Tubo PE-X de polietileno reticulado / Sistema COBRA-PEX

Manual técnico-práctico para el uso de tubos COPRA-PEX en las instalaciones de fontanería

TIEMME
ORIGINAL ITALIAN TRADEMARK

ES

Tabla de Contenido

1. Introducción 3

2. Generalidades 4

3. Tubo Cobra-pex 5

4.1. Pérdidas de carga 7
- 4.1.1. Pérdidas de carga localizadas 7
- 4.1.2. Método directo 8
- 4.1.3. Método de las longitudes equivalentes 8
- 4.1.4. Comparación entre los dos métodos 8
- 4.1.5. Valores de [c] y [n] 8

4.2. Características mecánicas 10
4.3. Dilataciones térmicas 11
- 4.3.1. Compensación de las dilataciones 11
- 4.3.2. Cálculo de un brazo dilatador 11

4.4. Sectores de aplicación 12
4.5. Ligereza 12
4.6. Atoxicidad 13
4.7. Propiedades dieléctricas 13
4.8. Baja conductividad térmica 13
4.9. Fonoabsorbencia 13
4.10. Incrustaciones, abrasión y corrosión 14
4.11. Simplicidad de instalación 14
4.12. Resistencia a los rayos UV 14
4.13. Memoria térmica 14
4.14. Permeabilidad a los gases 14
4.15. Resistencia al fuego 14

5.1. Racores a compresión mecánica 15
- 5.1.1. Características técnicas 15

6.1. Corte del tubo 15
6.2. Curvatura en frío 16
6.2. Curvatura en caliente 16
6.3. Conexión tubo-racor 16
6.4. Instalación de tuberías empotradas 17
6.5. Racores a compresión mecánica 17
6.6. Lavado de la red de distribución 17

7.1. Introducción 18
7.2. Datos técnicos generales 18
7.3. Distribución con puntos de consumo en serie 19
- 7.3.1. Consideraciones prácticas 22

7.4. Distribución con puntos de consumo en paralelo 22
- 7.4.1. Tabla de cálculo rápido 23
- 7.4.2. Método de cálculo gráfico 23

7.5. Instalaciones extraíbles 25

8.1. Introducción 26
8.2. Instalaciones de distribución horizontal 26
8.3. Instalaciones de colectores 27
- 8.3.1. Racores 27

8.4 - Instalaciones monotubulares 28
- 8.4.1 - Racores 28

8.5 - Instalaciones de paneles radiantes 28
- 8.5.1. Racores 29

8.6. Instalaciones con ventiladores-convectores 29
8.7. Consideraciones finales 29

9. Unidad de medida 33

10. LA GAMA 35

1. Introducción

Este manual técnico está dedicado a los profesionales e instaladores de fontanería, consecuencia directa de la estrategia de desarrollo de nuestra empresa en los últimos años.

Desde que entró a formar parte del Grupo Gnutti de Lumezzane, TIEMME Raccoderie realiza importantes inversiones en tecnología avanzada y recursos humanos.
Estas operaciones determinaron una reorganización de la gama de productos tradicional, ampliándola y creando toda una serie de artículos destinados a completar la oferta, con el objetivo de satisfacer plenamente todas las demandas de los clientes.
El nuevo catálogo general TIEMME incorpora no sólo las tradicionales gamas de racores para tuberías, sino también todas las novedades, resultado de las actividades anteriores y de aquellas ya disponibles:

- Colectores de distribución de latón, simples y coplanares, patentados.
- Válvulas de esfera.
- Tubos de polietileno reticulado de alta densidad **COBRA-PEX**.
- Tubería multicapa con alma de aluminio AL-COBRAPEX.
- Racores para tubos multicapa, en la versión clásica a compresión mecánica y de ajuste a presión.
- Tubos y racores de polipropileno Random a soldar COBRA-THERM para instalaciones de fontanería (agua sanitaria fría y caliente).

El esfuerzo fue notable y el resultado concreto: ahora TIEMME puede ofrecer no sólo productos individuales, sino también un conjunto de componentes homogéneos y compatibles que constituyen un “sistema de instalación”.

Al igual que los manuales similares dedicados a otros productos de la empresa, el objetivo de esta publicación es destacar este nuevo aspecto de “sistema” con el cometido de proporcionar toda la información útil y necesaria para facilitar el uso de los distintos componentes.

Para completar los conceptos expresados hasta ahora, no hay que olvidar todas las acciones emprendidas para obtener la certificación de la empresa y de sus productos. Contrariamente a la tendencia y a la moda de estos últimos tiempos, aún sin desatender la certificación del sistema de calidad empresarial (que, por otra parte, se oficializará en breve), nuestra sociedad prefirió concentrarse

y desarrollar una intensa acción de certificación de los productos, de conformidad con las normas específicas (cuando existan, naturalmente).

Estamos convencidos de que nuestros clientes necesitan la certificación del producto, sabiendo a su vez que el mismo deberá emitir una Declaración de Conformidad con las normas de la instalación realizada, y que dicha declaración corresponde a una asunción de responsabilidad bien precisa.
Como ya se publicó en numerosos artículos prestigiosos de la prensa especializada del sector, la certificación de la empresa no constituye por sí sola la prueba y garantía de que los productos tengan las cualidades para cumplir plenamente la función para la cual fueron diseñados y fabricados.

Por lo tanto, es de relevada importancia que la certificación del sistema de calidad empresarial complete la certificación de producto y no lo contrario.

Con este objetivo, las acciones emprendidas por TIEMME, conllevando cuantiosas inversiones en recursos, materiales y humanos, aseguraban que lograr la certificación del sistema de calidad no supondría un problema.

Además de los esfuerzos dedicados al avance de la tecnología y de los recursos humanos, nuestra empresa está orientada a incrementar las inversiones en comunicación e información, para transmitir a nuestros socios comerciales y a los instaladores que utilizan nuestros productos, todos los consejos y las técnicas útiles para su mejor utilización.
Para ello, TIEMME presenta esta serie de manuales técnico-prácticos referidos al uso de nuestros productos, en una óptica de sistema, ocupándose también de las técnicas de dimensionado necesarias.
Deseando a todos un trabajo óptimo y fructífero, con la esperanza de que aprecien la utilidad del contenido de este manual, les saludamos con nuestra mayor consideración.

TIEMME Raccorderie S.p.a.
El presidente

2. Generalidades

Como ya señalado en la introducción, la misión de estas publicaciones es contribuir a mejorar la orientación sobre cómo utilizar nuestros sistemas de producto.
Para lograr este objetivo es necesario organizar el tema según los tipos de instalaciones y, a tal fin, se presenta una división inicial en dos clásicas macrofamilias: instalaciones de fontanería (agua sanitaria fría y caliente) e instalaciones de climatización, siendo necesaria una nueva clasificación dentro de esta categoría.

Esta clasificación debe hacerse partiendo del tipo de solución asociada con la familia en cuestión.
Por ejemplo, entre las instalaciones de climatización se pueden distinguir fácilmente las instalaciones de colectores, las instalaciones monotubulares, de paneles radiantes, etc.... Teniendo en cuenta las cualidades funcionales de los productos-sistema de TIEMME, en este manual se considerarán y analizarán solamente los sistemas de instalaciones compatibles con ellos.
Cuando sea posible, se ofrecerán también elementos útiles no sólo para el uso de los distintos productos en el sistema de instalación, sino también los parámetros necesarios para determinar las dimensiones del sistema, así como todas las referencias a las normas específicas en vigor.
Evidentemente, para aquellos tipos de instalaciones que requieran procesos de cálculo complejos se darán solamente indicaciones orientativas generales, remitiendo al lector a las normativas específicas en materia.
En este manual analizaremos detalladamente los sistemas de distribución sanitarios tradicionales (con puntos de consumo en serie) - Figura 1- y los sistemas con distribución mediante colector (con puntos de consumo en paralelo) - Figura 2.
Por lo que concierne a los sistemas de climatización, manteniendo las limitaciones antes indicadas, daremos todos los datos posibles para el uso de los tubos y racores **COBRA-PEX** en las instalaciones de colectores, instalaciones monotubulares y de paneles radiantes – Figura 3.
Considerando que las instalaciones actuales más comunes están representadas por instalaciones autónomas con calderas murales y que, en las instalaciones centralizadas, la distribución secundaria de tipo horizontal es idéntica a la de los sistemas autónomos, para este tipo de sistemas de calefacción se suministrarán también algunos elementos de cálculo que integran aquellos ya contenidos en los capítulos siguientes.

El manual se completará con un apéndice con todos los datos técnicos más comunes y de uso frecuente, con la intención de contribuir a simplificar y agilizar la actividad de los técnicos y de los instaladores.

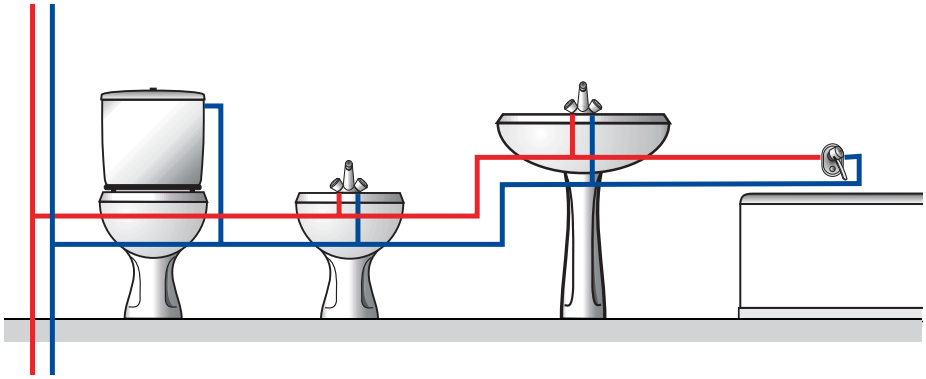


Figura 1

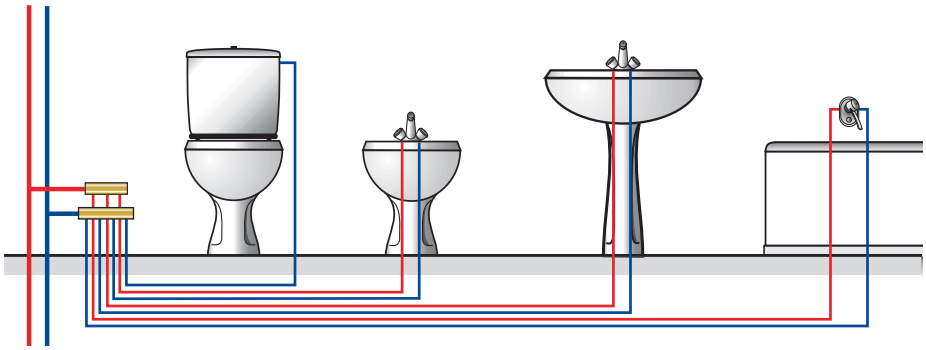


Figura 2

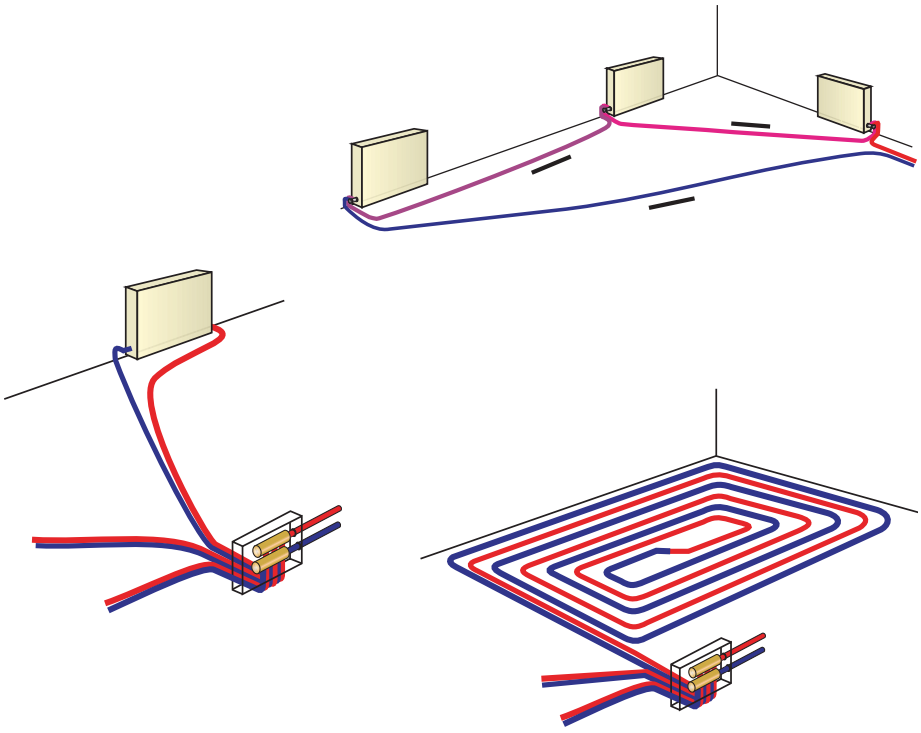


Figura 3

3. Tubo Cobra-pex

Las tuberías **COBRA-PEX** son de tipo plástico, de polietileno reticulado de alta densidad.
El punto de partida para la fabricación de estos tubos está constituido por el uso de una materia prima (PE) de alto peso molecular y de alta densidad (es decir ≥ 0,95 g/cm3).
El polietileno es una materia plástica obtenida de la polimerización del etileno.
El etileno es un derivado gaseoso del petróleo y está compuesto por un átomo de carbono (C) y dos átomos de hidrógeno (H).
La polimerización es un proceso que determina la formación de largas cadenas moleculares – Figura 4.

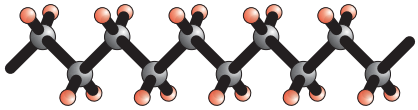


Figura 4

En negro se indica el átomo de carbono y en rojo los dos átomos de hidrógeno.
Controlando debidamente el proceso de polimerización, se pueden obtener cadenas moleculares más o menos largas y una materia prima más o menos densa.
La experiencia adquirida en las últimas décadas demuestra que es necesario el uso de polietileno de alto peso molecular para aplicaciones en las que se requiere una elevada resistencia mecánica y química.
Es cierto también que se utilizan tuberías de polietileno de baja o media densidad (PE-LD = Low density; PE-MD = Medium density), aún si estos usos se limitan a aplicaciones que prevén valores de presión y temperatura muy limitados.
Cuando es necesario garantizar condiciones de funcionamiento fiables a largo plazo con temperaturas elevadas (>40 °C), es indispensable el uso de materiales de alta densidad, a los que se añade un proceso de reticulación molecular que mejora aún más las características químico-físicas.
El proceso de reticulación consiste en crear enlaces moleculares transversales entre las distintas cadenas independientes, hasta obtener una estructura de red tridimensional – Figura 5.

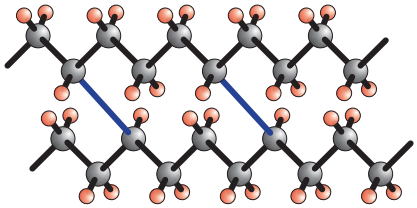


Figura 5

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS TUBOS COBRA-PEX

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	MÉTODO DE PRUEBA	TEMP.	UNIDAD	VALOR
Peso específico	ISO-DIN 1872	-	g/cm³	0,943
Carga de rotura	DIN 53455	20 °C	Kg/ cm²	200÷260
Elongación de rotura	DIN 53455	20 °C	%	350÷450
Módulo de elasticidad	DIN 53455 DIN 53455	0 °C 20 °C	Kg/ cm² Kg/ cm²	14.000 6.000
Resistencia al impacto	DIN 53453 DIN 53453	-150°C 20 °C	- -	no se rompe no se rompe
Deformación elástica	DIN 53455	22 °C	Kg/ cm²	170÷230
Grado de reticulación	DIN 16892	20 °C	%	>65
Resistencia a la presión interna	DIN 16892 DIN 16892	20 °C 95 °C	MPa MPa	> 12 > 4,4
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	MÉTODO DE PRUEBA	TEMP.	UNIDAD	VALOR
Campo de uso	-	-	°C	-100/+100
Coeficiente de la dilatación lineal	-	120 °C	mm/mK	0,15
Temperatura de reblandecimiento (VICAT)	ISO 306	-	°C	120
Calor específico	-	-	Kcal/Kg°C	0,51
Conductividad térmica	-	-	W/mK	0,38
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	MÉTODO DE PRUEBA	TEMP.	UNIDAD	VALOR
Constante dieléctrica	BS 2782-205A	20 °C	-	2,2
Resistividad de volumen	BS 2782-202B	20 °C	Ohm cm	$>1\cdot10^{16}$
Rigidez dieléctrica	BS 2782-201B	20 °C	Kv/mm	20

Tabla I

Los enlaces de reticulación entre las varias cadenas moleculares se esquematizan con las líneas azules y, en función del tipo de proceso productivo, el porcentaje de reticulación puede variar.
Sin embargo, para obtener las características ideales para la producción de tubos, el porcentaje de reticulación es del 65÷75 %.
El valor mínimo del grado de reticulación para tubos PE-X se indica e impone claramente en las distintas normativas existentes: DIN, AENOR, UNI, etc.
En el lenguaje común se habla de tubos PE-X; sin otras especificaciones, siendo claro el tipo de tubo al que se hace referencia, las aplicaciones más comunes, los límites de temperatura y presión, etc.
El añadido de la letra "X" deriva de la expresión inglesa X-linked o cross-linked que representa precisamente el enlace cruzado entre las distintas cadenas moleculares provocado por la reticulación.
En otros países pueden tener otras indicaciones, por ejemplo en Italia y Francia pueden convertirse en PE-R (polietileno reticulado) y en los países germanófonos VPE.
Las características físicas de las tuberías **COBRA-PEX** se recopilan en la Tabla I. Los parámetros aquí indicados, con la norma correspondiente aplicada en el método de prueba, son los que certifican la idoneidad de los tubos **COBRA-PEX** para los usos en las instalaciones de fontanería. A continuación describimos detalladamente los más importantes.
Sin entrar en los detalles relacionados con la mayor o menor conveniencia económica respecto a las instalaciones construidas con tuberías metálicas (tema ya ampliamente debatido y superado por la enorme difusión en el mercado de tubos plásticos, en sustitución de los metálicos), analizamos las principales características técnico-prácticas que determinan el éxito técnico y económico de los tubos de polietileno reticulado COPRA-PEX:

- Pérdidas de carga muy bajas gracias a una superficie interna muy lisa.
- Óptimas características mecánicas y funcionales (durabilidad, presiones, temperaturas, dilataciones, usos, etc.).
- Ligereza durante el transporte, la manipulación y la colocación.
- Atoxicidad, pueden usarse para el transporte de sustancias de uso alimentario.
- Óptimas propiedades dieléctricas.
- Baja conductividad térmica.
- Fonoabsorbencia, el material plástico atenúa la propagación de ondas sonoras.
- Óptimo comportamiento contra las incrustaciones y los fenómenos de abrasión.
- Gran simplicidad de instalación.
- Memoria térmica.

TABLA DE MEDIDAS Y MODELOS DE TUBOS COBRA-PEX - CERTIFICACIÓN ISO 9002 - EN 29002 - N° ER - 114/2/95

Ø EXT X ESP [MM]	Ø INT. [MM]	PESO [G/M]	CONTENIDO DE AGUA [L/M]	BOBINAS [M]	BARRAS [M]	CLASE DE PRESIÓN	COLORES DEL TUBO	MOD. DE ALTA FLEXIBILIDAD	MODELO CON COQUILLA	MODELO CON BAO	AGUA 10°C		AGUA 80°C	
											[C]	[N]	[C]	[N]
10x1	8,0	30	0,0477	100(*)	3,5 (**)	Serie 5 Francia	B/W	No	Si	No	0,021	1,75	0,017	1,75
12x1,1	9,8	37	0,0754	100(*)	3,5 (**)	Serie 5 Francia	B/W	No	Si	Si	0,082	1,72	0,0067	1,72
12x1,8	8,3	58	0,0553	100(*)	3,5 (**)	Serie 3.2 Spagna	B/W	No	Si	No	0,017	1,75	0,014	1,75
12x2,0	8,0	64	0,0477	100(*)	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	Si	No	0,021	1,75	0,017	1,75
14x2,0	10,0		0,0785	100(*)	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	Si	Si	0,008	1,72	0,0065	1,72
15x2,5	10,0	96	0,0785	100(*)	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	Si	No	0,008	1,72	0,0065	1,72
16x1,5	13,0	66	0,1326	100(*)	3,5 (**)	Serie 5 Francia	B/W	No	Si	No	0,0027	1,72	0,0022	1,72
16x1,8	12,4	80	0,1207	100(*)	3,5 (**)	Serie 5 Spagna	B/W	No	Si	No	0,0031	1,75	0,0025	1,75
16x2,0	12,0	88	0,1134	100(*)	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	Si	Si	0,0037	1,75	0,003	1,75
16x2,2	11,6	93	0,1056	100(*)	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	Si	Si	0,0062	1,7	0,0051	1,7
16x2,3	11,4	99	0,102	100(*)	3,5 (**)	Serie 3.2 Spagna	B/W	Si	Si	No	0,0063	1,7	0,0053	1,7
17x2,0	13,0		0,1326	100(*)	3,5 (**)	PN 10	B/W	No	No	Si	0,0027	1,72	0,0022	1,72
18x2,0	14,0	98	0,1538	100(*)	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	Si	Si	0,0019	1,75	0,0016	1,75
18x2,5	13,0	118	0,1326	100(*)	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	Si	No	0,0027	1,72	0,0022	1,72
20x1,9	16,2	109	0,206	100(*)	3,5 (**)	Serie 5 Spagna	B/W	No	Si	No	0,001	1,7	0,0008	1,7
20x2,0	16,0	115	0,2009	100(*)	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	Si	Si	0,0012	1,7	0,001	1,7
20x2,8	14,4	151	0,1628	100(*)	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	Si	Si	0,0014	1,77	0,0011	1,77
22x3,0	16,0	175	0,206	100	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	Si	No	0,0012	1,7	0,001	1,7
25x2,3	20,4	163	0,3266	50	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	No	No	$2•10^{-4}$	1,76	$16 • 10^{-5}$	1,76
25x3,5	18,0	237	0,2543	50	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	Si	No	$54 • 10^{-5}$	1,75	$44 • 10^{-5}$	1,75
28x3,0	22,0	231	0,3799	50	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	No	No	$17 • 10^{-5}$	1,75	$14 • 10^{-5}$	1,75
32x2,9	26,2	224	0,5388	50	3,5 (**)	Serie 5 Spagna	B/W	No	No	No	$6 • 10^{-5}$	1,76	$5 • 10^{-5}$	1,76
32x3,0	26,0	274	0,5306	50	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	No	No	$6,3 • 10^{-5}$	1,76	$5,2 • 10^{-5}$	1,76
32x4,4	23,2	368	0,4225	50	3,5 (**)	PN 16	B/W	Si	No	No	$16 • 10^{-5}$	1,75	$13 • 10^{-5}$	1,75
40x3,7	32,6	429	0,8342	---	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	No	No	$2 • 10^{-5}$	1,77	$16 • 10^{-6}$	1,77
50x4,6	40,8	650	1,3067	---	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	No	No	$6,6 • 10^{-6}$	1,78	$5,4 • 10^{-6}$	1,78
63x5,8	51,4	998	2,0739	---	3,5 (**)	PN 10	B/W	Si	No	No	$1,9 • 10^{-6}$	1,79	$1,6 • 10^{-6}$	1,79
1/2" Irish	11,23	70	0,099	100	3,5 (**)	PN 10	B/W/C	No	No	No				
3/4"Iri-sh	16,68	116	0,2185	50	3,5 (**)	PN 10	B/W/C	No	No	No				
1" Irish	21,93	200	0,3777	50	3,5 (**)	PN 10	B/W/C	No	No	No				

Tabla II

(*) – Bajo pedido, bobinas de 120 a 200 metros de longitud.
(**) – Bajo pedido, barras de 6 metros. Colores: B = Negro – W = Blanco – C = Copper → Cobre BAO = Barrera antioxígeno Tabla II

4.1. Pérdidas de carga

Los tubos de polietileno reticulado de alta densidad COBRA-PEX se caracterizan por una superficie interna muy lisa, con un valor de rugosidad notablemente inferior, por ejemplo, al de las tuberías metálicas. Esta peculiaridad se debe a la facilidad de mecanizado del material que, una vez extrusionado, no presenta porosidades ni fisuras.
Como veremos más adelante, esta característica se mantiene inalterada ya que los tubos COBRA-PEX no permiten la formación de incrustaciones internas que, con el tiempo, modifican inevitablemente la superficie de deslizamiento interno de las tuberías.
El diagrama de la Figura 6 representa las curvas relativas a los tubos en el ámbito del uso de las instalaciones térmicas, con una temperatura del agua de 80 °C.
Su representación en esta posición es solo funcional al texto; en la parte final del catálogo se incluyen todos los diagramas y los nomogramas de cálculo en sus dimensiones máximas, para un uso simple e inmediato.
Con este diagrama se pueden determinar fácilmente los principales parámetros de cálculo de una tubería, es decir, el valor de la pérdida de carga unitaria [R] y de la velocidad [v] para un determinado caudal [Q].
Por consiguiente, una vez conocida la longitud de la tubería [L], en metros o en metros equivalentes, es muy sencillo calcular la pérdida de carga total del tramo de red examinado.
En este mismo apartado, en el punto 4.2.2, se verá como es posible determinar una longitud "equivalente" de tubería rectilínea para cada punto de pérdida de carga localizada. Volviendo al diagrama de la Figura 6 (que como se indicó, está diseñado para una temperatura del fluido de 80 °C), para temperaturas de servicio diferentes, se requiere una actualización del valor de [R] detectado con el coeficiente de corrección [fc] indicado en el diagrama de la Figura 7.
Como ejemplo tenemos una red de distribución en la que circula un caudal de agua de 300 l/h a una temperatura de 45 °C (situación que se verifica en las instalaciones de paneles radiantes). En el diagrama de la Figura 6, para el caudal indicado con un tubo de ø 20 x 2,0 se obtiene un valor de [R] = 17,5 mm di c.a./m con una velocidad de deslizamiento de 0,46 m/s aproximadamente. Considerando que la temperatura real de servicio es de 45 °C, hay que volver a calcular el valor de [R] según las indicaciones del diagrama 7 que, para este valor, indica un factor de corrección de aproximadamente 0,875.
Visto que la temperatura real de servicio tiene un valor inferior al valor considerado en el cálculo del diagrama de la Figura 6, el valor de [R] se dividirá por el factor de corrección [fc].
Se desprende que:

R = 17,5/0,875 = 20 mm di c.a./m

DIAGRAMA PÉRDIDAS DE CARGA – AGUA 80°C

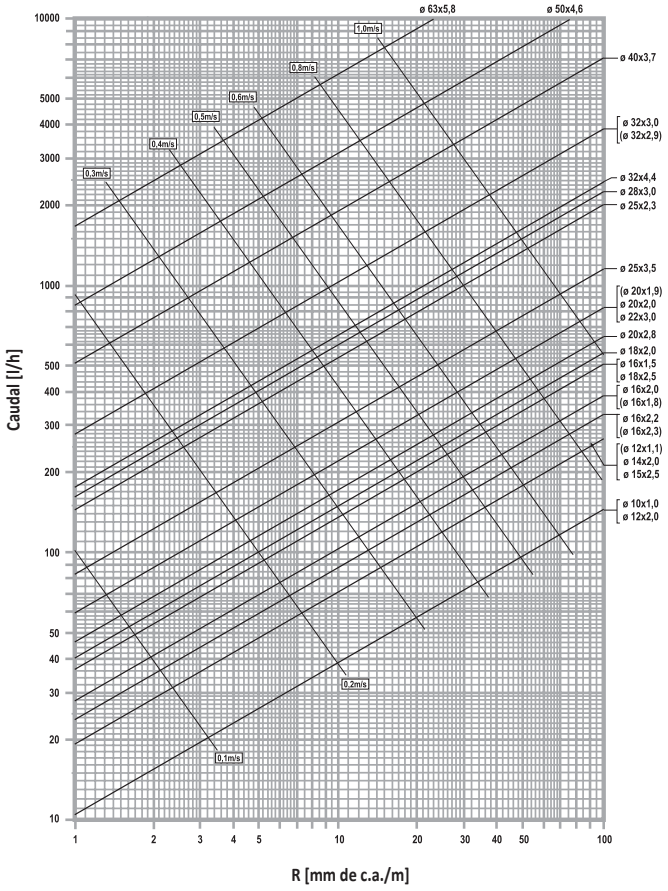


Figura 6

4.1.1. Pérdidas de carga localizadas

A las pérdidas de carga continuas debidas a la resistencia provocada por el rozamiento en las paredes de las tuberías, se añaden las pérdidas de carga localizadas, provocadas por nodos, derivaciones, racores, etc. situados a lo largo del recorrido.
Cualquier perturbación de la vena fluida provoca una pérdida de carga localizada y su entidad depende de la naturaleza y de la importancia de la perturbación. Existen dos métodos usados comúnmente para calcular las pérdidas de carga localizadas: el método directo y el método de las longitudes equivalentes.
El método directo consiste en el cálculo específico de cada caída de presión provocada por cualquier obstáculo en el movimiento del fluido.
Por el contrario, el método de las longitudes equivalentes consiste en sustituir cada obstáculo con una longitud ficticia de la red que determina la misma pérdida de carga.

