



Polybutene
Piping Systems Association

Sistemas de tuberías de polibuteno-1

Respuestas a las preguntas frecuentes



Respuestas a las preguntas frecuentes

La Asociación de Sistemas de Tuberías de Polibuteno (Polybutene Piping Systems Association, PBPSA) responde a muchas de las preguntas que recibimos acerca del polibuteno-1 (PB-1) e incluye evaluaciones de expertos independientes de ingeniería y autoridades de normalización.

El polibuteno-1 se introdujo en el mercado europeo a mediados de la década de los sesenta y acumula una larga y satisfactoria trayectoria de servicio en sistemas de agua a presión caliente y fría. Como resultado, el PB-1 es ampliamente reconocido por los fabricantes e instaladores de sistemas de tuberías en Europa y Asia como el material de elección para estos sistemas.

En contraste directo con los más de 50 años de excelencia en el desempeño en Europa, las tuberías de polibuteno (o de polibutileno) fueron objeto de una demanda en EE. UU. en la década de los noventa.

“ ¿Cómo es posible que los sistemas de tuberías de PB presenten un récord de fiabilidad a largo plazo y alto rendimiento en un mercado avanzado y en otro se hayan visto inmersos en un proceso judicial por fallos en el sistema? **”**

¿Qué sucedió en el proceso judicial que tuvo lugar en Estados Unidos?

A mediados de la década de los noventa se presentó una demanda colectiva en Estados Unidos por presuntos defectos en los “sistemas de fontanería de polibutileno.”

- Los “sistemas de fontanería de polibutileno” mencionados en el proceso judicial que tuvo lugar en Estados Unidos eran tuberías de polibutileno unidas a accesorios de resina acetálica.
- Los fallos prematuros se debieron a los accesorios acetálicos y a técnicas de montaje de uniones deficientes.
- El acetal no es adecuado para su uso en la conducción de agua caliente con una gran concentración de cloro. Sin embargo, el PB-1 funciona bien en condiciones similares.
- En la página 9 se muestran ejemplos de accesorios del proceso judicial de basados en diversos materiales incluidos en la reclamación contra los denominados “sistemas de fontanería de polibutileno”.

IMPORTANTE: En Europa y Asia, tanto los fabricantes como los instaladores consiguen estándares de unión superiores en sistemas de tuberías de polibuteno-1. Ya sea mediante procesos de unión en la fabricación de accesorios (PB-1 a PB-1 o PB-1 a metal), de unión de

secciones prefabricadas en talleres o uniones realizadas in situ, existen cuatro métodos para unir accesorios y tuberías de PB-1. A saber: la compresión, la termofusión, la electrofusión y los sistemas de fontanería de unión rápida (pushfit). La combinación de materiales y métodos de unión debe ser la adecuada, para crear conexiones sostenibles.

¿Están prohibidas las tuberías de PB-1 en Estados Unidos?

- No, no existe ninguna prohibición en Estados Unidos relativa al uso de sistemas de tuberías de polibuteno-1, pero los miembros de la PBPSA han tomado la decisión de dejar de comercializar tuberías de PB-1 en Norteamérica a la vista del proceso judicial que tuvo lugar en ese país.

¿Qué es importante saber acerca de los sistemas de tuberías de polibuteno-1?

Reputación y versatilidad

- Las tuberías de polibuteno-1 (PB-1) se usan ampliamente en aplicaciones de fontanería en Europa y Asia, y cumplen las normas europeas y los requisitos de homologación/certificación.
- Las tuberías de PB-1 pueden instalarse mediante conocidos métodos de unión de tuberías, incluida la unión rápida (pushfit) y distintas técnicas de soldadura, como termofusión, electrofusión y fusión a testa. (consultar la pág. 9)
- Una inspección independiente de las tuberías de PB-1 instaladas en un complejo de apartamentos de Estados Unidos no encontró ninguna prueba de defectos o degradación del material tras 18 años de servicio*

“Evaluación de la instalación de fontanería de polibutileno tras 18 años de servicio”, Dale Edwards y Donald Duvall, actas de la conferencia técnica anual de la Sociedad de ingenieros plásticos, Cincinnati (Ohio, EE. UU.) del 22 al 24 de abril, 2013. (Apéndice I, consultar la pág. 12)

Catálogo de clientes y trayectoria

- Los fabricantes de sistemas de tuberías de PB-1 son transformadores de tuberías de talla mundial que producen y venden tuberías y componentes de fontanería de PB-1 en todo el mundo (fuera de Estados Unidos).
- Las tuberías de PB-1 están instaladas en zonas residenciales y edificios públicos o comerciales reconocidos como el Royal Albert Hall de Londres. (consultar la pág. 11)

Fabricación y calidad

- El PB-1 se produce en instalaciones de fabricación de vanguardia en los Países Bajos, cumpliendo rigurosamente las normas ISO y los procedimientos de calidad.
- Todos los lotes de PB-1 producidos resultan rastreables y cumplen las especificaciones de productos predefinidas.
- El PB-1 está reconocido en los estándares internacionales relativos a tuberías de plástico, como EN ISO 15876, ISO 12230, DIN 16968 y DIN 16969. (visite www.pbpsa.com para obtener una lista completa)

- Las tuberías de PB-1 cuentan con certificados de calidad del agua emitidos, por ejemplo, por TZW (Technologiezentrum Wasser, Alemania), WRAS (Water Regulations Advisory Scheme, Reino Unido) y NSF (National Science Foundation, Estados Unidos).

