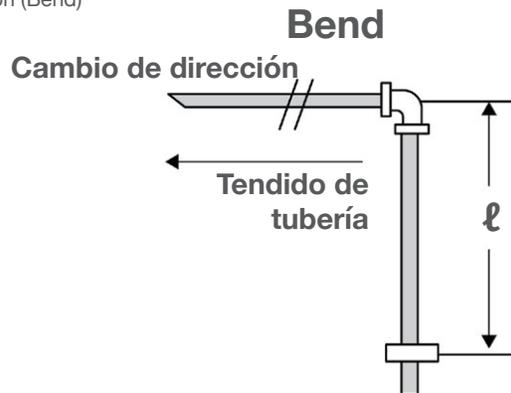


Fuente: Elaboración propia.

**Compensación por cambio de dirección (Bend)**

$\ell = 24.58$  pulgadas (624.33 mm)

Imagen 5.11: cambio de dirección (Bend)



Fuente: Elaboración propia.

**5.4.1 Efectos y cálculo del estrés térmico**

Este es un fenómeno que depende del coeficiente de expansión térmica del material PVC y CPVC, así como también de su módulo de tensión. Es importante verificar que el sistema trabajara perfectamente bajo las condiciones de temperaturas de diseño prevista, por tanto, dependiendo del esfuerzo total de compresión, generado por el efecto de la temperatura en las tuberías, los sistemas debidamente restringidos por arriostres y colgantes pueden dañarse al no considerar esta condición; para efectos de cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = E \times Y \times \Delta T$$

Donde:

- S: Este valor corresponde al esfuerzo que será sometida la tubería en (psi)
- E: Módulo de elasticidad calculado a la temperatura máxima que operara el Sistema en (psi)
- Y: Coeficiente de expansión térmica para el material de la tubería PVC o CPVC en (pulg/pulg/°F)
- $\Delta T$ : Valor total del cambio de temperatura para el sistema diseñado en (°F)
- $\Delta T =$  diferencia de temperaturas o delta de temperaturas ( $T_1 - T_2$ ), es 18° F (77-59)
- $S = 396,000 \times 0.000029 \times 18$
- $S = 206.71$  psi (lbs/pulg2)

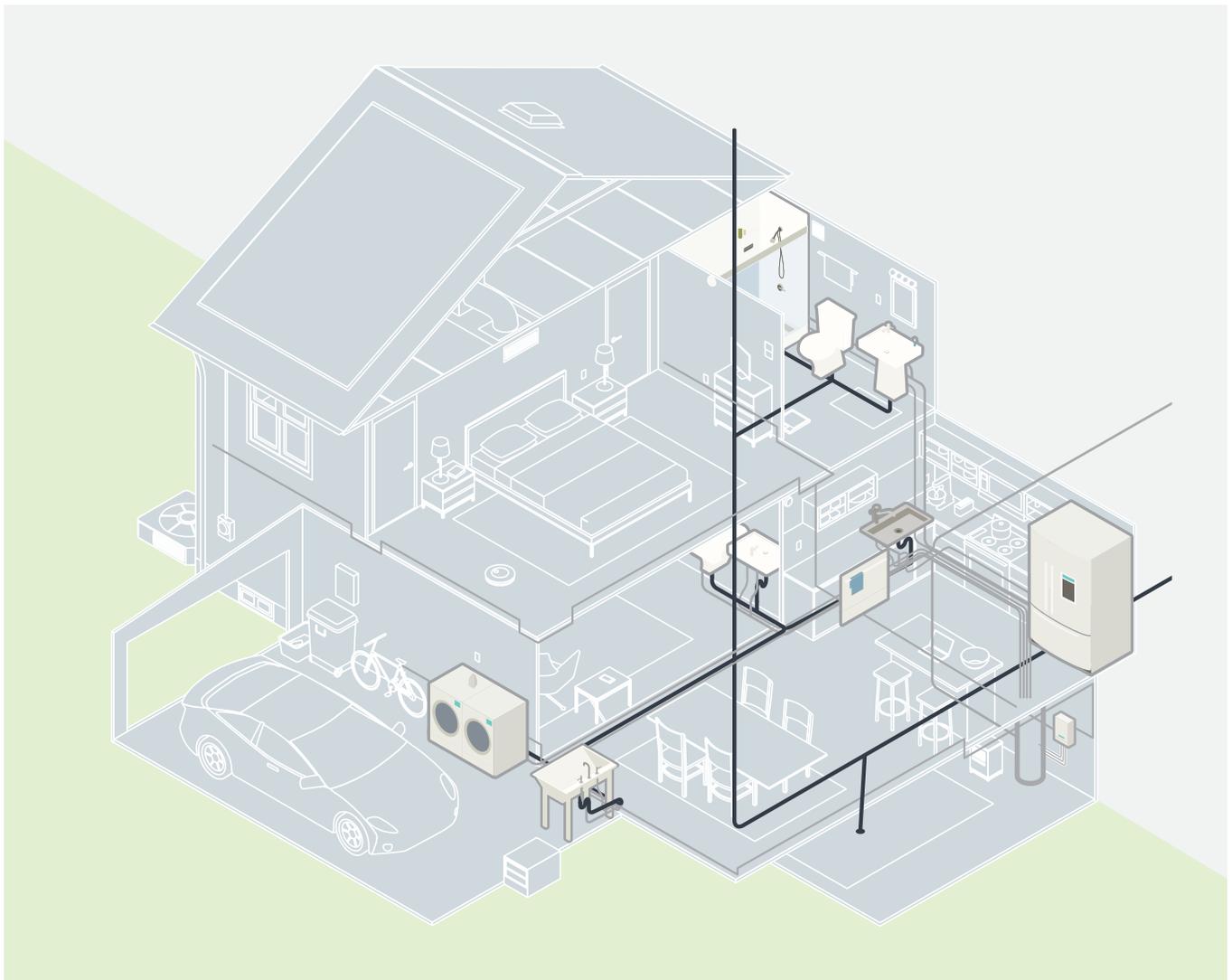
Usando los datos del proyecto de este ejemplo, se realiza el cálculo:

- E: Valor del módulo de elasticidad a la temperatura máxima de 25° C, es 396,000 psi (extrapolando de la tabla)
- Y: Es el coeficiente lineal de expansión, cuyo valor para tubería PVC es;  $Y = 2.9 \times 10^{-5}$  pulg/pulg/°F

Con este resultado de esfuerzo (S) se puede concluir lo siguiente: El valor de S (esfuerzo de trabajo) para tuberías de PVC a una temperatura máxima de 77° F (25° C), extrapolando de la tabla anterior es de  $S = 1,765$  psi, cuyo valor es mayor al obtenido del cálculo de  $S = 206.71$  psi, lo que implica que el estrés o esfuerzo generado por esta expansión térmica al sistema de tubería PVC debidamente arriostrada no excede el esfuerzo máximo permitido, resultando en un buen comportamiento del sistema.

# CAPÍTULO 6

## Diseño de sistemas de tubería por gravedad para agua residual y venteo



# CAPÍTULO 6

## Diseño de sistemas de tubería por gravedad para agua residual y venteo

El objetivo del presente capítulo es implementar un método de diseño para un sistema de conducción por gravedad para agua residual y venteo con tubería vertical y ramal horizontal, cuyo método está basado en la probabilidad de descargas de artefactos o muebles sanitarios específicos listados que son comúnmente usados en cualquier edificación como vivienda,

comercio o uso público intensivo.

Los valores de diseño están basados en unidades de descarga asignadas por aparato sanitario conectado a sistema por gravedad considera su uso de forma aleatoria o probabilística, permitiendo diseños confiables, eficientes y costos efectivos.

### Contenido del capítulo

- 6. **Diseño de sistemas de tuberías por gravedad – agua residual y venteo**
- 6.1. **Requerimientos para el cálculo del diámetro y diseño del sistema por gravedad**
- 6.2. **Unidades de descarga de agua por aparato (DFU)**
- 6.3. Determinación del tamaño para la tubería de drenajes
- 6.4. **Requerimientos de trampas**
- 6.4.1. Recomendaciones y consideraciones para el diseño de trampas
- 6.4.2. Tamaño de las trampas de agua para los distintos aparatos sanitarios
- 6.5. **Puntos de limpieza**
- 6.6. **Cálculo de la ventilación**
- 6.6.1. Recomendaciones y consideraciones para la ventilación
- 6.6.2. Terminales de ventilación

### 6.1 Requerimientos para el cálculo del diámetro y diseño del sistema por gravedad

Estas son las evaluaciones y consideraciones principales que el diseñador debe de valorar para el sistema de drenajes por gravedad de aguas residuales, sistema para ventilación del sistema húmedo.

- Número y tipos de aparatos sanitarios conectados al sistema, por ramal y totales.
- Unidades de descarga asignadas a cada aparato o mueble sanitario DFU (Siglas en inglés de drainage fixture units), para el correcto dimensionamiento de las tuberías para el sistema sanitario y venteo, en todos sus componentes, ramales horizontales, bajantes o verticales, venteos para ramales y venteos para bajantes.
- Caracterización del tipo de efluente a conducir por gravedad, su composición química y temperatura, son características importantes para evidenciar la compatibilidad del material de las tuberías y asegurar su buen funcionamiento.
- Las pendientes mínimas requeridas para buen funcionamiento del sistema por gravedad, asegurando el arrastre y auto limpieza, para alineamientos horizontales y distancias entre sus puntos de conexión a verticales.
- Considerar elementos estructurales como vigas, columnas, para el alineamiento horizontal y vertical del trazo del sistema y puntos de conexión entre ramales o laterales con bajantes, incluyendo el sistema de ventilación.
- Distancia entre los puntos de conexión del sistema, desarrollo de pendientes mínimas requeridas, obstáculos estructurales u otras tuberías.
- Puntos estratégicos para la colocación de sistemas de limpieza y mantenimiento.
- Protección de tuberías expuestas en áreas abiertas que pueden ser golpeadas, como estacionamientos vehiculares, circulación de personas.
- Rotulación del sistema, conforme a definiciones y regulaciones locales.
- Soportes, fijación y arriostres para todos los sistemas diseñados.
- Definir los puntos de conexión o factibilidad externos a la edificación y sus respectivos niveles.

## 6.2 Unidades de descarga de agua por aparato (DFU)

La carga en las tuberías del sistema de drenaje se calculará en términos de valores unitarios de los muebles o aparatos sanitarios conectados al sistema de drenaje, de acuerdo con la asignación de unidades de descarga que cada uno de ellos posee según su tipo. Las tuberías de drenaje de la edificación se dimensionarán utilizando la DFU definidas para los aparatos conectados al sistema y la capacidad de la tubería para conducción de estas.

En la tabla 6.1 a 6.4 se asignan las unidades de descarga de agua (DFU) por:

- Aparato sanitario individual.
- Grupos de aparatos sanitarios en baños
- Tipo de uso, doméstico o público
- Descargas para distintos caudales, identificando la descarga y predominancia para tanques o válvulas fluxómetro

Conversión de caudales de descarga dadas por aparato sanitario expresada en galones por minuto (GPM) a Unidades de Descarga (DFU), podremos usar el valor equivalente a dos (2) Unidades de Descarga, para la conversión de cada galón por minuto. (2 DFU = 1 GPM).

Tabla 6.1: Unidades de aparato para descarga de agua para grupos de baño con inodoros de tanque por gravedad, descarga 1.6 GPF

### VALORES UNITARIOS DE DRENAJE POR APARATOS (DFU) PARA GRUPOS DE BAÑO CON INODOROS DE TANQUE POR GRAVEDAD CON DESCARGA DE 1.6 GPF

			Montaje de uso intensivo	
			Unidades para otros usos diferentes a vivienda	
			Unidades sirviendo 3 o más viviendas	
			Unidades para vivienda individual	
Medio baño o baño social	3	2		
1 grupo de baño	5	3		
1-1/2 baños	6			
2 baños	7			
2-1/2 baños	8			
3 baños	9			
Cada medio baño adicional	0.5			
Cada grupo de baño adicional	1			

Nota: (galones por descarga por sus siglas en inglés GPF, gallons per flush)

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Tabla 6.2: Unidades de aparato para descarga de agua para grupos de baño con inodoros de tanque por presión, descarga 1.6 GPF

**VALORES UNITARIOS DE DRENAJE POR APARATOS (DFU) PARA GRUPOS DE BAÑO CON INODOROS DE TANQUE POR GRAVEDAD CON DESCARGA DE 1.6 GPF**

				Montaje de uso intensivo	
				Unidades para otros usos diferentes a vivienda	
				Unidades sirviendo 3 o más viviendas	
				Unidades para vivienda individual	
Medio baño o baño social	3.5	2.5			
1 grupo de baño	5.5	3.5			
1-1/2 baños	6.5				
2 baños	7.5				
2-1/2 baños	8.5				
3 baños	9.5				
Cada medio baño adicional	0.5				
Cada grupo de baño adicional	1				

Nota: (galones por descarga por sus siglas en inglés GPF, gallons per flush)

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Tabla 6.3: Unidades de aparato para descarga de agua para grupos de baño con inodoros de tanque por gravedad, descarga 3.5 GPF

**VALORES UNITARIOS DE DRENAJE POR APARATOS (DFU) PARA GRUPOS DE BAÑO CON INODOROS DE TANQUE POR GRAVEDAD CON DESCARGA DE 1.6 GPF**

				Montaje de uso intensivo	
				Unidades para otros usos diferentes a vivienda	
				Unidades sirviendo 3 o más viviendas	
				Unidades para vivienda individual	
Medio baño o baño social	3	2			
1 grupo de baño	6	4			
1-1/2 baños	8				
2 baños	10				
2-1/2 baños	11				
3 baños	12				
Cada medio baño adicional	0.5				
Cada grupo de baño adicional	1				
GRUPO DE BAÑO ( 1.6 GPF válvula fluxómetro)	5	3			
GRUPO DE BAÑO ( 3.5 GPF válvula fluxómetro)	6	4			

Nota: (galones por descarga por sus siglas en inglés GPF, gallons per flush)

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Tabla 6.4: Valores unitarios de drenaje por aparatos (DFU) para aparatos sanitarios individuales

**VALORES UNITARIOS DE DRENAJE POR APARATOS (DFU) PARA GRUPOS DE BAÑO CON INODOROS DE TANQUE POR GRAVEDAD CON DESCARGA DE 1.6 GPF**

Montaje de uso intensivo				
Unidades para otros usos diferentes a vivienda				
Unidades sirviendo 3 o más viviendas				
Unidades para vivienda individual				
Bañera o combinación de baño/ducha, trampa de 1-1/2"	2	2		
Bidet, trampa de 1-1/4"	1	1		
Lavadora de ropa, doméstica, tubería vertical de 2"	3	3	3	
Lavadora de trastos, doméstica, con drenaje independiente	2	2	2	
Fuente para beber o enfriador de agua			0.5	
Trituradora de desperdicios de comida, comercial, trampa principal 2"			3	
Drenaje de piso, auxiliar			0	
Fregadero de trastos, doméstico, con trampa de 1-1/2"	2	2	2	
Fregadero de trastos, doméstico, con trituradora de desperdicios de comida	2	2	2	
Fregadero de trastos, doméstico, con lavadora de trastos	3	3	3	
Fregadero de trastos, doméstico, con triturador y lavadora de trastos	3	3	3	
Lavadero de uno o dos compartimentos, drenaje en 1-1/2"	2	2	2	
Lavadero con descarga del lavado de ropa	2	2	2	
Lavamanos con drenaje en 1-1/4"	1	1	1	1
Lava trapeador, con trampa de 3"			3	
Fregadero de servicio, con trampa de 3"			3	
Ducha con trampa de 1-1/2"	2	2	2	
Ducha con trampa de 2"	2	2	2	
Grupo de duchas por cabeza (uso continuo)			5	
Poceta con trampa de 1-1/2"	2	2	2	
Poceta con trampa de 2"	3	3	3	
Poceta con trampa de 3"			5	
Trampa tamaño de 1-1/4" (otros)	1	1	1	
Trampa tamaño de 1-1/2" (otros)	2	2	2	
Trampa tamaño de 2" (otros)	3	3	3	
Trampa tamaño de 3" (otros)			5	
Trampa tamaño de 4" (otros)			6	
Urinal 1.0 GPF			4	5
Urinal mayor a 1.0 GPF			5	6
Fuente de lavado con trampa de 1-1/2"			2	
Fuente de lavado con trampa de 2"			3	

**VALORES UNITARIOS DE DRENAJE POR APARATOS (DFU) PARA GRUPOS DE BAÑO CON INODOROS DE TANQUE POR GRAVEDAD CON DESCARGA DE 1.6 GPF**

Montaje de uso intensivo				
Unidades para otros usos diferentes a vivienda				
Unidades sirviendo 3 o más viviendas				
Unidades para vivienda individual				
Poceta para lavado, cada conjunto de grifos			2	
Inodoro de 1.6 GPF con tanque de gravedad o presión	3	3	4	6
Inodoro de 1.6 GPF con válvula fluxómetro	3	3	4	6
Inodoro de 3.5 GPF con tanque por gravedad	4	4	6	8
Inodoro de 3.5 GPF con válvula fluxómetro	4	4	6	8
Bañera con hidromasaje o combinación de baño/ducha, con trampa de 1-1/2"	2	2		

Nota: (galones por descarga por sus siglas en inglés GPF, gallons per flush)

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

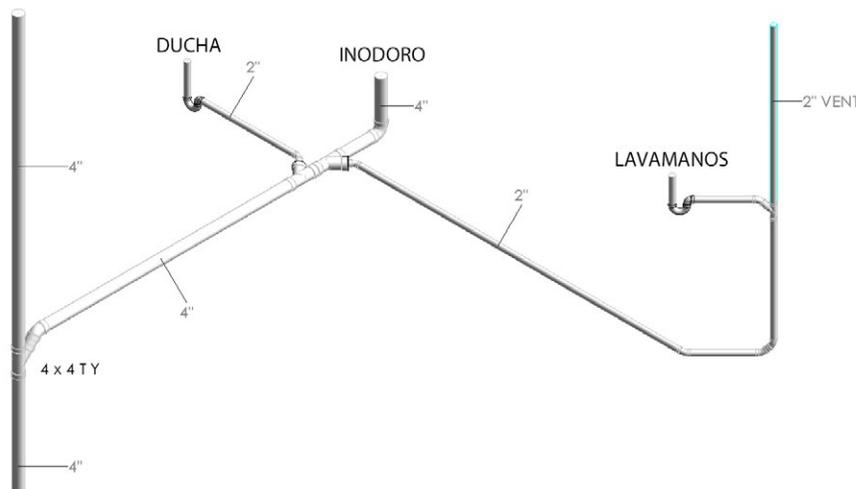
Para efecto de utilizar estas tablas, se deben considerar los siguientes supuestos:

- Un grupo de baños consta de no más de un inodoro, hasta dos lavamanos y una combinación de tina y ducha, o ducha solamente; otros aparatos dentro del baño se contabilizarán por separado para determinar la carga total de unidades de drenaje.
- Un medio baño o tocador, consiste en un inodoro y un lavamanos.
- Para los aparatos no listados se toman como referencia los aparatos listados que tienen un flujo y frecuencia de uso similares.
- Cuando las unidades de aparatos para descarga de agua (DFU) son adicionados para determinar la carga en el sistema de drenajes o partes de este, redondee la sumatoria al próximo número entero, antes de referirse a las tablas 6.5, 6.6 y 6.7, que se utilizan para el dimensionamiento de las tuberías para drenajes y venteo. Valores de 0.5 o más, deberán redondearse al próximo número entero mayor (9.5 = 10 DFU), valores de 0.4 o menos deberán redondearse al número entero menor (9.4 = 9.0 DFU).
- Otros usos que no sean vivienda se definirán como aplicaciones para negocios, comercial, industrial y otros con alto tráfico de personas; que incluye las áreas comunes y publicas en hoteles, moteles y edificios de apartamentos.

- Ocupaciones bastante populosas aplica para instalaciones sanitarias en lugares con gran cantidad de personas, pero que no se utilizan en forma sostenida, según el tiempo y carga del drenaje. Estos son lugares como escuelas, auditoriums, estadios, pistas de carreras, terminales de transporte, teatros y lugares similares. Incluso, es probable que sea hagan colas durante los periodos de uso máximo.
- Donde se descarguen otros aparatos que no sean sanitarios al sistema, se debe usar la equivalencia de 2 DFU por cada GPM de ese aparato.

La imagen 6.1 muestra las descargas de aparatos conectados en un ramal horizontal en 4", drenando a una bajante vertical en 4", caso típico de un cuarto de baño, el sistema esta venteado en el lavamanos.

Imagen 6.1: Descarga horizontal con venteo a bajante vertical descargas de aparatos en cuarto de baño típico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

### 6.3 Determinación del tamaño para la tubería de drenajes

Se utilizan los valores calculados para los aparatos sanitarios conectados al sistema por ramal y conjunto, basados en las DFU acumuladas por aparato y agrupaciones de ellos, según las tablas anteriores.

Los tamaños de las tuberías se determinarán a partir de las tablas 6.5 y 6.6 sobre la base de la carga unitaria del accesorio de drenaje (DFU) calculado a partir de las

tablas 6.1 a 6.4. El tamaño de las tuberías de drenaje sanitario no se reducirá en la dirección del flujo.

La tabla 6.5 define la relación para la capacidad de drenaje del diámetro, la pendiente hidráulica del diseño para la tubería y las DFU que dicha tubería puede conducir por gravedad, en cualquier parte del edificio.

Tabla 6.5: Drenajes y alcantarillados del edificio

#### DRENAJES Y ALCANTARILLADOS DEL EDIFICIO\*

Máximo número de unidades de drenaje (DFU) que pueden estar conectadas a cualquier porción de drenajes o alcantarillado del edificio

Tamaño de la tubería (pulgadas)	Pendiente 0.5 %	Pendiente 1.0 %	Pendiente 2.0 %	Pendiente 4.0 %
2			21	26
3		36 <sup>2</sup>	42 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700
15	7,000	8,300	10,000	12,000

Notas:

\*Alcantarillados en el sitio que sirven a más de un edificio pueden dimensionarse de acuerdo con los estándares y especificaciones actuales de la autoridad que tiene jurisdicción sobre alcantarillado público.

<sup>2</sup> Mezcla de inodoros con drenaje en 3". Donde la tubería de 3" sirve a mezclas de inodoros con descarga de 1.6 y 3.5 (o mayores) GPF, el inodoro con descarga de 3.5 GPF será contado como 2 inodoros para el propósito de determinar el número total de inodoros para la tubería de drenaje de 3".

La Carga de Unidades de Drenaje de Aparatos (DFU) para cada inodoro con descargas de 3.5 GPF (o mayores) están indicadas en las tablas 6.1 a 6.4.

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

La tabla 6.6 define para cada diámetro de tubería su capacidad de conducción por gravedad para las DFU computadas que aportan los aparatos sanitarios conectados, en ramales de tuberías colocadas horizontales, bajante o tubería vertical donde se conectan tuberías de ramales horizontales de 3 niveles o menos y bajante o tubería vertical donde se conectan tuberías de ramales horizontales de 3 o más niveles.

Tabla 6.6 Número de unidades de aparato para ramales horizontales y bajantes

### RAMALES HORIZONTALES Y BAJANTES PARA APARATOS SANITARIOS

Máximo número de unidades de drenaje (DFU) que pueden ser conectadas a cualquier ramal horizontal para aparatos sanitarios, a bajante sanitaria de tres intervalos de ramales o menos, o bajantes de más de 3 intervalos de ramales

Tamaño de la tubería (pulgadas)	Cualquier ramal horizontal de aparatos*	Una bajante de 3 intervalos de ramales o menos	Bajante con más de 3 intervalos de ramales	
			Total por bajante	Total en un intervalo de ramal
1-1/4"	1	1	1	1
1-1/2"	3	4	8	2
2	6	10	24	6
3	20 <sup>2</sup>	48 <sup>3</sup>	72 <sup>3</sup>	20 <sup>3</sup>
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	960	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,000	8,400	1,500
15	7,000			

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Notas: \* No se incluyen ramales del drenaje del edificio.

<sup>2</sup> Bajante de 3". No más de 4 inodoros o grupos de baños serán instalados en algún intervalo de ramal horizontal para bajante de 3", y no más de un total de 12 en la bajante. <sup>3</sup> Drenaje y alcantarilla en 3".

1. En unidades para viviendas individuales, no más de 3 inodoros o grupos de baños serán instalados en el drenaje del edificio o alcantarilla, o ramal de estos.

Excepción: Para inodoros de 3.5 GPF o más, no serán permitidos más de 3 inodoros o grupo de baño.

2. En otros que no sean viviendas individuales, no más de 4 inodoros o grupos de baños serán instalados en el drenaje del edificio o alcantarilla, o ramal de los mismo.

Para el uso de estas tablas se debe tener en cuenta que:

- No incluye el ramal de drenaje del edificio.
- No se instalarán más de cuatro inodoros o grupos de baño dentro de cualquier ramal horizontal de intervalo o entrepiso a una bajante de diámetro 3".
- Para viviendas no se deben drenar en ramales horizontales más de 6 inodoros o grupos de baños, en tubería de diámetro de 3"; y tampoco como descarga desde la edificación a la alcantarilla. Igualmente, en otras facilidades que no sean viviendas, no se deben drenar más de cuatro inodoros o grupos de baños en ramales horizontales en tuberías de diámetro de 3".

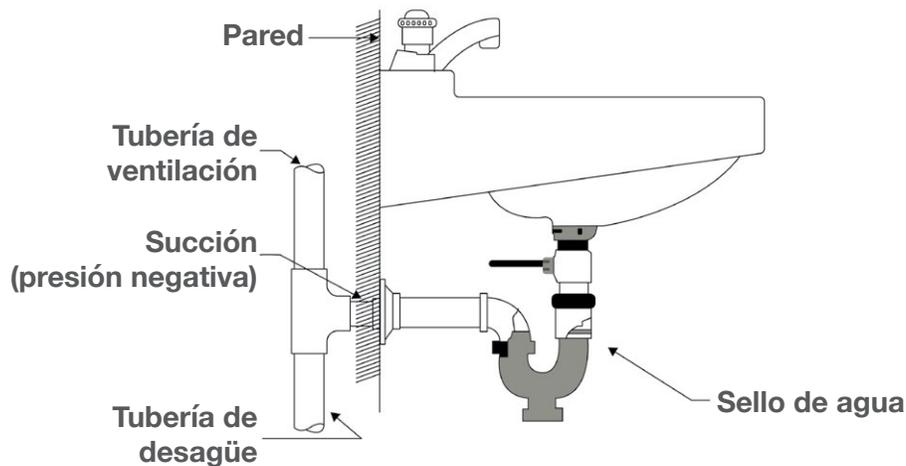
## 6.4 Requerimientos de trampas

Las trampas son sellos hidráulicos que evitan que el olor desagradable del gas sulfhídrico, producto de la hidrólisis de la carga orgánica, retorne y salga al ambiente. Dichas trampas pueden perder la cantidad de agua que las mantiene selladas, por la succión o vacío que ocasionan las descargas de importantes volúmenes de agua, ocasionadas por inodoros, tinas

de baño o lavadoras de ropa; por tanto, las trampas deben diseñarse junto a los sistemas de venteo, para evitar el fenómeno de succión al permitir el ingreso de aire y la presión atmosférica positiva. La imagen 6.2 ilustra la aplicación de las trampas o sifón haciendo el sello hidráulico contra malos olores, en un sistema por gravedad.

Imagen 6.2: Trampa en lavamanos y venteo

### Sifón con el sello de agua



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 6.4.1 Recomendaciones y consideraciones para el diseño de trampas

- En los aparatos sanitarios, los malos olores típicos de las aguas residuales se atrapan mediante una trampa de agua colocada lo más cerca posible del aparato en su salida para descarga.
- La distancia vertical desde la salida del aparato sanitario o hasta la trampa de sellado de agua no excederá las 24 pulgadas (609.6 mm).
- Los aparatos sanitarios como los inodoros no utilizan dos trampas, a menos que se proporcione un respiradero de alivio entre ambas.
- Se puede instalar una combinación de aparatos sanitarios con una trampa de sellado de agua, siempre que las salidas de desechos no estén más de 30 pulgadas de distancia (762.0 mm).

- Se puede instalar una trampa de sello de agua para un fregadero de dos o tres compartimentos, o hasta tres lavabos que sean adyacentes entre sí en la misma habitación, y donde la trampa sello de agua está ubicada en el centro de la instalación de estos aparatos sanitarios.
- No se descargará ninguna máquina lavadora de ropa o lavadero de ropa en una trampa de sellado de agua que sirva al fregadero de la cocina, debido a los altos volúmenes de descarga.

La imagen 6.3 ilustra dos tipos de trampas o sifones en PVC, sin registro y otro con registro para facilitar mantenimiento.

Imagen 6.3: Trampa o sifón sin registro (A) y con registro (B)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

## 6.4.2 Tamaño de las trampas de agua para los distintos aparatos sanitarios

El tamaño de la trampa de sellado de agua del artefacto (diámetro nominal), debe ser suficiente para drenar el artefacto rápidamente y en ningún caso menos, que el dado en la tabla 6.7. Deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Ninguna trampa de sellado de agua debe ser más grande que la tubería de drenaje en la que descarga.

- Las trampas de sellado de agua integrales se ajustarán a estándares apropiados

La tabla 6.7 define el tamaño mínimo de la trampa de sello de agua diseñada para la descarga de aparatos sanitarios que no la poseen integrada.

Tabla 6.7: Tamaño mínimo requerido para trampas no integradas en aparatos sanitarios

<b>TAMAÑO MÍNIMO DE TRAMPAS NO INTEGRALES</b>	
Aparato sanitario	Tamaño de la trampa Diámetro en pulgadas
Tina o bañera (con o sin ducha)	1 1/2
Bidet	1 1/4
Máquina lavadora de ropa, a bajante	2
Combinación poceta y lavadero con triturador desperdicio de alimentos	1 1/2 (1)
Combinación de poceta cocina, lavaplatos y triturador desperdicio de alimentos	1 1/2
Unidad dental o escupidera	1 1/4
Lavabo dental	1 1/4
Fuente para beber	1 1/4
Lavadora de platos, comercial	2
Lavadora de platos, doméstica (sin trampa integral)	1 1/2
Drenaje de piso	2
Triturador de desperdicios, uso comercial	2
Triturador de desperdicios, uso doméstico	1 1/2
Fregadero de cocina doméstico, con unidad trituradora de desperdicios de alimentos	1 1/2
Fregadero de cocina doméstico	1 1/2
Lavabo, común (privado y público)	1 1/4
Lavabo (barbería, salón de belleza o cirujanos)	1 1/2
Lavabo tipo múltiple (fuente de lavado o poceta lavado)	1 1/2
Bandeja de lavandería (1 o 2 compartimentos)	1 1/2
Cabina de ducha o drenaje para ducha (ducha individual)	1 1/2
Cabina de ducha o drenaje para ducha (duchas múltiples)	2
Fregadero (cirujanos)	1 1/2
Fregadero (Tipo lavado de llanta, con válvula para lavado)	3
Fregadero (Tipo servicio con descarga y trampa al piso)	3
Fregadero (Tipo servicio con descarga y trampa a la pared)	2
Fregadero comercial (tipo olla, trascocina o similar)	2
Fregadero comercial (con triturador desperdicio de alimentos)	2

Nota: (1) Se requiere una trampa sello de agua separado para poceta lavatrastos y otra por separado para el compartimento con trituradora de desperdicios de comida.

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

## 6.5 Puntos de limpieza

Los puntos de limpieza son aquellos puntos de acceso, estratégicamente ubicados, para realizar operaciones de mantenimiento al sistema cuando sea requerido, ya sea para mantenimiento o *cleanout* (C.O). Las recomendaciones para estos y puntos de acceso son los siguientes:

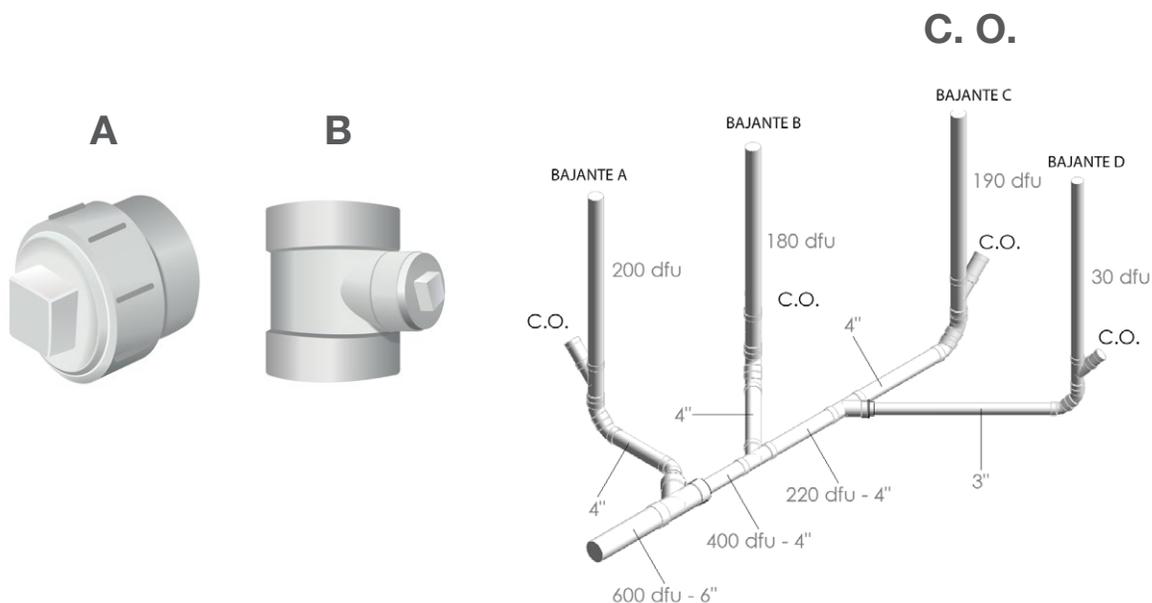
- Los puntos limpiezas en las líneas de drenaje horizontales deben estar espaciados a intervalos que no excedan los siguientes valores:
  - Tamaño de tubería de 4 "o menos: 75 pies (22.86 m)
  - Tamaño mayor de 4 " y más grande: 100 pies (30.48 m)
- Cuando se diseña para un sistema enterrado de un edificio, los puntos de mantenimiento y acceso se extenderán verticalmente, hasta o por encima del nivel del piso terminado.
- Los puntos de limpieza se deben instalar en los cambios de dirección en la tubería de drenaje como 60 °, 70 ° y 90 °.
- Los puntos de limpieza para tuberías ocultas se extenderán y terminarán al ras de la pared o a nivel de

piso terminado; pozos o cajones pueden dejarse en la pared o piso, siempre que sean de tamaño suficiente para permitir la remoción del tapón de limpieza y la operación de mantenimiento adecuada del sistema.

- Se proporcionará un punto de limpieza y mantenimiento cerca de la base de cada bajante de tubería vertical de drenajes sanitarios y se ubicará a 6 pulgadas por encima del borde del nivel de inundación del aparato o sistemas de drenaje más bajo en el piso más bajo.
- Si no hay aparatos sanitarios o accesorios instalados en el piso más bajo, la limpieza se instalará en la base de la tubería bajante vertical.
- Los puntos de limpiezas se instalarán de modo que la limpieza se abra en la dirección del flujo de la línea de drenaje o en ángulos rectos al mismo.

La imagen 6.4 ilustra el accesorio PVC DWV por separado, su registro roscado (A) y la YeeTee (B) donde se adapta y sistema para puntos de inspección (*cleanout*) (C.O.) para acceso a la tubería por razones de mantenimiento.

Imagen 6.4: Accesorios PVC DWV para acceso a inspección (*Cleanout*), mantenimiento y colocación en sistema sanitario



FUENTE: (*Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009*)

La tabla 6.8 define el tamaño mínimo requerido del punto de limpieza para mantenimiento conforme al diámetro de tubería que será conectado.

Tabla 6.8 Dimensiones mínimas para puntos de acceso a mantenimiento y limpieza

TAMAÑO PARA PUNTO DE ACCESO PARA LIMPIEZA	
Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Tamaño nominal acceso limpieza (pulg)
1 1/4	1 1/4
1 1/2	1 1/2
2	2
3	3
4 y 6	4
8 y 10	6
12 y 15	8

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

## 6.6 Cálculo de la ventilación

Este sistema permite que el drenaje de agua residual por gravedad funcione correctamente. Evita malos olores ocasionados por la rotura de los sellos hidráulicos en las trampas, debido al fenómeno de succión o vacío por las descargas típicas de aparatos sanitarios. De esa manera resuelve problemas de resistencia en la descarga, por presencia de gases al permitir el ingreso de la presión atmosférica al sistema de drenaje. Como ya se mencionó, este sistema complementa al sistema de trampas descrito en el apartado 6.4.

### 6.6.1 Recomendaciones y consideraciones para la ventilación

A continuación, se detallan las recomendaciones para cada tipo de sistema de venteo.

#### Sistema de venteo para tubería vertical de drenaje sanitario y tubería para venteo vertical adjunto a la tubería de bajante vertical sanitaria

Se debe proporcionar una chimenea de ventilación para las bajantes de drenaje que tengan cinco o más entresijos con llegadas de ramales horizontales. Donde las bajantes verticales de drenaje tienen cinco o más entresijos con llegadas de ramales horizontales, la tubería de ventilación debe conectarse al tubo de drenaje vertical como ventilación de alivio, ya sea:

- A la tubería vertical de bajante de drenaje en o debajo de la tubería ramal horizontal más baja o,
- Al drenaje del edificio dentro de los 10 diámetros de tubería aguas abajo desde la base de la tubería vertical de bajante.

También se permitirá que se proporcionen chimeneas de ventilación para tuberías verticales de bajante de drenaje para edificaciones que tengan menos de cinco entresijos o niveles con ramales horizontales.

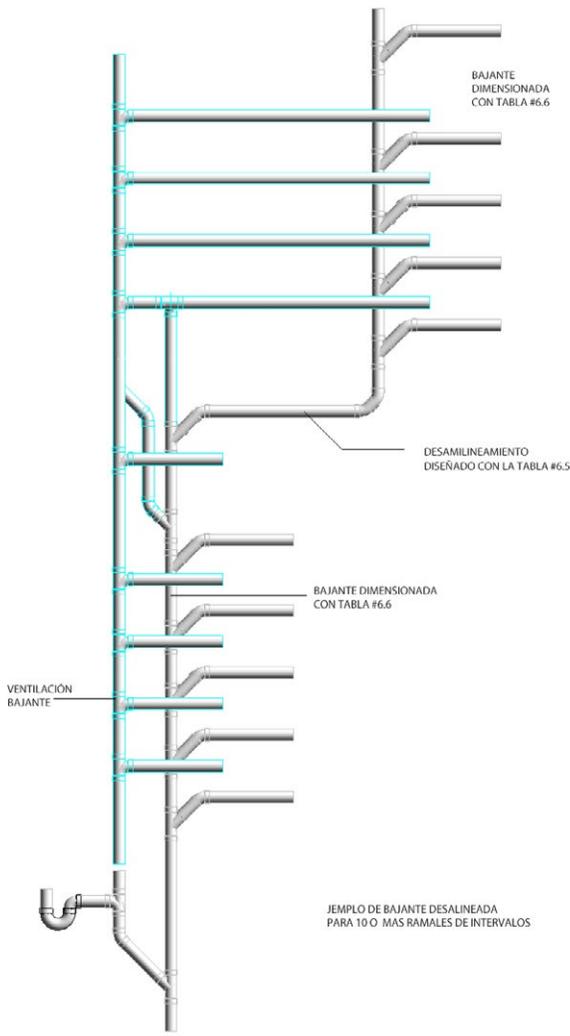
#### Ventilaciones de alivio para tuberías verticales de bajantes que tienen diez o más entresijos o niveles con ramales horizontales

Se debe proporcionar un venteo de alivio para cada diez entresijos o niveles con ramales horizontales, comenzando en la parte superior de la bajante. El extremo inferior de cada venteo de alivio se conectará a la bajante de drenaje como un respiradero de yugo debajo de su décimo ramal horizontal de entresijo o nivel del edificio.

El extremo superior del venteo de alivio debe conectarse a la tubería vertical para venteo del sistema paralelo a la tubería bajante a una altura no menor de 3 pies (914.4 mm) por encima del nivel del piso servido por el ramal horizontal del entresijo o nivel de bifurcación.

La imagen 6.5 ilustra el sistema de drenajes y ventilación referidos.

Imagen 6.5: Ejemplo de sistema de ventilación para sistemas horizontales de entrepisos y bajante fuera de alineamiento



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

### Cabezales de ventilación

Los venteros se pueden conectar en un cabezal común en la parte superior de una o más tuberías verticales y luego extenderse al aire libre en un punto factible.

### Prohibiciones y restricciones

El sistema de ventilación de tuberías para drenajes sanitarios por gravedad no se debe utilizar para fines distintos a la ventilación del sistema sanitario.

## 6.6.2 Terminales de ventilación

### Extensión sobre techos

Los tubos de ventilación deben terminar a no menos de 6 pulgadas (152.4mm) por encima del techo, medidos desde el punto más alto donde la ventilación se cruza con el techo. Las tuberías de ventilación deben extenderse por lo menos 7 pies (2133.6 mm) por encima del techo y deben estar debidamente apoyadas y arriostradas.

Excepto cuando se utilice un techo para cualquier otro propósito, que no sea la protección contra la intemperie, y el mantenimiento de equipos como manejadoras para aire acondicionado u otros ubicados en techos o azoteas.

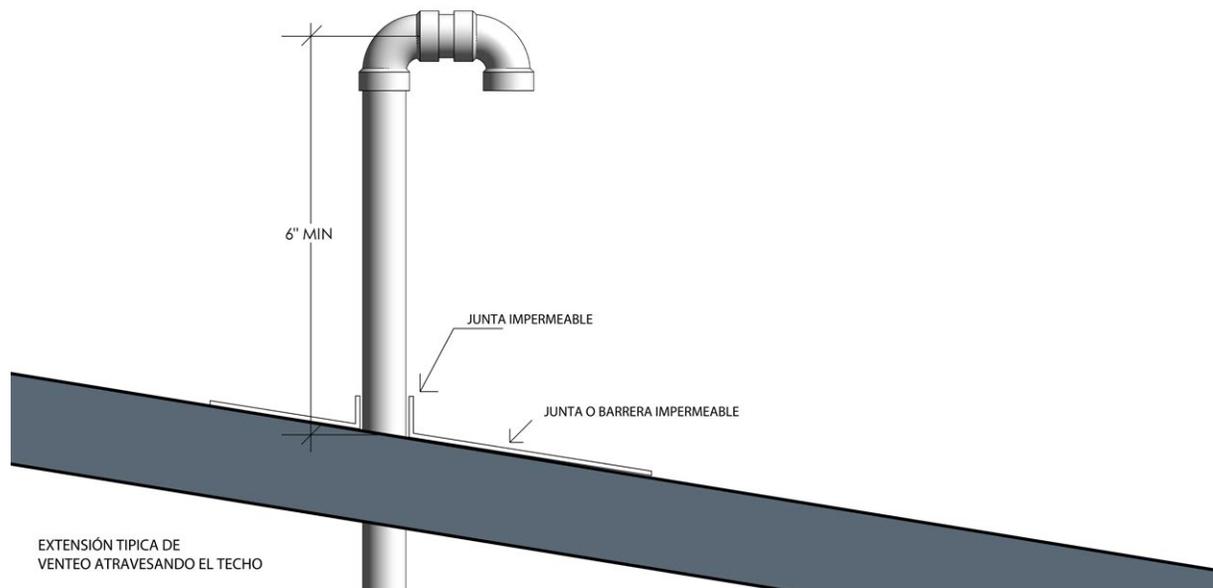
### Tapajuntas impermeables

Los terminales de ventilación se sellarán en forma hermética con el techo, mediante un tapajuntas adecuado.