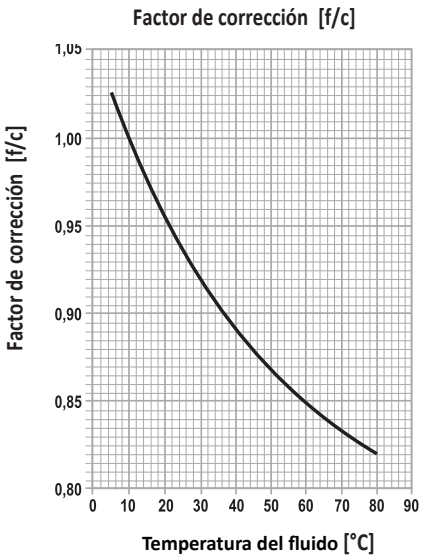


Figura 7

4.1.2. Método directo

La pérdida de carga localizada [H] puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$H = \Sigma\zeta \bullet v2 \bullet \gamma / 2g \quad [1]$$

donde:

- **ζ coeficiente de resistencia localizada**
- **v velocidad del fluido**
- **γ peso específico del fluido [kg/m3]**
- **g aceleración de gravedad [m/s2]**

Para cada tipo de racor los valores de [ζ] se indican en la Tabla III, mientras que el ábaco de la Figura 8 permite el cálculo rápido de [H] en función de la velocidad [v] y del valor del coeficiente de resistencia [ζ]. El coeficiente de resistencia localizada [ζ] depende del número de Reynolds [Re], de la rugosidad relativa e/D y de los parámetros geométricos de la tubería (ángulo de divergencia o de convergencia, relación entre diámetros en el caso de reducciones o elongación de las secciones, etc.).
Algunos investigadores prepararon gráficos relativos al coeficiente [ζ] con valores de velocidad de deslizamiento del agua comprendidos entre 0,6 y 3 m/s y constataron una variación ínfima de los valores.
Considerando que, en el campo de las velocidades normalmente usadas en nuestro sector, la variación de [ζ] respecto a [Re] es muy pequeña, se admite que [ζ] es independiente de [Re]. Los valores de [ζ] indicados en la Tabla III se determinaron con un valor de la velocidad del agua de 0,7 m/s.

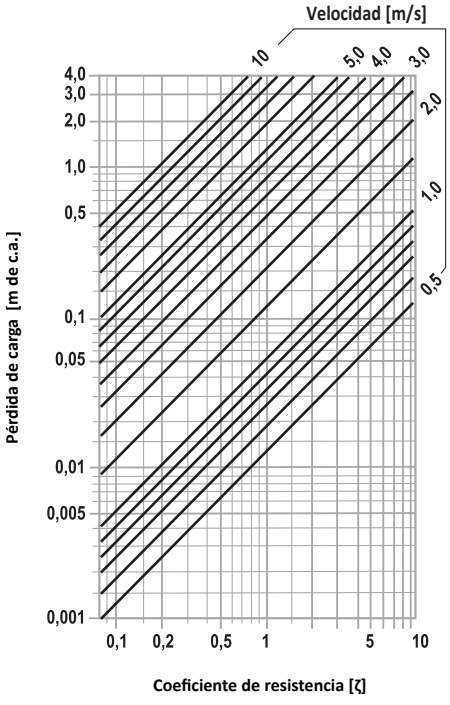


Figura 8

4.1.3. Método de las longitudes equivalentes

Con el método de las longitudes equivalentes se calculan las pérdidas de carga localizadas, considerando los valores de longitud ficticia [Le] de la red indicados en la Tabla III para cada tipo de obstáculo. Estas longitudes se añaden a la longitud real de la red (en metros), obteniendo así una longitud total ficticia a la que se aplicará el método de cálculo tradicional de las pérdidas de carga continuas.
Este método tiene la gran ventaja de ser muy simple y de ejecución inmediata.
Considerando que, como veremos en el punto siguiente, tanto [λ] como [ζ] presentan una evolución similar en función de la velocidad, es lógico considerar los valores de [Le] como independientes de [v], para valores comprendidos entre 0,2 y 2,5 m/s aproximadamente.

4.1.4. Comparación entre los dos métodos

Admitiendo la igualdad entre los dos métodos, se podría expresar el cálculo de la longitud equivalente [Le] de esta manera:

$$R = \zeta * (v2/2g) = \lambda * (v2/2g) * (Le/D)$$

de la cual:

$$Le = (\zeta/\lambda) * D$$

Esta relación indica como [Le] depende del coeficiente de rozamiento [λ] y, por tanto, debe considerarse que las pérdidas de carga localizadas no son solo función de la velocidad como parece indicar el método directo.
Las experiencias más recientes parecen confirmar esta hipótesis; sin embargo, si el coeficiente de resistencia localizada [ζ] puede ser influenciado por el número de Reynolds, no es seguro que su variación corresponda a la del coeficiente de rozamiento [λ].

4.1.5. Valores de [c] y [n]

En la Tabla II de la página 7 se indican todos los datos técnicos y dimensionales de los tubos **COBRA-PEX**; en las últimas columnas de la derecha se señalan también algunos valores identificados con las letras [c] y [n].
Estos datos sirven para calcular las pérdidas de carga continuas en un tubo PE-X, sin la ayuda de los habituales diagramas gráficos.
Las curvas indicadas en los diagramas como el de página 5 y que definen las pérdidas de carga de un tubo, son líneas rectas trazadas por una serie de puntos.
Los valores de [c] y [n] determinados por regresión lineal de una serie de puntos derivados de pruebas experimentales en los tubos **COBRA-PEX**, representan los parámetros que, introducidos en la expresión matemática [2], permiten calcular con exactitud el valor de la pérdida de carga unitaria continua del tubo (con un error máx. ≤ 1%); es decir:

$$R\ [\text{mm of c.a./m}] = Qn * c \quad [2]$$

donde: Q = caudal expresado en l/h

Para conocer la pérdida de carga total de un tramo de red, aplicando el método de las longitudes equivalentes para las pérdidas de carga localizadas, se tendrá:

$$\Delta p_{[\text{mm of c.a.}]} = Q^n * c * m_{eq} \quad [3]$$

A veces, además del cálculo de la pérdida de carga, es necesario determinar también las otras variables como la velocidad o bien, conocido el tubo y la pérdida de carga, calcular el caudal consiguiente.
Conocido el [Δp] en mm de c.a. y el tubo, conocidos así los valores [n] y [c], es suficiente aplicar otra vez la [3] para calcular [Q] en l/h:

$$Q = \sqrt{\Delta p / (c * m_{eq})} \quad [4]$$

En cambio, conocido el caudal y el tubo COBRA-PEX (y el diámetro interno [di] expresado en metros), para calcular la velocidad o comprobar el valor a f in de no superar los límites configurados por las normas, se pueden utilizar:

- $v = Q_{[m3/h]} / (2827 * di^2)$ *[5]*
- $v = Q_{[l/h]} / (282,7 * 104 * di^2)$ *[6]*
- $v = Q_{[l/s]} / (785,4 * di^2)$ *[7]*

Análogamente, establecido el valor deseado de la velocidad [v] en m/s, es posible calcular en modo simple y directo el caudal del agua correspondiente:

- $Q_{[m3/h]} = v * 2827 * di^2$ *[8]*
- $Q_{[l/h]} = v * 282,7 * 104 * di^2$ *[9]*
- $Q_{[l/s]} = v * 785,4 * di^2$ *[10]*

Como se puede observar, las expresiones útiles fundamentalmente son dos, la [2] y, por homogeneidad de unidad de medida, la [9].
Con éstas, y conocidos los valores de [c] y [n], se pueden calcular todas las demás variables.
La aplicación y el dominio de estas simples expresiones matemáticas, por ejemplo, puede ser muy útil durante los cálculos interactivos típicos de los procedimientos de comprobación del balanceo de las instalaciones, o para estimar las velocidades de flujo en las instalaciones de agua sanitaria, o también cuando se necesitan fórmulas y parámetros de cálculo para la preparación de programas automáticos para el dimensionado de las redes de conducción del agua caliente o fría.

TABLA PARA EL CÁLCULO DE LAS RESISTENCIAS LOCALIZADAS – VALORES DE [Z] Y [M EQ]

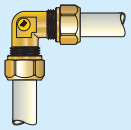
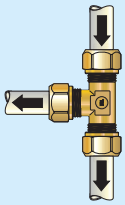
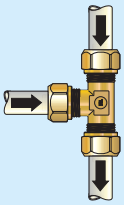
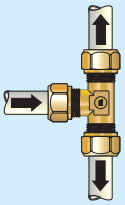
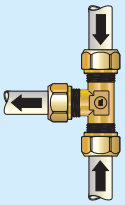
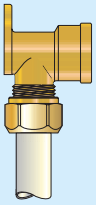
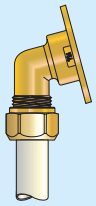
								
[Z]	2,0	1,8	1,6	3,0	4,0	0,5	2,0	1,8
Ø 10x1,0 Ø 12x2,0	0,50	0,45	0,40	0,80	1,20	0,20	0,50	0,45
Ø 12x1,1 Ø 14x2,0 Ø 15x2,5	0,60	0,55	0,50	1,20	1,50	0,25	0,60	0,55
Ø 16x2,2 Ø 16x2,3	0,70	0,65	0,55	1,30	1,70	0,30	0,70	0,65
Ø 16x2,0 Ø 16x1,8	0,80	0,70	0,60	1,40	1,80	0,35	0,80	0,70
Ø 16x1,5 Ø 18x2,5	0,90	0,85	0,70	1,50	1,90	0,40	0,90	0,85
Ø 18x2,0	1,00	0,90	0,80	1,60	2,10	0,45	1,00	0,90
Ø 20x2,8	1,10	1,00	0,90	1,70	2,20	0,45	1,10	1,00
Ø 20x1,9 Ø 20x2,0 Ø 22x3,0	1,30	1,15	1,00	1,90	2,70	0,50	1,30	1,15
Ø 25x3,5	1,40	1,30	1,15	2,20	3,50	0,60	1,40	1,30
Ø 25x2,3	1,80	1,60	1,40	2,50	4,30	0,65	1,80	1,60
Ø 28x3,0	2,00	1,80	1,60	3,20	4,80	0,70	2,00	1,80
Ø 32x4,4	2,30	2,00	1,80	3,80	5,80	0,75	2,30	2,00
Ø 32x2,9 Ø 32x3,0	2,70	2,30	2,00	4,20	6,30	0,85	2,70	2,30
Ø 40x3,7	3,00	2,60	2,30	5,00	7,50	1,00	3,00	2,60
Ø 50x4,6	4,60	4,20	3,80	6,70	10,0	1,30	4,60	4,20
Ø 63x5,8	6,40	5,80	4,90	9,30	14,0	1,90	6,40	5,80

Tabla III

4.2. Características mecánicas

El cuadro completo de las características mecánicas de los tubos **COBRA-PEX** requiere el análisis de varios parámetros: presión, temperatura, durabilidad, dilatación térmica, etc.
El principal instrumento de lectura usado para determinar las características de las tuberías en polietileno reticulado está constituido por las curvas de regresión que se representan en este diagrama.
Las curvas son el resultado de las pruebas aceleradas, en función de las presiones y de las temperaturas de servicio, realizadas según los principios de la norma aplicada para determinar el supuesto ciclo mínimo de vida útil de las tuberías de PE-X.
Por lo general, el gráfico de las curvas de regresión se utiliza para determinar el ciclo de vida de un sistema con tuberías de PE-X cuando se conocen la presión y la temperatura de servicio.
Se pueden hacer también distintas evaluaciones, por ejemplo, determinar una duración del sistema y ver cuál es la presión máxima de servicio durante ese período de tiempo.
La ecuación para calcular el esfuerzo máximo admitido es la siguiente:

$$\sigma_{max} = \sigma_{eq} / f \ [11]$$

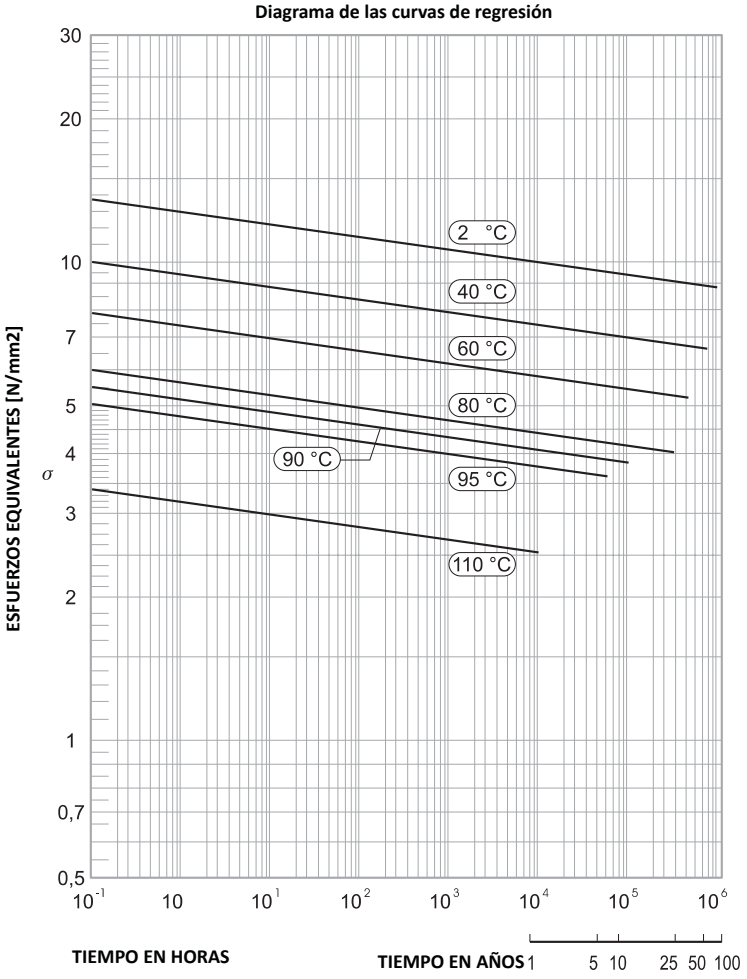
donde:

- σ eq = esfuerzo equivalente en [MPa] sobre las paredes de la tubería, que se obtiene de las curvas de regresión en función de la temperatura y de la duración de la vida útil supuesta.
- σ max = esfuerzo máximo admitido, expresado en [MPa], sobre las paredes de la tubería, que se obtiene del valor de esfuerzo equivalente disminuido del factor de seguridad.
- f = factor de seguridad, normalmente de 1,5.

Para determinar el [σ max] de manera sencilla y rápida, véase la Tabla IV.
Una vez calculado o tomado de la Tabla III, este parámetro se utiliza en la ecuación [12] para calcular la presión máxima de servicio admitida en el tubo COBRA-PEX para el cual se están haciendo los cálculos de comprobación. La presión máxima de servicio admitida será:

$$P_{max} = (20 * s * \sigma_{max}) / (D-s) \ [12]$$

Diagrama de las curvas de regresión



donde:
Pmax = presión máxima de servicio admitida, expresada en bares, para un determinado tubo con diámetro exterior [D] y espesor [s], en función de los años de duración seleccionados y de la temperatura máxima de servicio considerada.
σ max = valor indicado en la Tabla IV, para la duración y la temperatura considerada.
D = diámetro exterior del tubo en mm
S = espesor del tubo en mm

Por ejemplo, si se desea comprobar la idoneidad de un tubo COBRA-PEX con diámetro exterior D = ø 18 mm y un espesor s = 2,5 mm, usado para distribuir agua caliente a una temperatura de 80 °C y para una vida útil de 50 años.
De la Tabla IV se obtiene el valor del esfuerzo máximo admitido, correspondiente a:

$$\sigma_{max} = 3{,}30 \text{ MPa}$$

que usado en la ecuación [12] determina un valor de la presión máxima admitida de:

$$P_{max} = (20 * 2{,}5 * 3{,}3) / (18-2{,}5) = 10{,}64 \text{ bar}$$

Ahora, dividiendo el valor calculado de Pmax por el valor de la presión de servicio real existente en la tubería durante el servicio (en el ejemplo 6 bares), se obtendrá el factor de seguridad real, es decir:

$$f_r = 10{,}64 / 6 = 1{,}77 \geq 1{,}5$$

TEMPERATURA DE SERVICIO

DURACIÓN EN AÑOS	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C
1	7,00	6,20	5,67	5,00	4,60	4,00	3,13	2,80
5	6,87	6,00	5,57	4,93	4,55	3,88	3,43	2,78
10	6,79	5,96	5,53	4,86	4,42	3,86	3,39	2,77
25	6,73	5,86	5,40	4,80	4,36	3,33	2,93	2,66
50	6,70	5,80	5,33	4,73	4,33	3,73	3,30	2,60

Tabla IV

4.3. Dilataciones térmicas

Los tubos COBRA-PEX se caracterizan por un coeficiente de dilatación térmica superior al de los metales y de los materiales de construcción comunes; sin embargo, la instalación de los componentes del sistema que discurren empotrados no presenta inconveniente alguno.
Por lo general, esto se debe a que las redes de distribución presentan frecuentes cambios de recorrido que permiten la absorción de las dilataciones.
Si esto no se verifica, o si los tubos COBRA-PEX están embebidos rígidamente en el cemento, las dilataciones pueden ser absorbidas por la deformabilidad del polietileno debido a su bajo módulo elástico.
Confirmado que la colocación empotrada en general no causa problemas, se señala cómo la presencia de coquillas de aislamiento (obligatorias por ley en las redes de conducción de agua fría y caliente, con espesores de entre 9 y 20 mm) sea ya suficiente para compensar las elongaciones provocadas por la dilatación térmica.
Al contrario, para instalaciones vistas de redes de distribución, las dilataciones térmicas provocan flexiones y curvados en los tramos del circuito que, más allá de un aspecto estético poco elegante, pueden determinar tensiones indeseadas en algunos componentes de la red como, por ejemplo, en los codos, tes, curvas, etc.
En estos casos será necesario instalar abrazaderas de soporte y fijación apropiadas y, algunas veces, prever una conformación oportuna de la red de distribución para compensar adecuadamente las dilataciones térmicas.
El coeficiente lineal de dilatación térmica de las tuberías de polietileno reticulado de alta densidad PE-X corresponde a:

$$\alpha = 0{,}15 \text{ mm/m °C}$$

es decir que para cada metro lineal de tubería sometida a un incremento de temperatura equivalente a $\Delta t = 1K$ °C se verificará una elongación lineal de 0,15 mm y, por consiguiente, el cálculo para determinar la elongación total de un tramo de red es muy sencillo:

$$\Delta L = L * \alpha * \Delta t$$

donde:
- ΔL= dilatación total [mm]
- α = coeficiente de dilatación lineal
- Δt = salto térmico que soporta el tubo [K].

Para facilitar la tarea del proyectista y del instalador, la Tabla V indica los valores de elongación lineal para algunas longitudes de red y para algunos valores de salto térmico entre los más comunes.

4.3.1. Compensación de las dilataciones

La elongación lineal de las tuberías debida al incremento de la temperatura y la contracción debida a la conducción de agua refrigerada, pueden provocar tensiones en algunos puntos de la red de distribución, sobre todo en los racores de unión.
Cuando estas dilataciones o contracciones alcanzan valores que no pueden compensarse naturalmente por la longitud o la forma natural de la red, es preciso intervenir disponiendo puntos de anclaje fijos (PF), soportes deslizantes (PS) y brazos dilatadores (BD).
Se detallan a continuación las soluciones y los cálculos necesarios aplicables en los casos más habituales de absorción de las dilataciones (o contracciones térmicas) que soportan normalmente los tubos del sistema COBRA-PEX.

TABLA DILATACIONES LINEALES [MM]

LONGITUD L [M]	ΔT [°K]					
	10	20	30	40	50	60
1,00	1,50	3,00	4,50	6,00	7,5	9,0
2,00	3,00	6,00	9,00	12,0	15,0	18,0
3,00	4,50	9,00	13,5	18,0	22,5	27,0
4,00	6,00	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0
5,00	7,50	15,0	22,5	30,0	37,5	45,0
6,00	9,00	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0
7,00	10,5	21,0	31,5	42,0	52,5	63,0
8,00	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0	72,0
9,00	13,5	27,0	40,5	54,0	67,0	81,0
10,00	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0

Tabla V

4.3.2. Cálculo de un brazo dilatador

En caso que se deba crear una junta de dilatación mediante la formación de una o más curvas, la longitud mínima del brazo dilatador [BD] a realizar – Figura 9 – deberá calcularse como sigue:

$$BD = k * \sqrt{d_e * \Delta L}$$

donde:
- k = constante del material = 30
- de = diámetro exterior del tubo utilizado
- ΔL = dilatación térmica a compensar

Por ejemplo, teniendo los datos siguientes:
- Tubo utilizado ø 20 mm
- Longitud del tramo de red 10 metros
- Salto térmico Δt = 40 K (10 → 50 °C)

resolviendo la ecuación se llega a:

$$\Delta L = 10 * 0{,}15 * 40 = 60 \text{ mm}$$
$$BD = 30 * \sqrt{20 * 60} = 1040 \text{ mm}$$

También en este caso, para facilitar la tarea de los técnicos e instaladores, hemos representado todos los cálculos en forma gráfica y el nomograma de la Figura 11 permite calcular rápidamente los brazos dilatadores.
Para elegir la posición de los puntos de anclaje fijos, cuando es posible, tendrán que aplicarse los cambios de recorrido de la red de distribución para compensar las dilataciones térmicas.
Los racores rígidos instalados en la red y la grifería, se instalarán como puntos fijos.
En función de la longitud del tramo, entre dos puntos fijos se instalarán soportes deslizantes que, aún sosteniendo la tubería, permitirán la libre dilatación o contracción. La distancia máxima entre un soporte y el siguiente no debería superar 1 metro para tubos con diámetro de hasta ø 25x3,5, 1,25 metros para tubos comprendidos entre ø 28x3,0 ÷ ø 40x3,7 y 1,5 metros para los tubos restantes.
Cuando sea posible, los puntos de anclaje fijos se harán usando los soportes de collar, en proximidad de los racores en T, curvas intermedias o racores de unión intermedios – Figura 10.
Las mordazas de fijación de estos soportes deberán tener un perfil y un revestimiento apropiados al uso con tuberías plásticas.

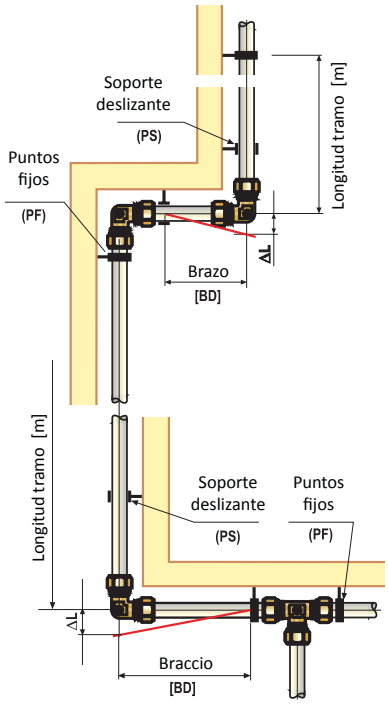


Figura 9

NOTA:
La longitud **[L]** del tramo de tubería usado en la fórmula de cálculo de la dilatación **[ΔL]**, corresponde siempre a los tramos de red medidos entre dos soportes fijos.

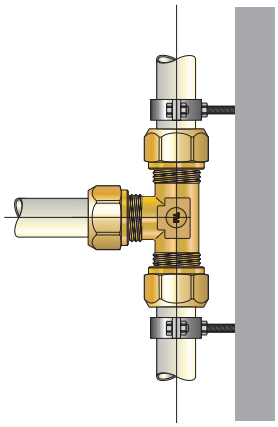


Figura 10

Análogamente se elegirán los soportes deslizantes, haciendo atención al diámetro del collar, cuyas dimensiones deberán permitir siempre el deslizamiento libre de la tubería.

