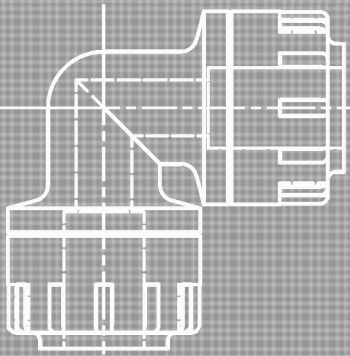




Standard Hidráulica

Connect and Control



SISTEMA POLIBUTILENO

Sistema de tubo y accesorios
para fontanería y calefacción

PolyPlumb

www.standardhidraulica.com

STANDARD HIDRAULICA, S.A.U.

Avda. Ferrería 73-75 – Polígono Industrial La Ferrería

08110 - Montcada i Reixac (Barcelona)

Tel. 93 564 10 94 Fax. 93 564 37 03

info@sth.com

ÍNDICE

Introducción a las materias plásticas	3
La historia del polibutileno (PB)	
Los termoplásticos	
Diferencias de los distintos termoplásticos	
Sistema PB - Polyplumb	
Ventajas del sistema PB - Polyplumb	
Consideraciones medio ambientales	
El tubo Polyplumb	15
La tubería PB de Polyplumb	
Materiales	
Características dimensionales	
Características mecánicas	
Identificación	
Combustibilidad	
El sistema de unión	28
Generalidades	
Descripción de los componentes	
Método de unión	
Desmontaje del accesorio	
Pruebas de estanqueidad	
Pérdida de carga	32
Pérdida de carga	
Normativa	33
Temperatura y presión	
Campo de aplicación	
Clasificación de las condiciones de servicio	
Método de cálculo para el dimensionado	
Instalaciones	35
Áreas de aplicación	
Instalaciones de calefacción	
Tubo con barrera de oxígeno	
Instalaciones empotradas	
Conexión a calderas	
Recomendación en instalaciones	
Control de calidad para el sistema de PB	47
Certificado AENOR para los tubos	
Certificado AENOR para las piezas	
Certificado AENOR para el sistema completo	
Anexos	49
Garantía	
Certificaciones	
Tablas y diagramas	
Resistencia química	

Introducción a las materias plásticas

La historia del polibutileno (PB)

1954: Se sintetiza el polibutileno por primera vez, un año más tarde que el polipropileno.

1964: Se pone en marcha la primera planta de PB en Alemania.

1968: Se construye una planta en Lousiana (USA).

1977: Shell Chemicals USA, adquiere el negocio PB-1.

1998: La gestión de los productos se pone en manos de la filial Montell Polyolefins.

2000: Montell Polyolefins se fusiona con Targor y Elenac para crear Basell Polyolefins.

2000: Basell abre una nueva planta en Ferrara (Italia).

2003: Nueva planta en Moerdijk (Países Bajos).

En definitiva, toda la producción de esta materia prima se ha llegado a trasladar a Europa.



El polibutileno es un material que se descubrió hace más de 50 años. Su introducción para aplicaciones de tuberías de presión comenzó a mediados de los años 60. Desde entonces un programa continuo de investigación y desarrollo ha dado como resultado la optimización de las características del material y la mejora de la técnica de fabricación, además de sofisticados diseños de los componentes para los sistemas de tuberías. Los sistemas de tuberías fabricados en polibutileno demuestran un rendimiento excepcional en una amplia variedad de aplicaciones difíciles a largo plazo y se han transformado en una parte esencial de la tecnología de construcción moderna energéticamente eficiente y ecológicamente aceptable, dando como resultado un índice de crecimiento espectacular de la producción en los últimos años.

Los sistemas de tuberías de polibutileno llevan utilizándose con éxito en Europa en instalaciones de tuberías casi 40 años. Las instalaciones de calefacciones por distritos y bajo el suelo que se llevaron a cabo en Austria y Alemania a principios de la década de los años 70 siguen funcionando en la actualidad sin problemas.

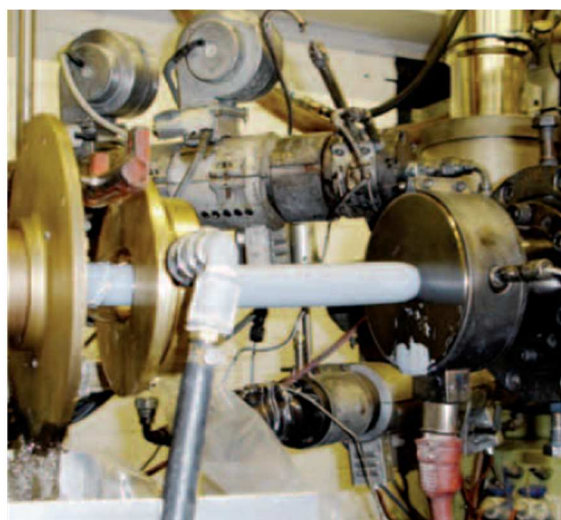
Hasta la fecha, quizá el éxito más notable de las tuberías de polibutileno haya sido su uso en el proyecto Geotérmico de Viena, que desde 1974 ha utilizado agua geotérmica como medio calefactor y todavía sigue en funcionamiento a una temperatura y presión constante de 54°C y 10 bares respectivamente. En la misma aplicación, las tuberías de metal demostraron ser totalmente inadecuadas debido a los problemas de corrosión experimentados.

Los termoplásticos

La tecnología de construcción moderna, utiliza ampliamente los sistemas de tuberías de plástico en grandes proyectos. Las ventajas del plástico superan con mucho las del metal, especialmente en aplicaciones complejas. Generalmente, los sistemas de tuberías completos se instalan utilizando tuberías que pueden fabricarse con el Sistema de Polibutileno de Polyplumb.

El polibutileno hace más de un siglo que se descubrió y patentó. Ha ido evolucionando, ampliando su gama de utilidades, sustituyendo de forma progresiva a los materiales tradicionales. La evolución, mejorándose la estructura y ergonomía de estos accesorios o útiles necesarios, hace que su uso sea cada vez más cotidiano.

Los plásticos son materias obtenidas por transformación química de productos naturales o por medio de síntesis a partir de compuestos orgánicos. Sus elementos principales son el carbono (C) y el hidrógeno (H). Las bases de la mayoría de las materias plásticas son hidrocarburos derivados del petróleo, que a su vez están formados por elementos más pequeños y que se repiten numerosas veces. Estos elementos se definen como monómeros.



Las materias primas para la producción de materias plásticas pueden ser materias naturales como las celulosas, el carbón, el petróleo o el gas natural. Estos dos últimos son, por el momento, las principales fuentes de estas materias.

En las refinerías, el petróleo se descompone por destilación utilizando el calor. Según las franjas de temperatura de ebullición, se obtienen a través de las fases de destilación diferentes componentes como son: el gas, el benceno, el keroseno, el fuel y, como residuos, el asfalto. Todos estos constituyentes se componen de hidrocarburos que sólo se distinguen por su tamaño y configuración de sus moléculas.

Las materias plásticas se producen al unirse un gran número de moléculas simples, monómeras, de la misma naturaleza o diferentes mediante enlaces químicos. La elaboración de materias plásticas se puede realizar mediante numerosos procesos, siendo los más importantes:

- La polimerización
- La policondensación
- La poliadicción

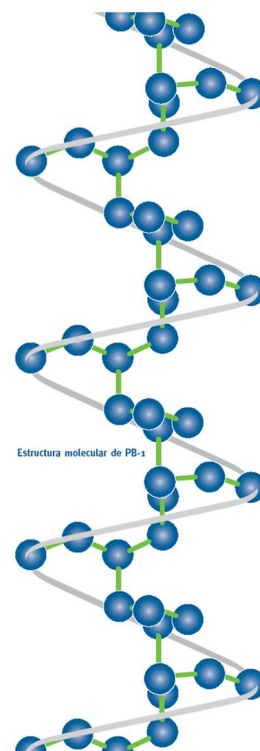
La polimerización: es la síntesis de materias plásticas, la reacción química que une componentes básicos, monómeros, los unos con los otros, macromoleculares sin desprendimiento de sustancias secundarias. El polietileno (PE), el polibutileno (PB), el polipropileno (PP) y el policloruro de vinilo (PVC) se elaboran normalmente por este sistema.

La policondensación: es el conjunto de reacciones por las cuales los monómeros de la misma o diferente naturaleza se reordenan y se combinan en cadenas macromoleculares sobrando en esta unión algún elemento secundario como el agua, diferentes ácidos, etc. Se aplica en la producción de resinas sintéticas y poliamidas.

La poliadicción: es una reacción donde se forman macromoléculas a partir de moléculas químicamente diferentes, aprovechando todos los componentes.

- Termoplásticos: poliolefinas, cloruros de vinilo, estirenos.
- Duroplásticos o termoplásticos: termoelásticos, resinas.
- Elastómeros: caucho sintético.

Cuando se utiliza el butileno como elemento constitutivo y se une entre sí múltiples veces formando cadenas filiformes en una estructura más o menos ordenada se obtiene el polibutileno. El polibutileno se produce mediante la polimerización del buteno-1 utilizando un sistema canalizador de alto rendimiento y baja temperatura. Polímero del butileno caracterizado por tener una cadena lineal y cadenas ramificadas de tres átomos de carbono.



Las diferentes materias plásticas que se han definido, pueden transformarse en la industria para obtener una determinada pieza o accesorio utilizando tres técnicas básicas:

- La extrusión: La materia plástica se funde y se extrae en continuo por un tornillo sin fin. La barra expulsada, una vez enfriada, se retira de la extrusionadora mediante un dispositivo de extracción.
- El moldeo por inyección: La materia plástica en forma de grano o polvo se funde en un recipiente que lo mantiene en estado líquido y posteriormente se inyecta a una presión elevada en el molde adecuado. La materia plástica en un corto plazo de tiempo se solidifica y puede ser sacada del molde como producto acabado.
- El moldeo por compresión: La materia plástica está en el recipiente en estado líquido y mediante compresión se adapta al molde previsto. Posteriormente se solidifica y se saca del molde.

En comparación con los materiales convencionales empleados en la fabricación de tuberías, los materiales plásticos presentan las siguientes características:

Características de las materias plásticas

Baja densidad = menor peso	Materias Plásticas de 0,9 a 1,5 g/cm ³ ; Cu 8,9 g/cm ³
Resistencia química = ausencia de corrosión	Los materiales se combinan con el oxígeno y se oxidan, salvo el acero inoxidable. Las materias plásticas no sufren este proceso
Resistencia al agua caliente y a la presión	Algunas materias plásticas satisfacen las normas actualmente requeridas para los conductos de agua potable en edificios y calefacción
Resistencia a las heladas	Los conductos de plástico sufren dilataciones por la congelación de agua y vuelven a su forma inicial sin ningún tipo de deterioro
Baja conductividad térmica = pequeñas pérdidas de calor	Las materias plásticas son malas conductoras del calor, siendo por lo tanto buenos aislantes
Formación de agua de condensación en las superficies exteriores	Debido a la mala conductividad térmica de la materia plástica, se forma menos agua de condensación en los tubos metálicos.
Elasticidad y resistencia elevadas	Resistencia a la rotura en caso de golpes y tensiones de flexión
Resistencia al desgaste por abrasión	La resistencia al desgaste por abrasión de los conductos en materia plástica es unas cuatro veces superior a las de los conductos de acero
Estanqueidad de las conexiones	Los tubos de materia plástica pueden ensamblarse por soldadura, pegado y por juntas de compresión
Coloración de la masa a voluntad	Los productos en materia plástica pueden ser fabricados en cualquier color
Ruidos	Poseen unas características que dificultan la transmisión de ruidos en la estructura del edificio
Superficies lisas	Permiten una menor pérdida de carga
Dilatación térmica	Reaccionan dimensionalmente más fuerte que los metales a las fluctuaciones de temperatura. El coeficiente es de 10 a 20 veces superior al acero
Compatibilidad alimentaria	Por la alta resistencia química son compatibles en aplicaciones en la rama alimentaria
No conductoras de la electricidad	Se utilizan como aislantes
Comportamiento ante el fuego	Son combustibles
Resistencia a los rayos solares	Son sensibles a los rayos UVA y deben ser protegidas

Diferencias de los distintos termoplásticos

La utilización de los distintos materiales termoplásticos en instalaciones viene determinado por los diferentes requisitos que demanda cada área (fontanería y calefacción) cuyas características son:

1. Fontanería

Engloba una gran variedad de circuitos de distribución de agua. Estos sistemas de distribución sufren altas presiones y aguas tanto frías como calientes. Los termoplásticos están siendo utilizados cada vez con más frecuencia principalmente por su mejor rendimiento y características frente a las tuberías de cobre, siendo los principales termoplásticos utilizados el Polibutileno (PB), Polietileno reticulado (PE-X), Polipropileno Randon (PP-R) y la tubería multicapa.

2. Calefacción

Los sistemas de calefacción son sistemas cerrados que engloban un amplio rango de temperaturas, lo que requiere materiales capaces de soportar temperaturas altas y estables durante largos periodos de tiempo, aunque con presiones limitadas. El material más extendido en los sistemas de calefacción es el cobre. Sin embargo, los termoplásticos (PB, PE-X, PP-R y multicapa) están ganando cuota de forma gradual pero continua, si bien a menor ritmo que en fontanería.

3. Materiales termoplásticos

Polietileno PE	Fabricado por polimerización, sin que se produzca disociación de otros materiales y por lo tanto es soldable. Por su baja resistencia al calor, el PE no se puede utilizar más que para los conductos de agua fría. Están instaladas principalmente en la distribución urbana enterrada de gas y agua; y para la evacuación de aguas residuales.
Polietileno reticulado PE-X	Posee una resistencia elevada al calor y un excelente comportamiento a la deformación con el paso del tiempo. El PE-X es apropiado como materia de conductos de agua potable caliente bajo presión. No puede ser soldado pero se ensambla con racores de compresión, permitiendo una estanqueidad adecuada.
Polibutileno PB	Puede considerarse el material plástico óptimo para el sector de agua potable, agua sanitaria y calefacción, distinguiéndose por su gran flexibilidad, su elevada resistencia al calor, su baja deformación y por su menor dilatación térmica lineal. Gracias a sus propiedades termoplásticas y sus características físicas químicas, el PB se puede ensamblar mediante soldadura o de una manera de mucho más sencilla, utilizando racores de compresión. Su aplicación en el mercado se centra principalmente en tuberías para la canalización de agua fría y caliente, calefacción y en instalaciones de agua potable.
Polipropileno PP	Se puede soldar. Por su buena resistencia química, los tubos de PP se utilizan sobre todo en el sector industrial, pudiendo variar su flexibilidad en función de los materiales adicionales que incluyamos.
Policloruro de vinilo sobrecalentado PVC-C	Mejora la estabilidad dimensional en caliente lo que permite ser utilizado para tuberías de agua potable caliente. Es muy rígido a la flexión pero sensible a los choques con bajas temperaturas. Los racores y tubos no pueden ser ensamblados por soldadura. Se ensamblan mediante pegado con adhesivos especiales y con una aireación específica.
Multicapa	La tubería multicapa combina termoplástico con aluminio, siendo los termoplásticos más utilizados el PE-RT (polietileno de alta resistencia térmica) y el PE-X, los cuales son extruidos con una resina natural para formar la primera capa que es la que determina el diámetro interior. Esta primera capa se une con un tubo de aluminio y se añade una capa de termoplástico por el exterior. Este material ofrece resistencia química y a la corrosión, dependiendo del termoplástico utilizado. Se utiliza en la instalación de sistemas de agua fría y caliente, y para usos médicos como puede ser el suministro de oxígeno. La tubería multicapa puede ser de los siguientes tipos PE-X /AL / PE-X o PE-RT / AL / PE-RT.

El polibutileno presenta una morfología exclusiva y un comportamiento de cristalización que, combinado con un control cuidadoso de los parámetros moleculares, confiere al polibutileno un perfil de propiedades sin igual en la fabricación de sistemas de tuberías.

	PB	PP-R	PE-X	PVC-C
Rigidez de choque	•••	••	•••	•
Resistencia química	•••	•••	•••	•••
Flexibilidad	••••	••	•••	•
Resistencia a la fluencia	••••	•••	•••	•••
Resistencia a la presión térmica	••••	••	•••	•••
Soldabilidad	••••	••••	•	••
Resultado	••••	•••	••	•

La más importante de estas propiedades, que diferencia al polibutileno de otros productos competidores es la combinación de alta flexibilidad y excepcional resistencia a la presión interna, y a la fluencia sobre una amplia gama de temperaturas de agua caliente y fría.

El PB es el material que mantiene sus resistencia a largo plazo por encima de los demás materiales. Esto hace que para condiciones de servicio iguales (presión-temperatura) sea necesario un menor espesor del tubo en PB. El tubo de PB tiene un menor peso, mayor diámetro interior para la circulación del agua, menor velocidad del agua para un mismo caudal y por lo tanto menor pérdida de carga.

MATERIAL	PB		PE-X		PP-R	
Norma	UNE-EN ISO 15876		UNE-EN ISO 15875		UNE-EN ISO 15874	
Dimensiones	22 x 2,0		20 x 1,9		20 x 3,4	
Temperatura	Vida útil (años)	Presión (bar)	Vida útil (años)	Presión (bar)	Vida útil (años)	Presión (bar)
20 °C	50	17,4	50	12,5	50	10,0
40 °C	50	15,0	50	10,5	50	6,6
60 °C	50	11,0	50	8,0	50	3,2
80 °C	25	6,8	25	5,0	1	3,4
95 °C	25	4,4	25	4,0	0	-

Vistas las diferentes materias plásticas, se considera al PB el sistema más evolucionado y sencillo, adaptándose los tubos y conexiones de una manera óptima para la realización de instalaciones sanitarias y de calefacción. La seguridad está garantizada y gracias al sistema Polyplumb de instalación rápida, el instalador puede comprobar al momento si la unión es correcta y poder remediar el error en el momento de una manera más rápida que en las instalaciones tradicionales.

El mercado español de fontanería y calefacción se distingue por las características propias de cada región tales como costumbres de instaladores y prescriptores en los materiales a utilizar en cada instalación según el clima, concentración de cal y dureza del agua. Es un mercado altamente fragmentado, donde las costumbres locales tienen un peso fuerte sobre la decisión final que toman los prescriptores.

No obstante las viejas costumbres están dando paso a nuevos materiales de manera lenta pero continua. La exigencia de ofrecer al técnico un conjunto de tubos dotados de una elevadísima durabilidad y calidad, unida a su excelente flexibilidad y ligereza, encuentra una respuesta inmejorable en el polibutileno componente de toda la gama de tubos y accesorios de Polyplumb.

Sistema PB - Polyplumb

Polyplumb es un sistema integrado de instalación sanitaria que incorpora tuberías y una gama complementaria de accesorios de unión instantánea en polibutileno, para su empleo en suministro de agua sanitaria fría y caliente, calefacción central a radiadores e instalaciones de calefacción de suelo radiante.

El sistema Polyplumb está disponible en tuberías de diámetro 15 mm, 22 mm, 28 mm y accesorios de las mismas medidas. El sistema Polyplumb combina facilidad de instalación con ventajas de rendimiento a largo plazo, como estar a prueba de corrosión y descamación y ofrecer un funcionamiento silencioso. El uso de tuberías de polibutileno del sistema Polyplumb ofrece a los instaladores una gran facilidad de manejo, por ser las tuberías muy flexibles y un factor de seguridad vital de diseño más alto que los materiales alternativos de tuberías plásticas.



El sistema Polyplumb también es más rápido y seguro de instalar y necesita menos uniones que los sistemas de tuberías rígidas. Las uniones no necesitan disolventes, soldaduras o llamas. Al instalarse, Polyplumb es más resistente a los impactos y los reventones por congelación que los sistemas de tuberías rígidas.

Ventajas del sistema PB - Polyplumb

El sistema Polyplumb ofrece las siguientes ventajas:

- **Rápido:** La unión se realiza de forma instantánea.
- **Sin herramientas:** No se necesitan herramientas ni sopletes para realizar la unión. La unión se realiza con las manos.
- **Resistente:** Sistema de unión seguro. Soporta cambios de temperatura, aguas duras, golpes, etc.
- **Ágil:** Flexibilidad durante la planificación e implantación.
- **Sin incrustaciones:** Las propiedades físicas y químicas del material provocan una ausencia de corrosiones e incrustaciones.
- **Salubre:** Son higiénicas y no son tóxicas.
- **Ligero:** Debido a su poco peso es fácil de manejar y transportar. Pesa menos de ¼ parte del cobre.
- **Flexible:** Al ser tubería flexible permite que pase por cualquier lugar. Además el accesorio puede girar 360° una vez instalado, incluso a baja presión.
- **Económico:** Al ser tubería flexible, se precisan menos accesorios. Además, se utiliza un mismo material desde el punto de entrada al punto de canalización.
- **Desmontable:** El accesorio puede ser desmontado y reutilizado.