### Ubicación de la terminal del ventero

Los terminales de ventilación no deben ubicarse donde los vapores puedan ingresar al edificio. Ninguna terminal de ventilación debe ubicarse directamente debajo de ninguna puerta, ventana u otra abertura de ventilación del edificio en el que está instalada u otro adyacente. Por otra parte, ninguna terminal de ventilación debe estar dentro de los 10 pies (3048.0mm) horizontalmente de dicha abertura a menos que esté al menos a 2 pies (609.6 mm) por encima de la parte superior de dicha abertura. La imagen 6.6 ilustra la extensión del sistema de ventero en el exterior sobre el techo y elementos sellantes.

Imagen 6.6: Extensión típica sobre el techo



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (*Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990*).

### Pendiente de ventilación

Las tuberías de ventilación y ramales deben estar libres de caídas y combaduras, deben estar inclinadas y conectadas de manera que el drenaje por gravedad no entre al sistema.

### Tubería vertical para venteo paralela al tubo bajante para drenaje sanitario

Cada venteo se elevará verticalmente a un mínimo de 6 pulgadas (152.4 mm) por encima del nivel de inundación del borde del artefacto sanitario servido que se está instalando antes de conectarlo a otro venteo.

### Ventilación horizontal debajo del borde del nivel de inundación del aparato sanitario

El venteo se quitará donde una tubería de ventilación se conecta a un ramal horizontal de drenaje de un aparato sanitario, y las condiciones requieren una compensación o desalineamiento horizontal en el venteo debajo del borde del nivel de inundación del artefacto servido.

Esto se hará de manera que la porción horizontal invertida de la tubería de ventilación está en o por encima de la línea central del tubo de drenaje sanitario horizontal o tubería de desagüe.

### Pendiente de ventilación horizontal

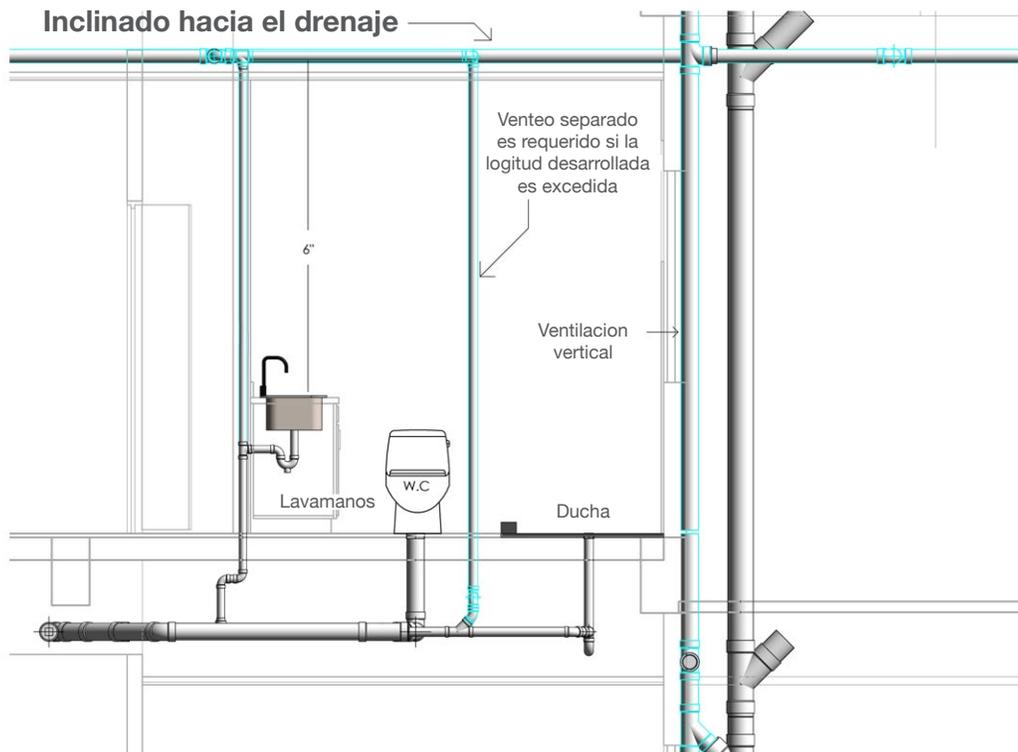
La parte del venteo horizontal instalado debajo del borde del nivel de inundación del ramal horizontal se instalará con la pendiente requerida para drenar por gravedad al sistema de drenaje.

### Altura de la conexión de ventilación por encima de los aparatos sanitarios

Conexiones entre cualquier tubo de ventilación horizontal, incluidos los venteos individuales, los venteos de ramales horizontales, los venteos de alivio, el circuito ventilaciones o ventilaciones de bucle, y una tubería vertical de ventilación o ventilación de la chimenea se debe hacer al menos 6 pulgadas (152.4mm) por encima del borde del nivel de inundación del aparato sanitario más alto en el nivel del piso.

La imagen 6.7 ilustra la tubería PVC para el venteo diseñada sobre los aparatos sanitarios conectados.

Imagen 6.7: Sistema de venteo para los aparatos sanitarios



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (*Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990*).

### Ventdeo de aparatos sanitarios y accesorios

Los aparatos sanitarios deben tener un venteo ubicado de manera que el venteo se conecte por encima del vertedero superior de la trampa sello de agua y la longitud del brazo de la trampa sello de agua este dentro de los límites establecidos en la tabla 6.9, la cual muestra la longitud máxima que puede tener de separación la trampa sello de agua, con la tubería de venteo, tanto para diseño como instalación, asegurando su buen funcionamiento.

Tabla 6.9 Máxima longitud para el brazo de la trampa

MÁXIMA LONGITUD DEL BRAZO DE LA TRAMPA		
Tamaño del brazo de la trampa (pulg)	Longitud brazo trampa a venteo	Pendiente pulg por pie (%)
1 1/4	3'6" (1.06 m)	1/4 (2%)
1 1/2	5' (1.52 m)	1/4 (2%)
2	8' (2.44 m)	1/4 (2%)
3	10' (3.05 m)	1/8 (1%)
4	12' (3.66 m)	1/8 (1%)

Nota: Esta tabla se ha ampliado en los requisitos de longitud para la aplicación de los principios de la ventilación húmeda. La pendiente no debe exceder 1/4 "por pie (S: 2 %).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (*Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009*).

### Inodoros y otros aparatos sifónicos

Para inodoros y otros artefactos que operan por acción sifónica, la distancia entre la salida del aparato sanitario y su conexión de ventilación no deben exceder los 3 pies (914.4mm) verticalmente y 9 pies (2743.2 mm) horizontalmente.

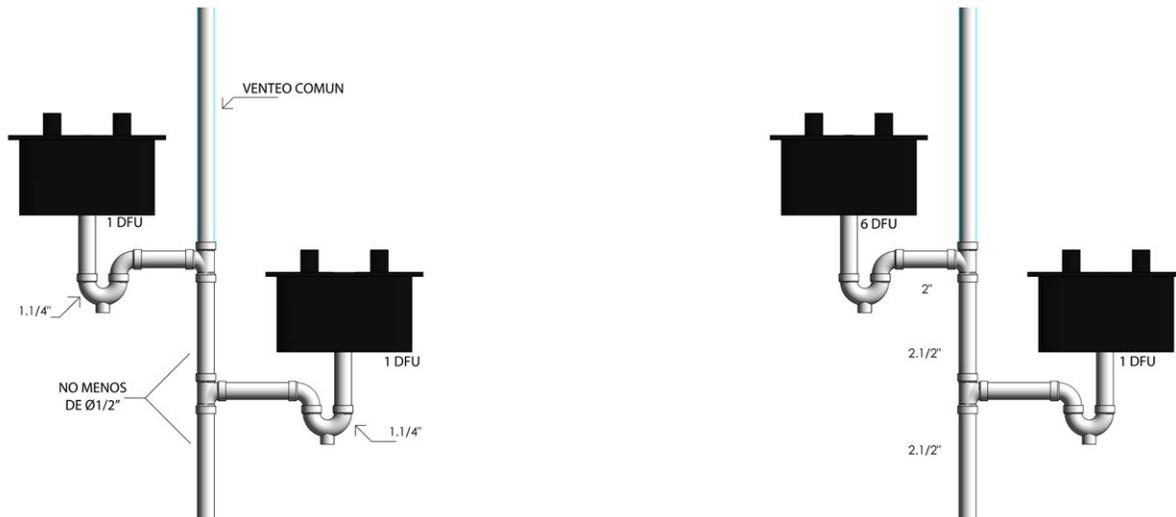
### Venteos comunes

- Ventilación individual como ventilación común: Se puede usar un venteo individual, instalado verticalmente, como un venteo común para dos trampas de sello de agua de artefactos cuando ambos aparatos sus desagües se conectan con un tubo para drenaje vertical al mismo nivel.

- Aparatos sanitarios conectados a diferentes niveles: Se puede usar un venteo común para dos aparatos sanitarios instalados en el mismo piso pero que se conectan a un desagüe vertical en diferentes niveles, siempre que el desagüe vertical sea un tamaño de tubería más grande que el desagüe del aparato sanitario del nivel o piso superior, pero en ningún caso más pequeño que el drenaje del aparato sanitario del piso inferior.

La imagen 6.8 ilustra estas 2 posibles condiciones para diseño del sistema de venteo.

Imagen 6.8: aparatos sanitarios conectados directo a la bajante vertical sanitaria en diferentes niveles y descarga de unidades de drenaje (DFU)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (*Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009*).

### Ventilación húmeda

- **Grupos de baño individual:** Se permite que un lavabo con ventilación individual en un solo grupo de baños sirva como ventilación húmeda para ya sea el inodoro, la bañera o la ducha, el inodoro y la bañera / ducha si todo cumplen con las condiciones siguientes:
  - La tubería para ventilación húmeda puede tener un tamaño mínimo de 1-1 / 2 pulgadas si la curva para descarga del inodoro es de 3 pulgadas o será mínimo de 2 pulgadas si la curva del inodoro es de 4 pulgadas.
  - Un desagüe de una rama horizontal que sirva tanto al lavabo como a la bañera o la ducha debe tener una tubería con diámetro mínimo de 2 pulgadas.

- Revisar la distancia entre el venteo y la trampa sello de agua, para la bañera o ducha si está dentro de los límites de la tabla 6.9. Si no, la bañera o la ducha debe tener ventilación individual.
- Revisar la distancia desde la salida del inodoro hasta la conexión del venteo húmedo está dentro de los límites establecido para Inodoros y otros aparatos sifónicos. De lo contrario, el inodoro se ventilará individualmente.
- Un ramal horizontal que sirva al lavabo y la bañera o la ducha se conectará a la tubería vertical bajante en el mismo nivel que el inodoro, o puede conectarse a la curva del inodoro, o al lavabo y la bañera o la ducha puede conectarse individualmente a la curva del inodoro.

- Cuando el grupo de baños es la carga más alta en una tubería vertical bajante, un ramal horizontal que sirve al lavabo y la bañera o la ducha pueden conectarse a la tubería vertical bajante debajo de la curva del inodoro, o el lavabo y la bañera o la ducha

pueden conectarse individualmente a la tubería vertical bajante debajo de la curva del inodoro.

Las imágenes 6.9 y 6.10 ilustran los diseños del venteo para las condiciones referidas.

Imagen 6.9 Ejemplo de venteo para grupo de baño, lavamanos venteado y ducha descarga a descarga de inodoro y estos directo a bajante vertical venteada (solamente para el último piso)

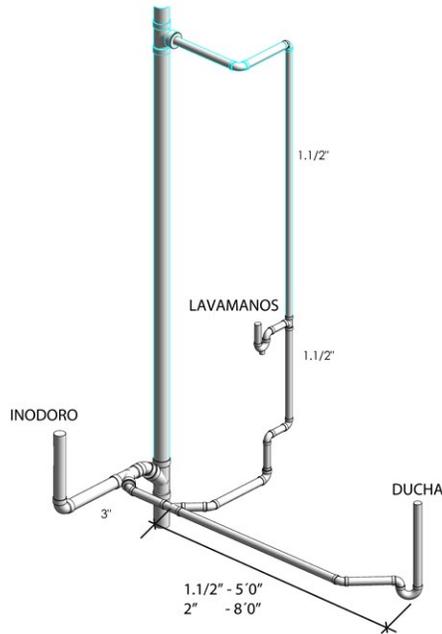
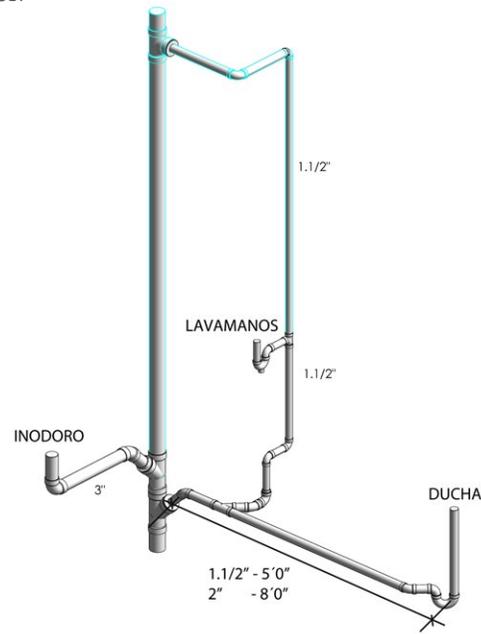


Imagen 6.10: Ejemplo de venteo para grupo de baño, lavamos venteado y ducha descarga directo a bajante vertical venteada e inodoro lo hace también directo por separado (solamente para el último piso)



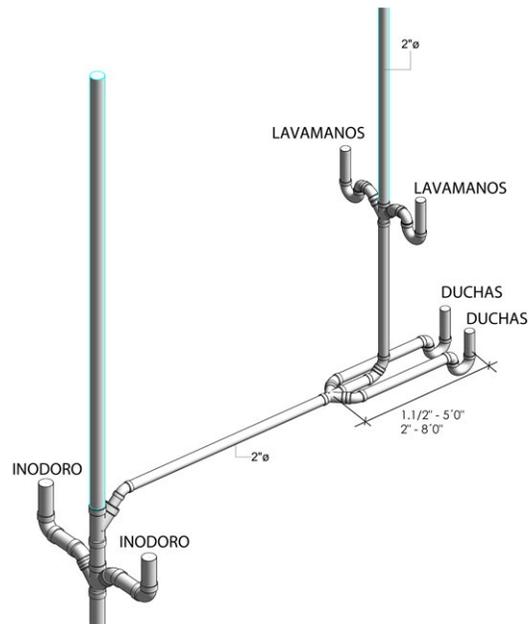
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

- **Bañeras y lavabos dobles:** Se pueden instalar dos lavamanos, dos bañeras o duchas espalda con espalda en la misma tubería de ramal horizontal con una ventilación común para el lavamanos y sin ventilación trasera para las bañeras o duchas siempre que la tubería para ventilación húmeda tenga un diámetro de 2" y la distancia de la bañera/ducha con la trampa sello de agua está dentro de los límites establecido para Inodoros y otros aparatos sifónicos a la tabla 6.9.

La imagen 6.11 ilustra el diseño del sistema de venteo para esta condición.

Imagen 6.11: Ejemplo típico para último piso solamente, grupo de baños instalados espalda con espalda, saliendo el sistema de venteo de los lavamanos y desde la bajante vertical para agua residual



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

**Grupos de baño para edificios de varios pisos o niveles**

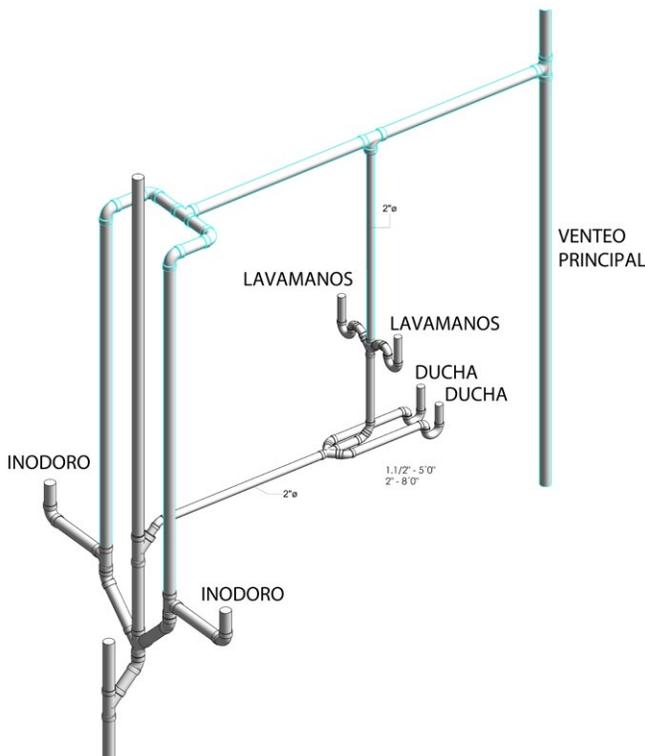
En los pisos inferiores de una tubería vertical bajante sanitaria, la tubería de desagüe de uno o dos baños se puede usar como ventilación húmeda para una o dos bañeras o duchas, según lo dispuesto en bañeras y lavabos dobles. Cada inodoro debajo del piso superior deberá tener ventilación trasera individual.

Excepción: No se requerirá que los inodoros de los grupos de baños tengan ventilación trasera si las siguientes condiciones se cumplen:

- La tubería horizontal para drenaje de 2 pulgadas que sirven a las bañeras o duchas, y los lavabos se conectan directamente a la curva del inodoro con un accesorio Yee de 45° en la dirección del flujo.
- Se utiliza un accesorio para tubería vertical bajante

Las imágenes 6.13, 6.14 y 6.15 ilustran las excepciones enumeradas para el diseño del sistema de venteo en edificaciones.

Imagen 6.12: Ejemplo típico para sistema de venteo para grupo de baños en cualquier piso o nivel



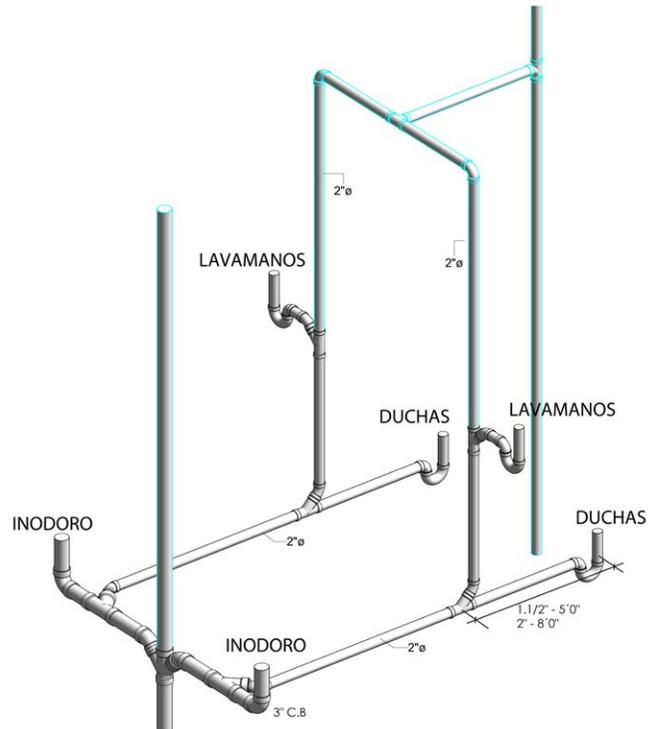
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

sanitaria especial que consta de una abertura de salida para inodoro de 3 o 4 pulgadas y dos entradas laterales cada 2 pulgadas de diámetro, y cuyas invertidas están por encima del centro y por debajo de la parte superior de la abertura de salida para el inodoro; y uno de las entradas de 2 pulgadas están conectadas a los desagües de la bañera o ducha, y la otra está conectada a la tubería de desagüe desde un máximo de dos lavabos que se ventilan a una chimenea de ventilación o ventilación de la tubería vertical.

- La otra opción es que en lugar del accesorio especial para la tubería vertical bajante sanitaria que mencionamos antes de este arriba, la curva para descarga del inodoro de 4 pulgadas y laterales se reemplaza por 2 conexiones con accesorios laterales en diámetro de 2 pulgadas usando Yee.

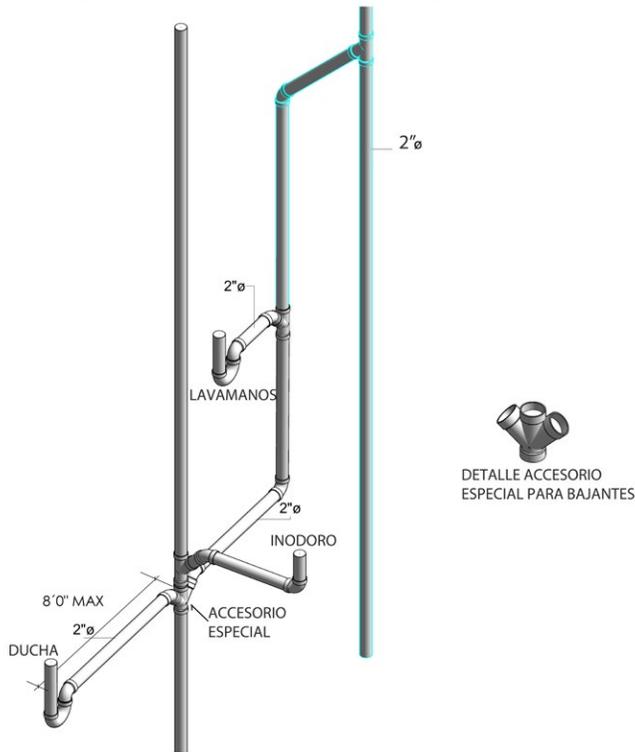
La imagen 6.12 ilustra el sistema de venteo referido para esta condición venteadado desde inodoros y lavamanos.

Imagen 6.13: Ejemplo típico para conexión a 45° del inodoro a la bajante vertical



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

Imagen 6.14: Ejemplo típico para el uso de accesorios especiales y conexión directa a la bajante vertical de forma directa



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).2009).

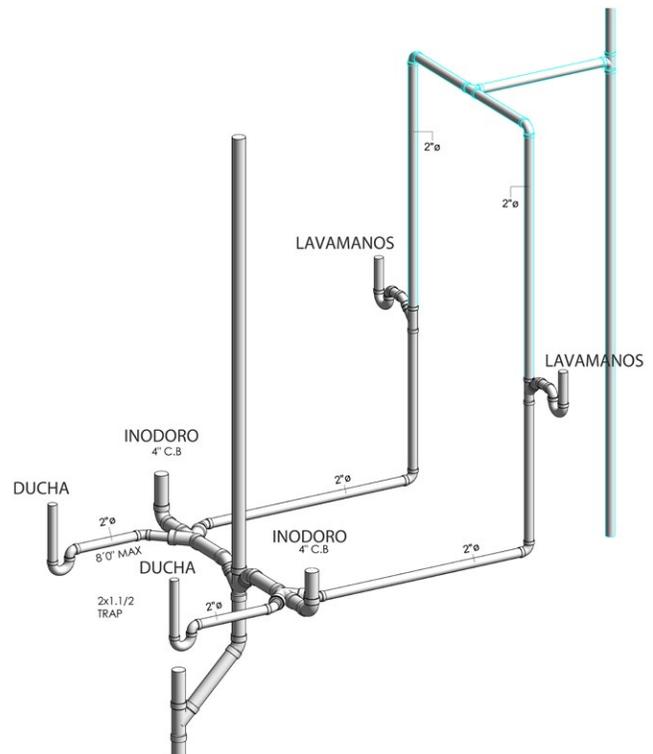
### Bañeras e inodoros

- Se permitirá que una bañera con ventilación individual en un solo grupo de baño sirva como ventilación húmeda para el inodoro si se cumplen todas las condiciones siguientes:
  - El tubo para venteo húmedo tiene un diámetro mínimo de 2 pulgadas.
  - La distancia desde la salida del inodoro hasta la conexión del respiradero húmedo está dentro de los límites establecido por la Sección Inodoros y otros aparatos sifónicos. De lo contrario, el inodoro debe tener ventilación individual.

### Tubería vertical para ventilación

En edificaciones de un solo nivel o en la tubería del ramal horizontal más alta de una tubería vertical bajante sanitaria, se puede omitir la ventilación individual por aparato cuando se trata de un solo grupo de baño y un fregadero de cocina (con o sin triturador y / o lavavajillas), ubicados espalda con espalda; o bien, dos grupos de baño espalda con espalda.

Imagen 6.15: Ejemplo típico para descarga de inodoro en 4" y llegadas de trampas en 2" con accesorios WYE (doble Yee)



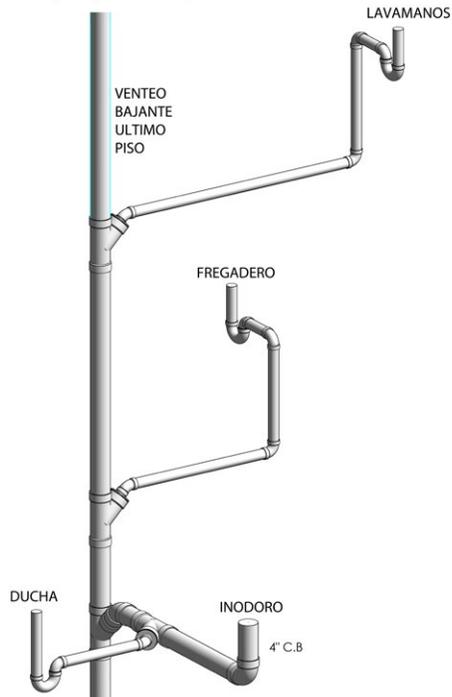
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

Esto es posible siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Cada desagüe de los aparatos sanitarios se conecta de forma independiente a la tubería vertical bajante sanitaria.
- El inodoro y la tina o ducha ingresan a la tubería vertical bajante sanitaria en el mismo nivel.
- Se cumplen los requisitos para venteo de aparatos sanitarios y accesorios de la tabla 6.9.
- Una conexión de entrada lateral en una curva de inodoro de diámetro 4 pulgadas se considerará una conexión independiente al tubo vertical de venteo.

Las imágenes 6.16 y 6.17 ilustran estas condiciones referidas.

Imagen 6.16: Venteo para bajante vertical para grupo de baño y cocina – diseño típico para último piso



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

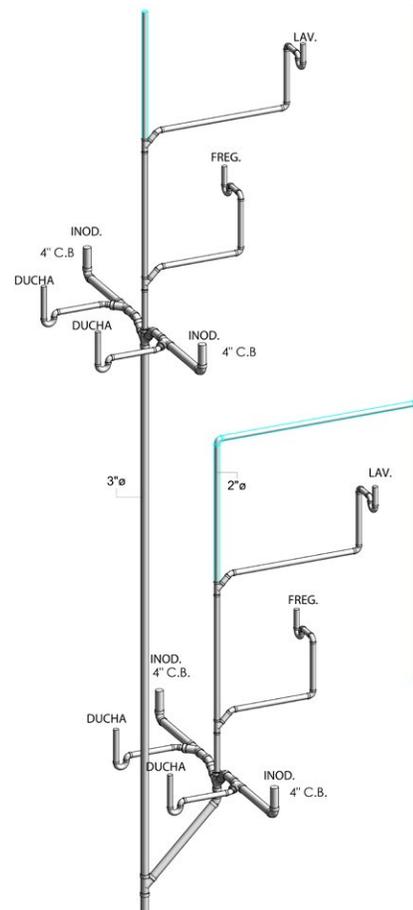
### Pisos Inferiores

Los grupos de baños del piso inferior pueden ventilarse según lo dispuesto en Grupos de aparatos sanitarios, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- Una Yee es instalada en la tubería vertical de venteo con una curva al 1% de pendiente, continuando desde el ramal de la Yee al tubo vertical para servir el grupo de baño.
- Una tubería de venteo diámetro 2 pulgadas es conectada a la Yee del ramal al menos a 6 pulgadas (152.4 mm) sobre el nivel de rebalse del aparato sanitario más alto del ramal de la Yee.

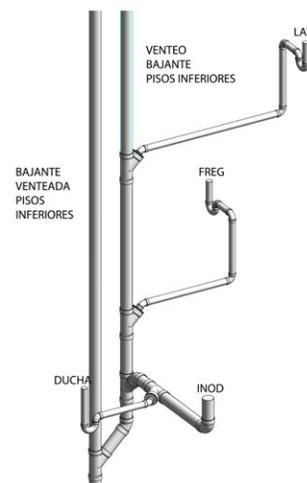
Las imágenes 6.18 y 6.19 Ilustran la condición referida.

Imagen 6.17: Venteo para bajante vertical, para pisos superiores e inferiores cuando los grupos de baños y cocinas están diseñados espalda con espalda – diseño típico para esta condición



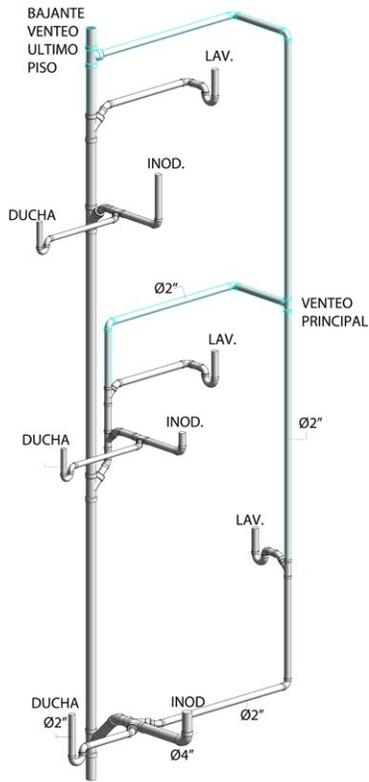
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

Imagen 6.18: Venteo vertical para pisos inferiores



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

Imagen 6.19: Venteo vertical para pisos inferiores mostrando también venteo para bajante vertical – lineamiento típico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association, 1990).

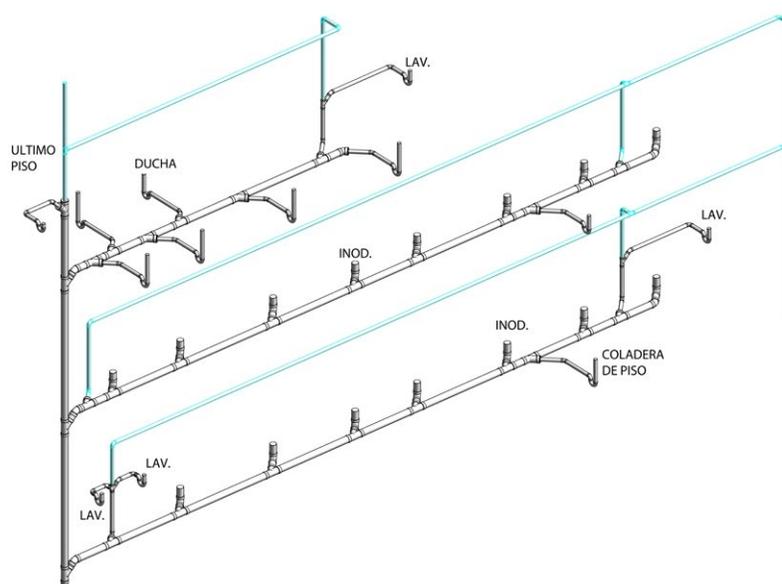
### Circuitos y bucles de ventilación

En una batería de aparatos sanitarios se puede instalar un circuito y bucles de ventilación, bajo las siguientes condiciones:

- Un máximo de ocho descargas al piso de inodoros, duchas, tinas o drenajes de piso, conectados en batería a una tubería de drenaje de ramal horizontal.
- **EXCEPCIÓN:** Inodoros tipo reventón o *blowout type*. Estos son los inodoros de agua que utilizan un recipiente no sifónico con un borde de lavado integral, una trampa en la parte posterior del tazón y un chorro visible u oculto que funciona con una acción de reventón, con un tazón tipo reventón.
- Cada desagüe del aparato sanitario se conectará horizontalmente al desagüe del ramal horizontal siendo este venteado.
- El ramal horizontal de drenaje sanitario se considerará un venteo que se extiende desde la conexión del aparato sanitario drenando aguas abajo a la conexión que descarga más aguas arriba.
- Se permitirá que los inodoros con descarga a la pared o salida trasera se ventilen por baterías, siempre que no haya aparatos con descarga de salida al piso conectado al mismo ramal horizontal para desagüe.

La imagen 6.20 ilustra esta condición de diseño.

Imagen 6.20: Ejemplo del sistema de venteo colocada en batería

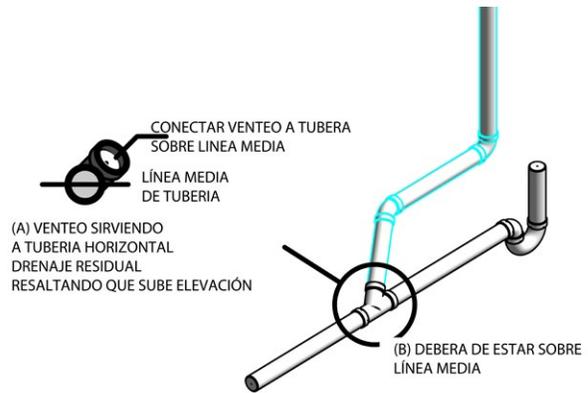


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

### Conexiones de ventilación

Los circuitos, bucles y venteo de alivio a baterías de aparatos sanitarios, con descarga a ramales horizontales, serán sacadas en ángulo vertical o desde la parte superior del tubo del ramal horizontal. La imagen 6.21 ilustra esta condición.

Imagen 6.21: Sistema de venteo para ramal horizontal de drenaje sanitario conectado en ángulo y saliendo sobre la línea central de la tubería del ramal (a) y conexión en vertical sobre la línea central (b)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (*Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009*).

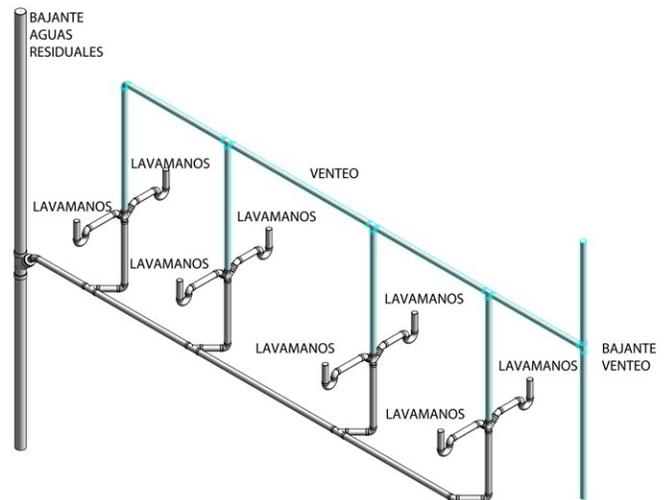
### Aparatos sanitarios colocados espalda con espalda en batería

Cuando los aparatos sanitarios están conectados a una tubería ramal horizontal a través de un Wye doble o una Tee sanitaria en una posición vertical, se proporcionará una ventilación común para cada dos aparatos sanitarios espalda con espalda o una doble conexión será provista.

El venteo común será instalado en posición vertical como continuación de la doble conexión.

La imagen 6.22 ilustra esta condición.

Imagen 6.22: Ejemplo para sistema de venteo en diseño para artefactos sanitarios colocados espalda con espalda en batería.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (*Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009*).

### Diámetro y longitud del sistema de venteo

La tabla 6.10 muestra las variables para diseñar el sistema de venteo de la edificación, sus correlaciones, basados en las Unidades de Descarga por Aparato (DFU) conectado al sistema de drenaje, mostrándonos su capacidad máxima expresada en DFU para cada diámetro y su máxima longitud correspondientes.

Tabla 6.10: Dimensión y longitud tubería para venteo

**TAMAÑO Y LONGITUD DE VENTEOS**

Tamaño del drenaje para aparatos, bajante de drenaje o drenaje del edificio (pulg)	Unidades de drenaje de aparatos conectados	Diámetro requerido para venteo (pulg) para el máximo de longitud de venteo en pies								
		1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"
1 1/4	1	(1)								
1 1/2	8	50	150							
2	12	30	75	200						
2	20	26	50	150						
3	10		30	100	200	600				
3	30			60	200	500				
3	60			50	80	400				
4	100			35	100	260	1000			
4	200			30	90	250	900			
4	500			20	70	180	700			
5	200				35	80	350	1000		
5	500				30	70	300	900		
5	1100				20	50	200	700		
6	350					50	200	400	1300	
6	620					30	125	300	1100	
6	960					24	100	250	1000	
6	1900					20	70	200	700	
8	600						50	150	500	1300
8	1400						40	100	400	1200
8	2200						30	80	350	1100
8	3600						25	60	250	800
10	1000							75	125	1000
10	2500							50	100	500
10	3800							30	80	350
10	5600							25	60	250

Nota: Multiplicar longitudes de la tabla expresada en pies x 0.3840 para obtener longitud en metros.  
(1) La longitud de la ventilación no está limitada.

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

- **Diámetro de las tuberías para venteo de los aparatos sanitarios:** El venteo para aparatos individuales se dimensionará de acuerdo con la tabla 6.10.
- El diámetro de las tuberías para venteo no será menor a 1-1/4", ni menor a la mitad del tamaño del tubo para desagüe del artefacto al que sirven.
- Cuando una tubería de ventilación sirve a dos o más aparatos sanitarios, el tamaño de la tubería de ventilación combinada se basará en la suma de las unidades de drenaje (UDF) para todos los desagües servidos.
- Donde los aparatos sanitarios que se ventilan no están conectados a la misma tubería vertical bajante de drenaje, el tamaño de tubería vertical usado en la tabla 6.10 debe ser el tamaño de la tubería vertical equivalente para su carga total combinada de DFU, según la tabla 6.6
- **Diámetro de las tuberías para venteo para circuitos y bucles:** Los tubos de venteo de circuito o bucle no deben tener menos de la mitad del tamaño de la rama de drenaje horizontal a la que sirven.
- **Tamaño del venteo de bajante sanitaria y bajante de venteo:** El venteo de bajante sanitaria está conectado con la bajante vertical de venteo y está considerado para estar a pocos pies (metros) del venteo de bajante sanitaria, este sistema está conectado el venteo bajante sanitario para permitir

la eliminación de los gases que fluyen dentro del sistema de drenaje hacia el exterior, en vez de quedar atrapado y escapar dentro del edificio donde puede hacer que las personas se sientan enfermas.

- El tamaño mínimo requerido para venteo de bajante sanitaria y bajante de venteo deberá ser conforme a la tabla No. 6.10. para el propósito del dimensionamiento, la longitud del venteo de bajante o bajante de venteo (tubería vertical) será desarrollada desde su conexión en su punto más bajo del sistema de drenaje sanitario, hasta su terminal de salida al aire abierto, incluyendo cualquier cabezal de venteos.

- **Tamaño de la trampa con sello de agua:** Las trampas en un sistema combinado de drenaje sanitario y ventilación deberán tener el tamaño normal para el aparato sanitario en particular. Ver tabla 6.7
- **Dimensionamiento de las tuberías para el sistema de drenajes:** La tubería de un sistema sanitario combinado de residuos y ventilación se dimensionará de acuerdo con la tabla 6.11, sobre la base del número de unidades de descarga por aparatos sanitarios (DFU) servidos y la pendiente de la tubería.

La Tabla 6.11 identifica las unidades de descarga de los aparatos sanitarios computados, para modular y dimensionar la tubería para drenajes, relacionando la pendiente hidráulica de la tubería y su capacidad de conducción de unidades para el diámetro.

Tabla 6.11 dimensionamiento de tuberías para sistemas de drenajes sanitarios y venteos

<b>DIMENSIONAMIENTO SISTEMA TUBERÍAS - COMBINACION DE DRENAJE Y VENDEO</b>				
Carga	Pendiente 1/8" por pie (1%)	Pendiente 1/4" por pie (2%)	Pendiente 3/8" por pie (3%)	Pendiente 1/2" por pie (4%)
3 dfu	4"	2"	2"	2"
12 dfu	4"	4"	3"	3"
20 dfu	5"	4"	4"	4"
180 dfu	5"	5"	4"	4"
218 dfu	6"	5"	5"	5"
390 dfu	8"	8"	5"	5"
480 dfu	8"	8"	6"	6"
700 dfu	8"	8"	6"	6"
840 dfu	10"	8"	8"	8"
1600 dfu	10"	10"	8"	8"
1930 dfu	12"	10"	10"	10"

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

- **Pendiente máxima:** Todas las tuberías en combinación para sistemas de drenajes sanitarios y venteo serán horizontales y con una pendiente no mayor al 4% (½" por pie).
- **Venteo con tubería vertical bajante sanitaria:** Las tuberías verticales bajantes sanitarias se dimensionarán uniformemente de abajo hacia arriba

de acuerdo con las unidades de descarga totales por los aparatos sanitarios conectados. carga de conformidad con la tabla 6.12.

- La bajante sanitaria será completamente vertical en toda su altura, sin compensación de ningún grado, excepto para la base del bajante por debajo del aparato sanitario más bajo conectado.

La tabla 6.12 identifica el diámetro de la bajante, el valor total de DFU para un ramal horizontal de un entrepiso o nivel y el total de DFU en la bajante.

Tabla 6.12 Tamaños de tuberías vertical bajante sanitaria, para ventilación de la bajante sanitaria

**DIMENSIONES DE BAJANTE DRENAJE PARA VENTILACIÓN BAJANTE DRENAJE**

Tamaño bajante (pulg)	Total DFU en un ramal de intervalo	Total DFU en la bajante
1 1/2	1	2
2	2	4
3	6	24
4	6	50
5	6	75
6	6	100

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Nota:

Accesorios permitidos

Lavabos, bañeras, duchas, fregaderos de cocina con y sin trituradores de desperdicios de alimentos y lavavajillas, en lavandería se permitirá que los fregaderos, las tuberías de lavado de ropa, los bebederos, los desagües del piso y accesorios similares sean ventilados por una tubería bajante de aguas residuales que está dimensionada e instalada de acuerdo con los requisitos de esta Sección.