4.4. Sectores de aplicación

De los datos técnicos descritos hasta ahora acerca de las características técnicas principales de los tubos **COBRA-PEX**, se pueden identificar fácilmente los sectores de uso que mejor se adaptan a este sistema tecnológico.
Considerando los valores de temperatura y presión máxima admitidos, para una vida útil del sistema estimada en unos 50 años, se puede afirmar que las posibles aplicaciones de este sistema pueden ser de tipo civil e industrial.
Entre las aplicaciones civiles más comunes se pueden citar las instalaciones de conducción de agua sanitaria fría y caliente, las instalaciones de calefacción de alta y baja temperatura, las instalaciones de climatización con agua refrigerada, las redes de riego para jardines, las redes de descarga de condensación en los sistemas de climatización, etc.
Además de las aplicaciones ya mencionadas, en el sector industrial se pueden añadir las redes de distribución del aire comprimido, las redes de potabilización y transporte de los fluidos alimentarios o de proceso (previa comprobación de la compatibilidad química con el fluido transportado), las instalaciones de servicio en empresas zootécnicas y agrícolas, etc.
Considerando sus características técnicas intrínsecas (resistencia en ambiente salino, resistencia a las vibraciones, fonoabsorbencia, ligereza, atoxicidad, etc.), los tubos **COBRA-PEX** son ideales para la realización de instalaciones tecnológicas a bordo de naves y embarcaciones.
En definitiva, es posible cualquier otro tipo de aplicación, a condición de que los parámetros físicos y químicos de funcionamiento sean compatibles con los límites técnicos de uso del material y del producto.

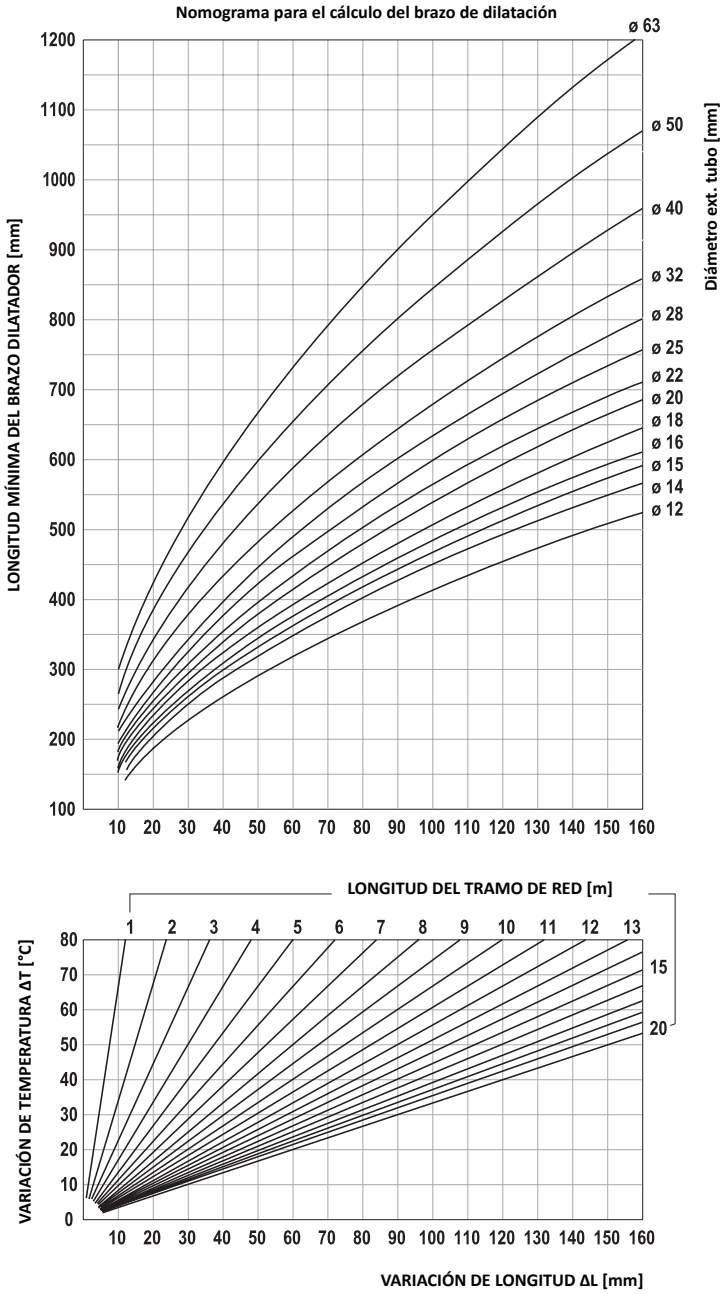


Figura 11

4.5. Ligereza

Además de las ventajas y características descritas hasta ahora, las tuberías y los racores que componen el sistema **COBRA-PEX** ofrecen también la innegable cualidad de ser muy ligeros y, por consiguiente, fáciles de manipular en la obra.
Por ejemplo, una bobina de 100 metros de tubo **COBRA-PEX** - ø 18 x 2,5 mm, de uso típico para las instalaciones de fontanería y de calefacción pesa en total unos 12 kg, incluso con el embalaje de cartón. Esta característica que a primera vista puede parecer obvia y de importancia relativa, al contrario supone un notable significado en la economía de la obra ya que reduce notablemente los tiempos muertos y agiliza la colocación.

4.6. Atoxicidad

Las tuberías de polietileno reticulado de alta densidad PE-X pueden utilizarse para el trazado de redes de distribución en las que circulan fluidos de uso alimentario.
Las tuberías **COBRA-PEX** son conformes a lo establecido en las siguientes leyes:

- Decreto Ministerial de 21 de marzo de 1973
- Circular del Ministerio de la Salud 102/1978 de 2 de diciembre
- Diario oficial italiano 104/1973 de 20 de abril "Lista de las sustancias autorizadas para la preparación de objetos destinados al contacto con alimentos".

La idoneidad de los tubos **COBRA-PEX** para el transporte de agua potable consta en la certificación n°99/96 referida a las pruebas de migración global y a los colorantes, a las que se sometieron las tuberías.

La Tabla VI ilustra sintéticamente algunas indicaciones sobre la compatibilidad de los tubos **COBRA-PEX** con algunas sustancias químicas de uso corriente.
Las indicaciones se refieren únicamente a los resultados de las pruebas de dilatación y resistencia a la tracción, realizadas en muestras de tubo reticulado PE-X, después de una inmersión prolongada en un baño (o en atmósfera) de la sustancia química indicada.
Por consiguiente, los resultados de resistencia aquí descritos son solamente indicativos y se refieren al comportamiento de una tubería real que contiene la sustancia química y que está sujeta a presión.
En los casos en que las indicaciones de la Tabla VI y los resultados derivados de la experiencia de los últimos veinte años de aplicaciones sean insuficientes, se tendrán que llevar a cabo necesariamente pruebas de larga duración con tuberías de muestra idóneas para las pruebas.

● Resistencia óptima
● Relativamente resistente
● No resistente

SUSTANCIA/FLUIDO	CONCEN. [%]	T. [°C]	
		20	70
Acetona	100	●	
Ácido acético	100	●	●
Ácido benzoico (acuosa)	acquosa	●	●
Ácido clorhídrico conc.	conc.	●	●
Ácido crómico	50%	●	●
Ácido fosfórico	95%	●	●
Ácido fórmico	---	●	●
Ácido fluorhídrico	70%	●	●
Ácido nítrico	30%	●	●
Ácido nítrico	50%	●	●
Ácido sulfúrico	50%	●	●
Ácido sulfúrico	98%	●	●
Agua	---	●	●
Agua destilada	100	●	●
Agua potable	---	●	●
Agua de mar	---	●	●
Aguarrás	---	●	●
Alcohol etílico	100	●	●
Amoníaco líquido acuoso	acquosa	●	●
Anhídrido carbónico	---	●	●
Anilina	100	●	●
Antiparasitarios para plantas	---	●	●
Gasolina	---	●	●
Benceno	---	●	●
Cerveza	---	●	●
Butano	---	●	●
Cloruro de amoníaco acuoso	acquosa	●	●
Cloruro de potasio acuoso	acquosa	●	●
Detergentes sintéticos	---	●	●
Detergente para la ropa	---	●	●
Hexano	---	●	●
Éter de petróleo	---	●	
Fluoruro	---	●	●
Gas de cloruro húmedo	---	●	●
Gas metano	---	●	
Gasóleo	---	●	●
Glicerina	---	●	●
Glicol etilénico	---	●	●
Ácido sulfhídrico	---	●	●
Hipoclorito de sodio	---	●	●
Leche	---	●	●
Lejía blanqueadora	---	●	
Lubricantes para motores	---	●	●
Metanol	---	●	●
Gasolina	---	●	●
Aceite combustible	---	●	●
El aceite de linaza	---	●	●
Queroseno	---	●	●
Aceite del transformador	---	●	●
El aceite de silicona	---	●	●
Los aceites vegetales	---	●	●
Permanganato de potasio	20%	●	●
Peróxido de hidrógeno	30%	●	●
Peróxido de hidrógeno	100%	●	●
Aceite	---	●	●
Propano	---	●	●
Jabón líquido	---	●	●
Hidróxido de sodio	---	●	●
Tolueno	---	●	●
Vaselina	---	●	●
Vino	---	●	●

Tabla VI

4.7. Propiedades dieléctricas

La materia prima utilizada para el sistema **COBRA-PEX** presenta una resistividad volúmica y superficial muy elevada.
Esta característica determina que el polietileno reticulado de alta densidad PE-X sea uno de los mejores materiales aislantes eléctricamente.
Por consiguiente, las redes de distribución construidas con este material nunca podrán ser sujetas a fenómenos de electroerosión como, al contrario, puede suceder con las tuberías metálicas (corrientes vagantes, efecto pila debido al uso de materiales no homogéneos como el cobre con el acero, etc.).
Como se puede observar también en los valores de la Tabla I (Pág. 3), este material se caracteriza también por un valor muy bajo de constante dieléctrica que, añadido a un factor de pérdida también contenido, lo hacen completamente insensible a las acciones de los campos magnéticos de cualquier frecuencia, con la consecuencia práctica de que las redes **COBRA-PEX** nunca podrán generar interferencias electromagnéticas que podrían afectar aquellas con tuberías metálicas.
En los edificios modernos hay cada vez mayor presencia de sistemas automatizados (de gestión, control y medición, redes de recepción y transmisión de datos, etc.), poder contar con sistemas sanitarios de agua que poseen las características anteriores es, sin lugar a dudas, un avance tecnológico muy importante.

4.8. Baja conductividad térmica

El valor de conductividad térmica bajo de las tuberías (0,38 W/mK) y la dispersión de calor por metro lineal son muy inferiores respecto a los valores de las tuberías metálicas.
Una reducción de las dispersiones térmicas a través de las paredes de la tubería significa también una disminución de la posible formación de condensación, en presencia de particulares condiciones termohigrométricas exteriores.
Claramente, el fenómeno de la formación de condensación depende de la temperatura del fluido transportado, de la temperatura del medio ambiente, de la humedad relativa y del diámetro de la tubería afectada.
Los datos experimentales conseguidos mediante observación directa de pruebas prácticas están disponibles para la consulta.
De todas maneras, para el transporte de fluidos calientes o refrigerados, se deben respetar las prescripciones de aislamiento térmico contenidas en la normativa en vigor.

4.9. Fonoabsorbencia

Gracias a las óptimas propiedades mecánico-dinámicas el polietileno reticulado de alta densidad puede absorber los posibles esfuerzos mecánicos, como vibraciones o micro golpes de ariete, siempre presentes en los sistemas de instalación, limitando ampliamente la transmisión de los ruidos en la red de distribución.

4.10. Incrustaciones, abrasión y corrosión

Gracias a sus propiedades intrínsecas, los tubos COBRA-PEX resisten al ataque de los elementos presentes habitualmente en el agua de las instalaciones de fontanería y se distinguen por una superficie muy lisa.
Esta es la razón por la que se evitan todos los problemas debidos a los fenómenos de corrosión y a la formación de incrustaciones, con la consiguiente ventaja de evitar los inconvenientes causados por el desprendimiento de partículas oxidadas, cascarillas de cal o de tratamientos galvánicos de las paredes de las tuberías.
El mismo coeficiente de dilatación térmica de las tuberías de polietileno PE-X que es mucho mayor respecto al coeficiente de una posible capa incrustante de cal, constituye un elemento de remoción de las posibles incrustaciones.
La elongación y la contracción sucesiva del tubo, mayores respecto a las de la capa de cal, provocan el desprendimiento y la consiguiente eliminación.
Por lo que concierne a la abrasión es bien conocida la elevada resistencia del polietileno reticulado de alta densidad a este fenómeno, incluso con agua que contiene impurezas suspendidas y elevadas velocidades de deslizamiento.

4.11. Simplicidad de instalación

La enorme ductilidad de uso de los tubos COBRA-PEX ofrece al instalador la posibilidad de realizar la instalación usando los mismos métodos de montaje aplicados desde siempre con las tuberías de acero tradicionales y adoptar también esquemas de distribución innovadores, preferentemente en horizontal.
Como se ilustra también en los esquemas siguientes, las redes de distribución realizadas con los tubos COBRA-PEX pueden presentar los trazados y los usos más variados, hasta la concepción de instalaciones completamente extraíbles. Los procedimientos necesarios para una instalación correcta son muy simples y no requieren el uso de herramientas específicas – Véase el § 6.

4.12. Resistencia a los rayos UV

Los tubos de polietileno de cualquier tipo no son muy resistentes a los rayos ultravioletas – Figura 11. Por tanto es necesario evitar la instalación o el almacenamiento de tubos PE-X de color blanco en posiciones expuestas a la radiación solar directa. Para el uso en exteriores se aconseja utilizar el tubo COBRA-PEX de color negro, estabilizado a los rayos UV con el añadido de negro de carbono y que puede ser expuesto tranquilamente a la radiación solar directa, tanto durante el almacenamiento como la instalación, sin que esto provoque alteración apreciable alguna, superando de esta manera el único límite de uso de los tubos de polietileno reticulado de alta densidad.

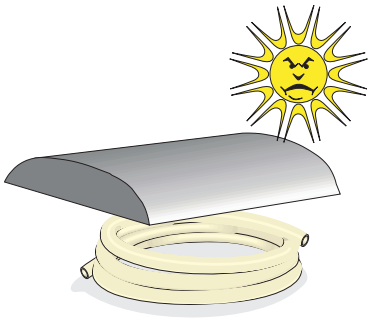


Figura 11

4.13. Memoria térmica

Gracias a su estructura molecular, los tubos de polietileno reticulado de alta densidad COBRA-PEX se caracterizan por su memoria térmica, que consiste en la posibilidad de poder recuperar siempre su forma original al momento de la reticulación.
Esta característica es típica solo del polietileno reticulado y se debe al hecho que durante el proceso de reticulación, las moléculas se disponen de manera tal que todas puedan tener una cantidad de espacio igual.
A esta condición del estado molecular, corresponde la energía mínima del material. Por efecto de una transformación cualquiera de la forma del tubo, por ejemplo, por una curvatura, que interviene después de la reticulación, se tendrá una disposición diferente de las moléculas y, por tanto, un valor más elevado de la cantidad de energía del material.
Si el tubo COBRA-PEX se calienta con aire caliente hasta una temperatura de 130 °C aproximadamente, es posible llevar el material al estado inicial del mínimo de energía y, de esta forma, las moléculas se vuelven a disponer en la posición inicial.
Por ejemplo, en el caso de aplastamiento en la obra, el tubo podrá recuperar sus dimensiones originales simplemente calentándolo con una herramienta apropiada que produce aire caliente – Figura 12.

4.14. Permeabilidad a los gases

Los tubos COBRA-PEX se utilizan comúnmente en todas las aplicaciones posibles en fontanería y también en las redes de conducción del gas.
Por lo general, los tubos de polietileno reticulado de alta densidad se consideran del todo impermeables; existe en cambio una cierta permeabilidad a los vapores de agua y a los gases. Esta característica no es exclusiva de los tubos PE-X ya que también los tubos de polibutileno y de polipropileno Random están sujetos a este fenómeno. Para las instalaciones de fontanería esta característica es desdeñable aunque para las instalaciones de calefacción, por ejemplo, se presenta el problema de la posible oxigenación del agua allí contenida.
Por este motivo TIEMME desarrolló la producción de tuberías COBRA-PEX con una barrera exterior absolutamente impermeable al oxígeno y a otros gases.
Esta gama, denominada 0200B, está disponible en los diámetros normalmente utilizados para las instalaciones de calefacción con paneles radiantes y con radiadores – véase Tabla II en la página 4.

4.15. Resistencia al fuego

Las tuberías COBRA-PEX se producen partiendo de un hidrocarburo y, por consiguiente, son combustibles. El material no gotea por efecto de la reticulación, así como sucede para los tubos no reticulados; este fenómeno se inicia solamente si la temperatura supera los 400 °C aproximadamente.
De todas maneras, si hubiera un incendio y se llegara a la combustión de las tuberías COBRA-PEX, los productos que se formarán de esta combustión serán anhídrido carbónico y agua pura, es decir, sustancias atóxicas y no corrosivas.

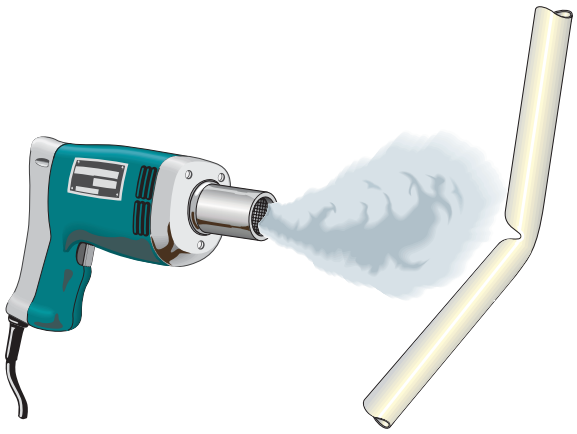
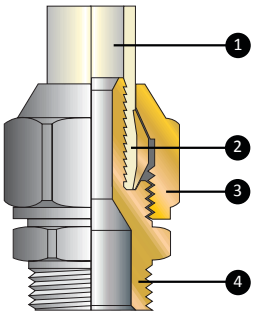


Figura 12

5.1. Racores a compresión mecánica

Los racores que se utilizan habitualmente para la conexión de los tubos COBRA-PEX son de tipo a compresión mecánica – Figura 13.
Este tipo de racores ofrece una completa garantía de estanqueidad y una elevada fiabilidad en el tiempo.



1 Cuerpo del racor en OT58
2 Tuerca de sujeción de OT58
3 Ojiva partida de sujeción
4 Tubo de polietileno **COBRA-PEX**

Figura 13

Estas afirmaciones son la constatación de los resultados logrados desde la introducción de los tubos PE-X hasta nuestros días.
En efecto, la mayoría de los racores usados en todos estos años corresponde al tipo constructivo de la actual gama TIEMME – Figura 14.
Los racores a compresión para tubos PE-X se distinguen por una serie de características constructivas que los convierten en los componentes más versátiles y aptos para un amplio número de aplicaciones.
Una de las características del uso de las tuberías de polietileno reticulado de alta densidad, tanto en el caso de instalaciones de fontanería como de calefacción, es la de evitar las uniones empotradas.
En el caso de instalaciones de colectores, por ejemplo, las derivaciones desde y hacia los puntos de consumo están realizadas en un ramal único de tubo, sin uniones intermedias.
Son igualmente útiles para las instalaciones de paneles radiantes y para las instalaciones de agua sanitaria con tubos “extraíbles”.
Por consiguiente, los racores terminales de estas derivaciones ocupan siempre posiciones accesibles y fáciles de inspeccionar.
Es el caso de los racores adaptadores para colectores de distribución o para válvulas y detentores para cuerpos calentadores.
De igual manera, para las curvas Art. 1428 que, insertadas en las arquetas de plástico a empotrar, permiten realizar instalaciones extraíbles.
Es importante recordar que estos tipos de racores pueden ser desmontados y reutilizados, dando al instalador la oportunidad de modificar la instalación o sustituir partes de la misma sin tener que realizar operaciones complicadas.

GAMA DE RACORES PARA TUBOS COBRA-PEX

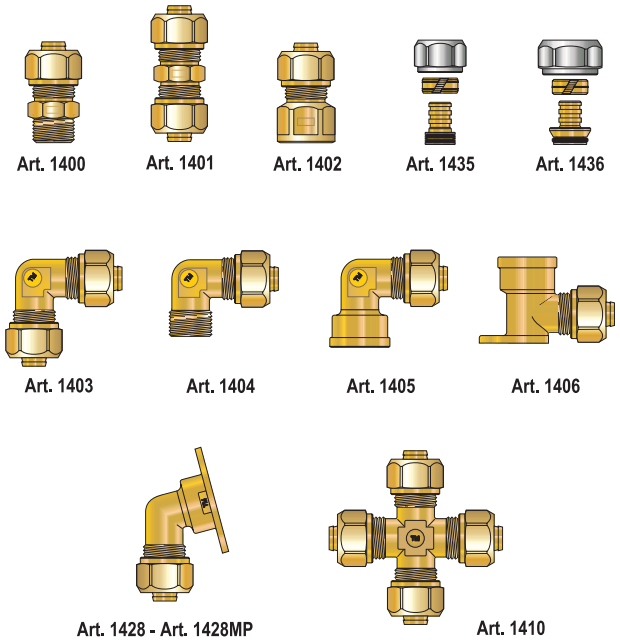


Figura 14

Otros tipos de racores para tubo PE-X, como aquellos por deformación o con manguito autobloqueante, no pueden ser desarmados y utilizados otra vez; en caso de remoción o modificación de la red de distribución , hay que cortar el tubo necesariamente, con todas las consecuencias que derivan de esta operación.

5.1.1. Características técnicas

Los racores a compresión mecánica están disponibles para tubos **COBRA-PEX** con un diámetro de ø 10 a ø 63 mm. Los racores se producen mediante moldeado en caliente de palanquillas de latón, que se mecanizan sucesivamente con máquinas altamente automatizadas, para garantizar un nivel elevado y constante de calidad productiva.
Este proceso, que no prevé piezas obtenidas de la mecanización de la barra de latón, permite obtener productos acabados con óptimas características mecánicas. Las condiciones nominales de servicio de los racores para tubos **COBRA-PEX** son las siguientes:

- Temperatura máxima de servicio = 95 °C
- Temperatura máxima de punta =110 °C
- Presión máxima de servicio = 10 bar

Sobre el cuerpo de cada racor deben ir marcados la marca de fábrica y en la tuerca de sujeción las dimensiones del lado tubo y del lado rosca. Retomando parcialmente la descripción presentada en los apartados anteriores en relación con las características técnicas del tubo, a continuación se describen algunas simples instrucciones para la colocación de los tubos **COBRA-PEX**.
Durante el transporte del tubo es importante evitar aquellas maniobras que puedan dañar el embalaje, exponiéndolo a la radiación solar directa y a las posibles hendiduras o abrasiones provocadas por objetos externos.
En la obra, los tubos se almacenarán en un lugar cubierto sobre una superficie de apoyo sin asperezas ni irregularidades.
Durante la colocación asegurarse de que no se marque la superficie exterior de los tubos con objetos puntiagudos como, por ejemplo, pedazos de ladrillo; especialmente cuando el tubo se instala empotrado.
El tubo **COBRA-PEX** blanco que no se utilice en la obra tendrá que guardarse otra vez en su embalaje, hasta la utilización siguiente.

6.1. Corte del tubo

Por lo general, los tubos COBRA-PEX se cortan con una cizalla cortatubos apropiada Art. 1496 que asegura un resultado sin rebabas. Durante el corte, asegurarse de que se efectúe perpendicularmente al eje del tubo – Figura 15.
Si el tubo se corta usando herramientas diferentes, antes de montarlo en el racor, cerciorarse de que el tubo no presente rebabas.

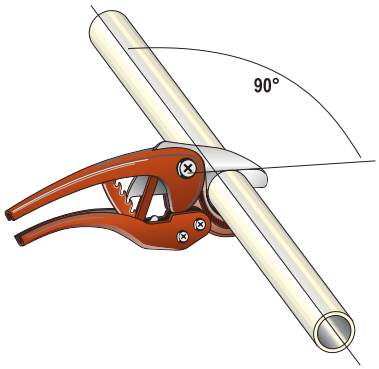


Figura 15

6.2. Curvatura en frío

La curvatura en frío de los tubos **COBRA-PEX** puede hacerse en dos maneras: libremente a mano como se ilustra en la Figura 16, o usando grapas de sujeción apropiadas como se ilustra en la Figura 17.
En los casos de curvatura según la Figura 16, el radio mínimo admitido es de:

$$R_{min} = 8 * D$$

donde:

- D = diámetro exterior del tubo a curvar

Para los casos de curvatura en frío pero con un radio de curvatura inferior a 8D, se pueden utilizar las grapas apropiadas Art. 1480 - Figura 17.
Usando este accesorio es posible mantener la curvatura deseada, evitando el aplastamiento de la sección del tubo.

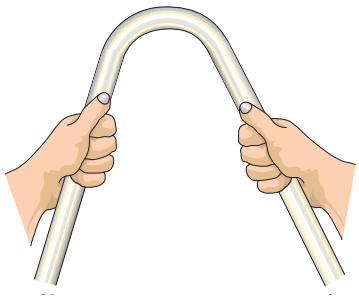


Figura 16

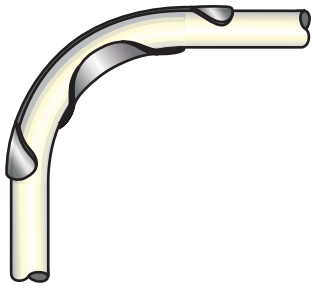


Figura 17

6.2. Curvatura en caliente

El moldeado en caliente de los tubos **COBRA-PEX** puede realizarse calentando uniformemente la superficie exterior del tramo afectado por la curvatura.
Para calentar la zona por moldear a la temperatura necesaria, hay que utilizar un aparato que produce aire caliente (con una regulación de la temperatura <500°C) – Figura 18.
Para realizar la curvatura hay que calentar uniformemente la zona afectada hasta una temperatura de 130 °C aproximadamente.
Este valor puede controlarse visualmente ya que en esas condiciones el tubo **COBRA-PEX** se vuelve completamente transparente.
Durante el calentamiento de la zona a curvar, hay que evitar esencialmente el recalentamiento.
Si se recalienta, la superficie del tubo adquiere un color marrón y, en tal caso, el tramo de tubo interesado no deberá utilizarse por la alteración de sus características mecánicas.
Una vez alcanzada la temperatura correcta de moldeado, el tubo se podrá curvar manualmente; la curvatura deberá hacerse partiendo del punto central del tramo calentado alejándose del centro paulatinamente, a su vez, habrá que evitar las ovalizaciones o deformaciones de la sección del tubo.
El radio mínimo admitido para la curvatura en caliente corresponde a:

$$R_{min} = 2,5 * D$$

Para que el tubo **COBRA-PEX** mantenga la forma deseada una vez terminada la operación de curvatura, será suficiente enfriarlo con una esponja o un trapo empapado de agua. Todos los moldeados en caliente pueden corregirse o repetirse calentando otra vez la zona afectada, hasta que no se vuelva completamente transparente (véase el § 4.13 – Memoria térmica).