Pruebas de rendimiento: servicio a largo plazo

- Las pruebas ISO 9080 a largo plazo realizadas en tuberías de PB-1 prevén una vida útil de más de 50 años. Las curvas de referencia para los grados de homopolímeros y copolímeros de PB-1 están disponibles a petición.
- Las pruebas ISO 9080 se llevan a cabo de acuerdo con protocolos internacionales a cargo de agencias de pruebas independientes y acreditadas como EXOVA.
- Resistencia al cloro: Las tuberías de PB-1 ofrecen una vida útil esperada de más de 50 años cuando se exponen a agua con 4 ppm de cloro a 60 °C (Informe de prueba Bodycote /P-07/09, EXOVA, 2007). Además, se ha demostrado que las tuberías de PB-1 funcionan durante más de 1000 horas con contenidos de cloro de 30 ppm a 30 °C/6 bares (Informe de prueba n.º PB 1087C, Infraserv Höchst Technik, 2004).

¿Qué ventajas principales ofrecen los sistemas de tuberías de polibuteno-1?

Ventajas del material

- El polibuteno-1 (PB-1) es intrínsecamente flexible, fuerte, resistente y ligero, con una densidad similar al agua de 0.930 g/ml³.
- Las tuberías y accesorios de PB-1 son inodoros e insípidos, y cumplen la homologación para materiales en contacto con alimentos. Por ello, son ideales para su uso en aplicaciones relacionadas con agua potable.

Ventajas de instalación

- La mayoría de las tuberías de PB-1 se pueden suministrar en rollos con una longitud de hasta 600 metros, en función del diámetro, lo que permite instalar tuberías de largo recorrido sin necesidad de conectores rectos.
- Las tuberías pueden instalarse en techos falsos desde abajo antes de montar el techo.
- Los rollos suministrados se manipulan y desenrollan fácilmente en tramos rectos.
- No se utilizan procedimientos de soldadura, decapantes ni grasas en los sistemas de tuberías de PB-1.
- Los proveedores de sistemas de PB-1 ofrecen sistemas completos que incluyen tuberías, acoplamientos y accesorios, por lo que el rendimiento y la integridad de las uniones están garantizados si se utilizan según las instrucciones.
- Las tuberías de hasta 22 mm de diámetro se pueden colocar alrededor de obstrucciones y a través de viguetas, por lo que se necesitan menos uniones que en el caso de los materiales tradicionales.

- No son necesarias herramientas para doblar; de hecho, la instalación completa de tuberías se puede realizar con solo un par de cortatubos.
- No se necesitan llamas abiertas para crear una junta estanca fiable. Para tuberías de mayor diámetro interior (más de 32 mm), pueden instalarse sistemas modernos de electrofusión in situ o de termofusión prefabricados.
- Se pueden realizar muchas instalaciones sin necesidad de mediciones previas precisas, ya que es más fácil medir y cortar in situ.
- Las tuberías de mayor diámetro (de 32 a 225 mm) utilizadas en proyectos de instalación importantes pueden unirse mediante técnicas de soldadura por electrofusión informatizadas y sencillas.

Ventajas de servicio

- Las tuberías de PB-1 proporcionan un sistema de tuberías de calefacción y de agua potable sin corrosión.
- Se garantiza la ausencia de acumulación de cal e incrustación en zonas de abastecimiento de agua dura.
- Resistencia a temperaturas de congelación: la flexibilidad y propiedades elásticas del PB-1 evitan que las tuberías revienten o se dañen debido a heladas en condiciones de bajas temperaturas (por ejemplo, se utilizan en Säntis 2000).
- Debido a la baja conductividad térmica del PB-1, las tuberías de agua caliente son más frías al tacto que las tuberías metálicas convencionales y experimentan menor condensación, por lo que se consigue un sistema inherentemente más seguro.
- Gracias a su baja conductividad térmica, junto al hecho de que la expansión térmica se ajusta por la flexibilidad intrínseca del material, los sistemas de tuberías de polibuteno-1 (PB-1) son silenciosos, sin golpes de ariete y con un nivel mínimo de agrietamiento.
- Los sistemas de tuberías de PB-1 no conducen la electricidad, lo que proporcionan un sistema más seguro con mínimos requisitos de toma a tierra.
- Gracias a su flexibilidad, las tuberías de PB-1 pueden instalarse como un sistema de tuberías tubo en tubo a través de paredes y suelos de hormigón, lo que garantiza la facilidad de sustitución.

Sostenibilidad del servicio

- Las aplicaciones de tuberías de PB-1 instaladas en Europa para sistemas de suelo radiante (desde mediados de la década de los sesenta) y de calefacción urbana (desde principios de la década de los ochenta) siguen en funcionamiento satisfactoriamente.
- En 1974 se instalaron tuberías de PB-1 en el proyecto geotérmico de Viena para sustituir las tuberías metálicas, que resultaron inadecuadas debido a la rápida corrosión. Las tuberías de PB-1 funcionaron hasta 2010, momento en el que se renovó el sistema. El proyecto geotérmico utiliza agua geotérmica muy agresiva como fluido térmico. El sistema de tuberías de PB-1 funcionó ininterrumpidamente durante 36 años a una temperatura constante de 54 °C y una presión de 10 bares.