Accesorios prohibidos

Los inodoros y los urinarios no deberán ser ventilados por las bajantes para drenajes de residuos

# CAPÍTULO 7

## Diseño de sistemas por gravedad pluviales



# CAPÍTULO 7

## Diseño de sistemas por gravedad pluviales

El objetivo del presente capítulo es abordar los criterios de diseño para los sistemas conducidos por gravedad para aguas lluvias por un método racional ampliamente utilizado en EE. UU. muy eficiente que también puede ser utilizado en la región de latino América.

Las variables definidas para el evento de lluvia incluyen distintas intensidades, duración crítica y frecuencia para períodos de retorno altos minimizando el porcentaje de la probabilidad de riegos de superarlos debido al

cambio climático, por tanto, todas estas variables son datos y valores de diseño conocidos.

Para el diseño se relacionan las IDF (Intensidad, duración y frecuencia) de lluvia con el área de recogimiento donde esta cae, para luego modular y diseñar el sistema de tuberías pluviales conducidos por gravedad, para conducción en vertical u horizontal.

### Contenido del capítulo

- 7. **Diseño de sistemas por gravedad pluviales**
- 7.1. **Requerimiento para el cálculo del diámetro**
- 7.1.1. Información preliminar y variables principales por definir
- 7.1.2. Componentes para diseño y cálculo del sistema de drenaje pluvial
- 7.1.3. Dimensionamiento de las tuberías pluviales verticales bajantes y horizontales del sistema
- 7.2. **Canaletas PVC para sistemas pluviales**

## 7.1 Requerimiento para el cálculo del diámetro

Estas son evaluaciones y consideraciones principales que el diseñador debe de valorar para el diseño del sistema de drenajes por gravedad de aguas lluvias

### 7.1.1 Información preliminar y variables principales por definir

Inicialmente, es preciso definir las áreas de colección del agua lluvia que requerirán conducción por tuberías bajantes o ramales horizontales.

- Cubiertas de techos.
- Azoteas o lozas de edificios.
- Zonas verdes de jardines.
- Áreas pavimentadas.

Así mismo, es necesario establecer los valores para la intensidad de las lluvias de la zona en cuestión, es decir, los valores de las tasas de lluvia medidas por estaciones pluviométricas.

- Tiempo de duración de las tormentas.
- Períodos de retorno.

### 7.1.2 Componentes para diseño y cálculo del sistema de drenaje pluvial

#### Drenajes de techos

Las áreas del techo de los edificios deben drenarse mediante desagües de techo o coladeras o cajas tragante imbornal a menos que se utilicen canales y bajantes, o se proporcione otro drenaje que no sea de plomería. La ubicación y el tamaño de los desagües y las coladeras del techo deben estar coordinado con el diseño estructural y la pendiente del techo.

Los desagües de techo, coladeras, conductores verticales o bajantes pluviales y la tubería de drenaje pluvial horizontal para el drenaje primario, deben tener un tamaño basado en una tormenta de 60 minutos de duración y un período de retorno de 100 años. Según las curvas IDF (Intensidad, duración y frecuencia) de la zona del proyecto.

## Drenaje secundario del techo

Deben ubicarse sistemas de drenaje donde las paredes del parapeto u otra construcción se extienden por encima del techo, y crean áreas donde el agua de la tormenta quedaría atrapada si el sistema de drenaje primario del techo no proporcionara suficiente drenaje.

Un sistema de drenaje secundario independiente del techo que consista en coladeras, tubos bajantes verticales o desagües del techo deberá de proporcionarse.

En cuanto a este tema, debe considerarse lo siguiente:

- El drenaje secundario del techo se dimensionará para una tormenta de 100 años y 15 minutos de duración Según las curvas IDF de la zona del proyecto.
- La capacidad del sistema primario no se considerará en el dimensionamiento del sistema secundario.
- Donde el drenaje secundario se proporciona por medio de desagües de techo o tuberías verticales, el sistema debe estar separado del sistema primario y debe descargar de forma independiente a nivel u otro punto de descarga aprobado.
- Cuando se proporcione drenaje de techo secundario, los niveles de exceso de flujo en el sistema secundario deben ser establecido por la cantidad de encharcamiento permitido en el diseño estructural del techo, incluyendo la deflexión del techo.
- Se hará un margen para tener en cuenta la altura de desbordamiento de agua requerida por encima de las entradas secundarias.
- La elevación de la entrada secundaria más la altura de desbordamiento requerida no debe exceder el nivel máximo de agua permitido en el techo.
- No se requerirán filtros de malla en tuberías verticales abiertas cuando se utilicen para entradas secundarias.

## Tuberías bajantes o conductores verticales y conexión

Estos sistemas de tuberías deben usarse solamente para la conducción de agua lluvia, cualquier otro uso se considera incorrecto.

Las tuberías bajantes de agua de lluvia se instalan a lo largo de callejones, entradas de vehículos u otros lugares donde puedan estar expuestos a daños, por lo cual deben estar resguardados por protectores de metal.

## 7.1.3 Dimensionamiento de las tuberías pluviales verticales bajantes y horizontales del sistema

Los conductores verticales de aguas pluviales deben dimensionarse de acuerdo con la tabla 7.1, donde una sección de tubería vertical es menor que la sección de tubería horizontal anterior, la reducción de tamaño se hará en la sección de la tubería vertical.

La tubería de drenaje de tormenta horizontal debe tener un tamaño de acuerdo con las tablas 7.2 y 7.3. Dicha tubería incluye compensaciones horizontales en conductores de aguas pluviales, desagües de edificios, alcantarillas de edificios y sus ramales.

- El tamaño de la tubería de drenaje horizontal no debe reducirse en la dirección del flujo.
- El diseño se muestra en las tablas 7.2 y 7.3, las cuales se basan en una tubería bastante rugosa con fricción de Manning coeficiente “n” = 0.015

La tabla 7.1 muestra la capacidad de conducción en GPM (Galones por minuto) de los distintos diámetros de tuberías para drenaje pluvial vertical, para un área de recogimiento o área proyectada donde cae lluvia en diferente tasa de precipitación en unidades de pulgadas de lluvia por hora.

Dicha tabla muestra el tamaño para tuberías pluviales verticales de conducción, para áreas de recolección proyectadas para distintas intensidades de lámina de lluvia.

Tabla 7.1: Tamaño de las bajantes pluviales

TAMAÑO DE LAS BAJANTES PLUVIALES							
Diámetro nominal (pulg)	Capacidad de flujo (GPM)	Área de techo proyectada permitida (pies <sup>2</sup> ) a varias tasas de lluvia pulgada por hora					
		1"	2"	3"	4"	5"	6"
2"	23	2,180	1,090	727	545	436	363
3"	67	6,426	3,213	2,142	1,607	1,285	1,071
4"	144	13,840	6,920	4,613	3,460	2,768	2,307
5"	261	25,094	12,547	8,365	6,273	5,019	4,182
6"	424	40,805	20,402	13,602	10,201	8,161	6,801
8"	913	87,878	43,939	29,293	21,970	17,576	14,646
10"	1655	159,334	79,667	53,111	39,834	31,867	26,556
12"	2692	259,095	129,548	86,365	64,774	51,819	43,183
15"	4880	469,771	234,886	156,590	117,443	93,954	78,295
		7"	8"	9"	10"	11"	12"
2"	23	311	272	242	218	198	182
3"	67	918	803	714	643	584	536
4"	144	1,977	1,730	1,538	1,384	1,258	1,153
5"	261	3,585	3,137	2,788	2,509	2,281	2,091
6"	424	5,829	5,101	4,534	4,080	3,710	3,400
8"	913	12,554	10,985	9,764	8,788	7,989	7,323
10"	1655	22,762	19,917	17,704	15,933	14,485	13,277
12"	2692	37,014	32,387	28,788	25,910	23,554	21,591
15"	4880	67,110	58,721	52,197	46,977	42,706	39,146

Notas:

- (1) Las capacidades de flujo están basadas en bajantes que fluyen 7/24 a sección llena
- (2) Está permitido hacer Interpolación entre tasas de lluvia.
- (3) Para convertir áreas de techo en pies cuadrados (pie<sup>2</sup>) a metros cuadrados (m<sup>2</sup>), multiplicar pie<sup>2</sup> x 0.0929 m<sup>2</sup>
- (4) Para convertir tasas de lluvia en pulg/hrs a mm/hrs, multiplicar pulg/hrs x 25.40 mm/hrs
- (5) Para convertir flujos o caudales dados en GPM a litros por segundo (l/s), multiplicar GPM x 0.0631 l/s

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

Las tablas 7.2 y 7.3 son utilizadas para dimensionar el sistema horizontal de drenaje pluvial, esta tabla relaciona el diámetro de las tuberías, su capacidad de conducción para caudales dados en GPM, para las áreas proyectadas en pies cuadrados de techo de recogimiento del evento de lluvia y las distintas pendientes de la tubería pluvial horizontal.

Dichas tablas presentan los tamaños del tubo para conducción horizontal, para tasas de lluvia en pulgada/hora, áreas de techo proyectadas en pies cuadrados y pendiente del tubo conductor con capacidad a sección llena.

Tabla 7.2: Tamaño del drenaje pluvial horizontal (Para tasas de lluvia de 1 hasta 6 pulgadas/hora).

**TAMAÑO DEL DRENAJE PLUVIAL HORIZONTAL (PARA TASAS DE LLUVIA DE 1"/HRS HASTA 6"/HRS)**

Tamaño del drenaje (pulg)	Flujo de diseño del drenaje (GPM)	Área de techo proyectada permitida (pies <sup>2</sup> ) a varias tasas de lluvia por hora (pulg/hrs)					
		1"/hr	2"/hr	3"/hr	4"/hr	5"/hr	6"/hr
<b>Pendiente 1/16 pulgada/pie (S: 0.5 %)</b>							
2							
3							
4	53	5,101	2,551	1,700	1,275	1,020	850
5	97	9,336	4,668	3,112	2,334	1,867	1,556
6	157	15,111	7,556	5,037	3,778	3,022	2,519
8	339	32,629	16,314	10,876	8,157	6,526	5,438
10	615	59,194	29,597	19,731	14,798	11,839	9,866
12	999	96,154	48,077	32,051	24,039	19,231	16,026
15	1812	174,405	87,203	58,135	43,601	34,881	29,068
<b>Pendiente 1/8 pulgada/pie (S: 1.0 %)</b>							
	GPM	1"/hr	2"/hr	3"/hr	4"/hr	5"/hr	6"/hr
2							
3	35	3,369	1,684	1,123	842	674	561
4	75	7,219	3,609	2,406	1,805	1,444	1,203
5	137	13,186	6,593	4,395	3,297	2,637	2,198
6	223	21,464	10,732	7,155	5,366	4,293	3,577
8	479	46,104	23,052	15,368	11,526	9,221	7,684
10	869	83,641	41,821	27,880	20,910	16,728	13,940
12	1413	136,002	68,001	45,334	34,000	27,200	22,667
15	2563	246,689	123,345	82,230	61,672	49,338	41,115

**Pendiente 1/4 pulgada/pie (S: 2.0 %)**

	GPM	1"/hr	2"/hr	3"/hr	4"/hr	5"/hr	6"/hr
2	17	1,636	818	545	409	327	273
3	50	4,813	2,406	1,604	1,203	963	802
4	107	10,299	5,149	3,433	2,575	2,060	1,716
5	194	18,673	9,336	6,224	4,668	3,735	3,112
6	315	30,319	15,159	10,106	7,580	6,064	5,053
8	678	65,258	32,629	21,753	16,314	13,052	10,876
10	1229	118,292	59,146	39,431	29,573	23,658	19,715
12	1999	192,404	96,202	64,135	48,101	38,481	32,067
15	3625	348,907	17,454	116,302	87,227	69,781	58,151

**Pendiente 1/2 pulgada/pie (S: 4.0 %)**

	GPM	1"/hr	2"/hr	3"/hr	4"/hr	5"/hr	6"/hr
2	24	2,310	1,155	770	578	462	385
3	70	6,738	3,369	2,246	1,648	1,348	1,123
4	151	14,534	7,267	4,845	3,633	2,907	2,422
5	274	26,373	13,189	8,791	6,593	5,275	4,395
6	445	42,831	21,416	14,277	10,708	8,566	7,139
8	959	92,304	46,152	30,768	23,076	18,461	15,348
10	1738	167,283	83,641	55,761	41,821	33,457	27,880
12	2027	272,099	136,050	90,700	68,025	54,420	45,350
15	5126	493,379	246,460	164,460	123,345	98,676	82,230

Nota: Diseño del caudal para la tubería horizontal está basado en un coeficiente de fricción de Manning  $n = 0.015$

(2) Está permitida la Interpolación entre tasas de lluvia.

(3) Para convertir áreas de techo en pies cuadrados (pie<sup>2</sup>) a metros cuadrados (m<sup>2</sup>), multiplicar pie<sup>2</sup> x 0.0929 m<sup>2</sup>

(4) Para convertir tasas de lluvia en pulg/hrs a mm/hrs, multiplicar pulg/hrs x 25.40 mm/hr.

(5) Para convertir flujos o caudales dados en GPM a litros por segundo (l/s), multiplicar GPM x 0.0631 l/s.

(6) Flujo o caudal de diseño está basado en un conservador coeficiente de rugosidad de Manning de  $n = 0.015$

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Tabla 7.3: Tamaño del drenaje pluvial horizontal (Para tasas de lluvia de 7 hasta 12 pulgadas/hora).

**TAMAÑO DEL DRENAJE PLUVIAL HORIZONTAL (para tasas de lluvia de 7"/hrs hasta 12"/hrs)**

Tamaño del drenaje (pulg)	Flujo de diseño del drenaje	Área de techo proyectada permitida (pies <sup>2</sup> ) a varias tasas de lluvia por hora (pulg/hrs)					
<b>Pendiente 1/16 pulgada/pie (S: 0.5 %)</b>							
Diámetro	GPM	7"/hr	8"/hr	9"/hr	10"/hr	11"/hr	12"/hr
2							
3							
4	53	729	638	567	510	464	425
5	97	1,334	1,167	1,037	934	849	778
6	157	2,159	1,889	1,679	1,511	1,374	1,259
8	339	4,661	4,079	3,625	3,263	2,966	2,719
10	615	8,456	7,399	6,577	5,919	5,381	4,933
12	999	13,736	12,019	10,684	9,615	8,741	8,013
15	1812	24,915	21,801	19,378	17,441	15,855	14,534
<b>Pendiente 1/8 pulgada/pie (S: 1.0 %)</b>							
Diámetro	GPM	7"/hr	8"/hr	9"/hr	10"/hr	11"/hr	12"/hr
2							
3	35	481	421	374	337	306	281
4	75	1,031	902	802	722	656	602
5	137						
6	223	3,066	2,683	2,385	2,146	1,951	1,789
8	479	6,586	5,763	5,123	4,610	4,191	3,842
10	869	11,494	10,455	9,293	8,364	7,604	6,970
12	1413	12,429	17,000	15,111	13,600	12,364	11,334
15	2563	35,241	30,836	27,410	24,669	22,426	20,557
<b>Pendiente 1/4 pulgada/pie (S: 2.0 %)</b>							
Diámetro	GPM	7"/hr	8"/hr	9"/hr	10"/hr	11"/hr	12"/hr
2	17	234	205	182	164	149	136
3	50	688	602	535	481	438	401
4	107	1,471	1,287	1,144	1,030	936	858
5	194	2,668	2,334	2,075	1,867	1,698	1,556
6	315	4,331	3,790	3,369	3,032	2,756	2,527
8	678	9,323	8,157	7,251	6,529	5,933	5,438
10	1229	16,899	14,787	13,144	11,829	10,754	9,858
12	1999	27,486	24,051	21,378	19,240	17,491	16,034
15	3625	49,844	43,613	38,767	34,891	31,719	29,076

Pendiente 1/2 pulgada/pie (S: 4.0 %)

Diámetro	GPM	7"/hr	8"/hr	9"/hr	10"/hr	11"/hr	12"/hr
2	24	330	289	257	231	210	193
3	70	963	842	749	674	613	562
4	151	2,076	1,817	1,615	1,453	1,321	1,211
5	274	3,768	3,297	2,930	2,637	2,398	2,198
6	445	6,119	5,354	4,759	4,283	3,894	3,569
8	959	13,186	11,538	10,256	9,230	8,391	7,692
10	1738	23,898	20,910	18,587	16,728	15,208	13,940
12	2027	38,871	34,012	30,233	27,210	24,736	22,675
15	5126	70,483	61,672	54,820	49,338	44,835	41,115

- Nota: Diseño del caudal para la tubería horizontal está basado en un coeficiente de fricción de Manning  $n = 0.015$
- (2) Está permitida la interpolación entre tasas de lluvia
  - (3) Para convertir áreas de techo en pies cuadrados ( $\text{pie}^2$ ) a metros cuadrados ( $\text{m}^2$ ), multiplicar  $\text{pie}^2 \times 0.0929 \text{ m}^2$
  - (4) Para convertir tasas de lluvia en pulg/hrs a mm/hrs, multiplicar pulg/hrs  $\times 25.40 \text{ mm/hrs}$
  - (5) Para convertir flujos o caudales dados en GPM a litros por segundo (l/s), multiplicar GPM  $\times 0.0631 \text{ l/s}$
  - (6) Flujo o caudal de diseño está basado en un conservador coeficiente de rugosidad de Manning de  $n = 0.015$

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

## 7.2 Canaletas PVC para sistemas pluviales

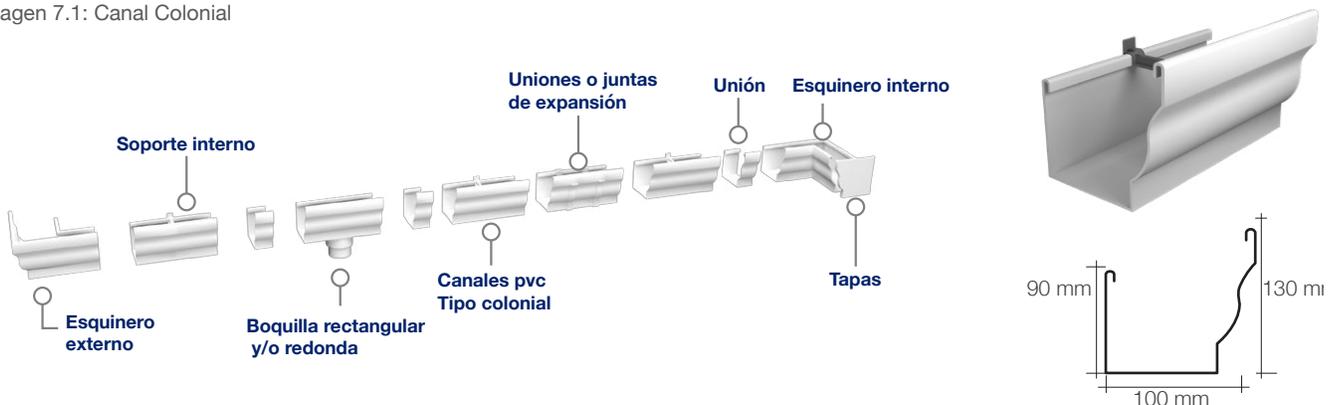
La instalación de tuberías pluviales se complementa con un sistema de canaletas Amanco Wavin® para la recolección de las aguas lluvias en el perímetro de los techos de viviendas y algunas edificaciones. Dicho sistema es fabricado en PVC 1120 con protección ultravioleta para instalarse a la intemperie. El mismo sustituye los canales elaborados en el sitio de la construcción con lámina galvanizada y estructura metálica o de madera, y ofrece un ahorro significativo de tiempo y costo.

Existen dos tipos de canaletas de PVC con protección ultravioleta:

- Canal Colonial
- Canal Alto Caudal

Los componentes, dimensiones y secciones para estos canales, se ilustran en las imágenes 7.1 y 7.2.

Imagen 7.1: Canal Colonial



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Imagen 7.2: Canal Alto Caudal



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

## 7.2.1 Especificaciones técnicas

### Especificaciones técnicas del sistema de canaletas pluviales:

- Material manufactura: PVC 1120, con protección ultravioleta.
- Color: Blanco.
- Longitudes: 3, 4 y 6 metros.
- Certificación calidad: Amanco Wavin®.

### Principales ventajas técnicas:

- Protección ultravioleta contra rayos solares e intemperie.
- Material dieléctrico, no se corroe o deteriora.
- No se deforma por efectos del calor.
- Bajo peso y fácil instalación.
- Juntas herméticas, uniones o juntas cementadas con solvente para PVC.
- Brinda valor estético.
- Larga vida útil.

## 7.2.2 Fórmula para el diseño

Al igual que en el caso de las tuberías de desagüe pluvial, las canaletas PVC Amanco Wavin® se calculan con la fórmula de Manning, trabajando a 3/4 partes de su altura bajo el caudal de diseño.

Fórmula de Manning

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{N}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

A= Área de sección (m²)

R= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente de la línea de energía (m/m)

N= Coeficiente de rugosidad de Manning

El valor del coeficiente de fricción de Manning (n) para la canaleta de PVC, es de 0.009. En la tabla 7.4 se detallan las capacidades de flujo con diferentes pendientes o inclinaciones para la canaleta Amanco Wavin®. La pendiente recomendada para instalar las canaletas es de 0.2%.

Tabla 7.4: Capacidad de canaletas

<b>Pendiente de instalación</b>	<b>Canaleta Colonial Qmax (l/s)</b>	<b>Canaleta Alto Caudal Qmax (l/s)</b>
0.2	3.3	7.24
0.5	5.22	11.45
1.0	7.39	16.19

Nota: El caudal es calculado a  $\frac{3}{4}$  de altura de la canaleta.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La información de la tabla anterior es muy útil para comprobar que la capacidad de la canaleta no sea inferior a la del bajante seleccionado, y evitar así desbordamientos que puedan perjudicar la estabilidad y buen funcionamiento de la canaleta. Para mayor detalle sobre la instalación de los tipos de canaleta referirse a los manuales respectivos Amanco Wavin®.

# CAPÍTULO 8

Componentes especiales: elementos de sujeción, válvulas de control e hidráulicas, y equipos de bombeo



# CAPÍTULO 8

## Componentes especiales: elementos de sujeción, válvulas de control e hidráulicas, y equipos de bombeo

El objetivo del presente capítulo es abordar los criterios de diseño e instalación, de los componentes especiales para los sistemas hidráulicos por conducción a presión o gravedad en edificaciones: elementos de sujeción y arriostre, válvulas y sistemas de bombeo.

### Contenido del capítulo

- 8. **Componentes especiales: elementos de sujeción y arriostre, válvulas de control e hidráulicas, y equipos de bombeo**
  - 8.1. **Elementos de sujeción y arriostre**
    - 8.1.1. Consideraciones generales
    - 8.1.2. Material de soporte
    - 8.1.3. Tipos de soportes
    - 8.1.4. Esfuerzos y tensión en la tubería plástica
    - 8.1.5. Instalación horizontal de tuberías
    - 8.1.6. Instalación vertical de tuberías
  - 8.2. **Sistemas de válvulas para instalaciones hidráulicas en edificaciones**
    - 8.2.1. Tipos de válvulas para sistemas hidráulicos en edificaciones
    - 8.2.2. Certificaciones de calidad para válvulas por su uso, aplicación y material de fabricación
  - 8.3. **Sistemas de bombeo para instalaciones hidráulicas en edificaciones**
    - 8.3.1. Principales requerimientos para diseño y aplicación en estos sistemas hidráulicos
    - 8.3.2. Tipos de bombeo y aplicación en edificaciones
    - 8.3.3. Consideraciones sobre los equipos de bombeo requeridos y su adecuación
    - 8.3.4. Controles para los equipos de bombeo instalados adecuadamente
    - 8.3.5. Controles de bombas para sistemas de almacenamiento de agua caliente
    - 8.3.6. Controles de demanda de recirculación para sistemas de abastecimiento
    - 8.3.7. Bañeras de hidromasaje
    - 8.3.8. Bomba de sumidero (*sump pump*)

## 8.1 Elementos de sujeción y arriostre

Uno de los factores importantes a considerar, para que el sistema de tuberías tenga un óptimo funcionamiento, es el sistema para brindarle soporte a los componentes.

Dicho sistema consiste en elementos de sujeción que mantienen las tuberías fijadas a las paredes, estructuras y otros elementos constructivos (Imagen 8.1).

El objetivo del presente capítulo es abordar los criterios de diseño para soportes, requerida en instalaciones horizontales y verticales, sean los sistemas por conducción a presión o gravedad.

Imagen 8.1 Ejemplo de soportes sismico para tuberías



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 8.1.1 Consideraciones generales

Lo primero para tener en cuenta es que, los colgadores y anclajes utilizados en este tipo de sistemas deben estar firmemente sujetos a la construcción del edificio, por consiguiente, se recomienda:

- Ubicar los colgadores y anclajes a intervalos suficientemente cercanos para soportar las tuberías, válvulas de control e hidráulicas y otros elementos del sistema.
- Asegurar firmemente con empotramientos adecuados los equipos hidráulicos y muebles sanitarios previniendo que estos ocasionen movimientos al sistema de tuberías.
- Evaluar el efecto de la energía liberada por los equipos de bombeo en las tuberías para conducción a presión, para diseñar el adecuado anclaje del sistema.

- Considerar las variaciones de temperatura, que pueden ocasionar expansión y contracción en las tuberías.
- Reducir la posible influencia de ruidos y golpeteos, que pueden causar vibraciones y movimientos en el sistema.
- Conocer el peso de la tubería, del fluido que conducen a sección llena, temperatura de operación, peso para válvulas como control, reguladoras de presión, purgadoras de aire, anticipadoras de onda, y accesorios para cambios de dirección.
- Anticipar cambios de dirección para los sistemas de conducción presurizados o por gravedad.

El estándar de calidad para elementos de sujeción y arriostres de tuberías figura en la tabla 8.1, y ha sido establecido por la MSS (Siglas en inglés de Manufacturers Standardization Society).

Tabla 8.1 Certificaciones para colgantes y arriostres de tuberías

<b>ESTÁNDAR PARA MATERIAL Y EQUIPOS APROBADOS PARA FONTANERÍA</b>	
Elemento	Estándar
Colgante y arriostre (material, diseño y fabricante)	MSS SP - 58 - 2002

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

La tabla 8.2 hace referencia a las buenas prácticas definidas por la MSS SP para la instalación y verificación de la calidad con elementos de sujeción requeridos para tuberías.

Tabla 8.2 Elementos de sujeción estándares de calidad, instalación y verificación para tubería

<b>PRÁCTICAS RECOMENDADAS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD, INSTALACIÓN Y PRUEBAS</b>	
Elemento	Estándar
Selección y uso de colgantes y arriostres para tuberías	MSS SP-69-2003
Estándares de fabricación e instalación de colgantes y arriostres para tuberías	MSS SP-89-2003

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009).

### 8.1.2 Material del soporte

La selección del material para los colgantes y anclajes con sus componentes, deben estar clasificados para la aplicación y condiciones de trabajo. El principal material certificado para estos soportes, como colgantes y anclajes es el metal, sin embargo, existen otras alternativas, que igualmente deben estar certificadas para el producto y aplicación.

### 8.1.3 Tipos de soportes

La tabla 8.3 muestra los principales tipos de soporte utilizados comúnmente para sistemas de tubería.

Tabla 8.3: Tipos de soporte

Nombre	Imagen
Colgantes de anillo y soportes ajustables	
Colgantes de rodillo	
Colgante de abrazadera	
Abrazadera tornillo "U"	
Rieles empotramiento (strut)	
Soportes antisísmicos	

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

### 8.1.4 Esfuerzos y tensión en la tubería plástica

Las tuberías PVC y CPVC se deben instalar considerando evitar esfuerzos y tensiones que excedan la capacidad estructural de la tubería. Se deben tomar medidas para diseñar e instalar los elementos técnicos requeridos que controlen la expansión y contracción del sistema de tuberías.

Los sistemas de soporte, colgantes y anclajes se instalarán y soportarán según lo recomendado por las instrucciones del código local que gobierna estas actividades, así como también lo que refieren buenas prácticas de ingeniería internacionales como la que se encuentra en el MSS SP-58 y MSS SP-69 (Manufactures Standarization Society – Sociedad de Normalización de Manufacturas) para la selección de elementos para soporte, espaciamento de sistemas de tuberías, como colgantes y anclajes.

Los principales objetivos del diseño del sistema de soporte son:

- Controlar los esfuerzos de tensión y empuje por la operación del sistema en las tuberías.
- Mantener el alineamiento y pendientes de diseño para el sistema.
- Prevenir mal funcionamiento y deterioro anticipado, reduciendo costos de mantenimiento en el Sistema.
- Optimización del tipo y ubicación del soporte para tuberías.

El espaciamento máximo de los soportes horizontales se basará en el peso de la tubería y diámetro, la temperatura de funcionamiento del sistema, la temperatura ambiente y cualquier carga concentrada.

- El objeto de los soportes en las tuberías colocadas verticalmente es mantener su alineamiento recto, controlar oscilaciones y vibraciones, los soportes se colocarán donde se requieran para asegurar la estabilidad del sistema en condiciones de operación
- Se deberán colocar soportes a la tubería en cada cambio de dirección o elevación
- Ningún soporte diseñado para colgante o anclaje deberá comprimir, deformar, cortar o crear abrasión a las tuberías, tampoco limitar movimiento.
- Se deben diseñar elementos adecuados como accesorios de juntas especiales que controlen el fenómeno de expansión y contracción del sistema de tuberías.

#### Soporte sísmico

Este tipo especial de soporte es requerido para diseños donde el esfuerzo sísmico está involucrado en diseño estructural de la edificación, por tanto, deberá diseñarse y ubicarse según corresponda.

### 8.1.5 Instalación horizontal de tuberías

Para instalaciones horizontales de tuberías, se recomienda ubicar los soportes a un espaciamento máximo de 3 pies (914.4 mm).

Las tablas 8.4 y 8.5 muestran el espaciamento máximo recomendado para la colocación de soportes según el diámetro y tipo de tubería PVC y CPVC, respectivamente, considerando la temperatura de operación del sistema.

Tabla 8.4: Espaciamiento máximo horizontal en pies para colocación de colgantes en tuberías de PVC, según rangos de temperatura de operación en grados Fahrenheit

TUBERÍA PVC

Diámetro nominal tubería (pulg)	SDR Series 11, 13.5, 17, 21, 26, 41 y 64					Schedule 40					Schedule 80				
	Temperatura operacion °F														
	60	80	100	120	140	60	80	100	120	140	60	80	100	120	140
1/2	3.5	3.5	3	2		4.5	4.5	4	2.5	2.5	5	4.5	4.5	3	2.5
3/4	4	3.5	3	2		5	4.5	4	2.5	2.5	5.5	5	4.5	3	2.5
1	4	4	3.5	2		5.5	5	4.5	3	2.5	6	5.5	5	3.5	3
1 1/4	4	4	3.5	2.5		5.5	5.5	5	3	3	6	6	5.5	3.5	3
1 1/2	4.5	4	4	2.5		6	5.5	5	3.5	3	6.5	6	5.5	3.5	3.5
2	4.5	4	4	3		6	5.5	5	3.5	3	7	6.5	6	4	3.5
2 1/2	5	5	4.5	3		7	6.5	6	4	3.5	7.5	7.5	6.5	4.5	4
3	5.5	5.5	4.5	3		7	7	6	4	3.5	8	7.5	7	4.5	4
4	6	5.5	5	3.5		7.5	7	6.5	4.5	4	9	8.5	7.5	5	4.5
6	6.5	6.5	5.5	4		8.5	8	7.5	5	4.5	10	9.5	9	6	5
8	7	6.5	6	5		9	8.5	8	5	4.5	11	10.5	9.5	6.5	5.5
10						10	9	8.5	5.5	5	12	11	10	7	6
12						11.5	10.5	9.5	6.5	5.5	13	12	10.5	7.5	6.5

Notas:

- (1) Siempre se deben de cumplir con los requerimientos para los espaciamentos de los colgantes conforme a los códigos locales.
- (2) Las tuberías y canos CPVC tienen un espaciamiento máximo horizontal a cada 3 pies (0.91 m) para diámetros de 1" y menores y a cada 4 pies (1.22 m) para diámetros de 1 1/4" y mayores.
- (3) Para convertir temperatura dada en °F (grados Fahrenheit) a °C (grados centígrados), usar la siguiente fórmula. Grados Centígrados, °C = 5/9 (°F - 32)
- (4) Para convertir distancia dada en pies a metros, multiplicar el valor en pies x 0.3048 para obtener metros

FUENTE: MSS SP - 69

Tabla 8.5: Espaciamiento máximo horizontal en pies para la colocación de colgantes en tuberías de CPVC según rangos de temperatura de operación en grados Fahrenheit

Diámetro nominal tubería (pulg)	TUBERÍA CPVC									
	Schedule 40 y 80						SDR 11			
	Temperatura operacion °F									
	60	80	100	120	140	180	73	100	140	180
1/2	5.5	5.5	5	4.5	4.5	2.5	4	4	3.5	3
3/4	5.5	5.5	5.5	5	4.5	2.5	5	4.5	4	3
1	6	6	6	5.5	5	3	5.5	5	4.5	3
1 1/4	6.5	6.5	6	6	5.5	3	6	5.5	5	4
1 1/2	7	7	6.5	6	5.5	3.5	6.5	6	5.5	4
2	7	7	7	6.5	6	3.5	7.5	7	6.5	4
2 1/2	8	7.5	7.5	7.5	6.5	4				
3	8	8	8	7.5	7	4				
4	9	9	9	8.5	7.5	4.5				
6	10	10.5	9.5	9	8	5				
8	11	11	10.5	10	9	5.5				
10	11.5	11.5	11	10.5	9.5	6				
12	12.5	12.5	12.5	11	10.5	6.5				

**Notas:**

(3) Para convertir temperatura dada en °F (grados Fahrenheit) a °C (grados centígrados), usar la siguiente fórmula.  
 Grados Centígrados, °C = 5/9 (°F - 32)

(4) Para convertir distancia dada en pies a metros, multiplicar el valor en pies x 0.3048 para obtener metros.

FUENTE: MSS SP - 69.

### 8.1.6 Instalación vertical de tuberías

La tubería vertical se mantendrá en alineación recta instalando soportes a la altura de cada entrepiso y otro soporte Intermedio si fuere necesario para lograr estabilidad.

El diseño de soportes y anclajes para sistemas de tuberías PVC y CPVC verticales tiene como objeto:

- Mantener verticalidad del sistema.
- Prevenir movimientos y golpes, que dañan la tubería y generan ruido.
- Prevenir daños ocasionados por la energía en la conducción de los sistemas en operación.

## 8.2 Sistemas de válvulas para instalaciones hidráulicas en edificaciones

### 8.2.1 Tipos de válvulas para sistemas hidráulicos en edificaciones

Una válvula hidráulica es un tipo de válvula industrial con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación del agua mediante piezas móviles que abren o cierran, de forma parcial o total, el paso de esta. Así, permiten controlar de manera óptima el flujo y presión de la red. Las válvulas hidráulicas pueden clasificarse de acuerdo con su función:

- **Válvulas distribuidoras:** Dirigen el flujo por el circuito según convenga. Alimentan a los actuadores y a otras válvulas.
- **Válvulas de asiento:** El paso del fluido se abre y se cierra mediante bolas, discos, placas o conos, y la estanqueidad se asegura, habitualmente, por medio de juntas elásticas.
- **Válvulas de corredera:** El paso del fluido se abre y se cierra mediante correderas cilíndricas, planas o circulares. Realmente es un émbolo que al desplazarse a un lado u otro lo que hace es unir o separar conductos.
- **Válvulas de cierre o bloqueo:** Impiden el paso de fluido en un sentido, permitiendo la libre circulación en el sentido contrario.
- **Válvula antirretorno:** Bloquea el paso del fluido en una dirección, dejando que pase en la dirección contraria con una pérdida de presión, aunque mínima.
- **Válvula antirretorno pilotada:** al igual que el antirretorno deja pasar el líquido en un sentido, pero en esta ocasión una de las aplicaciones más habituales de esta válvula es el bloqueo de cargas verticales.
- **Válvula antirretorno doble pilotada:** formada por dos válvulas antirretorno pilotadas montadas en un mismo bloque. Se utiliza para el bloqueo en cualquier posición de un cilindro de Doble Efecto (DE), y también para el bloqueo en caso de rotura de tuberías, por lo cual se debe montar lo más cerca posible del cilindro.
- **Válvulas reguladoras de caudal:** Regulan el paso del fluido a través de las tuberías para repercutir en el movimiento de los cilindros.
- **Válvulas reguladoras de flujo bidireccionales:** Regulan la cantidad de fluido en las dos direcciones en las cuales puede circular el fluido.
- **Válvulas reguladoras de flujo unidireccionales:** Solamente regulan en un sentido, por lo que en el sentido contrario circularía sin regulación alguna.
- **Válvulas de presión:** Controlan dicho parámetro para que la instalación funcione según los movimientos y las fuerzas calculadas y dentro de los niveles de seguridad establecidos. A su vez se pueden clasificar en:
  - **Válvulas limitadoras:** Protegen una instalación de una sobrepresión, delimitan la presión máxima de la instalación hidráulica y limitan la presión de trabajo de cualquier actuador.
  - **Válvulas reductoras o reguladoras:** Mantienen lo más constante posible la presión de trabajo a pesar de que la presión de entrada pueda variar.
  - **Válvulas secuenciadoras:** Se utiliza cuando se requiere abrir un circuito en función de una determinada presión previamente elegida. También se usa para detectar el final del movimiento del pistón de un cilindro sustituyendo al final de carrera.
  - **Válvula de acción rápida (quick-closing valve):** Una válvula o llave que cierra automáticamente cuando es liberada manualmente o que es controlada por un medio mecánico para una acción de cierre rápido
  - **Válvula de admisión de aire (air admittance valve):** Válvula de un sentido diseñada para permitir la entrada de aire al sistema de desagüe sanitario cuando se desarrollan presiones negativas en la tubería sanitaria.

El dispositivo debe ser cerrado por gravedad y debe sellar la terminal de ventilación a una presión diferencial de cero (cero flujos) y bajo presiones internas positivas. El propósito de una válvula de admisión de aire es proveer un método que permita la entrada de aire al sistema de desagüe sanitario sin el uso de un respiradero con salida al aire libre para impedir el escape de gases de la cloaca hacia una edificación.
  - **Válvula de alivio (relief valve):** Válvula de alivio de presión, una válvula activada bajo presión que

se mantiene cerrada por un resorte u otro medio, diseñada para aliviar presiones automáticamente a la presión establecida para dicha válvula.

- **Válvula de alivio de temperatura (Temperature relief valve):** Una válvula activada por la temperatura, diseñada para descargar automáticamente al llegar a la temperatura a la cual ha sido calibrada.
- **Válvula de alivio de temperatura y presión (T y P) (Temperature and pressure relief valve):** Una combinación de válvula de alivio diseñada para funcionar tanto como válvula de alivio de temperatura como válvula de alivio a presión.
- **Válvula de apertura completa (full-open valve):** Un control de agua o componente interruptor en el sistema de tuberías del abastecimiento de agua que, cuando se ajusta al flujo máximo, la trayectoria de flujo a través de la parte que cierra el componente no es una restricción en el área de paso del flujo del componente.
- **Válvula de contraflujo (backflow preventer):** Un conjunto de prevención de contraflujo, mecanismo de prevención de contraflujo u otros medios o métodos para evitar el contraflujo en abastecimiento de agua potable.
- **Válvula de contrapresión (backwater valve):** Un dispositivo o válvula que se instala en el desagüe de la edificación o en la cloaca donde está sujeta a condiciones de contraflujo, y que impide que el desagüe o las aguas residuales vayan a contracorriente a un nivel o artefacto bajo causando así condiciones de inundación.
- **Válvula de fluxómetro (flushometer valve):** Válvula conectada a una tubería de suministro de agua presurizada, y diseñada de tal modo que cuando es activada, abre la línea para un flujo directo al artefacto, con un gasto inadecuado para el correcto funcionamiento del artefacto, y luego cierra gradualmente para volver a sellar las trampas hidráulicas y evitar el golpe de ariete.
- **Válvula de llenado o alimentación (fill valve):** Una válvula de suministro de agua, que se abre o se cierra por medio de un flotador o un dispositivo similar, utilizada para suministrar agua a un tanque. Una válvula de llenado antisifonaje contiene un dispositivo antisifonaje en la forma de un espacio de aire aprobado o un interruptor de vacío que es una parte integral de la unidad de la válvula de llenado y que está ubicada en el lado de la descarga de la válvula de control del suministro de agua.

## 8.2.2 Certificaciones de calidad para válvulas por uso, aplicación y material de fabricación

En esta sección se citan los estándares mínimos de calidad para su consideración en el diseño de los sistemas hidráulicos cuando se utilizan estas válvulas en sus distintas aplicaciones. Las entidades cuyos estándares de calidad deben certificar las válvulas son los siguientes:

- **ASME** (The American Society of Mechanical Engineers).
- **MSS** (Manufacturers Standardization Society).
- **ASSE** (American Society of Sanitary Engineers).
- **AWWA** (American Water Works Association).
- **CSA** (Canadian Standard Association).
- **ANSI** (American National Standard Institute).

La tabla 8.6 lista las válvulas y sus distintas aplicaciones con sus respectivos estándares de calidad.

Tabla 8.6: Estándares de aplicación para válvulas y accesorios según su uso

ESTANDARS PARA MATERIALES Y EQUIPOS DE PLOMERIA Y APROBADOS	
VÁLVULAS Y ACCESORIOS	
ELEMENTO	ESTANDARD REFERIDO
Válvula anti retorno (retención) agua residual	Asme A 112.14.1-2003,CSA B181.1 02 para CSA B1800 Series (ABS),CSA B181.1 02 para CSA B1800 serie (PVC)
Válvulas de llenado antisifon (ballcocks) para el tanque del inodoro con descarga por gravedad	ASME 1002-1999;CSA B125-01
Válvulas de compuerta, globo ángulo y antirretorno (retención)	MSS SP-80-2003
Válvula antirretorno (retención), osilante en hierro fundido	MSS SP-71-1997
Registro para la limpieza	ASME A112.36.2M-1991(R2002)
Válvula drenaje para calentador de agua	ASSE 1005-1999
Válvula fluxómetro (Aparatos con lavado presurizado)	ASSE 1037-1990; CSA B125-01
Válvulas de compuertas en hierro fundido 125 y 250 psi	MSS SP-70-1998
Válvula de compuerta, cuerpo de hierro (3"y mayores)	AWWC500-02
Válvulas reductoras de presión de agua	ASSE 1003-2001
Válvulas de alivio y dispositivos automáticos de cierre de gas para el suministro de agua caliente	ANSI Z21.22A-200/CSA 4.4A-200 ANSI Z21.22B-2001/CSA 4.4B-2001
Válvula mezcladora de accionamiento de temperatura para el sistema de distribución de agua caliente	ASSE 1017-2003;CSA B125.3-05
supresores golpe de ariete	ASSE1010-2004,PDI WH 201-1992
Válvula de bola, uniones roscadas,cementadas ranuradas y acampanada (flared end)	MSS SP-110 (1996)
Dispositivos limitadores de la temperatura del agua	ASSE 1070-2004
Equilibrio de presión en línea, válvulas de mezcla para accesorios de aparatos individuales	ASSE 1066-1997
Válvula mezcladora para control automático de temperatura	ASSE 1066-2005

FUENTE: (Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association, 2009)

Las válvulas y la tubería deben ser de materiales compatibles, asegurando la funcionalidad y desempeño del sistema. Es recomendable que las válvulas especificadas para la conducción de agua potable certifiquen cumplir con los requisitos de la NSF/ANSI 61. La tabla 8.7 identifica las normativas o estándares de calidad que las válvulas fabricadas con diferentes clases de materiales deben de certificar.