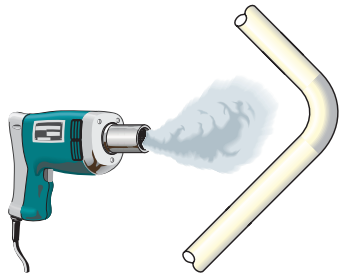


Figura 18

6.3. Conexión tubo-racor

Como se ha descrito en el capítulo 5, la conexión entre los tubos **COBRA-PEX** o con otros componentes de la instalación se hace usando los racores y adaptadores de la Figura 14.
Para una conexión perfecta tubo-racor, proceder de la siguiente manera:

- cortar el tubo como se ilustra en el § 6.1.
- insertar la tuerca de sujeción y la ojiva partida en el tubo, en este orden
- introducir a fondo el tubo en el racor porta goma
- bloquear a fondo la tuerca de sujeción usando una llave fija

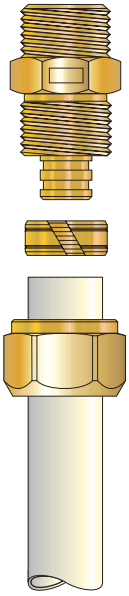


Figura 19

6.4. Instalación de tuberías empotradas

Los tubos **COBRA-PEX** pueden instalarse empotrados también sin coquillas aislantes ni revestimiento – Figura 20.

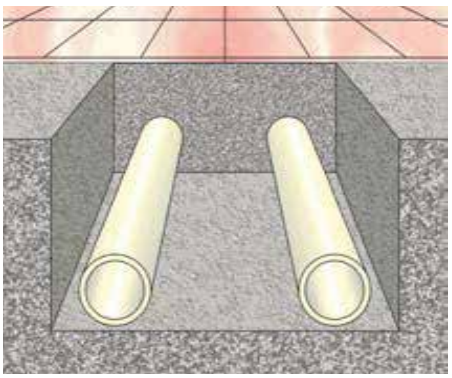


Figura 20

Sin embargo, en este tipo de aplicaciones, siempre hay que tener en cuenta la normativa vigente en materia de aislamiento de las tuberías.
Considerando la colocación de las tuberías con un revestimiento aislante realizado con las coquillas comunes en espuma de elastómero, no es necesario aplicar soluciones especiales para las dilataciones térmicas.
Por lo general, el espesor de la coquilla de aislamiento es más que suficiente para compensar los efectos de las dilataciones.
Con más razón, por lo que concierne a los tubos **COBRA-PEX** suministrados con coquilla corrugada para instalaciones extraíbles – Figura 21.

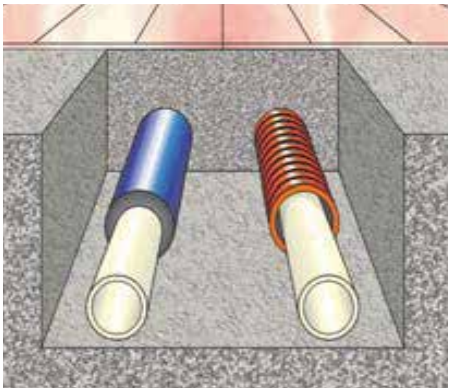


Figura 21

En tal caso, el espacio entre el diámetro exterior del tubo y el diámetro interior de la coquilla permite las dilataciones del tubo tanto axiales como radiales.
Para evitar fenómenos de agrietamiento de los enlucidos cuando se trata de tuberías desnudas que discurren empotradas y con presiones de servicio de hasta 6 bar, hay que prever rozas profundas 2,5÷3 veces el diámetro exterior del tubo.
Para los tubos **COBRA-PEX** instalados para la formación de paneles radiantes, véase más adelante el apartado específico dedicado a este tema.

6.5. Racores a compresión mecánica

Cada vez que se encara el problema de las pruebas de ensayo de las redes de distribución, es inevitable pensar en la prueba de presurización de las redes para comprobar la existencia de pérdidas.
En efecto, en casi todos los casos, las redes de distribución con tubos de polietileno reticulado de alta densidad PE-X se instalan empotradas para luego ser "embebidas" en las estructuras y ocultadas a la vista.
Por lo tanto, antes de integrar estas redes en la estructura del edificio, hay que realizar necesariamente las pruebas de ensayo a presión, para comprobar la ausencia de pérdidas en el trazado.
Sin embargo, las normas que regulan los criterios de ejecución de las pruebas de ensayo de las redes de agua (UNI 9182 - DIN 1988), no se limitan a esta prueba, sino que contemplan otras igualmente importantes como la prueba de caudal máximo simultáneo, la prueba del nivel sonoro, etc. pero que se refieren más bien al aspecto del diseño y dimensionado y no al aspecto meramente "mecánico" de la instalación.
En este apartado nos ocupamos solamente de las prescripciones técnicas referidas a la prueba de presurización de la red mientras que en los capítulos siguientes se describirán los temas referidos al cálculo.
La norma UNI 9182 - Sección 5 - Apartado 27.2 - Inciso 27.2.1 **"Pruebas hidráulicas en frío"** indica: "Las pruebas se llevan a cabo en toda la línea distribución del agua fría y caliente antes del montaje de la grifería y antes del cierre de los canales, rozas, falsos techos, etc. manteniendo las tuberías durante no menos de cuatro horas consecutivas a una presión de 1,5 veces la presión máxima de servicio, con un mínimo de 600 Kpa. Las pruebas se consideran superadas si, al final, el manómetro indica el valor inicial de presión con una tolerancia de 30 Kpa. Es posible realizar las pruebas organizadas por sectores de instalación".
Entre las tuberías posibles, la norma analizada prevé precisamente las de PE-X de alta densidad. Para las redes de PE-X, la prueba a presión debe realizarse lo más posible a temperatura constante durante todo el período de prueba. Para las características de dilatación térmica de estas tuberías, una variación de 10 °C puede determinar también una variación de presión comprendida entre 0,3 y 0,8 bar (30 ÷80 KPa).
En cambio, por lo que concierne a la norma DIN 1988, la prueba a presión está prevista en tres fases: el control previo, el control principal y el control final.
Cada una de las tres etapas prevé una presión y tiempos de prueba específicos.
En el control previo, la presión de prueba equivale a 1,5 veces la presión máxima de servicio y este valor debe alcanzarse en un plazo de 30 minutos en dos pruebas sucesivas, con un intervalo de 10 minutos entre las dos pruebas.
Tras otro período a presión de 30 minutos, la presión final nunca debe ser inferior a 0,6 bar (60 KPa).
Durante este primer control no se deben producir pérdidas de agua en el trazado de la red.
El control principal se realiza durante 2 horas, aplicando una presión correspondiente a la detectada durante la prueba preliminar.
Al final, la presión detectada no debe ser inferior respecto a la inicial, de más de 0,2 bar (20 KPa).

6.6. Lavado de la red de distribución

La entrada en servicio de una red de distribución para el agua sanitaria fría y caliente destinada al consumo humano, siempre debería estar sujeta a un lavado preventivo que elimine todas las posibles sustancias residuales de mecanizado e instalación, potencialmente perjudiciales para la salud.
Visto las características de los componentes del sistema **COBRA-PEX**, el lavado con agua es suficiente para garantizar una buena limpieza interna de la red.
Además del polvo o, en el peor de los casos, de tierra de la obra, la instalación de los tubos de PE-X no prevé el uso de adhesivos, disolventes u otras sustancias nocivas a la salud.
Ya desde el principio las condiciones de embalaje del tubo y de los racores y la completa atoxicidad del producto garantizan una condición ideal de las superficies interiores para la circulación del fluido.
Se recomienda prestar atención en la obra para que la entrada accidental o por incuria de aceites, grasas, etc. no provoque un deterioro de las condiciones de limpieza.
Si al final de la jornada laboral algunos tramos de la red de distribución quedan incompletos, se aconseja proteger los terminales abiertos con un trapo limpio o con otras protecciones impermeables idóneas.

7.1. Introducción

En este capítulo se describirán los procedimientos y las técnicas de cálculo necesarias para dimensionar la instalación de la red de agua sanitaria utilizada por un punto de consumo doméstico constituido por dos baños y una cocina.
Se eligió esta instalación porque esta publicación no es un manual de cálculo específico para sistemas de fontanería y no es posible considerar todos los casos típicos de instalación.
Por tanto, se presenta un ejemplo común a casi todas las instalaciones de agua sanitaria, teniendo en cuenta que un baño construido en un edificio para uso civil o industrial o en un cuartel, etc. presenta las mismas modalidades de dimensionado.
Solo la red de distribución principal difiere según el tipo y uso del inmueble, no afectando a la red secundaria interna del cuarto de baño.
La boca de salida del agua de un lavabo para uso doméstico, de un cuartel o un vestuario deportivo, necesitará siempre un caudal de 0,10 l/s con una presión residual aconsejada a la entrada de 0,5 bar.
A continuación se indicarán dos ejemplos de cálculo referidos a la red de distribución del agua caliente y fría de una vivienda, con la instalación de tubo multicapa **COBRA-PEX** y de los respectivos racores a compresión y a presión según las aplicaciones.
Los ejemplos de cálculo se realizarán para los dos tipos de instalaciones usadas y representadas de forma esquemática:

- con puntos de consumo en serie y racores a compresión mecánica - Figura 22
- con puntos de consumo en paralelo usando colectores de distribución - Figura 23

Hasta hace poco tiempo para el dimensionado de una red de distribución de agua sanitaria se usaba el método del factor de simultaneidad.
En otras palabras, se trataba de establecer cuántos puntos de consumo instalados en un cierto circuito o en una porción del mismo se podían usar simultáneamente, determinando así el caudal máximo de distribución en los períodos de punta.
Este método, aunque válido, fue superado por la norma UNI 9182 que introdujo el concepto de las "unidades de carga" y la red se dimensiona sobre la base de este parámetro.
Los ejemplos de cálculo se realizarán de conformidad con esta normativa.

7.2. Datos técnicos generales

Para las valoraciones técnicas de cálculo sobre bases reales, se ha tomado en consideración una vivienda tipo en un complejo residencial formado por 86 apartamentos, situado cerca de Milán.
Según la tendencia de los últimos años, se consideran instalaciones autónomas para la calefacción y la producción de agua sanitaria caliente.
Por consiguiente, la red de conducción primaria será sólo la del agua fría que llega hasta las calderas murales y los baños.
Desde las calderas se ramificará la red horizontal de distribución del agua caliente hasta cada uno de los puntos de consumo de la vivienda.
Considerando el tipo de generador y la longitud exigua de la red horizontal no se ha previsto ninguna red de recirculación del agua sanitaria caliente.
La vivienda tomada como ejemplo para estos cálculos se ilustra en la Figura 24: está formada por dos cuartos de baño (principal y de aseo con acometida para lavadora) y una cocina.
Los estándares actuales de los contadores eléctricos para viviendas residenciales no de lujo no permiten el uso simultáneo de lavadora y lavavajillas, por tanto, esta situación no se considerará en los cálculos. Los puntos de consumo de la vivienda presentan las características generales siguientes:

Instalación con puntos de consumo en serie

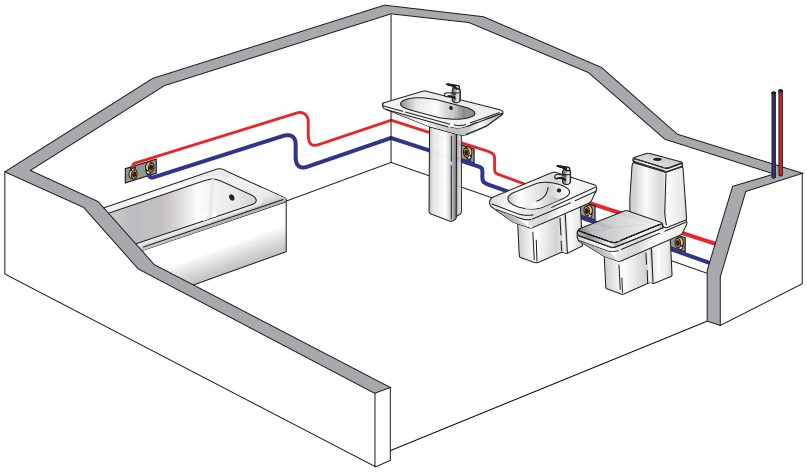


Figura 22

Instalación con puntos de consumo en paralelo

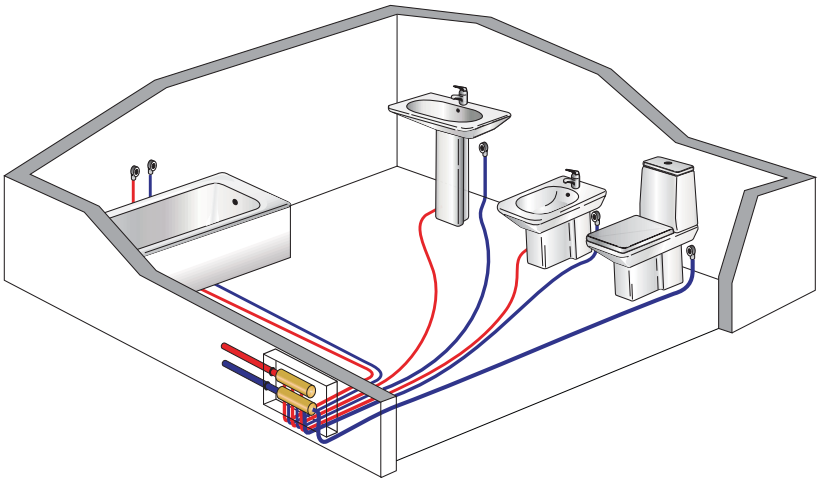


Figura 23

TIPO DE PUNTO DE CONSUMO	CAUDAL [L/S]	UNIDAD DE CARGA	
		AGUA FRÍA	AGUA CALIENTE
Fregadero	0,15	1,50	1,50
Lavabo	0,10	0,75	0,75
Bidé	0,10	0,75	0,75
Taza del inodoro	0,10	3,00	-
Baño / ducha	0,20	1,50	1,50
Lavadora	0,15	2,00	-
Lavavajillas	0,15	2,00	-

Tabla VII

7.3. Distribución con puntos de consumo en serie

Gracias a los datos técnicos anteriores, podemos calcular los caudales necesarios para cada uno de los puntos de consumo o de distribución.
Ahora es necesario determinar el caudal máximo simultáneo para cada grupo de puntos de consumo.
Empezamos analizando el baño principal, compuesto por lavabo, bidé, inodoro y bañera.
Calculamos las dimensiones de la red de conducción del agua fría que llegará de la columna ascendente [A].
Si todos los puntos de consumo se usaran en el mismo instante, el caudal máximo simultáneo correspondería a la suma de todos los caudales de cada punto de distribución, es decir 0,5 l/s (véase Tabla VII).
Visto que por lógica esta posibilidad no es aceptable, hay que establecer cuáles son los puntos de consumo que pueden usarse simultáneamente y cuáles no.
Con el método tradicional del "factor de simultaneidad", un número de puntos de consumo como el que se está examinando necesitaría un caudal máximo equivalente a 0,29 l/s (factor de simultaneidad del 57%).
Por el contrario, la norma UNI 9182 adopta el método de las unidades de carga [uc] y, con los datos indicados en la Tabla F.2.1 de dicha norma, según el tipo y el número de los puntos de consumo del baño principal se constataría la siguiente situación (véase u.c. en la Tabla VII):

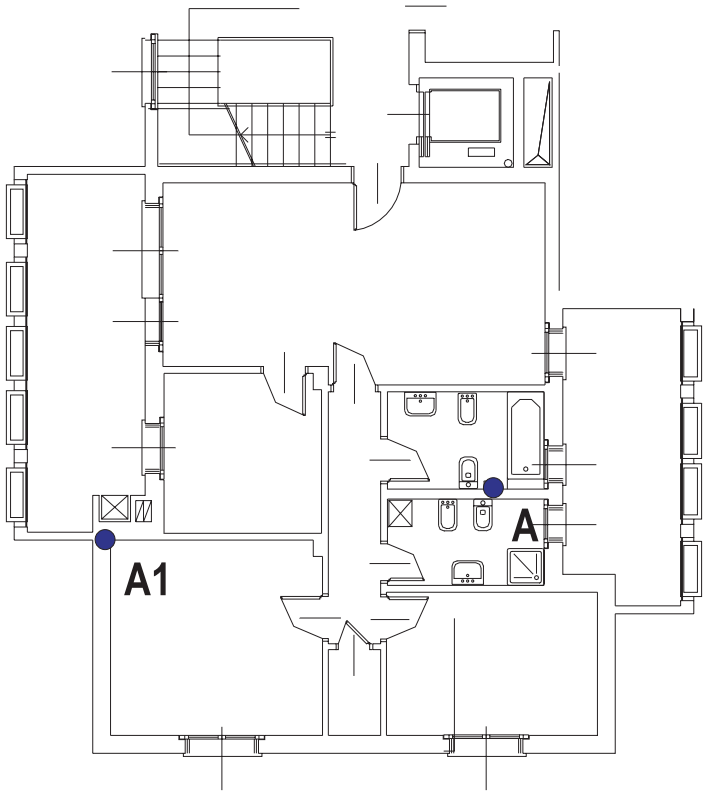


Figura 24

- agua fría: 3,0 uc
- agua caliente: 6,0 uc

Sin embargo, puesto que se trata de varios aparatos de un mismo cuarto de baño, la norma prevé también el valor de las unidades de carga [uc] para un grupo de puntos de consumo (véase tabla F.2.2 de la norma).
Para los puntos de consumo del baño cuyo esquema de alimentación se representa en la figura 25, el valor de [uc] para el agua fría es de 4,5; según los valores de la Tabla F.4.1.1. y del diagrama F.4.1.3. de la norma UNI 9182, a este valor de unidad de carga le corresponde un caudal máximo simultáneo de 0,30 l/s.
A su vez y con un razonamiento idéntico, para el agua caliente se tendrá un valor total de unidad de carga de 2,25 que corresponde a un caudal máximo simultáneo de 0,25 l/s.
Conociendo estos valores se puede empezar a dimensionar la red de distribución del agua caliente y fría en el interior del cuarto de baño.
Se empieza numerando cada uno de los tramos de la red como se ilustra en la figura 25. Luego se pasa al cálculo analítico usando el módulo de cálculo esquematizado en la página 19.
Se empieza a calcular desde el punto de consumo más desfavorecido hasta llegar a la columna ascendente de alimentación para determinar la presión en el punto de bifurcación. Para la red de distribución del agua fría, el primer tramo de red a considerar es el referido al lavabo, identificado con el n° [1]. Este tramo de red alimenta un solo punto de consumo y se dimensionará para el caudal máximo requerido por ese punto de consumo, en este caso 0,10 l/s.
Utilizando el diagrama de las pérdidas de carga de los tubos **COBRA-PEX**, se observa que, con un valor de caudal como el examinado, se puede usar una tubería de diámetro ø 16 x 2,2 mm, con un valor de pérdida de carga unitario de 0,013 bar por metro lineal.
De esta manera, para determinar la pérdida de carga del tramo [1] desde el punto de consumo hasta el nodo [x] hay que definir la longitud del ramal de red y las pérdidas de carga localizadas debidas a racores, curvas, etc.
Hay dos soluciones posibles: la primera considera la longitud efectiva del tramo de red, calcula las pérdidas de carga y suma las pérdidas localizadas usando el método del coeficiente [ζ].
La segunda, mucho más sencilla, utiliza el método de los "metros equivalentes"; es decir que las pérdidas de carga localizadas se expresan en una longitud ficticia de la red que determinan el mismo valor de resistencia.
En los ejemplos de cálculo y según las indicaciones de la Tabla III, se usará este sistema mucho más práctico y rápido. Hay que calcular la longitud del tramo [1], es decir:

- longitud real: por ejemplo 2 metros
- racor debajo del lavabo: 1,3 metros equivalente
- n° 2 curvas a 90°: 1,4 metros equivalente

El resultado de la suma de todos estos valores es una longitud de 4,7 m eq. El tramo de red [1] en toda su longitud hasta el nodo [x] presenta una pérdida de carga de:

$$\Delta p_1 = 4,7 \text{ [m eq]} * 0,013 \text{ [bar/m]} = 0,061 \text{ [bar]}$$

Al igual que para el tramo [1] se calculará la pérdida de carga del tramo [2] y se obtendrán los resultados siguientes:

- caudal del punto de consumo: 0,10 [l/s]
- longitud de derivación: 3,7 [m eq] donde: longitud real = 1,0 [m] racor debajo del bidé = 1,3 [m eq] n° 2 curvas a 90° = 1,4 [m eq]
- tubo COBRA-PEX: ø 16 x 2,2 mm
- pérdida de carga unitaria: 0,013 [bar/m]

se desprende que:

$$\Delta p_2 = 3,7 \text{ [m eq]} * 0,013 \text{ [bar/m]} = 0,048 \text{ [bar]}$$

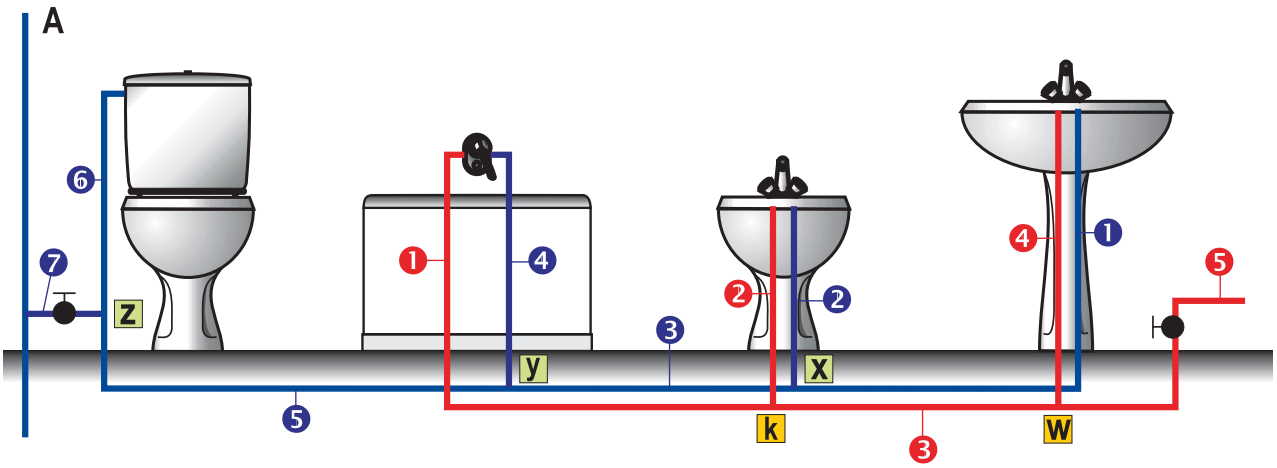


Figura 25

Ambos tramos [1] y [2] se ramifican desde el nodo [x] y, como hemos visto, tienen dos valores diferentes de pérdida de carga.
Continuando con el cálculo de la red, especialmente para determinar el valor de presión mínima garantizado en el punto de bifurcación de la columna ascendente [A], se considerará el valor más elevado entre los dos, es decir Δp1.
A este valor se sumará la presión mínima residual que debe garantizarse en la boca de salida del agua cuando se hayan superado todas las resistencias continuas y localizadas de la red.
En general esta presión corresponde a 0,5 [bar] lo que significa que la presión mínima admisible en el nodo [x] deberá ser de:

$$P_{(x)} = \Delta p_1 + 0,5 = 0,561 \text{ [bar]}$$

Las consideraciones para el nodo [x], continuando en el cálculo, valen también para todos los nodos sucesivos.
Proseguir con el cálculo del tramo [3] considerando que el caudal máximo simultáneo en este ramal de la red puede corresponder a la suma de los caudales de distribución en el bidé y el lavado, es decir 0,20 l/s.
Con el método anterior del factor de simultaneidad se habría considerado como valor de caudal el 75% del total, o sea 0,15 l/s. Visto que es improbable que dos puntos de consumo de este tipo puedan utilizarse simultáneamente, calcularemos considerando un caudal reducido para el tramo [3].
Los valores serán:

- caudal máximo simultáneo: 0,15 [l/s]
- tubo COBRA-PEX: ø 18 x 2,5 mm
- longitud de derivación: 3,2 [m eq], donde: longitud real = 2,3 [m] racor en T = 0,9 [m eq]
- pérdida de carga unitaria: 0,014 [bar/m]

de los cuales:

$$\Delta p_3 = 3,2 \text{ [m eq]} \bullet 0,014 \text{ [bar/m]} = 0,045 \text{ [bar]}$$

El valor calculado de Δp3 sumado al valor de Δp1, contribuye a determinar la presión mínima de servicio de la red en el nodo [y]; es decir:

$$P_{(y)} = \Delta p_3 + \Delta p_1 = 0,56 + 0,045 = 0,605 \text{ [bar]}$$

Como para los ramales de red anteriores, se calculará la pérdida de carga del tramo [4] y se obtendrán los resultados siguientes:

- caudal del punto de consumo: 0,20 [l/s]
- longitud de derivación: 3,2 [m eq], donde: longitud real = 1,3 [m] racor a codo macho = 1,2 [m eq] n°1 curva a 90° = 0,7 [m eq]
- tubo COBRA-PEX: ø 20 x 2,6 mm
- pérdida de carga unitaria: 0,015 [bar/m]

se desprende que:

$$\Delta p_4 = 3,2 \text{ [m eq]} * 0,015 \text{ [bar/m]} = 0,048 \text{ [bar]}$$

Como para el anterior nodo [x], comparando los valores de resistencia en el nodo [y], visto que Δp4 resulta inferior a P(y), se utilizará este último valor para seguir con los cálculos.
El tramo de red [5] deberá servir a tres puntos de consumo que, sumados, dan un valor de unidad de carga equivalente a uc = 3, con un caudal consiguiente de 0,25 l/s ca. Suponiendo, por ejemplo, una longitud del tramo [5] de 4,0 [m eq] y usando una tubería COBRA-PEX ø 20 x 2,8 mm, la presión mínima necesaria para el nodo [z] será de:

$$P_{(x)} = \Delta p_5 + P_{(y)}$$
$$P_{(x)} = (4,0 * 0,022) + 0,605 = 0,693 \text{ [bar]}$$

La derivación [6] se calculará como todas las anteriores, es decir:

- caudal del punto de consumo: 0,10 [l/s]
- longitud de derivación: 4,3 [m eq], donde: longitud real = 1,5 [m] racor a codo = 1,4 [m eq] n° 2 curvas a 90° = 1,4 [m eq]
- tubo COBRA-PEX: ø 16 x 2,2 mm
- pérdida de carga unitaria: 0,013 [bar/m]

o sea:

$$\Delta p_6 = 4,3 \text{ [m eq]} * 0,013 \text{ [bar/m]} = 0,056 \text{ [bar]}$$

que sumado al valor de presión mínima residual de distribución, da el valor indicado en la Tabla VIII – Columna 9.
Se calcula por último el tramo [7] hasta la bifurcación de la columna ascendente.
Las unidades de carga de este tramo de la red corresponden al total de todos los puntos de consumo de agua fría del baño que, como se indica en la norma UNI 9182, son 4,5 [uc] con un caudal resultante de 0,3 [l/s] (véase Tabla VIII – columnas 3 y 4).