Como materia prima, el PB de Polyplumb posee una combinación de propiedades idóneas, idealmente aptas para la fabricación de tuberías a presión de agua caliente y fría. Se ha demostrado que las tuberías fabricadas por Polyplumb cumplen las estrictas exigencias de rendimiento mecánico y requerimientos de calidad de agua especificados por las normas nacionales, europeas e internacionales para su uso con agua potable. Además, el Polibutileno posee una flexibilidad inherente y excelentes propiedades termoplásticas.

En la actualidad, los sistemas de tuberías de Polyplumb están disponibles en diámetros de 15 a 28 mm, lo que equivale a una amplia gama de requerimientos de instalación. Tanto si se trata de un pequeño proyecto de renovación, fontanería para una vivienda familiar como de un gran hotel, los sistemas de tuberías de Polyplumb le ofrecerán una amplísima solución.

Los beneficios de los sistemas flexibles de Polyplumb pueden considerarse bajo dos encabezamientos: instalación y rendimiento.

• Instalación

Puesto que los productos se suministran en bobinas, son fáciles de manipular en la obra. La disponibilidad de tramos largos de tuberías significa que el número de empalmes necesarios se ve reducido considerablemente. Esta característica, junto con la flexibilidad de la tubería, permite realizar la instalación de fontanería en la vivienda en forma muy similar a la instalación del tendido eléctrico. Las tuberías pueden conducirse fácilmente a través de los elementos del edificio.

Los recientes avances en otros aspectos de la técnica de construcción también tienen tendencia a favorecer los sistemas flexibles. Por ejemplo, muchas viviendas nuevas se construyen en la actualidad utilizando viguetas de piso silenciosas o largueros en "I". Estos no pueden mellarse en la misma forma que las viguetas tradicionales de madera, por lo que los servicios como la fontanería deben alimentarse a través de orificios taladrados a lo largo de la línea central. Utilizando un sistema de tuberías flexibles que facilita este tipo de instalación.

Las tuberías pueden cortarse con facilidad in situ a la longitud requerida, lo que contribuye a reducir el desperdicio. Asimismo, existen ventajas de seguridad puesto que los sistemas de unión utilizados no requieren sopletes y por ende, se elimina el riesgo de incendios. Esto es una gran ventaja cuando el espacio es pequeño.



• Rendimiento

El sistema de tuberías de Polyplumb tiene una difusión térmica más baja que las tuberías de cobre lo que significa que el agua tarda más tiempo en congelarse en ellas durante el tiempo frío. Si el agua se llegara a congelar, la tubería se expande absorbiendo el incremento de volumen, volviendo a sus dimensiones normales cuando llega el deshielo. En las tuberías de este tipo no se producen incrustaciones en áreas de aguas duras ni se corroen en áreas de aguas blandas. Absorben y suprimen el ruido, en lugar de transmitirlo. No están sujetas al "golpe de ariete" que de otra forma puede ser un problema, especialmente en zonas de altas presiones de agua.

La misma característica que ralentiza la velocidad a la que el agua puede congelarse dentro de las tuberías de Polyplumb también permite que las tuberías permanezcan frías al tacto, incluso cuando transportan agua a alta temperatura. Esto puede ser una ventaja adicional, especialmente cuando entre los ocupantes del edificio se encuentran niños, ancianos o enfermos.

Debido a que se necesitan menos accesorios, las instalaciones que utilizan los sistemas flexibles son muy rentables. En cuanto al funcionamiento del sistema, las gamas flexibles ofrecen una duración excelente, lo que las transforma en una inversión excepcional.



Ahora, con una cuota de mercado importante, no cabe duda que los sistemas de fontanería flexibles han alcanzado "su mayoría de edad" y se utilizan ampliamente tanto para servicios de agua caliente y fría como para aplicaciones de calefacción central. Asimismo para aplicaciones de suelo radiante hay sistemas que de nuevo están ganando en popularidad.

La evolución de estos productos continúa a pasos agigantados a medida que los fabricantes amplían y modifican los sistemas en respuesta a las necesidades cambiantes. Mientras que los sistemas flexibles han obtenido mayor penetración en el mercado y en el sector doméstico, en la actualidad también se especifican ampliamente en entornos comerciales e industriales debido a su comodidad, rendimiento y durabilidad.

Se estima que su uso crecerá rápidamente a medida que más y más fontaneros y prescriptores profesionales reconocen sus ventajas. En primer lugar, el hecho de que muchas de las viviendas modernas que se construyen hoy en día utilizando estos sistemas las harán una propuesta incluso más atractiva y lógica para llevar a cabo modificaciones y ampliaciones en los años futuros. Esto significa que además de que la demanda entre los contratistas es cada vez mayor, se espera que, en el futuro, sean más los fontaneros profesionales que elijan los sistemas flexibles cuando realicen reparaciones, trabajos de mantenimiento y renovaciones.

- Ventajas de instalación

Tuberías de diámetro 15 mm, se suministran en longitudes enrolladas de hasta 100 metros, por lo que pueden instalarse secciones de tuberías largas sin necesidad de utilizar uniones. Tuberías de hasta 22 mm de diámetro, pueden tenderse alrededor de obstrucciones y vigas, por lo tanto, no es necesario utilizar tantas uniones como con los materiales tradicionales.

No se necesitan herramientas de curvatura, de hecho, la instalación completa de tuberías puede completarse utilizando únicamente un cortatubo. Los rollos de tuberías pueden manipularse y desenrollarse fácilmente.

No es necesario utilizar soldaduras para hacer una unión estanca fiable. Con los sistemas de Polyplumb no se utilizan soldaduras, fundentes ni grasas.

Muchas instalaciones pueden realizarse sin mediciones exactas de antemano, ya que es fácil medir y cortar in situ. Los proveedores de sistemas de Polyplumb ofrecen sistemas completos que incluyen tuberías, conexiones y accesorios, por lo que se garantizan el rendimiento y la integridad.

- Beneficios durante el servicio

Las tuberías de Polyplumb proporcionan un sistema de tubería de agua potable y calefacción completamente libre de corrosión. La falta de corrosión significa que no hay contaminación del agua en el grifo debido a los productos derivados de la corrosión. En áreas de agua dura estos sistemas garantizan la falta de acumulación de cal e incrustaciones. Las superficies interiores homogéneas combinadas con las propiedades químicamente inertes dan como resultado la eliminación total de depósitos de carbonato cálcico, lo que garantiza la eficacia a largo plazo del calentamiento y circulación del agua.

Resistencia a las temperaturas de congelación. La flexibilidad y las propiedades elásticas del Polyplumb aseguran que las tuberías no sufrirán reventamiento ni se dañaran debido a la congelación durante el tiempo frío.

La baja conductividad térmica del Polyplumb supone que las tuberías de agua caliente están más frías al tacto que las tuberías convencionales de metal y la incidencia de condensación en las tuberías se ve reducida, lo que da como resultado un sistema más seguro. Debido a la baja conductividad térmica, y al hecho de que la expansión térmica queda acomodada por la flexibilidad inherente del material, los sistemas de tuberías Polyplumb son silenciosos sin golpe de agua y crujido mínimo del sistema.

Los sistemas de tuberías Polyplumb no son conductores de electricidad, lo que proporciona un sistema más seguro con requerimientos mínimos de puesta a tierra.

Las tuberías de Polyplumb pueden instalarse como un sistema de conductos “tubería en tubería” a través de pisos y paredes de hormigón. Tal sistema ofrece seguridad de bajo mantenimiento. Si alguna vez se diera la necesidad inesperada de reemplazar una tubería ya instalada, esto puede hacerse de forma rápida y fácil, desconectando los extremos de la tubería, acoplado una tubería nueva a un extremo e introduciendo la tubería nueva en el conducto. La flexibilidad de la tubería Polyplumb facilita esta tarea.



Consideraciones medio ambientales

La selección de un producto para cualquier aplicación concreta está cada vez más influenciada por el posible impacto que dicho producto tiene sobre nuestro medio ambiente. Los dos factores principales que se tienen en consideración a la hora de calcular este impacto son:

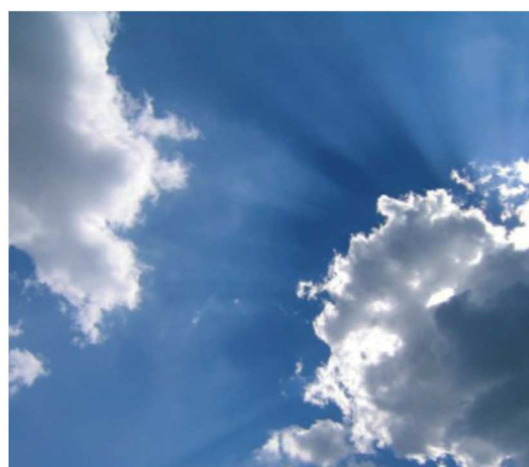
1. El período de tiempo para el que un producto satisface su uso objetivo antes de ser necesario reemplazarlo, en otras palabras, esto se conoce como la “sostenibilidad” del producto.
2. El impacto negativo que un producto tiene para el medio ambiente durante su fabricación y uso, tanto en cuanto a su eficacia energética como al daño que supone para el medio ambiente, además de tener en cuenta la posibilidad de reciclado.

Para obtener una valoración cuantitativa tanto de la sostenibilidad como del impacto medio ambiental de los sistemas de tuberías Polyplumb en uso, hay que compararlo con otros productos competitivos:

- Sostenibilidad

El Sistema Polyplumb lleva utilizándose con éxito en Europa para aplicaciones de tuberías durante casi cuarenta años. Las instalaciones en sistemas de calefacción por distritos y debajo del piso, realizadas en Austria y Alemania a primeros de la década de los años 70, todavía están funcionando en la actualidad sin problemas.

La idoneidad de las tuberías de Polyplumb es por lo tanto un caso probado, basado en la experiencia de uso final actual. Desde estas primeras instalaciones, los avances tanto en tecnología de materiales como en los procesos de producción, además de la introducción de estrictas normas, han contribuido a mejorar incluso más el rendimiento y la fiabilidad de los sistemas de tuberías de Polyplumb. Los protocolos de las normas internacionales en la actualidad especifican un rendimiento mínimo para las tuberías de agua caliente de Polyplumb de 70°C, 10 bars de presión, durante 50 años.



- Impacto medio ambiental

El impacto que un material tiene sobre el medio ambiente, por ejemplo, en cuanto a la huellas que deja en el paisaje, las emisiones a la atmósfera, el suelo, el agua y el potencial de reciclado, se valoran en lo que comúnmente se conoce como un estudio de “cuna a tumba”. Un estudio de este tipo fue realizado por la Universidad Técnica de Berlín sobre varios sistemas de instalaciones de tuberías de agua potable, incluyendo tanto metales (acero galvanizado y cobre) como plásticos: polietileno reticulado (PE-X), Polyplumb (PB-1), polipropileno (PP-R) y polivinilcloruro clorado (PVC-C).

El estudio comprendió las siguientes etapas:

Estado del ciclo de vida	Metales	Plásticos
Fuente de la materia prima	Extracción de minerales	Extracción de petróleo crudo
Tratamiento de la materia prima	Refinación de metal	Refinado/desintegración catalítica del crudo
Producción del material de las tuberías	Fusión	Polimerización
Fabricación de las tuberías	Laminación	Extrusión
Fabricación de conexiones	Colado/Reformado	Extrusión
Instalación	Soldeo/Sujeción	Soldadura, sujeción, pegado
Expectativa de vida de la aplicación	No estandarizado	Mínimo 50 años

- Obtención de materias primas

La extracción de minerales de metales, que principalmente se lleva a cabo en explotaciones a cielo abierto, da como resultado una huella duradera en el paisaje. La fracción de metal que se extrae de la beta (1 a un 2%) agrava este problema.

Por contraste el petróleo crudo se extrae a través de un pozo de sondeo y por ende, tiene un impacto mucho menor y menos duradero sobre el paisaje. Adicionalmente, casi el 100% del petróleo crudo se transforma posteriormente en productos utilizables, por ejemplo, aceites, combustibles y productos químicos.

- Tratamiento de la materia prima y producción de materiales para tuberías

El refinado y fusión de los metales consume mucha más energía que el refinado del petróleo y la polimerización de los plásticos. Las emisiones derivadas de los procesos de producción de metales, en cuanto a la contaminación del suelo, aire y agua, también superan con mucho el impacto del refinado del petróleo crudo y de la polimerización de los plásticos.

Las emisiones al suelo derivadas del refinado del metal se incrementan debido a la alta fracción de energía eléctrica utilizada para la fusión, generada por la combustión del carbón. Los residuos metalíferos junto con las cenizas derivadas de la producción de energía tienen un efecto contaminante considerable para el paisaje. Las emisiones derivadas de estos procesos de refinado de los metales también tienen un impacto sobre la contaminación del agua y del aire debido a la generación de dióxido de azufre, dióxido de carbono, otros gases y partículas aerotransportadas, además de sulfatos y otras emisiones solidas/químicas. Por contraste, los procesos de refinado del petróleo y de la polimerización de los plásticos generan muy pocas emisiones ya que en esencia se trata de procesos fácil y totalmente integrados.

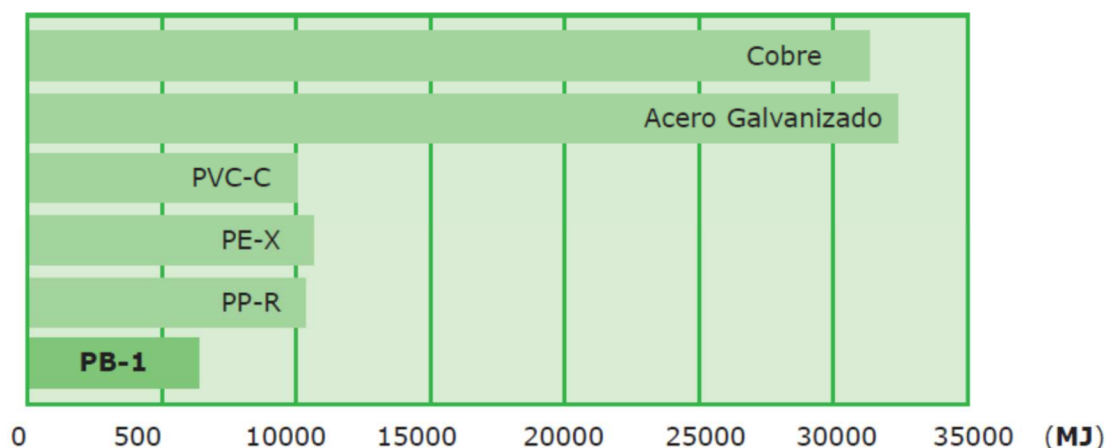
- Fabricación de tuberías y conexiones

Tanto para metales como para plásticos, la producción de tuberías y conexiones implica subir la temperatura de las materias primas por encima de sus puntos de fusión / reblandecimiento. Las temperaturas asociadas, sin embargo, son mucho más altas para los metales a comparación de los plásticos, con las consiguientes diferencias en las tasas de eficacia energética.

- Instalaciones de sistemas de tuberías

El peso actual de una red de tuberías no se considera un factor a la hora de construir una instalación. Sin embargo es importante a la hora de valorar la eficacia energética general del sistema de tuberías. Debido a su peso mucho más liviano, los materiales de plástico muestran una ventaja competitiva sobre las tuberías de metal a este respecto. El consumo energético total para fabricar tuberías de metal, requerido para el sistema de tuberías, de por ejemplo un complejo de 16 viviendas, es mucho más alto que para tuberías de plástico. La figura que aparece a continuación muestra el valor energético equivalente que tiene en cuenta el peso total y la energía asociada consumida para producir toda la red de tuberías en cada uno de los diferentes materiales.

Valor energético equivalente del sistema de tuberías para una vivienda de 16 apartamentos familiares:



- Expectativa de vida de la aplicación

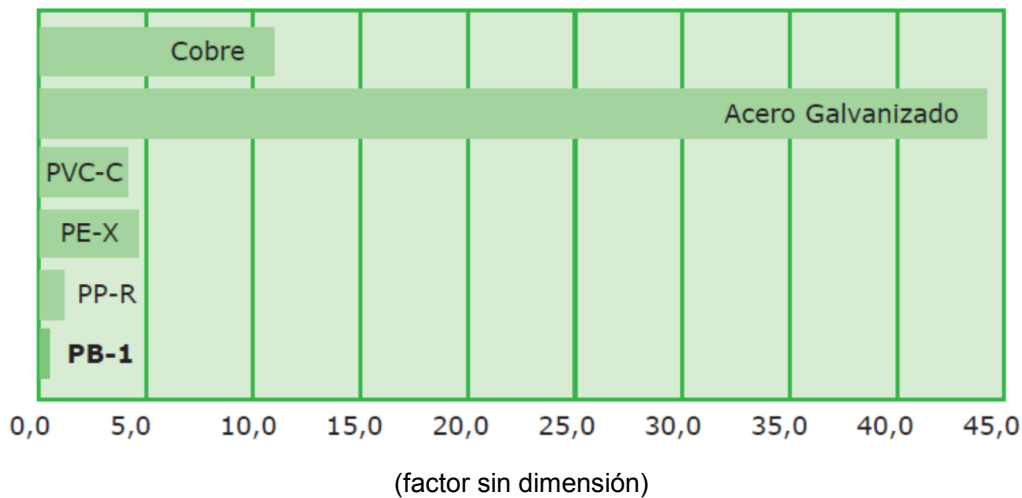
Deben tenerse en cuenta dos consideraciones con respecto a la expectativa de vida de la aplicación de una instalación de tuberías. En primer lugar, la vida útil de un sistema demora la necesidad de reemplazarlo, y esto reduce por lo tanto el impacto medio ambiental sobre una escala dependiente del tiempo. En segundo lugar, cuando un material ha completado su vida útil de aplicación, el impacto medio ambiental se ve reducido si el mismo puede reciclarse. Tanto el metal como los termoplásticos de poliolefina, incluyendo el Polyplumb, pueden reciclarse, sin embargo, puesto que se espera que los sistemas de tubería de plástico acreditados según las normas ofrezcan una vida de servicio superior a 50 años, resulta difícil predecir con fiabilidad el impacto medio ambiental del reciclado sobre una escala de tiempo tan larga.

- Valoración cuantitativa de las emisiones

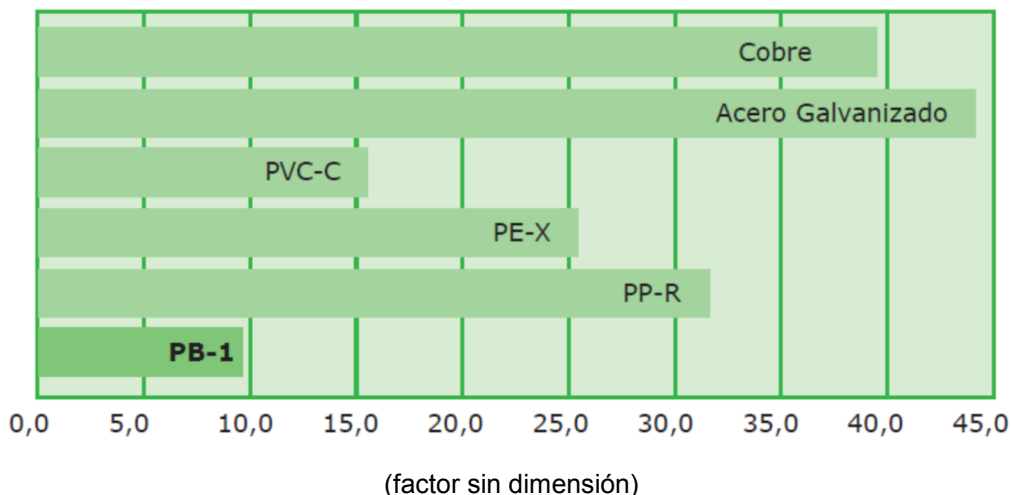
Para cuantificar el impacto medio ambiental de las emisiones, la Universidad Técnica de Berlín desarrolló un método de comparación estandarizado, conocido como VENOB (Vergleichende Normierende Bewertung). Este análisis medio ambiental se basa en hechos científicos y compara el consumo energético con relación a las emisiones en el aire, agua, y suelo, durante cada etapa desde la procuración de las materias primas hasta la instalación del sistema de tuberías.

La Universidad valoró seis materiales diferentes utilizados para instalaciones de tuberías de agua potable, según DIN 1988 parte 3 ateniéndose a un complejo de 16 viviendas familiares con distribución central de agua caliente y fría a 4 bares de presión. Las 3 figuras que se ofrecen a continuación, ilustran la comparación estandarizada (VENOB) del impacto medio ambiental de los diversos materiales de las tuberías, en cuanto a emisiones al suelo, agua y aire.