Tabla 8.7: Válvulas, tipos de material de fabricación y normativa

MATERIAL	NORMA
Plástico de cloruro de polivinilo clorado (CPVC)	ASME A112.4.14; ASME A112.18.1/CSA B125.1; ASTM F1970; CSA B125.3; IAPMO Z1157; MSS SP-122
Cobre o aleación de cobre	ASME A112.4.14; ASME A112.18.1/CSA B125.1; ASME B16.34; CSA B125.3; MSS SP-67; MSS SP-80; MSS SP-110; IAPMO Z1157; MSS PS-139
Plástico de polietileno cadena cruzada (PEX)	ASME A112.4.14; ASME A112.18.1/CSA B125.1; CSA B 125.3; NSF 359; IAPMO Z1157
Hierro gris y hierro ductil	AWWA C500; AWWA C504; AWWA C507; MSS SP-67; MSS SP-70; MSS SP-71; MSS SP-72; MSS SP-78; IAPMO Z1157
Plástico de polipropileno (PP)	ASME A112.4.14; ASTM F2389; IAPMO Z1157
Plástico de cloruro de polivinilo (PVC)	ASME A112.4.14; ASTM F1970; IAMPPO Z1157; MSS SP-122

FUENTE: (Código Internacional de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, 2018).

## 8.3 Sistemas de bombeo para instalaciones hidráulicas en edificaciones

El diseñador comúnmente requerirá en su diseño equipos de bombeo para suplir las necesidades de caudal y presión de las edificaciones. Cuando la presión del agua en la red municipal de abastecimiento público o el sistema de abastecimiento de agua individual no es suficiente para suministrar las presiones y cantidades especificadas, el suministro debe suplementarse con un tanque de agua elevado, su sistema de refuerzo de

presión hidroneumático o una bomba de refuerzo de presión deberá ser diseñadas.

A continuación, se enuncian los aspectos más importantes a tomar en consideración por el diseñador para el adecuado funcionamiento y operación del sistema.

### 8.3.1 Principales requerimientos para diseño y aplicación de estos sistemas hidráulicos

- **Generalidades:** Las edificaciones están equipadas con artefactos sanitarios, cuya finalidad son la de prestar servicios a las personas, estas facilidades deben estar provistas y diseñadas para un suministro de agua potable en las cantidades y presiones especificadas, donde se requerirá el uso de equipos de bombeo para lograr este objetivo.
- **Agua potable requerida:** Se debe suministrar solo agua potable a los artefactos sanitarios que proveen agua potable para beber, bañarse o propósitos culinarios, o para el procesamiento de alimentos (Código Internacional de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, 2018).

### 8.3.2 Tipos de bombeo y aplicación en edificaciones

El bombeo se requiere para las siguientes aplicaciones:

- Aumentar la presión en el sistema servido.
- Recirculación del agua potable caliente.
- Combate de incendios.
- Calefacción HVAC (Heating, ventilation and air conditioning).
- Enfriamiento o refrigeración HVAC.
- Sistemas de aguas residuales.

### 8.3.3 Consideraciones sobre los equipos de bombeo requeridos y su adecuación

Al requerirse equipos de bombeo, deben contemplarse las siguientes consideraciones:

- Las bombas deben ser clasificadas para el transporte de agua potable.
- Los motores de las bombas pueden ser movidos por electricidad, gas o diesel.
- Para operar, los equipos de bombeo hidroneumáticos requieren un sistema de presostatos, para regular las presiones de apagado (presión máxima de operación) y presión de arranque (presión mínima de operación) (Imagen 8.1).
- Los equipos tipo paquete, poseen variador de frecuencia y trabajan a presión constante (presión máxima de diseño) y flujo variable (caudal o demanda de suministro de agua variable), entregando el caudal de demanda conforme sea requerido (Imagen 8.2).
- Las bombas en un sistema individual de abastecimiento de agua potable deben ser fabricadas e instaladas de manera que impidan que la contaminación ingrese al abastecimiento de agua potable a través de las bombas.
- Las bombas deben estar selladas a sus tubos de ademe o tapadas con un sello hermético.
- Las bombas deben estar diseñadas para mantener su cebo, y deben ser instaladas de tal forma que se provea un acceso libre a todas las partes de la bomba de todo el ensamblaje para reparaciones y mantenimiento.
- Las bombas usadas para agua potable deben estar protegidas contra cualquier tipo de contaminación.
- Los equipos de bombeo deben instalarse adecuadamente eliminando vibraciones y ruidos objetables, previendo no ocasionar daños al mismo.
- El cuarto de bombas para el suministro agua potable deberá tener un piso impermeable, con paredes y techo herméticos a la lluvia.
- La bomba de refuerzo estará protegida por un interruptor de corte de baja presión de la bomba si la presión de succión cae a un valor inseguro.

Imagen 8.1: Equipo de bombeo hidroneumático con presostato regulado a presión de arranque y apagado



FUENTE: GRUNDFOS PUMPS.

Imagen 8.2: Equipo de bombeo con variador de frecuencia – presión constante y caudal variable



FUENTE: GRUNDFOS PUMPS.

### 8.3.4 Controles para los equipos de bombeo instalados apropiadamente

En los sistemas de bombeo se incluyen los siguientes controles:

- Interruptor de presión o presostato o variadores de frecuencia según sea el tipo de bombeo seleccionado para el proyecto.
- Interruptor de sobrecarga térmica.
- Válvula de alivio de presión en la bomba de desplazamiento positivo.
- Interruptor de corte de agua baja, donde la capacidad de la bomba excede la fuente de agua.

### 8.3.5 Controles de bombas para sistemas de almacenamiento de agua caliente

Los controles de bombas que circulan agua entre un calentador de agua y un tanque de almacenamiento de agua caliente deben limitar el funcionamiento de la bomba desde el inicio del ciclo de calentamiento a no más de 5 minutos después de terminado el ciclo.

### 8.3.6 Controles de la demanda de recirculación para sistemas de abastecimiento

Un sistema de distribución de agua que tenga una o más bombas de recirculación, en el que el agua de la bomba regresa a la fuente de agua caliente, a través de un tubo de suministro de agua fría, debe ser un sistema de recirculación de agua. (Imagen 8.3) Las bombas deben tener controles que cumplan con los dos requisitos siguientes:

- El control debe iniciar la bomba al recibir la señal de acción de un usuario de un artefacto o dispositivo, detectar la presencia de un usuario de un artefacto, o detectando el flujo de agua caliente o templada a un accesorio de artefacto o dispositivo.
- El control debe limitar la temperatura del agua que entra al tubo de agua fría a 104° F (40° C).

Imagen 8.3: Equipo de bombeo recirculación agua potable caliente



FUENTE GRUNDFOS PUMPS.

### Tubería para sistemas de recirculación que tengan válvulas termostáticas maestras

Cuando se use una válvula termostática mezcladora en un sistema con una bomba de recirculación de agua caliente, la línea de retorno del agua caliente o templada debe ser direccionada a la boca de entrada del tubo de agua fría del calentador de agua; y la boca de entrada del tubo de agua fría o la conexión de retorno del agua caliente de la válvula termostática mezcladora.

## 8.3.7 Bañeras de hidromasaje

Las bañeras de hidromasaje se deben instalar y probar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El sistema de bombeo para estas se debe instalar más alto que el vertedero de la trampa hidráulica.

El desagüe de la bomba y de la tubería de circulación debe tener pendiente para desaguar en la voluta y la

tubería de circulación cuando la bañera de hidromasaje esté vacía.

Se debe proporcionar acceso a las bombas de circulación de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante del accesorio o de la bomba.

## 8.3.8 Bomba de sumidero (*sump pump*)

Una bomba de sumidero es aquel equipo automático con motor eléctrico para la remoción de aguas residuales, excepto sólidos, de un sumidero o pozo o de un punto bajo (Imagen 8.4).

Todos los eyectores de aguas residuales o bombas de aguas residuales deberán estar provistos de un dispositivo de alarma de agua alta audible, visual o combinado.

La capacidad mínima de las bombas sumidero para aguas residuales deberá ser de 15 GPM en el punto de descarga (Código Internacional de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, 2018).

Imagen 8.4: Equipo de bombeo aguas residuales y sumidero



FUENTE: IMPELMEX.

# CAPÍTULO 9

## Instalación de sistemas de tuberías



# CAPÍTULO 9

## Instalación de sistemas de tuberías

El presente capítulo tiene como objetivo informar las mejores prácticas de fontanería sobre sistemas PVC y CPVC hidrosanitarios, definidas por estándares internacionales.

### Contenido del capítulo

- 9. **Instalación de sistemas de tuberías**
- 9.1. **Almacenamiento y manejo**
- 9.2. **Herramientas para instalación de tuberías**
- 9.3. **Métodos para unión y juntas**
- 9.3.1. Cemento solvente para PVC
- 9.3.2. Cemento solvente para CPVC
- 9.3.3. Aplicadores para primer y cemento solvente recomendados
- 9.4. **Corte de tuberías**
- 9.4.1. Herramienta para cortar tubería
- 9.4.2. Desbarbado y biselado de los cortes
- 9.4.3. Prueba del ajuste en seco de la unión
- 9.4.4. Limpieza de espigas y campanas a unir
- 9.5. **Procedimiento de unión de tuberías**
- 9.5.1. Procedimiento para hacer juntas cementadas PVC y CPVC
- 9.5.2. Manejo del cemento solvente
- 9.5.3. Aplicación de imprimación y cemento
- 9.5.4. Montaje de junta
- 9.5.5. Tiempo de fijación
- 9.5.6. Juntas para CPVC
- 9.6. **Juntas roscada y bridada para tuberías PVC y CPVC**
- 9.6.1. Características de las juntas roscadas
- 9.6.2. Sello hermético para la junta
- 9.6.3. Equipos y herramientas para hacer roscas NPT en tuberías PVC y CPVC solamente cédula 80
- 9.6.4. Procedimiento para hacer la rosca cónica en la tubería
- 9.6.5. Juntas bridadas para tuberías PVC y CPVC
- 9.7. **Juntas con empaque elastómero**
- 9.7.1. Características de las juntas con sello elastómero para tuberías PVC
- 9.7.2. Composición y fabricación
- 9.7.3. Procedimiento para junteo
- 9.8. **Uniones con accesorios metálicos**
- 9.9. **Pruebas e inspección y estándares de referencia**
- 9.9.1. Sistemas presurizados
- 9.9.2. Sistemas por gravedad
- 9.10. **Desinfección**

## 9.1 Almacenamiento y manejo

Al realizar la instalación de un sistema de tuberías deben considerarse los siguientes elementos, respecto al almacenamiento y manejo de los materiales incluidos:

- Definir un lugar para la recepción de los materiales, que este iluminado y ventilado.
  - Construir estibas para colocar las tuberías de forma ordenada sobre durmientes y postes para confinar el apilado de las tuberías y cajones. Se recomienda que se identifique la aplicación de tuberías y conexiones, sea este de presión o drenaje, ubicándolos por separado.
  - En la estiba, las tuberías se apilan en hiladas, procurando que las campanas se dispongan de forma alterna en cada hilada. De esta forma se dejan las campanas libres de carga y se evita que estas se deformen por efectos del peso.
  - Se deben colocar los tubos de diámetros mayores juntos, separado de los pequeños. Estos tubos pequeños nunca deben quedar debajo de tuberías de mayor diámetro que son pesados.
  - La recepción de tuberías y accesorios debe ser coordinada con el transporte y el personal de descarga y acarreo, en el lugar de la obra.
- Al descargar las tuberías y accesorios, nunca deben lanzarse desde el camión al piso, debido a que pueden dañarse de forma no evidente, ocasionando problemas posteriores durante la instalación y las pruebas posteriores.
  - Se debe verificar que la calidad de los materiales entregados en el lugar de la obra corresponde a los requerimientos y estándares de calidad para la obra por ejecutar.
  - No se deben aceptar materiales con evidente daño físico o que no corresponden con la calidad solicitada.
  - Durante todo el proceso, el material debe manejarse cuidadosamente sin arrastrarlo o golpearlo.
  - Según se avance, debe sacarse de bodega, únicamente, el material que se instalará durante la jornada. Si hay sobrantes pendientes de instalar deben retornarse a la bodega para evitar el riesgo de deterioro o pérdida.

## 9.2 Herramientas para instalación de tuberías

Las herramientas para utilizar deben cumplir con los siguientes lineamientos:

- Identificar cuáles herramientas se utilizarán para realizar los cortes, biselados y desbarbado de las tuberías.
- Las herramientas por utilizar deben encontrarse en condiciones funcionales y en buen estado, de no ser así, el trabajo no brindará la calidad requerida.
- Del mismo modo, deben ocuparse herramientas que hayan sido diseñadas específicamente para su uso con sistemas de tuberías y accesorios termoplásticos referidos.

La tabla 9.1 muestra las herramientas básicas utilizadas, frecuentemente, en la instalación de tuberías de plástico PVC y CPVC.

Tabla 9.1: Herramientas básicas para la instalación

Herramienta	Indicaciones
	<p>La tubería debe tener un corte recto en la espiga para permitir la unión adecuada del extremo de la tubería y la parte acampanada a su respectiva conexión.</p> <p>El cortatubo tipo rueda, diseñado para la tubería de plástico, proporciona cortes fáciles y limpios en los tamaños de tubería más pequeños. Cortadores de tipo trinquete o similares se usan con presión y cuidado para evitar daños al tubo. La espiga de cada tubo a ser instalado debe llevar un bisel, antes de instalar con otro tubo o conexión.</p>
Corta tubos	
	<p>Los cortadores de cuchilla hechos para usar con tubos de plástico de gran diámetro son fáciles para ajustar y operar para cortes a escuadra y sin rebabas.</p> <p>Con una cortadora de cuchilla especial se puede cortar y biselar, dejando el extremo cortado sin rebabas. Es mandatorio biselar antes de realizar juntas con cemento solvente o empaque de hule elastomero, esto se logra al cortar utilizando una herramienta con bisel opcional en lugar de una cuchilla de corte y posteriormente biselar y limpiar rebabas.</p>
Cortatubos para tubos de gran diámetro	
	<p>El biselado de tuberías se puede realizar con herramientas eléctricas o manuales, también puede usarse una lima diseñada exclusivamente para hacer biseles.</p> <p>Los extremos de los tubos o espiga siempre deben estar biselados, para permitir una fácil inserción de la tubería en el accesorio y para ayudar a esparcir el cemento solvente en todo el perímetro de la junta y área de inserción. De ese modo se evita que el cemento se raspe y acumule en el interior de la otra tubería o de la conexión.</p> <p>Para tuberías de cualquier diámetro, se recomienda hacer un bisel a un ángulo de 10° a 15°.</p>
Herramienta para biselar tuberías	
	<p>En el proceso de instalación deben retirarse todas las rebabas en los extremos de las tuberías antes de esparcir el cemento solvente. Esto debe hacerse tanto en el interior como en el exterior de los tubos para evitar malas juntas, y eliminar posibles obstrucciones en abastos y artefactos conectados.</p> <p>Para ello se utilizan herramientas especiales de desbarbado de tubos de plástico, las cuales aplican un fresado en los extremos de los tubos en forma rápida y eficientemente.</p>
Herramienta de desbarbado	
	<p>Las llaves de correa constan de correas de nailon tratadas para ofrecer resistencia al deslizamiento, y diseñadas para funcionar con tubería de plástico. Esta herramienta proporciona poder de agarre para girar sin rayar ni deformar la tubería, al momento de realizar una junta espiga y campana o roscada con cemento solvente o cinta teflón respectivamente.</p>
Llaves de correa	



Tornillos de banco con cadena

Se pueden usar prensas de cadena para sujetar la tubería al momento de practicarle cortes, como ya se indicó anteriormente. Estas prensas son fabricadas con mandíbulas diseñadas para uso con tubo de plástico con alto poder de sujeción sin causar daño a la tubería plástica.



Haladores y dispositivos de unión

Es pertinente mantener la alineación adecuada durante el montaje, y ambas tuberías sujetadas con las conexiones. La forma cónica de la espiga y la campana puede provocar desajustes mientras se cumple el tiempo de fraguado del cemento solvente, de ahí la necesidad de mantener las tuberías fijas.

Los haladores y dispositivos de unión se utilizan para unir tuberías plásticas de gran diámetro. Estas herramientas están diseñadas para permitir que la espiga de la tubería, previamente biselada y limpia de rebabas, sea insertada a la profundidad de inserción adecuada.



Sierra de mano

Para cortar las tuberías, se utiliza una sierra de dientes finos de cuchillas (de 16 a 18 dientes por pulgada) que tienen poco o ningún ajuste (máximo de 0,025 pulgadas), se puede usar una caja de ingletes o una similar con guías.



Sierras eléctricas

Las sierras eléctricas son muy útiles en operaciones donde se está cortando una gran cantidad de tubería. Las cuchillas que se utilicen deben ser diseñadas para tubos de plástico. Se recomienda una velocidad de corte de 6000 RPM.

FUENTE: . REED, STANLEY Y EXACT TOOLS

## 9.3 Métodos para unión y juntas

### 9.3.1 Cemento solvente para PVC

El cemento solvente para PVC debe estar certificado con el estándar ASTM D 2564. Estos cementos solventes se utilizan en sistemas de tuberías hechos de compuestos como se define en la especificación D 1784. El método es el más usado para unión de tuberías y accesorios para los distintos sistemas hidráulicos es el de cemento solvente y *primer*. En cuanto a este tipo de unión, se recomienda lo siguiente:

- El *primer* (imprimación) debe estar certificado ASTM F656. Los *primer* son usados para tuberías en

aplicaciones a presión y sin presión, y tiene la finalidad de preparar la superficie de la tubería y accesorios antes de la aplicación de cemento solvente.

- El procedimiento para utilizar el primer con cemento se da en la práctica estándar ASTM D 2855.
- El tiempo de fraguado y curado de la junta depende del cemento solvente, tamaño de la tubería, método de aplicación, temperatura y humedad.

- Los cementos se clasifican en tres tipos (para fines de identificación) según la viscosidad y espesor mínimos de película húmeda:

- Cuerpo regular.
- Cuerpo medio.
- Cuerpo pesado.

#### Medidas de seguridad para el manejo del cemento solvente

- Los imprimadores para tuberías de plástico están hechos de materiales líquidos inflamables. Deben mantenerse alejados de todas las fuentes de ignición.
- El cemento solvente debe ser almacenado en un lugar con buena ventilación para reducir el riesgo de incendio y minimizar la respiración de vapores de disolventes.

- Se debe evitar el contacto de las imprimaciones con la piel y los ojos.
- Se debe minimizar la respiración de vapores de disolventes.

#### Guía para la selección del cemento solvente PVC

- La capacidad de un cemento solvente para llenar un vacío en una junta de tubería se puede determinar a partir de su viscosidad y el espesor de su película húmeda.
- Para la correcta selección de un cemento solvente para los distintos tamaños de tubería, se brinda una guía en la tabla 9.2 y 9.3, donde se clasifican los cementos (para propósitos de identificación) en tres tipos según viscosidad mínima y espesor de la película húmeda: cuerpo regular, de cuerpo medio y cuerpo pesado.

Tabla 9.2: Cemento solvente para PVC cédula 40 y SDR series

#### CEMENTOS DE PVC PARA SCHEDULE 40, SDR Series Y AJUSTE DE INTERFERENCIA

Rango tamaño tubería (pulg)	Tipo de Cemento	Viscosidad mínima		Espesor película húmeda	
		cP	(mPa.s)	Pulg	mm
1/2 a 2	Cuerpo regular	90	(90)	0.006	(0.15)
2 1/2 a 6	Cuerpo medio	500	(500)	0.012	(0.30)
8 a 12	Cuerpo pesado	1600	(1600)	0.024	(0.60)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020) ASTM D2564

Tabla 9.3 Cemento solvente para PVC cédula 80

#### CEMENTOS DE PVC PARA SCHEDULE 80 Y AJUSTES SIN INTERFERENCIA

Rango tamaño tubería (pulg)	Tipo de Cemento	Viscosidad mínima		Espesor película húmeda	
		cP	(mPa.s)	Pulg	mm
1/2 a 2	Cuerpo regular	500	(500)	0.012	(0.30)
2 1/2 a 6	Cuerpo medio	1600	(1600)	0.024	(0.60)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020) ASTM D2564

Debe seguirse en la selección del cemento adecuado para unir tubería Cédula 80, con diámetros por encima de 6 pulgadas.

### 9.3.2 Cemento solvente para CPVC

El cemento solvente para CPVC debe estar certificado ASTM F 493. Los cementos solventes de CPVC se utilizan con CPVC 41, tubería y accesorios clorados de poli (cloruro de vinilo), que cumplen con la clase 23447 y 23448 como se define en la especificación D 1784.

#### Medidas de seguridad para el manejo del cemento solvente

- Los cementos solventes para tuberías de plástico están hechos de materiales líquidos inflamables.
- Deben mantenerse alejados de todas las fuentes de ignición.
- Se debe almacenar el producto en un lugar con buena ventilación para reducir el riesgo de incendio.
- Evitar la respiración de vapores de disolventes.
- Evitar el contacto del cemento con la piel y los ojos.

#### Guía para la selección del cemento solvente CPVC

- La capacidad de un cemento solvente para llenar un vacío en una junta de tubería se puede determinar considerando su viscosidad y espesor de película húmeda.
- Para la correcta selección de un cemento solvente ver las tablas 9.4 y 9.5, en ellas se clasifican los cementos (para propósitos de identificación) en tres tipos según viscosidad mínima y espesor de la película húmeda: cuerpo regular, de cuerpo medio y cuerpo pesado.

Tabla 9.4: Cemento solvente para CPVC cédula 40

**Cementos de CPVC para tuberías y ajuste de interferencias Schedule 40**

Rango tamaño tubería (pulg)	Tipo de Cemento	Tubería				Schedule 40 ajuste con interferencia			
		Viscosidad mínima		Espesor película húmeda		Viscosidad mínima		Espesor película húmeda	
		cP	(mPa.s)	Pulg	mm	cP	(mPa.s)	Pulg	mm
3/8 - 2	Cuerpo Regular	90	(90)	0.006	(0.15)				
2 1/2 - 6	Cuerpo Regular					90	(90)	0.006	(0.15)
8 - 12	Cuerpo Medio					500	(500)	0.012	(0.30)
8 - 12	Cuerpo Pesado					1600	(1600)	0.024	(0.60)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020).ASTM F493

Tabla 9.5: Cemento solvente para CPVC Cedula 80

**Cementos de CPVC para Schedule 80 y ajuste sin interferencia**

Rango tamaño tubería (pulg)	Tipo de cemento	Viscosidad mínima		Espesor película húmeda	
		cP	(mPa.s)	Pulg	mm
1/8 - 11/4	Cuerpo Medio	500	(500)	0.012	(0.30)
11/2 - 6	Cuerpo Pesado	1600	(1600)	0.024	(0.60)

Nota:

Las recomendaciones del fabricante del cemento solvente deben seguirse en la selección del cemento adecuado para unir tubería Cédula 80 con diámetros por encima de 6 pulgadas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020). ASTM F493

### 9.3.3 Aplicadores para primer y cemento solvente recomendados

La tabla 9.6 muestra las dimensiones recomendadas para los aplicadores de primer y cemento solvente, según el diámetro de la tubería, tipo de aplicador y largo del hisopo. La imagen 9.1 muestra los tipos de aplicadores disponibles para utilizar cementos solventes.

Tabla 9.6 Aplicadores de primer y cemento solvente

**Diferentes tipos de aplicadores de cemento solvente para unión de tuberías PVC y CPVC**

Diámetro Nominal (pulg)	Tipo de Aplicador Cemento solvente		
	Hisopo (Dauber)	Brocha (ancho en pulg)	Rodillo (Longitud en pulg)
1/4		1/2	
3/8		1/2	
1/2		1/2	
3/4	A	1	
1		1	
11/4		1	NR
11/2		1 - 11/2	
2		1 - 11/2	
21/2		11/2 - 2	
3		11/2 - 21/2	
4		2 - 3	3
6	NR	3 - 5	3
8		4 - 6	7
10		6 - 8	7
12		6 - 8	7

Nota: A = Aceptable de usar: NR= No Recomendable de usar

FUENTE: Elaboración propia según ASTM D2855 y Oatey.

Imagen 9.1: Aplicadores de cemento solvente

Aplicador hisopo (Dauber)



Aplicador de brocha



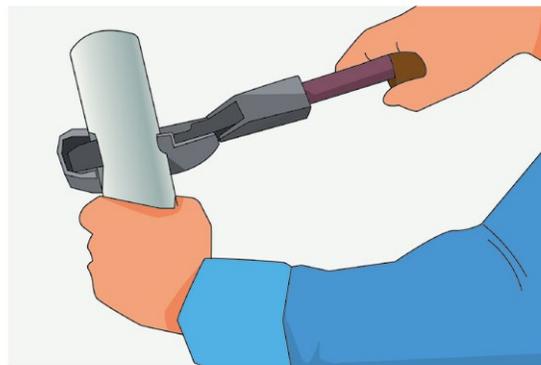
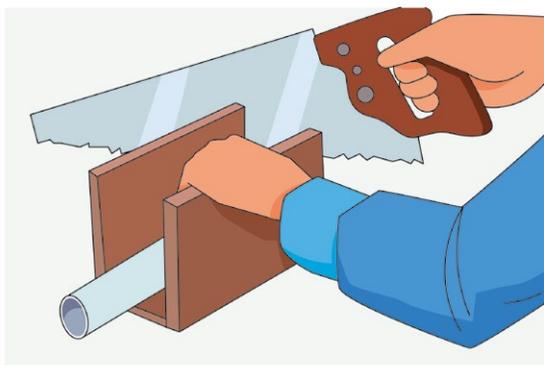
FUENTE: (ASTM International, 2020) y Oatey.

## 9.4 Corte de tuberías

El corte de la tubería se realiza en escuadra con el eje, usando una sierra de mano de dientes finos y una caja de ingletes, o una herramienta para corte manual corta tubos.

La sierra debe tener una guía adecuada (Imagen 9.2).

Imagen 9.2: Herramienta de corte para tuberías



FUENTE: (ASTM International, 2020).ASTM D2855

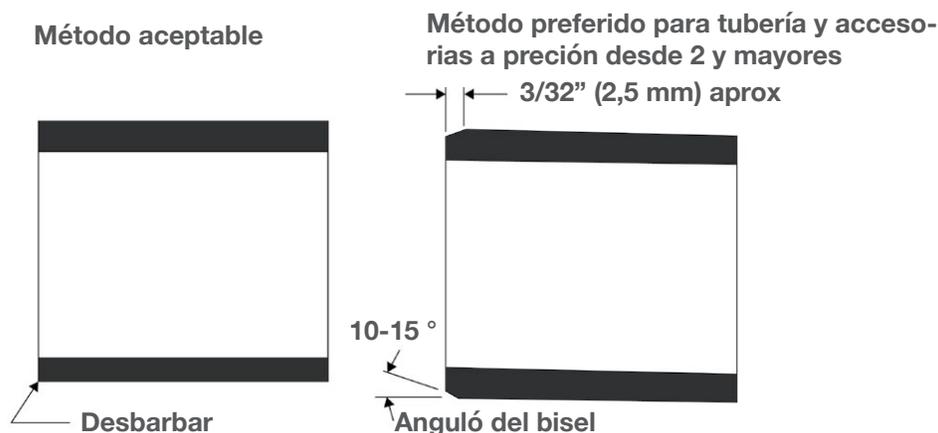
### 9.4.1 Herramientas para cortar tubería

- Se puede considerar el uso de una sierra para madera para cortar la tubería de PVC.
- Se puede utilizar una sierra eléctrica, si las hojas de corte están diseñadas específicamente para cortar tubos de plástico de tal manera que no levanta rebabas o crestas en el extremo cortado de la tubería.
- Si no hay otras herramientas disponibles, se puede utilizar una sierra eléctrica para tubo de metal estándar, siempre que se tenga mucho cuidado de quitar toda la cresta levantada en el extremo de la tubería por la acción de acuñamiento de las ruedas de corte.
- Si no se quita la cresta, el cemento solvente será raspado en la superficie del interior de la campana de otro tubo o del accesorio, produciendo una junta seca con una alta probabilidad de que la junta falle.
- Deben eliminarse todas las rebabas con un cuchillo, lima o papel abrasivo.

## 9.4.2 Desbarbado y biselado de los cortes.

- Para biselar o desbarbar el tubo, o ambos, se debe proceder como se ilustra en la imagen 9.3.

Imagen 9.3: Biselado y desbarbado de los cortes finales en tuberías



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

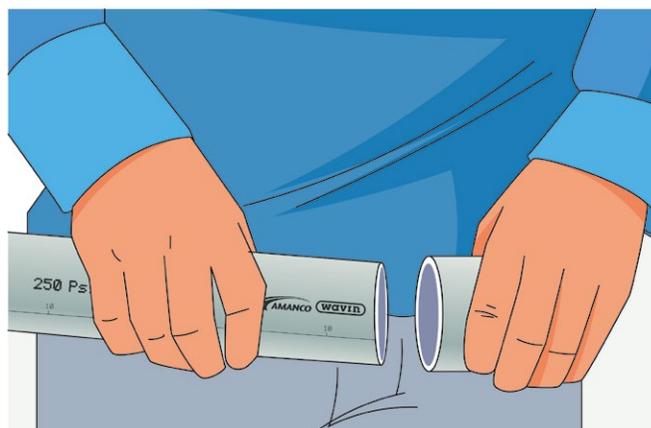
- Siempre se debe de achaflanar (biselar) el borde de la tubería, de no hacerlo se puede eliminar el cemento y el material ablandado de la campana del accesorio al momento de la inserción y ajustes entre las partes a cementar, esta falta provocará una fuga en la junta.

## 9.4.3 Prueba del ajuste en seco de la unión

Como se observa en la imagen 9.4, se debe probar el ajuste de la unión antes de aplicar el cemento. Para ello se debe seguir lo siguiente:

- Inserte la tubería en el accesorio y verifique que la interferencia ocurre aproximadamente entre 1/3 y 2/3 de la profundidad de la campana.
- En algunas ocasiones, cuando la tubería y los accesorios están en su tolerancia extrema, o cuando se usa tubería Schedule 80, es posible insertar completamente el tubo seco en el enchufe de conexión hasta que toca fondo.
- Si esto ocurre, el ajuste entre la tubería y el accesorio debe ser cómodo. Si el ajuste es flojo o inestable, otros accesorios deberán de seleccionarse hasta que la tubería proporcione un ajuste adecuado.

Imagen 9.4: Ensayo en seco de ajuste entre espiga de tubería con campana de accesorio



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

### 9.4.4 Limpieza de las espigas y campanas a unir

Las superficies por unir deben limpiarse y quedar completamente libre de suciedad, humedad, aceite y otros materiales extraños (Imagen 9.5).

Si esto no se puede lograr limpiando con un paño seco y limpio, se debe utilizar un limpiador químico o mecánico. Si se utiliza un limpiador químico, debe hacerse con un aplicador. Es importante evitar el contacto de la piel con limpiadores químicos.

Imagen 9.5: Limpieza de la tubería y secado para remover suciedad



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

## 9.5 Procedimiento de unión de tuberías

### 9.5.1 Procedimiento para hacer juntas cementadas PVC y CPVC

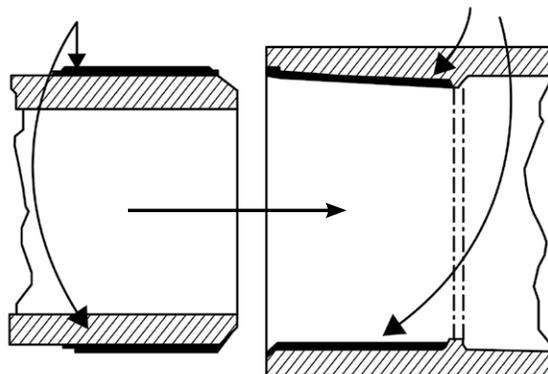
Para hacer buenas uniones consistentemente, lo siguiente debe ser claramente comprendido y respetado:

- Las superficies de contacto para unión deben suavizarse (disolverse) para obtener un área en estado semifluido.
- Se debe aplicar suficiente cemento para llenar el espacio entre la tubería y la conexión.
- La unión de la tubería y los accesorios debe realizarse mientras las superficies en contacto están todavía húmedas y blandas.
- La fuerza de la junta se desarrolla a medida que se seca el cemento.
- La penetración y la disolución para fusión química de las áreas en contacto se pueden lograr mediante el cemento en sí, mediante una imprimación adecuada, o mediante el uso de ambas, imprimaciones y cemento.
- Una imprimación adecuada penetrará y disolverá el plástico más rápidamente que el cemento solo. En climas fríos, se requiere más tiempo y aplicaciones adicionales (Imagen 9.6).
- Suficiente cemento debe usarse para rellenar la holgura de la junta (Imagen 9.7).
- Si los revestimientos con cemento solvente en la tubería y los accesorios están húmedos y fluidos

cuando se realiza el montaje, tenderán a fluir juntos y convertirse en una capa de cemento.

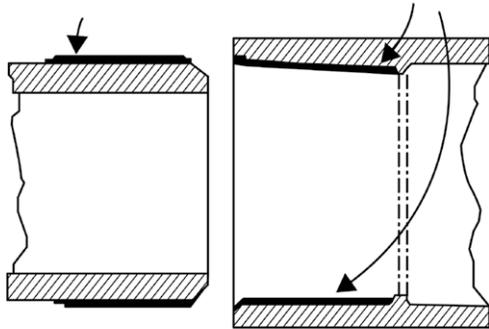
Además, si el cemento es húmedo las superficies debajo seguirán siendo suaves, y estas superficies disueltas en la parte apretada de la junta tenderán a fusionarse juntos (Imagen 9.8).

Imagen 9.6: Áreas de la tubería suavizadas



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

Imagen 9.7: Suficiente cemento en el área de la junta



Revestimiento de cemento solvente con espesor suficiente

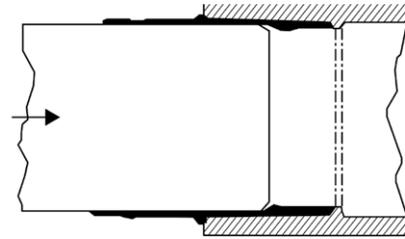
FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

- A medida que el disolvente se disipa, la capa de cemento y las superficies disueltas en contacto se endurecerán con el correspondiente aumento de fuerza de unión monolítica.
- Una buena unión cementada tendrá la presión de trabajo mucho antes de que la junta esté completamente seca, la resistencia final se ha adquirido en la parte apretada (fusionada) de la junta, la fuerza se desarrollara más rápidamente que en la parte más suelta (unida) de la junta.
- En la sección apretada de la articulación, la fuerza de unión se desarrolla más rápidamente que en la parte más suelta de la junta (articulación).
- Las juntas (articulaciones) completadas no deben ser perturbadas hasta que tengan un tiempo de curado lo suficiente como para soportar manipulaciones.
- La fuerza en la unión (articular) se desarrolla a medida que el cemento se seca, conforme a su tiempo de curado para juntas (Imagen 9.9).

### 9.5.2 Manejo del cemento solvente:

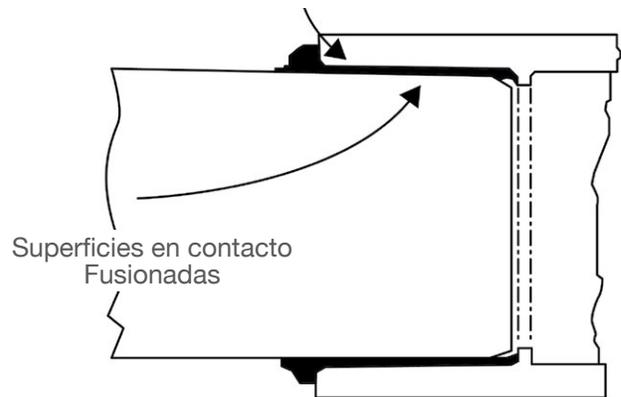
- Se debe mantener la lata de cemento cerrada y en un lugar sombreado cuando no esté en uso.
- Es importante desechar el cemento cuando se produce un cambio apreciable en la viscosidad, o en el primer signo de gelificación.

Imagen 9.8: Ensamble de la junta húmeda y suave



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

Imagen 9.9: Junta de tuberías unida y fusionada



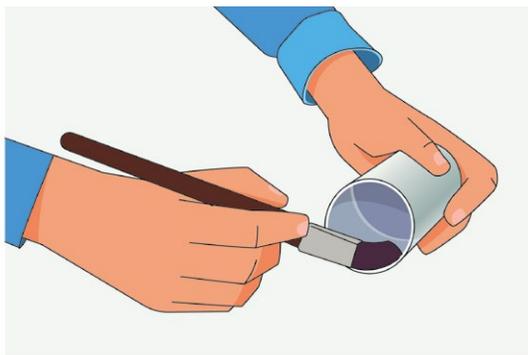
FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

- El cemento no debe diluirse.
- Entre aplicaciones, se debe guardar el aplicador (cepillo, hisopo, etc.) sumergido en cemento.

### 9.5.3 Aplicación de imprimación y cemento

- El cemento solvente para PVC es de secado rápido y por lo tanto, el cemento se debe aplicar lo más rápido posible, uniforme y consistentemente, bien hecho por el fontanero.
- Para tuberías de mayor diámetro puede ser necesario que dos trabajadores realicen esta operación.
- En condiciones atmosféricas de alta humedad, la aplicación rápida es importante para minimizar la condensación por humedad del aire en la superficie del cemento aplicado para la junta.
- La temperatura superficial de las áreas de contacto no debe exceder 110° F (45° C) en el momento del montaje.
- A la luz solar directa o en temperaturas ambiente superiores a 110° F (45° C), la superficie de la tubería puede exceder los 110° F (45° C).
- La temperatura de la tubería puede reducirse al frotar la superficie a cementar con trapos limpios y húmedos
- Es necesario asegurarse de que la tubería esté completamente seca antes de la imprimación y aplicación del cemento.
- Primero se debe aplicar imprimación a la superficie interior de la unión en las campanas.
- Se debe usar un movimiento uniforme para asegurarse penetración. Pueden ser necesarias aplicaciones repetidas (Imagen 9.10).

Imagen 9.10: Aplicación de primer en la superficie de la campana



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

- A continuación, se debe ablandar la superficie del extremo macho de la tubería para que quede insertado en la campana, a la profundidad de ajuste.
- Aplicar uniformemente una capa generosa de imprimación.
- Es necesario asegurarse de que toda la superficie esté bien ablandada (disuelto) (Imagen 9.11).

Imagen 9.11: Aplicación generosa de primer para ablandar la superficie de la espiga o extremo final de la tubería



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

- Nuevamente, se debe aplicar primer en el interior de la superficie de la campana luego, sin demora, aplique cemento a la tubería mientras las superficies aún están mojadas con imprimación (Imagen 9.12).

Imagen 9.12: Aplicación uniforme del cemento solvente en la superficie del perímetro exterior de la tubería



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

- Se debe aplicar cemento en forma ligera pero uniforme, en el interior de la campana, teniendo cuidado de mantener el exceso de cemento fuera de ella.
- Es importante evitar daños por exceso de solvente en la tubería (Imagen 9.13).
- Tiempo es importante en esta etapa. Aplicar una segunda capa de cemento al extremo de la tubería.

Imagen 9.13: Aplicación uniforme pero ligera de cemento en el interior de la campana



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

## 9.5.4 Montaje de Junta

Inmediatamente después de aplicar la última capa de cemento a la tubería, y mientras la espiga y campana permanecen suaves y húmedas, se debe empujar con fuerza el extremo macho del tubo hasta el tope o fondo de la campana (Imagen 9.14).

Imagen 9.14: Montaje de la junta para tubería y accesorio



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

- Se debe girar la tubería durante el montaje de la espiga con la campana del accesorio, realizando un giro de 1/4 de vuelta durante el proceso (pero no después de que la tubería esté al fondo) para distribuir el cemento uniformemente en todo su perímetro de contacto.
- El ensamblaje de la unión espiga y campana debe completarse dentro de los 20 segundos posteriores a la última aplicación de cemento en ambas superficies de contacto.
- La tubería debe insertarse con un movimiento uniforme y constante.
- No se deben utilizar golpes de martillo para realizar estas uniones.
- Si hay algún signo de secado de las superficies de cemento, debido al retraso en el montaje, las superficies deben ser recubiertas.
- Tenga siempre cuidado de no aplicar un exceso de cemento en el interior de la unión, particularmente en la tubería de campana.
- Advertimos que son necesarias grandes fuerzas axiales para el montaje de juntas en tubería de gran tamaño, se necesitarán 2 o más trabajadores para tales montajes de juntas. Aplicar fuerza por equipo mecánico, como “acompañamientos”, o palancas y tirantes también pueden ser necesarios.
- Hasta que el cemento se asiente en la junta, la tubería puede volver a salir de la campana de ajuste si no se mantiene en su lugar durante aproximadamente 1 min después del montaje.
- Se debe tener cuidado durante montaje para no perturbar ni aplicar fuerza a las juntas previamente hechas.
- Las juntas frescas pueden destruirse por una manipulación brusca temprana.
- Después del montaje, se debe limpiar el exceso de cemento (Imagen 9.15) que sale entre el tubo y la campana de conexión.