El procedimiento de cálculo es siempre el mismo, la única diferencia viene dada por la llave de paso general de la red.

Puesto que este órgano de cierre puede ser de distintos tipos y modelos, no es apropiado citar un valor, aunque sea aproximado, de su resistencia en términos de metros equivalentes.
La caída de presión generada por la llave de paso se calculará siguiendo un diagrama tradicional de las pérdidas de carga entregado por el fabricante o usando su valor de [Kv] según la fórmula:

$$\Delta p_v = (Q / Kv)^2$$

donde "Q" se indica en [m3/h] y Δpv en [bar].
En el ejemplo de cálculo que estamos haciendo la llave de paso con un Kv = 6,8 es atravesada por un caudal máximo simultáneo de 0,3 l/s, de donde se deduce que su pérdida de carga será de :

$$\Delta p_v = ((3,6 * 0,3) /6,8)2 = 0,025 \text{ [bar]}$$

Concluyendo, la pérdida de carga total del tramo [7] en las tuberías será de:

$$\Delta p_7 = 4,0 \text{ [m eq]} * 0,031 \text{ [bar/m]} = 0,124 \text{ [bar]}$$

CÁLCULO RED DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA FRÍA

TRAMO N°	PUNTOS DE CONSUMO ALIMENTADOS [N°]	U.C.	CAUDAL MAX. SIMULTÁNEAMENTE [L/S]	LONGITUD DEL TRAMO [M EQ]	DIÁMETRO TUBERÍA [MM]	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA [BAR/M]	ΔP TRAMO [BAR]	ΔP TRAMO + P. MIN. (*) [BAR]	ΔP TOTAL RED DE DISTRIBUCIÓN [BAR]
1	1	0,75	0,10	4,5	16 x 2,2	0,013	0,061	0,561	0,561 (x)
2	1	0,75	0,10	3,7	16 x 2,2	0,013	0,048	0,548	-
3	2	1,50	0,15	3,2	18 x 2,5	0,014	0,045	-	0,605 (y)
4	1	1,50	0,20	3,7	20 x 2,8	0,015	0,048	0,548	-
5	3	3,00	0,25	4,0	20 x 2,8	0,022	0,088	-	0,693(z)
6	1	0,75	0,10	4,3	16 x 2,2	0,013	0,056	0,556	-
7	4	4,50	0,30	4,0	20 x 2,8	0,031	0,124+0,025	-	0,84

Tabla VIII

(*) – P. Mín. = presión mínima residual en la boca de salida (en general 0,5 bar)

CÁLCULO RED DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA CALIENTE

TRAMO N°	PUNTOS DE CONSUMO ALIMENTADO [N°]	U.C.	CAUDAL MÁX. SIMULTÁNEAMENTE [L/S]	LONGITUD DEL TRAMO [M EQ]	DIÁMETRO TUBERÍA [MM]	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA [BAR/M]	ΔP TRAMO [BAR]	ΔP TRAMO + P. MÍN. (*) [BAR]	ΔP TOTAL RED DE DISTRIBUCIÓN [BAR]
1	1	1,50	0,20	4,5	20 x 2,8	0,015	0,067	0,567	0,567 (k)
2	1	0,75	0,10	3,7	16 x 2,2	0,013	0,048	0,548	-
3	2	1,50	0,20	3,2	20 x 2,8	0,015	0,048	-	0,615 (w)
4	1	0,75	0,10	3,5	16 x 2,2	0,013	0,045	0,545	-
5	3	3,00	0,25	6,3	20 x 2,8	0,022	0,139+0,018	-	0,77 (Q)

Tabla IX

(*) – P. Mín. = presión mínima residual en la boca de salida (en general 0,5 bar)

a la que se añade la pérdida de carga de la llave de paso, por tanto:

$$\Delta p_7 = 0{,}124\ [bar] + 0{,}025\ [bar] = 0{,}15\ [bar]$$

Indicando este dato en la columna 8 de la Tabla VIII y sumándolo al valor de presión mínima necesaria en el nodo [z], se obtendrá el valor de presión que se ha de garantizar en la bifurcación de la columna ascendente [A] para alimentar correctamente los puntos de consumo de agua fría en el baño principal [B1] de la vivienda.

$$\Delta p_{B1} = \Delta p_{(x)}\ [bar] + \Delta p_7\ [bar] = 0{,}84\ [bar]$$

Para la red de distribución del agua caliente de uso sanitario, el procedimiento de cálculo es idéntico y los resultados, siempre referidos al baño [B1], se indican en la Tabla IX.
Como se puede observar, el dato final de la presión mínima necesaria en este caso se refiere al nodo [Q] - Véase Figura 26, del que se ramifican las redes de alimentación de los dos baños. Para simplificar si se supone que la red de agua caliente del baño [B2] tiene valores iguales a [B1] (hay 3 puntos de consumo también en este caso con los mismos caudales de distribución), el nodo [Q] debe alimentar 4,5 unidades de carga.

Leyendo la curva 1 de la tabla F.4.1.3, el valor de [uc] indica un caudal máximo simultáneo de 0,3 l/s.

Por consiguiente, el diámetro del tramo de tubería hasta el punto de bifurcación para el fregadero será de ø 20 x 2,8 mm, con una caída de presión de 0,031 [bar/m] que, con una longitud del tramo de 10 [m.eq] da un valor de:

$$\Delta_p = 10 * 0{,}031 = 0{,}31\ [bar]$$

Este dato, sumado al valor de presión mínima necesario para la alimentación de los baños en el nodo [Q] determina el valor de presión que se ha de garantizar hasta el punto de bifurcación para el fregadero de la cocina.

Si se adopta como presión en el nodo [Q] el valor calculado para el baño [B1], se tendrá:

$$P_{(J)} = P_{(Q)} + \Delta p_{(Q\text{-}J)} = 1{,}08\ [bar]$$

Por último, se calcula el último tramo hasta la caldera y se determinará la presión mínima necesaria en la columna [A1].

Con las unidades de carga del fregadero de la cocina (correspondientes a 1,5) se deduce que el tramo final de la red hasta la caldera tendrá que estar dimensionado para 6 [uc], o sea para un caudal

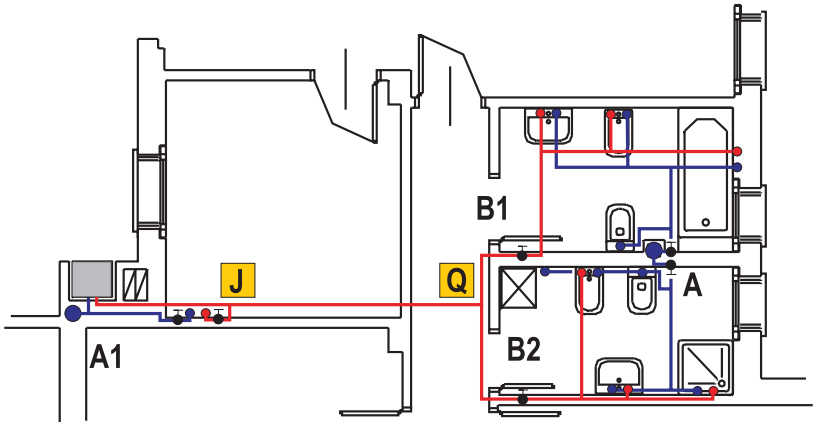


Figura 26

máximo simultáneo siempre de 0,3 l/s (UNI 9182 - Tabla F.4.1.3).
Como para el tramo anterior, el tubo será de ø 20 x 2,8 mm, la pérdida de carga unitaria será de 0,031 [bar/m] y, con una longitud de 5 [m eq], el Δp total será:

$$\Delta ptot = \Delta p(J) + (5 * 0{,}031) = 1{,}24 \text{ [bar]}$$

Este valor incrementado por la pérdida de carga generada por la caldera y los respectivos accesorios, representa la presión mínima que se ha de garantizar en el punto de bifurcación de la columna ascendente [A1] para que todos los puntos de consumo del agua caliente de la vivienda puedan ser alimentados correctamente, con una presión residual de 0,5 [bar] en la boca de salida del agua.
Una vez llegados a este punto, el cálculo continuaría con el dimensionado de la red de distribución primaria, pero visto que esta publicación no es un manual específico para el cálculo de las instalaciones sanitarias, invitamos al lector a consultar las especificaciones técnicas de la norma UNI 9182 para proseguir con el cálculo.

7.3.1. Consideraciones prácticas

En este apartado exponemos un ejemplo de cálculo basado en un caso real.
En la Figura 26 se ilustran detalladamente las redes de distribución del agua caliente y fría.
Como se puede observar entre los baños [B1] y [B2] existe una cierta diferencia; en el primero las redes del agua se desarrollan sobre todo en el suelo, como se hace tradicionalmente, en el segundo ([B2]) hemos diseñado una red que se desarrolla preferentemente en la pared (como se indica esquemáticamente también en la Figura 26).
La solución por adoptar entre estas dos depende de las costumbres y preferencias del instalador.
Seguramente la solución de pared implica menos interferencias con la red de desagüe y menos uniones, con un tiempo inferior de colocación.
Analizando las Tablas VIII y lX se constata fácilmente que los distintos tramos de la red tendrían que realizarse con tuberías de diámetro diferente, en función de los caudales máximos que tienen que circular simultáneamente.
Es una práctica común y habitual la de utilizar un diámetro de tubo único para todos los puntos de consumo, seleccionando formatos estándar para todos los componentes, lo cual simplifica la organización de las obras y agiliza los tiempos de colocación.
El tubo que en este caso específico se puede adoptar como tubo estándar para la ejecución de las redes de agua de toda una vivienda es el ø 20 x 2,8 mm (tubo de polietileno reticulado de alta densidad PN 16).
Para algunos puntos de consumo estos tubos representan un sobredimensionamiento respecto a las necesidades pero ofrecen las garantías necesarias para realizar su función; el uso generalizado de tubos de menor diámetro podría provocar problemas de caudal o de transmisión de ruidos.
Otra consideración práctica debe hacerse respecto del sistema de distribución con puntos de consumo en serie realizado con racores a compresión mecánica.
Habitualmente este tipo de distribución se utiliza por lo general en los casos de baños con paredes técnicas.
En estas instalaciones, todos los tubos y racores siempre son inspeccionables, lo cual no sucede con las instalaciones comunes que se realizan cada día.
Pero es igualmente cierto que, en las instalaciones tradicionales, los racores a compresión mecánica se utilizan en instalaciones empotradas sin inconveniente alguno, aún si sería oportuno instalarlas en posición accesible.
Sin embargo, es suficiente ver algunos tipos de racores adoptados para los grupos empotrados por algunos fabricantes de grifería cromada (incluso de marcas muy prestigiosas), para comprobar que a veces puede ser posible el uso de estos racores empotrados.
Todo depende de los parámetros técnico-prácticos de la instalación: presiones y temperaturas de servicio, compensación correcta de las dilataciones, contexto de colocación, etc.

7.4. Distribución con puntos de consumo en paralelo

Partiendo del mismo ejemplo del apartado anterior, con los mismos datos técnicos de base, presentamos ahora la solución de instalación con distribución mediante colector.
La diferencia fundamental entre esta instalación y la anterior consiste en la distinta alimentación de los puntos de consumo.
Con el método tradicional los puntos de consumo están situados en serie, es decir que algunos tramos de circuito pueden alimentar varios puntos de consumo, mientras que con el método de los colectores, cada derivación que llega o sale de un punto de distribución confluye directamente en el colector y, por consiguiente, son alimentadas en paralelo.
¿Por qué hacer esta distinción?
El motivo consiste en la diferencia de cálculo de la red de distribución.
Con el sistema de los puntos de consumo en serie se calcula el número de puntos de consumo que hay que alimentar con un determinado tramo de red; con el método de los puntos de consumo en paralelo hay que calcular cada derivación para su caudal máximo simultáneo, independientemente de todas las demás.
Con la ayuda de la Figura 27 presentamos un breve ejemplo de cálculo para este tipo de instalación que podrá explicar el procedimiento correctamente.
Hemos esquematizado una distribución para los dos baños adyacentes con un solo punto (o colector) de distribución.
Es factible porque cada derivación dispone de una llave de paso integrada directamente en el colector, por lo tanto no es necesario separar las redes de abastecimiento de cada baño y no hay que instalar ni siquiera llaves de paso a la entrada de cada colector de distribución - Figura 28.
En este ejemplo, la alimentación de cada punto de consumo se realizará mediante el acoplamiento de varios colectores simples componibles, por un total de n° 9 líneas para agua fría y n° 5 líneas para agua caliente.
En la Tabla X se indican los cálculos referidos a cada derivación que, como método, utilizan el mismo procedimiento descrito en el apartado anterior para los tramos [1], [2], [4] y [6].

Para cada derivación hay que conocer el caudal máximo necesario, la longitud en metros equivalentes y la presión mínima residual en la boca de salida del agua.
Con estos datos, establecida la pérdida de carga unitaria del tubo mediante el diagrama de página 10 y aplicando las mismas fórmulas del apartado anterior, se determina la pérdida de carga total de la derivación. Calculadas todas las derivaciones de

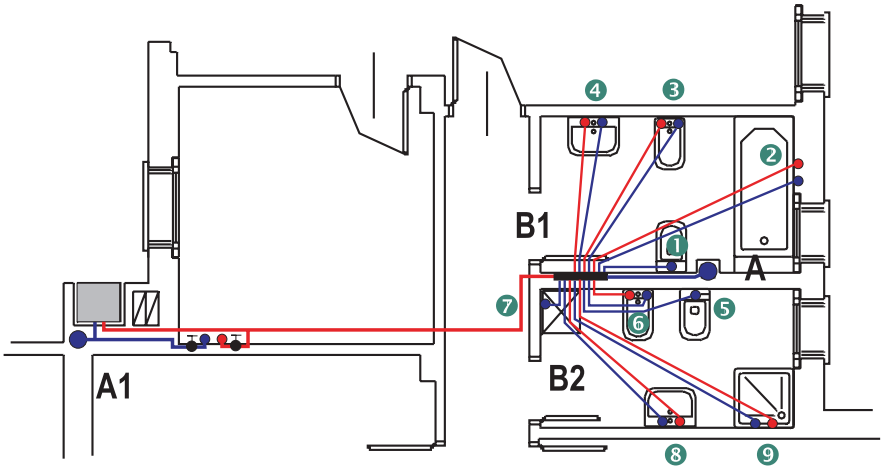


Figura 27

TABLA DE CÁLCULO DE LAS DERIVACIONES DE AGUA FRÍA Y CALIENTE

DER. N°	CAUDAL MAX. [L/S]	DIÁMETRO TUBERÍA [MM]	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA [BAR/M]	LONGITUD. DER. [M.EQ.]	ΔP DER. [BAR]	P. MIN. SALIDA [BAR]	ΔP TOTAL [BAR]
1	0,10	15 x 2,5	0,019	4,0	0,076	0,5	0,576
2	0,20	15 x 2,5	0,023	4,8	0,110	0,5	0,61 (*)
3	0,10	15 x 2,5	0,019	4,4	0,084	0,5	0,584 (*)
4	0,10	15 x 2,5	0,019	4,2	0,080	0,5	0,580 (*)
5	0,10	15 x 2,5	0,019	5,0	0,095	0,5	0,595
6	0,10	15 x 2,5	0,019	4,0	0,076	0,5	0,576 (*)
7	0,15	18 x 2,5	0,014	3,0	0,042	0,5	0,542
8	0,10	15 x 2,5	0,019	5,0	0,095	0,5	0,595 (*)
9	0,20	18 x 2,5	0,023	8,0	0,184	0,5	0,684 (*)

Tabla X

(*) – Cálculos válida tanto para la derivación de agua fría que el agua caliente.

un mismo colector, se calculará la presión mínima que habrá que poner a disposición de la red, partiendo del valor de pérdida de carga más elevado entre todos los valores de las derivaciones; en el ejemplo se trata de la n°9 a la que se sumará el Δp debido al colector.
Desde el colector hasta la caldera el cálculo de la red de distribución del agua caliente es exactamente el mismo del apartado anterior desde el nodo [Q] hasta el punto de bifurcación para el fregadero y el generador de calor.
Asimismo se calculará el tramo de red de alimentación del agua fría desde el colector hasta la columna ascendente [A].

7.4.1. Tabla de cálculo rápido

Visto que el cálculo de las derivaciones para el agua sanitaria de un colector está compuesto por operaciones repetitivas, es posible realizar cálculos preventivos e introducir los resultados en una tabla para que el dimensionado de la red pueda realizarse de forma sencilla y rápida.
La Tabla XI ilustra los valores de presión mínima que se han de garantizar en el colector en función del punto de consumo, de la longitud de la derivación y del diámetro del tubo.
De la simple intersección entre la línea del tubo que se instala, respecto al punto de consumo, con la columna de las longitudes de la derivación, se obtiene el valor de la presión mínima a la entrada del colector.
Por ejemplo, la conexión de una lavadora conectada con un tubo ø 18 x 2,5 mm a una distancia de 8 [m eq] del colector, necesita una presión mínima de 0,68 bar; de esta manera habrá una presión residual en la distribución de 0,5 bar.

7.4.2. Método de cálculo gráfico

En la página siguiente se ilustra un nomograma sencillo para el dimensionado de las derivaciones de agua sanitaria de un colector.
Se traza una recta horizontal, partiendo del valor de caudal máximo simultáneo de la derivación que se calcula hasta intersecar la curva correspondiente a la tubería que se desea utilizar – Punto [A].
Desde este punto, se lee la velocidad del agua en la tubería, bajando en vertical y en modo perpendicular a la primera recta, desde la intersección de la base del primer diagrama y se determina la pérdida de carga unitaria por metro de tubo [bar/m] – Punto [B].
Continuando con la recta en el segundo diagrama hasta encontrar la curva de la longitud en metros equivalentes, se determina el punto [C].
Desde aquí, procediendo otra vez en horizontal hacia la izquierda, se determina el carga total de la derivación en [bar] y, siguiendo, desde la intersección con las escalas puestas a la izquierda del nomograma, se define el valor mínimo de presión asegurado en el colector, en función de la presión mínima residual en la distribución.
En el nomograma hay cuatro valores de presión mínima residual: de 0,5 a 1,5 [bar].

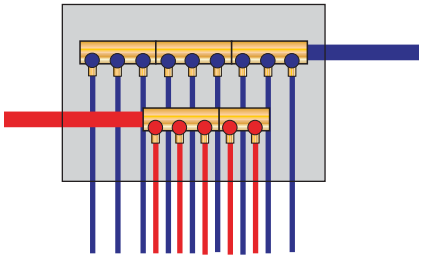


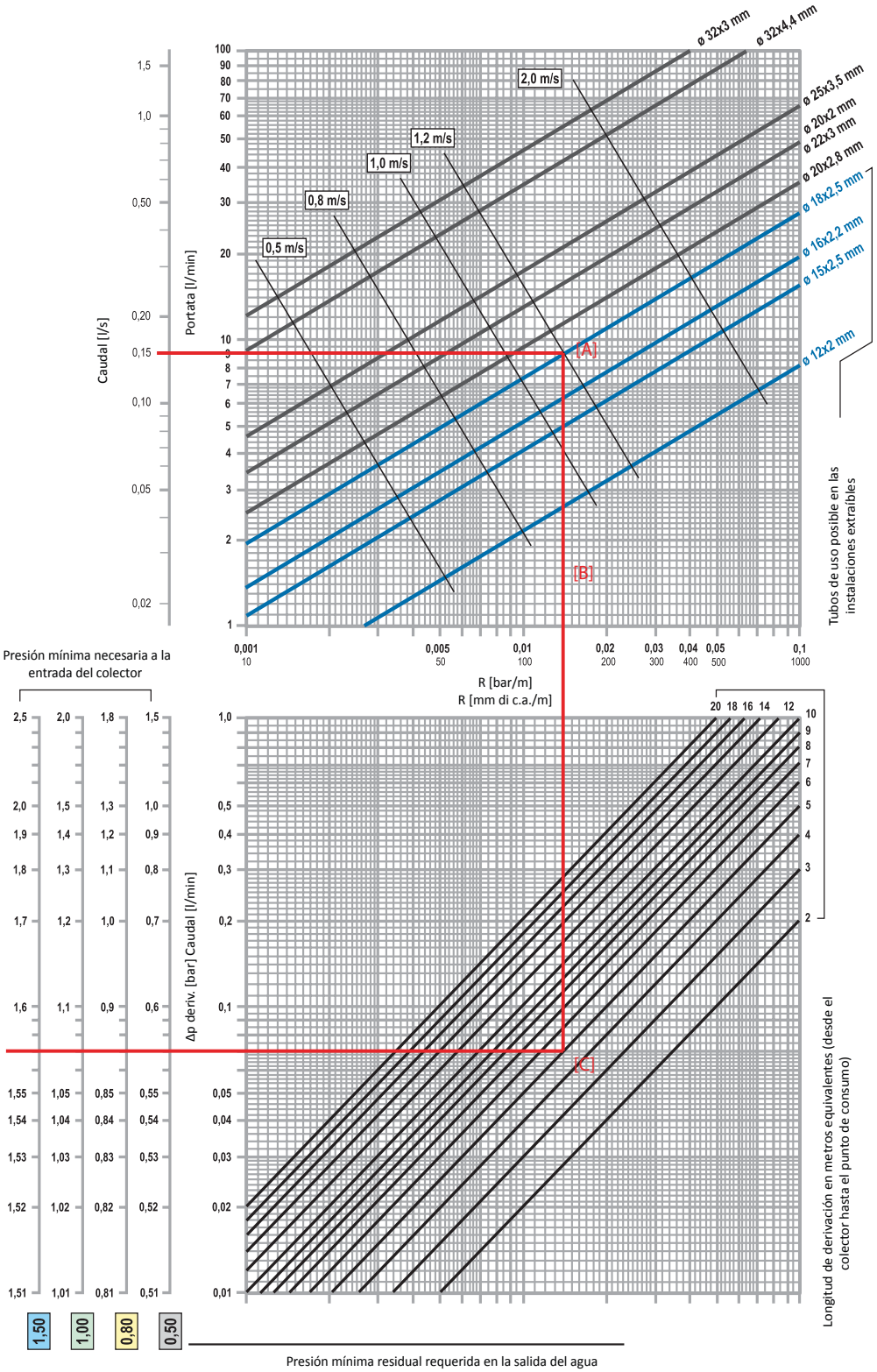
Figura 28

TABLA DE CÁLCULO RÁPIDO DE LAS PRESIONES MÍNIMAS A LA ENTRADA DEL COLECTOR

TIPO DE PUNTO DE CONSUMO	CAUDAL [L/S]	TUBO ø	PÉRDIDAS DE CARGA [BAR/M]	V [M/S]	LONGITUD DERIVACIÓN [M]									PRESIÓN RESIDUAL
					2	4	6	8	10	12	14	16	18	
Lavabo Bidé Inodoro con depósito	0,10	15 X 2,5	0,019	1,2	0,54	0,58	0,61	0,65	0,70	0,73	0,77	0,80	0,84	0,5
Lavavajillas Lavadora Fregadero	0,15	16 X 2,2	0,026	1,4	0,55	0,60	0,66	0,71	0,76	0,81	0,86	0,92	0,97	0,5
		18 X 2,5	0,014	1,2	0,53	0,56	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75	
		20 X 2,8	0,009	0,9	0,52	0,54	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,66	
Bañera Ducha	0,20	18 X 2,5	0,023	1,5	0,55	0,59	0,64	0,68	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,5
		20 X 2,8	0,015	1,2	0,53	0,56	0,59	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	
Caudalímetro	1,50	32 X 4,4	0,052	3,5	1,60	1,71	1,81	1,92	2,02	2,12	2,23	2,33	2,44	1,5

Table XI

CÁLCULO DE LA PRESIÓN MÍNIMA NECESARIA A LA ENTRADA DEL COLECTOR DE DISTRIBUCIÓN
TUBOS COBRA-PEX



7.5. Instalaciones extraíbles

Cada vez con mayor frecuencia, en las instalaciones modernas, se realizan sistemas de distribución completamente inspeccionables para realizar un mantenimiento ordinario y extraordinario fácil, rápido y simple.
En los últimos años, con los cambios del mercado, orientado a las reformas más que a la construcción de viviendas nuevas, se comprendió la importancia fundamental no solo del coste inicial de instalación sino también del coste de gestión y mantenimiento de la instalación. Además, cuando se reforma un inmueble, las instalaciones tecnológicas existentes se sustituyen con otras de características superiores.
Estas consideraciones, banales a primera vista, determinan consecuencias muy importantes como el uso de nuevos materiales tecnológicamente avanzados, la aplicación de sistemas empotrados sin uniones, la instalación de componentes de fácil mantenimiento y que pueden sustituirse sin posteriores gastos.
Las instalaciones de fontanería de agua sanitaria con colectores y derivaciones en tubo PE-X suponen concretamente estas ventajas competitivas. En relación con el tubo **COBRA-PEX** se describieron todas las cualidades de resistencia a la corrosión, a las incrustaciones, a la transmisión de los ruidos, etc. de este tipo de tuberías.
En las instalaciones extraíbles, a todas estas características se añade la ventaja del suministro de tubos de alta flexibilidad ya revestidos con coquilla corrugada (Art. 0800 EXTRA), apta a garantizar la sustitución completa de la derivación, en caso que fuera necesario.
Esta es la característica fundamental de estos sistemas de instalación.
Si durante la instalación se respetan algunas simples precauciones en la colocación de los tubos, siempre será posible extraer la tubería dañada de la coquilla y sustituirla íntegramente con otra nueva, sin pérdidas de agua y sin tener que romper los costosos revestimientos cerámicos, difíciles también de reparar y que, casi siempre, se tienen que reemplazar.
Esta característica fundamental de los sistemas se añade a las otras ventajas típicas de los sistemas de colectores.
La consecuencia directa de la alimentación en paralelo de los distintos puntos de distribución es una presión constante en los grifos, eliminando las fastidiosas variaciones de caudal, típicas de los sistemas en serie, cuando se utilizan varios puntos de consumo simultáneamente.
De esta manera, también la relación de mezcla entre el agua fría y caliente ciertamente es más constante respecto a otros tipos de instalación (en los grifos monomando o en los mezcladores termostáticos).
El suministro de tubo **COBRA-PEX** ya revestido con coquilla corrugada, además de reducir el tiempo de colocación, ofrece la ventaja de instalar una tubería implícitamente protegida contra posibles percances en la obra.
La relación entre el diámetro exterior del tubo y el diámetro interior de la coquilla se calcula de manera que se pueda extraer de la derivación y para poder absorber por deformación las elongaciones de la tubería debidas a la dilatación térmica.
Estos sistemas se utilizan principalmente en las instalaciones de fontanería aún siendo idóneos también para las instalaciones de calefacción o climatización en general, naturalmente cuando se disponen de cuerpos calefactores.
Para que la extracción y la introducción del tubo pueda efectuarse con cierta sencillez, también en estos casos es preciso respetar algunas reglas simples de instalación que son las mismas que se deben aplicar en las instalaciones de agua sanitaria:

- evitar radios de curvatura demasiado estrechos;
- dejar espacio suficiente en los extremos de la derivación para poder extraer e introducir sucesivamente el tubo;
- cementar adecuadamente la coquilla en los puntos de curvatura donde, al introducir un tubo nuevo, se verifica el máximo esfuerzo.