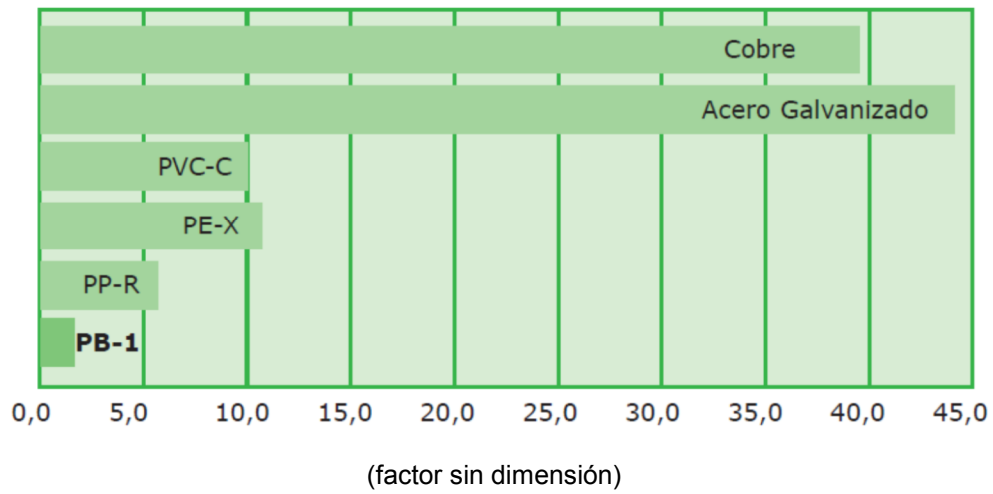
Comparación estandarizada (VRNOB) sobre el impacto medioambiental, emisiones al suelo, de varios materiales de tuberías



Comparación estandarizada (VRNOB) sobre el impacto medioambiental, emisiones de agua, de varios materiales de tuberías:



Comparación estandarizada (VRNOB) sobre el impacto medioambiental, emisiones al aire, de varios materiales de tuberías:



El tubo Polyplumb

Los últimos años han sido testigo de un crecimiento importante en el uso de sistemas de fontanería flexibles como alternativas a las tuberías tradicionales rígidas. Muy poco conocidos hace 20 años, causaron impacto por primera vez como productos especiales utilizados, por ejemplo, donde el acceso al trabajo era difícil. Hoy en día, sin embargo, su uso está ampliamente difundido y se encuentran en muchas viviendas y edificios nuevos de todo Europa y otros países del mundo.

La tubería PB de Polyplumb

La tubería estándar de Polyplumb está realizada en polibutileno y fabricada según BS 729.1 Clase S y EN/ISO 15.876-2, es flexible y fuerte, adecuado para sistemas de agua sanitaria caliente y fría, y también para calefacción central.

La tubería estándar sólo deja pasar una cantidad mínima de oxígeno a través de su pared. Esto no es un problema, la cantidad de oxígeno que entra de la pared de la tubería es mínima comparada con la que puede entrar a través de los tanques de alimentación por gravedad, cuerpo de las válvulas y bombas.

La tubería con barrera tiene una capa de alcohol de vinilo etileno que previene el paso de oxígeno a través de la pared de la tubería. Para proteger la barrera durante la instalación, la tubería dispone de unas capas externas de polibutileno para protegerla. La capa de barrera tiene un recubrimiento fino de adhesivo en cada lado.



- Propiedades típicas

El Polibutileno (PB) destaca favorablemente comparado con otros termoplásticos por sus altas prestaciones técnicas. La tabla que se ofrece a continuación ilustra las propiedades físicas, mecánicas y térmicas del Polyplumb. Los valores mostrados son cifras típicas de valores medios y no deben considerarse como si fuera una especificación, de hecho, se producen varios grados diferentes con propiedades personalizadas para satisfacer diferentes aplicaciones.

PROPIEDADES DEL MATERIAL	MÉTODO	UNIDAD	PB 4237 GRIS
Propiedades físicas			
Velocidad del flujo de fusión MRF 190 °C / 2,16 kg	ISO 1133	dg/min	0,4
Densidad	ISO 1133	g/cm ³	0,93
Adema de dureza D	ISO 868	-	60
Propiedades mecánicas			
Resistencia a la tracción durante la producción	ISO R 527	MPa	20
Resistencia a la tracción durante roturas	ISO R 527	MPa	35
Alargamiento durante roturas	ISO R 527	%	300
Coeficiente de elasticidad a la flexión	ISO 178	MPa	450
Resistencia al choque a 20 °C	ISO 180	kJ/m ²	20
Resistencia al choque a 0 °C	ISO 180	kJ/m ²	7
Propiedades térmicas			
Rango de punto de fusión	DSC (a)	°C	125
Temperatura de ablandamiento Vicat	ISO 306	°C	120
Coeficiente de expansión térmica lineal	ASTM D696		1,3 x 10 ⁻⁴
Conductividad térmica (20 °C)	ASTM C 177		0,19
Temperatura de transición vítrea	DMTA (b)	°C	-6
Temperatura de fragilidad		°C	-15
Características específicas			
Agrietamiento a la tensión medio ambiental (a 50 °C wn 10% Igepal C0630 solución)		h	15,00 sin fallo
Abrasión mojado (prueba de fango de arena 23 °C 100 h)		%	1

- a) Calorimetría de exploración diferencial.
- b) Análisis termomecánico.
- c) Valores referentes a un PB homopolímero natural.

La densidad (ρ), del PB en comparación con otros materiales termoplásticos, es baja, lo cual le confiere un menor peso por lo que es un material más manejable.

PVC-C	PP-R	PE-X	PB	ACERO	COBRE
1,55	0,90	0,94	0,93	7,85	8,90

Densidad (gr/cm³)

- Funcionamiento de la tubería

El polibutileno posee una combinación sin igual de propiedades para satisfacer las exigencias del sector de tuberías de agua caliente y fría a presión. Sin embargo, las propiedades más destacadas que distinguen el funcionamiento de la tubería de Polyplumb de otros materiales candidatos son su flexibilidad combinada con una resistencia superior a la tensión sobre largos periodos de tiempo a altas temperaturas. Para el fontanero, esto da como resultado una tubería con la que puede trabajarse fácilmente, además de ser económica de instalar. Mientras que el consumidor también se beneficia de un sistema de fontanería capaz de ofrecer seguridad a largo plazo con importantes márgenes de seguridad cuando se comparan con sistemas competitivos de poliolefina a espesores de pared de tubería similares.



El Polyplumb tiene la ventaja añadida que también puede utilizarse para la producción de accesorios, permitiendo de esta forma la instalación de sistemas de tuberías completos (empleando tamaños de tuberías de 15 mm a 28 mm de diámetro) utilizando sólo una clase de materia prima.

Es posible producir tuberías de Polyplumb prácticamente impermeables al oxígeno, lo que hace que sean aptas para aplicaciones de calefacción de "circuito cerrado", en las que la resistencia al ingreso de oxígeno a través de la tubería en el sistema de agua circulante es obligatorio a fin de evitar la corrosión de los componentes metálicos del sistema. El propio Polyplumb, sin embargo, no es corrosivo, resiste los daños de las heladas, es inherente a la dureza o blandura del agua y exhibe una expansión térmica baja y silenciosa. Se puede encontrar información más detallada sobre los parámetros clave de funcionamiento de las tuberías en los capítulos que aparecen a continuación.

- Comportamiento a largo plazo

La resistencia de las tuberías a la deformación y a la rotura se determina mediante una serie de pruebas conforme a normas nacionales e internacionales. Paralelamente existen tres normas para los sistemas de tubería, es decir, EN ISO 15876 para el polibutileno, EN ISO 15875 para el PE-X e EN ISO 15874 para el polipropileno. Los datos presentados en estas normas ofrecen un método útil para comparar el rendimiento de estos tres materiales plásticos alternativos.

Comparación de líneas de referencia a 70 °C para PB-1, PE-X, PP-R y PE-RT



Los datos ofrecidos pueden utilizarse para calcular el esfuerzo circunferencial durante el transporte de agua caliente, según un conjunto definido de condiciones, conocido como clases de aplicación. Estas clases de aplicación se recogen a fin de reflejar las condiciones de servicio para un período de 50 años para una gama de aplicaciones de suministro de agua y calefacción diferente. Las clases de aplicación internacionalmente aceptadas están estipuladas por la norma ISO 10508 , y a las que se hace referencia en las normas de otros sistemas para sistemas de tuberías de plástico.

Clasificación de condiciones de servicio para 50 años clases CEN / ISO

Condiciones de servicio

CLASE	APLICACIÓN	NORMAL		MÁXIMA		DISFUNCIÓN	
		Temp. °C	Tiempo años	Temp. °C	Tiempo años	Temp. °C	Tiempo años
1	Suministro agua caliente a 60 °C	60	49	80	1	95	100
2	Suministro agua caliente a 70 °C	70	49	80	1	95	100
4	Sistema de calefacción bajo el suelo	40	20	70	2,5	100	100
	Sistema de calefacción de baja temperatura	60	25				
5	Sistema de calefacción de alta temperatura	60	25	90	1	100	100
		80	10				

Utilizando criterios dimensionales estandarizados presentes en la norma ISO 10508, es posible calcular la tensión circunstancial máxima permitida de las tuberías de poliolefina competidoras para cada una de estas clases de temperaturas, de la siguiente forma:

Tensión superficial máxima permitida (MPa) Tensión de diseño, de las tuberías de poliolefina para transporte de agua caliente

	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
Clase de temperatura	Polyplumb (ISO 15876-2)	Polietileno Reticulado (ISO 15875-2)	Polietileno de resistencia a la temperatura elevada (ISO/DIS 22391-2)	Polipropileno copolímetro aleatorio (ISO 15874-2)
1	5,73	3,85	3,30	3,09
2	5,06	3,54	2,70	2,13
4	5,46	4,00	3,26	3,30
5	4,31	3,24	2,40	1,90

En principio, estos cálculos indican que el espesor de la pared de las tuberías de Polyplumb puede ser inferior que el de otros materiales candidatos para un comportamiento de resistencia a la tensión equivalente. Sin embargo, el cálculo del espesor de la pared está dictaminado por otros requerimientos estandarizados con el resultado para diámetros de tuberías inferiores a 20 mm, existen requerimientos mínimos del espesor de la pared, lo que significa que todas las tuberías de poliolefina de un diámetro específico deben cumplir un estándar mínimo de espesor. Por ello, los beneficios de rendimiento de las tuberías de polibutileno solamente pueden expresarse como un factor de seguridad de rendimiento de +35% a comparación con el polietileno reticulado y de +50% cuando se compara con PE-RT.

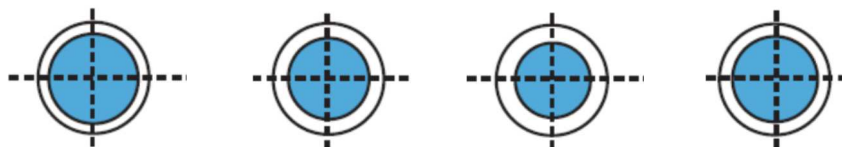
Sin embargo, para diámetros de tuberías superiores a 20 mm, está permitido calcular el espesor de la tubería conforme a criterios de rendimiento estandarizados donde las ventajas de utilizar Polyplumb pueden realizarse en cuanto al peso de la tubería y por ende, en cuanto al consumo y coste del material.

Los espesores de pared más bajos significan, además de ahorro en materiales, un diámetro interno mayor para un diámetro de tubería externo dado, lo que da como resultado una reducción en la pérdida de la carga hidrostática y velocidades de caudal más bajas para aportar un volumen de agua fijo.

La tabla que se ofrece a continuación, ilustra las ventajas de utilizar Polyplumb comparándolo con materiales competidores en una tubería de 40 mm de diámetro durante una expectativa de vida de 50 años a una temperatura de funcionamiento continua de 70°C, incluyendo factores de seguridad.

Ciclo de 50 años (curva de 70 °C) incluyendo factores de seguridad

	PB	PE-X	PP-R	PVC-C
Dimensión de tubería 40 mm DE x espesor (mm)	3,7	5,5	6,7 / 8,0	4,5
DI (Diámetro interior) (mm)	32,6	29,0	26,6 / 24,0	31,0
Superficie interior de la tubería (mm ²)	834	660	555 / 462	754
Clasificación de presión	PN16	PN20	PN20 / PN25	PN25



Velocidad de flujo en V = 2,0 l/s	2,40	3,00	3,60 / 4,40	2,70
Pérdida de presión V = 2,0 l/s	18,4	32,5	49,5 / 81,3 (SVGW / DVGW)	23,6
Coefficiente de peso lineal de la tubería	1	1,44	1,66	1,57

- Test de desgaste

La tubería Polyplumb una vez realizada la conexión tiene un grado de resistencia a la presión muy elevada, siendo superior a la que se verifica habitualmente en condiciones de funcionamiento en la instalación. La resistencia al desgaste del tubo ha sido objeto de ensayos siguiendo el procedimiento de control de la norma BS 7291, parte 2, la cual establece los valores de resistencia mínima en función del diámetro del tubo.

Los valores de resistencia obtenidos durante los ensayos han superado ampliamente los mínimos de seguridad.

Test de tracción (BS 7291)

Ø externo nominal (mm)	Esfuerzo de tracción (N)
15	675
22	1190
28	1960

- Protección contra el ruido

Los ruidos mecánicos que acompañan a los ciclos de calentamiento y enfriamiento de los sistemas de tuberías fabricadas de metal se eliminan casi por completo cuando se utilizan sistemas de tuberías de plástico. Las tuberías de plástico reducen y silencian la transmisión tanto del ruido mecánico como de los efectos del “golpe de agua”.

Para que el sonido se transmita a través de materiales sólidos, el aislamiento y la absorción del ruido del material son criterios importantes y esto es una función de la densidad y la elasticidad del material. Las propiedades acústicas de los plásticos, cuando se trazan sobre rangos amplios de frecuencias y temperatura, normalmente se determinan por las temperaturas de transición vítrea del material plástico correcto. A temperaturas superiores a la temperatura de transición vítrea, T_g , la velocidad del sonido se reduce en gran medida y la absorción del sonido se incrementa también en gran medida. El T_g de los homopolímeros de Polibutileno es -18°C . La temperatura típica de servicio de una instalación de calefacción o agua potable es muy superior a este T_g por lo que la transmisión del sonido permanece alta, incluso a temperaturas que se acercan al punto de fusión del material.

Generalmente para los materiales, se observa que cuanto más alta sea la densidad, más alta la velocidad del sonido. Los datos que se ofrecen en la tabla de abajo, muestra claramente esta relación para una selección de materiales comunes de fontanería.

Velocidad del sonido en materiales

	Densidad (g/cm ³)	Módulo elástico (MPa)	Velocidad del sonido (m/s)
Cobre	8,9	120.000	3.900
PB	0,93	400	620
PVC-C	1,55	3.500	2.350
PE-X	0,94	600	800
Goma blanda	0,90	90	320

Obviamente, el diseño de la instalación es crítico a la hora de asegurar el funcionamiento silencioso de un sistema de fontanería. Para lograr los mejores resultados, debe considerarse detenidamente la elección de materiales para las tuberías y accesorios, además de la disposición más óptima del sistema de tuberías, con relación a la construcción del edificio.

- Resistencia a la variación de presión (Golpe de ariete)

Durante la utilización normal, una instalación está sujeta no solo a la presión estática de la presión de funcionamiento, sino también a la sobrepresión debida a las perturbaciones que se producen a lo largo de la línea, en ocasiones por el repentino cierre de un grifo o llave de corte.

Una columna de agua en movimiento en un conducto contiene energía estática almacenada que surge de su volumen y velocidad. Puesto que esencialmente el agua no puede comprimirse, esta energía no puede absorberse cuando un grifo o llave se cierre repentinamente. El resultado es un pico instantáneo de alta presión que normalmente se conoce como “Golpe de ariete”.

Son cinco los factores que determinan la severidad del golpe de ariete:

1. Velocidad
2. Módulo de elasticidad del material de la tubería
3. Diámetro interior de la tubería
4. Espesor de la pared de la tubería
5. Tiempo de cierre de la válvula.



Los picos máximos de presión ocasionados por el agua pueden calcularse utilizando la siguiente ecuación tomada del libro "Handbook of Thermoplastic Piping System Design", Thomas Sixsmith y Reinhard Hanselka, Marcel Dekker Inc., pp 65-69.

$$P_s = V \left(\frac{3960 \times E \times t}{E \times t + 3 \times 10^5 \times D_i} \right)^{\frac{1}{2}}$$

donde:

P _s	Pico de presión (psi)
V	Velocidad del agua (pies/seg)
D _i	Diámetro interior de la tubería (pulg)
E	Módulo de elasticidad del material de la tubería (psi)
t	Espesor de la pared de la tubería (pulg)

El bajo módulo elástico del polibutileno, combinado con el espesor de pared reducido da lugar a un pico de presión bajo para un diámetro de una tubería dada y clasificación de presión. La tabla que aparece abajo compara el pico de presión máximo para tuberías fabricadas de diferentes materiales plásticos con un diámetro exterior de 1 1/2" (40 mm), diseñadas para la misma presión de servicio.

	E (psi)	DI (")	T (")	V (pies/seg)	Ps (psi)
PB	38.000	1.28	0.15	5.0	37.5
PE-X	100.000	1.14	0.22	5.0	76.7
PP-R	170.000	1.05	0.26	5.0	111.2
PVC-C	420.000	1.22	0.18	5.0	129.3

Con el fin de verificar la resistencia del sistema Polyplumb a este fenómeno del golpe de ariete, la tubería y las juntas han sido probadas en laboratorio para obtener la tensión instantánea generada artificialmente en el circuito, mediante la interrupción del fluido seguido del cierre rápido de una válvula.

Los ciclos de apertura y cierre han sido repetidos en un corto período de tiempo hasta alcanzar el número de ciclos prefijados o a la rotura del tubo, obteniendo los siguientes resultados:

Presión en el circuito (bar)	Temperatura del agua (°C)	Ciclos (nº)	Rotura (nº)
5,0 - 8,5	20	300.000	Ninguna
12,0 - 24,0	20	60.000	Ninguna
1,0 - 5,0	20	240.000	Ninguna

La presión dinámica en el tubo, no varía durante la fase de prueba, que ha alcanzado 29 bar frente a un valor de 36 bar alcanzando por una tubería de cobre en las mismas condiciones de carga. Este resultado se explica por el defecto de amortiguación del PB.

- Resistencia a la abrasión

Se entiende abrasión al desgaste superficial producido por una acción de rozamiento mecánico repetido en el tiempo que, en lo que concierne a las instalaciones, en general viene determinado por partículas sólidas en suspensión contenidas en el agua.

La resistencia del material que forma la tubería, puede ser establecida en función de la pérdida de peso porcentual de la superficie agredida durante 100 horas con arena de variada granulometría y una temperatura de 23°C. El PB es el material que ofrece unos mejores resultados respecto a otros termoplásticos.

Material	Pérdida de peso (%)
PB	1,00
PE-HD	1,34
PE-UHMW	1,27

- Resistencia al cloro

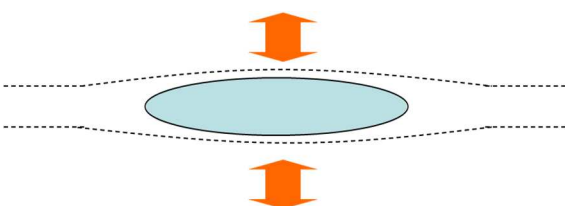
No se debe usar polibutileno donde haya niveles altos de cloro, por ejemplo, piscinas. Los niveles altos de cloro afectan a todos los plásticos. **El nivel normal de cloro de los suministros de agua domésticos no afectará negativamente la expectativa de vida.**

Se debe prestar particular atención al agua que incorpora cloro en proporciones superiores a 0,5 ppm, en cuyo caso el radio de curvatura mínimo no debe ser inferior a 40 veces el diámetro y en el caso en que no sea posible se aconseja recurrir a un codo. La tensión que tiene la curvatura del tubo en combinación con un elevado contenido de cloro en el agua, puede provocar daños en la tubería.

- Resistencia a los golpes

La robustez y flexibilidad del tubo Polyplumb, ofrece una elevada resistencia a los golpes accidentales de cuerpos extraños en el momento de su instalación en obra o almacenaje. Se aconseja en estas ocasiones verificar que la superficie del tubo no presente ningún rasguño originado por el golpe, lo cual puede comprometer la eficiencia de la unión, por eso el tubo debe ser colocado comprobando el acabado del mismo y que entra hasta la marca correspondiente de tal forma que la junta realice la estanqueidad perfectamente.

- Resistencia a las heladas



La temperatura de fragilidad térmica del PB del sistema Polyplumb está alrededor de los -15°C, temperatura a la cual el tubo conserva todavía un buen grado de elasticidad. Esta característica reduce la posibilidad de daños en el tubo originados por el característico aumento del volumen del agua cuando ésta se congela. Es esencial comprobar tales condiciones mediante un adecuado aislamiento para evitar que los otros componentes de la instalación puedan sufrir este inconveniente.

