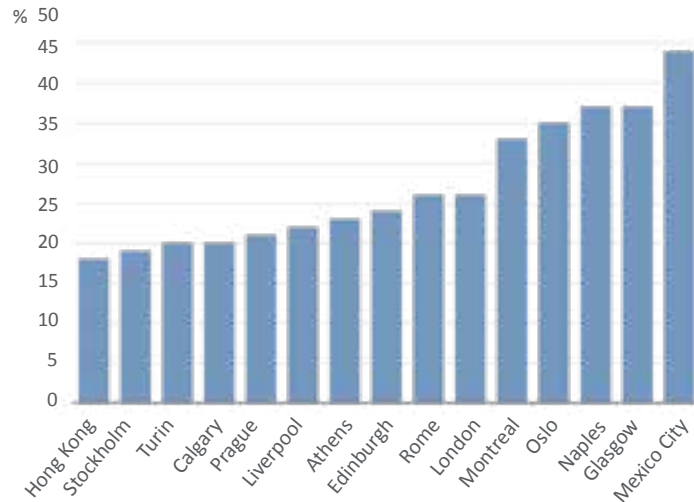


La solución duradera para evitar fugas de agua

La pérdida de agua ya tratada en los sistemas sanitarios de diferentes ciudades, es de hasta un 40% al año. Un reciente estudio de la OCDE muestra que incluso ciudades de las mayores economías pierden más agua de lo que es sostenible o viable, como muestra el gráfico.

Fuente: OCDE 2014



Tuberías de acero inoxidable

Ventajas del material

Gran durabilidad, fácil fabricación y resistente a la corrosión sin necesidad de recubrimientos.

El acero inoxidable es excepcionalmente resistente al desgaste, y su superficie compacta y lisa impide la adherencia de suciedad y proliferación de bacterias. Este material ha jugado un papel fundamental en la producción, elaboración y transporte de alimentos y bebida desde hace 100 años, siendo químicamente inerte. Estas nuevas tuberías corrugadas son la solución

perfecta para el transporte de agua, en acometidas y tuberías de servicio, minimizando el riesgo de fugas ya que reduce el número de uniones soldadas. Además, las corrugas facilitan el doblado manual en obra, incluso en lugares de otro modo inaccesibles. Estas tuberías mejoran la productividad y resisten la actividad sísmica.

Ventajas medioambientales

El acero inoxidable es uno de los materiales con menor impacto al medio ambiente.

Al final del ciclo de vida, podría reciclarse al 100% y obtendríamos nuevo acero inoxidable con las mismas propiedades.

Coste del ciclo de vida

Pese a suponer una mayor inversión inicial, es una opción más rentable si estudiamos su ciclo de vida y su falta de necesidad de mantenimiento.

Tubo corrugado de acero inoxidable

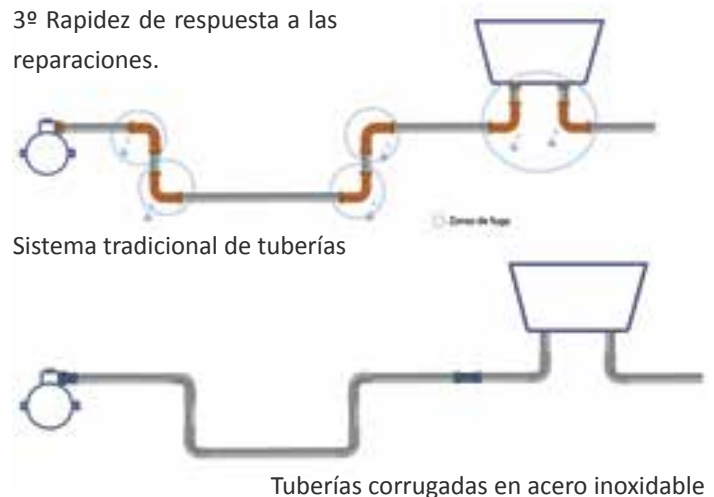
El sistema flexible de tuberías corrugadas de acero inoxidable reduce el número de codos y accesorios de unión, por tanto el mayor riesgo de fugas y resiste la actividad sísmica.

Las 3 acciones complementarias para tratar las fugas son:

- 1º Reemplazar las tuberías existentes por otras de acero inoxidable.
- 2º Mejorar el sistema de detección en caso de fugas.
- 3º Rapidez de respuesta a las reparaciones.

Métodos utilizados de detección y reparación mejorada para evitar fugas

- Planificación de la detección: cada área de servicio se divide en bloques y cada bloque se inspecciona sistemáticamente.
- Planificación de reparación: la respuesta a un informe de escape es inmediata. Equipos listos 24 horas, 365 días del año.

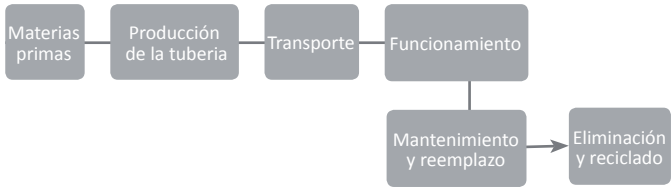




Definición del sistema

Tuberías de acometidas en servicio de 4 metros de longitud (20 mm diámetro) con una vida de servicio de 100 años. Se extiende desde la tubería de abastecimiento hasta los contadores de cada domicilio y se incluyen juntas, codos, tes y válvulas.