Imagen 9.15: Limpieza del exceso de cemento solvente por la unión del tubo con la campana



FUENTE: Elaboración propia y referencia a (ASTM International, 2020). ASTM D2855

### 9.5.5 Tiempo de fijación

- Se deben manipular las juntas recién ensambladas con cuidado, hasta que el cemento haya pasado por el período de fraguado recomendado.
- El tiempo establecido está relacionado con la temperatura de la siguiente manera:
  - 30 min mínimo desde 60 hasta 100° F (15 a 40° C)
  - 1 h mínimo desde 40 hasta 60° F (5 a 15° C)

#### Tiempo de curado para uniones

- En cuanto al tiempo de curado para las uniones, se deben seguir las recomendaciones del fabricante para el uso y aplicación de su cemento solvente en particular.
- Los tiempos de curado en la Tabla 9.7 son una guía sugerida. Se basan en datos de pruebas de laboratorio y no deben de tomarse como recomendaciones generalizadas de todos los fabricantes de cemento.
- La tabla 9.7 indica las recomendaciones para los rangos de temperatura ambiente, rangos de diámetros de las tuberías y su tiempo de curado para realizar pruebas de presión en los rangos definidos.

Tabla 9.7: Tiempo mínimo de curado para uniones cementadas antes de realizar pruebas de presión

Tiempos de curado para tuberías con juntas de cemento solvente								
Rango de Temperatura durante período de curado °F (°C)	Prueba de presión para tamaños de tuberías 1/2 hasta 1 1/4 pulg.		Prueba de presión para tamaños de tuberías 1 1/2 hasta 3 pulg.		Prueba de presión para tamaños de tuberías 3 1/2 hasta 5 pulg.		Prueba de presión para tamaños de tuberías 6 hasta 8 pulg.	
	Hasta 180 psi (1240 Kpa)	Sobre 180 - 370 psi (1240 - 2550 Kpa)	Hasta 180 psi (1240 Kpa)	Sobre 180 - 315 psi (1240 - 2170 Kpa)	Hasta 180 psi (1240 Kpa)	Sobre 180 - 315 psi (1240 - 2170 Kpa)	Hasta 180 psi (1240 Kpa)	Sobre 180 - 315 psi (1240 - 2170 Kpa)
60 a 100 (15 a 40)	1 hr	6 hr	2 hr	12 hr	6 hr	18 hr	8 hr	24 hr
40 a 60 (5 a 15)	2 hr	12 hr	4 hr	24 hr	12 hr	36 hr	16 hr	48 hr
20 a 40 (-7 a 5)	6 hr	36 hr	12 hr	72 hr	36 hr	4 días	3 días	9 días
10 a 20 (-15 a -7)	8 hr	48 hr	16 hr	96 hr	72 hr	8 días	4 días	12 días
Más frío que 10 (-15)	Extremo cuidado debe tener de aplicarse en todas las uniones hechas de tubería, accesorios o cemento estas abajo de 10° F (-12° C)							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020). ASTM D2855

### 9.5.6 Juntas para CPVC

El procedimiento recomendado para la fabricación de juntas cementadas con solventes con poli (vinilo cloruro) clorado (CPVC) tubería y accesorios incluye:

- Polvo.
- Humedad.
- Materiales extraños.
- **Para limpiar debe usarse:**
  - Un paño limpio y seco
  - Un limpiador o imprimador,
  - Un abrasivo fino como papel lija.
  - El limpiador o imprimador debe ser el recomendado por el fabricante de cemento para su uso con tubería plástica de CPVC.
  - El limpiador o primer se usa con un aplicador, guantes resistentes a los disolventes, evitando todo contacto con la piel.
- **Aplicación de cemento:** Se debe aplicar una capa espesa de cemento para CPVC en el extremo de la tubería, y una capa fina y ligera en el interior de la toma de conexión. Si el cemento se seca en cualquiera de las superficies antes de realizar la junta, se debe aplicar otra capa.
- **Corte:** Se debe cortar la tubería a escuadra con un cortador de tubería o una sierra de mano de dientes finos y una caja de ingletes. se recomienda el cortatubo con ruedas de corte fino diseñadas especialmente para plástico.
- **Rebabas:** Se deben quitar todas las crestas causadas por el cortatubos y rebabas con papel de lija o cuchillo.
- **Ajuste de tubería:** Es necesario verificar el ajuste seco de la tubería en el accesorio para asegurarse que hay un ajuste de interferencia. La tubería seca debe entrar en la campana de conexión a un tercio a dos tercios de la profundidad total de la campana cuando se ensambla a mano
- **Limpieza:** Se debe limpiar el extremo de la tubería y toma de conexión, para evitar la presencia de:

- **Unión:** Se debe insertar la tubería en el accesorio, de forma inmediata, con un ligero movimiento de torsión, hasta que toque fondo en la conexión.
  - Se debe alinear rápidamente la dirección para el accesorio.
  - Es necesario mantener la articulación unida momentáneamente hasta que el cemento haya fraguado.
  - Luego se debe retirar, inmediatamente, el exceso de cemento de la unión realizada.
- **Manejo:** La unión cementada realizada se puede manipular inmediatamente, siempre y cuando se haga con cuidado.
  - Evitar la manipulación brusca durante 1 hora.
  - Las uniones normalmente pueden someterse a prueba de presión después de 16 horas.
- Los cementos de cuerpo medio y pesado son generalmente formulados para tamaños de tubería más grandes, y tienen más tiempo de secado que los cementos de cuerpo regular.

#### La unión exitosa de tuberías y accesorios de CPVC

#### Guía para la selección de cementos solventes de CPVC

- Se recomienda que solo los cementos de cuerpo regular puedan utilizarse para unir tubos de CPVC de tamaño CTS de la especificación D 2846.
- La capacidad de un cemento solvente para llenar un espacio en una junta de tubería se puede determinar considerando su viscosidad y espesor de la película húmeda.
- Una guía para la selección adecuada de un cemento solvente para los distintos tamaños de tubería se presenta en las tablas 9.8 y 9.9.
- Se deben seguir las recomendaciones del fabricante de cemento solvente.
- Las directrices que se muestran en las tablas 9.8 y 9.9 son generales, las propiedades del cemento solvente pueden variar considerablemente entre los fabricantes.

Tabla 9.8: Cemento solvente CPVC para tuberías CPVC CTS y cédula 40 con campana y espiga

#### Cementos de CPVC para tuberías y ajustes de interferencias Schedule 40 CPVC

Rango Tamaño Tubería (pulg)	Tipo de Cemento	Tubería				Schedule 40 ajuste con interferencia			
		Viscosidad Mínima		Espesor película húmeda		Viscosidad Mínima		Espesor película húmeda	
		cP	(mPa.s)	Pulg	mm	cP	(mPa.s)	Pulg	mm
3/8 a 2	Cuerpo Regular	90	(90)	0.006	(015)				
2 1/2 a 6	Cuerpo Regular					90	(90)	0.006	(0.15)
8 a 12	Cuerpo Medio					500	(500)	0.012	(0.30)
8 a 12	Cuerpo Pesado					1600	(1600)	0.024	(0.60)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020).ASTM F493

Tabla 9.9: Cemento solvente CPVC para tuberías CPVC cedula 80 sin campanas

Cementos de CPVC para Schedule 80 CPVC y ajuste sin interferencia					
Rango Tamaño Tubería (pulg)	Tipo de Cemento	Viscosidad Mínima		Espesor película húmeda	
		cP	(mPa.s)	Pulg	mm
1/8 a 11/4	Cuerpo Medio	500	(500)	0.012	(0.30)
11/1 a 6	Cuerpo Pesado	1600	(1600)	0.024	(0.60)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020).ASTM F493

## 9.6 Juntas roscada y bridada para tuberías PVC y CPVC

### 9.6.1 Características de las juntas roscadas:

Las roscas deberán estar certificadas por la ASTM F 1498: Especificación estándar para roscas cónicas de 60 ° para tuberías y accesorios termoplásticos.

Esta especificación establece requisitos para las dimensiones y calibrado de roscas cónica de tubería utilizadas en tubería y accesorio plástico roscado tubería y accesorios.

Las roscas que cumplan con esta especificación solo se utilizarán en aquellos materiales plásticos que el fabricante considere adecuados.

#### Identificación del tipo de roscas para las tuberías.

En esta especificación ASTM F1498 se define la secuencia del rotulado de la tubería, que incluyen el tamaño nominal de la tubería, el número de roscas por pulgada y los símbolos de la serie de hilos, de acuerdo con ANSI / ASME B 1.20.1: 3/8-18 NPT.

- Para roscas a la izquierda añadir LH (Left handed, mano izquierda en inglés) hasta el final de la designación, de lo contrario se puede entender que se trata de roscas a la derecha. Por ejemplo: 3/8-18 NPT-LH.
- Cada una de estas letras en el símbolo tiene un significado definido de la siguiente manera:
  - N = National (American Standard)
  - P = Pipe
  - T = Taper

- Ángulo de hilo
  - El ángulo entre los lados de la rosca es de 60° cuando se mide en un plano axial.
  - La línea bisectriz de este ángulo es perpendicular al eje.
  - Hilos de plástico: información general roscas.

El espesor mínimo de la pared (Tabla 9.10) para la porción roscada de un tubo de plástico o del accesorio dependen del material y la aplicación.

Para la tubería roscada su clasificación de presión reduzca su valor por la mitad (50%) del valor de la tubería sin rosca. Algunos materiales para tuberías roscadas clasificados para aplicaciones de presión no se recomiendan, por ejemplo, Polipropileno y Polietileno.

Tabla 9.10: El espesor mínimo de la pared para la porción roscada de un tubo de plástico o del accesorio

Diámetro nominal (pulg)	Espesor mínimo de pared (pulg)		Diámetro mínimo del cubo (pulg)	
	Tubo Sch 80	DWV	Sch 40 y DWV	Sch 80
1/8	0.095		0.526	0.645
1/4	0.119		0.672	0.840
3/8	0.126		0.821	1.000
1/2	0.147		0.998	1.289
3/4	0.154		1.221	1.450
1	0.176		1.504	1.810
1 1/4	0.191	0.100	1.871	2.200
1 1/2	0.200	0.088	2.127	2.450
2	0.218	0.066	2.634	3.000
2 1/2	0.276		3.170	3.560
3	0.300	0.086	3.841	4.250
3 1/2	0.318		4.374	
4	0.337	0.104	4.907	5.350
5	0.375		6.039	
6	0.432		7.203	7.625
8	0.500		9.320	
10	0.593		11.614	
12	0.687		13.786	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN (ASTM International, 2020). ASTM F1498

### 9.6.2 Sello hermético para la junta

- Donde se requieran juntas herméticas para sistemas de conducción no presurizado, la junta para estas tuberías con rosca cónica que cumplen con esta especificación debe estar hechas de PTFE. (politetrafluoroetileno o equivalente) cinta (Teflón) o un producto químico compatible con un sellador-lubricante.
- Los compuestos como masilla, productos a base de aceite de linaza y mezclas desconocidas no se utilizará.
- **La estanqueidad máxima recomendada:** es de dos vueltas. Verificar el aprete con los dedos tanto para roscas hembra (internas) como machos (externas).
- Al ensamblar roscas cónicas de metal y plástico, el método recomendado consiste en usar roscas macho de plástico penetrando dentro de roscas hembra (internas) de metal. No es recomendado hacerlo al inverso.
- Cuando se utiliza cinta de PTFE (conocida popularmente como cinta Teflón) para sellar las juntas roscadas, envuelva los hilos con dos a tres capas (vueltas).

#### Hermeticidad de la rosca

- **Ajuste por llave inglesa:** El sobre apriete de los hilos internos producirá tensiones de aro mayores de los que el plástico puede soportar, lo que resulta en accesorios partidos o rotos.

**Especificación para roscas cónica de tubería de uso general, NPT**

Estas roscas solo aplican a cédula 80, únicamente. Las roscas hechas de acuerdo con estas especificaciones consisten en un cono roscado externo y un interno cónicos, para juntas en general que tiene aplicación en tuberías y accesorios.

Las roscas cónicas NPT (National Pipe Thread, por sus siglas en inglés) de tuberías están diseñadas para ser apretadas con llave (máximo dos vueltas después de apretar con los dedos), usando lubricante o sellador para sistemas presurizados que requieren hermeticidad en la junta roscada, así como también en conducción no presurizada que requiera hermeticidad en la junta.

**9.6.3 Equipos y herramientas para hacer roscas NPT en tuberías PVC y CPVC cédula 80 solamente**

Estas roscas solo aplican a cédula 80, únicamente. Las roscas hechas de acuerdo con estas especificaciones consisten en un cono roscado externo y un interno cónicos, para juntas en general que tiene aplicación en tuberías y accesorios

siglas en inglés) de tuberías están diseñadas para ser apretadas con llave (máximo dos vueltas después de apretar con los dedos), usando lubricante o sellador para sistemas presurizados que requieren hermeticidad en la junta roscada, así como también en conducción no presurizada que requiera hermeticidad en la junta.

Las roscas cónicas NPT (National Pipe Thread, por sus

La tabla 9.11 muestra los equipos y herramientas necesarios para hacer roscas NPT en tuberías PVC y CPVC Cédula 80 solamente.

Tabla 9.11: Equipos y herramientas necesarios para hacer roscas NPT en tuberías PVC y CPVC Cedula 80 solamente

	Máquina eléctrica cortadora		Roscado de trinquete
	Tornillo de banco		Matrices diseñadas para plástico para hacer roscas en tubería
	Llave de correa		Cinta PTFE (Teflón) o pasta sella junta autorizada
	Lubricante (opcional)		Herramienta cortadora y desbarbadora

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. RIDGID TOOLS, REED TOOLS, OATEY

## 9.6.4 Procedimiento para hacer la rosca cónica en la tubería

Los pasos para hacer la rosca cónica son los siguientes:

- Cortar y desbarbar.
- Roscar con el equipo eléctrico o manual la tubería.
- Preparar y acondicionar la rosca del tubo.
- Ensamblar las uniones roscadas requeridas.

### Precauciones

- Nunca se aplica cemento solvente a tuberías o accesorios con junta rosca.
- Si la temperatura de operación del sistema está en el rango máximo no especifique usar juntas roscadas para PVC o CPVC.

## 9.6.5 Juntas Bridadas para tuberías PVC y CPVC

### Estas juntas se usan cuando:

- No es posible hacer juntas con cemento solvente.
- Cuando el sistema a instalar es de carácter temporal y requerirá de movilidad.
- El Sistema requerirá desinstalarse en un futuro.
- La presión de trabajo más usada en 150 lbs/pulg<sup>2</sup> (psi)
- Usan un empaque de hule que es requerido entre bridas para obtener un sello hermético.
- Las dimensiones corresponden a tuberías IPS.
- Requieren pernos y tuerca para acoplarse.

### Tipos de bridas

- Hembra
- Espiga
- Roscada

### Selección del material en la brida

- Empaque: Elastómero, debe ser resistente a los químicos que se conducirán en la tubería. El elastómero deberá certificar cumplir con la prueba Durómetro "A" escala de 55 a 80.
- Grosor mínimo 1/8 de pulgada

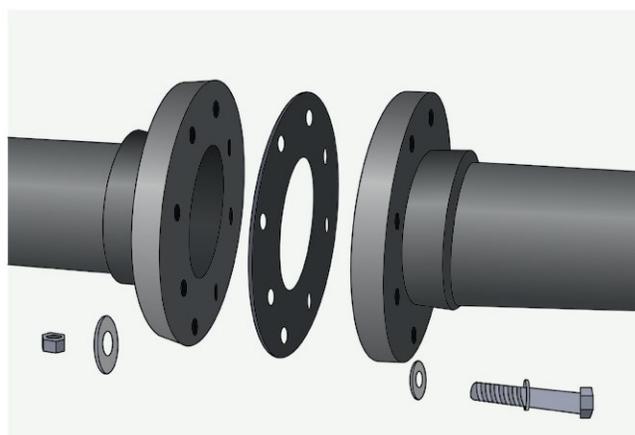
### Ajuste para instalación

- Componentes para acoplar son, tornillos, tuercas y arandelas.
- Estos componentes deben ser resistentes a la corrosión y químicos del ambiente.
- Para instalar la brida con los pernos se debe utilizar una llave de torque, este torque debe aplicarse aproximadamente con incrementos de 5 lb-pie, cuidando de no excederse para no dañar la brida.
- La secuencia de aplicación del torque a los tornillos de la brida es 180 grados opuesto.

### Ensamble de la brida

Primero, deben alinearse la brida y empaque para la colocación de los tornillos y tuercas en los agujeros de la brida y empaque (Imagen 9.16).

Imagen 9.16: Alineación de la brida



FUENTE: Elaboración propia (ANSI/ASME, 2022).

El adecuado ajuste de bridas y empaques garantizará una instalación con sello hermético. Debe usarse una llave de torque para apretar cada tornillo de forma gradual en secuencia opuesta según el diagrama definido para la brida (Imagen 9.17).

Imagen 9.17: Ajuste de la brida



FUENTE: Elaboración propia (ANSI/ASME, 2022).

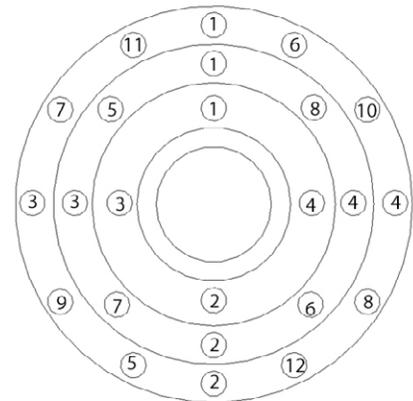
Para aplicación de torques finales recomendados y en la imagen 9.18 se ilustra el patrón de apriete de tuercas.

Imagen 9.18: Patrón de apriete de tuercas

**Torque recomendado para instalación de bridas**

Diámetro tubería (IPS)	No. de agujeros para pernos	Diámetro del perno (pulg)	Torque recomendado pie/lbs
1/2	4	1/2	10-15
3/4	4	1/2	10-15
1	4	1/2	10-15
1 1/4	4	1/2	10-15
1 1/2	4	1/2	10-15
2	4	5/8	20-30
2 1/2	4	5/8	20-30
3	4	5/8	20-30
4	8	5/8	20-30
6	8	3/4	33-50
8	8	3/4	33-50
10	12	7/8	53-65
12	12	7/8	53-75

**Secuencia de apretado de la brida**



FUENTE: (ANSI/ASME, 2022). ANSI/ASME B 16.5

**Advertencias**

- No es recomendado sobre apretar los tornillos de la brida, es innecesario, puede dañar la brida.
- Se tiene que seguir la secuencia del patrón y orden para apretar tornillos de la brida para un perfecto ajuste
- Con cada tornillo y tuerca deben usarse arandelas planas.

## 9.7 Juntas con empaque elastómero

### 9.7.1 Características de las juntas con sello elastómero para tuberías PVC:

Para sistemas de conducción a presión se utilizan juntas flexibles, usando un sello de hule que debe ser conforme y certificar el estándar ASTM D 3139.

Esta especificación cubre los tipos de juntas requeridas para sistemas de presión de tubería de plástico con un espesor de pared igual o mayor que el de SDR 64.

Las tuberías y accesorios con sello elastómero están diseñadas y recomendadas ampliamente para sistemas de distribución y conducción presurizada de agua potable.

El sello o empaque de hule, elastómero debe ser conforme y certificar el estándar ASTM F 477

Esta especificación también cubre los sellos elastómeros (empaquetaduras) utilizado para sellar las juntas de tubería de plástico utilizada por gravedad, en aplicaciones de baja y alta presión.

### 9.7.2 Composición y Fabricación:

Todos los empaques se extruyen o moldean para que cualquier sección transversal sea densa, homogénea y libre de porosidad, ampollas, picaduras u otros defectos que hagan no aptos para el uso previsto.

Los empaques para junta se fabrican de un material elastómero de alta calidad.

El material típico usado para fabricar el empaque es caucho de estireno butadieno (SBR) que ofrece excelentes propiedades físicas y buena resistencia química.

#### Dimensiones y tolerancias

Cuando el empaque esté en su posición final de ensamblado, la junta no deberá estirar más del 30% de su circunferencia original.

Los empaques cumplen con las dimensiones especificadas por el fabricante de la tubería o accesorios, para sus juntas, garantizando hermeticidad para las diferentes clasificaciones de presión de la

tubería o accesorio

#### Otras certificaciones que el empaque debe certificar por NSF

- Standard No. 14 for Plastic Piping Components and Related Materials
- Standard No. 61 for Drinking Water Systems Components Health Effects
- La imagen No 9.19 ilustra tubería y accesorio con uniones por empaque, elastómero tipos Rieber y Anger , que comercialmente se conocen este tipo de uniones como junta rápida.

La imagen No. 9.19 ilustra tubería y accesorio con uniones por empaque, elastómero tipos Rieber y Anger , que comercialmente se conocen este tipo de uniones como junta rápida.

Imagen 9.19: Tuberías y accesorios con elastómero



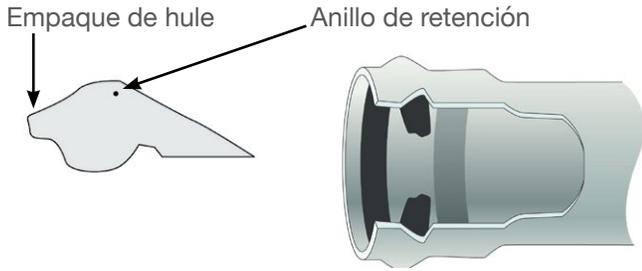
FUENTE: Elaboración propia.

#### Requerimientos para realizar la junta con elastómero

Primero es necesario identificar si el empaque o sello está colocado y asegura correctamente en la cuna de la campana de la tubería y accesorio (en fábrica).

El empaque o sello elastómero del tipo Rieber, que es un empaque moldeado que internamente trae un anillo de metal que le permite la retención y fijación de este en la cuna de la campana, evitando dislocaciones o movimientos por efectos del empuje durante la instalación (Imagen 9.20).

Imagen 9.20: Empaque tipo Rieber



Empaque Rieber 2" y mayores

FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

El empaque tipo *Rieber* se coloca en fábrica durante el proceso final de manufactura de la tubería y accesorios.

El empaque elastómero tipo *Anger* llega suelto y debe colocarse en obra dentro de las campanas usando la técnica indicada por el fabricante. Se debe de revisar que las campanas y los empaques estén en perfecto estado antes de realizar cualquier instalación.

Se debe solicitar el instructivo para la correcta instalación de los empaques sueltos tipo *Anger*. La imagen 9.21 presenta el tipo de empaque *Anger*, que se instala en obra.

Imagen 9.21: Empaque tipo Anger



FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

### 9.7.3 Procedimiento para junteo

Se requiere limpiar de impurezas la espiga y la campana que contiene el empaque. La imagen 9.22 ilustra el proceso de limpieza de impurezas en la campana y espigas.

Imagen 9.22 Limpieza de impurezas en la campana y espigas

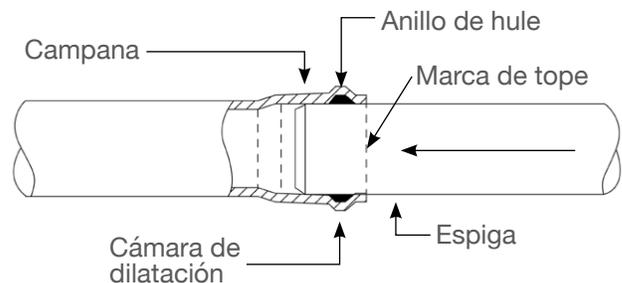


FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

- Es preciso verificar que los empaques están firmes y correctamente colocados dentro de la cuna de la campana del tubo y accesorios.
- Debe asegurarse hacer el biselado en la espiga de la tubería y desbarbar después del biselado o cortes realizados.
- Marcar en la espiga de la tubería la referencia para la profundidad de inserción dentro de la campana.

La imagen 9.23 muestra las referencias del marcado de profundidad de inserción en la junta.

Imagen 9.23: Referencias de marcado en la inserción en la junta



FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

- Es necesario colocar, perfectamente alineados, la campana y espiga biseladas, marcando la profundidad de inserción para su correcta instalación.
- Luego se debe lubricar el empaque y la espiga con grasa mineral o grasa vegetal, para facilitar la

instalación y reducir la fricción del empaque. La imagen 9.24 presenta el proceso de lubricación de espiga y empaque en campana, previamente marca profundidad de inserción.

Imagen 9.24: Lubricación de espiga y empaque



FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

- Nunca deben usarse lubricantes con base de petróleo, porque deterioran el empaque y contaminan el agua potable que conducirá la tubería. Algunos tamaños pequeños de tuberías se pueden instalar manualmente hasta 3" de diámetro. La imagen 9.25 presenta la instalación manual de tubería diámetro pequeño.

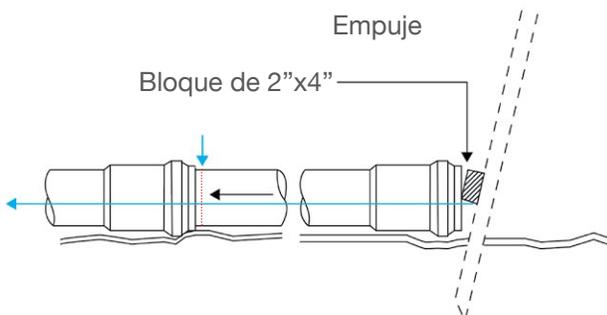
Imagen 9.25: Instalación manual de tubería de diámetro pequeño



FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

- Tamaños mayores requerían aplicar más fuerza para ensamblar los tubos, la técnica apropiada en estos casos es el uso del bloque de madera 2" x 4" y la palanca para empuje, lo cual ilustramos en la siguiente imagen.

Imagen 9.26: Instalación con barra y bloque. →



FUENTE: Elaboración propia (UNI BELL, 2001).

- Es importante realizar la unión y empujar con fuerza uniforme hasta la línea marcada en la espiga, no más.
- Si se advierten problemas en la instalación y no alcanza la marca de profundidad, desinstale la tubería y revise que los empaques estén correctamente colocados en la cuna de la campana y corrija, para proceder nuevamente de forma satisfactoria.

**Advertencia**

- No se recomienda usar equipos pesados o herramientas eléctricas para la instalación.
- Todos los cambios de dirección en alineamiento horizontal o vertical deben estar perfectamente empotrados y anclados para evitar que se zafen durante el ensayo o prueba de hermeticidad y posterior puesta en marcha.

**Estándares de referencia:**

Métodos de unión:

- ASTM D 2672: Joints for IPS PVC Pipe Using Solvent Cement
- ASTM D 2855: Joints for PVC Pipe and Fittings Using Solvent Cement
- ASTM D 3139: Joining Pressure Plastic Pipe Using Flexible Elastomeric Seal
- ASTM F 477: Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe

**9.8 Uniones con accesorios metálicos**

En la práctica es común realizar uniones entre materiales disímiles. A continuación, se enumeran las principales consideraciones para hacer un buen trabajo de unión con rosca cónica PVC o CPVC y rosca cónica metálica.

La principal recomendación que siempre debe tomar en cuenta es la siguiente:

- Las roscas de PVC o CPVC macho se pueden utilizar para entrar en las roscas hembras metálicas, siguiendo todas las recomendaciones de instalación previamente referidas.
- Jamás se deben hacer juntas de roscas macho metálicas dentro de roscas hembras plásticas, ya que la rosca metálica tiende a romper la conexión al momento de apretar la junta, o puede generar esfuerzos que debilitan la resistencia del material, fallando al momento de operar con presiones de trabajo normales. Por esta razón no es nada recomendable realizar conexiones macho metálico con hembra plástico, debido a la disímil resistencia entre materiales.

- Solamente se podrán realizar juntas macho metálico cuando el accesorio de PVC o CPVC poseen un inserto hembra cónico metálico para tales propósitos.
- Las roscas cónicas para las juntas de tubería de uso general deben cumplir con ASME B1.20.1, (The American Society of Mechanical Engineers), estándar ampliamente referenciado para juntas roscadas de tuberías.
- La cinta para el sellado de roscas, el compuesto sellante para juntas de tuberías u otro lubricante para roscas se debe aplicar solo a las roscas macho.
- No se aconseja el uso redundante de cinta y compuesto sellantes para la misma junta con rosca, esta no es una buena práctica.
- Usar siempre la cantidad correcta de compuesto sellante para juntas roscadas, evitando aplicar cantidades en exceso porque tapara interiormente la tubería.

## 9.9 Pruebas e inspección y estándares de referencia

Toda instalación hidráulica debe pasar por un proceso final de verificación de la calidad de los materiales y funcionalidad de los sistemas instalados, cuyos procesos de verificación mencionamos a continuación. Cualquier prueba de fugas requerida se realizará según lo especificado.

El propósito de una prueba de fugas es establecer que la sección de línea fue probada, incluidas todas las juntas, accesorios y otros aparatos, verificando que no tendrá fugas o que la fuga está dentro de los límites de la asignación aplicable.

Estándares de referencia:

- National Standar Plumbing Code 2009, Capitulo 15, pag 187.

### 9.9.1 Sistemas presurizados

Al completar una sección o todo el sistema de tuberías para el suministro de agua del proyecto, se debe verificar y probar íntegramente la hermeticidad de todo el sistema. Se realiza esa verificación antes de poner en operación y funcionamiento las redes. Dicha prueba de verificación requiere las siguientes consideraciones:

- En primer lugar, es preciso definir claramente las secciones a probar.
- Nunca se hacen pruebas sin haber completado el tiempo de fraguado o curado de la tubería según se hace referencia en este capítulo.
- Es necesario establecer previamente los

procedimientos de seguridad del personal y entorno en caso de falla.

- Debe usarse solamente agua para realizar estas pruebas de verificación para sistemas de presión.
- El uso del aire o gases para realizar pruebas de hermeticidad en tuberías termoplásticas no está aconsejado para PVC y CPVC, ya que estas no están diseñadas para la conducción de gases y pueden fallar súbitamente explotando, causando daños a la propiedad y fatalidades a las personas cercanas a la falla, inclusive la muerte.
- Los equipos que se utilizan para realizar pruebas de presión en tuberías deben estar certificados para realizar estos ensayos. Debe estar certificada su calidad y diseñados para conducir pruebas de hermeticidad de forma precisa y segura.
- Comúnmente se utilizan para presurizar las redes bombas manuales, que permiten controlar lentamente el incremento de la presión en el sistema hasta el valor definido de la prueba y sostenerlo por el tiempo estipulado.

La imagen 9.26 muestra una bomba manual típica para la realización de las pruebas de presión y hermeticidad en sistemas de tuberías presurizadas en campo.

Imagen 9.26: Bomba manual típica para pruebas de presión y hermeticidad



FUENTE: RIDGID TOOLS

- Cuando las longitudes a verificar son muy largas, se utilizan bombas eléctricas certificadas para esta aplicación de ensayos a presión en sistemas de tuberías.
- La imagen 9.27 presenta una bomba eléctrica para ensayos y para verificación de presión y hermeticidad en sistemas de tuberías presurizadas.

Imagen 9.27: Bomba manual eléctrica típica para pruebas de presión y hermeticidad



FUENTE: RIDGID TOOLS

### Realización de las pruebas

- Antes de iniciar cualquier prueba de presión, se debe verificar que el sistema de tuberías está debidamente arriostrado y sujetado en todos sus cambios de dirección y alineamientos
- El llenado con agua de la sección de tubería a probar debe realizarse de forma controlada y lenta.
- La velocidad de llenado no debe ser mayor a 1.5 m/s (5 pies/s)
- Para evitar sobre presiones, es necesario eliminar todo el aire atrapado en el sistema producto del llenado inicial con agua.
- Las válvulas para expulsión del aire o válvulas purgadoras de aire del sistema en este momento deben estar abiertas para permitir la expulsión del aire atrapado durante el llenado con agua del sistema.
- Es muy importante asegurarse de haber purgado todo el aire antes de iniciar el proceso de prueba presurizando el Sistema.
- Se recomienda revisar antes cualquier goteo o fuga evidentes y proceda a las reparaciones del caso.

### Presiones requeridas y tiempo de duración para el ensayo del sistema:

- Nunca se realiza un ensayo de presión excediendo la presión de trabajo de ningún componente del sistema, donde se incluyen:
  - Tuberías
  - Accesorios
  - Bridas
  - Válvulas
- La falta de purga o eliminación del aire atrapado durante la prueba de presión dará como resultado una prueba fallida por sobre presión, provocando:
  - Rotura de tuberías y conexiones a presiones bajas de ensayo.

- No se alcanzará la presión de prueba requerida durante el ensayo.
- Daños a la propiedad por rotura o explosión de la tuberías o accesorios, causando fugas de agua no controladas.
- La presión para la prueba y el tiempo para la duración de ésta, deben cumplir con los requisitos aplicables según regulaciones locales.
- En ausencia de tales regulaciones, la presión de prueba y la duración deben ser como lo indiquen los documentos del contrato del ingeniero.
- En ausencia de todas las instrucciones para recomendaciones específicas para la prueba de presión y duración, el siguiente procedimiento puede ser usado.
- La línea se presurizará al 150% de la presión de diseño de operación del sistema, pero no menos de 15 psig.
- Tampoco se hará ensayo para presiones en exceso de la clasificación de presión para la tubería o accesorios.
- No se usará la presión de prueba máxima permitida de cualquier componente no aislado.
- Es necesario medir la presión en las elevaciones más bajas posibles.
- Se mantendrá la duración de la presurización durante el tiempo de prueba especificado mientras se monitorea la pérdida de presión en el sistema ensayado.
- Es recomendado llevar una bitácora con toda la información pertinente a las pruebas y resultados de los tramos ensayados.

## 9.9.2 Sistemas por gravedad

Los sistemas por gravedad para tuberías de drenajes y ventilación deben ser probados usando agua, verificando su hermeticidad una vez completada la instalación. Se recomiendan los siguientes métodos de prueba:

- La prueba de agua se aplicará al sistema de drenaje en su totalidad o en secciones después de instalado.
- Si se aplica la prueba a todo el sistema, se debe proceder así:

- Todas las aberturas de la tubería deben estar bien cerradas, usando tapones para prueba. Excepto la abertura más alta.
- El sistema debe de llenarse con agua hasta el punto de rebalse.
- Si el sistema se prueba en secciones:
- Cada abertura debe estar bien tapada, excepto la abertura más alta de la sección bajo prueba.
- Cada sección se llenará con agua, pero ninguna sección se probará con menos de 10 pies (3.0 m) de altura de agua.
- Al probar secciones sucesivas, se deben probar al menos los 10 pies (3.0 m) superiores de la siguiente sección anterior, de modo que ninguna junta o tubería en el edificio (excepto los 10 pies (3 m) superiores del sistema) debe haber sido sometida a una prueba de menos de 10 pies (3 m) de altura de agua.
- El agua se mantendrá en el sistema o en la porción bajo prueba al menos 15 minutos antes de que comience la inspección; el sistema deberá estar sujetado y arriostrado en todos los puntos.

## 9.10 Desinfección

Antes de la puesta en operación del sistema de conducción del agua potable es mandatorio realizar la desinfección de este.

Es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Correr agua para limpieza:** (enjuague del sistema de tuberías) La tubería de servicio de agua potable y sistema de distribución para todos los aparatos sanitarios abastecidos deben fluir hasta que el agua corra limpia y libre de desechos o partículas.
    - Los aireadores o las rejillas de los grifos deben quitarse durante las operaciones de descarga.
  - **Procedimiento de desinfección:** Antes de la puesta en servicio, todas las tuberías de plástico que estén destinados al transporte de agua potable deben desinfectarse de acuerdo con el estándar AWWA C651 para desinfectar Tuberías de agua.
    - Cuando lo requiera la autoridad competente, los sistemas de distribución nuevos o renovados deben desinfectarse después del lavado y antes de usar.
- El procedimiento utilizado será el siguiente o un equivalente aprobado:
- En todas las salidas de agua potable deben estar colocadas advertencias contra el uso durante las operaciones de desinfección.
  - La desinfección debe ser realizada por personas con experiencia en dicho trabajo.
  - El suministro de agua al sistema de tuberías o partes de este que se desinfecten deberá estar habilitado por la fuente de agua potable público y asilado para evitar la introducción de agentes desinfectantes desde un sistema que no se está desinfectando o está en proceso.
  - La tubería se desinfectará con una solución de agua y cloro.
  - Durante la inyección del agente desinfectante en la tubería, cada salida se debe abrir completamente varias veces hasta obtener una concentración de no menos de 50 partes por millón de cloro verificando que están presentes en cada salida.
  - Se debe permitir que la solución desinfectante permanezca en la tubería por lo menos 24 horas.
  - Una alternativa aceptable al procedimiento de 50 ppm / 24 horas descrito debe ser:
    - Mantener un nivel de no menos de 200 partes por millón de cloro durante no menos de tres horas
  - Si este procedimiento alterno se utiliza:
    - No se debe permitir que el cloro muy concentrado permanezca en el sistema de tuberías durante más de 6 horas.
    - Además, se deben utilizar procedimientos especiales para eliminar el cloro altamente concentrado de una manera ambientalmente aceptable y aprobada.
  - Al final del tiempo de retención requerido, el nivel residual de cloro en cada salida no debe ser menor de cinco partes por millón.
  - Si el residuo es inferior a cinco partes por millón, el procedimiento de desinfección deberá repetirse hasta obtener el mínimo de cloro residual requerido en cada salida.
  - Después de que se obtenga el nivel de cloro residual requerido en cada salida, el sistema debe lavarse para eliminar el agente desinfectante.
  - El lavado continuará hasta que el nivel de cloro en cada salida se reduzca al valor del suministro de agua entrante pública.
  - Todos los aireadores o rejillas de los grifos que se quitaron deberán colocarse nuevamente.

# CAPÍTULO 10

## Nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas de tuberías



# CAPÍTULO 10

## Nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas de tuberías

El presente capítulo tiene como objetivo informar sobre sistemas distintos a PVC y CPVC, para tuberías y soluciones en la conducción a presión del agua potable fría y caliente.

Entre ellos se encuentran **WAVIN TIGRIS FLEX K5®**, **HEP20®**, también sistemas de drenajes pluviales sifónicos **QuickStream (QS)®** y trampas para drenajes de aguas residuales **HEPVO®**, que recientemente han

sido incorporadas en nuestro portafolio para el mercado regional.

Contando cada una de estas soluciones con sus respectivos manuales de diseño y librerías Revit para modelación de estos, particularmente el sistema sifónico **QuickStream** posee un software para diseño y cálculo de este.

### Contenido del capítulo

- 10. **Nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas de tuberías**
- 10.1. **Tuberías WAVIN TIGRIS FLEX K5 y conexiones WAVIN TIGRIS K5®**
- 10.1.1. Datos técnicos del sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN Tigris K5®
- 10.1.2. Presentación del Sistema
- 10.1.3. Herramientas para instalación del sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5®
- 10.1.4. Procedimiento de corte y ajuste del sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5®
- 10.1.5. Prueba de fuga con aire
- 10.1.6. Prueba de fuga con agua
- 10.1.7. Principales ventajas del sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5®
- 10.1.8. Modelación digital sistema WAVIN TIGRIS FLEX y conexiones WAVIN TIGRIS K5®
- 10.2. **Sistema de tuberías y conexiones Quickstream®**
- 10.2.1. Principales ventajas del sistema sifónico Wavin Quickstream®
- 10.2.2. Funcionamiento del sistema sifónico
- 10.2.3. Eficiencia de los drenajes sifónicos de Wavin Quickstream®
- 10.2.4. Presentación del sistema Wavin Quickstream®
- 10.2.5. Especificaciones técnicas
- 10.2.6. Componentes del sistema
- 10.3. **Sistemas Wavin HepVo**
- 10.3.1. Calidad, normatividad y certificaciones
- 10.3.2. Importancia de la válvula Wavin HepvO y la salud
- 10.3.3. Beneficios del sistema válvula Wavin HepvO
- 10.3.4. Sustitución de sifones, en sistemas de drenaje
- 10.3.5. HepvO instalación
- 10.3.6. Operación y mantenimiento

## 10.1 Tuberías WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS K5®

El material con el cual se fabrica el **WAVIN TIGRIS FLEX®** es **PE-RT tipo II**, recibe su nombre de las siglas en inglés de *polyethylene resistant to temperature*, y es un sistema Amanco Wavin® integrado por la tubería flexible de polietileno resistente a altas temperaturas, el cual no necesita un proceso de reticulado.

Se fabrican dos distintas familias de conexiones mecánicas:

- **WAVIN TIGRIS K5®** en acero inoxidable y el centro de la conexión en Polifenilsulfona (PPSU).
- La polifenilsulfona (PPSF o PPSU) es un polímero sulfónico aromático de alta temperatura. Considerado durante mucho tiempo como uno de los polímeros de mejor rendimiento en el mundo de los plásticos. La PPSU tiene una excelente resistencia térmica y química, lo que la hace adecuada para aplicaciones exigentes.

La imagen 10.1 muestra la tubería **WAVIN TIGRIS FLEX®** y sus conexiones **WAVIN TIGRIS K5®** respectivamente.

Imagen 10.1:

Sistema **Amanco WAVIN®** Tubería **WAVIN TIGRIS FLEX®** en rollo y accesorio **WAVIN TIGRIS K5®**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.1.1 Datos Técnicos del sistema WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS K5®

- **Normativa de fabricación:** Cumple con la Norma ISO 22391; aplica con las partes 1, 2, 3, 5 y 7 de esta.
- **Uso y aplicación:** Sistemas presurizados para la distribución de agua potable caliente y fría en proyectos residenciales, comerciales, turísticos, hospitalarios, etc.
- **Colores para tubería y conexiones:**
  - Tubería color azul para identificar la conducción del agua fría.
  - Tubería color rojo para identificar la conducción del agua caliente.
  - Conexión WAVIN TIGRIS K5®, color azul
- Máxima temperatura de operación constante: 70° C
- Máxima presión de operación constante: 6 bar @ 70° C 10 bar @ 23° C
- Coeficiente de expansión térmica:  $1,8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$
- Conductividad térmica: 0.4 W/m•K
- Rugosidad interna de la tubería: 0.007 mm

### 10.1.2 Presentación del sistema

Su presentación es en rollos o bobinas en los colores antes referenciados azul y rojo.

En la tabla 10.1 se presentan los diámetros de las tuberías, sus grosores de pared y longitud de las tuberías.

Tabla 10.1: Diámetros y espesores del WAVIN TIGRIS FLEX®

Diámetro Nominal (mm)	Espesor de pared (mm)	Longitud de rollo (m)
16	2	100
20	2	100
25	2.3	50
32	2.9	50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..

Las conexiones WAVIN TIGRIS K5® junta mecánica con ajuste por presión radial tipo PRESS, son las siguientes:

Conexiones WAVIN TIGRIS K5® (Imagen 10.2)

- Unión sin reducir
- Unión reducida.
- Codo 90°
- Codo 45°
- Codo 90° con rosca macho
- Codo 90° con rosca hembra.
- Conector con rosca hembra.
- Conector con rosca macho.
- Conector con rosca hembra para manifold.
- “T” sin reducir.
- “T” reducida.
- “T” con derivación rosca hembra.
- Placa doble para pared.
- Conector de cierre.

Imagen 10.2: Conexiones WAVIN TIGRIS K5®



FUENTE: : ELABORACIÓN PROPIA.