- Resistencia a los rayos UVA

El PB ofrece una buena resistencia a los rayos ultravioleta respecto a otros materiales plásticos, los cuales están sujetos a un envejecimiento precoz si son expuestos sin ninguna protección a los rayos solares.

Se recomienda la protección adecuada del tubo Polyplumb si su instalación es exterior.

No es aconsejable almacenar durante largos periodos de tiempo la tubería sin ninguna protección, una vez abierto el embalaje.

- Características sanitarias

La elevada opacidad del PB Polyplumb obstaculiza el paso de la luz a través de las paredes del tubo, impidiendo de este modo el desarrollo de algas en la superficie interna, verificado según la prescripción de la norma BS 7191, parte 1.

La legionela son bacterias que pueden crecer en sistemas de agua potable. La temperatura de crecimiento óptima está entre 30°C a 45°C. La inhalación de agua conteniendo legionela puede causar enfermedades. En el peor de los casos provoca legionelosis, una enfermedad que a menudo resulta mortal si no se la trata. El sistema más habitual para combatir la legionela, es mediante la desinfección térmica en una gama de temperaturas $T > 65^{\circ}\text{C}$. Dicho proceso es admisible y sin prejuicios a largo plazo por la tubería Polyplumb, siempre y cuando la presión de servicio no sobrepase los 10 bar.

El sistema Polyplumb permite la desinfección térmica para prevenir la acumulación de bacterias de legionela.

Materiales

Componentes	Material
Tubería	Polibutileno
Cuerpo de accesorio	Polibutileno
Tuerca	Poliamida rellena de mineral
Junta tórica	EPDM
Arandelas distanciadoras	Poliamida rellena de mineral
Formador de codos	Polipropileno
Anillo de retención	Acero inoxidable
Grifo y válvula de cierre, válvula del aparato	Poliacetal
Válvulas de compuerta y adaptadores	Latón DRZ
Grapas de tubería y tubería de canalización	Polipropileno
Cala de unión de la canalización	Polietileno

Polibutileno: Es un polímero termoplástico isotáctico cristalizado. Es un material muy elástico y en comparación con otros plásticos, ofrece mejores propiedades físicas. Las propiedades detalladas, se explican más adelante.

E.P.D.M.: Monómero-Etileno-Propileno-Dieno. Es un material relativamente blando, resistente a las altas temperaturas del agua y está diseñado para la vida del sistema, que es más de 50 años.

Acero Inoxidable: Acero inoxidable grado 316.

Polietileno: Es un material plástico de construcción probado.

Polipropileno: Es un material que aunque es flexible, es ideal para las abrazaderas articuladas de tuberías y conductos corrugados.

Poliacetal: Es adecuado para usos sanitarios y posee un acabado atractivo.

Latón DRZ: Latón a prueba de descincado.

Características dimensionales

Las tuberías Polyplumb están disponibles tanto en tiras de 2 y 6 metros, como en rollos de 10, 25, 50 y 100 metros. La tubería en rollos tiene la particularidad de que al desenrollarse se mantiene recta y no queda como un muelle. Esto permite trabajar cómodamente con la tubería en rollo, debido a que esta es mucho más manejable. Esta ventaja se consigue gracias a la técnica "Plumbstraight" y es una característica propia de la tubería de Polyplumb.

Diámetro nominal	Peso (kg)	Contenido Agua (L/m)
15 mm	0,070	0,095
22 mm	0,015	0,254
28 mm	0,215	0,380

Espesor de las tuberías

Diámetro exterior	Espesor mínimo
15 mm	1,70 mm
22 mm	2,00 mm
28 mm	2,60 mm

Características mecánicas

Para comprobar la idoneidad del uso de este tubo para obra civil, se han realizado numerosas pruebas para contrastarlo. El resultado muestra que el PB, entre todos los materiales plásticos, asegura las mejores prestaciones a lo largo del tiempo.

La durabilidad del tubo en material plástico viene definida y establecida por la norma DIN 16968, la cual nos da en modo empírico la curva de regresión que indica la durabilidad en horas de un tubo en función de la demanda, en función de diversas condiciones de presión y temperatura del fluido circulante.

Para determinar la presión interna que es capaz de soportar una tubería, debemos considerar el diámetro de la misma, su espesor y la tensión tangencial del material con que ha sido fabricada la tubería. Además, se establece un coeficiente de diseño que cabe considerar de seguridad y que se establece para corregir posibles golpes de ariete, sobre-presiones, pequeñas variables en las características mecánicas del material, etc.

$$\sigma = \frac{P \times (D - S)}{20 \times S} \times F$$

σ Tensión tangencial (MPa)
 P Presión de trabajo (bar)
 D Diámetro (mm)
 S Espesor (mm)
 F Coeficiente de seguridad

Una vez calculada la tensión resultante, es posible calcular la duración térmica (T) del tubo mediante la curva de regresión de PB, determinada en función de la temperatura de trabajo. Ver capítulo Anexos.

Los valores teóricos calculados según este procedimiento son posteriormente validados por una prueba cíclica siguiendo la normativa vigente UNE EN ISO 15876. Los resultados obtenidos han conseguido estimar una duración útil para la tubería Polyplumb de al menos 50 años en las condiciones de funcionamiento señaladas en la siguiente tabla, con un coeficiente de seguridad igual a 2.

Temperatura	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
Presión (bar)	12,0	11,5	11,0	10,5	9,0	8,0	7,0	6,0

- Conductividad térmica (λ)

La baja conductividad térmica del PB hace que no se disipe el calor del fluido al exterior a través a través de las paredes de las tuberías por lo que se pierde menos energía. Como ejemplo, un sistema de tuberías de cobre al transportar agua a 82°C por su interior, tiene una temperatura exterior de 18°C superior a un sistema de tuberías de PB. Esto deriva en una pérdida de temperatura desde el colector hasta los radiadores por el mayor coeficiente de transmisión térmica del cobre, lo que conlleva un mayor consumo energético.

Conductividad térmica (W/m K)

PVC-C	PP-R	PE-X	PB	ACERO	COBRE
0,14	0,24	0,41	0,22	42-53	407

- Dilatación térmica (α)

Todo material plástico presenta un coeficiente de dilatación térmico lineal (α) más elevado que los metálicos. El PB al ser sometido a temperaturas de operación de 50 - 70 °C, presenta una menor dilatación longitudinal del tramo de tubería en comparación de los otros termoplásticos como el PE-X y el PP-R, causando menor tensión en las uniones ya que su desplazamiento es menor. Esta característica debe ser tenida en cuenta en la fase de proyecto o de instalación en obra, en caso de una instalación vista de la tubería, sobre todo para instalaciones de calefacción.

Dilatación térmica (mm / m k)

PVC-C	PP-R	PE-X	PB	ACERO	COBRE
0,08	0,18	0,20	0,13	0,012	0,018

Si se instala un racor en un cambio de dirección de la tubería, se debe de calcular la longitud mínima necesaria del brazo (L_b). Con el mismo procedimiento, se puede comprobar que la longitud del brazo en una curva sea suficiente para obtener la dilatación del tramo más largo, de modo que la variación mecánica no afecte negativamente al racor.

L_b se calcula mediante la fórmula $L_b = C \sqrt{D_e \times \Delta L}$

L_b Longitud mínima necesaria del brazo flexible (mm)

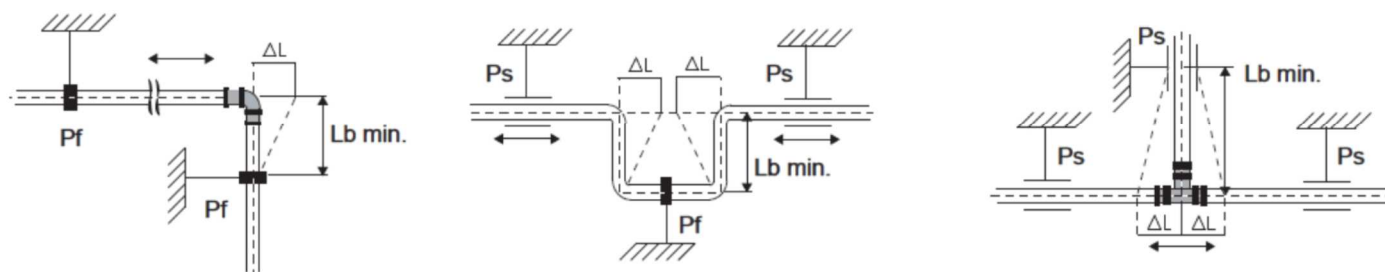
C Constante característica del material

D_e Diámetro exterior del tubo (mm)

ΔL Variación de la longitud del tubo (mm)

Pf Punto de anclaje fijo

Ps Punto de anclaje deslizante



- Flexibilidad

La flexibilidad es una ventaja ofrecida por una serie de materiales plásticos a comparación con los metales, sin embargo, el Polibutileno es claramente el plástico de elección como se ilustra en la tabla que aparece a continuación, en la cual se presentan los valores de elasticidad a la flexión típicos de varios materiales de poliolefina para tuberías.

El módulo de elasticidad (E) del PB, como el de todos los materiales plásticos, está condicionado por la temperatura. El PB presenta un módulo de elasticidad relativamente bajo con respecto a otros materiales plásticos a temperatura ambiente, asegurando una elevada resistencia en condiciones límite de presión y temperatura. Cuando más pequeño es el módulo elástico, más flexible será el material.

Temperatura	Módulo de elasticidad (N/mm ²)
0	560
23	380
60	220
82	170
93	150
99	140

Comparando el PB con otros materiales:

Módulo de elasticidad a la flexión (MPa) método ISO 178

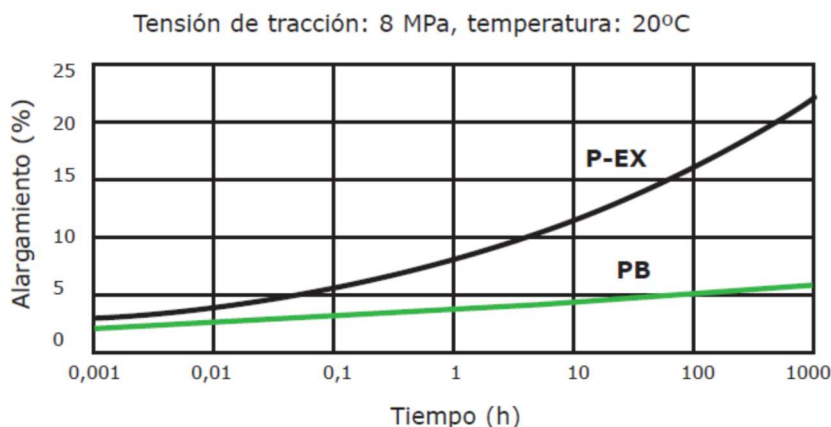
PVC-C	PP-R	PE-RT	PE-X	PB	ACERO	COBRE
3.500	800	550-650	600	400-450	210.000	120.000

- Resistencia al flujo

La resistencia al flujo es un factor importante a considerar en la construcción de tuberías de material plástico. El alargamiento de flujo es el alargamiento del material en función del tiempo bajo carga constante y a temperatura constante. Debe de ser tenido en cuenta en las uniones de tubos mediante accesorios de unión por compresión.

Las ventajas de la flexibilidad durante la instalación y el servicio de los sistemas de tuberías de Polyplumb están perfectamente documentados en la sección de Beneficios y Ventajas. Obviamente, cuanto más fácil sea de manipular la tubería, menor será el tiempo de instalación. A este respecto, la facilidad de conducirlos a través de orificios perforados y de espacios reducidos, combinado con secciones largas de tuberías y la consiguiente reducción en el número de sujeciones necesarias, son todos ellos factores que contribuyen a la rapidez de instalación y a la reducción asociada de los costes de mano de obra.

Aunque las tuberías de PB Polyplumb pueden flexionarse fácilmente, debe tenerse la precaución de no doblar la tubería hasta el punto de "deformarla". A este respecto, se recomienda un radio de doblez mínimo de 8 veces el diámetro de la tubería, pero siempre adaptando una curva ampliada.



La tabla que se ofrece a continuación, ilustra los radios mínimos de doblez recomendados para varios diámetros de tubería.

Diámetro (mm)	Radio (mm)
15	120
22	176
28	224



- Ciclo térmico

La variación frecuente de la temperatura del agua que circula por una instalación influye posteriormente en la resistencia de la tubería y sus uniones, cuyos efectos son objeto de prueba específica según la modalidad de prueba en la norma BS 7291 parte 1.

Agua caliente		Agua fría		Presión mín. (bar)	Ciclo nº
Temp. Entrada	Duración (min)	Temp. Entrada	Duración (min)		
83 ± 2 °C	20	15 ± 5 °C	10	6	5000
100 ± 2 °C	20	15 ± 5 °C	10	6	1000
95 ± 2 °C	20	15 ± 5 °C	10	6	5000

El sistema Polyplumb ha sido sometido a tales presiones dando un resultado satisfactorio y sin anomalías.

Identificación

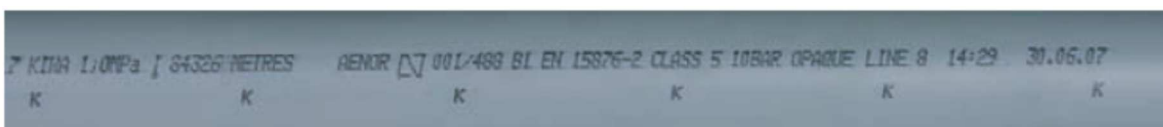
Sobre todos los tubos Polyplumb se ha incluido, durante el extrusionado, un código de identificación para obtener un sistema de trazabilidad. Esta identificación es de color negro para el tubo estándar y rojo para el tubo con barrera de oxígeno. Se incluye además de la norma de homologación, marca, diámetro del tubo y material, temperatura y presión de trabajo para un servicio de 50 años, línea y la fecha de producción. La marca tipo es como se indica a continuación:

Marca	Norma UK	Dimensión	Clase	Material	Instalación Sanitaria	Temperatura y presión	Tipo Material
Polyplumb	BS 7291/2 2001	15 x 1,7 mm	Clase S	PB	H & C (*)	12 bar/20°C 7 bar/82°C	PB 4237

(*) Water services & central heating



Marca AENOR	Norma España	Serie	Presión	Opacidad	Fecha producción
N 001/488	EN ISO 15876-2	Clase 5	10 bar	Opaco	



Combustibilidad

Al igual que la mayoría de los otros polímeros orgánicos y materiales utilizados en los sectores manufacturero y de construcción, el Polibutileno arderá. Sin embargo, es difícil de prender y está definido como combustible pero no muy inflamable.

Cuando el Polibutileno para tuberías se calienta en el aire, la fusión ocurrirá ~125 °C, y la descomposición comenzará aproximadamente a 300°C con la emisión de hidrocarburos volátiles de peso molecular más bajo. Una llama o una fuente de calor radiante puede prender éstos. Una vez que ocurre la ignición, se generará suficiente calor para continuar la descomposición y siempre que haya presente una cantidad suficiente de oxígeno, continuarán quemándose incluso cuando se retire la fuente de ignición. El quemado está acompañado por la liberación de gotitas fundidas ardientes de polímero que pueden prender otros materiales inflamables.

Estos comentarios únicamente pueden ser de una naturaleza general, puesto que las condiciones en una situación real nunca pueden predecirse completamente. Dependerán de muchos factores, por ejemplo, la ubicación, la disponibilidad de oxígeno y la presencia de otros materiales inflamables. Al igual que muchos otros materiales orgánicos por ejemplo, la madera, el papel y la celulosa, cuando el Polibutileno arde, emite dióxido de carbono y agua como productos principales de su descomposición, además de monóxido de carbono y carbón (hollín), además de una cantidad considerable de otros productos de descomposición y oxidación, con frecuencia irritantes, en concentraciones muy bajas. Éstos pueden incluir cantidades pequeñas de ciertos aldehídos nocivos como formaldehído y acroleína. Estos aldehídos son irritantes y lacrimógenos y por lo tanto pueden hacer que los vapores sean irritantes.

Al ser una poliolefina, las características de inflamabilidad y quemado del polibutileno son semejantes a las de los materiales de polietileno y polipropileno.

- Comportamiento según las normas de protección contra incendios

Durante una valoración realizada por Springborn Laboratories Inc., un grupo de pruebas privado en Enfield, Connecticut, se encontraron muestras de resina de polibutileno de Basell que conformaban con los requerimientos de Underwriters Laboratories prueba UL94 HB de material clasificado.

El polibutileno está clasificado según Clase IV.2 (inflamabilidad normal) en las recomendaciones de VKF (Association of Cantonal Fire Insurances de Suiza). Según DIN 4102-1, el polibutileno pertenece a la Protección contra incendios Clase B2. Si es necesario adoptar medidas de protección contra incendios para tuberías >DN 50 en conductos de paredes y techos, únicamente deben utilizarse aislamientos de protección contra incendios permitidos (por ejemplo, la tecnología de conductos de tuberías DOYMA, sistemas de aislamiento MISSE, etc.).

El índice de oxígeno limitante para el polibutileno es de 17,5.

Cuando quiera que una tubería de polibutileno pase a través de una pared resistente al fuego, debe estar recubierta de un material intumescente adecuado. El uso de tuberías y accesorios de polibutileno en aplicaciones de tuberías de agua está aprobado en la mayoría de los países por los códigos de edificación y construcción.

El sistema de unión

Generalidades

Hasta este apartado, se han expuesto las características básicas del PB como materia prima y su transformación. En la práctica, los tubos y los accesorios deben unirse entre si para formar la instalación final. El componente fundamental del éxito del sistema Polyplumb es la particular modalidad de conexión que consigue la ejecución manual de la conexión sin utilizar ninguna herramienta.

La seguridad de este sistema de unión, común en toda la gama Polyplumb, viene de la particular forma de la conexión y de los componentes. Estos están realizados en material de alta calidad y dispuestos de tal forma que facilitan el empalme de la tubería garantizando una eficaz unión mecánica e hidráulica.

En la elección de un método de unión para las tuberías de plástico, la base principal son las características físicas de los diferentes materiales, tipo de plástico, comportamiento a la extensión, fragilidad, estabilidad y flexibilidad. Existen en el mercado diferentes técnicas de unión:

- Compresión
- Fusión
- Encolado
- Electrofusión

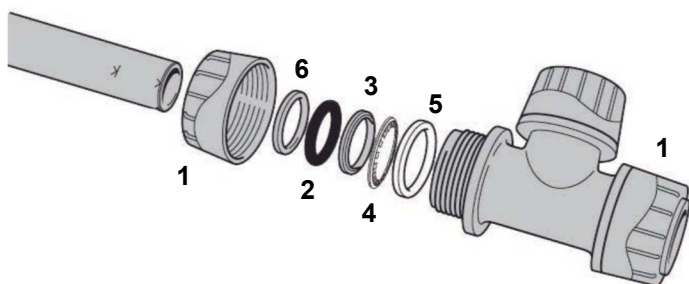
El sistema de Polyplumb está basado en el modelo de compresión, el cual destaca por las siguientes características:

- No necesita ninguna fuente de alimentación
- De fácil realización en obra
- No necesita ninguna herramienta especial

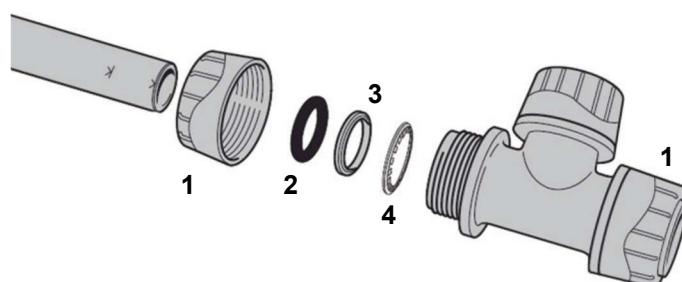
Descripción de los componentes

En los accesorios de Polyplumb se distinguen los siguientes componentes:

1. Tuerca. La tuerca mantiene todos los componentes internos del accesorio en su posición y guía a la tubería antes de pasar por la junta. No deben ser manipulados durante el proceso de unión. Sólo cuando queramos desmontar una unión, deberemos desenroscarla como veremos más adelante. En los accesorios de Polyplumb, la tuerca sólo se aprieta a mano.
2. Junta tórica de EPDM. Crea un sellado hermético entre la pared de la tubería y el accesorio, haciendo que este sea totalmente estanco.
3. Arandela de plástico I. Evita la interferencia entre la junta tórica y el anillo de retención. Esto permite que el accesorio gire sobre la tubería, incluso con presión en la instalación.
4. Anillo de retención. Fabricado en acero inoxidable de alta calidad, dispone de una serie de dientes alrededor del anillo y apuntan en una dirección para permitir la inserción de la tubería, pero no su extracción.
5. Arandela de plástico II. Realiza la función de apoyo del anillo de retención.
6. Arandela de apoyo. Realiza la función de apoyo de la junta tórica. En algunas figuras, esta función la realiza la propia tuerca.