Para una ejecución perfecta de estos tipos de instalación, están disponibles todos los accesorios necesarios, específicamente estudiados para garantizar la máxima facilidad y rapidez de colocación.
Hemos descrito ya el tubo **COBRA-PEX** extraflexible revestido con coquilla de plástico.
Al mismo se añaden otros tres componentes fundamentales: la protección de plástico por empotrar (Art. 1490 - Figura 29), la abrazadera doble seccionable (Art. 1491 - Figura 30) y la curva con brida a 105° (Art. 1428 - Figura 31) .
La función de la abrazadera es sostener la protección a empotrar, regular la profundidad de empotrado y fijar los racores de salida con una distancia entre ejes compatible con la grifería de agua sanitaria en comercio.

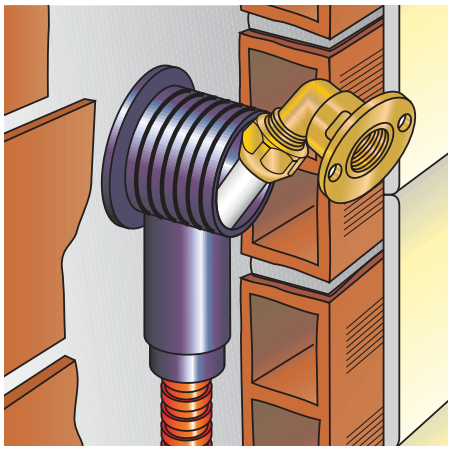


Figura 29

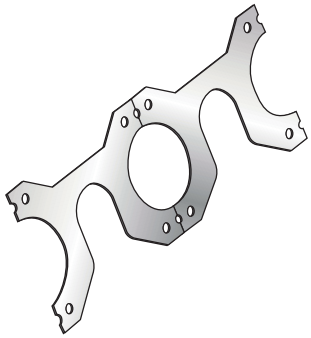


Figura 30

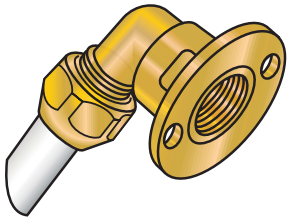


Figura 31

8.1. Introducción

Tras haber considerado el uso del tubo de polietileno **COBRA-PEX** en las instalaciones de fontanería, en este capítulo describiremos las aplicaciones en las instalaciones de climatización en edificios civiles.
En esta sección no presentaremos ningún ejemplo de cálculo como hicimos para las instalaciones de fontanería. Dado que las instalaciones de climatización son muy diferentes entre ellas y cada sistema presenta características de dimensionado peculiares sin puntos en común con otras instalaciones; por consiguiente, un ejemplo de cálculo detallado no podría ser presentado sintéticamente.
Considerando que el objetivo de esta publicación no es transformarse en un manual de cálculo de las instalaciones, presentaremos a continuación sólo las consideraciones técnico-prácticas necesarias y más importantes para el uso de las tuberías multicapa respecto a otros productos de uso tradicional.
En el ámbito de los países europeos, se distinguen cuatro grandes tipos de instalaciones que pueden realizarse con los tubos **COBRA-PEX**: los sistemas de paneles radiantes, las instalaciones de colectores, las instalaciones monotubulares y los sistemas con ventiladores-convectores de 2 ó 4 tubos, con o sin aire primario.
En cada categoría se distinguen otras diferencias, por ejemplo, los sistemas de paneles radiantes pueden ser de suelo, de techo, de pared, etc.
Las características generales son válidas también para todas las subcategorías; sintetizando se podría decir que las características de uso de estos tubos son válidas para todos los sistemas denominados "de distribución horizontal", donde representan una alternativa válida a las tuberías metálicas o compuestas.

8.2. Instalaciones de distribución horizontal

Estos tipos de instalaciones se caracterizan por un desarrollo preponderante de las tuberías en el suelo.
Excluyendo los paneles radiantes con características técnicas muy específicas, se puede afirmar que los sistemas de distribución horizontal se dividen en dos grandes familias: las instalaciones de colectores y las instalaciones monotubulares, con una neta supremacía de las primeras en el mercado italiano.
En las instalaciones de colectores, la conexión en paralelo de todas las derivaciones que salen o llegan a un cuerpo calefactor se realizan en un nodo de distribución único (el colector), mientras que los sistemas monotubulares se caracterizan por anillos de distribución en los que los radiadores se conectan en serie.
Sin volver a proponer el debate de cuál es el sistema mejor (el mercado ha decidido a favor del sistema de colectores), es importante observar que, por efecto del tipo diferente de instalación, los sistemas de colectores se caracterizan por una mayor difusión de la red de distribución en el suelo.

Estas derivaciones están formadas por tubos de pequeño diámetro que se alojan sin problemas en las superficies de colocación normales, sin embargo, en algunos casos, se producen interferencias entre esta red y la de otros sistemas (como por ejemplo vainas eléctricas o tuberías de descarga de las aguas grises, etc.).
En estos casos, los tubos que forman cada una de las derivaciones deben superar necesariamente los obstáculos como se esquematiza en la Figura 32.

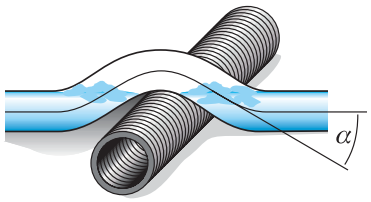


Figura 32

Otras veces, en las reformas limitadas donde no se contempla la reconstrucción de los pisos, o para las obras con vínculos particulares, algunas derivaciones podrían instalarse en el rodapié con el problema inevitable de los umbrales, puertas u otros obstáculos similares - Figura 33.
En todos estos casos, independientemente del sistema de instalación, puede haber sifones o contrapendientes que, en determinadas condiciones y en presencia de aire en el sistema, pueden bloquear completamente la circulación del agua en la red de distribución.
Esta posibilidad es siempre más probable con el incremento del ángulo de contrapendiente [α] y con la disminución de la velocidad de circulación del agua en el interior de la tubería.
La Tabla XII, calculada para las características de los tubos **COBRA-PEX**, en función del diámetro de la tubería, de la temperatura del fluido y del ángulo de contrapendencia [a], indica todos los valores de velocidad mínima que no hay que superar para evitar una interrupción de la circulación.
En otras palabras, superando los límites de velocidad indicados, una burbuja de aire sería arrastrada y se emulsionaría con el fluido caloportador, para liberarse en otro punto donde se produciría una caída de velocidad.
Como se puede observar en la Figura 30, el fluido arrastraría la burbuja de aire presente en la derivación en la dirección del radiador o hacia el colector.
En ambos casos confluiría en dos puntos donde podrá ser fácilmente evacuada por efecto de la caída de velocidad y de la presencia de órganos automáticos o manuales de purga del aire.
Los valores de velocidad indicados en la Tabla XII son a titulo informativo parte de los parámetros por considerar en el cálculo de las redes de distribución horizontal; pero considerando que en este manual nos limitados a las características de los tubos de polietileno **COBRA-PEX**, para mayores detalles remitimos al lector a los manuales de cálculo específicos.

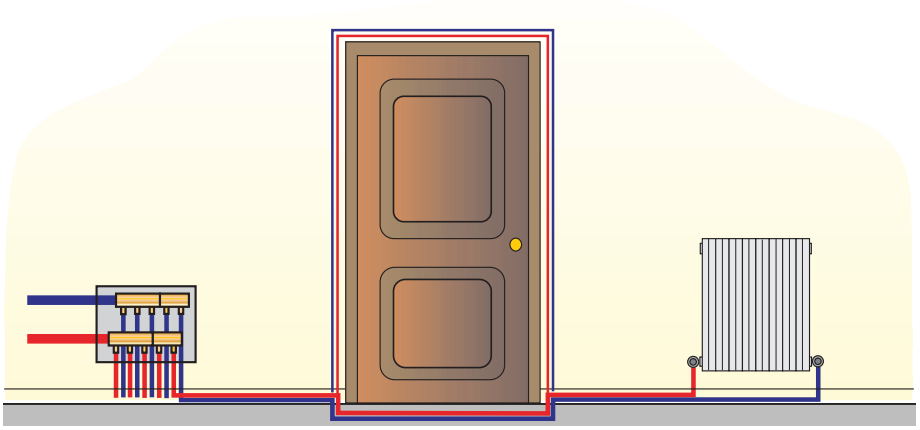


Figura 33

	ÁNGULO DE CONTRAPENDENCIA [A]									
	15°		30°		45°		60°		90°	
Ø INT. [MM]/ T	15 °C	80 °C	15 °C	80 °C	15 °C	80 °C	15 °C	80 °C	15 °C	80 °C
Ø 10	0,10	0,15	0,11	0,20	0,12	0,22	0,15	0,25	0,18	0,30
Ø 12	0,11	0,18	0,12	0,23	0,14	0,25	0,17	0,30	0,20	0,35
Ø 14	0,12	0,25	0,15	0,30	0,18	0,35	0,20	0,40	0,25	0,45
Ø 16	0,15	0,30	0,20	0,35	0,22	0,40	0,25	0,45	0,30	0,50
Ø 20	0,20	0,35	0,25	0,45	0,30	0,50	0,35	0,60	0,40	0,70
	Velocidad del agua [m/s]									

Tabla XII

8.3. Instalaciones de colectores

Pasaron tres décadas desde la instalación de los primeros sistemas de colectores y durante estos años se analizaron y optimizaron detenidamente todos los aspectos técnicos y prácticos de estas instalaciones.
Tradicionalmente estas instalaciones se siguen construyendo con tuberías de tipo metálico, sobre todo de cobre, y se pierden todas las ventajas que podrían derivar del uso de tubos de polietileno reticulado como el **COBRA-PEX**. Más allá de las consideraciones económicas debidas al menor tiempo de colocación, a las soluciones particulares como las instalaciones extraíbles, los tubos PE-X poseen características muy importantes también en los sistemas de climatización.
Todos estos datos se describieron ampliamente en las páginas anteriores, aunque es importante recordar sus características de fonoabsorbencia (no transmisión de los ruidos), resistencia dieléctrica, ligereza, menor rugosidad de la superficie interna y fiabilidad. Los tubos de polietileno reticulado de alta densidad son también los únicos que permiten la realización de instalaciones denominadas "extraíbles" descritas en la página 23.
Esto vale para los sistemas de distribución del agua sanitaria y también para las redes de distribución de colectores en las instalaciones de bienestar: la tecnología y los componentes son exactamente los mismos.
Como para las instalaciones de fontanería, es importante definir también para los sistemas de colectores los límites de uso de los tubos **COBRA-PEX** y de los racores correspondientes.
Usando el diagrama de las pérdidas de carga presente en el apéndice, se pueden determinar fácilmente los límites máximos de caudal admitidos para cada tubo y, considerando el salto térmico de proyecto, definir también la potencia térmica máxima que cada tubería (o derivación) estará en condiciones de afrontar.
Por ejemplo, con los parámetros de cálculo usados en estas instalaciones (Δtn = 15 °C – Vmax = 0,6 ÷ 0,8 m/s o con un valor que determine el ruido de fondo </ = 30 ÷ 35 dBa), utilizando el tubo ø 15 x 2,5 mm, se podrían satisfacer todas las necesidades térmicas de las instalaciones de calefacción de uso civil más comunes.
Con la altura de elevación desarrollada por la bomba de una caldera mural se puede alimentar un cuerpo calefactor de 3500 Watt a una distancia (ida + vuelta en m.eq.) de aproximadamente 15 metros equivalentes desde el colector.
Esto significa que se puede estandarizar completamente una parte importante de los componentes de la obra (tubos, racores y válvulas) con la consiguiente reducción de los tiempos muertos y una colocación más rápida.

8.3.1. Racores

Una de las características fundamentales de las instalaciones de climatización con distribución por colectores, es que las derivaciones desde y hacia los cuerpos calefactores, que por lo general se alojan debajo del piso, están realizadas con un tramo de tubo único sin ninguna unión intermedia.
En las extremidades de estas derivaciones se encuentran el colector y los órganos de registro y de cierre situados en los cuerpos calefactores (válvula y detentor).
Por consiguiente, las uniones entre el tubo y estos componentes son visibles e inspeccionables en cualquier momento.
Se pueden utilizar racores/adaptadores a compresión mecánica con tuerca de torsión - particular [A] y [B].
Se utilizarán los racores adaptadores [A] en el caso de colectores con derivaciones laterales de unión macho, y también para la conexión de las válvulas y detentores.
En cambio, si se utilizan colectores con derivación lateral hembra, habrá que utilizar un racor de niple recto macho (Art. 1400) - Particular [B].

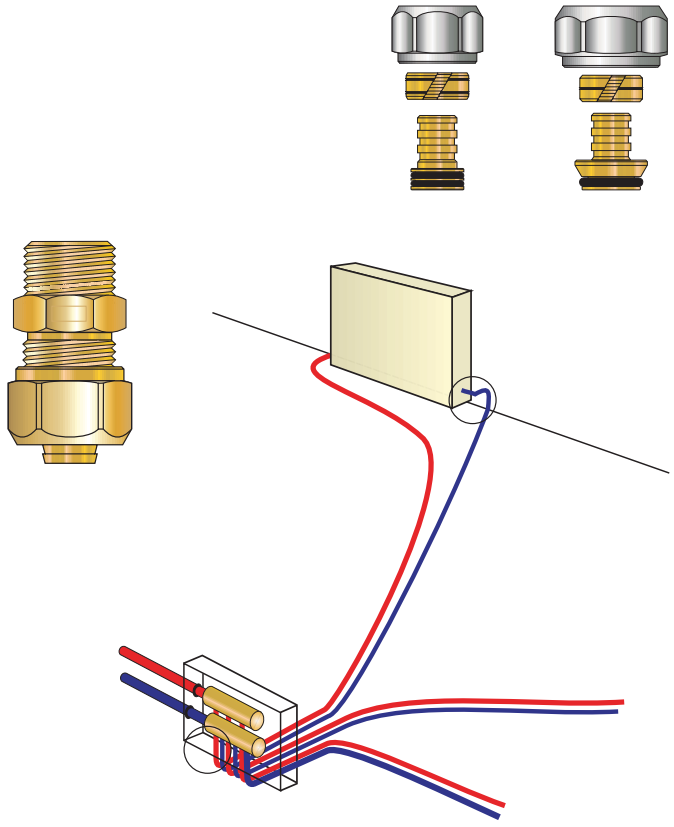


Figura 34

8.4 - Instalaciones monotubulares

Las instalaciones de colectores se complementan con otro tipo de instalación, caracterizada por la alimentación en serie de los cuerpos calefactores, realizada a través de un anillo de distribución colocado en el suelo (pocas veces en el rodapié) alojado generalmente en las superficies de colocación (Figura 35).
Este sistema, conocido como instalación monotubular, se utilizó ampliamente en pasado y actualmente está bastante difundido en algunos países.
Contrariamente al sistema de colectores donde cada derivación está dimensionada para el caudal que necesita un solo cuerpo calefactor, en las instalaciones monotubulares el anillo de distribución se calcula sobre la base de la sumatoria de los caudales que utilizan los radiadores alimentados por dicho anillo.
Por consiguiente, el diámetro de las tuberías utilizadas en estos sistemas es mayor y puede llegar a ø 20 x 2 mm.
No es conveniente superar este diámetro por dos motivos:

- para los tubos de diámetro mayor es difícil realizar la conexión con las válvulas monotubulares tanto por el tipo de corte del racor como por la distancia entre ejes de las dos uniones de la válvula,
- si un anillo monotubular presenta un caudal que requiere un diámetro mayor al ø 20, significa que en el mismo están conectados numerosos cuerpos calefactores o radiadores de gran potencialidad. En ambos casos, considerando que el monotubo presenta una temperatura decreciente para la alimentación de los cuerpos calefactores, es buena práctica subdividir la distribución en dos o más anillos, zonificados en áreas de utilización homogéneas (por ejemplo, en una vivienda: zona de estar y zona de dormir).

8.4.1 - Racores

Análogamente a lo descrito en el § 8.3.1, en las instalaciones monotubulares los distintos tramos de la red de distribución horizontal que unen un cuerpo calefactor con el siguiente se realizan en un ramal único sin interrupción.
Aquí también los únicos puntos de unión están representados por los dos extremos que llegan normalmente a las válvulas monotubulares colocadas en los radiadores y en el punto de bifurcación desde la caldera o hacia un colector.
De todas formas estos racores se instalan a la vista y pueden ser inspeccionados; se pueden utilizar racores/adaptadores a compresión mecánica [A] en las válvulas y racores de niple recto macho [B] en los terminales del anillo de distribución.

8.5 - Instalaciones de paneles radiantes

Con la confirmación en el mercado de las tuberías de plástico, las instalaciones de paneles radiantes han recibido un nuevo impulso y desarrollo tecnológico.
En el pasado, estos sistemas habían creado dudas debido a la tecnología empleada en aquella época; hoy día se presentan actualizados con las modernas técnicas de instalación y proponen soluciones válidas para la calefacción y recientemente también para la refrigeración de los locales.
No es nuestra intención considerar el dimensionado de estos sistemas; como se ha indicado anteriormente, el objetivo de este manual es el de suministrar el mayor número de indicaciones útiles posibles para el uso correcto de las tuberías **COBRA-PEX** y de los racores y accesorios correspondientes.
Actualmente casi todas las instalaciones de paneles radiantes se realizan con tubos de plástico.
Esta tubería ha introducido la técnica de colocación del panel en “espiral” - Figura 36 que, contrariamente al método clásico de “serpentín”, garantiza una temperatura media en el suelo más homogénea.
El tubo es el componente fundamental de estos sistemas y más que cualquier otro componente asume un rol técnico y emocional que transmite “fiabilidad”.
En estos sistemas el tubo es el elemento crítico en el cual el usuario focaliza su atención y sobre el que se basan las argumentaciones sobre la durabilidad de la instalación.
Desde este punto de vista, las tuberías de polietileno reticulado de alta densidad PE-X son lo mejor que se puede utilizar para este tipo de instalaciones.
De la experiencia de los últimos años se confirma que la fiabilidad y el ciclo de vida de los tubos PE-X son comparables, si no mejores, respecto a los otros tipos de tuberías usadas en la construcción.
Junto con este aspecto fundamental, hay otros parámetros importantes para la conveninecia del sistema que dependen del tipo de tubería, entre ellos: la emisión térmica por metro lineal y la facilidad de colocación.
La facilidad de instalación de los tubos **COBRA-PEX** se debe sobre todo a dos características: la ligereza y la extrema maleabilidad. Es evidente que estos factores pueden influir favorablemente sobre los tiempos de la mano de obra; para más detalles relacionados con las características de los tubos se remite a las páginas iniciales. Por lo que concierne a la emisión térmica por metro lineal, los tubos **COBRA-PEX** se caracterizan por un valor de 0,35 W/m°K; valor menos elevado del valor típico de una tubería metálica.
Esto no significa que automáticamente una instalación de paneles radiantes con tubos metálicos presente una emisión térmica mayor respecto a otros tubos.
El parámetro de mayor incidencia en la emisión térmica de un panel es la temperatura media superficial de la estructura que integra el panel (casi siempre el suelo, a veces la pared y pocas veces el techo).

Puesto que en los casos más comunes de paneles radiantes instalados en el suelo, esta temperatura no puede superar límites fisiológicos precisos, el hecho de que se utilice un cierto tipo de tubo más que otro, no repercute en el bienestar percibido por el

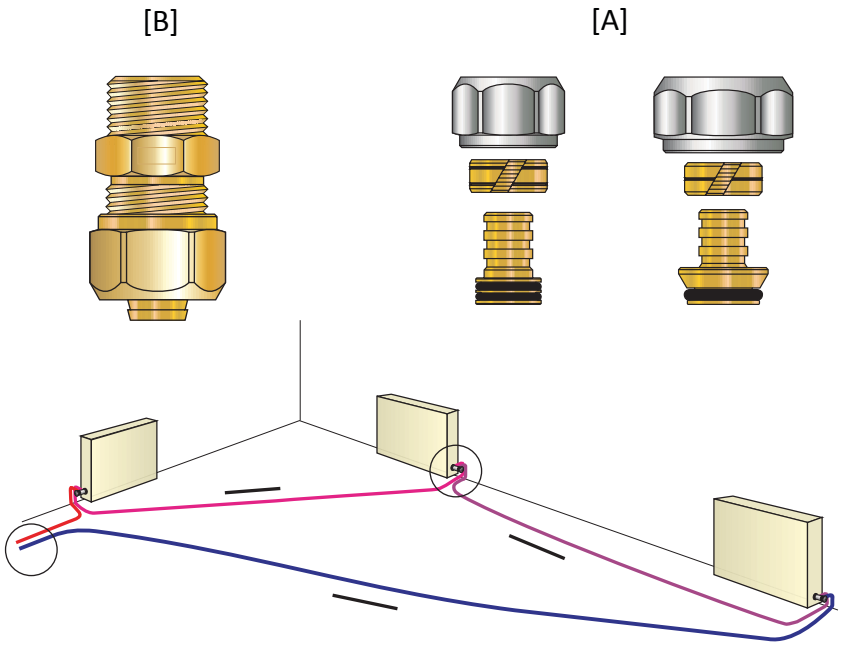


Figura 35

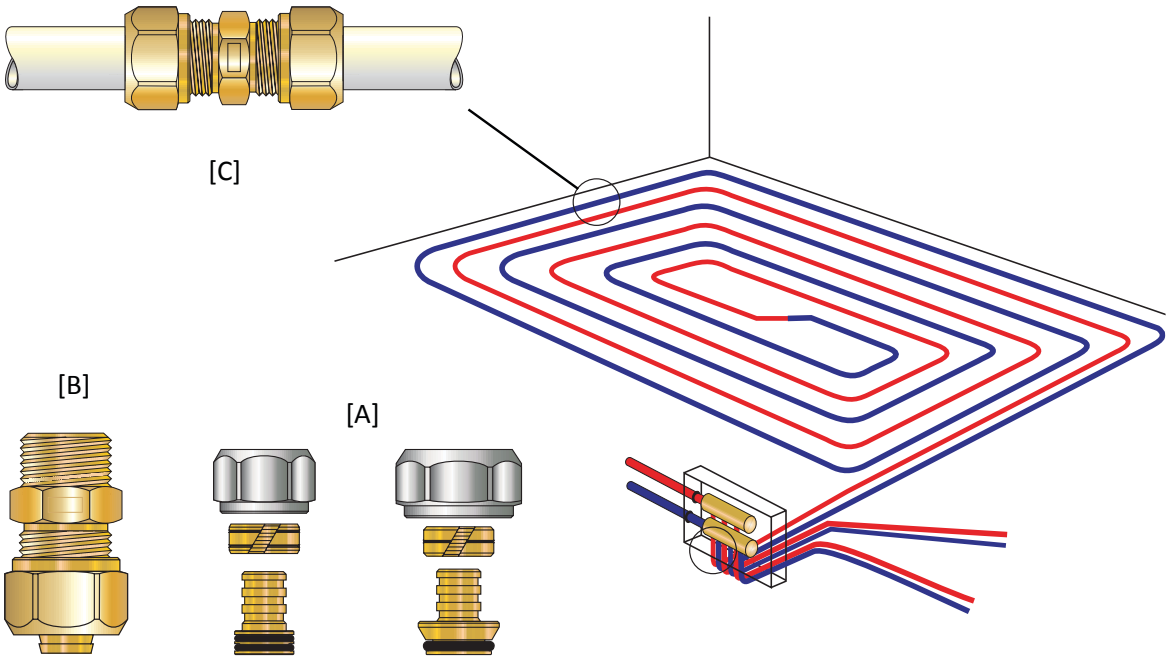


Figura 36

usuario; la misma norma europea para calcular las instalaciones de paneles radiantes (EN 1264) indica en 100 W/m2 el valor límite de emisión térmica en la zona ocupada.