“ Desde las primeras instalaciones eficaces, los avances en la tecnología de materiales y procesos de producción, junto con la introducción de rigurosos protocolos estándar, han aumentado el rendimiento y la fiabilidad de los sistemas de tuberías de polibuteno-1. Los protocolos estándar internacionales especifican actualmente un rendimiento mínimo para las tuberías de agua caliente de polibuteno-1 de 70 °C, 10 bares de presión, durante 50 años. ”

Resistencia a la presión interna

- Las normas ISO 12230, que presentan el efecto del tiempo y la temperatura en la resistencia prevista de los materiales, abarcan el PB-H y el PB-R. Existen normas paralelas a ISO 12230 para el PE-X (ISO 10146), PP-H, PP-R, PP-B, PP-RCT (ISO 3213) y el PE-RT (ISO 24033).

Estas normas proporcionan datos básicos para los cuatro estándares sobre sistemas de tuberías respectivas, es decir, ISO 15876 para el polibuteno-1, ISO 15875 para el PE-X, ISO 22391 para el PE-RT e ISO 3213 e ISO 15874 para los cuatro productos de polipropileno, PP-H, PP-B, PP-R y PP-RCT. Tras 10 años de exposición a una tensión continua aplicada, el polibuteno-1 conserva un 40 % más de resistencia que el PE-X y casi el doble que el PP-R y el PE-RT de tipo I.

Impacto medioambiental

- El impacto medioambiental de un material, incluida la contaminación visual, las emisiones a la atmósfera, al suelo y al agua, y el posible reciclaje se evalúan en los estudios “de cuna a tumba” La Universidad Técnica de Berlín llevó a cabo un estudio similar en varios sistemas de tuberías de agua potable, incluidas estructuras de acero galvanizado, de cobre y de plástico (PE-X reticulado, PB-1, PP-R y PVC-C). El PB-1 se clasificó como “respetuoso con el medio ambiente”, ya que consume menos energía durante la fabricación, la conversión, la instalación y el uso que otros materiales. Además, el PB-1 es reciclable.

Preguntas frecuentes

A continuación, se presentan las diez preguntas más frecuentes que se dirigen a la PBPSA y nuestras respuestas.

1. ¿Durante cuánto tiempo se han utilizado los productos de tuberías y accesorios fabricados en polibuteno-1 en aplicaciones de fontanería?

El polibuteno-1 se ha utilizado de forma eficaz durante más de 50 años en aplicaciones de tuberías de calefacción y durante más de 35 años en aplicaciones relacionadas con agua potable.

2. ¿El polibuteno-1 es el mismo producto que el polibutileno?

Sí, normalmente se hace referencia al polibuteno-1 como PB, PB-1 o polibutileno. No obstante, el término polibuteno-1 es la manera más correcta de describir dicha materia prima desde el punto de vista químico. El término polibutileno se utilizaba habitualmente en Estados Unidos, pero en Europa dio lugar a confusión con otro material denominado poliisobutileno al que también se hacía referencia como polibutileno. De hecho, el poliisobutileno se utiliza en la fabricación de gomas de mascar o pegamentos termofusibles. Por este motivo, se decidió emplear el término más preciso desde el punto de vista químico: polibuteno-1.

3. Si el polibuteno-1 no es nuevo, ¿por qué se ha tardado tanto en difundir su uso en instalaciones de tuberías?

A pesar de que el polibuteno se ha utilizado de forma eficaz en aplicaciones de tuberías de presión desde principios de la década de los setenta, la disponibilidad de materias primas se limitaba a una planta de 27 000 Tm/año en Estados Unidos y a una capacidad de producción reducida en Japón. En 2003, se encargó la construcción de una nueva planta de 45 000 toneladas métricas en los Países Bajos que posteriormente amplió su producción a 65 000 toneladas métricas.

4. ¿Con qué rapidez crece el mercado de accesorios y tuberías de polibuteno-1?

En la PBPSA creemos que es solo cuestión de tiempo que los productos termoplásticos sustituyan a los materiales tradicionales, como el cobre y el acero, en la mayoría de aplicaciones de tuberías de fontanería y calefacción. El proceso es evolutivo: el cobre sustituyó al plomo en los años cincuenta y ahora los materiales plásticos ofrecen alternativas viables al cobre. Esta evolución se está produciendo a ritmos distintos en distintos países. En Suiza, la introducción de plásticos se acerca al 80 %, mientras que en Francia no llega al 20 % y, si tenemos en cuenta a Europa en su conjunto, el 50 % del mercado es susceptible de sustitución, con el polibuteno-1 reconocido técnicamente como el material de mayor preferencia. Por tanto, nuestras expectativas de crecimiento con respecto al mercado de accesorios y tuberías de polibuteno-1 son altas.

5. ¿Es cierto que a mediados de la década de los noventa se presentó una demanda colectiva por fallos de las tuberías en Norteamérica?

Sí, los demandados se vieron obligados a gastar grandes sumas de dinero para defenderse de las acusaciones de defectos en los "sistemas de fontanería de polibutileno". Las denuncias, en la medida que resultaban si quiera válidas, se centraban casi exclusivamente en torno a productos hechos de plásticos distintos al PB-1 y elaborados por otros proveedores de materias primas para la fabricación de accesorios de tuberías. Estas empresas fueron codemandadas en el proceso judicial. Nunca antes se había producido un fracaso de tal calibre en los casi 50 años de utilización de productos de fontanería de polibuteno-1 en Europa y Asia. La PBPSA cree que las

tuberías y accesorios de grados de PB-1 fabricados e instalados adecuadamente cumplirán todas las normas nacionales e internacionales y que técnicamente son la mejor opción para productos de fontanería. No obstante, en vista de los resultados del proceso judicial que tuvo lugar en Estados Unidos, los miembros de la PBPSA tomaron la decisión de no comercializar sus productos para sistemas de tuberías de PB-1 en Norteamérica.

6. ¿Es fácil instalar sistemas de fontanería de polibuteno-1?