Configuración general de los accesorios



Configuración de los manguitos, codos y tes de 15mm y 22mm

Método de unión

La seguridad del sistema Polyplumb está garantizada en todas las conexiones gracias al sistema de unión que combina rapidez en la realización y una extraordinaria estanqueidad y seguridad. La ejecución de una unión con el sistema Polyplumb requiere tan solo tres simples operaciones:

1. Cortar el tubo
2. Colocar el casquillo en el tubo
3. Insertar el tubo en el accesorio de unión

El sistema utilizado en toda la gama de accesorios de Polyplumb, se realiza la unión manualmente, sin utilizar ningún tipo de máquina auxiliar, siendo el instalador quien puede comprobar inmediatamente si la unión ha sido realizada de un modo perfecto. Para realizar una unión, primero seleccionar la tubería Polyplumb del diámetro correcto de acuerdo al accesorio que vayamos a utilizar. Las tuberías están marcadas con una serie de marcas en forma de "K" en toda su longitud. La distancia entre las marcas indica la profundidad de la inserción de la tubería en el accesorio Polyplumb.

1. Cortar el tubo

Cortar el tubo por una de las marcas "K" siempre con la ayuda de unas tijeras cortatubos. El corte deberá de ser limpio y perpendicular, y comprobaremos que no hayan quedado rebabas alrededor del mismo. Revisar que en la cara exterior de la tubería no hayan quedado ralladas o cortes profundos que puedan repercutir en la estanqueidad que proporciona la junta de goma. La tubería Polyplumb sólo se debe cortar con la ayuda de unas tijeras cortatubos. Nunca se deben usar sierras de metales, ya que dejan rebabas en la tubería que podrían interferir con la junta tórica y dañarla.



2. Colocar el casquillo en el tubo

Colocar el casquillo original Polyplumb de la medida correspondiente, en el interior del tubo. El casquillo debe utilizarse situándolo en el interior del tubo siempre que realicemos una unión con accesorios Polyplumb.

El casquillo cumple las siguientes funciones:

- Redondea la tubería para una inserción más fácil después de su corte
- El extremo redondeado protege la junta tórica durante la inserción
- Proporciona soporte para la tubería contra la junta tórica a altas temperaturas en el caso de sobrecalentamiento de la caldera



3. Insertar el tubo en el accesorio de unión

Antes de insertar la tubería en el accesorio, se debe realizar una inspección visual del accesorio para asegurar que todos los componentes están en su sitio y en el orden correcto. Insertar el tubo en el accesorio firmemente realizando un suave giro del tubo. Notará que ha alcanzado el tope.

Compruebe que ha alcanzado la siguiente marca "K". Nunca manipular el accesorio durante la operación de unión. La junta tórica está prelubricada y por lo tanto la tubería no necesita más lubricación. Una vez realizada la unión, pegue un fuerte tirón del tubo para asegurar que el mismo ha quedado perfectamente agarrado en el accesorio.



Si dos accesorios tienen que ir unidos muy juntos por cuestiones de diseño de la instalación, se recomienda que el trozo de tubo que los una, no sea de un tamaño inferior al espacio comprendido entre 4 marcas "K". Esta recomendación se basa en el hecho de asegurar que el tubo entre hasta el tope de los accesorios por sus dos extremos. Si al unir dos accesorios con un trozo de tubo los dos accesorios se tocan, podría ocurrir que uno de los dos extremos del tubo no haya llegado a hacer todo el recorrido necesario para garantizar la completa unión.

Desmontaje del accesorio



Para desmontar una unión Polyplumb, desenroscar la tuerca del accesorio y tirar de la tubería y de los componentes hacia fuera, este proceso se ha de realizar a mano.

Retirar hacia atrás la junta tórica y arandelas, y **cortar con unos alicates el anillo de retención**, sacar a continuación el resto de accesorios para ser reemplazados por unos nuevos. Reemplace el tapón, la junta, el anillo y la arandela por un kit de recambio nuevo para así **asegurar que la estanqueidad será del 100%**.



Es muy importante destruir y tirar todos los recambios de la unión inmediatamente después de ser retirados para evitar que estos puedan ser reutilizados y puedan provocar una fuga.



Montaje del kit de recambio. Obtenga el nuevo kit de reparación. Compruebe que el tubo está en correctas condiciones, sin marcas ni rebabas que pueden dañar los elementos de unión, y así ser insertado de nuevo y realizar una unión correcta.



Proceda a insertar las diferentes partes del kit de la siguiente manera:

Inserte la junta de plástico de color blanco que hará de apoyo al anillo de retención (figura 1), a continuación inserte el anillo de retención metálico, el cual se asentará en la junta de plástico blanco (figura 2).



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4

Añadir la junta gris, insertando la parte cónica dentro del anillo de retención (figura 3).

Por último, colocar la junta tórica (figura 4) y a continuación el tapón.

Una vez hemos comprobado de que todos los componentes están correctamente situados, enroscamos la tuerca del accesorio y la apretamos a mano. Ahora ya está listo para ser utilizado de nuevo. No olvide introducir el casquillo en la tubería y de tomar las precauciones que hemos dado en la parte anterior "Método de Unión".

Pruebas de estanqueidad

Es muy importante que todas las instalaciones completas sean comprobadas por los siguientes procedimientos mediante un equipo adecuado para pruebas de presión. Las pruebas deben realizarse con los siguientes intervalos:

Prueba de tuberías = Después del primer tendido

Prueba del sistema = Después del segundo tendido

- Pruebas de tuberías

Esta prueba debe realizarse después del primer tendido y cuando todos los componentes de la instalación están aún a la vista por si una vez realizada la prueba se tuviera que intervenir en alguno de ellos. Es esencial que los componentes y equipos estén desconectados, ya que no es muy probable que las calderas y otros aparatos soporten una presión de 18 bar.

1. Llenar totalmente de agua la tubería asegurando que no haya aire. Cerrar la entrada de agua.
2. Aplicar una presión de 18 bar. Debido a la elasticidad del material la presión puede disminuir, por ello cada 10 minutos se debe restaurar el valor inicial de la presión de prueba. Tirar bruscamente de las uniones. Esta operación sirve para que el anillo metálico se clave en el tubo de PB.
3. Dejar durante 30 minutos, realizar una inspección visual de la instalación para comprobar posibles uniones erróneas que den fugas.
4. Bajar la presión a la presión de servicio para comprobar la funcionalidad de la unión en condiciones de trabajo. Mantener esta presión durante 90 minutos y comprobar posibles fugas de la instalación.

- Prueba del sistema

Esta prueba debe realizarse después del segundo tendido.

1. Purgar totalmente el sistema y llenarlo de agua. Comprobar las fugas antes de probar con presión.
2. Llevar el sistema a una temperatura de funcionamiento máxima e identificar fugas. Deje que el sistema se enfríe durante por lo menos 3 horas y comprobar las fugas otra vez más.
3. Probar la presión máxima recomendada por los fabricantes de los aparatos y accesorios.

Probar las tuberías inaccesibles o enterradas a por lo menos 2 veces la presión de funcionamiento del sistema.

Pérdida de carga

Pérdida de carga

El sistema Polyplumb ofrece la posibilidad de sustituir con tubos de diámetro reducido en igualdad de prestaciones a tubos de un mayor diámetro y sistemas tradicionales en una serie de usos diversos. Esto es posible por:

- La superficie interna del tubo tiene un acabado extremadamente liso con un coeficiente de rozamiento reducido.
- La ausencia de depósitos calcáreos permite suprimir coeficientes preventivos en el conjunto de la pérdida de carga.
- La elevada resistencia del tubo a la abrasión permite conseguir una velocidad de proyecto más elevada.
- La flexibilidad del tubo permite reducir al mínimo el número de conexiones necesarias para la realización de la instalación.
- En fase de colocación en obra, se pueden realizar curvas más suaves que reducen la pérdida de carga total de la instalación.
- La conexión Polyplumb no reduce la sección útil de paso ni produce residuos.

La tabla (incluida en el apartado de Anexos) muestra la pérdida de carga del tubo Polyplumb a una temperatura de 50°C, para otras temperaturas, aplicar el factor de corrección indicado en la tabla siguiente:

Factores de corrección

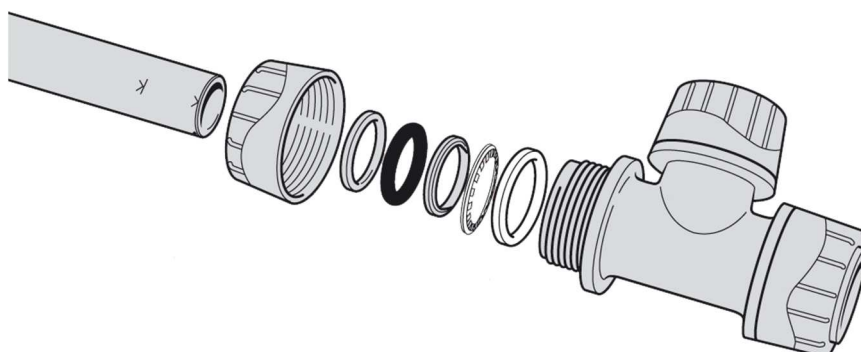
Temperatura	90 °C	80 °C	60 °C	40 °C
Factor	0,95	0,98	1,02	1,10

La pérdida de carga relativa de las conexiones Polyplumb se indica en la siguiente tabla, en longitud equivalente de tubo recto. La suma total de la pérdida de carga será la suma de la pérdida de carga del tubo más la pérdida de las conexiones o accesorios y de los aparatos que están incluidos en la instalación.

Los accesorios Polyplumb, cuando están montados con la tubería, prácticamente son de paso total, ya que todos los mecanismos de cierre (anillo tórico, juntas, etc) son exteriores al tubo, mientras que en otros sistemas el mecanismo de cierre es por el interior, con lo cual se reduce el paso y aumenta la pérdida de carga, provocando turbulencias, ruidos, menor caudal y necesitando una bomba de mayor potencia.

Pérdida de carga de los accesorios

Diámetro externo nominal	Longitud equivalente	
	Codo 90 °C	Conexión en T
15 mm	0,5 m	1,7 m
22 mm	0,8 m	1,9 m
28 mm	1,0 m	2,4 m



Normativa

Es la responsabilidad de todo fabricante asegurar que los productos que vende son aptos para el uso que se les va a dar. Los organismos de estandarización, por ejemplo, BSI, DIN, UNE, EN e ISO, ofrecen los métodos de prueba y los protocolos para realizar pruebas de rendimiento por los cuales los fabricantes buscan la homologación de sus productos.

Utilizando estos métodos de prueba estandarizados, los organismos de homologación como el DVGW, KIWA, BSI, AENOR y BBA ofrecen al fabricante de un producto una homologación reconocida e independiente de que su producto satisface un nivel aceptable de rendimiento. También ofrecen al comprador y al consumidor la garantía de que el producto será adecuado para el uso que se le va a dar.

Los procedimientos de estandarización asociados con el rendimiento de tuberías de agua caliente y fría a presión son amplios y muy exigentes. En España, la norma aplicable para el sistema de tubos de polibutileno, accesorios y sistema de canalización para instalaciones de agua caliente y fría es la UNE 15.876:2004, que sustituye a la UNE 53.415.

Sistemas de canalización para en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB) Generalidades. UNE-EN ISO 15.876-1:2004

Sistemas de canalización para en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB) Tubos. UNE-EN ISO 15.876-2:2004

Sistemas de canalización para en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB) Accesorios. UNE-EN ISO 15.876-3:2004

Sistemas de canalización para en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB) Aptitud al uso del sistema. UNE-EN ISO 15.876-5:2004

Sistemas de canalización para en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB) Guía para la evaluación de conformidad. UNE-EN ISO 15.876-7:2004

Además, el sistema Polyplumb cumple con las exigencias indicadas en el actual Código Técnico de Edificación (CTE) del 2006 y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) revisión del 2007.

Temperatura y presión

Polyplumb tienen una duración prevista mínima de 50 años. El período de vida garantizado para el sistema es de 25 años siempre que sea instalado según las recomendaciones del fabricante. Estas recomendaciones incluyen las temperaturas y presiones de servicio.

Las temperaturas de servicio son la temperatura máxima alcanzada durante el funcionamiento normal. La temperatura de mal funcionamiento es la temperatura máxima aplicada al sistema en el supuesto de un fallo o mala función del termostato de control. El sistema podría seguir intacto a esta temperatura y presión durante tres o cuatro meses.

La tabla siguiente muestra las temperaturas y presiones de servicio recomendadas.

Temperatura	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C	114 °C
Presión (bar)	12,0	11,5	11,0	10,5	9,0	8,0	7,0	6,0	3,0

(*) 114°C o Temperatura de mal funcionamiento.

Campo de aplicación

La norma se aplica a los sistemas de canalización de polibutileno (PB) destinadas a su utilización en instalaciones de agua caliente y fría en el interior de la estructura de los edificios, para la conducción de agua destinada o no a consumo humano (sistema domésticos) y para instalaciones de calefacción, a las presiones y temperaturas de diseño de acuerdo con la clase de aplicación.

Esta norma cubre una amplia variedad de condiciones de servicio (clases de aplicación) y de clases de presión de diseño, y de dimensiones de tubo.

Clasificación de las condiciones de servicio

Los requisitos de funcionamiento par los sistemas de canalización conformes con esta norma se especifican por cuatro clases diferentes de aplicaciones que se muestran en la siguiente tabla:

Clase de Aplicación	Temp. diseño (°C)	Tiempo T diseño (años)	Temp. máx. (°C)	Tiempo T máx. (años)	Temp. mal (°C)	Tiempo T mal (°C)	Campo Aplicación
1	60	49	80	1	95	100	Suministro de agua caliente (60°C)
2	70	49	80	1	95	100	Suministro de agua caliente (70°C)
4	20	2,5	70	2,5	100	100	Calefacción por suelo radiante y radiadores a baja temperatura
	40	20					
	60	25					
5	20	14	90	1	100	100	Radiadores a alta temperatura
	60	25					
	80	10					

A) Cada país puede elegir entre la clase 1 o la 2 de acuerdo a sus reglamentaciones nacionales
 B) Cuando aparezca más de una temperatura de diseño para cualquier clase, los tiempos deben ser añadidos

Todos los sistemas que satisfagan las condiciones especificadas en la tabla, deben ser adecuados para la conducción de agua fría durante un período de 50 años a una temperatura de 20°C y una presión de 10 bar. Todas las instalaciones de calefacción deben emplear únicamente agua o agua tratada como fluido circulante.

Para cualquier aplicación, la elección de la clase a aplicar conforme a la tabla debe acordarse entre las partes implicadas. Cada clase debe combinarse con una presión de diseño de 4, 6, 8, o 10 bar, según proceda.

Método de cálculo para el dimensionado

Las curvas de regresión de cada material tienen sus propias ecuaciones matemáticas que son las que realmente se utilizan en el cálculo, en lugar de las propias gráficas. Empleando esas ecuaciones, teniendo en cuenta las especificaciones de cada clase, aplicando la regla de Miner y utilizando los coeficientes de servicio propios de cada material se obtiene la tensión de diseño para cada clase σ_D (tensión de cálculo)

Los coeficientes de servicio para el caso del tubo de polibutileno (PB) son:

Temperatura	Coficiente de servicio
T diseño	1,50
T máx.	1,30
T mal	1,00
T caliente	1,25

Las tensiones de diseño que se obtienen para los tubos de PB son:

Clase	Tensión de diseño (MPa)
1	5,73
2	5,04
4	5,46
5	4,31
20 °C - 50 años	10,92

Instalaciones

En sistemas de agua caliente y fría, la flexibilidad de la tubería permite que el instalador conduzca la tubería a través de espacios en pisos y techos con facilidad, precisando menos uniones y puntos de acceso. Con frecuencia esto significa que se necesita menos tiempo para la ejecución y da como resultado menos conflictos con otros gremios y por último, tiempos de construcción más rápidos.

El nuevo CTE en la sección HE 4-17 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. Cálculo y dimensionado. Componentes, regula la utilización del material de las tuberías en las instalaciones de energía solar térmica. Las tuberías del circuito primario, instalación entre las placas solares y el interacumulador, el material de las tuberías puede ser cobre o acero inoxidable, con conexiones roscadas, soldadas o embreadas.

En el **circuito secundario** o de servicio de agua caliente, instalación entre el interacumulador y los puntos de consumo, el material de las tuberías puede ser cobre y acero inoxidable, pero también se puede utilizar materiales plásticos que soporten la máxima temperatura del circuito y que estén autorizados para el suministro de agua potable. Por lo que no hay ningún impedimento en colocar tubería de polibutileno (PB).

Hay que tener en cuenta que la temperatura del agua de consumo no puede exceder de 60°C, si no, nos quemamos. Por eso, se puede aconsejar también dejar un metro de cobre en la salida del acumulador y a partir del cual se puede montar el tubo de PB o a partir de una válvula mezcladora termostática.

Áreas de aplicación

Los sistemas de tuberías de Polyplumb se utilizan en muy diversas aplicaciones:

- Sistemas de suministro de agua caliente y fría
- Sistemas al vacío
- Sistemas de alcantarillado y agua de lluvia
- Distribución térmica
- Líneas de calefacción por distritos
- Sistemas térmicos de agua
- Líneas de proceso de agua

Con presiones de servicio de hasta 16 bares y temperaturas de trabajo de hasta 95°C, los sistemas de tuberías de Polyplumb ofrecen una gama muy amplia de oportunidades de aplicación, además de su uso en edificios residenciales, por ejemplo:

- Hospitales, asilos, colegios
- Plantas de aguas residuales
- Centros deportivos (campos de fútbol, gimnasios)
- Centros comerciales, edificios de oficinas
- Hoteles
- Balnearios, centros de salud
- Aeropuertos, estaciones de ferrocarril
- Calefacción por distritos

Así como ocurre con la mayoría de los plásticos, las tuberías de polibutileno se deteriorarán si se exponen a los rayos ultravioletas. Por lo tanto, cualquier tubería exterior debe protegerse de los rayos ultravioletas mediante:

- Aislamiento total
- Empotramiento de tuberías
- Pintado con pintura sin celulosa, es decir, una imprimación emulsificada a una pintura brillante a base de aceite.

No se debe usar polibutileno donde haya niveles altos de cloro, por ejemplo piscinas. Los niveles altos de cloro afectan a todos los plásticos. El nivel normal de cloro de los suministros de agua domésticos no afectará negativamente la expectativa de vida de la instalación.



Según se indica en el CTE los diámetros mínimos para tubos de plásticos en los ramales de alimentación son los siguientes:

Tabla 4.2 y 4.3 del DB HS4-CTE

Tabla 4.3 - Diámetros mínimos de alimentación

Tramo Considerado		Diámetro nominal del tubo de alimentación plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina		20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial		20
Columna (montante o descendente)		20
Distribuidor principal		25
Alimentación equipos de climatización	<50 kW	12
	50-250 kW	20
	250-500 kW	25
	>500kW	32

En edificios de ámbito residencial de nueva construcción donde sea de aplicación la legislación referente a energía solar térmica, deberán preverse junto a las tomas de agua fría para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente sanitaria (ACS) para permitir la instalación de equipos bitérmicos. Las derivaciones a los aparatos sanitarios, deben cumplir con los siguientes diámetros nominales mínimos.

Tabla 4.2 - Diámetros mínimos de derivaciones

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace plástico (mm)	Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace plástico (mm)
Lavamanos	12	Urinario con cisterna	12
Lavabo, bidé	12	Fregadero doméstico	12
Ducha	12	Fregadero industrial	20
Bañera < 1,40 m	20	Lavavajillas domestico	12
Bañero > 1,40 m	20	Lavavajillas industrial	20
Inodoro con cisterna	12	Lavadora doméstica	20
Inodoro con fluxor	25-40	Lavadora industrial	25
Urinario con grifo temporizador	12	Vertedero	20

Instalaciones de calefacción

Los sistemas de tuberías de Polyplumb combinan rapidez y facilidad de instalación para el instalador, además de numerosas ventajas para el consumidor. Con la excepción de las conexiones a la caldera, las tuberías y los accesorios de Polyplumb pueden utilizarse para sistemas completos de radiadores o calefacción debajo del piso.

Debido a su naturaleza flexible, la tubería de polibutileno es ideal para su uso en sistemas de calefacción por suelo radiante. Cuando ajustar codos, el Polyplumb ofrece al instalador la capacidad para doblar la tubería a un radio más reducido para permitir que se mantengan los centros. Esto puede ser un factor esencial en habitaciones pequeñas en las que se precisa la máxima cobertura de tuberías.



La flexibilidad también es un factor importante cuando se trata de instalar calefacción por suelo radiante en niveles intermedios donde las tuberías tienen que ajustarse entre las vigas. La flexibilidad de la tubería permite que la misma se instale a través de los espacios del piso y/o techo, utilizando varios métodos, pero todos ellos con la misma facilidad.