### Conexión Manifold

Esta conexión funciona para realizar derivaciones individuales hacia los aparatos sanitarios con agua fría o caliente, a partir de la tubería principal de abastecimiento, tal como lo muestra la imagen 10.4.

Imagen 10.4: Manifold para derivaciones desde tubería principal y conexiones



FUENTE: : ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.1.3 Herramientas para instalación del sistema WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS K5®

Todas las conexiones WAVIN TIGRIS K5® se ajustan durante el proceso de instalación por medio de una herramienta mecánica manual “mandibular” tipo “U” para ajuste, que ejerce una presión radial de compresión en la conexión.

Esta se encarga de fijar firmemente el cuerpo del accesorio a ambos extremos de la tubería, permitiendo el cierre hermético que es necesario para las conducciones presurizadas de agua caliente y agua fría. La imagen 10.5 muestra la herramienta mecánica tipo “U” para ajuste de conexiones WAVIN TIGRIS K5®, que es operada manualmente.

La imagen 10.5 muestra la herramienta mecánica tipo “U” para ajuste de conexiones **WAVIN TIGRIS K5®**, que es operada manualmente.

Imagen 10.5: Herramienta de ajuste por presión radial, mandibular tipo “U”



FUENTE: : ELABORACIÓN PROPIA.

Las herramientas para trabajar con el sistema WAVIN TIGRIS FLEX® son las siguientes, y se ilustran en la imagen 10.6

- Cortadora recta para tubería WAVIN TIGRIS FLEX
- Herramienta de presión radial mandibular tipo “U”

Imagen 10.6: Herramientas para corte y ajuste de tubería y conexiones

WAVIN TIGRIS®



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.1.4 Procedimiento de corte y ajuste del sistema WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS K5®

La imagen 10.7 contiene el procedimiento de corte y ajuste del sistema WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS®

Imagen 10.7 Proceso de corte y ajuste sistema WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS®



- El cortar la tubería en ángulo recto.



- Calibrar la tubería con el mandril de calibración (opcional).



- La tubería debe ingresar en los extremos de la conexión hasta la marca tope interna.



- El anillo transparente 360°, permite verificar que los extremos de la tubería llegan a la marca tope para lograr una adecuada conexión



- Coloque la herramienta de presión a 90 grados con respecto al nivel de la conexión



- Accione firmemente la herramienta sobre la conexión, hasta lograr que el casquillo reproduzca la forma de la mandíbula de la herramienta en ambos lados según aplique.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

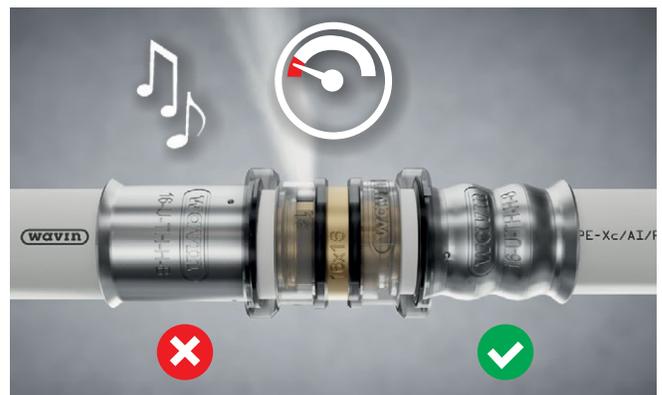
### 10.1.5 Prueba de fuga con aire

Durante la prueba de hermeticidad del sistema de conexiones WAVIN TIGRIS K5® se utiliza aire en reemplazo de agua, cualquier accesorio sin pensar adecuadamente emite un silbido fuerte de  $\pm 80$  dB, haciendo que la localización de la fuente de la fuga sea extremadamente fácil. A este sistema se le llama ACOUSTIC LEAK ALERT.

Debe tomarse en cuenta que la exposición prolongada a sonidos de esta intensidad puede causar daño auditivo, por lo que la prueba debe realizarse con el equipo de protección personal respectivo.

La imagen 10.8. ilustra la alerta durante la prueba de hermeticidad utilizando aire. Un fuerte tono de silbido causado por la fuga de aire ayuda a rastrear el ajuste no presionado.

Imagen 10.8: Alerta de fuga acústica

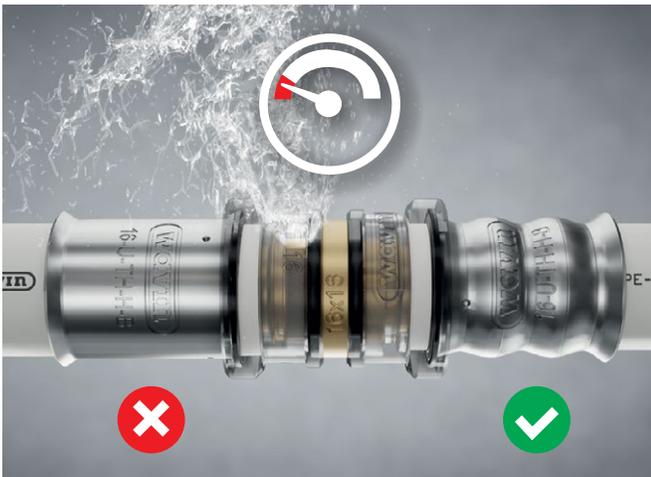


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.1.6 Prueba de fuga con agua

Cuando la prueba de presión se ejecuta con agua, la presencia de fuga garantiza que una conexión no fue presionada u olvidada accidentalmente, esta fuga se mostrara claramente expuesta al instalador al filtrarse visualmente agua por la conexión durante la prueba de presión. La imagen 10.9. ilustra la conexión sin presionar que está fugando durante el ensayo de hermeticidad con agua a presión.

Imagen 10.9: Fuga de agua en el ajuste sin presionar.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.1.7 Principales ventajas del sistema WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS K5®

- Fácil instalación.
- De fácil manejo, por su bajo peso y flexibilidad.
- Sistema de conexiones que garantiza la hermeticidad del sistema.
- Resistencia al golpe de ariete y a la propagación de ruido.
- Resistencia mecánica durante el proceso de instalación.
- Baja producción de desperdicio durante el proceso de producción.
- Confiabilidad en la permanencia de la potabilidad del agua en el largo plazo.
- Resistencia a la corrosión.
- Para el proceso de unión no se utilizan adhesivos ni exposición a llama directa.
- Puede ser reincorporado como reciclaje dentro del proceso productivo para elaborar nuevas tuberías.
- No emita sustancias contaminantes, tales como compuestos orgánicos volátiles (VOC).
- Resistencia al cloro.

- Resistencia a la fragilidad a bajas temperaturas.
- Poca cantidad de conexiones para la instalación.
- Sistema sonoro en la conexión que alerta sobre falla durante el proceso de instalación con la tubería en las familias K5.

### 10.1.8 Modelación digital sistema WAVIN TIGRIS FLEX® y conexiones WAVIN TIGRIS K5®

Amanco Wavin® ha desarrollado las plantillas de sus productos para contextualizar Revit® a las condiciones locales, permitiendo así totalizar cantidades de tubería y accesorios de sus proyectos.

Con la librería de Amanco Wavin® para Revit® se pueden insertar como parte de un software, las conexiones WAVIN TIGRIS K5® y tuberías WAVIN TIGRIS FLEX® con sus medidas y atributos reales.

Estas familias fueron realizadas con toda la funcionalidad que requiere una familia MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing, de sus siglas en ingles) para trabajar adecuadamente bajo los lineamientos de BIM (Building Information Modeling, por sus siglas en ingles), y ofrecer de igual manera un entorno amigable para el diseñador de sistemas hidrosanitarios.

Para mayor referencia de la librería hidráulica, se puede dirigirse al siguiente enlace:

<https://bim.amanco.com>

## 10.2 Sistema de tuberías y conexiones Quickstream®

Imagen 10.22: Sistema Quickstream®



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

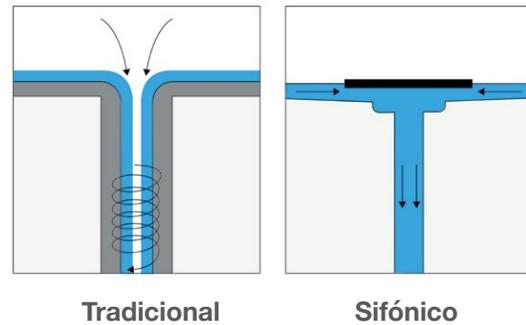
El sistema **Wavin QuickStream®** es una tecnología donde las tuberías pluviales tradicionales por gravedad se reemplazan por el sistema sifónico presurizado (Imagen 10.22).

Este es un sistema sifónico para drenajes pluviales de techos en cubiertas de gran extensión, como industria, comercio y otras de gran tamaño, ideal para superficies mayores a los 500 m<sup>2</sup>.

Las principales características y diferencias del sistema sifónico comparado con el tradicional por gravedad son las siguientes:

- El sistema sifónico de **Wavin QuickStream®** induce un vacío por gravedad que acelera la descarga que en combinación con el diseño especial de los tragantes evitan la entrada de aire al sistema y se consigue una evacuación con la tubería completamente a sección llena de agua.
- El sistema tradicional por gravedad necesita la gravedad como fuerza única de energía, requiriéndose muchas más tuberías y estas diseñadas con mayor diámetro para ser eficientes. La imagen 10.23 presenta estas dos condiciones y diferencias principales.

Imagen 10.23 Sistema tradicional y sistema sifónico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.2.1 Principales ventajas del sistema sifónico Wavin QuickStream®

#### Aumento de la capacidad de evacuación:

La combinación de la alta velocidad del agua, y la eliminación de aire del sistema, dan como resultado un importante aumento en la capacidad de evacuación. Además, permite reducción de los diámetros comparado con un sistema tradicional por gravedad.

#### Eliminación de aire que entra al sistema de tuberías

El aire dentro del sistema de tuberías se elimina del flujo de agua al comienzo de la tormenta, y se evita que aire nuevo sea absorbido por el sistema a través de la acción de las salidas (tragantes o coladeras) de techo son diseñadas y ubicadas con la asistencia de nuestro software.

Estas salidas de techo (tragantes o coladeras), tienen un deflector de aire y veleta anti-vórtice, que solamente permiten la ingesta de agua y previenen la entrada de aire. A baja precipitación, el sistema sifónico funciona como un sistema de gravedad convencional.

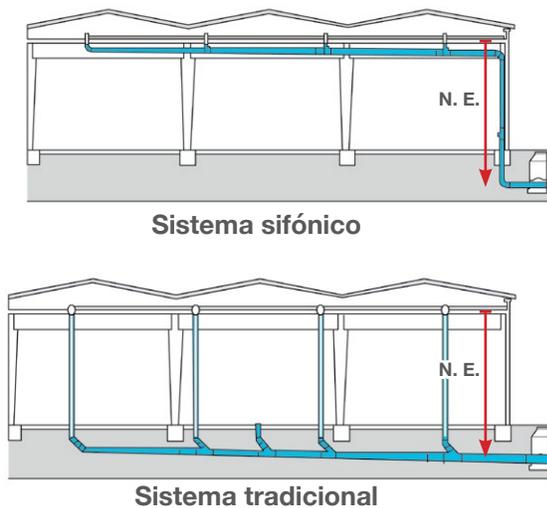
A medida que la lluvia se intensifica el nivel del agua alrededor de las salidas se eleva por encima del deflector de aire y el sistema de tuberías se llena de agua. Una vez que el sistema está completamente preparado, logra su capacidad máxima.

### 10.2.2 Funcionamiento del sistema sifónico

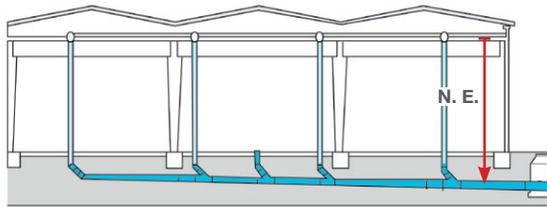
Cuando el sistema está completamente cebado (lleno), la diferencia de altura entre las salidas del techo (tragantes o coladeras) y el nivel abajo para la descarga

del agua de lluvia, crean la energía que impondrá una presión negativa en la operación del sistema de tuberías, que por su carga y conducción a sección llena aumenta la velocidad del caudal en la tubería y su volumen de evacuación, lo que permite una reducción en las dimensiones de las tuberías en comparación con un sistema por gravedad que básicamente trabaja por gradiente hidráulico (pendiente de la tubería enterrada) para definir el diseño de la tubería a su capacidad máxima. La imagen 10.24 ilustra las diferencias del sistema sifónico y el otro tradicional por gravedad.

Imagen 10.24: Sistema de drenaje sifónico y sistema de drenaje tradicional



**Sistema sifónico**



**Sistema tradicional**

Nota: N.E. Nivel de energía

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.2.3 Eficiencia de los drenajes sifónicos de Wavin QuickStream®

Estas son algunas de sus principales ventajas técnicas y económicas:

- Puede eliminarse la tubería para drenaje subterráneo dentro de la huella del edificio.
- Las tuberías de drenaje subterráneas externas y las zanjas de tuberías pueden reducirse significativamente.
- Una importante reducción en la longitud total del sistema de tuberías.
- Dimensiones reducidas de la tubería de drenaje del techo, lo que reduce las cargas a la estructura.
- No se requiere gradiente en la tubería, lo que permite un óptimo uso del espacio disponible en el edificio y realización coordinación con otros servicios del edificio y el edificio estructura más fácil y dando como resultado una instalación más simple.
- Una reducción del número de tomas (tragantes o coladeras) de techo debido a una mayor capacidad de drenaje de las salidas sifónicas.
- Reducción del tiempo y los costes de instalación.
- Sistema de autolimpieza debido a las altas velocidades.
- Más flexibilidad arquitectónica debido a diámetros más pequeños y tubería horizontal. Las dimensiones reducidas de la tubería pueden permitir la instalación de tuberías horizontales a través de vigas de acero. Lo mismo se aplica a las tuberías verticales en pilares de hormigón. hacer un mejor uso del espacio disponible y reducir vulnerabilidad a daños externos.
- Cuanto más alta (larga) sea una bajante, más eficiente será un sistema sifónico, haciendo que los sistemas sifónicos sean ideales para edificios altos.
- No hay intemperie o daños debido al vandalismo.

#### El uso de un sistema sifónico de plástico también aporta beneficios específicos

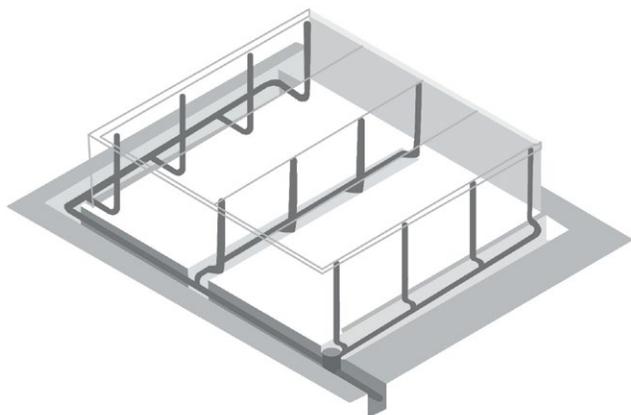
- El sistema de tuberías de plástico es más bajo en peso, más fácil de instalar y reduce la carga en el techo.
- Bajo valor de fricción que resulta en menos pérdidas de energía, mayor flujo por altas velocidades y diámetros de tubería más pequeños.
- La superficie interior lisa da como resultado una autolimpieza optimizada del sistema.

#### Consideraciones clave a tomar en cuenta

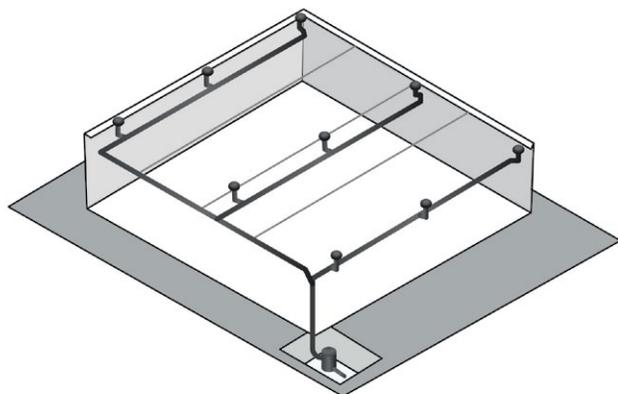
- Solo un sistema de software dedicado permitirá diseñar un sistema que funcione bien. Wavin ha diseñado un sistema de cálculo compatible con AutoCAD que automáticamente comprueba los valores de cálculo más importantes para asegurar un sistema que funciona bien.
- Cambios en el diseño propuesto o en las dimensiones del sistema, deberán consultarse antes de realizarlas con el diseñador del sistema sifónico. Para minimizar esta desventaja, en Wavin tenemos apoyo externo con nuestro "Helpdesk", siempre se puede contactar con ellos para consultas y un posible recálculo del sistema.
- Debido a las presiones positivas y negativas, la tubería debe ser resistente contra el pandeo e instalarse el sistema asegurando resistencia a la tensión.
- Tuberías y accesorios del sistema de Wavin QuickStream® están diseñadas para resistir las presiones negativas máximas de funcionamiento que ocurren durante las lluvias.
- Sistemas de tuberías y accesorios son fabricados en HDPE y PVC resistentes a los esfuerzos de tensión, con juntas a tope por electro fusión o cementadas respectivamente.

La imagen 10.25 presenta las instalaciones típicas para drenajes pluviales de techos con el sistema tradicional y sifónico

Imagen 10.25: Sistema para drenaje pluvial por gravedad tradicional y sifónico



Tradicional por gravedad



Sifónico QuickStream

FUENTE: PROPIA.

## 10.2.4 Presentación del sistema Wavin QuickStream®

Imagen 10.26: Gama de productos

A continuación se incluyen toda la gama de productos específicos del sistema sifónico de drenajes para techos Quickstream®

Categoría	Productos
<b>Boquilla para bajante de techo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de fijación por compresión para techos con membrana entre dos bridas.</li> <li>• Tipos bituminoso con brida de acero para la soldadura directa de una membrana bituminosa sobre el techo.</li> <li>• Tipo canal para su instalación en canales metálicos.</li> <li>• Tubo y conector flexible (solo en pvc).</li> <li>• Barreras contra la humedad.</li> </ul>
<b>Rieles y apoyos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rieles guía.</li> <li>• Conectores para rieles.</li> <li>• Elementos para suspensión.</li> </ul>
<b>Soportes y empotrados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soportes para rieles.</li> <li>• Soportes empotrados fijos.</li> <li>• Soportes deslizante en rieles.</li> <li>• Soporte para tubería bajantes (fijos y deslizables).</li> </ul>
<b>Elementos de calefacción eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de calefacción para deshielo.</li> </ul>
<b>Herramientas para instalación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortatubos.</li> <li>• Limpiador</li> <li>• Cemento solvente (para PVC).</li> <li>• Máquina para fusión a tope y electro fusión (para PE).</li> </ul>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

## 10.2.5 Especificaciones técnicas

### Requerimientos de calidad.

Las tuberías y accesorios PE Wavin de color negro cumplen las normas EN 1519, garantizando un estricto y continuo control durante y después de la producción.

Las tuberías y accesorios PVC de Wavin cumplen todas las principales normas europeas EN 1329 y EN 1402/1451.

El grabado de calidad de los productos garantiza al cliente un control ininterrumpido y reguroso de las materias primas, la producción, las dimensiones y la identificación.

## 10.2.6 Componentes del sistema

Imagen 10.27: Componentes, conexiones y tragantes Wavin Quick Stream®



FUENTE: PROPIA.

Con la Librería de Amanco Wavin para Revit® puede insertar en el software los accesorios y tuberías Amanco Wavin con las medidas y atributos reales

<https://bim.amanco.com>

## 10.3 Sistema WAVIN HepVo™

Imagen 10.28 Wavin Hepvo



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**HepvO™** es una válvula plástica hecha de polipropileno (PP) con juntas roscadas que hace las funciones de las trampas tradicionales para drenajes por gravedad de aparatos sanitarios, sus características autosellantes, por su tecnología la convierten una pieza única, que, sin requerir agua como las trampas tradicionales, **HepvO™** evita el escape de gases típicos del alcantarillado de aguas residuales y optima funcionalidad de los aparatos sanitarios donde este conectada.

### 10.3.1 Calidad, Normatividad y certificaciones

Todos los sitios de fabricación de Wavin operan con sistemas de gestión de calidad que cumplen con EN ISO 9001 y sistemas de gestión medioambiental que cumplen con los requisitos de EN ISO 14001.

El uso de **HepvO™**, cuando se instala de acuerdo con la recomendación de los fabricantes, garantizará que las instalaciones cumplan con los requisitos de BS EN 12056 Parte 2 Código de prácticas para tuberías sanitarias y el Documento H del Reglamento de construcción de 2002 'Drenaje y eliminación de residuos, con respecto a la integridad del sello.

**HepvO™** funciona sin el uso de agua y cumple con todos los demás requisitos funcionales relevantes de BS EN 274: Especificación para sifones plásticos.

**HepvO™** también cumple con BS EN 15749-1 2004 Barcos y tecnología marina: sistemas de drenaje en barcos y estructuras marinas.

**HepvO™** tiene sello de calidad según ATS 5200-047: 2005 (KM 618560). También tiene Certificación internacional que incluye una licencia de watermark (Australia), listado según ASME / ANSI A112.18.8 (EE. UU.) y Certificación CSA (Canadá).

Según los resultados de las pruebas externas, la válvula **HepvO™** tiene una vida útil mínima equivalente a los sifones convencionales actuales.

### 10.3.2 Importancia de la válvula Wavin HepvO™ y la salud

El aire de las alcantarillas contiene gases nocivos, patógenos virales y bacterias, que son dañinos para nuestra salud y bienestar. Como válvula de sellado en seco que utiliza una membrana diseñada específicamente para esto, **HepvO™** ayuda a prevenir la entrada de gases al espacio habitable. La válvula autosellante se abre bajo la presión del agua de un

dispositivo que se vacía y se cierra para formar un sello hermético después de que el dispositivo se haya descargado.

Con este sello hermético entre los espacios habitables y los sistemas de drenaje, **HepvO™** garantiza un aire respirable más limpio y saludable.

“Se ha demostrado que, si se hubiera utilizado un **HepvO™** como sifón trampa en los apartamentos Amoy Gardens en Hong Kong, se habría evitado la contaminación cruzada con el virus del SARS “.

- Heriot Watt University, 2005 (Study into the 2003 Hong Kong SARS outbreak).

Imagen 10.29 HepvO™



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 10.3.3 Beneficios del sistema válvula Wavin HepvO™

Todos los diseñadores e instaladores buscan el buen funcionamiento de los sistemas por gravedad para los drenajes de aguas residuales en beneficio del usuario final, por lo cual la solución tecnológica propuesta por Wavin con la válvula autosellante en seco HepvO™ ofrece una variedad de beneficios para todos, los cuales se enuncian:

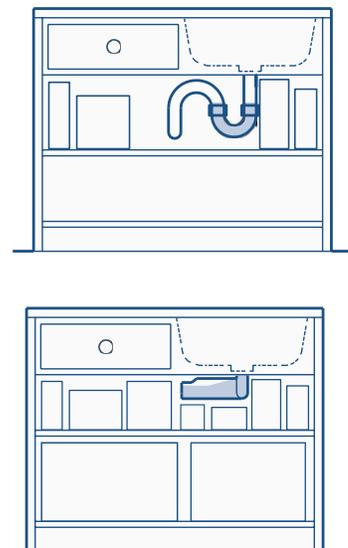
- **Prevención permanente de olores:** A diferencia de los sifones convencionales, HepvO™ brinda protección permanente incluso si un accesorio se usa con poca frecuencia o nunca.
- **Resistencia a la presión negativa:** HepvO™ funcionará bajo presiones negativas o vacío (succión), que son 10 veces mayores que las experimentadas en un sistema típico de desagües por gravedad.

- **Bajo ruido:** HepvO™ permite que el agua de descarga pase fácilmente, independientemente del volumen funciona silenciosamente incluso cuando se somete a una serie de presiones anormales.
- **No afectado por el sifonaje o succión:** Las trampas de agua tradicionales pueden perder su sello debido a la evaporación, el sifón (succión por vacío), las fugas o el movimiento. Una innovadora trampa sin agua, HepvO™ no encuentra ninguno de estos problemas y es adecuada para su uso en una variedad de aparatos sanitarios.
- **Ahorro de espacio:** Instalación flexible en posiciones vertical u horizontal, según se requiera, sin comprometer el rendimiento del sistema de descarga sanitaria por gravedad.
- **No afectado por solidos o grasas:** HepvO™ continúa funcionando a pesar de la liberación de grasas frías o calientes. Las pruebas comparativas han revelado que los sifones convencionales son menos efectivos cuando la grasa entra en contacto con agua fría. La flexibilidad del sello de la válvula HepvO™ evita la acumulación de desechos.

### 10.3.4 Sustitución de sifones, en sistemas de drenaje

HepvO™ puede ser una alternativa más eficaz para el reemplazo de los sifones tradicionales independientemente de los tipos de aparatos y sistemas sanitarios (Imagen 10.30).

Imagen 10.30: Sustitución de sifones tradicionales



FUENTE: PROPIA.

### 10.3.5 HepvO™ Instalación

HepvO™ debe instalarse de acuerdo con las instrucciones dadas por Wavin en su manual de instalación que puede encontrar en el portal:

<https://orbia.blob.core.windows.net/assets/F-53930-0.pdf>

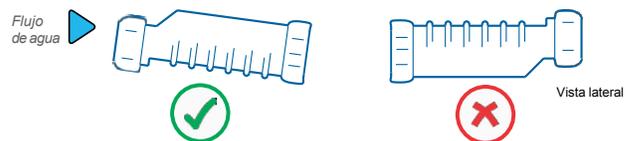
**HepVo (wavin.com)**

#### Orientación

Cuando se fija horizontalmente a una salida de un aparato o a una tubería inclinada, el HepvO™ debe instalarse con las nervaduras hacia abajo; consulte la Figura 6 a continuación.

Esto evita el agua estancada y proporciona una caída continua cuando se usa en combinación con el adaptador en ángulo HepvO™ (Imagen 10.31).

Imagen 10.31: Instalación horizontal



*Cuando se instala horizontalmente, las nervaduras deben estar en la parte inferior para garantizar un funcionamiento correcto*

FUENTE: PROPIA.

### 10.3.6 Operación y mantenimiento

#### Operación

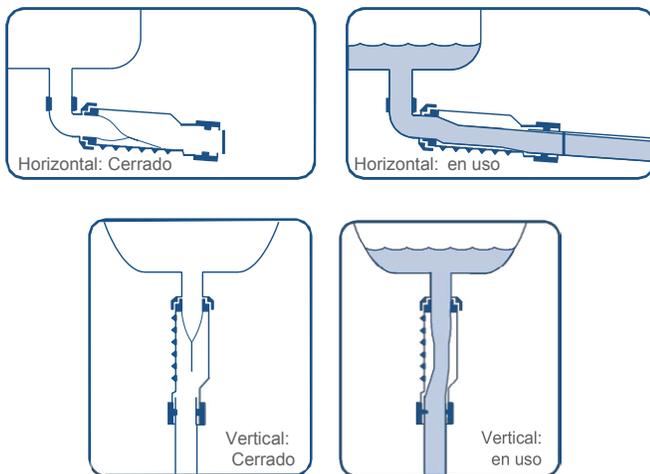
**HepvO™** funciona como se ilustra en la imagen 10.32. La membrana se abre cuando hay una pequeña diferencia de presión positiva entre la entrada y la salida, por ejemplo, cuando una pequeña cantidad de agua fluye hacia el lado de entrada.

Se cierra inmediatamente cuando se balancea esa diferencia de presión, es decir, cuando el agua se ha descargado a través de la válvula.

La membrana permanece cerrada en caso de que la presión sea mayor en la salida en comparación con la entrada, resistiendo el olor de las alcantarillas y la acumulación de desechos líquidos.

La experiencia de pruebas e instalación de ciclos a largo plazo muestra que no hay deterioro en el rendimiento del sellado de la válvula después de cuatro millones de ciclos de apertura y cierre.

Imagen 10.32: Operación



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

#### Mantenimiento

Si se requieren dispositivos mecánicos como cables en espiral o chorros de agua para despejar obstrucciones en el sistema de desagües, se debe primero quitar la válvula **HepvO™**.

Se pueden usar directamente productos químicos cáusticos para limpiar desagües o limpiadores a base de ácido con una concentración de hasta el 10% sin necesidad de quitar la válvula **HepvO™**. Si se utilizan

limpiadores a base de ácido con mayor concentración, entonces la válvula **HepvO™** debe ser removida.

Después de cualquier operación de mantenimiento, es una buena práctica enjuagar bien la válvula **HepvO™** con agua limpia antes de utilizarlo en el sistema.

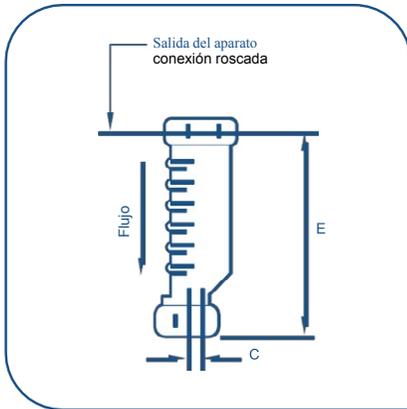
#### Detalles del producto

La válvula **HepvO™** y los adaptadores o codos están disponibles en tamaños de 32 mm y 40 mm. Se debe usar un adaptador tipo codo de 87.5 ° con la válvula **HepvO™** para aplicaciones horizontales, y se debe usar un adaptador en línea al instalar el **HepvO™** en un tramo de tubería.

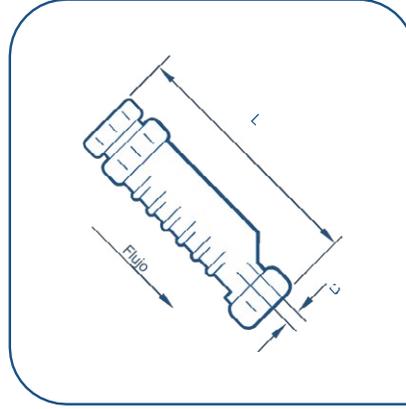
Todos los artículos están fabricados en polipropileno blanco. Los datos dimensionales del **HepvO™** se muestran en la imagen 10.33.

Imagen 10.33: Datos dimensionales

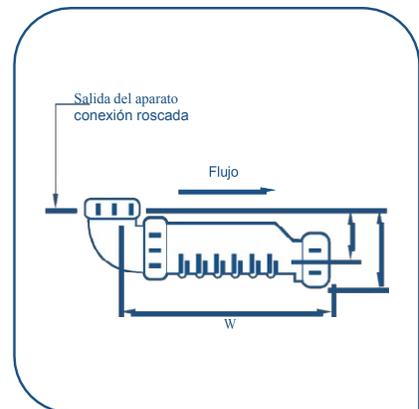
Tamaño	C	E	L	W	Z	H
40mm	5	171	208	213	40	73



a) Instalado verticalmente directamente a la salida del aparato sanitario.



b) Fijado en una tubería en cualquier ángulo inclinado usando un adaptador en línea (disponible por separado)



c) Se fija horizontalmente a la salida del dispositivo mediante un adaptador tipo codo (disponible por separado)

NOTA:

1. Las dimensiones son nominales y pueden variar levemente debido a la compresión de los sellos de goma.
2. Cuando se fija a una tubería, se recomienda que HepVO™ permanezca accesible.

Sistema	Tamaño nominal de Tubería de entrada	Diámetro externo Tubería de entrada	Referencia	Codo Adaptador	Adaptador en línea	Tamaño de rosca de entrada	Tamaño de Salida
DN Métrico	40 mm	40.0 -40.4	CV1/M WH	CV11 WH	CV3/M WH	1 1/2"	DN 40 mm

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### Nota

En nuestro canal **Wavin** de Youtube, podrán encontrar apoyo audio visual para estos productos listados:

**10.1.1** - Sistemas tuberías y conexiones fabricada en Polietileno resistente a la temperatura para la conducción de agua potable fría y caliente con **Wavin Tigris Flex®** y **Wavin Tigris K5<sup>A</sup>**

**10.1.2** - Sistemas tuberías y conexiones fabricada en Poli butileno para la conducción de agua potable fría y caliente con **Wavin PB Hep20®**

**10.1.3** - Sistemas tuberías y conexiones fabricada en Polietileno y PVC para la conducción de agua lluvia por sistema sifónico **Wavin QuickStream™**

**10.1.4** – Sistema de sello con válvula que no necesita agua, fabricada en Polipropileno **Wavin HepV0™** para aplicaciones de drenajes sanitarios por gravedad

Para acceder al Wavin Youtube Channel:

<https://www.youtube.com/c/WavinGroup>

## Referencias bibliográficas

### Bibliografía

ACOSTA, A. . (1976). MANUAL DE HIDRÁULICA.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. (30 de noviembre de 2021). COMMON CHEMISTRY. Obtenido de [www.commonchemistry.cas.org](http://www.commonchemistry.cas.org): <https://commonchemistry.cas.org/detail?ref=9002-86-2&terms=Polyvinyl%20chloride>

ANSI/ASME. (2022).

ASTM. (2021). ASTM. Obtenido de [www.astm.org](http://www.astm.org): [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM International. (2020). Anual book of ASTM standards Section 8.

BRAEUNER, S. (20 de noviembre de 2021). EL HOW EN ESPAÑOL. Obtenido de [www.ehowenespanol.com](http://www.ehowenespanol.com): [https://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre\\_171008/](https://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre_171008/)

Charlotte Pipe Tech Manual. (2022).

Chemical Compounds. (18 de diciembre de 2021). ¿Qué es un compuesto de PVC? Obtenido de [chemicalcompounds.com.mx](http://chemicalcompounds.com.mx): <https://chemicalcompounds.com.mx/productos/>

Código Internacional de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. (2018).

CONSTRUMÁTICA. (19 de mayo de 2009). CONSTRUMÁTICA. Obtenido de [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com): [https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaci%C3%B3n\\_de\\_Tuber%C3%ADas\\_de\\_Agua#Proceso\\_Construtivo](https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaci%C3%B3n_de_Tuber%C3%ADas_de_Agua#Proceso_Construtivo)

CONSTRUMÁTICA. (3 de junio de 2009). PVC. Obtenido de [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com): <https://www.construmatica.com/construpedia/PVC>

ECVM European Council of Vinyl Manufacturers. (18 de diciembre de 2021). A petrochemical product. Obtenido de [www.pvc.org](http://www.pvc.org): <https://pvc.org/about-pvc/petrochemical-product/>

Hep2O. (2022). Installers Guide.

IAGUA MAGAZINE. (7 de noviembre de 2016). [www.iagua.es](http://www.iagua.es). Obtenido de Válvulas de aireación: ¿Para qué sirven? ¿Cómo se utilizan?: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/valvulas-aireacion-que-sirven-como-se-utilizan>

es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/valvulas-aireacion-que-sirven-como-se-utilizan

INTEREMPRESAS. (9 de febrero de 2017). Impacto ambiental de las tuberías de PVC orientado TOM. Obtenido de [www.interempresas.net](http://www.interempresas.net): <https://www.interempresas.net/Agua/Articulos/168830-Impacto-ambiental-de-las-Tuberías-de-PVC-Orientado-TOM.html>

ISO. (2021). Popular standards. Obtenido de [www.iso.org](http://www.iso.org): <https://www.iso.org/home.html>

Mexichem. (2021).

MEXICHEM. (2021). Catálogo de productos. San Salvador, El Salvador.

National Standard Plumbing Code. (2009).

NSF. (2021). Acerca de NSF. Obtenido de [www.es.nsf.org](http://www.es.nsf.org): <https://es.nsf.org/es>

Plumbing Heating-Cooling Contractors National Association. (1990). National Standard Plumbing Code.

Plumbing-Heating-Cooling Contractors-National Association. (2009). National Standard Plumbing Code.

Rayburn-Trobaug, C. (20 de noviembre de 2021). Historia de la tubería de PVC. Obtenido de [www.elhowenespanol.com](http://www.elhowenespanol.com): [https://www.elhowenespanol.com/historia-tubería-pvc-sobre\\_79728/](https://www.elhowenespanol.com/historia-tubería-pvc-sobre_79728/)

REHAU. (11 de noviembre de 2021). REHAU España. Obtenido de [www.rehau.com](http://www.rehau.com): <https://www.rehau.com/es-es/que-es-el-pvc>

SPG Certificación. (2021). Qué es ISO. Obtenido de [www.certificadoiso9001.com](http://www.certificadoiso9001.com): <https://www.certificadoiso9001.com/que-es-iso/>

Textos científicos. (23 de agosto de 2005). Policloruro de vinilos PVC. Obtenido de [www.textoscientificos.com](http://www.textoscientificos.com): <https://www.textoscientificos.com/polimeros/pvc>

The Lubrizol Corporation. (11 de 11 de 2021). The Lubrizol Corporation. Obtenido de [www.espanol.lubrizol.com](http://www.espanol.lubrizol.com): <https://espanol.lubrizol.com/Engineered-Materials/EMEA/CPVC>

UNI BELL. (2001). HANDBOOK.

Uni-Bell PVC Pipe Association. (15 de mayo de 2015). Environmental product declaration. Obtenido de / [www.uni-bell.org](https://www.uni-bell.org): <https://www.uni-bell.org/Portals/0/ResourceFile/environmental-product-declaration.pdf>

UNIVERSIDAD CONTINENTAL. (24 de enero de 2017). [www.ucontinental.edu.pe](http://www.ucontinental.edu.pe). Obtenido de ¿Qué es la certificación ISO y por qué es importante?: <https://ucontinental.edu.pe/logros-uc/iso-9001/la-certificacion-iso-importante/>

Varela, J. (10 de septiembre de 2021). A HOMBROS DE GIGANTES. CIENCIA Y TECNOLOGÍA. Obtenido de [www.ahombrosdegigantescienciaytecnologia.wordpress.com](http://www.ahombrosdegigantescienciaytecnologia.wordpress.com)

<https://ahombrosdegigantescienciaytecnologia.wordpress.com/2015/09/10/el-inventor-del-cloruro-de-policloruro-pvc-lonsbury-semon/>

WordPress. (9 de febrero de 2014). Historias de empaques. Obtenido de [wordpress.com: https://historiasdeempaques.wordpress.com/tag/henri-victor-regnault/](https://historiasdeempaques.wordpress.com/tag/henri-victor-regnault/)

WORDPRESS. (9 de febrero de 2014). HISTORIAS DE EMPAQUES. Obtenido de [www.historiasdeempaques.wordpress.com: https://historiasdeempaques.wordpress.com/2014/02/09/policloruro-de-vinilo-pvc/](https://historiasdeempaques.wordpress.com/2014/02/09/policloruro-de-vinilo-pvc/)

## Anexos

### Propósito de anexos técnicos

Los presentes anexos son información de mucha utilidad para el diseño de sistemas de tuberías, facilitando una referencia rápida sobre la resistencia a los diferentes agentes químicos y rangos de temperatura para las tuberías PVC y CPVC, las equivalencias de las distintas unidades presentes en el manual, uso y referencia de la fórmulas hidráulicas más comunes de la especialidad y glosarios aplicables.

### Índice contenido

- Tabla resistencia a los químicos para PVC y CPVC
- Tablas de conversión de unidades
- Fórmulas hidráulicas para sistemas presurizados y drenajes
- Glosario de términos, definiciones y otras referencias.

### A – Resistencia a los químicos y temperatura para tuberías PVC y CPVC

Estas tablas permiten revisar la resistencia del material de las tuberías PVC Tipo I, Grado 1 y CPVC Tipo IV, Grado 1, diseñados para la conducción de fluidos, identificando el componente químico del efluente y su temperatura de operación. Los datos están basados en información del fabricante de la materia prima, también en tablas publicadas por Unibell PVC Pipe Association, 2001, Capítulo 3.

Tabla No. A Resistencia a los agentes químicos de los efluentes y rangos de temperaturas operativas, para materiales **PVC y CPVC**.