En algunos mercados, las tuberías de polibuteno-1 se conocen como las mejores aliadas de los fontaneros por su flexibilidad. La combinación de flexibilidad y excelente resistencia a la presión a altas temperaturas hacen que sea muy fácil trabajar con ellas. Estas características, junto con el desarrollo de nuevas técnicas de unión aplicables a los productos de PB-1 y los sistemas de tuberías, ofrecen ventajas claras de instalación con respecto a otros materiales tradicionales.

7. Los sistemas de tuberías de polibuteno-1 son tan higiénicos como los productos de metal tradicionales?

We would argue that Polybutene-1 systems are hygienically superior to traditional metal. Afirmamos que los sistemas de polibuteno-1 son superiores desde el punto de vista de la higiene con respecto a los productos de metal tradicionales. La corrosión de las tuberías metálicas libera productos químicos corrosivos en el suministro de agua. El polibuteno-1 no se corroa. No se utilizan decapantes, grasas ni procedimientos de soldadura al instalar los sistemas de PB-1. Los aditivos, tales como los antioxidantes y pigmentos utilizados en la fabricación de distintos grados de material de tubería de PB-1 están aprobados para su uso en contacto con alimentos. Por tanto, los sistemas de tuberías de PB-1 cuentan con propiedades higiénicas excelentes y son adecuados para la conducción de agua potable.

8. ¿Dónde puedo obtener más información sobre el coste comparativo de los sistemas de tuberías de polibuteno-1?

Los sistemas de tuberías de polibuteno-1 presentan unos precios muy competitivos y pueden suponer un ahorro para el instalador en términos de facilidad de instalación y costes de mano de obra. No obstante, tendrá que ponerse en contacto con los fabricantes de los distintos sistemas si desea obtener información específica. Visite la página Contacto, donde podrá acceder a cualquiera de los sitios de los miembros de la PBPSA para obtener ayuda en caso de dudas sobre los costes y las prácticas de instalación.

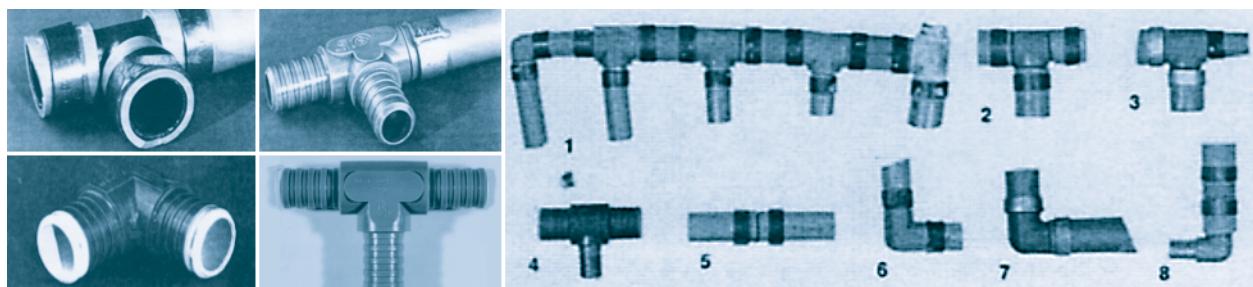
9. He utilizado tuberías y accesorios de cobre durante toda mi vida. ¿Por qué debo cambiar ahora?

A veces es difícil reconocer las ventajas del cambio. No hay duda de que el cobre ha sido el material de elección durante décadas en el ámbito de la fontanería. Los fontaneros de la década de los cincuenta se negaban a cambiar las juntas de plomo de exudación. Sin embargo, ahora nos encontramos en la era de los plásticos, materiales versátiles que ofrecen nuevas soluciones y ventajas en numerosos campos. La elección está en su mano, pero los avances tecnológicos de vanguardia se desarrollan principalmente en el campo de los sistemas plásticos, así que... ¿va a quedarse atrás?

¿Cómo ofrecen los sistemas de tuberías de polibuteno-1 uniones de calidad?

En los mercados europeos y asiáticos de PB-1, la combinación de tuberías y accesorios para ofrecer conexiones sostenibles es sumamente importante de cara a la fiabilidad y el rendimiento a largo plazo de los sistemas de tuberías. Parece ser que en Estados Unidos, durante las décadas de los ochenta y noventa, y a diferencia de otros lugares, no se hizo el mismo énfasis en la combinación de compatibilidad y rendimiento de tuberías y accesorios.

A continuación, se muestran varios ejemplos de los tipos de accesorios fabricados en materiales distintos del polibuteno-1 y usados en Norteamérica, que han sido objeto de muchas demandas contra los llamados “sistemas de fontanería de polibutileno”.



Materiales incompatibles y distintos, y métodos de unión atribuidos en el proceso judicial contra los “sistemas de fontanería de polibutileno” en Estados Unidos.

En contraste con los ejemplos de EE. UU., hay ejemplos habituales (a continuación) de tipos de accesorios que se desarrollaron durante muchos años y forman una parte integral del éxito actual de los sistemas de tuberías de polibuteno-1 en los mercados europeo y asiático.



¿Cuáles son las aplicaciones de los sistemas de tuberías de polibuteno-1?

Los sistemas de tuberías de polibuteno-1 demuestran un rendimiento excepcional en una amplia variedad de exigentes aplicaciones a largo plazo, y se han convertido en una parte vital de la tecnología de edificios energéticamente eficientes y ecológicamente aceptables, dando como resultado una tasa de crecimiento vertiginoso de los sistemas de tuberías de PB-1 durante los últimos años.