8.5.1. Racores

Los paneles radiantes **COBRA-PEX** están realizados sin solución de continuidad, así como los tubos plásticos de mayor uso.
Por consiguiente, como se ilustra en la Figura 36, los únicos dos puntos que necesitan un racor de unión son los dos extremos del panel en el colector de distribución.
Visto que generalmente los colectores y racores se alojan en una caja de inspección idónea, se utilizan habitualmente los racores/adaptadores como los que se detallan en la Figura 36 con las letras [A] y [B].
El tipo utilizado depende del colector instalado.
Podría ser que, por un motivo cualquiera, por ejemplo, un percance en la obra, fuera necesario intervenir con una unión intermedia debajo del piso.
En estos casos, visto que el racor se sumergirá inevitablemente en el estrato de fondo del piso, se recomienda realizar una colocación esmerada, seguida por una prueba en caliente, y se recomienda también evidenciar visiblemente el punto de instalación del racor [C].

8.6. Instalaciones con ventiladores-convectores

Estas instalaciones, de uso corriente en edificios no estrictamente residenciales (oficinas, hospitales, tiendas, etc.) están destinadas generalmente a la calefacción y refrigeración de los locales.
Si el ventilador-convector está equipado con una sola batería de intercambio térmico, la red de distribución es tradicional y hará circular agua caliente o refrigerada cada vez que cambia la estación.
Si el ventilador-convector incorpora una batería doble, la red de distribución es doble; una dedicada a la conducción del agua caliente y la otra del agua refrigerada.
Esto significa que en algunos edificios, sobre todo los que presentan amplias superficies acristaladas, en las estaciones intermedias algunos locales pueden estar calefactados y otros refrigerados. Estas redes de distribución pueden realizarse esencialemente de dos maneras: según el sistema clásico de las columnas ascendentes o por medio de una red horizontal que confluye en uno o más colectores.
Con las debidas distinciones técnicas, son válidas las consideraciones y el esquema del § 8.3 de las instalaciones de colectores.
Más allá de la diferencia del cuerpo calefactor, se trata del mismo tipo de instalación.
Las diferencias técnicas a considerar se refieren a que, al tener que prever también la refrigeración en verano y al ser estos ventiladores-convectores cuerpos calefactores dinámicos a convección, el salto térmico [Δtn] nominal de proyecto es mucho menor respecto al de las instalaciones de radiadores corrientes.
Por consiguiente los caudales de cada derivación serán mayores y los diámetros usados normalmente en estos sistemas son el ø 16 x 2,2 mm, el ø 18 x 2,5 mm y a veces también ø 20 x 2 mm.
Considerando el alcance de los caudales para cada derivación, en estas instalaciones y en los paneles radiantes, son frecuentes los colectores de ø 1.1/4”; en el ventilador-convector se incorporan también uniones de ø 1/2” o ø 3/4” de acuerdo con el tamaño del aparato.
Existen colectores ø 1.1/4” con racores laterales macho ø 3/4” Eurocono; en este caso se utilizan los racores adaptadores [A].
Para los colectores con racores laterales ø 1/2” hembra es conveniente utilizar los racores tipo [B].

8.7. Consideraciones finales

En este capítulo se analizaron brevemente algunas características generales de las instalaciones de climatización más comunes presentes en el mercado.
Cada vez que se hizo mención a la rapidez de colocación y a la facilidad de instalación de los tubos **COBRA-PEX**, con exclusión las instalaciones de paneles radiantes naturalmente, y de las instalaciones extraíbles, queda entendido que se trata de tuberías de polietileno reticulado de alta densidad, disponibles con la coquilla aislante idónea para un completo aislamiento en el respeto de las disposiciones de ley.

DIAGRAMA PÉRDIDAS DE CARGA – TUBOS COBRA-PEX – AGUA 80°C

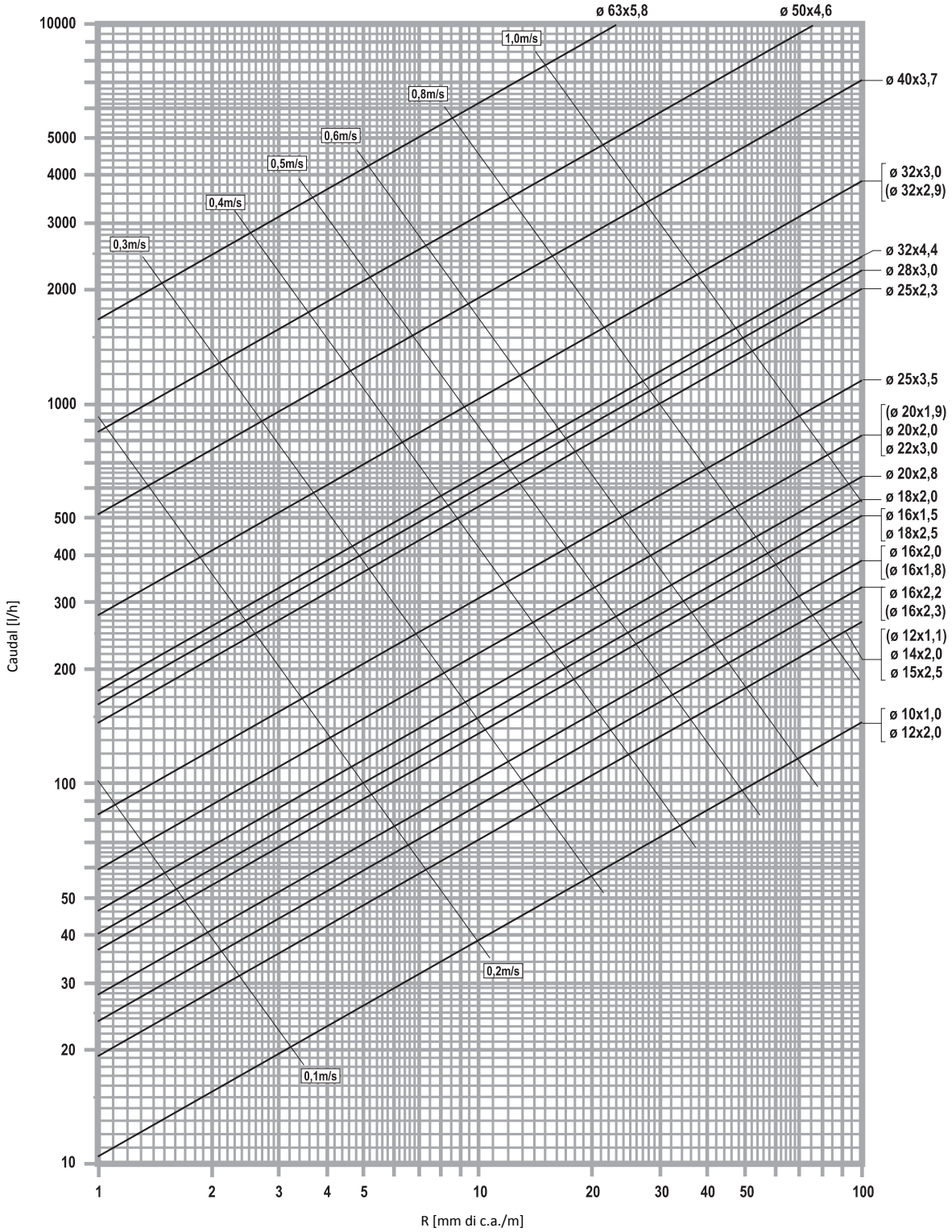


DIAGRAMA PÉRDIDAS DE CARGA – TUBOS COBRA-PEX – AGUA 80°C

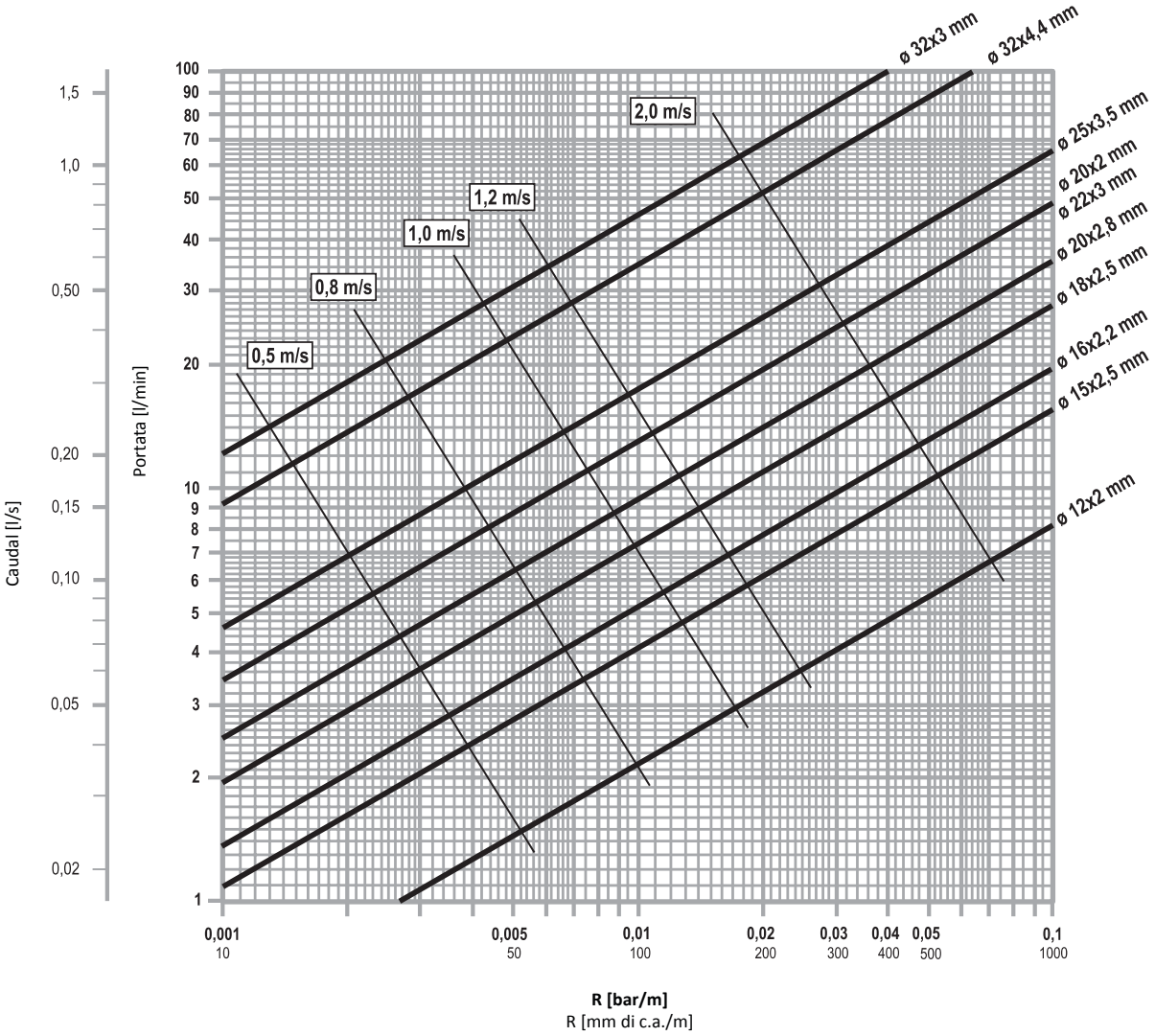
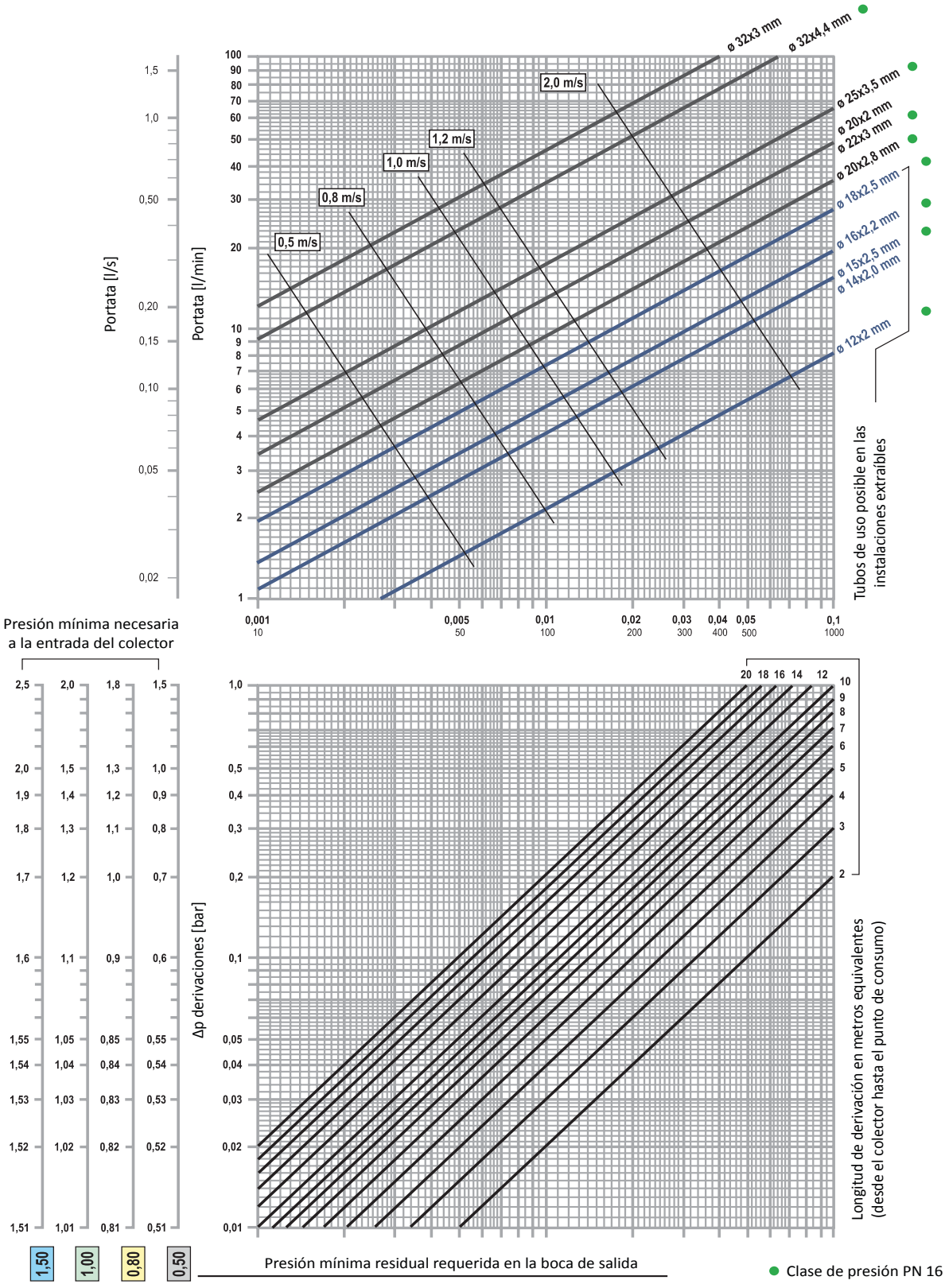


TABLA DE CÁLCULO RÁPIDO DE LAS PRESIONES MÍNIMAS A LA ENTRADA DEL COLECTOR

TIPO DE PUNTO DE CONSUMO	CAUDAL [L/S]	TUBO Ø	PÉRDIDAS DE CARGA [BAR/M]	V [M/S]	LONGITUD DERIVACIÓN [M]									PRESIÓN RESIDUAL
					2	4	6	8	10	12	14	16	18	
Lavabo Bidé Inodoro con depósito	0,10	15 X 2,5	0,019	1,2	0,54	0,58	0,61	0,65	0,70	0,73	0,77	0,80	0,84	0,5
Lavavajillas Lavadora Fregadero	0,15	16 X 2,2	0,026	1,4	0,55	0,60	0,66	0,71	0,76	0,81	0,86	0,92	0,97	0,5
		18 X 2,5	0,014	1,2	0,53	0,56	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75	
		20 X 2,8	0,009	0,9	0,52	0,54	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,66	
Bañera Ducha	0,20	18 X 2,5	0,023	1,5	0,55	0,59	0,64	0,68	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,5
		20 X 2,8	0,015	1,2	0,53	0,56	0,59	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	
Caudalímetro	1,50	32 X 4,4	0,052	3,5	1,60	1,71	1,81	1,92	2,02	2,12	2,23	2,33	2,44	1,5

Tabla XIII

CÁLCULO DE LA PRESIÓN MÍNIMA NECESARIA A LA ENTRADA DEL COLECTOR DE DISTRIBUCIÓN - TUBOS COBRA-PEX



9. Unidad de medida

TEMPERATURA

°C	°F	°K
0	32	273,15
10	50	283,15
20	68	293,15
30	86	303,15
40	104	313,15
50	122	323,15
60	140	333,15
70	158	343,15
80	176	353,15
90	194	363,15
100	212	373,15
110	230	383,15
120	248	393,15

PRESIÓN

BAR	PSI
0	0,0
1	14,5
2	29,0
3	43,5
4	58,0
5	72,5
6	87,0
7	101,5
8	116,0
9	130,5
10	145,0

LA GAMA

ART. 1400
Racor recto macho

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
	140 0139	12 x 3/8"	2,0	10/250
	140 0121	12 x 1/2"	2,0	10/250
	140 0170	15 x 3/8"	2,5	10/250
	140 0010	15 x 1/2"	2,5	10/250
	140 0071	15 x 3/4"	2,5	5/150
▪	140 0226	16 x 3/8"	2,0	10/250
	140 0002	16 x 1/2"	2,0	10/250
	140 0068	16 x 3/4"	2,0	5/150
	140 0003	18 x 1/2"	2,5	10/200
	140 0041	18 x 3/4"	2,5	5/150
	140 0035	20 x 1/2"	2,0	5/150
	140 0014	20 x 3/4"	2,0	5/130
	140 0046	22 x 1/2"	3,0	5/130
	140 0005	22 x 3/4"	3,0	5/120
	140 0025	25 x 3/4"	2,3	5/100
	140 0047	25 x 1"	2,3	5/90
	140 0125	28 x 3/4"	3,0	5/80
	140 0016	28 x 1"	3,0	5/70
	140 0140	32 x 3/4"	2,9 y 3,0	5/60
	140 0012	32 x 1"	2,9 y 3,0	5/50
*	140 0133	32 x 1"1/4	2,9 y 3,0	5/40

▪ Entrega bajo pedido
* Hasta agotar las existencias

ART. 1402
Racor recto hembra

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
	140 0219	12 X 3/8"	2,0	10/250
	140 0132	12 x 1/2"	2,0	10/200
	140 0194	15 x 3/8"	2,5	10/200
	140 0024	15 x 1/2"	2,5	10/200
	140 0103	15 x 3/4"	2,5	5/150
	140 0009	16 x 1/2"	2,0	10/200
	140 0109	16 x 3/4"	2,0	5/150
	140 0011	18 x 1/2"	2,5	10/200
	140 0086	18 x 3/4"	2,5	5/120
	140 0053	20 x 1/2"	2,0	10/150
	140 0056	20 x 3/4"	2,0	5/120
	140 0067	22 x 1/2"	3,0	5/120
	140 0017	22 x 3/4"	3,0	5/120
	140 0202	22 x 1"	3,0	5/80
	140 0073	25 x 3/4"	2,3	5/110
	140 0147	25 x 1"	2,3	5/80
	140 0149	28 x 3/4"	3,0	5/90
	140 0050	28 x 1"	3,0	5/80
*	140 0209	32 x 3/4"	2,9 y 3,0	5/60
	140 0042	32 x 1"	2,9 y 3,0	5/50

* Hasta agotar las existencias

ART. 1401
Racor recto doble

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
	140 0157	12 x 12	2,0	10/200
	140 0061	15 x 15	2,5	10/200
	140 0015	16 x 16	2,0	10/200
	140 0022	18 x 18	2,5	10/150
	140 0043	20 x 20	2,0	5/100
	140 0030	22 x 22	3,0	5/100
	140 0101	25 x 25	2,3	5/70
	140 0072	28 x 28	3,0	5/50
	140 0051	32 x 32	2,9 y 3,0	5/35

ART. 1411
Racor recto doble reducido

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
*	140 0199	22 x 15	3,0/2,5	5/120
	140 0267	22 x 18	3,0/2,5	5/100
*	140 0281	28 x 22	3,0/3,0	5/70

* Hasta agotar las existencias

ART. 1412
Racor codo a 90º doble reducido

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
*	140 0282	22 x 15	3,0/2,5	5/80

* Hasta agotar las existencias

ART. 1403
Racor codo a 90º doble

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
	140 0195	12 x 12	2,0	10/150
	140 0076	15 x 15	2,5	10/150
	140 0021	16 x 16	2,0	10/150
	140 0039	18 x 18	2,5	10/120
	140 0079	20 x 20	2,0	5/80
	140 0057	22 x 22	3,0	5/70
	140 0143	25 x 25	2,3	5/60
	140 0137	28 x 28	3,0	5/40
	140 0116	32 x 32	2,9 y 3,0	5/25

ART. 1404
Racor codo a 90º macho

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
	140 0197	12 x 1/2"	2,0	10/200
	140 0078	15 x 1/2"	2,5	10/200
	140 0155	15 x 3/4"	2,5	5/120
	140 0026	16 x 1/2"	2,0	10/200
	140 0124	16 x 3/4"	2,0	5/130
	140 0052	18 x 1/2"	2,5	10/150
	140 0105	18 x 3/4"	2,5	5/120
	140 0110	20 x 1/2"	2,0	10/120
	140 0059	20 x 3/4"	2,0	5/100
	140 0019	22 x 3/4"	3,0	5/90
	140 0062	25 x 3/4"	2,3	5/90
	140 0093	25 x 1"	2,3	5/70
	140 0129	28 x 1"	3,0	5/60
*	140 0234	32 x 3/4"	2,9 y 3,0	5/35
	140 0098	32 x 1"	2,9 y 3,0	5/35
▪	140 0128	32 x 1"1/4	2,9 y 3,0	5/35

▪ Entrega bajo pedido
* Hasta agotar las existencias

ART. 1405
Racor codo a 90º hembra

Código	Medidas	Espesor	Conf.
140 0177	12 x 1/2"	2,0	10/150
140 0048	15 x 1/2"	2,5	10/150
140 0172	15 x 3/4"	2,5	5/100
140 0006	16 x 1/2"	2,0	10/150
140 0154	16 x 3/4"	2,0	5/100
140 0033	18 x 1/2"	2,5	10/120
140 0112	18 x 3/4"	2,5	5/90
140 0088	20 x 1/2"	2,0	5/100
140 0060	20 x 3/4"	2,0	5/80
140 0135	22 x 1/2"	3,0	5/90
140 0028	22 x 3/4"	3,0	5/80
140 0113	25 x 3/4"	2,3	5/50
1400181	25 x 1"	2,3	5/60
140 0123	28 x 1"	3,0	5/50
140 0142	32 x 1"	2,9 y 3,0	5/35

ART. 1406
Racor codo a 90º hembra con base de 3 orificios

Código	Medidas	Espesor	Conf.
140 0175	12 x 1/2"	2,0	10/100
140 0077	15 x 1/2"	2,5	10/100
140 0023	16 x 1/2"	2,0	10/100
140 0045	18 x 1/2"	2,5	5/80

ART. 1407
Racor en Te

Código	Medidas	Espesor	Conf.
140 0163	12 x 12 x 12	2,0	10/100
140 0049	15 x 15 x 15	2,5	10/100
140 0007	16 x 16 x 16	2,0	10/100
140 0018	18 x 18 x 18	2,5	5/60
140 0075	20 x 20 x 20	2,0	5/50
140 0055	22 x 22 x 22	3,0	5/40
140 0145	25 x 25 x 25	2,3	5/35
140 0104	28 x 28 x 28	3,0	5/25
140 0111	32 x 32 x 32	2,9 y 3,0	5/15

ART. 1408
Racor en Te macho

Código	Medidas	Espesor	Conf.
140 0255	12 x 1/2" x 12	2,0	10/100
140 0188	15 x 1/2" x 15	2,5	10/100
140 0122	16 x 1/2" x 16	2,0	10/100
140 0134	18 x 1/2" x 18	2,5	5/80
140 0203*	20 x 3/4" x 20	2,0	5/60
140 0231	22 x 1/2" x 22	3,0	5/60
140 0058	22 x 3/4" x 22	3,0	5/60
140 0260	25 x 1" x 25	2,3	5/40
140 0171	28 x 1" x 28	3,0	5/30
140 0193	32 x 1" x 32	2,9 y 3,0	5/20

ART. 1409
Racor en Te hembra

Código	Medidas	Espesor	Conf.
140 0221	12 x 1/2" x 12	2,0	10/100
140 0085	15 x 1/2" x 15	2,5	10/100
140 0020	16 x 1/2" x 16	2,0	10/90
140 0037	18 x 1/2" x 18	2,5	5/70
140 0130	20 x 1/2" x 20	2,0	5/60
140 0127	20 x 3/4" x 20	2,0	5/50
140 0141	22 x 1/2" x 22	3,0	5/50
140 0044	22 x 3/4" x 22	3,0	5/40
140 0152	25 x 3/4" x 25	2,3	5/40
140 0183	28 x 3/4" x 28	3,0	5/35
140 0099	28 x 1" x 28	3,0	5/30
140 0222	32 x 3/4" x 32	2,9 y 3,0	5/20
140 0107	32 x 1" x 32	2,9 y 3,0	5/20

ART. 1410
Racor en cruz

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
*	140 0272	15 x 15 x 15 x 15	2,5	5/60
	140 0210	18 x 18 x 18 x 18	2,5	5/60
	140 0230	22 x 22 x 22 x 22	3,0	5/35

* Hasta agotar las existencias

ART. 1133
Racor codo 90° doble tubo cobre/ tubo Pex

Código	Medidas	Conf.
471 0027	22 (Cu)/18 sp. 2,5 (Pex)	5/100
471 0008	22 (Cu)/22 sp. 3,0 (Pex)	5/100

ART. 1415
Tuerca

Código	Medidas	Conf.
140 0286	12	50/700
140 0244	15	50/700
140 0212	16	50/700
140 0246	18	50/500
140 0253	20	50/400
140 0254	22	50/300
140 0257	25	10/200
140 0287	28	10/150
140 0288	32	10/200

ART. 1138
Racor Te tubo cobre/tubo Pex/ tubo cobre

Código	Medidas	Conf.
471 0037	22 (Cu)/18 sp. 2,5 (Pex)/22(Cu)	5/50
471 0025	22 (Cu)/22 sp. 3,0 (Pex)/22(Cu)	5/50

ART. 1416
Ojiva

Código	Medidas	Conf.
140 0289	12	50/2500
140 0106	15	50/2300
140 0159	16	50/2300
140 0236	18	50/1000
140 0204	20	50/1200
140 0185	22	50/1400
140 0225	25	50/800
140 0238	28	50/700
140 0220	32	10/400

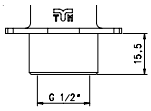
ART. 1450
Racor recto macho tubo Pex para colector de barra con O-ring