Para su comprensión en aplicación y uso tenemos las clasificaciones siguientes:

**R:** Recomendado; **NR:** No Recomendado y **\*\*:** No hay Datos

## Resistencia a los químicos y temperatura para tuberías PVC y CPVC

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Acetaldehyde	NR	NR	R	R
Acetmide	••	••	••	••
Acetic Acid, 10%	R	R	R	R
Acetic Acid, 20%	R	R	NR	NR
Acetic Acid, 50%	R	•	NR	NR
Acetic Acid, 80%	R	•	NR	NR
Acetic Acid, Glacial	•	NR	NR	NR
Acetic Anhydride	NR	NR	NR	NR
Acetone, up to 5%	••	••	R	R
Acetone, greater than 5%	••	••	NR	NR
Acetophenone	NR	NR	NR	NR
Acety Chloride	••	••	NR	NR
Acetylene	•	•	•	•
Acety Nitrile	NR	NR	NR	NR
Acrylic Acid	NR	NR	NR	NR
Acrylonitrile	NR	NR	NR	NR
Adipic Acid, Sar'd	R	R	R	R
Alcohol, Allyl	•	•	••	••
Alcohol, Amyl	NR	NR	••	••
Alcohol, Benzyl	NR	NR	••	••
Alcohol, Butyl, Primary	R	R	••	••
Alcohol, Butyl, Secondary	R	NR	••	••
Alcohol, Diacetone	••	••	••	••
Alcohol, Ethyl	R	R	••	••
Alcohol, Hexyll	R	R	••	••
Alcohol, Isopropyl	R	R	••	••
Alcohol, Methyl	R	R	••	••
Alcohol, propyl	R	R	••	••
Allyl Chloride	NR	NR	NR	NR
Alum	R	R	R	R
Alum, Ammonium	R	R	R	R
Alum, Chrome	R	R	R	R
Alum, potassium	R	R	R	R
Aluminum Acetate	••	••	R	R
Aluminum Chloride	R	R	R	R
Aluminum Fluoride	R	NR	R	R
Aluminum Hydroxide	R	R	R	R
Aluminum Nitrate	R	R	R	R

A

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Aluminum Oxychloride	R	R	••	••
Aluminium Sulfate	R	R	R	R
Amines	••	••	NR	NR
Ammonia	••	••	NR	NR
Ammonia, Gas	R	R	R	R
Ammonia, Agua, 10%	R	NR	R	NR
Ammonia, Liquid	NR	NR	NR	NR
Ammonium, Acetate	R	R	R	R
Ammonium Bennzoate	••	••	R	R
Ammonium Bifluoride	R	R	R	R
Ammonium Bisulfide	R	R	R	R
Ammonium Carbonate	R	R	R	R
Ammonium Chloride	R	R	R	R
Ammonium Citrate	••	••	R	R
Ammonium Dichromate	R	••	R	R
Ammonium Fluoride 10%	R	R	R	R
Ammonium Fluoride, 25%	R	•	••	••
Ammonium hydroxide	R	•	NR	NR
Ammonium Metaphosphate	R	R	R	R
Ammonium Nitrate	R	R	R	R
Ammonium Persulphate	R	R	R	••
Ammonium Phosphate	R	R	R	••
Ammonium Sulfamate	••	••	R	R
Ammonium Sulfate	R	R	R	R
Ammonium Sulfide	R	••	R	R
Ammonium Thiocyanate	R	R	R	R
Ammonium Tartrate	••	••	R	R
Amy Acetate	NR	NR	NR	NR
Amy Chloride	NR	NR	NR	NR
Aniline	NR	NR	NR	NR
Aniline Chlorohydrate	NR	NR	NR	NR
Aniline Hydrochloride	NR	NR	NR	NR
Anthraquinone	R	R	••	••
Anthraquinone Sulfonic Acid	R	R	••	••
Antimony Trichloride	R	R	R	R
Aqua Regia	•	NR	R	NR
Aromatic Hydrocarbons	NR	NR	NR	NR
Arsenic Acid	R	R	R	R
Aryl Sulfonic Acid	R	R	••	••

A

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Barium Carbonate	R	R	R	R
Barium Chloride	R	R	R	R
Barium Hydroxide	R	R	R	R
Barium Nitrate	R	••	R	R
Barium Sulfate	R	R	R	R
Barium Sulfide	R	R	R	R
Beer	R	R	R	R
Beet Sugar Liquors	R	R	R	R
Benzaldehyde	NR	NR	NR	NR
Benzalkonium Chloride	NR	NR	NR	NR
Benzene	NR	NR	NR	NR
Benzene,Benzol	NR	NR	NR	NR
Benzene Sulfonic Acid	NR	NR	NR	NR
Benzoic Acid, Sat'd	R	R	R	NR
Benzyl Chloride	••	••	NR	NR
Bismuth Carbonate	R	R	R	R
Black Liquor	R	R	R	R
Bleach, House hold (5%Cl)	R	R	R	R
Bleach, 12.5% Active Cl 2	R	R	R	R
Bleach 5.5% Active Cl 2	R	R	R	R
Bleach, Industrial (15%Cl)	••	••	R	R
Borax	R	R	R	R
Boric Acid	R	R	R	R
Boric Acid, Saturated	••	••	R	R
Brine, Acid	R	••	R	R
Bromic Acid	R	R	R	R
Bromine	••	••	NR	NR
Bromine Liquid	RN	NR	NR	NR
Bromine, Vapor 25%	R	R	••	••
Bromine, Water	R	R	R	R
Bromobenzene	NR	NR	NR	NR
Bromotoluene	NR	NR	NR	NR
Butadiene	R	R	R	••
Butane	R	R	••	••
Butanol	••	••	••	••
Butyl Acetate	NR	NR	NR	NR
Butyl Alcohol	R	R	NR	NR
Butyl Carbitol	••	••	NR	NR

B

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
<b>B</b>	Butyl Phenol	R	NR	••	••
	Butyl Stearate	R	••	••	••
	Butyne Diol	R	NR	••	••
	Butyric Acid, up to 1%	R	NR	R	R
	Butyric Acid, greater than 1%	••	••	NR	NR
<b>C</b>	Cadmium Acetate	••	••	R	R
	Cadmium acetate	••	••	R	R
	Cadmium Chloride	••	••	R	R
	Cadmium Cyanide	R	R	R	R
	Cadmium Sulfate	••	••	R	R
	Caffeine Citrate	R	••	••	••
	Calcium Acetate	••	••	R	R
	Calcium Bisulfide	••	••	R	R
	Calcium Bisulfite	R	R	R	R
	Calcium Carbonate	R	R	R	R
	Calcium Chloride	R	R	R	R
	Calcium Hydrozide	R	R	R	R
	Calcium Hypochlorite	R	R	R	R
	Calcium Nitrate	R	R	R	R
	Calcium Oxide	R	R	R	R
	Calcium Sulfate	R	R	R	R
	Camphor Crystal	R	••	••	••
	Canesugar Liquors	R	R	R	R
	Caprolactan	••	••	NR	NR
	Caprolactone	••	••	NR	NR
	Carbitol	R	••	NR	NR
	Caprylic Acid	••	••	NR	NR
	Carbon Dioxide Wet	R	R	R	R
	Carbon Dioxide Dry	R	R	R	R
	Carbon Disulfide	NR	NR	NR	NR
	Carbon Monoxide	R	R	R	R
	Carbon Tetrachloride	NR	NR	NR	NR
	Carbonic Acid	R	R	R	R
	Castor Oil	R	R	•	•
	Casutic Potash	R	R	R	R
	Caustic Soda	••	••	NR	NR
	Cellosolve	R	NR	NR	NR
	Cellosolve Acetate	R	••	NR	NR

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Chloroacetic Acid	R	R	••	••
Chloral Hydrate	R	R	••	••
Chloramine	R	••	••	••
Chloric Acid	R	R	R	R
Chlorinated Solvents	NR	NR	NR	NR
Chlorinated Water, (hychlorite)	••	••	R	R
Chlorine Gas Dry	NR	NR	NR	NR
Chlorine Gas Wet	NR	NR	NR	NR
Chlorine, Liquid	NR	NR	NR	NR
Chlorine, tracein air	••	••	R	R
Chlorine Dioxide, Aquecus, Sal'd	••	••	R	R
Chlorine Water, Saturated	R	R	R	R
Cloroacetic Acid	R	NR	R	R
Chloroacetyl Chloride	R	••	••	••
Chlorobenzene	NR	NR	NR	NR
Chlorobenzul Chloride	NR	NR	NR	NR
Chloroform	NR	NR	NR	NR
Chloropicrin	NR	NR	NR	NR
Chlorosulfonic Acid,	R	NR	R	NR
Chromic Acid, 10%	R	R	R	R
Chromic Acid, 30%	R	•	R	R
Chromic Acid, 40%	R	•	R	•
Chromic Acid, 50%	NR	NR	R	••
Chromium Nitrate	••	••	R	R
Citric Acid	R	R	R	R
Citric Acid, 10%	••	••	R	R
Citrus Oils	••	••	NR	NR
Coconuts Oils	R	R	•	•
Coke Oven Gas	NR	NR	••	••
Copper Acetate	••	••	R	R
Copper Carbonate	R	R	R	R
Copper Chloride	R	R	R	R
Copper Cyanide	R	R	R	R
Copper Fluoride	R	R	R	R
Cooper Nitrate	R	R	R	R
Copper sulfate	R	R	R	R
Corn Oil	•	•	••	••
Corn Syrup	•	•	R	R

C

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
C	Cottonseed Oil	R	R	••	••
	Creosote	••	••	NR	NR
	Cresol	NR	NR	NR	NR
	Cresylic Acid 50%	R	R	••	••
	Crotonaldehyde	NR	NR	NR	NR
	Crude Oil	R	•	•	•
	Cumene	••	••	NR	NR
	Cupric Fluoride	R	R	R	R
	Cupric Sulfate	R	R	R	R
	Cuprous Chloride	R	R	R	R
	Cyclohexane	NR	NR	NR	NR
	Cyclohexanol	NR	NR	NR	NR
	Cyclohexanone	NR	NR	NR	NR
	D	D-Limonene	••	••	NR
Descocyphephedrine Hydrochloride		R	••	••	••
Detergent Solution (Heavy Duty)		R	R	••	••
Dextrin		R	R	R	R
Dextrose		R	R	R	R
Diazo Salts		R	R	••	••
Dibutoxy Ethyl Phthalate		NR	NR	NR	NR
Dibutyl Phthalate		R	NR	••	••
Dibuty Sebacate		NR	NR	NR	NR
Dichlorobenzene		NR	NR	NR	NR
Dichloroethylene		NR	NR	NR	NR
Diesel Fuels		•	NR	NR	NR
Diethylamine		NR	NR	NR	NR
Diethyl Cellosolve		••	••	NR	NR
Diethyl Ether		R	••	NR	NR
Diglycolic Acid		R	R	••	••
Dill Oil		••	••	NR	NR
Dimethylamine		R	R	NR	NR
Dimethylformamide		NR	NR	NR	NR
Dimethyk Hydrazine		NR	NR	NR	NR
Dioctyl Phthalate		NR	NR	NR	NR
Dioxane		NR	NR	NR	NR
Dioxane, 1, 4		NR	NR	NR	NR
Disodium Phospate		R	R	R	R
Distilled Water	R	R	R	R	
Divinylbenzene	NR	NR	NR	NR	

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
EDTA, Tetrasodium	••	••	R	R
Epsom Salt	R	••	R	R
Esters	NR	NR	NR	NR
Ethanol, up to 5%	••	••	R	R
Ethanol, grater than 5%	••	••	••	••
Ethers	NR	NR	NR	NR
Ethyl Acetate	NR	NR	NR	NR
Ethyl Acetoacetate	NR	NR	NR	NR
Ethyl Acrylate	NR	NR	NR	NR
Ethyl Benzene	••	••	NR	NR
<b>E</b> Ethyl Chloride	NR	NR	NR	NR
Ethyl Chloroacetate	NR	NR	NR	NR
Ethyl Ether	NR	NR	NR	NR
Ethylene Bromide	NR	NR	NR	NR
Ethylene Chloride	NR	NR	NR	NR
Ethylene Chlorohydrin	NR	NR	NR	NR
Ethylene Diamine	••	••	NR	NR
Ethylene Dichloride	NR	NR	NR	NR
Ethylene Glycol, up to 50%	••	••	R	R
Ethylene Glycol, greater than 50%	••	••	••	••
Ethylene Oxide	NR	NR	NR	NR
Fatty Acids	R	R	••	••
Ferroc Acetate	R	NR	R	R
Ferric Chloridic	R	R	R	R
Ferric Hydroxide	R	R	R	R
Ferric Nitrate	R	••	R	R
Ferric Sulfate	R	R	R	R
Ferrous Chloride	R	R	R	R
Ferrous Hydroxide	R	••	R	R
<b>F</b> Ferrous Nitrate	R	••	R	R
Ferrous Sulfate	R	R	R	R
Fish Solubles	R	R	••	••
Fluorine Gas	NR	NR	NR	NR
Fluoboboric Acid	R	R	NR	NR
Fluosilicic Acid, 30%	R	R	R	••
Formaldehyde, 35%	R	NR	NR	NR
Formaldehyde, 37%	R	R	NR	NR
Formaldehyde, 50%	R	R	NR	NR

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
F	Formic Acid, up to 25%	R	NR	R	R
	Formic Acid greater than 25%	••	••	••	NR
	Freon F-11	R	R	••	••
	Freon F-12	R	R	••	••
	Freon F-21	NR	NR	••	••
	Freon F-22	NR	NR	••	••
	Freon F-113	R	R	••	••
	Freon F-114	R	R	••	••
	Fructose	R	R	R	R
	Fruit juices, pulp	R	R	R	
	Furfural	NR	NR	NR	NR
G	Galic Acid	R	R	NR	NR
	Gas, Natural	R	R	••	••
	Gasoline Leaded	•	NR	NR	NR
	Gasoline Uniaded	•	NR	NR	NR
	Gasoline Sour	•	NR	NR	NR
	Gelatin	R	R	R	R
	Gin	••	••	••	••
	Glocose	R	R	R	R
	Glycerine	R	R	R	R
	Glycerine, Glyserol	R	R	R	R
	Glycolic Acid	R	R	••	••
H	Glycols Ether	R	R	NR	NR
	Grape Sugar	R	R	R	R
	Green Liquor	R	R	R	R
	Halocarbons Oils	••	••	••	••
	Heptane	R	R	R	••
	Hexane	R	•	R	••
	Hydrazine	NR	NR	NR	NR
	Hydrobromic Acid, 20%	R	R	R	R
	Hydrobromic Acid, 50%	R	R	R	R
	Hydrochloric Acid, 18%	R	•	R	R
	Hydrochloric Acid, Conc. 37%	R	•	R	R
Hydroscyanic Acid	R	R	••	••	
Hydrocyanic, 10%	R	R	••	••	
Hydrofluoric Acid, Dilute	R	NR	R	NR	
Hyfluoric Acid, 3%	••	••	R	••	

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
H	Hydrofluoric Acid greater than 3%	••	••	NR	NR
	Hydrofluoric Acid, 30%	R	NR	R	••
	Hydrofluoric Acid, 40%	R	NR	NR	NR
	Hydrofluoric Acid, 50%	R	NR	NR	NR
	Hydrofluosilicic Acid, 30% (120 F-R)	R	R	R	•
	Hydrogen	R	R	R	••
	Hydrogen Cyanide	R	R	••	••
	Hydrogen Fluoride, Anhydrous	NR	NR	NR	NR
	Hydrogen Peroxide, 30%	R	••	R	••
	Hydrogen Peroxide, 50%	R	R	R	•
	Hydrogen Peroxide, 90%	•	•	NR	NR
	Hydrogen Phosphide	R	R	••	••
	Hydrogen Sulfide, Dry	R	R	R	R
	Hydrogen Sulfide, Aqueous Sol.	R	R	R	R
	Hydroquinone	R	R	••	••
	Hydroxylamine Sulfate	R	R	••	••
	Hydrochlorous Acid	R	R	R	R
	Hypochlorous Acid	••	••	R	R
L	Lodine	NR	NR	NR	NR
	Lodine Solution, 10%	NR	NR	NR	NR
I	Iron Salts	••	••	R	R
	Isopropanol	•	•	••	••
	Isopropyl Ether	NR	NR	NR	NR
	Isooctane	••	••	••	••
J	Jet Fuel, JP-4	•	NR	•	NR
	Jet Fuel, JP-5	•	NR	•	NR
K	Kerosene	R	•	R	•
	Ketone	NR	NR	NR	NR
	Kralt Licour	R	R	R	R

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Lactic Acid, 25%	R	R	R	R
Lactic Acid, 85%	R	••	R	••
Lard Oil	R	R	•	•
Lauric Acid	R	R	••	••
Laurylchloridire	R	R	••	••
Lead Acetate	R	R	R	R
Lead Chloride	R	R	R	R
Lead Nitrate	R	R	R	R
Lead Sulfate	R	R	R	R
Lemon Oil	••	••	NR	NR
Ligroine	••	••	••	••
L Lime Sulfur	R	R	••	••
Limonene	••	••	NR	NR
Linoleic Acid	R	R	••	••
Linoleic Oil	R	R	••	••
Linseed Oil	R	R	••	••
Linseed Oil, Glue	••	••	••	••
Liqueurs	R	R	••	••
Lithium Bromide	R	R	R	R
Lithium sulfate	R	R	R	R
Lubricating Oil, ASTM #1	R	R	R	••
Lubricating Oil, ASTM #2	R	R	R	••
Lubricating Oil, ASTM #3	R	R	R	••

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Machine Oil	R	R	••	••
Magnesium Carbonate	R	R	R	R
Magnesium Chloride	R	R	R	R
Magnesium Citrate	R	R	R	R
Magnesium Fluoride	••	••	R	R
Magnesium Hydroxide	R	R	R	R
Magnesium Nitrate	R	R	R	R
Magnesium Oxide	••	••	R	R
Magnesium Salts, inorganic	••	••	R	R
Magnesium Sulfate	R	R	R	R
Manganese Sulfate	R	R	R	R
Maleic Acid	R	R	••	••
Maleic Acid, 50%	••	••	R	R
Malic Acid	R	R	R	R
Mercuric Acid	••	••	R	R
Mercuric Chloride	R	R	R	R
Mercuric Cyanide	R	R	R	R
Mercuric Sulfate	R	R	R	R
Mercurous Nitrate	R	R	R	R
Mercury	R	R	R	R
Methane	R	R	••	••
Methanol, up to 10%	••	••	R	R
Methanol, greater than 10%	••	••	NR	NR
Methylene Chlorogromide	NR	NR	NR	NR
Methoxyethyl Oleate	R	••	••	••
Methylamine	NR	NR	NR	NR
Methyl Bromide	NR	NR	NR	NR
Methyl Cellosolve	NR	NR	NR	NR
Methyl Chloride	NR	NR	NR	NR
Methyl Chloroform	NR	NR	NR	NR
Methyl Formate	••	••	R	R
Methyl Ethyl Ketone	NR	NR	NR	NR
Methyl Isobutyl Ketone	NR	NR	NR	NR
Methyl Methacrylate	R	••	NR	NR
Methyl Sulfate	R	.	••	••
Methyl Sulfuric Acid	R	R	••	••
Methylene BromideNR	NR	NR	NR	NR
Methylene Chloride	NR	NR	NR	NR

M

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
M	Methylene Iodine	NR	NR	NR	NR
	Methylisobutyl Carbinol	NR	NR	NR	NR
	Milk	••	••	R	R
	Mineral Oil	NR	NR	NR	NR
	Molasses	NR	NR	NR	NR
	Monoethanolamine	NR	NR	NR	NR
	Motor Oil	R	R	R	••
	Muriatic Acid	••	••	R	••
N	Naphtha	R	R	••	••
	Naphthalene	NR	NR	NR	NR
	Natural Gas	R	R	••	••
	Nickel Acetate	R	••	R	R
	Nickel Chloride	R	R	R	R
	Nickel Nitrate	R	R	R	R
	NickelSulfate	R	R	R	R
	Nicotine	R	R	••	••
	Nicotinic Acid	R	R	••	••
	Nitric Acid, up to 25%	••	••	R	R
	Nitric Acid, 35-35 %	••	••	R	••
	Nitric Acid, greater than 35%	••	••	R	NR
	Nutribenzene	NR	NR	NR	NR
	Nitrogliceryne	NR	NR	NR	NR
	Nitrous Acid, 10%	R	NR	••	••
	Nitrous Oxide	R	•	••	••
Nitroglycol	NR	NR	••	••	

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
O	1-Octanol	••	••	•	NR
	Oils, edible	••	••	••	••
	Oils, Vegetable	•	•	•	•
	Oils, Sour Crude	••	••	R	R
	Oleic Acid	R	R	R	R
	Oleum	NR	NR	NR	NR
	Olive Oil	••	••	•	•
	Oxalic Acid, Saturated	••	••	R	••
	Oxalic Acid, 20%	••	••	R	R
	Oxalic Acid, 50%	R	R	R	R
	Oxygen	R	R	R	R
	Ozone	••	••	••	••
	Ozonized water	••	••	R	••
	P	Palm oil	••	••	••
Palmitic Acid		••	••	••	••
Palmitic Acid 10%		R	R	R	••
Palmitic Acid 70%		R	NR	R	••
Parafin		R	R	R	••
Peanut Oil		••	••	•	•
Peracetic Acid 40%		R	NR	••	••
Perchloric Acid, 10%		R	•	••	••
Perchloric Acid, 70%		R	NR	R	••
Perphospate		R	••	R	••
Petroleum Oils, Sour		R	•	••	••
Petroleum Oils, Refiner		R	R	••	••
Phenol		•	NR	R	••
Phenylhydrazine		NR	NR	NR	NR
Phenylhydrazine Hydrochloride		•	NR	NR	NR
Phosgene, Liquid		NR	NR	NR	NR
Phosgene, Gas		R	•	••	••
Phosphoric Acid, 10%		R	R	R	R
Phosphoric Acid, 25%		R	R	R	R
Phosphoric Acid, 50%		R	R	R	R
Phosphoric Acid, 70%	R	R	R	R	
Phosphoric Acid, 85%	R	R	R	R	

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
Phosphorus, yellow	R	.	••	••	
Phosphorus, red	R	R	••	••	
Phosphorus, pentoxide	R	.	••	••	
Trichloride	NR	NR	NR	NR	
Photografic solutions	R	R	R	R	
Picric Acid	NR	NR	NR	NR	
Pine Oil	••	••	NR	NR	
Plating Solutions, Brass	R	.	R	R	
Plating Solutions, Cadmiun	R	.	R	R	
Plating Solutions, Chome	R	.	R	R	
Plating Solutions, Coper	R	.	R	R	
Plating Solutions, Gold	R	.	R	R	
Plating Solutions, Lead	R	.	R	R	
Plating Solutions, Nickel	R	.	R	R	
Plating Solutions, Rhodium	R	.	R	R	
Plating Solutions, Silver	R	.	R	R	
Plating Solutions, Tin	R	.	R	R	
P	Plating Solutions, Zinc	R	.	R	R
Polyethylene Glycol	.	.	NR	NR	
Potash	R	R	R	R	
Potassium Acetate	••	••	R	R	
Potassium Alum	R	R	R	R	
Potassium Aluminum Sulfate	R	••	R	R	
Potassium Amyl Xanthate	R	NR	••	••	
Potassium Bicarbonate	R	R	R	R	
Potassium Bicharomate	R	R	R	R	
Potassium Bisulfate	R	R	R	R	
Potassium Borate	R	R	R	R	
Potassium Bromate	R	R	R	R	
Potassium Bromide	R	R	R	R	
Potassium Carbonate	R	R	R	R	
Potassium Chlorate	R	R	R	R	
Potassium Chloride	R	R	R	R	
Potassium Chromate	R	R	R	R	
Potassium Cyanate	R	R	R	R	

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Potassium Cyanide	R	R	R	R
Potassium Dichromate	R	R	R	R
Potassium Ethyl Xanthate	R	NR	••	••
Potassium Ferricyanide	R	R	R	R
Potassium Ferrocyanide	R	R	R	R
Potassium Fluoride	R	R	R	R
Potassium Hydroxide	R	R	R	R
Potassium Hipochlorite	R	••	R	R
Potassium Lidide	R	••	R	R
Potassium Nitrate	R	R	R	R
Potassium Perborate	R	R	R	R
Potassium Perchlorate, sat'd	R	R	R	R
Potassium Permanganate, 10% sat'd	R	R	R	R
Potassium Permanganate, 25% sat'd	••	••	R	R
Potassium Persulfate, sat'd	R	R	R	••
Potassium Phosphate	••	••	R	R
Potassium Sulfate	R	R	R	R
Potassium Tripolyphosphate	••	••	R	R
Propane	R	R	R	••
Propanol, Upto 0.5%	••	••	R	R
Propanol, greater than 0.5%	••	••	••	••
Propionic Acid, Up to 2%	••	••	R	R
Propionic Acid, greater than 2%	••	••	NR	NR
Propylene Dichloride	NR	NR	NR	NR
Propylene Glycol, Up to 25%	••	••	R	R
Propylene Glycol, greater than 25%	••	••	••	••
Propylene oxide	NR	NR	NR	NR
Pyridine	NR	NR	NR	NR
Pyrogallia Acid	R	NR	••	••

P

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
Salicyclic Acid	R	R	R	R	
Solicylaldehyde	NR	NR	••	••	
Sea water	R	R	R	R	
Selenic Acid	R	R	••	••	
Silicic Acid	R	R	R	••	
Silicone Oil	R	NR	R	••	
Silver Chloride	••	••	R	R	
Silver Cyanide	R	R	R	R	
Silver Nitrate	R	R	R	••	
Silver Sulfate	R	R	R	R	
Scaps	R	R	R	R	
Sodium Acetate	R	R	R	R	
Sodium Aluminate	••	••	R	R	
Sodium Arsenate	••	••	R	••	
Sodium Alum	R	R	R	R	
S	Sodium Benzoate	R	R	R	R
Sodium Bicarbonate	R	R	R	R	
Sodium Bichronate	R	R	R	R	
Sodium Bisulfate	R	R	R	R	
Sodium Bisulfate	R	R	R	R	
Sodium Borate	R	••	R	R	
Sodium Bromide	R	R	R	R	
Sodium Carbonate	R	R	R	R	
Sodium Chiorate	R	••	R	R	
Sodium Chloride	R	R	R	R	
Sodium Chiorite	NR	NR	R	R	
Sodium Chromate	••	••	R	R	
Sodium Cyanide	R	•	R	R	
Sodium Dichromate	R	R	R	R	
Sodium Ferricyanide	R	R	R	R	
Sodium Ferrocyanide	R	R	R	R	

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
Sodium Fluoride	R	••	R	R	
Sodium Formate	••	••	R	R	
Sodium Hydroxide, 10%	R	R	R	R	
Sodium Hydroxide 15%	R	R	R	R	
Sodium Hydroxide 25%	R	.	R	R	
Sodium Hydroxide, 30%	R	.	R	R	
Sodium Hydroxide, 50%	R	.	R	R	
Sodium Hydroxide, 70%	R	.	R	R	
Sodium Hypobromite	••	••	R	R	
Sodium Hypochlorite, 15%	R	.	R	R	
Sodium Hypochlorite	R	••	R	R	
Sodium Iodide	••	••	R	R	
Sodium Metaphosphate	R	••	R	R	
Sodium Nitrate	R	R	R	R	
Sodium Nitrile	R	R	R	R	
Sodium Palmitate Solution, 5%	••	••	.	••	
Sodium Perborate	R	R	R	R	
S	Sodium Perchlorate	R	R	R	R
Sodium Peroxide	R	R	••	••	
Sodium Phosphate, Alkaline	R	••	R	••	
Sodium Phosphate, Acid	R	••	R	••	
Sodium Phosphate, Neutral	R	••	R	R	
Sodium Silicate	••	••	R	R	
Sodium Sulfate	R	R	R	R	
Sodium Sulfide	R	R	R	R	
Sodium Sulfite	R	R	R	R	
Sodium Thiosulfate	R	R	R	R	
Sodium Tripolyphosphate	••	••	R	R	
Sour Crude Oil	R	R	••	••	
Soybean Oil	••	••	••	••	
Stannic Chloride	R	R	R	R	
Stannous Chloride	R	R	R	R	
Stannous Sulfate	.	.	R	R	
Starch	R	R	R	R	
Stearic Acid	R	R	R	••	

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Stoddard's Solvent	NR	NR	••	••
Strontium Chloride	•	•	R	R
Styrene	••	••	NR	NR
Succinic Acid	R	R	••	••
Sugar	••	••	R	R
Sulfamic Acid	NR	NR	R	R
Sulfated Detergents	••	••	••	••
Sulfate Liquor	••	••	••	••
Sulfite Liquor	R	R	••	••
Sulfu	R	R	R	••
Sulfur Chloride	••	••	••	••
Sulfur Dioxide, Dry	R	R	NR	••
Sulfur Dioxide, Went	R	•	NR	••
Sulfur T noxide	R	•	••	••
Sulfur T noxide, Gas	R	R	••	••
Sulfuric Acid, 10 %	R	R	R	R
,Sulfuric Acid, 20%	R	R	R	R
Sulfuric Acid, 30%	R	R	R	R
Sulfuric Acid, 50%	R	R	R	R
Sulfuric Acid, 60%	R	R	R	R
Sulfuric Acid, 70%	R	R	R	R
Sulfuric Acid, 80%	R	•	R	R
Sulfuric Acid, 85%	••	••	R	N
Sulfuric Acid, 90%	R	•	R	NR
Sulfuric Acid, 93.5%	•	NR	R	NR
Sulfuric Acid, 94%	•	NR	R	NR
Sulfuric Acid, 95%	NR	NR	R	NR
Sulfuric Acid, 96%	NR	NR	R	NR
Sulfuric Acid, 98%	NR	NR	R	NR
Sulfuric Acid,100%	NR	NR	NR	NR

S

Chemical	PVC		CPVC	
	73° F	140° F	73° F	180° F
Tall Oil	R	R	R	R
Tannic Acid	R	R	R	R
Tannic Acid 30%	••	••	R	••
Tanning Liquors	R	R	R	R
Tar	NR	NR	NR	NR
Tartaric Acid	R	R	R	R
Terpenes	••	••	NR	NR
Tetraethyl Lead	R	•	••	••
Tetrahydrofurane	NR	NR	NR	NR
Tetrahydrofuran	NR	NR	NR	NR
Tetrasodiumpyrophosphate	R	R	R	R
Texanol	••	••	NR	NR
Thionyl Chloride	NR	NR	NR	NR
Thread Cutting Oils	R	••	••	••
Tirpineol	•	•	••	••
<b>T</b> Titanium Tetrachloride	•	NR	••	••
Toluene	NR	NR	NR	NR
Toluene, Toluol	NR	NR	NR	NR
Tomato Juice	R	••	R	••
Transformer Oil	R	R	••	••
Transformer Oil DTE/30	••	••	••	••
Tributyl Phosphate	NR	NR	NR	NR
Tributyl Citrate	R	••	••	••
Trichloroacetic Acid	R	R	R	••
Trichloroethane	NR	NR	NR	NR
Trichloroethylene	NR	NR	NR	NR
Triethanolamine	R	•	••	••
Triethylamine	R	R	••	••
Trimethylpropane	R	NR	••	••
Trisodium Phosphate	R	R	R	R
Turpenline	R	R	NR	NR
<b>U</b> Urea	R	R	R	R
Urine	R	R	R	R
<b>V</b> Vegetables Oils	•	•	•	•
Vinegar	R	R	R	R
Vinegar, White	••	••	R	R
Vinyl Acetate	NR	NR	NR	NR

Chemical	PVC		CPVC		
	73° F	140° F	73° F	180° F	
<b>W</b>	Water	R	R	R	R
	Water, Acid Mine	R	R	R	R
	Water, Deionized	••	••	R	R
	Water, Demineralized	R	R	R	R
	Water, Distilled	R	R	R	R
	Water, Potable	R	R	R	R
	Water, Salt	R	R	R	R
	Water, Sea	R	R	R	R
	Water, Sewage	R	R	R	R
	Water, Swimming pool	••	••	R	R
	WD-40	••	••	••	••
	Whiskey	R	R	R	R
	White liquor	R	R	R	R
	Wines	R	R	R	R
	<b>X</b>	Xylene	NR	NR	NR
<b>Z</b>	Zinc Acetate	R	R	R	R
	Zinc Carbonate	••	••	R	R
	Zinc Chloride	R	R	R	R
	Zinc Nitrate	R	R	R	R
	Zinc Phosphate	••	••	R	R
	Zinc Sulfate	R	R	R	R

## Tablas de conversión de unidades

Se incluyen valor y factores de conversión de unidades más usadas en hidráulica del sistema imperial inglés a sistema internacional, dispuestas en orden alfabético.

### FACTORES DE CONVERSIÓN PARA UNIDADES DE MEDIDA

MEDIDA	UNIDAD	X FACTOR DE CONVERSIÓN	= UNIDAD
Área	hectárea	10,000.00	metro <sup>2</sup>
	milímetro <sup>2</sup>	0.00155	pulgada <sup>2</sup>
	milímetro <sup>2</sup>	0.00001	pie <sup>2</sup>
	centímetro <sup>2</sup>	0.1550	pulgada <sup>2</sup>
	centímetro <sup>2</sup>	0.00108	pie <sup>2</sup>
	metro <sup>2</sup>	10.7639	pie <sup>2</sup>
	metro <sup>2</sup>	1.19599	yarda <sup>2</sup>
	metro <sup>2</sup>	0.00025	acre
	metro <sup>2</sup>	0.001	hectárea
	hectárea	10,000.00	metro <sup>2</sup>
	hectárea	2.4711	acre
	pulgada <sup>2</sup>	645.16	milímetro <sup>2</sup>
	pulgada <sup>2</sup>	6.45	centrimetro <sup>2</sup>
	pie <sup>2</sup>	92,903.04	milímetro <sup>2</sup>
	pie <sup>2</sup>	929.03	centímetro <sup>2</sup>
	pie <sup>2</sup>	0.0929	metro <sup>2</sup>
	yarda <sup>2</sup>	0.8360	metro <sup>2</sup>
	yarda <sup>2</sup>	9.00	pie <sup>2</sup>
	acre	4,046.8560	metro <sup>2</sup>
	acre	0.4047	hectárea
acre	43,560.00	pie <sup>2</sup>	

### FACTORES DE COVERSION PARA UNIDADES DE MEDIDA

MEDIDA	UNIDAD	X FACTOR DE CONVERSION	= UNIDAD
DENSIDAD	gramos/centimetro <sup>3</sup>	1,000.00	Kilogramo/metro <sup>3</sup>
	Kilogramo/metro <sup>3</sup>	0.0624	libra/pie <sup>3</sup>
	Kilogramo/metro <sup>3</sup>	1.6855	libra/yarda <sup>3</sup>
	Kilogramo/ metro <sup>3</sup>	0.000835	libra/galon
	Kilogramo/metro <sup>3</sup>	0.00084	ton/yarda <sup>3</sup>
	Kilogramo/ metro <sup>3</sup>	0.0010	ton metrica/metro <sup>3</sup>
	ton métrica/metro <sup>3</sup>	0.8428	ton/yarda <sup>3</sup>
	libra/pie <sup>3</sup>	16.0184	kiligramo/metro <sup>3</sup>
	libra/pie <sup>3</sup>	0.0135	ton/yarda <sup>3</sup>
	libra/galon	0.5933	kilogramo/metro <sup>3</sup>
	ton/yarda <sup>3</sup>	119.8264	kilogramo/metro <sup>3</sup>
	ton/yarda <sup>3</sup>	1,186.5530	kilogramo/metro <sup>3</sup>
	ton/yarda <sup>3</sup>	1.1866	ton metrica/metro <sup>3</sup>
	ton/yarda <sup>3</sup>	74.0741	libra/pie <sup>3</sup>
ENERGÍA	joule	0.7376	pie*libra fuerza
	joule	0.00095	BTU
	pie*libra fuerza	1.3558	joule
	pie*libra fuerza	0.00128	BTU
	BTU	1,055.0560	joule
	BTU	778.1690	pie*libra fuerza
	BTU	252.9960	caloria
	caloria	0.00397	BTU
CAUDAL	metro <sup>3</sup> /segundo	35.3150	pie <sup>3</sup> /segundo
	metro <sup>3</sup> /segundo	15,850.30	galones/minuto
	metro <sup>3</sup> /segundo	1,000.00	litros/segundo
	metro <sup>3</sup> /segundo	22.8245	millones de galones/día
	litros/segundo	0.0010	metro <sup>3</sup> /segundo
	litros/segundo	0.0353	Pie <sup>3</sup> /segundo
	litros/segundo	15.8510	galones/minuto
	pie <sup>3</sup> /segundo	0.0283	metro <sup>3</sup> /segundo
	pie <sup>3</sup> /segundo	28.3165	litros/segundo
	pie <sup>3</sup> /segundo	448.8306	galones/minutos
	galones/minuto	0.00006	metro <sup>3</sup> /segundo
	galones/minuto	0.06309	litro/segundo
	galones/minuto	0.00223	pie <sup>3</sup> /segundo
	galones/minuto	0.00144	millones de galones/día
	millones de galones/día	694.4400	galones/minuto
millones de galones/día	0.0438	metros <sup>3</sup> /segundo	

### FACTORES DE COVERSION PARA UNIDADES DE MEDIDA

MEDIDA	UNIDAD	X FACTOR DE CONVERSION	= UNIDAD
FUERZA	libra fuerza	4.4482	newton
	newton	0.2248	libra fuerza
	newton	0.10197	kilogramo fuerza
	kilogramo fuerza	9.8068	newton
	libra fuerza	4.4482	newton
	newton	0.2248	libra fuerza
	newton	0.10197	kilogramo fuerza
	kilogramo fuerza	9.8068	newton
LONGITUD	milimetro	0.0394	pulgada
	milimetro	0.0033	pie
	centimetro	0.3937	pulgada
	centimetro	0.0328	pie
	metro	3.2808	pie
	metro	1.0936	yarda
	metro	0.00062	milla
	kilómetro	0.6236	milla
	pulgada	25.40	milimetro
	pulgada	2.54	centimetro
	pie	304.80	milimetro
	pie	30.48	centimetro
	pie	0.3048	metro
	yarda	0.9144	metro
	milla	1,609.3440	metro
	milla	1.6093	kilómetro
milla	5,280.00	pie	
milla	1,760.00	yarda	

### FACTORES DE COVERSION PARA UNIDADES DE MEDIDA

MEDIDA	UNIDAD	X FACTOR DE CONVERSIÓN	= UNIDAD
MASA	gramo	0.0353	onza
	gramo	0.0022	libra
	kilogramo	35.2740	onza
	kilogramo	2.2046	libra
	kilogramo	0.0010	tonelada métrica
	kilogramo/metro	0.6719	libra/pie
	tonelada métrica	2,204.60	libra
	tonelada métrica	1.1023	tonelada
	tonelada métrica	1,000.00	kilogramo
	onza	28.3495	gramo
	onza	0.0625	libra
	onza	0.0284	kilogramo
	libra	453.5924	gramo
	libra	0.4536	kilogramo
	libra	0.00045	tonelada métrica
	libra	0.0005	tonelada
	libra	16.00	onza
	libra/pie	1.4882	kilogramo/metro
	tonelada	0.9072	tonelada métrica
	tonelada	2,000.00	libra
tonelada	907.18	kilogramo	

### FACTORES DE COVERSION PARA UNIDADES DE MEDIDA

MEDIDA	UNIDAD	X FACTOR DE CONVERSION	= UNIDAD
PRESIÓN	pascal	1.00	newton/metro <sup>2</sup>
	kilopascal	1,000.00	pascal
	kilopasca	0.01	bar
	kilopasca	0.1450	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>
	kilopasca	0.3346	pies de H <sub>2</sub> O
	kilopasca	0.2964	pulgadas de Hg
	kilopasca	0.0010	megapascal
	kilopasca	0.0099	atmósfera
	megapascal	1,000.00	kilopascal
	megapascal	145.0377	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>
	megapascal	9.8692	atmosfera
	megapascal	10.00	bar
	kilogramo fuerza/metro <sup>2</sup>	9.8067	pascal
	kilogramo fuerza/centímetro <sup>2</sup>	98.0665	kilopascal
	kilogramo fuerza/centímetro <sup>2</sup>	14.2234	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>
	newton/metro <sup>2</sup>	0.00015	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>
	bar	100.00	kilopascal
	bar	0.1000	megapascal
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	14.5038	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	6,894.7570	pascal
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	6.8948	kilopascal
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	0.0069	megapascal
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	0.0703	kilogramo fuerza/ centímetro <sup>2</sup>
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	6,894.7570	newton/metro <sup>2</sup>
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	0.06895	bar
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	0.06805	atmósfera
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	2.3070	pies de H <sub>2</sub> O
	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>	2.0360	pulgadas de Hg
	atmosfera	101.3250	kilopascal
	atmosfera	0.1013	megapascal
	atmosfera	14.70	libra fuerza/pulgada <sup>2</sup>
	pies de H <sub>2</sub> O	2.9890	kilopascal
	pies de H <sub>2</sub> O	0.4335	libra fuerza /pulgada <sup>2</sup>
	pulgadas de Hg	3.3742	kilopascal
	pulgadas de Hg	0.4912	libra fuererza/pulgada <sup>2</sup>

### FACTORES DE COVERSION PARA UNIDADES DE MEDIDA

MEDIDA	UNIDAD	X FACTOR DE CONVERSIÓN	= UNIDAD
TEMPERATURA	temperatura grado Centígrado	$(1.8)(^{\circ}\text{C})+32$	temperatura grado Fahrenheit
	temperatura grado Fahrenheit	$(^{\circ}\text{F}-32)/1.8$	temperatura grado Centígrado
	grado Centígrado	1.8	grado Fahrenheit
	grado Fahrenheit	0.5555	grado Centígrado
TORQUE	newton *metro	0.7376	pie*libra fuerza
	newton *metro	8.85507	pulgada*libra fuerza
	pie*libra fuerza	1.3558	newton*metro
	pulgada* libra fuerza	0.11299	newton*metro

## Fórmulas hidráulicas para sistemas presurizados y drenajes

Estas son las fórmulas más usadas en la industria para realizar cálculos hidráulicos y aplicaciones para sistemas de tuberías.

### Pérdidas por Fricción (Ecuación Hazen Williams)

$$f = .2083 \times (100/C)^{1.852} \times \frac{G^{1.852}}{d^{4.8655}}$$

Donde:

**f** = Pérdida de carga por fricción en pies de agua por 100' para tamaño específico de tubería y diámetro interno  
**C** = Constante de rugosidad interna de la tubería (C = 150 para tuberías termoplásticas)  
**G** = Caudal en U.S GPM  
**d** = Diámetro interno de la tubería en pulgadas

### Velocidad del Agua

$$V = \frac{.3208 \times G}{A}$$

Donde:

**V** = Velocidad en pies por segundo  
**G** = Galones por minuto  
**A** = Área sección transversal interna en pulgadas cuadradas

### Caudal en la tubería en Galones por minuto

GPM = 0.0408 x diámetro tubo en pulg<sup>2</sup> x velocidad en pies por minuto

### Caída de presión en Válvulas

$$P = \frac{G^2 \times S_g}{C_v^2}$$

Donde:

**P** = Caída de presión en PSI; pies de agua PSI/.4332  
**G** = Galones por minuto  
**S<sub>g</sub>** = Gravedad específica del líquido  
**C<sub>v</sub>** = Galones por minuto por 1 PSI caída de presión (ver del fabricante de válvulas en valor del **C<sub>v</sub>**)

## Diseño hidráulico:

### Ecuación de Hazen - Williams:

$$hf = \frac{V^{1.852}}{0.347 \times C^{1.852} \times DI^{1.167}}$$

Donde:

hf = Pérdidas por fricción, m/m

V = Velocidad, m/s

C = Factor de Fricción, adimensional, para PVC, C = 150

DI = Diámetro Interno, m

### Ecuación de Darcy - Weisbach:

$$hf = f \times \frac{L \times V^2}{d \times 2g}$$

Donde:

hf = Pérdidas por fricción, m/m

f = Factor de Fricción de Darcy, adimensional

DI = Diámetro Interno, m

V = Velocidad, m/s

g = Aceleración de la gravedad, 9.8 m/s<sup>2</sup>

### Ecuación de Colebrook - White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{e}{3.7 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

f = Factor de Fricción de Darcy

ks = rugosidad absoluta, m, para PVC = 1.5 x 10<sup>-6</sup> m

DI = Diámetro interno, m

Re = Número de Reynolds, adimensional

Re = V x DI/n

n = viscosidad cinemática del líquido, m<sup>2</sup>/s, si V en m/s y DI en m

## Glosario de términos, definiciones y otras referencias

**AGUA CALIENTE** Agua cuya temperatura es mayor o igual a los 110° F (43° C).

**AGUA DE LLUVIA.** Agua proveniente de la precipitación natural.

**AGUA NO POTABLE.** Agua que no es segura para beber, o para el uso personal o culinario.

**AGUA NO POTABLE ALTERNATIVA EN SITIO.** Agua no potable que no sea de servicios públicos, fuentes superficiales en sitio y fuentes subsuperficiales naturales de agua

dulce. Ejemplos de este tipo de agua son las aguas grises, aguas tratadas en sitio, captación de agua pluvial, el condensado capturado y el agua rechazada de los sistemas de ósmosis inversa.

**AGUA PLUVIAL.** Precipitación [pluvial] natural, incluyendo agua de deshielo, que ha hecho contacto con una superficie al nivel o por debajo del nivel del suelo.