Entre las aplicaciones se incluyen:



Proyectos a gran escala



Fontanería



Energía central



Calefacción y refrigeración

¿Dónde se han utilizado de forma eficaz los sistemas de tuberías de polibuteno-1?

El desarrollo y el alcance de las aplicaciones de los sistemas de tuberías de polibuteno-1 continúan expandiéndose. Los nuevos accesorios y técnicas de instalación, así como la cada vez mayor sofisticación de las aplicaciones demuestran los beneficios y las ventajas de este versátil material. Cada vez se especifican más los sistemas de tuberías de PB-1 en el mundo para proyectos a gran escala, incluidos los ejemplos que se muestran a continuación.



The British Museum, GB



Canary Wharf - Wintergarden, GB



Monarch of the Seas



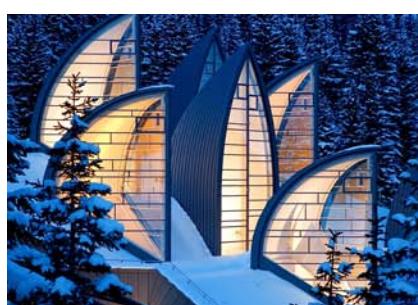
Royal Albert Hall, GB



Säntis 2000 Expansion, CH



The Imperial War Museum North, GB



Tschuggen Mountain Oasis - Arosa, CH



Hotel Les Trois - Basel, CH



Davos Hospital - Davos, CH



District Heating - Almere, NL



Ulster University - Colerain, IE



Thermal Spa Rogner-Bad - Blumau, AT

APÉNDICE I

Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 years of Service
Edwards and Duvall



Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 Years of Service

Dale B. Edwards and Donald E. Duvall
Engineering Systems Inc., Aurora, IL 60504

INTRODUCTION

Engineering Systems Inc. (ESI) was retained by a property owner to evaluate the condition of the polybutylene (PB) plumbing system in a multi-unit apartment complex. The owner was doing a general rehabilitation project on the apartment units and desired to know the condition of the behind-the-wall PB plumbing pipe. The analysis included a site inspection of the plumbing system in the complex and laboratory testing of pipe samples removed from the apartments.

The on-site inspection of the plumbing system was conducted in November, 2011. At that time, PB pipe samples were selected and removed for laboratory testing. The hot water pipe closest to the water heater connection was selected from several apartments for testing, as well as a few cold water pipes from the same units. The laboratory testing of the PB pipe samples included a visual and microscopic inspection of the samples, dimensional measurements, quick burst testing, oxidation induction time testing, long-term hydrostatic pressure testing, and Fourier Transfer Infrared Spectroscopy (FTIR).

SITE INSPECTION DETAILS

During the site inspection, the plumbing connections near the water heater were examined in sixteen units that were undergoing rehabilitation. Table 1 lists the units that were inspected and the samples that were taken. The test samples included four different production date codes for Qest PB pipe and one date code for Vanguard PB pipe. The PB piping entered each apartment building under the concrete slab from a valve box in front of each building. As part of the rehabilitation project, the drywall had been removed in the mechanical room that housed the furnace and water heater. The typical layout of the PB piping is shown in Figures 1 and 2 for one of the first floor apartments and upstairs apartments, respectively.

In general the installation of the PB pipe in the apartment complex was excellent. The tubing was properly secured to studs and was not excessively bent. Approximately 18 inches of copper pipe was present between each water heater and the beginning of the PB hot water piping. The system utilized wrought copper fittings and either Qest or Vanguard $\frac{3}{4}$ " PB tubing. The crimp ring diameters were

within specification as measured with a Qest "Go-No Go" gage for PB piping with copper crimp rings. The crimp diameters were at the high end of the range (0.945" to 0.960"), which is common for crimped connections using wrought copper fittings. The crimp rings from all of the samples that were removed for testing were within the proper diameter range. There were no problems with the installation of the PB piping that were noted during the inspection. The chlorine level was measured at a sink faucet in the office at the site, using the DPD (N,N diethyl-p-phenylenediamine) method and Aquacheck chlorine strips. The free chlorine measurement for the cold water was approximately zero with both methods, while the total combined chlorine was approximately 3 ppm.

TESTING OF PB SAMPLES

A total of 17 pipe samples from fifteen of the sixteen units that were inspected (no samples were taken from Bldg. A, Unit #1). The testing included dimensional analysis, micro-Fourier Transform infrared spectroscopy (micro-FTIR), oxidation induction time (OIT), short-term burst pressure and long-term hydrostatic stress-rupture tests.

Dimensions

The dimensions of the samples were measured per ASTM D 2122 [1], for average outside diameter (O.D.) and minimum wall thickness. The wall thickness was measured at eight locations around the circumference of the pipe, noting the average and minimum value. The average O.D. was measured using a circumferential wrap tape. The measured dimensions of pipe from each of the five date codes are shown in Table 2. The pipe outside diameters were still all within that specified in ASTM D 3309 [2]. The wall thicknesses generally still met the 0.080-inch minimum wall except for a few pipes where the measured minimum wall was 0.078 to 0.079. This is not unusual for pipe that has been in service for 18 years at elevated temperature, causing some creep of the material. It is apparent from these dimensional measurements that the pipes all originally met the dimensional requirements for new pipe in the ASTM D 3309 standard.