Código	Medidas	Conf.
140 0239	16 x 2,0	10/250
140 0248	20 x 2,0	5/150

ART. 1428XL
Racor codo 105° hembra - largo

	Código	Medidas	Espesor	Conf.
*	140 0247	12 x 1/2"	2,0	10/100
	140 0087	16 x 1/2"	2,0	10/100

* Hasta agotar las existencias

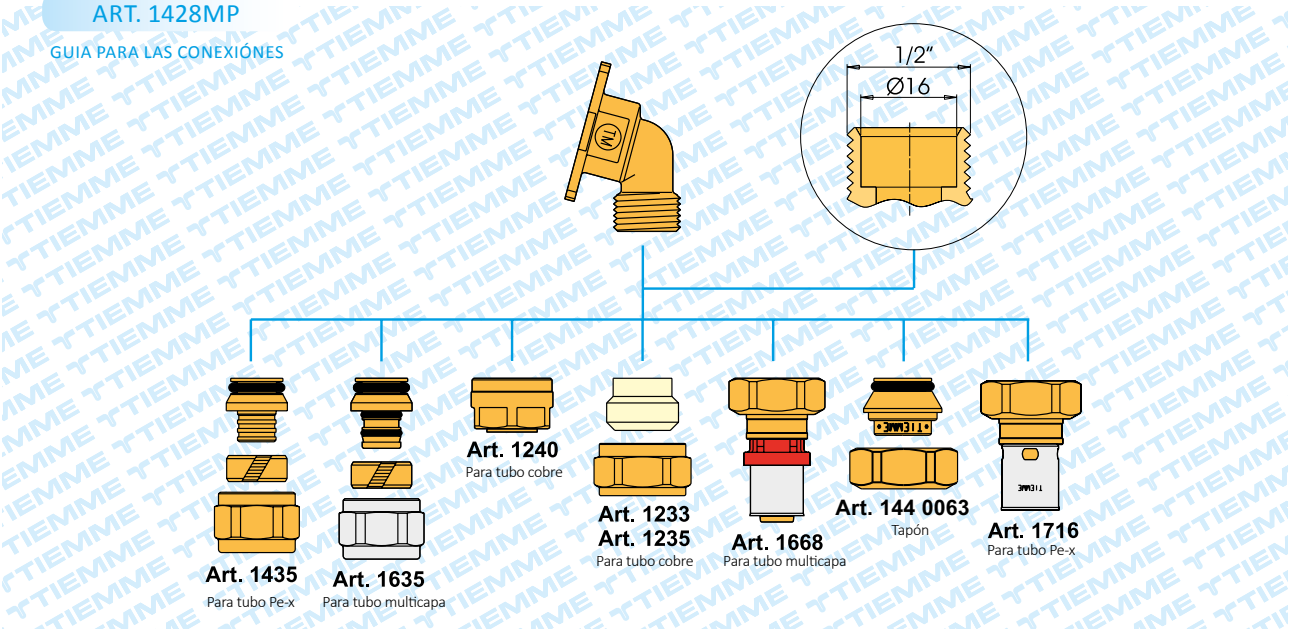


ART. 1428MP
Racor codo 105° hembra
Distancia entre ejes orificios fijación = 34 mm

Código	Medidas	Espesor	Conf.
140 0054	12 x 1/2"	2,0	10/120
140 0027	15 x 1/2"	2,5	10/120
140 0001	16 x 1/2"	2,0	10/100
140 0091	18 x 1/2"	2,5	10/100
140 0032	20 x 1/2"	2,0	5/100

ART. 1428MP

GUIA PARA LAS CONEXIÓNES



ART. 1481

Accesorio para Art. 1406

Brida de fijación para racor codo con brida

Código	Medidas	Conf.
147 0005	única	1/100

ART. 1490

Caja plástica divisible per Art. 1428MP

Código	Medidas	Conf.
147 0003	para vaina Ø 23 y Ø 27	1/90

Altura de la caja 55 mm

ART. 1491

Accesorio para Art. 1490-1490P43

Brida doble fraccionable

Código	Medidas	Conf.
147 0004	única	1/150

ART. 1490P43

Accesorio para Art. 1418-1428MP

Caja plástica

Código	Medidas	Conf.
147 0008	para vaina Ø 23	1/100
147 0001	para vaina Ø 27	1/100

Altura de la caja 59 mm

ART. 1505C04

Tubo en cobre cromado para conexión con elementos de radiador

Código	Medidas	Conf.
337 0001	Ø15 x 1/2" L =150 mm	2/60

ART. 1480P

Pieza rígida curva de 90° de plástico para la protección y sujeción del tubo "COBRAPEX" a proximidad de la unión al colector de distribución

Código	Medidas	Conf.
034 0076	10 - 12	50/300
034 0077	14 - 18	25/200
034 0078	20 - 22	25/100
034 0079	25	25/100

ART. 0300B

Tubo de polietileno reticulado y alta densidad - Color *blanco* - En rollos

Código	Medidas	Conf.
030 0015	12 x 2,0	100 m/3000 m
030 0008	15 x 2,5	100 m/3000 m
030 0001	16 x 2,0	100 m/3000 m
030 0012	18 x 2,5	100 m/2700 m
030 0005	20 x 2,0	100 m/1800 m
030 0007	22 x 3,0	100 m/1800 m
030 0013	25 x 2,3	50 m/1350 m
030 0024	28 x 3,0	50 m/750 m
030 0021	32 x 2,9	50 m/750 m

Hasta Ø 20 (bajo pedido), las bobinas están disponibles también con longitudes de 120 a 200m

ART. 0300BB

Tubo de polietileno reticulado y alta densidad - Color *blanco* - En barras

Código	Medidas	Conf.
030 0142	12 x 2,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0144	15 x 2,5	4 m x 10 pz= 40m
030 0147	16 x 2,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0152	18 x 2,5	4 m x 10 pz= 40m
030 0154	20 x 2,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0156	22 x 3,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0157	25 x 2,3	4 m x 10 pz= 40m
030 0159	28 x 3,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0160	32 x 2,9	4 m x 10 pz= 40m

ART. 0300N

Tubo de polietileno reticulado y alta densidad - Color *negro* - En rollos

Código	Medidas	Conf.
030 0037	12 x 2,0	100 m/3000 m
030 0009	15 x 2,5	100 m/3000 m
030 0004	16 x 2,0	100 m/3000 m
030 0003	18 x 2,5	100 m/2700 m
030 0042	20 x 2,0	100 m/1800 m
030 0006	22 x 3,0	100 m/1800 m
030 0072	25 x 2,3	50 m/1350 m
030 0016	28 x 3,0	50 m/750 m
030 0223	32 x 2,9	50 m/750 m

Hasta Ø 20 (bajo pedido), las bobinas están disponibles también con longitudes de 120 a 200m

ART. 0300NB

Tubo de polietileno reticulado y alta densidad - Color *negro* - En barras

Código	Medidas	Conf.
030 0168	12 x 2,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0170	15 x 2,5	4 m x 10 pz= 40m
030 0173	16 x 2,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0178	18 x 2,5	4 m x 10 pz= 40m
030 0180	20 x 2,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0182	22 x 3,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0183	25 x 2,3	4 m x 10 pz= 40m
030 0185	28 x 3,0	4 m x 10 pz= 40m
030 0186	32 x 2,9	4 m x 10 pz= 40m

ART. 0800B

Tubo de alta densidad de polietileno reticulado blanco con vaina corrugada azul. Distribuido en bobinas

Código	Medidas	Ø esterno guaina Ø out sheath	Conf.
080 0017	12 x 2,0	24,5	50 m/1350 m
080 0029	15 x 2,5	24,5	50 m/1350 m
080 0012	15 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0018	15 x 2,5	28	100 m/1200 m
080 0009	16 x 2,0	24,5	50 m/1350 m
080 0019	16 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0022	18 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0030	20 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0055	22 x 3,0	33	50 m/750 m
080 0051	25 x 2,3	33	50 m/750 m

ART. 0810B

Tubo de alta densidad de polietileno reticulado negro con vaina corrugada azul. Distribuido en bobinas

Código	Medidas	Ø esterno guaina Ø out sheath	Conf.
080 0023	15 x 2,5	24,5	50 m/1350 m
080 0026	15 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0057	15 x 2,5	28	100 m/1200m
080 0002	16 x 2,0	24,5	50 m/1350 m
080 0001	16 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0008	18 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0044	20 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0015	22 x 3,0	33	50 m/750 m

ART. 0800R

Tubo de alta densidad de polietileno reticulado blanco con vaina corrugada roja. Distribuido en bobinas

Código	Medidas	Ø esterno guaina Ø out sheath	Conf.
080 0016	12 x 2,0	24,5	50 m/1350 m
080 0035	15 x 2,5	24,5	50 m/1350 m
080 0013	15 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0021	15 x 2,5	28	100 m/1200 m
080 0006	16 x 2,0	24,5	50 m/1350 m
080 0024	16 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0027	18 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0028	20 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0056	22 x 3,0	33	50 m/750 m
080 0054	25 x 2,3	33	50 m/750 m

ART. 0810R

Tubo de alta densidad de polietileno reticulado negro con vaina corrugada roja. Distribuido en bobinas

Código	Medidas	Ø esterno guaina Ø out sheath	Conf.
080 0025	15 x 2,5	24,5	50 m/1350 m
080 0031	15 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0058	15 x 2,5	28	100 m/1200m
080 0004	16 x 2,0	24,5	50 m/1350 m
080 0003	16 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0011	18 x 2,5	28	50 m/1350 m
080 0042	20 x 2,0	28	50 m/1350 m
080 0037	22 x 3,0	33	50 m/750 m

ART. 0900B

Vaina corrugada azul para protección del tubo en la junta de dilatación

Código	Medidas	Conf.
090 0004	L=100 m Ø int.=20 mm	100 m/1000 m
090 0010	L=50 m Ø int.=23 mm	50 m/1000 m
090 0003	L=100 m Ø int.=23 mm	100 m/1000 m
090 0008	L=50 m Ø int.=28 mm	50 m/500 m

ART. 0900R

Vaina corrugada roja para protección del tubo en la junta de dilatación

Código	Medidas	Conf.
090 0005	L=100 m Ø int.=20 mm	100 m/1000 m
090 0001	L=50 m Ø int.=23 mm	50 m/1000 m
090 0002	L=100 m Ø int.=23 mm	100 m/1000 m
090 0007	L=50 m Ø int.=28 mm	50 m/500 m

ART. 2320

Hembra/hembra ISO 228 con mariposa roja

Código	Medidas	Conf.
231 0053	ISO 7 1/4"	25/100
231 0020	ISO 7 3/8"	25/100
231 0010	1/2"	25/100
231 0012	3/4"	20/80
231 0016	1"	10/40

ART. 2321

Macho/hembra ISO 228 con mariposa roja

Código	Medidas	Conf.
231 0052	1/4"	25/100
231 0022	3/8"	25/100
231 0003	1/2"	25/100
231 0006	3/4"	20/80
231 0007	1"	10/40

ART. 2121

Macho/hembra ISO 228 con mariposa roja para colectores y *O-RING*

Código	Medidas	Conf.
212 0003	1/2"	20/80
212 0001	3/4"	10/40
212 0002	1"	7/28
212 0004	1"1/4	6/24

Disponible también con llave azul

ART. 2180

Macho/hembra de escuadra ISO 228 con mariposa roja para colectores y *O-RING*

Código	Medidas	Conf.
212 0008	1/2"	15/60
212 0005	3/4"	10/40
212 0006	1"	5/20

Disponible también con llave azul

ART. 2182

Válvula de escuadra con boquilla y *O-RING*

Código	Medidas	Conf.
	con mariposa azul	
212 0047	1/2"	15/60
212 0039	3/4"	10/40
212 0041	1"	5/20
	con mariposa roja	
212 0046	1/2"	15/60
212 0038	3/4"	10/40
212 0040	1"	5/20

ART. 1912
ART. 1922

Colector "LINEARE" de latón CW617N amarillo y niquelado. Distancia entre ejes *36* mm con salidas 1/2"x16

Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
191 0004	3/4"G	2	1/2" x 16	1/50
191 0002	3/4"G	3	1/2" x 16	1/40
191 0001	3/4"G	4	1/2" x 16	1/30
191 0003	3/4"G	5	1/2" x 16	1/25
191 0020	1"G	2	1/2" x 16	1/40
191 0007	1"G	3	1/2" x 16	1/30
191 0005	1"G	4	1/2" x 16	1/25
191 0011	1"G	5	1/2" x 16	1/20

Disponibles también en versión niquelada

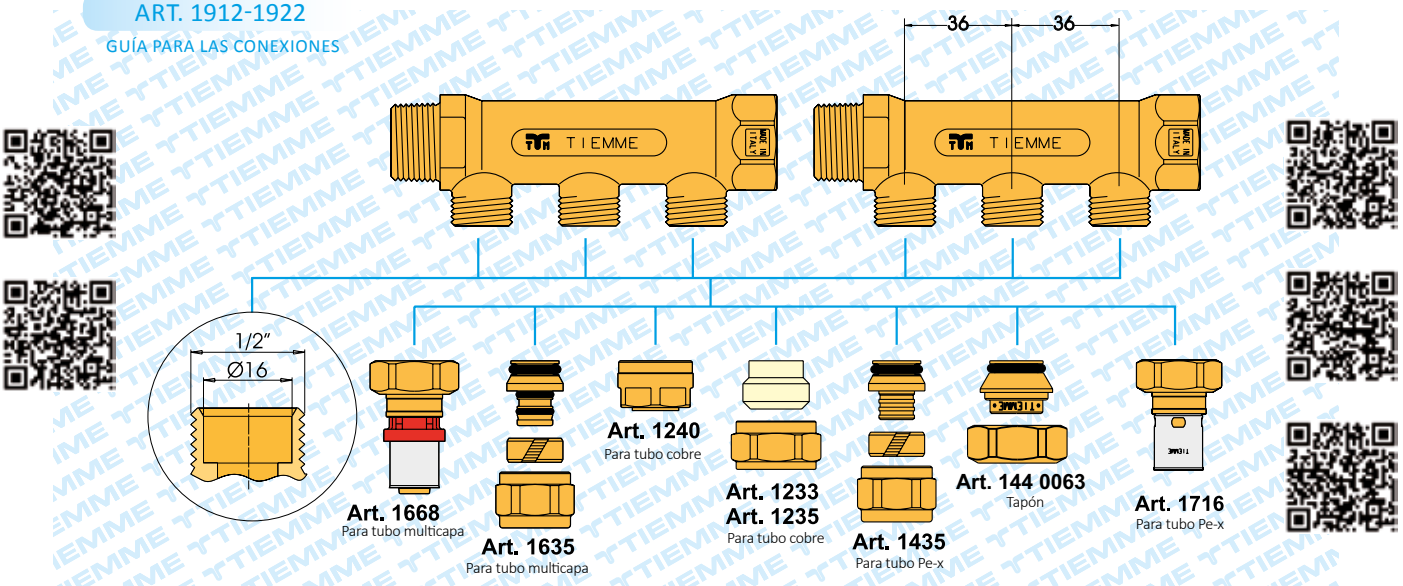
ART. 1912SH
ART. 1922SH

Colectore LINEARE de latón CW617N amarillo con derivaciones 1/2"x15. Distancia entre ejes de *36* mm

Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
191 0065	3/4"G	2	1/2" x 15	1/50
191 0051	3/4"G	3	1/2" x 15	1/40
191 0068	3/4"G	4	1/2" x 15	1/35
191 0066	3/4"G	5	1/2" x 15	1/30
191 0088	1"G	2	1/2" x 15	1/40
191 0089	1"G	3	1/2" x 15	1/30
191 0090	1"G	4	1/2" x 15	1/25

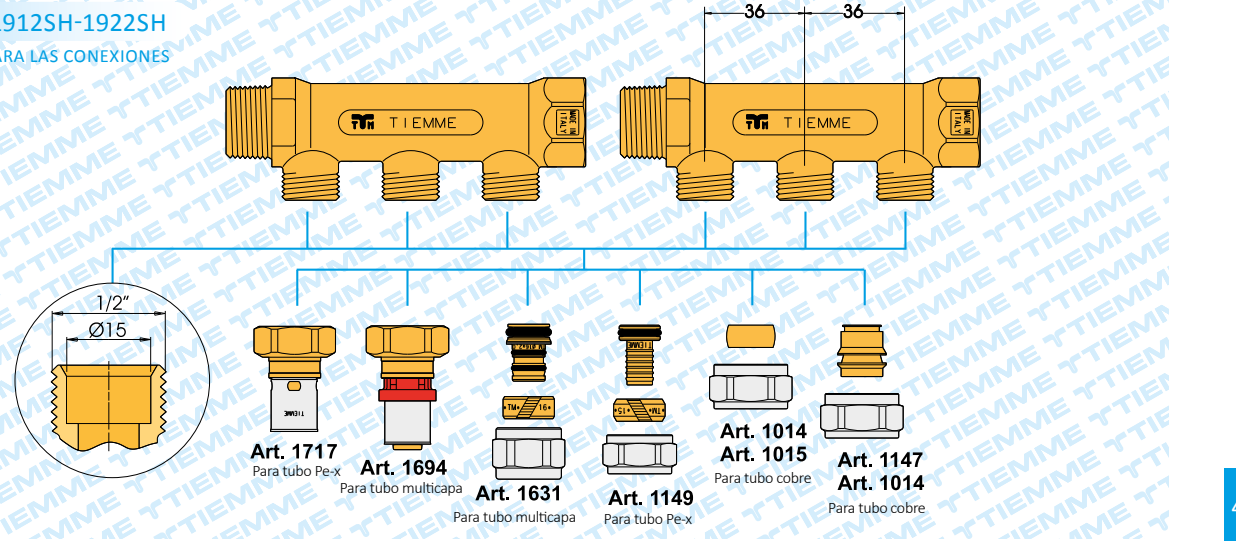
ART. 1912-1922

GUÍA PARA LAS CONEXIONES



ART. 1912SH-1922SH

GUÍA PARA LAS CONEXIONES



ART. 1952
ART. 1962

Colectore LINEARE de latón CW617N amarillo con 2 derivaciones para tubo Pe-x. Distancia entre ejes de *36* mm

	Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
	191 0013	3/4"G	2	15 x 2,5	1/45
▪	xxx xxxx	3/4"G	2	18 x 2,5	1/45
	191 0019	3/4"G	2	16 x 2,0	1/45
	191 0091	1"G	2	15 x 2,5	1/35
	191 0075	1"G	2	16 x 2,0	1/35

▪ Entrega bajo pedido

ART. 1953
ART. 1963

Colectore LINEARE de latón CW617N amarillo con 3 derivaciones para tubo Pe-x. Distancia entre ejes de *36* mm

	Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
	191 0064	3/4"G	3	12 x 2,0	1/35
	191 0006	3/4"G	3	15 x 2,5	1/35
▪	xxx xxxx	3/4"G	3	18 x 2,5	1/45
	191 0010	3/4"G	3	16 x 2,0	1/35
	191 0092	1"G	3	15 x 2,5	1/25
	191 0074	1"G	3	16 x 2,0	1/25

▪ Entrega bajo pedido

ART. 1954
ART. 1964

Colectore LINEARE de latón CW617N amarillo con 4 derivaciones para tubo Pe-x. Distancia entre ejes de *36* mm

	Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
	191 0009	3/4"G	4	15 x 2,5	1/30
▪	xxx xxxx	3/4"G	4	18 x 2,5	1/45
	191 0012	3/4"G	4	16 x 2,0	1/30
	191 0093	1"G	4	15 x 2,5	1/20
	191 0073	1"G	4	16 x 2,0	1/20

▪ Entrega bajo pedido

ART. 1866SH
ART. 1868SH

Colectores con llave de cierre MAXIMA de latón CW617N amarillo con salidas 1/2"x15. Distancia entre ejes 36 mm. Rosca sincronizada con o-ring

Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
186 0036	3/4"G	2	1/2"x15	4/32
186 0035	3/4"G	3	1/2"x15	4/16
186 0027	3/4"G	4	1/2"x15	4/16
186 0038	3/4"G	5	1/2"x15	4/16
186 0040	1"G	2	1/2"x15	4/32
186 0042	1"G	3	1/2"x15	4/16
186 0039	1"G	4	1/2"x15	4/16
186 0033	1"G	5	1/2"x15	4/16

ART. 1866K
ART. 1868K

Colector con llave de cierre "MAXIMA" de latón CW617N cromado. Distancia entre ejes *36* mm con salidas 1/2"x16. Rosca sincronizada con o-ring.

Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
186 0008	3/4"G	2	1/2" x 16	4/32
186 0005	3/4"G	3	1/2" x 16	4/16
186 0004	3/4"G	4	1/2" x 16	4/16
186 0010	3/4"G	5	1/2" x 16	4/16
186 0022	1"G	2	1/2" x 16	4/32
186 0021	1"G	3	1/2" x 16	4/16
186 0020	1"G	4	1/2" x 16	4/16
186 0028	1" G	5	1/2" x 16	4/16

ART. 1822
ART. 1832

Colector “Nino” con válvula de esfera de latón CW617N, amarillo y niquelado. Distancia entre ejes 36 mm con salidas 1/2”x16

Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
182 0002	3/4”G	2	1/2” x 16	4/32
182 0001	3/4”G	3	1/2” x 16	4/16
182 0016	3/4”G	4	1/2” x 16	4/16
182 0006	1”G	2	1/2” x 16	4/32
182 0005	1”G	3	1/2” x 16	4/16

Disponibles también en versión niquelada

ART. 1822SH

Colectores NINO de latón CW617N con válvula de esfera con salidas 1/2”x15. Distancia entre ejes 36 mm

Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
182 0022	3/4”G	2	1/2” x 15	4/32
182 0017	3/4”G	3	1/2” x 15	4/16
182 0020	3/4”G	4	1/2” x 15	4/16

Disponibles también en versión niquelada

ART. 1842

Colectores NINO de latón CW617N con salidas para tubo Pe-x Ø16x2,0. Distancia entre ejes 36 mm

	Código	Medidas	Viá	Conexiones	Conf.
			con mariposa azul		
	182 0082	3/4”G	2	Ø 15 x 2,5	4/32
	182 0050	3/4”G	2	Ø 16 x 2,0	4/32
▪	xxx xxxx	3/4”G	2	Ø 18 x 2,5	4/32
	182 0083	3/4”G	3	Ø 15 x 2,5	4/32
	182 0052	3/4”G	3	Ø 16 x 2,0	4/16
▪	xxx xxxx	3/4”G	3	Ø 18 x 2,5	4/32
	182 0084	3/4”G	4	Ø 15 x 2,5	4/32
	182 0054	3/4”G	4	Ø 16 x 2,0	4/16
▪	xxx xxxx	3/4”G	4	Ø 18 x 2,5	4/32
			con mariposa roja		
	182 0085	3/4”G	2	Ø 15 x 2,5	4/32
	182 0051	3/4”G	2	Ø 16 x 2,0	4/32
▪	xxx xxxx	3/4”G	2	Ø 18 x 2,5	4/32
	182 0086	3/4”G	3	Ø 15 x 2,5	4/32
	182 0053	3/4”G	3	Ø 16 x 2,0	4/16
▪	xxx xxxx	3/4”G	3	Ø 18 x 2,5	4/32
	182 0087	3/4”G	2	Ø 15 x 2,5	4/32
	182 0055	3/4”G	4	Ø 16 x 2,0	4/16
▪	xxx xxxx	3/4”G	4	Ø 18 x 2,5	4/32

▪ Entrega bajo pedido

ART. 1435

Para tubo PE-X

Adaptador para conexión 1/2”x16

Código	Medidas	Conf.
144 0029	12 sp 2,0 - 1/2”	10/350
144 0026	15 sp 2,5 - 1/2”	10/350
144 0009	16 sp 2,0 - 1/2”	10/300

ART. 1435K

Para tubo PE-X

Adaptador cromado para conexión 1/2”x16

Código	Medidas	Conf.
144 0142	12 sp 2,0 - 1/2”	10/350
144 0144	15 sp 2,5 - 1/2”	10/350
144 0022	16 sp 2,0 - 1/2”	10/300

ART. 1149CZ

Adaptadores para tubos PE-X (Set de tuerca cromado, ojiva e inserto para conexiones 1/2”x15)

Código	Medidas	Conf.
113 0269	12 x 2,0 - Rif Ø 15	10/400
113 0270	15 x 2,5 - Rif Ø 15	10/350
113 0271	18 x 2,5 - Rif Ø 18	10/300

ART. 1149CCZ

Adaptadores para tubos PE-X (Set de tuerca cromado, ojiva e inserto para conexiones 1/2”x15)

Código	Medidas	Conf.
113 0035	12 x 2,0 - Rif Ø 15	10/400
113 0001	15 x 2,5 - Rif Ø 15	10/350
113 0098	18 x 2,5 - Rif Ø 18	10/300

ART. 1810
Caja universal

Código	Medidas	Conf.
181 0014	300 x 250 x 80	1/10
181 0008	400 x 250 x 80	1/10

Soportes: art. 1807-1808-1809

ART. 1870
Kit de fijaciones para colectores de estampación "LINEARE", "MAXIMA", "NINO" y "VERTI"

Código	Medidas	Conf.
181 0109	3/4"	1/25
181 0108	1"	1/25

ART. 1807
Soportes para colectores "NINO", "MAXIMA", "LINEARE" y "VERTI" para caja art. 1810-1920-1930

Código	Medidas	Conf.
181 0022	3/4" - 1"	1/10

ART. 1877SKIT
Kit de fijaciones para colectores de estampación "LINEARE", "MAXIMA", "VERTI" y "NINO"

Código	Medidas	Conf.
181 0100	3/4"	1/5
181 0101	1"	1/5

ART. 1812
Caja universal

Código	Medidas	Conf.
181 0129	320 x 280 x 80	1/5
181 0130	420 x 300 x 80	1/5
181 0131	520 x 320 x 80	1/5

ART. 1910P
Caja universal "Jolly" para colectores "NINO", "LINEARE", "TOTEM", "COMPLANARE", "JET", "COMPATTO", "VERTI"

Código	Medidas	Conf.
181 0017	400 x 240 x 80	1/19
181 0018	500 x 240 x 80	1/14
181 0021	600 x 240 x 80	1/12

TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME

TIEMME RACCORDERIE S.p.A. - Via Cavallera, n. 6/A- 25045 Castegnato (BS)- Italy- Tel. +39 030 2142211- Fax +39 030 2142206
Customer Service Fax +39 030 2142254- customerservice@tiemme.com

info@tiemme.com www.tiemme.com

TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME TIEMME