**AGUA POTABLE.** Agua libre de la presencia de impurezas en cantidades suficientes para ser patógenas o causar efectos fisiológicamente dañinos y cuya calidad química y bacteriológica se ajusta a los requisitos de las Public Health Service Drinking Water Standards o a las normas para agua potable de la autoridad de salud pública de la jurisdicción.

**AGUA TEMPLADA.** Agua cuya temperatura oscila entre 85° F (29° C) y 110° F (43° C).

**AGUAS GRISES.** [Agua] de descarga de lavabos, tinas de agua, regaderas, lavadoras de ropa automáticas y tarjas de lavandería.

**AGUAS TRATADAS.** Agua no potable que ha salido de un tratamiento de aguas residuales por medio de una agencia o sistema con licencias o permisos para producir agua que cumple con los requerimientos [de tratamiento] de aguas de la jurisdicción para usos específicos. También se le llama “agua reciclada”.

**AIRE LIBRE.** Afuera de la estructura.

**ALIMENTACIÓN DE ARTEFACTOS.** La tubería hidráulica que conecta un artefacto al ramal de tubería hidráulica de alimentación o directamente a la tubería matriz de suministro de agua.

**ANCLAJES.** Vea “Soportes o elementos de sujeción”.

**ANTISIFONAJE.** Término aplicado a válvulas o artefactos mecánicos que eliminan el sifonaje.

**ARTEFACTO (FIXTURE).** Vea “Artefacto sanitario” (“Plumbing fixture”).

**ARTEFACTO DE COMBINACIÓN (COMBINATION FIXTURE).** Un artefacto que combina un fregadero con una

batea de lavandería o un fregadero o batea de lavandería de dos o tres compartimientos dentro de la misma unidad.

**ARTEFACTO SANITARIO (PLUMBING FIXTURE).**

Receptáculo o mecanismo que está permanente o temporalmente conectado al sistema de distribución de agua de los locales y que requiere alimentación de agua de ese sistema; que descarga aguas residuales, desperdicios llevados por las aguas o residuos cloacales, directa o indirectamente al sistema de desagüe sanitario de los locales, o requiere de ambos, una conexión al abastecimiento de agua y una descarga al sistema de desagüe de los locales.

**BAJANTE (STACK).** Término general para cualquier tubería vertical de evacuación de residuos cloacales, aguas residuales, respiradero o de conductor interno que se extiende por lo menos un piso de altura de construcción con o sin desviaciones.

**BEBEDERO (DRINKING FOUNTAIN).** Un artefacto hidrosanitario que está conectado al sistema de distribución de agua potable y al sistema de drenaje. El artefacto permite que el usuario beba agua directamente de un chorro de agua corriente sin el uso de un accesorio.

**BOCA DE SALIDA (WATER OUTLET).** Boca de descarga

por la cual se suministra agua a un artefacto, a la atmósfera (excepto a un tanque abierto que sea parte del sistema de suministro), a una caldera o sistema de calefacción, o a cualquier dispositivo o equipo que requiera de agua para su operación, pero que no es parte de la instalación hidráulica y sanitaria.

**BOMBA DE SUMIDERO (SUMP PUMP).** Una bomba de agua automática con motor eléctrico para la remoción de aguas residuales, excepto sólidos, de un sumidero o pozo o de un punto bajo.

**BORDE (RIM).** El filo no obstruido de la orilla de un artefacto.

**[M] CALENTADOR DE AGUA (WATER HEATER).**

Cualquier aparato o equipo de calefacción que calienta agua potable y suministra dicha agua al sistema de distribución de agua potable caliente.

**TUBERÍA DRENAJE (SEWER).**

**Cloaca de la edificación (Building sewer).** Vea “Cloaca de la edificación” (“Building sewer”).

**Tubería drenaje pluvial (Storm sewer).** Una cloaca que lleva agua de lluvia, agua superficial, aguas freáticas y líquidos residuales similares.

**Tubería drenaje pública (Public sewer).** Esa parte del sistema de desagüe de tuberías, instalada y mantenida por una ciudad, municipio, condado, empresa de servicios públicos u otra entidad pública, y ubicada en una propiedad pública, en la calle o en una servidumbre dedicada de uso público o comunitario.

**Tubería drenaje sanitaria (Sanitary sewer).** Una cloaca que conlleva residuos cloacales y aguas residuales, pero excluye aguas pluviales, superficiales y subterránea.

**DESAGÜE (DRAIN).** Todo tubo sanitario que expulsa

aguas residuales o desperdicios llevados por las aguas en el sistema sanitario de la edificación

**DESAGÜE O COLADERA O TRAGANTE DE ÁREA (AREA DRAIN).** Un receptáculo diseñado para recolectar agua superficial o de lluvias proveniente de un área abierta

**DESAGÜE O COLADERA O TRAGANTE DE TECHO (ROOF DRAIN).** Un desagüe instalado para recibir el agua que se recolecta en la superficie del techo y para descargarla hacia un tubo de bajada o a un conductor.

**DESPERDICIOS (WASTE).** La descarga desde cualquier artefacto, aparato, área o accesorio que no contiene materia fecal

**DESPERDICIOS DE RESIDUOS GRASOS (GREASELADEN WASTE).** Descarga de efluentes que es producida por el procesamiento de comida, preparación de comida u otras fuentes donde grasas y aceites entran en los compartimentos de prelavado de la lavadora automática de vajilla, fregaderos, u otros artefactos.

**DESPLAZAMIENTO (OFFSET).** Combinación de curvas aprobadas que hace dos cambios de dirección sacando de línea a una sección de la tubería, pero dejándola en línea paralela con la otra sección.

**DISMINUIDOR DEL GOLPE DE ARIETE (WATERHAMMER ARRESTOR).** Un dispositivo utilizado para absorber la creciente presión (golpe de ariete) que ocurre cuando el flujo de agua es repentinamente detenido en un sistema de abastecimiento de agua.

**DISPENSADOR DE AGUA (WATER DISPENSER).** Un artefacto hidráulico que se controla manualmente por el usuario con el fin de dispensar agua potable para beber en un receptáculo como una taza, vaso o botella. Este artefacto está conectado al sistema de distribución de agua potable de la instalación. Esta definición incluye accesorios independientes que tienen el mismo propósito y que no están conectados al con agua potable de un contenedor, botellón o depósito.

**DISPOSITIVO ADAPTADOR (ADAPTER FITTING).** Un dispositivo de conexión aprobado, que apropiada y correctamente une o ajusta tuberías y accesorios que de otra manera no se pueden conectar.

**EDIFICACIÓN (BUILDING).** Cualquier estructura ocupada o proyectada para soportar o albergar cualquier destino.

**GRUPO DE ARTEFACTOS SANITARIOS (BATHROOM GROUP).** Un grupo de artefactos que consiste en un inodoro, lavatorio, tina o regadera incluyendo o no un bidé, un desagüe de piso de emergencia o ambos. Dichos artefactos están ubicados juntos en el mismo nivel de piso.

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS (PLUMBING).** La práctica, materiales y artefactos utilizados en la instalación, mantenimiento, extensión

y modificación de toda la tubería, artefactos, aparatos sanitarios y accesorios sanitarios, dentro o adyacentes a cualquier estructura, en conexión con sistemas de desagüe sanitario, pluvial, sistema de ventilación, y sistemas de abastecimiento de agua públicos o privados.

**INSTALACIONES SANITARIAS (TOILET FACILITY).** Un cuarto o espacio que contiene al menos un inodoro y un lavabo.

**[INTERRUPTOR DE AIRE (Sistema de Desagüe Sanitario) [AIR BREAK (Drainage System)].** Un arreglo en la tubería en el cual un desagüe de un accesorio, artefacto o dispositivo, descarga indirectamente dentro de otro artefacto, receptáculo o interceptor en un punto por debajo del nivel de inundación y por encima del sello de trampa hidráulica.

**INTERRUPTOR DE CONTRAFLUJO POR PRINCIPIO DE PRESIÓN REDUCIDA (REDUCED PRESSURE PRINCIPLE BACKFLOW PREVENTION ASSEMBLY).**

Un dispositivo para impedir el contraflujo que consiste en dos válvulas de retención actuando independientemente, a carga forzada internamente en una posición normalmente cerrada, y separadas por una cámara (o zona) intermedia en la cual hay un medio automático de alivio para ventilar a la atmósfera, cargado internamente a la posición normalmente de abierto entre dos válvulas de retención de ajuste forzado y con un medio para probar el ajuste de las válvulas y de la abertura del medio de alivio.

**INTERRUPTOR DE VACÍO (VACUUM BREAKER).** Un tipo de interruptor de contraflujo, instalado en aberturas sujetas a la presión atmosférica normal y que impide el contraflujo, al admitir la presión atmosférica en el lado de descarga del artefacto.

**INTERRUPTOR DE VACÍO A PRUEBA DE DERRAME (SPILLPROOF VACUUM BREAKER).** Un conjunto que contiene una válvula de retención a carga forzada en posición cerrada y una válvula a carga forzada para admisión de aire de ventilación abierta a la atmósfera, ubicada aguas abajo de la válvula de retención, y ubicada entre, e incluyendo dos válvulas de cierre que cierran apretadamente y una llave de prueba.

**INTERVALO DE RAMAL (BRANCH INTERVAL).** Una medida vertical de la distancia, 8 pies (2438 mm) o más en longitud desarrollada, entre las conexiones de los ramales horizontales a una bajante de desagüe. Las mediciones se toman abajo del bajante de la conexión de ramal horizontal más alta.

**JUNTA (JOINT).**

**Expansión (Expansion).** Un ramal cerrado, vía de circunvalación o desplazamiento que permite la expansión y contracción en el Sistema de tuberías, y es utilizado en edificaciones altas o donde hay cambios rápidos de temperatura, tal como en una planta generadora, caja de vacío y destinos similares.

**Flexible (Flexible).** Cualquier junta entre dos tubos

que permite que uno sea desviado o movido sin causar movimiento o deflexión del otro tubo.

**Mecánica (Mechanical).** Vea “Junta mecánica” (“Mechanical joint”).

**Movediza (Slip).** Tipo de junta formada por medio de una arandela o algún tipo de compuesto de empaque en el cual un tubo es deslizado en el extremo del tubo adyacente.

**[M] JUNTA DE CONEXION A PRESIÓN (PRESS-CONNECT JOINT).** Una junta mecánica permanente que incluye un sello elastómero y un anillo de presión anticorrosivo. La junta está hecha con una herramienta de presión y un anillo aprobado por el fabricante del artefacto.

**[M] JUNTA MECÁNICA (MECHANICAL JOINT).** Una conexión entre tubos, accesorios o tubería y accesorios que no está atornillada, enmasillada, enroscada, cementada con solvente o soldada. Una junta en la cual se aplica compresión a lo largo de la línea central de las piezas que están siendo unidas. En algunas aplicaciones, la junta es parte del acoplamiento, accesorio o adaptador.

**LLAVE (FAUCET).** Válvula en una terminal de la tubería hidráulica a través de la cual se saca agua de esa tubería o se mantiene en ella.

**LLAVE DE CIERRE AUTOMÁTICO (SELF-CLOSING FAUCET).** Una llave que contiene una válvula que cierra automáticamente al desactivarse el medio de abertura.

**LONGITUD DESARROLLADA (DEVELOPED LENGTH).** El largo de la tubería medido por el eje del tubo y sus accesorios.

**MEDIDOR (METER).** Un dispositivo de medición utilizado para recopilar datos e indicar el uso del agua.

**MUEBLE O APARATO SANITARIO (PLUMBING APPLIANCE).** Cualquiera de una serie especial de artefactos sanitarios proyectados para una función especial. Están incluidos los artefactos cuya operación o control depende de uno o más componentes energizados, como motores, controles, elementos de calefacción o elementos sensores de presión o temperatura. Estos artefactos son ajustados o controlados manualmente por el dueño u operador, o se operan automáticamente mediante una de las siguientes acciones: ciclo de tiempo, escala de temperatura, escala de presión, o por un volumen de peso medido.

**PENDIENTE (SLOPE).** La inclinación de la línea de una tubería en referencia al plano horizontal. En desagües sanitarios, la pendiente se expresa en la caída en unidades verticales por unidades horizontales (porcentual) del largo de la tubería.

**PRÁCTICAS ACEPTADAS DE INGENIERÍA (ACCEPTED ENGINEERING PRACTICE).** Aquellas que se ajustan a principios, ensayos o normas aceptadas por las autoridades técnicas o científicas nacionalmente reconocidas.

**PRESIÓN DE FLUJO (FLOW PRESSURE).** La presión

en la tubería hidráulica de suministro próxima a una llave o alida de agua, mientras la llave o boca de salida está completamente abierta y el agua fluye.

**PRIVADO (PRIVATE).** En la clasificación de los artefactos sanitarios, “privados” se aplica a los artefactos en residencias, departamentos y a los artefactos en baños que no son públicos, de hoteles, moteles e instalaciones similares en edificaciones; en las cuales los artefactos sanitarios son destinados para el uso de una familia o un individuo

**[A] PROFESIONAL REGISTRADO DE DISEÑO (REGISTERED DESIGN PROFESSIONAL).** Un individuo que está registrado o tiene licencia para ejercer su profesión como diseñador, como lo definen los requerimientos estatutarios del registro de su profesión o leyes para licencias del estado o jurisdicción en la cual el proyecto se va a construir.

**PROFUNDIDAD DEL SELLO DE LA TRAMPA (DEPTH OF TRAP SEAL).** La profundidad de líquido que tendría que sacarse de una trampa hidráulica llena antes que el aire pueda pasar por la trampa hidráulica.

**PÚBLICO O USO PÚBLICO (PUBLIC OR PUBLIC UTILIZATION).** En la clasificación de artefactos sanitarios, “públicos” se aplica a los artefactos en general en los baños de escuelas, gimnasios, hoteles, aeropuertos, terminales de ómnibus y estaciones de ferrocarril, edificaciones públicas, bares, estaciones de descanso, edificios de oficinas, estadios, tiendas, restaurantes y otras instalaciones en las cuales una cantidad de artefactos son instalados para que su uso sea sin restricciones.

**RAMAL (BRANCH).** Cualquier parte del sistema de tubería excepto la tubería vertical montante, tubería hidráulica matriz o bajante.

**RAMAL DE ARTEFACTOS (FIXTURE BRANCH).** Un desagüe que da servicio a dos o más artefactos y que descarga en otro desagüe bajante.

**RAMAL SANITARIO HORIZONTAL (HORIZONTAL BRANCH DRAIN).** Tubería ramal de desagüe que se extiende lateralmente desde una bajante sanitaria, de evacuación o de desagüe de la edificación con o sin secciones o ramales verticales, que recibe la descarga de dos o más desagües de artefactos o ramales y conduce la descarga a la bajante sanitaria o de evacuación o al desagüe de la edificación.

**RECEPTOR DE DESPERDICIOS (WASTE RECEPTOR).** Un sumidero de piso, tubo vertical, drenaje de cubo o de piso que recibe la descarga de uno o más tubos de desagüe indirectos.

**REGISTRO (CLEANOUT).** Una abertura de acceso en el sistema de desagüe utilizada para la remoción de obstrucciones.

Modelos de registros incluyen un tapón o tapa removibles y un artefacto removible o una trampa hidráulica.

**RESIDUOS CLOCALES (SEWAGE).** Todo

desperdicio líquido que contiene materia animal o vegetal en suspensión o solución, incluyendo líquidos que contienen soluciones químicas.

**RESPIRADERO O VENTEO COMÚN (COMMON VENT).** Un respiradero conectado en la unión del desagüe sanitario de dos artefactos o a un ramal de artefactos y que sirve como respiradero para ambos artefactos.

**RESPIRADERO O VENTEO DE ALIVIO (RELIEF VENT).** Respiradero cuya función principal es proveer circulación de aire entre el sistema de desagüe sanitario y el de ventilación.

**RESPIRADERO O VENTEO DE BAJANTE (STACK VENT).** La extensión de una bajante sanitaria de residuos cloacales o de evacuación por encima del ramal sanitario horizontal más alto conectado a la bajante.

**RESPIRADERO O VENTEO DE RAMAL (BRANCH VENT).** Un respiradero que conecta a uno o más conductos de ventilaciones individuales con el respiradero vertical o respiradero de bajante.

**RESPIRADERO O VENTEO DE SUMIDERO (SUMP VENT).** El respiradero de un eyector neumático de residuos cloacales o equipo similar que termina por separado al aire libre.

**RESPIRADERO O VENTEO EN CIRCUITO (CIRCUIT VENT).** Un respiradero que conecta a un ramal de desagüe horizontal y ventila, entre dos trampas y un máximo de ocho trampas hidráulicas o artefactos con trampas hidráulicas conectadas en grupo.

**RESPIRADERO O VENTEO INDIVIDUAL (INDIVIDUAL VENT).** Un tubo instalado para ventilar una trampa hidráulica y que se conecta con el sistema de ventilación en un punto más alto que el artefacto servido, o que termina al aire libre.

**RESPIRADERO O VENTEO VERTICAL (VENT STACK).** Tubo vertical de ventilación instalado principalmente para proveer circulación de aire hacia y desde cualquier parte del sistema de desagüe sanitario.

**SELLO DE TRAMPA HIDRÁULICA (TRAP SEAL).** La distancia vertical entre el vertedero y la parte superior de la corona de la trampa hidráulica.

**SISTEMA COMBINADO DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN (COMBINATION WASTE AND VENT SYSTEM).** Un sistema especialmente diseñado de tubería de evacuación que incorpora un tubo de evacuación utilizado para ventilar uno o más fregaderos o desagües de piso por medio de un tubo de ventilación y evacuación común adecuadamente dimensionado para permitir el libre movimiento de aire por encima del nivel de flujo del desagüe.

**SISTEMA DE AGUA CALIENTE QUE CIRCULA (CIRCULATING HOT WATER SYSTEM).** Un sistema de distribución de agua en el cual una o más bombas funcionan en la tubería de agua caliente de servicio para circular el agua caliente desde el calentador de agua a

los artefactos de suministro y de regreso al equipo del calentador de agua.

**SISTEMA DE DESAGÜE SANITARIO (DRAINAGE SYSTEM).** Toda la tubería sanitaria en un local público o privado que conduce residuos cloacales, aguas pluviales u otros líquidos residuales a un punto de eliminación. Un sistema de desagüe sanitario no incluye los principales de un sistema de cloacas público o una planta particular o pública de eliminación o tratamiento de aguas servidas.

**SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN REJILLA (GRIDDED WATER DISTRIBUTION SYSTEM).** Un sistema de distribución de agua donde cada tubería de distribución de agua está interconectada de manera de proveer dos o más caminos para cada tubería de alimentación de artefactos.

**SISTEMAS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS (PLUMBING SYSTEM).** Incluye las tuberías de abastecimiento de agua y tuberías de distribución; artefactos sanitarios y trampas hidráulicas; equipos de tratamiento o uso de agua; tuberías de residuos cloacales, aguas residuales y tuberías de ventilación; desagües sanitarios y de aguas pluviales; y desagües sanitarios de la edificación; además de sus respectivas conexiones, dispositivos y accesorios dentro de una estructura o local.

**SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA POR DEMANDA (DEMAND RECIRCULATION WATER SYSTEM).** Un sistema de distribución de agua en el que una o más bombas surten la tubería de agua caliente de servicio con agua calentada cuando hay demanda de agua caliente.

**SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUA NO POTABLE EN SITIO (ON-SITE NONPOTABLE WATER REUSE SYSTEM).** Un sistema de agua para la recolección, tratamiento, almacenamiento y reutilización de agua no potable generada en sitio, que incluye, pero sin limitarse a sistemas de aguas grises. Esta definición no incluye sistemas de recolección de aguas pluviales.

**SISTEMA DE VENTILACIÓN (VENT SYSTEM).** Tubo o tubos instalados para proveer un flujo de aire hacia y desde un sistema de desagüe sanitario, o para proveer circulación de aire dentro de dicho sistema para la protección de los sellos de las trampas hidráulicas frente a contrasifonaje y contrapresión.

**SISTEMA INDIVIDUAL DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS CLOACALES (INDIVIDUAL SEWAGE DISPOSAL SYSTEM).** Un sistema para la eliminación de residuos cloacales domésticos por medio de un tanque séptico, sumidero o tratamiento mecánico, diseñado para ser utilizado de modo separado del sistema público y para servir a un solo establecimiento o edificación.

**SOPORTES (SUPPORTS).** Dispositivos para sostener y asegurar tubería, artefactos y equipos.

**SUMIDERO (SUMP).** Tanque o fosa que recibe residuos

cloacales o desperdicios líquidos ubicados por debajo del nivel normal del sistema de gravedad y que requiere ser vaciado por medios mecánicos.

**TANQUE DE INUNDACIÓN (FLUSH TANK).** Un tanque diseñado con una llave de flotador y una válvula de limpieza automática para limpiar por inundación el contenido de la taza o porción utilizable del artefacto.

**TANQUE FLUXÓMETRO (FLUSHOMETER TANK).** Dispositivo integrado dentro de un recipiente acumulador de aire, diseñado para descargar un volumen de agua predeterminado a los artefactos para limpiarlos por inundación.

**TAPA DE ACCESO (ACCESS COVER).** Placa removible, generalmente sujeta por pernos, o tornillos, para permitir el acceso a una tubería o accesorio de tubería para su inspección, reparación o limpieza.

**TINA DE REMOLINO (WHIRLPOOL BATH TUB).** Mueble sanitario que consiste de un artefacto de tina equipado con un sistema circulatorio de tuberías diseñado para aceptar, circular y descargar la tina después de cada uso.

**TRAMPA DOMÉSTICA (HOUSE TRAP).** Vea “Trampa Hidráulica de la Edificación” (“Building trap”).

**TRAMPA HIDRÁULICA (TRAP).** Un accesorio o dispositivo que provee un sello líquido para impedir la emisión de gases de la cloaca, sin afectar materialmente el flujo de residuos cloacales o aguas residuales a través de la trampa.

**TRAMPA HIDRÁULICA DE LA EDIFICACIÓN (BUILDING TRAP).** Un dispositivo, accesorio o combinación de accesorios instalados en el desagüe sanitario de la edificación para impedir la circulación de aire entre el sistema de desagüe de la edificación y la cloaca de la edificación.

**TUBERÍA HIDRÁULICA (WATER PIPE).**

De servicio (Water service pipe). La tubería desde la tubería maestra de abastecimiento de agua o desde otra fuente de abastecimiento de agua potable, o desde el medidor cuando el medidor está en la vía pública, hasta el sistema de distribución de agua de la edificación servida. Distribución (Water distribution pipe). Una tubería dentro de la estructura o en los locales que conduce agua desde la tubería de servicio de agua, o desde el medidor cuando el medidor está en la estructura, hasta los puntos de utilización.

Vertical (Riser). Tubería hidráulica de abastecimiento que se extiende un piso o más para conducir agua a los ramales hidráulicos o a un grupo de artefactos sanitarios.

**TUBERÍA HIDRÁULICA MATRIZ (MAIN).** La arteria principal de la tubería a la cual se conectan los ramales.

**TUBERÍA MAESTRA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA (WATER MAIN).** Una tubería de suministro de agua o sistema de tuberías instalados y mantenidos por una municipalidad, comuna, condado, compañía de servicio de agua u otra entidad pública, ubicada

en propiedad pública, en la calle o en propiedad de servidumbre común aprobada de uso público o comunitario.

**TUBERÍA VERTICAL (VERTICAL PIPE).** Cualquier Tubería o accesorio que forma un ángulo de 45 grados (0.79 rad) o más con la horizontal.

**TUBERÍA VERTICAL MONTANTE (RISER).** Vea “Tubería hidráulica, vertical” (“Water pipe, riser”).

**(BUILDING SUBDRAIN).** La sección del sistema de desagüe sanitario que no desagua a la cloaca de la edificación por gravedad.

**TUBO DE BAJADA (LEADER).** Un tubo de desagüe para conducir aguas pluviales desde el techo o desde las canaletas de lluvia a un medio aprobado para su eliminación.

**TUBO DE DESAGÜE INDIRECTO (INDIRECT WASTE PIPE).** Una tubería de evacuación que no se conecta directamente con el sistema de desagüe sanitario, sino que descarga en el sistema de desagüe a través de un interruptor de aire o espacio de aire en una trampa hidráulica, artefacto, receptor o interceptor.

**TUBO DE DESCARGA (DISCHARGE PIPE).** El tubo que conduce las descargas de artefactos o muebles sanitarios.

**TUBO DE EVACUACIÓN (WASTE PIPE).** El tubo que conduce sólo aguas residuales.

**TUBO DE RESIDUOS CLOACALES (SOIL PIPE).** Tubo sanitario que conduce residuos cloacales que contienen materia fecal hacia el desagüe o a la cloaca de la edificación.

**TUBO DE VENTILACIÓN (VENT PIPE).** Vea “Sistemas de ventilación” (“Vent system”).

**TUBO HORIZONTAL (HORIZONTAL PIPE).** Cualquier tubo o accesorio que forma un ángulo de menos de 45 grados (0.79 rad) con la horizontal.

**TUBO MATRIZ PÚBLICO (PUBLIC WATER MAIN).**

La tubería hidráulica de abastecimiento de agua para uso público, controlado por autoridades públicas

**UNIDAD DE DESAGÜE DE ARTEFACTO (DRAINAGE FIXTURE UNIT).** Desagüe [Drainage (dfu)]. Una medida de la probable descarga al sistema de desagüe sanitario por diferentes tipos de artefactos sanitarios. El valor de la unidad de desagüe de artefacto para un artefacto en particular depende de su gasto en la descarga, el tiempo de duración de un ciclo de operación de desagüe y el tiempo promedio entre las operaciones sucesivas.

**VACÍO (VACUUM).** Cualquier presión menor a la ejercida por la atmósfera.

**VÁLVULA DE ACCIÓN RÁPIDA (QUICK-CLOSING VALVE).** Una válvula o llave que cierra automáticamente cuando es liberada manualmente o que es controlada por un medio mecánico para una acción de cierre rápido.

**VÁLVULA DE ADMISIÓN DE AIRE (AIR ADMITTANCE VALVE).** Válvula de un sentido diseñada para permitir la entrada de aire al sistema de desagüe sanitario

cuando se desarrollan presiones negativas en la tubería sanitaria. El dispositivo debe ser cerrado por gravedad y debe sellar la terminal de ventilación a una presión diferencial de cero (cero flujo) y bajo presiones internas positivas. El propósito de una válvula de admisión de aire es proveer un método que permita la entrada de aire al sistema de desagüe sanitario sin el uso de un respiradero con salida al aire libre para impedir el escape de gases de la cloaca hacia una edificación.

#### **VÁLVULA DE ALIVIO (RELIEF VALVE).**

**Válvula de alivio de presión (Pressure relief valve).** Una válvula activada bajo presión que se mantiene cerrada por un resorte u otro medio, diseñada para aliviar presiones automáticamente a la presión establecida para dicha válvula.

**Válvula de alivio de temperatura (Temperature relief valve).** Una válvula activada por la temperatura, diseñada para descargar automáticamente al llegar a la temperatura a la cual ha sido calibrada.

**Válvula de alivio de temperatura y presión (T y P) [Temperature and pressure relief (T&P) valve].** Una combinación de válvula de alivio diseñada para funcionar tanto como válvula de alivio de temperatura como válvula de alivio a presión.

**VÁLVULA DE APERTURA COMPLETA (FULL-OPEN VALVE).** Un control de agua o componente interruptor en el sistema de tuberías del abastecimiento de agua que, cuando se ajusta al flujo máximo, la trayectoria de flujo a través de la parte que cierra el componente no es una restricción en el área de paso del flujo del componente.

#### **VÁLVULA DE CONTRAFLUJO (BACKFLOW PREVENTER).**

Un conjunto de prevención de contraflujo, mecanismo de prevención de contraflujo u otros medios o métodos para evitar el contraflujo en abastecimiento de agua potable.

**VÁLVULA DE CONTRAPRESIÓN (BACKWATER VALVE).** Un dispositivo o válvula que se instala en el desagüe de la edificación o en la cloaca donde una cloaca está sujeta a condiciones de contraflujo, y que impide que el desagüe o las aguas residuales vayan a contracorriente a un nivel o artefacto bajo causando así condiciones de inundación.

**VÁLVULA DE FLUXÓMETRO (FLUSHOMETER VALVE).** Válvula conectada a una tubería de suministro de agua presurizada, y diseñada de tal modo que cuando es activada, abre la línea para un flujo directo al artefacto con un gasto inadecuado para el correcto funcionamiento del artefacto, y luego cierra gradualmente para volver a sellar las trampas hidráulicas y evitar el golpe de ariete.

**VÁLVULA DE LLENADO O ALIMENTACIÓN (FILL VALVE).** Una válvula de suministro de agua, que se abre o se cierra por medio de un flotador o un dispositivo similar, utilizada para suministrar agua a un tanque. Una

válvula de llenado antisifonaje contiene un dispositivo antisifonaje en la forma de un espacio de aire aprobado o un interruptor de vacío que es una parte integral de la unidad de la válvula de llenado y que está ubicada en el lado de la descarga de la válvula de control del suministro de agua.

#### **VENTILACIÓN DE BAJANTES (STACK VENTING).**

Método de ventilar un artefacto o artefactos a través de las bajantes de residuos cloacales o de evacuación.

#### **YUNQUE DE VENTILACIÓN (YOKE VENT).**

Una tubería que conecta hacia arriba desde la bajante sanitaria o de evacuación a un respiradero vertical para evitar cambios de presión en las bajantes.

## Condiciones de uso del Manual Técnico de Sistemas de Tuberías Amanco Wavin®



**Mexichem Guatemala S.A.**, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, intermediarios, promotores, propietarios y/o personal, no serán responsables, de ninguna forma y/o categoría por la selección y/o compra que efectúe el cliente con respecto a las tuberías, materiales -sean éstas PVC o CPVC, sus dimensiones, especificaciones, ni por la instalación, uso y manipulación, al cual sean destinadas ni tampoco por su mantenimiento.

Todos y cada uno de los manuales expedidos por Amanco Wavin® sobre el uso del PVC y CPVC, así como del diseño de sistemas de tuberías y/o cualquier otro tipo de material o estructura, son meramente ilustrativos y deberán ser únicamente entendidos, interpretados y considerados como una guía y referencia. En ninguna circunstancia dichos manuales suponen una recomendación profesional o criterio técnico para un proyecto determinado o caso en particular. Le corresponde al cliente efectuar sus consultas y obtener la asesoría técnica particular sobre los materiales y diseños adecuados para sus proyectos. Por ello, será responsabilidad exclusiva ya sea del cliente, de su contratista o instalador, quien realice la compra de los productos y/o del consumidor o usuario final de las tuberías. el uso que haga de los manuales. El cliente acepta que ha sido informado y declara haber leído y comprendido a cabalidad el alcance de los manuales y guías expedidos por Mexichem Guatemala S.A.

Mexichem Guatemala S.A., sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios, y/o personal, no serán responsables de ninguna forma y/o categoría por eventuales daños y/o perjuicios que se ocasionen o pudiesen ocasionar por la selección que efectúe el cliente con respecto al producto, la instalación, uso, manipulación y mantenimiento de tuberías PVC o CPVC derivadas de su interpretación del Manual Técnico de Sistemas de Tuberías Amanco Wavin® sin contar con la experiencia o asesoría técnica correspondiente y ajustada al proyecto determinado o caso particular necesario. Por tal motivo, sea el cliente, quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías de Amanco Wavin®, por este medio releva y exime de forma total a Mexichem Guatemala S.A., y sus afiliadas de cualquier tipo de responsabilidad para tales efectos, incluyendo responsabilidad civil, penal, administrativa, y cualquier otra, conforme a lo establecido en esta disposición.

**Mexichem El Salvador, S.A. de C.V.**, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios y/o personal, no serán responsables por la selección que efectúe el cliente con respecto a las tuberías, materiales -sean éstas PVC o CPVC-, sus dimensiones, especificaciones, ni por la instalación y uso al cual sean destinadas ni tampoco por su mantenimiento.

Todos y cada uno de los manuales expedidos por Amanco Wavin® sobre el uso del PVC y CPVC, así como del diseño de sistemas de tuberías, son meramente ilustrativos y deberán ser únicamente entendidos, interpretados y considerados como una guía y referencia. En ninguna circunstancia dichos manuales suponen una recomendación o criterio técnico para un proyecto determinado o caso en particular. Le corresponde al cliente efectuar sus consultas y obtener la asesoría técnica particular sobre los materiales y diseños adecuados para sus proyectos. Por ello, será responsabilidad exclusiva ya sea del cliente, de su contratista o instalador, quien realice la compra de los productos y/o del consumidor o usuario final de las tuberías el uso que haga de los manuales. El cliente acepta que ha sido informado y declara haber leído y comprendido a cabalidad el alcance de los manuales y guías expedidos por Mexichem El Salvador, S.A. de C.V.

Mexichem El Salvador, S.A. de C.V., sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios, y/o personal, no serán responsables por eventuales daños y/o perjuicios que se ocasionen o pudiesen ocasionar por la selección que efectúe el cliente con respecto al producto, la instalación, uso y mantenimiento de tuberías PVC o CPVC derivadas de su interpretación del Manual Técnico de Sistemas de Tuberías Amanco Wavin® sin contar con

la experiencia o asesoría técnica correspondiente y ajustada al proyecto determinado o caso particular necesario. Por tal motivo, sea el cliente, quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías de Amanco Wavin®, por este medio releva y exime a Mexichem El Salvador, S.A. de C.V., y sus afiliadas de cualquier tipo de responsabilidad para tales efectos, incluyendo responsabilidad civil, penal, administrativa, y cualquier otra, conforme a lo establecido en esta disposición.

**Mexichem Honduras, S.A. de C.V.**, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios y/o personal, no serán responsables por la selección que efectúe el cliente con respecto a las tuberías, materiales -sean éstas PVC o CPVC-, sus dimensiones, especificaciones, ni por la instalación y uso al cual sean destinadas ni tampoco por su mantenimiento.

Todos y cada uno de los manuales expedidos por Amanco Wavin® sobre el uso del PVC y CPVC, así como del diseño de sistemas de tuberías, son meramente ilustrativos y deberán ser únicamente entendidos, interpretados y considerados como una guía y referencia. En ninguna circunstancia dichos manuales suponen una recomendación o criterio técnico para un proyecto determinado o caso en particular. Le corresponde al cliente efectuar sus consultas y obtener la asesoría técnica particular sobre los materiales y diseños adecuados para sus proyectos. Por ello, será responsabilidad exclusiva ya sea del cliente, de su contratista o instalador, quien realice la compra de los productos y/o del consumidor o usuario final de las tuberías. el uso que haga de los manuales. El cliente acepta que ha sido informado y declara haber leído y comprendido a cabalidad el alcance de los manuales y guías expedidos por Mexichem Honduras, S.A. de C.V.

Mexichem Honduras, S.A. de C.V., sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios, y/o personal, no serán responsables por eventuales daños y/o perjuicios que se ocasionen o pudiesen ocasionar por la selección que efectúe el cliente con respecto al producto, la instalación, uso y mantenimiento de tuberías PVC o CPVC derivadas de su interpretación del Manual Técnico de Sistemas de Tuberías Amanco Wavin® sin contar con la experiencia o asesoría técnica correspondiente y ajustada al proyecto determinado o caso particular necesario. Por tal motivo, sea el cliente, quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías de Amanco Wavin®, por este medio releva y exime a Mexichem Honduras, S.A. de C.V., y sus afiliadas de cualquier tipo de responsabilidad para tales efectos, incluyendo responsabilidad civil, penal, administrativa, y cualquier otra, conforme a lo establecido en esta disposición.

**Mexichem Nicaragua, S.A.**, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios y/o personal, no serán responsables por la selección que efectúe el cliente con respecto a las tuberías, materiales -sean éstas PVC o CPVC-, sus dimensiones, especificaciones, ni por la instalación y uso al cual sean destinadas ni tampoco por su mantenimiento.

Todos y cada uno de los manuales expedidos por Amanco Wavin® sobre el uso del PVC y CPVC, así como del diseño de sistemas de tuberías, son meramente ilustrativos y deberán ser únicamente entendidos, interpretados y considerados como una guía y referencia. En ninguna circunstancia dichos manuales suponen una recomendación o criterio técnico para un proyecto determinado o caso en particular. Le corresponde al cliente efectuar sus consultas y obtener la asesoría técnica particular sobre los materiales y diseños adecuados para sus proyectos. Por ello, será responsabilidad exclusiva ya sea del cliente, de su contratista o instalador, quien realice la compra de los productos y/o del consumidor o usuario final de las tuberías el uso que haga de los manuales. El cliente acepta que ha sido informado y declara haber leído y comprendido a cabalidad el alcance de los manuales y guías expedidos por Mexichem Nicaragua, S.A.

Mexichem Nicaragua, S.A., sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios, y/o personal, no serán responsables por eventuales daños y/o perjuicios que se ocasionen o pudiesen ocasionar por la selección que efectúe el cliente con respecto al producto, la instalación, uso y mantenimiento de tuberías PVC o CPVC derivadas de su interpretación del Manual Técnico de Sistemas de Tuberías Amanco Wavin® sin contar con la experiencia o asesoría técnica correspondiente y ajustada al proyecto determinado o caso particular necesario. Mexichem Nicaragua S.A. advierte que dichas conductas exoneran de responsabilidad y a sus afiliadas y fabricantes de conforme a lo establecido en la ley de la materia, mismo que ha sido advertido e informado a través del presente aviso. Por lo tanto, el cliente, quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías de Amanco Wavin®, por este medio releva y exime a Mexichem Nicaragua S.A. y sus afiliadas de cualquier tipo de responsabilidad para tales efectos, incluyendo responsabilidad civil, penal, administrativa, y cualquier otra, conforme a lo establecido en esta disposición.

**Mexichem Costa Rica, S.A.**, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios y/o personal, no serán responsables por la selección que efectúe el cliente con respecto a las tuberías, materiales -sean éstas PVC o CPVC-, sus dimensiones, especificaciones, ni por la instalación y uso al cual sean destinadas ni tampoco por su mantenimiento.

Todos y cada uno de los manuales expedidos por Amanco Wavin® sobre el uso del PVC y CPVC, así como del diseño de sistemas de tuberías son meramente ilustrativos y deberán ser únicamente entendidos, interpretados y considerados como una guía y referencia. En ninguna circunstancia dichos manuales suponen una recomendación o criterio técnico para un proyecto determinado o caso en particular. Le corresponde al cliente efectuar sus consultas y obtener la asesoría técnica particular sobre los materiales y diseños adecuados para sus proyectos. Por ello, será responsabilidad exclusiva ya sea del cliente, de su contratista o instalador, quien realice la compra de los productos y/o del consumidor o usuario final de las tuberías. el uso que haga de los manuales. El cliente acepta que ha sido informado y declara haber leído y comprendido a cabalidad el alcance de los manuales y guías expedidos Mexichem Costa Rica, S.A.

Mexichem Costa Rica, S.A., sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios, y/o personal, no serán responsables por eventuales daños y/o perjuicios que se ocasionen o pudiesen ocasionar por la selección que efectúe el cliente con respecto al producto, la instalación, uso y mantenimiento de tuberías PVC o CPVC derivadas de su interpretación del Manual Técnico de Sistemas de Tuberías Amanco Wavin® sin contar con la experiencia o asesoría técnica correspondiente y ajustada al proyecto determinado o caso particular necesario. Por tal motivo, sea el cliente, quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías de Amanco Wavin®, por este medio releva y exime a Mexichem Costa Rica, S.A. y sus afiliadas de cualquier tipo de responsabilidad para tales efectos, incluyendo responsabilidad civil, penal, administrativa, y cualquier otra, conforme a lo establecido en esta disposición.

**Mexichem Panamá, S.A.**, sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios y/o personal, no serán responsables por la selección que efectúe el cliente con respecto a las tuberías, materiales -sean éstas PVC o CPVC-, sus dimensiones, especificaciones, ni por la instalación y uso al cual sean destinadas ni tampoco por su mantenimiento.

Todos y cada uno de los manuales expedidos por Amanco Wavin® sobre el uso del PVC y CPVC, así como del diseño de sistemas de tuberías, son meramente ilustrativos y deberán ser únicamente entendidos, interpretados y considerados como una guía y referencia. En ninguna circunstancia dichos manuales suponen una recomendación o criterio técnico para un proyecto determinado o caso en particular. Le corresponde al cliente efectuar sus consultas y obtener la asesoría

técnica particular sobre los materiales y diseños adecuados para sus proyectos. Por ello, será responsabilidad exclusiva ya sea del cliente, de su contratista o instalador, quien realice la compra de los productos y/o del consumidor o usuario final de las tuberías, el uso que haga de los manuales. El cliente acepta que ha sido informado y declara haber leído y comprendido a cabalidad el alcance de los manuales y guías expedidos por Mexichem Panamá, S.A.

Mexichem Panamá, S.A., sus afiliadas, empresas relacionadas, subsidiarias, representantes, propietarios, y/o personal, no serán responsables por eventuales daños y/o perjuicios que se ocasionen o pudiesen ocasionar por la selección que efectúe el cliente con respecto al producto, la instalación, uso y mantenimiento de tuberías PVC o CPVC derivadas de su interpretación del Manual Técnico de Sistemas de Tuberías Amanco Wavin® sin contar con la experiencia o asesoría técnica correspondiente y ajustada al proyecto determinado o caso particular necesario. Por tal motivo, sea el cliente, quien realice la compra y/o el consumidor o usuario final de las tuberías de Amanco Wavin®, por este medio releva y exime a Mexichem Panamá, S.A., y sus afiliadas de cualquier tipo de responsabilidad para tales efectos, incluyendo responsabilidad civil, penal, administrativa, y cualquier otra, conforme a lo establecido en esta disposición.

# Transformación Digital en la Construcción.

Conoce nuestra última innovación:

**BIM - Building Information Modeling - y optimiza tus proyectos.**

Desarrolla y gestiona tus proyectos maximizando el uso de la metodología BIM a través de nuestras librerías. Incluyen una gran variedad de productos disponibles en el mercado local para el desarrollo de sistemas de conducción de agua fría, agua caliente, aguas negras o drenajes, entre otros.



## Guatemala

T. (502) 7600-0100  
[www.wavin.com/es-gt](http://www.wavin.com/es-gt)

## El Salvador

T. (503) 2500-9200  
[www.wavin.com/es-sv](http://www.wavin.com/es-sv)

## Honduras

T. (504) 2545-2400  
[www.wavin.com/es-hn](http://www.wavin.com/es-hn)

## Nicaragua

T. (505) 2298-2960  
[www.wavin.com/es-ni](http://www.wavin.com/es-ni)

## Costa Rica

T. (506) 2209-3400  
[www.wavin.com/es-cr](http://www.wavin.com/es-cr)

## Panamá

T. (507) 305-9600  
[www.wavin.com/es-pn](http://www.wavin.com/es-pn)