APPENDIX - I

Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 years of Service
Edwards and Duvall

**Table 1. Units Inspected and PB Samples Taken.**

Building #	Unit #	Samples Taken
A	6	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	5	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	4	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	3	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	2	Vanguard (8-10-93) hot water pipe
A	1	None
B	2	Qest (2-1-93) hot water pipe
B	1	Qest (apparently 2-1-93) hot water pipe
C	8	None – This unit had been changed out to PEX due to a fire.
C	7	Unit above unit where fire had occurred Qest (11-30-92) hot water pipe Qest (12-1-92) cold water pipe Qest (11-30-92) cold water pipe
C	6	Qest (11-30-92) hot water pipe
C	5	Qest (2-1-93) hot water pipe
C	4	Qest (12-2-92) hot water pipe
C (removed by owner prior to inspection)	3	Qest (12-1-92) hot water pipe Qest (12-2-92) cold water pipe
C	2	Qest (12-1-92) hot water pipe
C	1	Qest (11-30-92) hot water pipe

Table 2. Dimensions of ¾" PB Tubing Samples

Sample Designation	Average O.D., in.	Avg. Minimum Wall, in.
Qest 11-30-92	0.876	0.080 (avg. 0.081)
Qest 12-01-92	0.877	0.078 – 0.079 (avg. 0.080)
Qest 12-02-92	0.878	0.082 (avg. 0.083)
Qest 02-01-93	0.878	0.080 (avg. 0.081)
Vanguard 08-10-93	0.878	0.078 – 0.079 (avg. 0.080)
ASTM D 3309 Requirement	0.875 ± 0.004	0.080 + 0.010

Micro-FTIR – Check for Oxidation

Seventeen PB pipe samples that were removed from the site were analyzed by micro-FTIR spectroscopy for extent and depth of oxidation at the inner wall of the PB tubing. Most of the samples chosen were from the hot water side nearest to the water heater, areas that represent the most aggressive in-service environment.

Oxidation of polyolefins such as PB results in the formation of carbonyl groups onto the PB molecules [3]. These groups have characteristic infrared absorption frequencies. Among these groups, the strongest absorption peak is observed at about 1715 to 1720 cm⁻¹. Weaker peaks are observed at 1735 and 1775 cm⁻¹. The stabilizer compounded into the PB has a small carbonyl peak at 1740 cm⁻¹. When oxidation occurs, a peak around 1715 cm⁻¹ is formed, which progressively increases in intensity as the degree of oxidation increases. The carbonyl index is defined as the ratio of this carbonyl absorbance to that of the polymer backbone absorption band at 1465 cm⁻¹. The use of this ratio compensates for any differences in sample thickness and serves as an internal standard.

In the present study, the carbonyl index was profiled through the thickness of the PB tubing in order to determine the extent and depth of the oxidation, if it existed. This profiling is possible with a Micro-FTIR instrument that allows one to focus the infrared beam at a precise location on the sample. The analysis was conducted using a Perkin Elmer Spectrum 100 FTIR instrument with a Multi-Scope micro-FTIR accessory. The samples consisted of microtomed cross sections of the tubing wall. The infrared spectra were recorded in 0.03 mm increments (~0.0012 inches), using an aperture of approximately 0.3 mm x 0.03 mm. The profiling was continued inward from the inner surface of the tubing until no absorbance at 1715 cm⁻¹ was detected. The carbonyl index was also measured at the core of the tubing for comparison with the inner surface measurements.

Table 3 shows the carbonyl index measurements obtained on the PB pipe samples. There was very little indication of any oxidation in the samples tested. Carbonyl indices of less than approximately 0.05 indicate insignificant

APPENDIX - I

Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 years of Service
Edwards and Duvall



oxidation of the PB material. Any minimal oxidation that was detected in the samples was less than one thousandth of an inch in depth. In order for oxidation to negatively affect the PB pipes, the carbonyl index should be at least

0.1 and the depth of oxidation at least two thousandths of an inch deep. None of the pipes analyzed show anything but superficial oxidation that will not negatively affect the long-term performance of the pipe.

Table 3. Carbonyl Index (C.I.) Measurements on PB Pipe Samples.

Sample Building-Unit	C.I. 0 to 0.0012 in.	C.I. 0.0012 to 0.0024 in.	C.I. 0.0024 to 0.0036 in.	C.I. Core
B-1-Hot	0.018	0.009	--	0.004
B-2-Hot	N.D.*	N.D.*	--	0.009 (1740 cm ⁻¹)
A-2-Hot	0.017	0.006	--	0.005
A-3-Hot	0.011	0.0001	--	0.007 (1740 cm ⁻¹)
A-4-Hot	0.007	0.008	--	N.D.
A-5-Hot	0.023	0.004	--	0.009 (1740 cm ⁻¹)
A-6-Hot	0.0002	0.0005	--	0.0149 (1740 cm ⁻¹)
C-1-Hot	0.058	0.042	--	0.012 (1740 cm ⁻¹)
C-2-Hot	0.033	0.013	--	0.005 (1740 cm ⁻¹)
C-3-Hot	0.036	0.006	--	0.011 (1740 cm ⁻¹)
C-3-Cold	0.009	0.007 (1740 cm ⁻¹)	--	0.007 (1740 cm ⁻¹)
C-4-Hot	0.020	0.002 (1740 cm ⁻¹)	--	0.013 (1740 cm ⁻¹)
C-5-Hot	0.014	0.006	--	0.007 (1740 cm ⁻¹)
C-6-Hot	0.019	0.010 (1740 cm ⁻¹)	--	0.011 (1740 cm ⁻¹)
C-6-Cold	0.070	0.009	0.007	0.009 (1740 cm ⁻¹)
C-7-Hot	0.051	0.016	0.014 (1740 cm ⁻¹)	0.003 (1740 cm ⁻¹)
C-7-Cold	0.020	0.015	0.007	0.017 (1740 cm ⁻¹)

*N.D. = Not Detected

Oxidation Induction Time (OIT)

The oxidation induction time (OIT) was measured on ten of the pipe samples at 200°C per ASTM D3895 [4]. This test is a relative measure of the amount of antioxidant still remaining in the pipe after extrusion and service. OIT was measured at the core of the tubing samples in order to ascertain whether residual levels of anti-oxidant still exist in the samples. The core OIT's are shown in Table 4.