El funcionamiento en baja temperatura (inferior a 28°C en superficies) garantiza un bienestar y un confort sin igual. Es un método de calefacción por radiación, que utiliza el agua como fluido portador del calor, circulando por un serpentín de tubos de polibutileno, empotrados en una placa de hormigón, la cual constituye el elemento emisor de temperatura. En general, el calor radiante se considera más saludable

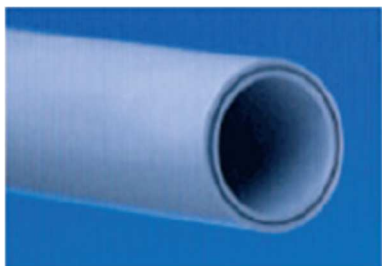
debido a que elimina las corrientes de convección en una habitación en la que puede circular polvo, bacterias y esporas de moho. Las tuberías de Polyplumb están instaladas en un panel de EPS que cumple la función de aislante térmico y acústico. Asimismo, pueden obtenerse ahorros de hasta un 15% ya que las temperaturas de las habitaciones pueden reducirse en 2 ó 3 grados.

Debido a que el PB posee un valor de conductividad térmica mucho más reducido que las tuberías de cobre, permite reducir el aislamiento térmico en las instalaciones de calefacción.

El uso de tuberías y accesorios de Polyplumb en radiadores, sistemas de calefacción por suelo y de pared está demostrando ser el sistema preferido de instaladores, contratistas y consumidores. La flexibilidad, la facilidad y la rapidez de instalación de la tubería, la falta de acumulación de incrustaciones o corrosiones, el funcionamiento más silencioso y la menor probabilidad de reventones debidos al tiempo frío, son tan solo algunas de las muchas ventajas que el Polyplumb puede aportar a cualquier instalación.



Tubo con barrera de oxígeno



La corrosión de los metales y de los componentes de metal en instalaciones de calefacción y suministro de agua ocurre debido a la presencia de oxígeno libre en el agua. El oxígeno casi siempre estará presente en cualquier sistema ya que puede introducirse a través de diversos puntos, por ejemplo a través del tanque de agua, válvulas, conexiones roscadas y bombas, y también a través de materiales permeables al gas.

En sistemas de calefacción de circuito cerrado que no tienen un suministro constante de agua caliente, la reducción de ingreso de oxígeno a través de la pared de la tubería, reducirá considerablemente la formación de corrosión. Por esta razón se ha desarrollado la tubería de barrera de Polyplumb. La tubería de barrera consiste de 3 ó 5 capas concéntricas coextruídas de material que se combina en una sola pared integral de tubería.

Debido al empleo de materiales plásticos en instalaciones de suelo radiante, la permeabilidad del oxígeno en la tubería es un punto que hay que tener en cuenta. Por este motivo, la más reciente normativa para suelo radiante, EN 1264-4:2001 contempla en su Anexo A, la recomendación de utilizar tubos de plástico con barrera contra el oxígeno para reducir los problemas de corrosión en la instalación.

En una estructura de 3 capas, el Polyplumb constituye la capa interior y el copolímero de alcohol de vinilo de etileno (EVOH) la capa exterior. La capa central está compuesta por un material adhesivo, compatible tanto con el material funcional interior como exterior, para formar una estructura integral. EVOH es el material de la barrera de oxígeno que tiene unas características de permeabilidad al oxígeno extremadamente bajas. Con objeto de mejorar el rendimiento de la barrera de oxígeno aún más, se ha desarrollado una estructura de tubería de 5 capas. En este caso, la capa interior y exterior son de Polyplumb y la capa central de EVOH. A ambos lados de la capa de EVOH hay capas de "conexión adhesivas".

Las ventajas de la estructura de 5 capas son que la capa de EVOH está protegida tanto de los efectos físicos como de los atmosféricos, y por ello ofrece un rendimiento superior como barrera de oxígeno por peso unitario de EVOH. Independientemente del tipo de tubería que se utilice, cantidades pequeñas de oxígeno entrarán en todos los circuitos de caldeo de agua, y por lo tanto, para proteger el sistema contra los efectos de la corrosión, se añaden inhibidores al agua circulante.

Instalaciones empotradas

Cuando los tubos de protección y/o aislamiento de los tubos de PB están empotrados, es importante asegurarse de que no se produce deformación ni desplazamiento. Cuando se utilizan forros de protección de tubos en un suelo o en un muro de hormigón, debería de asegurarse de que el líquido del hormigón no entre en el forro de protección. La protección de los tubos debería de colocarse con un radio de curvatura que no sea inferior a 8 veces el diámetro exterior del tubo que transporta el agua. Cuando los tubos están instalados en el interior de forros de protección, es aconsejable fijar el tubo y su forro protector en el punto donde emerge del muro o del suelo.

Cuando los tubos desnudos están empotrados, deberían instalarse a una profundidad aceptable por debajo de la superficie del muro o del suelo, teniendo en cuenta la dilatación térmica. Se permiten las uniones no desmontables, las uniones soldadas, encoladas y uniones embutidas, sin embargo, deben tenerse en cuenta, las instrucciones del suministrador del sistema, así como las reglamentaciones locales relativas al empotramiento de tubos.

El instalador debería conocer si un tubo que transporta agua caliente se dilata con el calor, y por lo tanto debería tomar medidas, cuando los tubos están suspendidos o en bucle libre en las construcciones de muro o del suelo, para fijar los extremos de los tubos en el punto donde emergen de la estructura.

Conexiones a calderas

Muchas calderas modernas tienen un bajo contenido de agua que incorpora un termostato con un límite alto, normalmente ajustado a 90°C y un dispositivo de sobrecarga de la bomba. Estos dispositivos que están diseñados para proteger la caldera, también protegen la tubería. Esto significa que Polyplumb puede conectarse directamente a la caldera si:

- Las conexiones de la caldera están fuera de la estructura de la caldera.
- Estas conexiones están separadas al menos 350 mm de la fuente de calor.

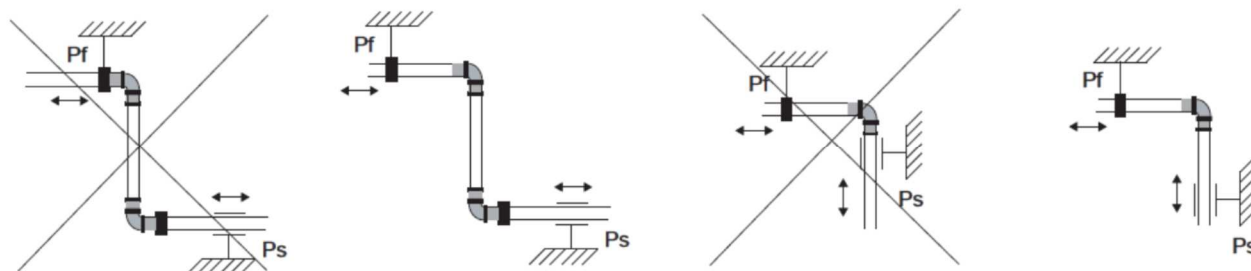
Algunas calderas tienen intercambiadores de calor de hierro fundido que no requieren tanta protección. Estas calderas suelen tener conexiones dentro de la estructura y no incluyen un termostato secundario o posibilidad de acceso. El calor residual procedente de estos intercambiadores de calor puede aumentar la temperatura del agua provocando el mal funcionamiento del sistema.

No obstante y en todos los casos, **se recomienda el uso de 1 metro de cobre entre la caldera y el primer tramo de Polyplumb** como medida de precaución para alejarlo de la fuente de calor. Cuando se utilice un tramo de tubo de cobre para ser conectado en un accesorio Polyplumb, debe utilizarse tubo rígido o en tiras y así mismo, una vez cortado con un cortatubos, eliminar todas las rebabas para evitar que estas puedan dañar la junta del accesorio.

Recomendación en instalaciones

En instalaciones realizadas con el sistema Polyplumb, es necesario tener en cuenta el efecto de la dilatación y la contracción. Los tubos deben poder dilatarse o contraerse libremente sin que estas variaciones afecten mecánicamente a los racores.

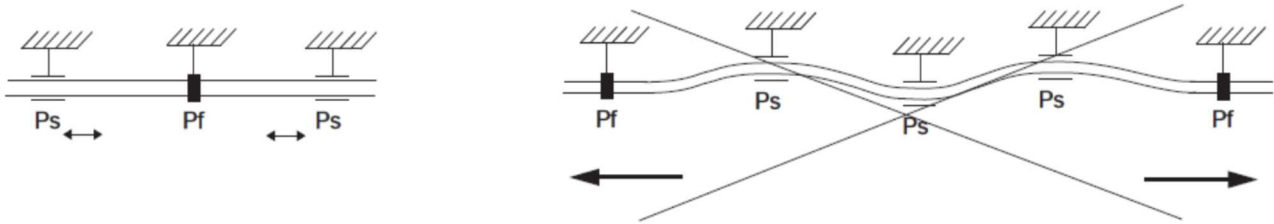
- Las curvas y cambios de dirección pueden actuar como compensadores. Los anclajes fijos no deben colocarse nunca sobre el racor.



Pf = Punto de anclaje fijo

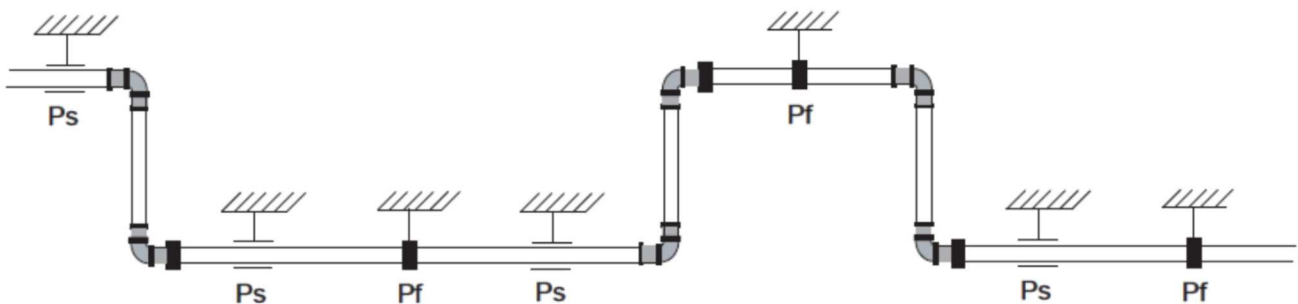
Ps = Punto de anclaje deslizante

- En un tramo de tubo recto de gran longitud, es aconsejable utilizar un punto de anclaje fijo a medio tramo, para dividir la dilatación total en dos partes iguales.



Pf = Punto de anclaje fijo
Ps = Punto de anclaje deslizante

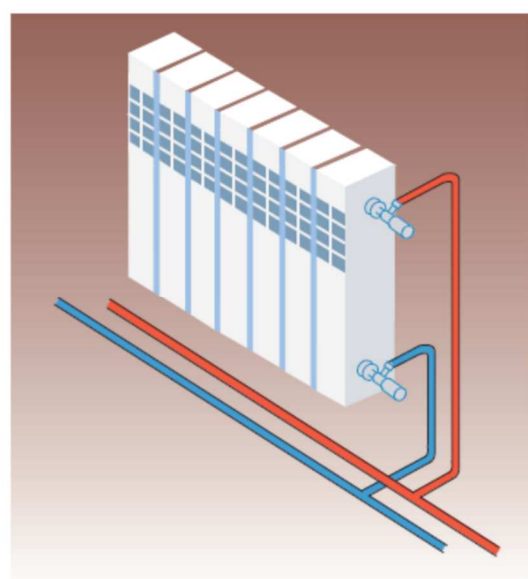
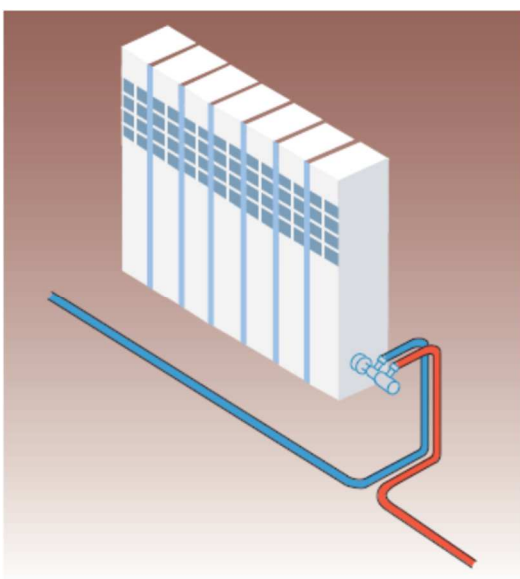
- Cuando sea posible, se subdividirá la red de distribución con una disposición de anclajes con liras o compensadores que absorban la dilatación térmica de la tubería.



Pf = Punto de anclaje fijo
Ps = Punto de anclaje deslizante

- Conexión a radiadores

Las conexiones a radiadores pueden realizarse desde la pared o desde el suelo. Utilizando conectores eurocono $\frac{3}{4}$ " para unir la tubería Polyplumb con las válvulas manuales o termostáticas y los detentores.

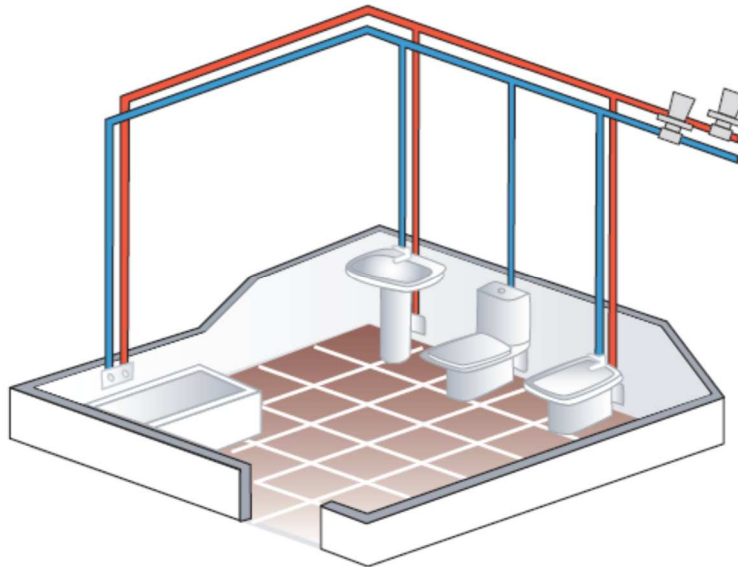


- Ejemplos de distribución

Hay diferentes sistemas para la instalación de la red hidráulica en los cuartos húmedos:

- Sistema mediante tes o sistema tradicional
- Sistema por colectores
- Sistema por distribuidores

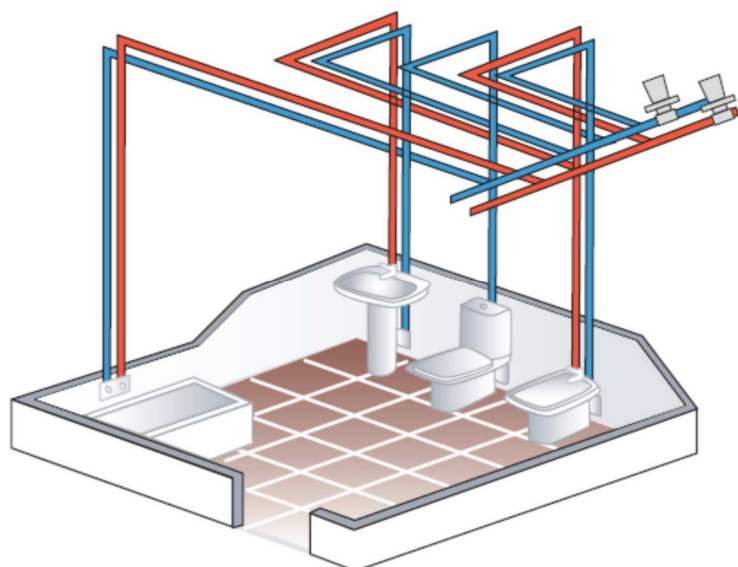
Sistema mediante tes o sistema tradicional



Con este sistema se parte desde un punto de entrada en el cuarto húmedo, después de la llave de empotrar, continúa un único tubo de distribución a los aparatos. Con este sistema tenemos un aumento importante de accesorios empotrados, asimismo también tenemos que tener en cuenta el dimensionar correctamente la tubería y calcular las pérdidas de carga en cada accesorio.

En la actualidad, es el sistema más utilizado por la mayoría de instaladores.

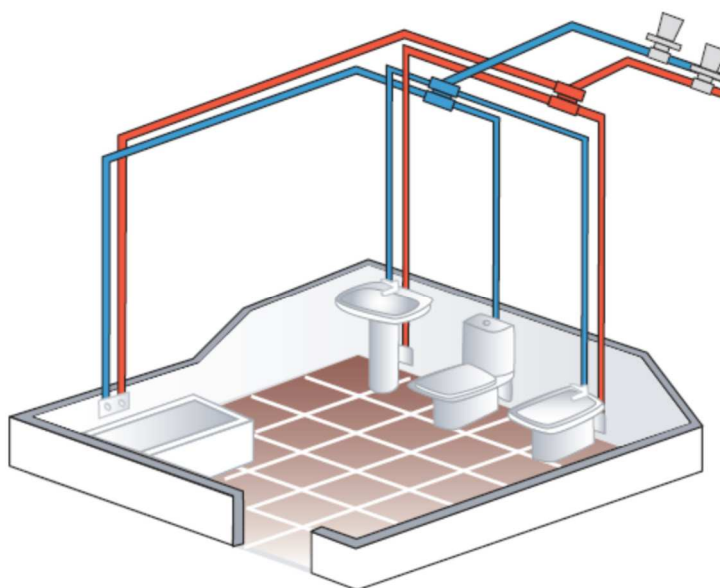
Sistema por colectores



Estos colectores tienen que estar en un punto registrable del cuarto húmedo, ya que es necesario su acceso en caso de necesidad. Estos colectores están situados después de la llave de empotrar, desde este punto se puede cerrar el paso a toda la instalación.

Las ventajas de este sistema es la ausencia de uniones empotradas, las uniones están en puntos registrables. Gracias a la ausencia de accesorios, se reducen las pérdidas de carga. En su lugar tenemos longitudes más importantes de tubería, ya que cada aparato tiene su línea independiente de tubería, esto facilita el equilibrado de los caudales.

Sistema por distribuidores



El sistema de distribuidores es similar al de colectores, con la diferencia que en lugar de tener un colector registrable, se puede empotrar el distribuidor en la pared o en el falso techo. No son necesarios más accesorios que los distribuidores y los codos terminales, cada derivación se distribuye directamente a cada aparato.

Es el sistema más rápido y económico.

- Dimensionado

Para la resolución del presente cálculo se emplearán las prescripciones marcadas por el apartado HS4 del Código Técnico de la Edificación (CTE), en el que se señala que se dimensionará la instalación para el suministro más desfavorable, que será aquel que tenga una mayor pérdida de presión (pérdida de carga) por rozamiento.

Suponemos una instalación interior de suministro de agua para un edificio, en la que después de superar el tramo correspondiente a la acometida / instalación general se dispone en la toma de alimentación de montantes de una presión de 600 KPa.

La instalación interior del local objeto del estudio, está situada a 28 m de altura respecto al nivel del suelo. En el interior de dicho local se dispone de diversos cuartos húmedos que contienen los siguientes aparatos sanitarios o puntos de consumo.

Cuarto Húmedo 1
Inodoro con cisterna
Bañera > 1,40 m
Lavabo
Bidé

Cuarto Húmedo 2
Inodoro con cisterna
Ducha
Lavabo

Cuarto Húmedo 3
Fregadero
Lavavajillas
Lavadero
Lavadora

1º- En primer lugar, realizamos la suma de los caudales unitarios correspondientes a cada uno de los puntos de consumo existentes para hallar el caudal instalado de la instalación en estudio.

Obteniendo:

Cuarto Húmedo 1
 Inodoro = 0,10
 Bañera = 0,30
 Lavabo = 0,10
 Bidé = 0,10

Cuarto Húmedo 2
 Inodoro = 0,10
 Ducha = 0,20
 Lavabo = 0,10

Cuarto Húmedo 3
 Fregadero = 0,20
 Lavavajillas = 0,15
 Lavadero = 0,20
 Lavadora = 0,20

Total caudal instalado (**Qi**) = **1,75 l/seg.**

2º- Ahora aplicaremos el coeficiente de simultaneidad mediante el desarrollo de las fórmulas adecuadas al tipo de inmueble en estudio, que para este caso se supone de ambiente residencial:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

De donde:

$1 < n < 26$ siendo n el número de apartados sanitarios conectados.
 $K > 0,2$ coeficiente de simultaneidad.