Table 4. Core OIT Measurements on PB Samples at 200°C

Sample (Building-Unit)	Core OIT at 200°C, minutes
B-2-Hot	19.1
A-3-Hot	35.6
A-5-Hot	30.8
C-1-Hot	30.4
C-2-Hot	45.0
C-3-Cold	55.1
C-4-Hot	54.2
C-6-Hot	24.5
C-7-Cold	54.0
C-7-Hot	8.8

OIT testing is significant because it demonstrates that there is still antioxidant present after more than 18 years of service. This is consistent with observations made in some of the FTIR spectra of the presence of antioxidant at the core and the inside surface (at 1740 cm⁻¹). The lower value for the hot water pipe from Bldg. C - 7 is likely due to the fact that this unit was above a unit that had a fire and the pipe sample had smoke damage on the outer surface of the pipe and likely was exposed to higher temperatures. The 20 to 50 minute values indicate that a substantial portion of the antioxidant remains in the pipes to protect them from oxidation.

Quick Burst Tests

Quick burst tests were performed on several of the PB pipe samples. These tests were performed according to ASTM D1599 [5]. This test method determines the maximum pressure that will fail a plastic pipe when the pressure is ramped from zero to the burst pressure within 60 to 70 seconds. The minimum requirements for PB pipe and fitting assemblies are 440 psi at 23°C and 250 psig at 82°C [2]. All of the PB pipe samples tested far exceeded these minimum requirements at both temperatures, as shown in Table 5, demonstrating that the 18-year-old pipe still meets the ASTM burst requirement for new, unused PB pipe.

APPENDIX - I

Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 years of Service
Edwards and Duvall



Table 5. Quick Burst Test Results on PB pipe Samples

Sample (Building-Unit)	Test Temperature, °C	Burst Pressure, psig
C-3-H-1	23.0	674
C-1-H-1	23.0	692
C-2-H-1	23.0	685
C-4-H-1	23.0	715
B-1-H-1	23.0	712
A-2-H-1	23.0	641
ASTM D 3039 Minimum Requirement	23.0	440
C-1-H-2	82.2	309
C-6-H-1	82.2	310
A-2-H-2	82.2	318
ASTM D 3039 Minimum Requirement	82.2	250

Sustained Pressure Tests

Hydrostatic stress rupture tests are being performed on samples of the PB pipe removed from the apartment complex. This testing is above and beyond the required 1000-hour sustained pressure tests called out in ASTM D3309 for the pipe. Testing was initiated on the PB pipe samples following the protocol in ASTM D 2837 [6]. In this case testing was initiated to obtain an E-2 data set (per Plastics Pipe Institute TR-3 [7]) to demonstrate how the 18-year-old PB pipe compares to the stress rupture data for new, unused pipe.

The E-2 data set includes a minimum of 10 data points with failure times ranging from 10 to more than 2000 hours. This data was then analyzed according to the procedure in ASTM D2837 to estimate the hydrostatic design basis (HDB) for the PB samples. The data were plotted on a graph with 107,000 hours of long term hydrostatic test data obtained on new, unused PB pipe that was reported by Springborn Laboratories in 1995 [8] (Figure 3). This testing continued for more than 3000 hours and established that the long-term sustained pressure performance of the pipe is comparable to or better than published data on new, unused PB pipes. The pipes have surpassed the expected failure times at the test hoop stresses, as shown in Table 6 below.

Table 6. Hydrostatic Pressure Test Results

Sample	Test Pressure, psig	Hoop Stress, psi	Test or Failure Time	Remarks
2921-6-H-2	475	2334	3051.2	On Test
2921-5-H-1	475	2334	3051.2	On Test
2905-6-H-1	475	2334	3051.2	On Test
2905-3-H-2	490	2438	3051.2	On Test
2905-4-H-1	490	2438	3051.2	On Test
2905-6-H-2	490	2441	3051.2	On Test
2921-2-H-2	507	2525	3053	On Test
2921-5-H-2	507	2525	3053	On Test
2905-3-H-1	507	2525	3053	On Test
2921-7-H-1	525	2648	935.0	On Test
2905-4-H-2	550	2778	35	Failure between 21 and 50 hours
2921-4-H-2	560	2711	53	Failed

CONCLUSIONS

Based on the site inspection, examination and testing of PB samples that were removed from the apartments (detailed above) and experience in plastic pipe materials performance, the PB piping system in this apartment complex appeared to be in excellent condition and had not degraded to any significant extent during its 18 years of service. The pipe samples appear to have met the ASTM requirements for dimensions and burst strength. It is anticipated that the pipe will also perform as well as new

pipe in the long-term pressure tests that are under way. There is no evidence of any significant oxidation of the pipe and OIT measurements demonstrate that the PB pipe is still well protected by antioxidants.

The PB compound used in the Quest and Vanguard piping at the site was PB4137, a compound manufactured by Shell Chemical that had approximately twice as much stabilizer as the earlier PB compounds that were used in PB piping, and thus, should have approximately twice the life expectancy. Data from Shell suggests that the

APPENDIX - I

Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 years of Service
Edwards and Duvall



lifetime of PB in a plumbing system at 1 ppm free chlorine (higher than that measured on-site) should have a projected lifetime of 88 years, if the daily hot water consumption is 6 hours per day [9]. According to a Stevens Institute of Technology report, the average hot water usage in single-family homes in the U.S. is less than 1 hour per day. The lifetime calculation goes up to 170 years if the hot water usage is 2 hours per day. The OIT and FTIR measurements on these PB pipe samples confirm that the pipe has not degraded as a result of their 18 years in service. In addition to the good properties exhibited by the pipe, the installation of the system was very good. The pipes were properly restrained and did not appear to be severely bent or stressed. The piping is not routed through any attic spaces either, which eliminates any additional heating from the environment. The crimping of the fittings was also according to manufacturer's specifications in terms of outer diameter and position.

The PB plumbing system should continue to perform well into the future. It is very hard to predict when and if a plumbing system will develop a leak, since there are many potential causes of leaks. This plumbing system should continue to perform as well or better than any plumbing system that has been in service for 18 years. We have seen no evidence of material defects or degradation that should shorten the lifetime of this system. Excessive stress on PB pipe can lead to failure in some cases. We did not observe any evidence that excessive stress was applied to the PB piping in this system. In fact, as stated above, the installation was very good. However, we cannot rule out the fact that there may be a few pipes that are highly stressed and could possibly leak at some time in the future.

References

1. ASTM D 2122-98 (Reapproved 2010), "Standard Test Method for Determining

Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings," *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04*, ASTM International, West Conshohocken, PA.

2. ASTM D 3309-96a, "Standard Specification for Polybutylene (PB) Plastic Hot- and cold-Water Distribution Systems", *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
3. K. Karlsson, G.D. Smith and U.W. Gedde, *Polym. Eng. & Sci.* **32**(10), 649 (1992).
4. ASTM D3895-07, "Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry," *2011 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.02*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
5. ASTM D1599-11, "Standard Test Method for Resistance to Short-Time Hydraulic Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fittings," *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
6. ASTM D 2837-11, "Standard Test Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials or Pressure Design Basis for Thermoplastic Pipe Products," *2010 Annual Book of ASTM Standards, Volume 08.04*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
7. PPI TR3 / 2010 / HDB / HDS / PDB / SDB / MRS Policies, *Policies and Procedures for Developing Hydrostatic Design Basis (HDB), Hydrostatic Design Stresses (HDS), Pressure Design Basis (PDB), Strength Design Basis (SDB), and Minimum Required Strength (MRS) Ratings for Thermoplastic Piping Materials or Pipe*, Plastics Pipe Institute, Irving, TX (2010).
8. Springborn Laboratories Project 2621.30 Test Report (107,000 hour level), to Shell Oil Company, March 21, 1995.
9. Shell Oil Company, private communication.

APPENDIX - I

Assessment of Polybutylene Plumbing Installation after 18 years of Service
Edwards and Duvall



Figure 1. Typical layout of PB piping in a first floor apartment.



Figure 2. Typical layout of PB piping in a second floor apartment.

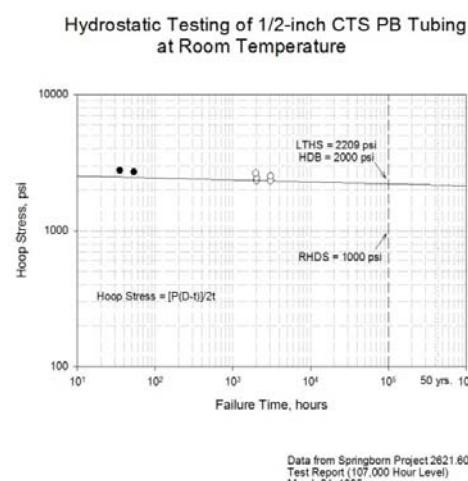


Figure 3. Hydrostatic pressure test results (symbols) superimposed on results of testing of new, unused PB pipe (line).

PBPSA | Polybutene Piping Systems Association

The Polybutene Piping Systems Association (PBPSA) is an international association of market leading companies committed to the use of the thermoplastic material, Polybutene-1 (PB-1) for the manufacture of piping systems. Also known as polybutylene, PB-1 is used worldwide in applications including piping systems for large-scale building projects, district energy networks, heating and cooling, and plumbing installations.



Polybutene Piping Systems Association

Postfach 3377
8021 Zürich
SWITZERLAND

info@pbpsa.com

www.pbpsa.com

PBPSA Members



www.gfps.com



www.wavin.com



www.rwc.com



LyondellBasell

www.lyondellbasell.com



NUEVA TERRAIN S.L.

www.nuevaterrain.com



THERMAFLEX ®

www.thermafex.com

© 2024 – Polybutene Piping Systems Association (PBPSA)

The information and technical data (altogether "Data") herein are not binding, unless explicitly confirmed in writing. The data does not constitute explicit, implicit, or warranted characteristics, nor guaranteed properties or guaranteed durability. All data are subject to modification. Before using a product made from Polybutene-1 users should make their own independent determination that the product is suitable for the intended use and can be used safely and legally. Polybutene-1 may not be used in the manufacture of any US FDA Class III Medical Device or Health Canada Class IV Medical Device and may not be used in the manufacture of any US FDA Class II Medical Device or Health Canada Class II or Class III Medical Device without the prior written approval by Seller of each specific product or application. PB-1 may not be used in the manufacture of pipe applications intended for sale or shipment to North America, without prior written approval by Seller for each specific product and application.