Por lo que se obtendrá **K = 0,31**

3º- Una vez obtenido este coeficiente lo multiplicamos por el caudal hallado anteriormente, para obtener un caudal coherente al probable uso real de la instalación. Obteniendo así el caudal de cálculo o llamado caudal simultáneo.

$$Q_s = Q_i \times K \qquad Q_s = 1,75 \times 0,31 = \mathbf{0,54 \text{ l/seg.}}$$

4º- Según lo señalado en el HS4 del CTE, se escogerá una velocidad para el tramo de recorrido ascendente (montante) hacia la instalación interior en estudio, comprendida entre 0,5 m/seg. y 3,5 m/seg. siendo recomendable y en función del probable diámetro resultante escoger una velocidad máxima de 2 m/seg.

En función de dicha velocidad y del caudal simultáneo hallado anteriormente, recurriremos a la tabla relacional para obtener un diámetro de referencia y con ello una pérdida de carga lineal que expresará la pérdida de presión por rozamiento en cada metro lineal de tubería correspondiente al tramo en estudio.

Por la relación caudal-velocidad se obtendrá un diámetro referencial de Ø28 mm, con una pérdida de carga unitaria de 900 Pa x metro. Por tanto, realizamos el producto entre este valor de pérdida de carga unitaria y la longitud en metros para el tramo hasta el punto de conexión con la llave de paso individual, correspondiente a la planta de estudio.

Ello resultará:

$$\Delta p L = 0,900 \text{ KPa} \times 28 \text{ m.} = 25,20 \text{ KPa} = \mathbf{2,56 \text{ m.c.a.}}$$

Señalaremos que el actual HS4 del CTE permite incrementar la pérdida de carga de tipo lineal entre un 20% y un 30%, en función de los accesorios intermedios del circuito, tales como codos, llaves de paso, etc., es decir, en concepto de pérdida de carga localizada o singular.

El profesional - técnico podrá optar por adecuarse a estas prescripciones del CTE o bien valorar unitariamente el valor de pérdida de carga para cada uno de los accesorios intermedios para el circuito en estudio, si se opta por esta última opción deberá consultar la tabla en que se facilita el valor unitario de pérdida de carga para cada accesorio o bien la longitud equivalente en metros de tubería del mismo diámetro.

La pérdida de carga relativa de las conexiones Polyplumb se indica en la siguiente tabla, en longitud equivalente de tubo recto. La suma total de la pérdida de carga será la suma de la pérdida de carga del tubo más la pérdida de las conexiones o accesorios y de los aparatos que están incluidos en la instalación.

Perdida de carga - Tubería PB (Polyplumb)

Pérdida de carga (Pa/m)	Caudal en l/s a 50 °C			Velocidad (m/s)
	15 mm	22 mm	28 mm	
30	0,011	0,020	0,079	0,15
35	0,012	0,022	0,087	0,20
40	0,013	0,024	0,094	0,25
45	0,014	0,026	0,100	0,30
50	0,015	0,028	0,106	
55	0,016	0,030	0,113	
60	0,016	0,031	0,118	0,40
65	0,017	0,033	0,125	
70	0,017	0,034	0,130	
75	0,019	0,036	0,135	
80	0,019	0,037	0,140	
90	0,021	0,040	0,150	0,50
100	0,023	0,042	0,158	
110	0,024	0,044	0,168	
120	0,025	0,046	0,177	
130	0,026	0,048	0,185	
140	0,027	0,050	0,193	0,75
150	0,029	0,052	0,200	
160	0,030	0,054	0,208	
180	0,032	0,058	0,223	
200	0,033	0,061	0,235	1,00
250	0,037	0,069	0,268	
300	0,043	0,078	0,297	
350	0,047	0,085	0,324	
400	0,050	0,093	0,349	
450	0,054	0,099	0,373	1,25
500	0,057	0,105	0,395	
550	0,060	0,110	0,416	
600	0,062	0,115	0,437	
650	0,065	0,210	0,458	
700	0,069	0,249	0,476	1,50
750	0,071	0,258	0,496	
800	0,075	0,268	0,514	
850	0,077	0,277	0,531	
900	0,079	0,285	0,549	
950	0,081	0,295	0,565	1,75
1.000	0,085	0,302	0,582	
1.100	0,089	0,319	0,612	
1.200	0,094	0,336	0,644	2,00
1.300	0,098	0,351	0,673	
1.400	0,102	0,366	0,700	
1.500	0,106	0,379	0,727	

Pérdida de carga de accesorios

Diámetro externo nominal	Longitud equivalente	
	Codo 90 °C	Conexión en T
15 mm	0,5 m	1,7 m
22 mm	0,8 m	1,9 m
28 mm	1,0 m	2,4 m

5º- Como conclusión a este cálculo y adaptándonos a los criterios de la actual normativa, obtendremos un valor total (hasta la llave de paso del usuario más alejado) de pérdida de carga por rozamiento de:

$$\Delta pT = \Delta pL + 20\% = 2,56 \text{ m.c.a.} + 20\% = \mathbf{3,07 \text{ m.c.a.}}$$

6º- Si la presión del agua en la toma de alimentación de montantes es de 600KPa. equivalentes a 61 m.c.a, la presión residual disponible en la llave de paso de usuario será de:

$$Pr = Po - PeHg - \Delta pT$$

Siendo:

Pr Presión residual.

Po Presión en origen.

PeHg Presión equivalente en altura.

ΔpT Valor de pérdida de presión (pérdida de carga) por rozamiento.

$$Pr = 61 \text{ m.c.a} - 28 \text{ m.c.a.} - 3,07 \text{ m.c.a.} = \mathbf{29,93 \text{ m.c.a.} = 2,99 \text{ bar} = 293 \text{ kPa}}$$

Dado que el apartado HS4 solicita una presión residual mínima de 1 bar en el punto de alimentación a aparatos y considerando que se dispondrá en la llave de usuario de 3 bar, podríamos afirmar que la presión será suficiente para garantizar un adecuado servicio para todos los puntos de consumo de los respectivos locales húmedos correspondientes a la última planta del inmueble y en consecuencia también para los puntos de consumo de plantas inferiores.

7º- Una vez en el interior de la planta considerada más favorable, la instalación seguirá las pautas del apartados HS4 del CTE, en sus tablas de dimensionado 4.2 y 4.3 reproducidas a continuación y remarcadas para la instalación en estudio.

8º- Dimensionado del tramo de derivación o suministro general a cuartos húmedos.

Tabla 4.3 del DB HS4-CTE

Diámetros mínimos de alimentación

Tramo Considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación		
	Acero (")	Cobre o Plástico (mm)	
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina	3/4	20	
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20	
Columna (montante o descendente)	3/4	20	
Distribuidor principal	1	25	
Alimentación equipos de climatización	<50 kW	1/2	12
	50-250 kW	3/4	20
	250-500 kW	1	25
	>500kW	1 1/4	32

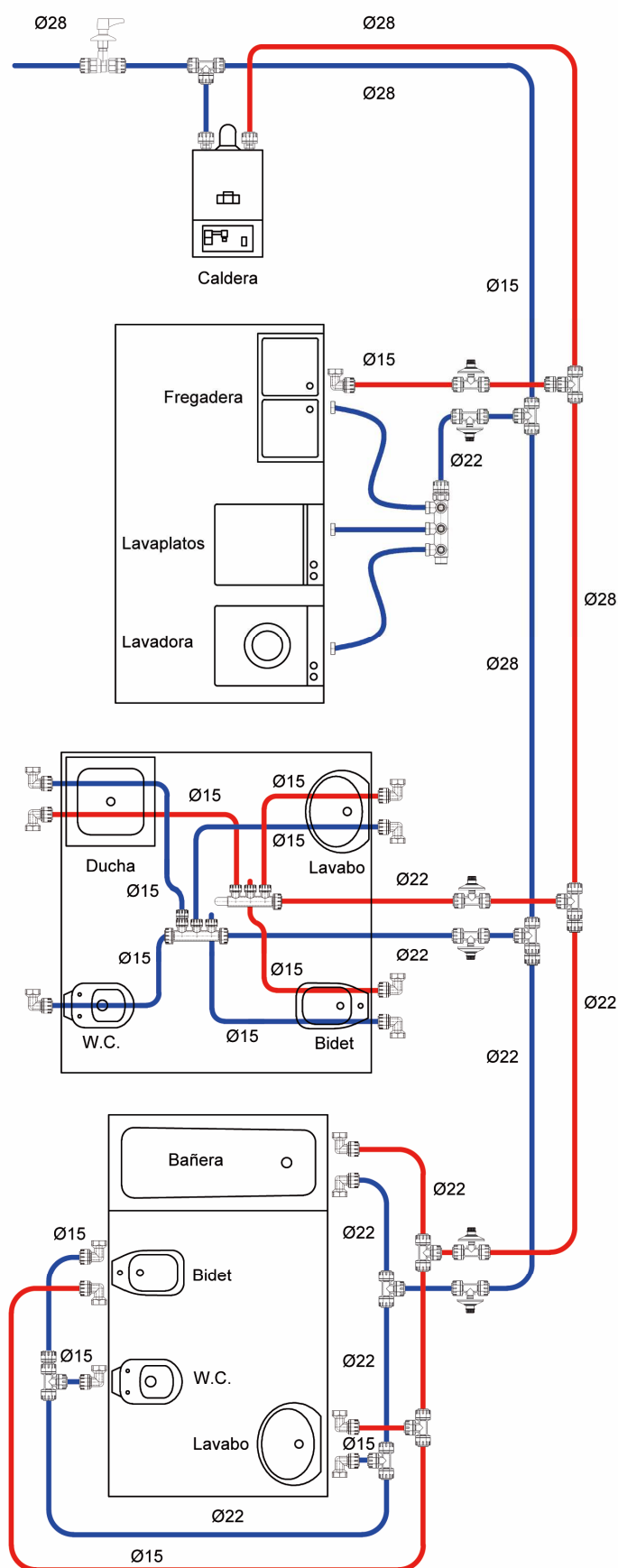
9º- Dimensionado de las derivaciones a aparatos sanitarios o puntos de consumo.

Tabla 4.2 del DB HS4-CTE

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo Acero (")	Tubo Cobre o Plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera < 1,40 m	3/4	20
Bañero > 1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1-1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	3/4	20

Ejemplo de distribución de Agua Sanitaria



Distribución		
Cantidad	Código	Artículo
1	F60.414	Llave de empotrar Ø28
2	F60.134	Racor recto 1" M x Ø28
1	F60.068	T igual Ø28
4	F60.077	T 28 x 22 x 28
1	F60.101	Manguito reductor 22 x 15
2	F60.102	Manguito reductor 28 x 22
10 m	F60.025	Tubo PB Ø22
15 m	F60.028	Tubo PB Ø28

Cocina		
Cantidad	Código	Artículo
1	F60.410	Llave de empotrar Ø15 (a.c.)
1	F60.412	Llave de empotrar Ø22 (a.f.)
1	F60.341	Colector con llave 3/4" 3 vías
1	F60.133	Racor recto 1" M x Ø22
1	F60.125	Codo 90° rosca 1/2" H Ø15
5 m	F60.023	Tubo PB Ø15
5 m	F60.025	Tubo PB Ø22

Aseo		
Cantidad	Código	Artículo
1	F60.412	Llave de empotrar Ø22 (a.c.)
1	F60.412	Llave de empotrar Ø22 (a.f.)
1	F60.349	Colector 22 x 15 (a.c.)
1	F60.348	Colector 22 x 15 (a.f.)
7	F60.125	Codo 90° rosca 1/2" H Ø15
1	F60.101	Manguito reductor 22 x 15
20 m	F60.023	Tubo PB Ø15
10 m	F60.025	Tubo PB Ø22

Baño		
Cantidad	Código	Artículo
1	F60.412	Llave de empotrar Ø22 (a.c.)
1	F60.412	Llave de empotrar Ø22 (a.f.)
2	F60.067	T igual Ø22
3	F60.076	T 22 x 15 x 22
1	F60.101	Manguito reductor 22 x 15
5	F60.125	Codo 90° rosca 1/2" H Ø15
2	F60.248	Codo 90° rosca 1/2" H Ø22
18 m	F60.023	Tubo PB Ø15
15 m	F60.025	Tubo PB Ø22

Control de calidad para el sistema de PB

El sistema de calidad de la fábrica del sistema Polyplumb sigue el estándar BS EN ISO 9002. El sistema Polyplumb está catalogado en Clase S, para BS 7291, parte 1. El número de licencia Kitemark 38148 para BS 7291, parte 2 ha sido concedido por BSI para los tres tamaños de tuberías y accesorios.

Los tubos de PB Polyplumb cumplen la norma UNE EN ISO 15.876-1 y 2. Este cumplimiento no está sólo garantizado por Polypipe, sino también por AENOR. Dicho organismo independiente somete auditorías periódicas de control del sistema de calidad de los tubos. Este proceso permite a Polypipe grabar en los tubos la marca de calidad española "N".

Todas las piezas de PB Polyplumb cumplen con la norma UNE EN ISO 15.876-1 y 3. Como hemos indicado, tubos y accesorios unidos entre sí dan como resultado instalaciones fiables y con futuro. Para garantizar la fiabilidad de nuestro sistema de unión, está avalado por AENOR al cumplir todo nuestro sistema la norma UNE EN ISO 15.876-1 y 5.

El material de polibutileno usado en las tuberías y accesorios Polyplumb está específicamente enumerado en el Directorio de Materiales y Accesorios de Agua WRC y la tubería y accesorios estándares están enumerados en la Sección del Directorio sobre Accesorios Kitemark.

KIWA ha autorizado la gama Polyplumb de tuberías y accesorios estándares para su uso en el suministro de agua caliente y fría. Números de certificado K14341, 14342 y 14343.

Se dispone de Certificación para tuberías de barrera y accesorios según Certificado de la Junta Británica de Acuerdos (BBA) número 00/3699.

Polypipe Building Products Ltd. garantiza por 25 años contra defectos de los materiales o fabricación del sistema de calefacción e instalación de agua fría y caliente, desde la fecha de compra. Esta garantía sólo se aplica si el sistema se instala de acuerdo con las recomendaciones.



Sistema

Tubería

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 001 / 005427
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

Pg. 1/2
2010-12-19

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

SISTEMA DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE Y FRÍA. POLIBUTILENO (PB)
PLASTICS PIPING SYSTEM FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS. POLYBUTYLENE (PB)

detallado en la(s) página(s) siguiente(s), detailed in the following page(s),
suministrado por supplied by

POLYPIPE BUILDING PRODUCTS LTD
BROOMHOUSE LANE, EDLINGTON
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN12 1ES (Reino Unido)

y elaborado en and manufactured in
NEALE ROAD, OFF WHEATLEY HALL ROAD
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN2 4PG (Reino Unido)

es conforme con complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-1:2004/A1:2007
UNE-EN ISO 15876-5:2004

Para conocer este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.52. In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.52.

Fecha de concesión: **2006-02-17** Fecha de renovación: **2010-12-19** Fecha de caducidad: **2015-12-19**
First issued on: Renewed on: Expires on:

AENOR
El Director General de AENOR
General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 001 / 004955
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

Pg. 1/2
2010-12-19

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

TUBOS DE POLIBUTILENO (PB) PARA INSTALACIONES DE AGUA A PRESIÓN FRÍA Y CALIENTE
POLYBUTYLENE (PB) PIPES FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS

detallado en la(s) página(s) siguiente(s), detailed in the following page(s),
suministrado por supplied by

POLYPIPE BUILDING PRODUCTS LTD
BROOMHOUSE LANE, EDLINGTON
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN12 1ES (Reino Unido)

y elaborado en and manufactured in
NEALE ROAD, OFF WHEATLEY HALL ROAD
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN2 4PG (Reino Unido)

es conforme con complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-1:2004/A1:2007
UNE-EN ISO 15876-2:2004
UNE-EN ISO 15876-2:2004/A1:2007

Para conocer este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.52. In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.52.

Fecha de concesión: **2009-06-10** Fecha de renovación: **2010-12-19** Fecha de caducidad: **2015-12-19**
First issued on: Renewed on: Expires on:

AENOR
El Director General de AENOR
General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

Entidad acreditada por ENAC (C-PR002.01)
Body accredited by ENAC (C-PR002.01)

Accesorio

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 001 / 003622
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

Pg. 1/2
2011-02-17

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

ACCESORIOS PARA TUBOS DE POLIBUTILENO (PB) PARA INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE Y FRÍA
FITTINGS FOR POLYBUTYLENE (PB) PIPES FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS

detallado en la(s) página(s) siguiente(s), detailed in the following page(s),
suministrado por supplied by

POLYPIPE BUILDING PRODUCTS LTD
BROOMHOUSE LANE, EDLINGTON
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN12 1ES (Reino Unido)

y elaborado en and manufactured in
NEALE ROAD, OFF WHEATLEY HALL ROAD
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN2 4PG (Reino Unido)

es conforme con complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-1:2004/A1:2007
UNE-EN ISO 15876-3:2004

Para conocer este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.52. In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.52.

Fecha de concesión: **2006-02-17** Fecha de renovación: **2011-02-17** Fecha de caducidad: **2016-02-17**
First issued on: Renewed on: Expires on:

AENOR
El Director General de AENOR
General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 001 / 003622
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

Pg. 2/2
2011-02-17

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

ACCESORIOS PARA TUBOS DE POLIBUTILENO (PB) PARA INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE Y FRÍA
FITTINGS FOR POLYBUTYLENE (PB) PIPES FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS

detallado en la(s) página(s) siguiente(s), detailed in the following page(s),
suministrado por supplied by

POLYPIPE BUILDING PRODUCTS LTD
BROOMHOUSE LANE, EDLINGTON
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN12 1ES (Reino Unido)

y elaborado en and manufactured in
NEALE ROAD, OFF WHEATLEY HALL ROAD
DONCASTER, SOUTH YORKSHIRE, DN2 4PG (Reino Unido)

es conforme con complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-1:2004/A1:2007
UNE-EN ISO 15876-3:2004

Para conocer este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.52. In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.52.

Fecha de concesión: **2006-02-17** Fecha de renovación: **2011-02-17** Fecha de caducidad: **2016-02-17**
First issued on: Renewed on: Expires on:

AENOR
El Director General de AENOR
General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

REFERENCIA	FIGURA	DIAMETROS (mm)	CLASE DE APLICACIÓN / PRESIÓN DE DISEÑO (bar)	OPACIDAD	TIPO DE UNIÓN	MATERIAL
REFERENCE	FIGURE	DIAMETERS (mm)	APPLICATION CLASS / DESIGN PRESSURE (bar)	OPACITY	TYPE OF JOINT	MATERIAL
PB00.XX	Tubo recto	25x25x15 - 25x25x20 - 25x25x25 - 25x25x30 - 25x25x35 - 25x25x40 - 25x25x45 - 25x25x50	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB)
PB01.XX	Manguito de unión	15 - 22 - 28	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB)
PB02.XX	Codo de 90°	15 - 22 - 28	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB)
PB03.XX.XX	Conexión tubo flexión - Fijación	15 - 22	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB) con Inyectado Modificado
PB04.XX	Tubo recto 2 Bocas y 1 Junta M (para colectores)	25x15x15x20H	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB)
PB05.XX	Manguito Reductor Unión - Fijación	25x15x15H - 25x15x20H	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB)
PB06.XX	Esfera Hembra	15 - 22 - 28	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB)
PB07.XX	Tu queal	15 - 22 - 28	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB)
PB08.XX.XX	Te Hembra Hembra	15 - 22	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB) con Inyectado Modificado
PB09.XX	Manguito Tubo Reducido Macho	15 - 22 - 28	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB) con Inyectado Modificado
PB10.XX	Manguito Tubo Reducido Hembra	15 - 22	1/10 - 2/10 - 4/10 - 5/10	SI	Mecánica	Polibutileno (PB) con Inyectado Modificado

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

No está autorizada la reproducción parcial de este documento. The partial reproduction of this document is not permitted.
AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

Anexos

Garantía

En caso de defecto de fabricación o de materiales defectuosos, Polypipe Building Products, Ltd. garantiza sus sistemas de agua caliente y fría Polyplumb, así como el sistema Polyplumb de calefacción, por un período de 25 años desde la fecha de compra.



Esta garantía no incluye los colectores. La garantía sólo es válida si el sistema se instala de acuerdo con las recomendaciones del fabricante que se indican en la guía práctica de instalación, el presente manual técnico, otros documentos de instalación Polyplumb y las normativas vigentes que puedan afectar a la instalación, y se hace un buen uso del mismo.

A continuación se indica una simple operación con que se puede verificar el correcto funcionamiento de la instalación y de las conexiones utilizadas.

1. Conectar la instalación a una bomba de presión hidráulica provista de manómetro
2. Eliminar el aire que eventualmente pueda estar presente en los tubos y aumentar la presión hasta alcanzar un valor aproximado a 1,5 veces la presión máxima de trabajo, con un mínimo de 6 bar. Se aconseja efectuar la prueba a 10 bar.
3. Dejar la instalación bajo esta presión durante un tiempo prudencial, se recomienda 2 horas. Salvo que exista una norma que indique lo contrario.
4. Reducir la presión a 1 bar y esperar aproximadamente una hora.

Homologaciones

El sistema Polyplumb producido por la sociedad Polypipe Building Products, Ltd., se ha fabricado según el procedimiento de calidad previsto en las normas BS EN ISO 9002 y BS 5955, parte 8:2001. En la actualidad el sistema Polyplumb dispone de la marca "N" de AENOR según la norma UNE 15.876:2004.

Tubos de polibutileno (PB) para instalaciones de agua a presión fría y caliente	UNE 15.876-1 y 2:2004
Accesorios para tubos de polibutileno (PB) para instalaciones de agua caliente y fría	UNE 15.876-1 y 3:2004
Sistema de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB).	UNE 15.876-1 y 5:2004

Además disponemos de numerosas homologaciones o certificaciones de nuestro sistema en toda Europa que se adjunta garantizando la calidad del sistema Polyplumb.

Tablas / Diagramas

- Curvas de regresión del PB
- Tablas de pérdidas de carga
- Tablas de resistencia a productos químicos.

Curvas de regresión del PB

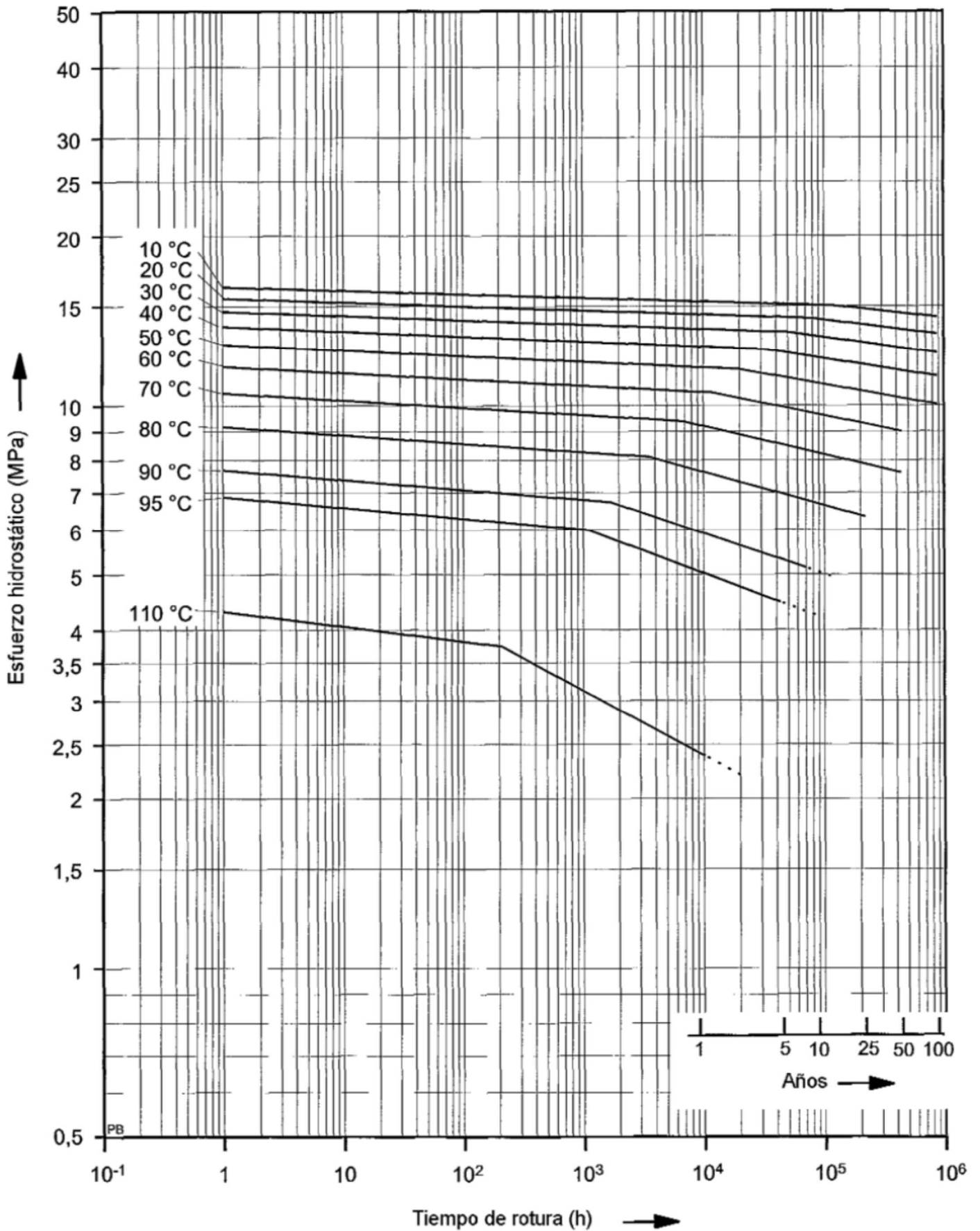


Tabla de pérdidas de carga a 50 °C

Pérdida de carga (Pa/m)	Caudal en l/s a 50 °C			Velocidad (m/s)
	15 mm	22 mm	28 mm	
				0,15
30	0,011	0,020	0,079	0,20
35	0,012	0,022	0,087	0,25
40	0,013	0,024	0,094	
45	0,014	0,026	0,100	0,30
50	0,015	0,028	0,106	
55	0,016	0,030	0,113	
60	0,016	0,031	0,118	0,40
65	0,017	0,033	0,125	
70	0,017	0,034	0,130	
75	0,019	0,036	0,135	
80	0,019	0,037	0,140	
90	0,021	0,040	0,150	0,50
100	0,023	0,042	0,158	
110	0,024	0,044	0,168	
120	0,025	0,046	0,177	
130	0,026	0,048	0,185	
140	0,027	0,050	0,193	0,75
150	0,029	0,052	0,200	
160	0,030	0,054	0,208	
180	0,032	0,058	0,223	
200	0,033	0,061	0,235	
250	0,037	0,069	0,268	1,00
300	0,043	0,078	0,297	
350	0,047	0,085	0,324	
400	0,050	0,093	0,349	
450	0,054	0,099	0,373	
500	0,057	0,105	0,395	1,25
550	0,060	0,110	0,416	
600	0,062	0,115	0,437	
650	0,065	0,210	0,458	
700	0,069	0,249	0,476	
750	0,071	0,258	0,496	1,50
800	0,075	0,268	0,514	
850	0,077	0,277	0,531	
900	0,079	0,285	0,549	
950	0,081	0,295	0,565	
1.000	0,085	0,302	0,582	1,75
1.100	0,089	0,319	0,612	
1.200	0,094	0,336	0,644	
1.300	0,098	0,351	0,673	
1.400	0,102	0,366	0,700	2,00
1.500	0,106	0,379	0,727	

- Resistencia química

La información que se facilita en las siguientes páginas está limitada a los efectos que tienen varios productos sobre el Polibutileno, en lugar del caso contrario.

Mientras que es indicativa de la resistencia general del Polyplumb a varios productos, los datos se han obtenido mediante métodos de laboratorio que pueden ser o no representativos de las condiciones actuales de uso encontradas en aplicaciones finales específicas.

Para cualquier aplicación en la que la intención es utilizar productos fabricados de Polibutileno, se recomienda realizar pruebas adicionales a fin de simular la aplicación final.

En la valoración aquí ofrecida, la resistencia química ha sido valorada a través de varias observaciones de una muestra de prueba:

- La superficie se analiza visualmente para verificar cualquier evidencia de ataques oxidantes, agrietamiento a la tensión medio ambiental, coloración y distorsión dimensional.
- Cualquier ganancia de peso en la muestra es evidencia de dilatación ocasionada por la absorción de disolvente.
- La muestra se pone a prueba a fin de verificar que no presente signos de deterioro físico, por ejemplo, la falta de plasticidad, ablandamiento, reducción de carga de deformación remanente e incremento de la carga de alargamiento remanente.

En las tablas que se ofrecen a continuación, la resistencia química general se valora mediante el uso de tres símbolos de clasificación, S, M y U, que tienen los siguientes significados:

- S - Satisfactorio Efecto pequeño o no apreciable sin indicación que la capacidad de servicio ha quedado trastornada.
- M - Marginal Efecto apreciable, pero que no indica necesariamente falta de capacidad de servicio o vida útil. Se recomienda encarecidamente efectuar pruebas adicionales a fin de determinar la idoneidad en una aplicación específica.
- U - Insatisfactorio Defecto severo y no recomendado para aplicaciones de servicio.

Reactivo (Sólidos en solución saturada a menos que se especifique lo contrario)	Rendimiento de exposición química	
	Temperatura	
	23 °C	60 °C
Acetaldehyde	M	U
Acetate solvents - crude	S	M
Acetate solvents - pure	S	M
Acetic acid 0-10%	S	S
Acetic acid 10-20%	S	S
Acetic acid 20-30%	S	S
Acetic acid 30-60%	S	M
Acetic acid 80%	S	-
Acetic acid - glacial	M	U
Acetic acid vapours	S	M
Acetic anhydride	U	U
Acetone	S	S
Acetylene	M	U
Adipic acid	S	M
Alcohol (see type)	-	-
Allyl alcohol 96%	S	S
Allyl chloride	S	S
Alum	M	U
Aluminium chloride	S	S
Aluminium fluoride	S	S
Aluminium hydroxide	S	S
Aluminium oxychloride	S	S
Aluminium nitrate	S	S
Aluminium sulphate	M	U
Ammonia - dry gas	S	S
Ammonia - liquid	S	M
Ammonium bifluoride	S	S
Ammonium carbonate	S	S
Ammonium chloride	S	S
Ammonium fluoride 25%	S	M
Ammonium hydroxide 28%	S	S
Ammonium metaphosphate	S	S
Ammonium nitrate	S	S
Ammonium persulphate	S	S
Ammonium phosphate (ammoniacal)	S	S
Ammonium phosphate neutral	S	S
Ammonium sulphate	S	S
Ammonium sulphide	S	S
Ammonium thiocyanate	S	S
Amyl acetate	S	-
Amyl alcohol	S	S
Amyl chloride	M	M
Aniline	M	M
Aniline chlorohydrate	U	U
Aniline hydrochloride	U	U
Anthraquinone	M	U
Anthraquinonesulphonic acid	M	U
Antimony trichloride	S	S
Aqua regia	U	U
Arsenic acid 80%	S	S
Asphalt	S	S
Barium carbonate	S	S
Barium chloride	S	S
Barium hydroxide	S	S
Barium sulphate	S	S
Barium sulphide	S	S
Beer	S	S
Beet - sugar liquor	S	S
Benzaldehyde	M	U
Benzene	U	U

Reactivo (Sólidos en solución saturada a menos que se especifique lo contrario)	Rendimiento de exposición química	
	Temperatura	
	23 °C	60 °C
Benzoic acid	S	S
Benzol	U	U
Bismouth carbonate	S	S
Black liquor (paper industry)	S	S
Bleach - 12,5% active Cl	S	S
Borax	S	S
Boric acid	S	S
Boron trifluoride	S	S
Breeder pellets - deriv. Fish	S	S
Brine	U	S
Bromic acid	M	S
Bromine - liquid	U	U
Bromine - wáter	M	U
Butane	U	U
Butanol - primary	S	-
Butanol - secondary	S	-
Butyl acetate	M	U
Butyl alcohol	S	S
Butyric acid 20%	S	M
Calcium bisulphite	S	S
Calcium carbonate	S	S
Calcium chlorate	S	S
Calcium chloride	S	S
Calcium hydroxide	S	S
Calcium hypochlorite	S	S
Calcium nitrate	S	S
Calcium sulphate	S	S
Cane sugar liquors	S	S
Carbon bisulphide	U	U
Carbon dioxide (aqueous sol's)	S	S
Carbon dioxide gas (wet)	S	S
Carbon monoxide	S	S
Carbon tetrachloride	U	U
Carbon acid	S	S
Casein	S	S
Castor oil	S	S
Caustic potash	S	M
Caustic soda	M	M
Cellosolve	S	S
Chloracetic acid	U	U
Chloral hydrate	U	U
Chlorine gas (dry)	U	U
Chlorine gas (moist)	S	U
Chlorine wáter	U	S
Chlorobenzene	M	U
Chloroform	U	U
Chlorosulphonic acid	S	U
Chrome alum	S	S
Chromic acid 10%	S	S
Chromic acid 25%	S	S
Chromic acid 30%	S	S
Chromic acid 40%	S	-
Chromic acid 50%	S	-
Citric acid	S	S
Coconut oil	S	S
Copper chloride	S	S
Copper cyanide	S	S
Copper fluoride 2%	S	S
Copper nitrate	S	S
Copper sulphate	S	S
Core oils	S	S

Reactivo (Sólidos en solución saturada a menos que se especifique lo contrario)	Rendimiento de exposición química	
	Temperatura	
	23 °C	60 °C
Cottonseed oil	S	S
Cresol	U	U
Cresylic acid 50%	U	U
Crude oil - sour	M	U
Crude oil - sweet	M	U
Cyclohexanol	S	M
Cyclohexanon	U	U
Deminerálizad wáter	S	S
Dextrin	S	S
Dextrose	S	S
Diazo salts	S	S
Diglycolic acid	S	S
Dimethylamine	U	U
Dioctylphthalate	M	U
Disodium phosphate	S	S
Distilled wáter	S	S
Ethers	U	U
Ethyl acetate	M	U
Ethyl alcohol 0-50%	S	S
Ethyl alcohol 50-98%	S	S
Ethyl ether	M	U
Ethylene bromide	U	U
Ethylene chlorohydrin	U	U
Ethylene dichloride	S	S
Ethylene glicol	S	S
Fatty acids	S	S
Ferric chloride	S	S
Ferric nitrate	S	S
Ferric sulphate	S	S
Ferrous chloride	S	S
Ferrous sulphate	S	S
Fish solubles	S	S
Fluorine gas - dry	M	U
Fluorine gas - wet	M	U
Fluoroboric acid	S	S
Fluorosilicic acid	S	S
Food products such as milk, molasses, salad oils	S	S
Formaldehyde	S	S
Formic acid	S	S
Freon-12	S	S
Fructose	S	S
Fruit pulps and juices	S	S
Fuel oil (containing H ₂ SO ₄)	U	U
Gallic acid	S	S
Gas - coke oven	S	S
Gas - manufactured	S	S
Gas - natural (dry)	S	S
Gas - natural (wet)	S	S
Gasoline - refined	U	U
Gasoline - sour	U	U
Gelatine	S	S
Glucose	S	S
Glycerine (glycerol)	S	S
Gycol	S	S
Gycolic acid 30%	S	S
Green liquor (paper industry)	S	S
Heptane	U	U
Hexane	U	U
Hexanol, tertiary	S	S
Hydrobromic acid 20%	S	S
Hydrochloric acid 0-25%	S	S

Reactivo (Sólidos en solución saturada a menos que se especifique lo contrario)	Rendimiento de exposición química	
	Temperatura	
	23 °C	60 °C
Hydrochloric acid 25-40%	S	S
Hydrocyanic acid or hydrogen cyanide	S	S
Hydrofluoric acid 4%	S	S
Hydrofluoric acid 10%	S	S
Hydrofluoric acid 48%	S	S
Hydrofluoric acid 60%	S	S
Hydrofluorosilicic acid	S	S
Hydrogen	S	S
Hydrogen peroxide 30 %	S	S
Hydrogen peroxide 50 %	U	U
Hydrogen peroxide 90 %	U	U
Hydrogen phosphide	S	S
Hydrogen sulphide - aqueous sol'n	S	S
Hydrogen sulphide - dry	S	S
Hydroquinone	S	S
Hypochlorous acid	S	S
Iodine (in alcohol)	S	U
Isopropylalcohol	S	S
Kerosene	M	U
Kraft liquor (paper industry)	S	S
Lactic acid 28%	S	S
Lard oil	S	M
Lauryl chloride	S	M
Lead acetate	S	S
Lime sulphur	S	S
Linoleic acid	S	M
Linseed oil	S	S
Liquors	S	S
Lubricating oils	S	S
Magnesium carbonate	S	S
Magnesium chloride	S	S
Magnesium hydroxide	S	S
Magnesium nitrate	S	S
Magnesium sulphate	S	S
Maleic acid	S	S
Malic acid	S	S
Mercuric chloride	S	S
Mercuric cyanide	S	S
Mercurous nitrate	S	S
Mercury	S	S
Methyl alcohol	S	S
Methyl chloride	U	U
Methyl ethyl ketone	S	M
Methyl sulphuric acid	S	S
Methylene chloride	S	M
Milk	S	S
Mineral oils	M	U
Molasses	S	S
Naphthalene	M	U
Nickel acetate	S	S
Nickel chloride	S	S
Nickel nitrate	S	S
Nickel sulphate	S	S
Nicotine	S	S
Nicotine acid	S	S
Nitric acid 10%	M	U
Nitric acid 20%	U	U
Nitric acid 35%	U	U
Nitric acid 40%	U	U
Nitric acid 60%	U	U
Nitric acid 68%	U	U

Reactivo (Sólidos en solución saturada a menos que se especifique lo contrario)	Rendimiento de exposición química	
	Temperatura	
	23 °C	60 °C
Nitric acid (anhydrous)	U	U
Oils and fats	S	S
Oleum	U	U
Oxalic acid	S	S
Perchloric acid 10%	M	U
Perchloric acid 70%	U	U
Phenol	S	M
Phosphoric acid - 0-25%	S	S
Phosphoric acid - 25-50%	S	S
Phosphoric acid - 50-75%	S	M
Photographic chemicals	S	S
Picric acid	S	M
Potassium acid sulphate	S	S
Potassium bicarbonate	S	S
Potassium bichromate	M	U
Potassium borate 1%	S	S
Potassium bromate 10%	S	S
Potassium bromide	S	S
Potassium carbonate	S	S
Potassium chlorate	S	S
Potassium chloride	S	S
Potassium chromate 40%	S	S
Potassium cuprocyanide	S	S
Potassium cyanide	S	S
Potassium dichromate 40%	S	S
Potassium ferricyanide	S	S
Potassium fluoride	S	S
Potassium hydroxide 10%	S	S
Potassium hydroxide 20%	S	S
Potassium nitrate	S	S
Potassium perborate	S	S
Potassium perchlorite	S	S
Potassium permanganate 10%	S	S
Potassium persulphate	S	S
Potassium sulphate	S	S
Potassium sulphide	S	S
Potassium thiosulphate	S	S
Propane	S	-
Propyl alcohol	S	S
Rayon coagulating bath	S	S
Salt wáter	S	S
Selenic acid	S	S
Silicic acid	S	S
Silver cyanide	S	S
Silver nitrate	M	U
Silver plating solutions	S	S
Soaps	S	S
Sodium acetate	S	S
Sodium acid sulphate	S	S
Sodium antimonate	S	S
Sodium arsenite	S	S
Sodium benzoate	S	S
Sodium bicarbonate	S	S
Sodium bisulphate	S	S
Sodium bisulphite	S	S
Sodium bromide	S	S
Sodium carbonate (soda ash)	S	S
Sodium chlorate	S	S
Sodium chloride	S	S
Sodium cyanide	S	S

Reactivo (Sólidos en solución saturada a menos que se especifique lo contrario)	Rendimiento de exposición química	
	Temperatura	
	23 °C	60 °C
Sodium dichromate	S	S
Sodium ferricyanide	S	S
Sodium ferrocyanide	S	S
Sodium hydroxide 10%	S	S
Sodium hydroxide 35%	S	S
Sodium hydroxide saturated	S	S
Sodium hypochlorite	S	S
Sodium nitrate	S	S
Sodium nitrite	S	S
Sodium phosphate - acid	S	S
Sodium silicate	S	S
Sodium sulphate	S	S
Sodium sulphide	S	S
Sodium sulphite	S	S
Sodium thiosulphate (hypo)	S	S
Stannic chloride	S	S
Stoddards solvent	S	S
Stearic acid	S	S
Sulphur	S	S
Sulphur dioxide gas - wet	S	M
Sulphuric acid 0-10%	S	S
Sulphuric acid 10-30%	S	S
Sulphuric acid 30-50%	S	S
Sulphuric acid 50-75%	M	U
Sulphuric acid 75-90%	M	U
Sulphuric acid 95%	U	U
Sulphurous acid	S	S
Sulphyr trioxide	M	U
Tannic acid	S	S
Tanning liquors	S	S
Tartaric acid	S	S
Tetrahydrofurane	M	U
Thionyl chloride	S	S
Toluol or toluene	U	U
Trichloroethylene	U	U
Triethanolamine	S	M
Trisodium phosphate	S	S
Turpentine	U	U
Urea	S	S
Urine	S	S
Vinegar	S	S
Water - acid mine wáter	S	S
Water - distilled	S	S
Water - fresh	S	S
Water - salt	S	S
Whiskey	S	S
White gasolina	U	U
Wines (still)	S	S
Xylene or xylol	U	U
Zinc chromate	S	S
Zinc cyanide	S	S
Zinc nitrate	S	S
Zinc sulphate	S	S



Standard Hidráulica
Connect and Control