El análisis del LCC fue calculado de principio a fin:



Supuestos	AISI 316	PVC	PE
1. Vida de servicio (años)	100	20 ¹	20 ¹
2. Tipo de interés (%)	0,27 ²		
3. AC (\$) para 4 m de tubería corrugada, partes incluidas	297 ³	89 ³	67 ³
4. IC ³ (\$) mano de obra incluida	1.683		
5. OC	Supuesto 0 (aunque existe en la práctica. Minimizar esta alteración es importante)		
6. LP			
7. RC ³ (\$)	1.981 \$/ 100 años	1.772 \$/ 20 años	1.750 \$/ 20 años
8. Valor residual (chatarra reciclada) ⁴	100 \$/ 100 años	0 (\$)	0 (\$)

- (1) Plantas de tratamiento de Seúl
- (2) Del IHS Markit
- (3) Ejemplo de Incheon (Corea del Sur)
- (4) El acero inoxidable es reciclable al 100%

Fórmula del Coste del Ciclo de Vida

Costes a los valores actuales

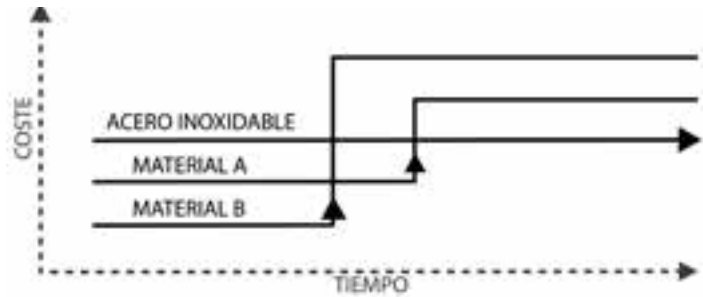
Total del coste de Ciclo de Vida (LCC)	Coste inicial compra de materiales (AC)	Coste inicial instalación y fabricación (IC)	Coste operativo y de mantenimiento (OC)	Coste pérdida de producción durante parada (LP)	Coste reemplazo de materiales (RC)
LCC	AC	IC	$\sum_{n=1}^N \frac{OC}{(1+i)^n}$	$\sum_{n=1}^N \frac{LP}{(1+i)^n}$	$\sum_{n=1}^N \frac{RC}{(1+i)^n}$

Donde: N = vida de servicio real, i = tipo de interés real, n= año de la operación / evento

Coste de cada material

El análisis del LCC para el AISI 316 indica que es un producto más rentable cuando se observa su vida útil de servicio. “Tokyo Water Board” (La Junta de Aguas de Tokio) analizó otras alternativas que demostraron tener una vida más corta y por lo tanto mayor coste.

Duración	Acero Inoxidable	PVC	PE
100 años	1.932 \$	7.978 \$	7.878 \$

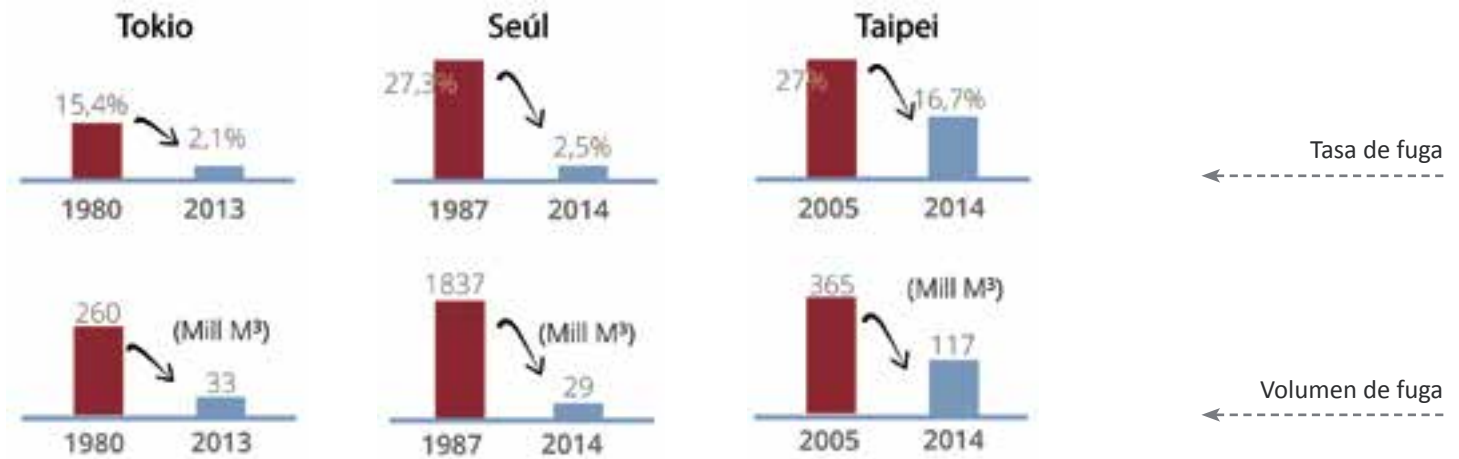


El coste de otros materiales incrementa con el tiempo, mientras que el del acero inoxidable se mantiene constante.



FUENTE / SOURCE :
www.worldstainless.org
www.cedinox.es
 PDF:
[A Workable, Lasting Solution for water- Losses through Leaking Water Pipes](#)
 (versión solo inglés)

Resultados de los proyectos en Tokio, Seúl y Taipei



Sistemas de tuberías de acero inoxidable en Tokio

Tokio	1980	2013
Población (mill)	11,6	13,3
Distribución (mill/m³)	1.692	1.523
Fuga (mill/m³)	260	33
	15,4%	2,2%

Principales desafíos:

- Cortes críticos de suministro de agua.
- Fugas de agua sanitaria.
- Alto contenido de cloro en el suelo.
- Mantener la calidad del agua.
- Posibilidad de riesgo sísmico severo.
- Inundaciones severas en el área de fuga que causan derrumbe de carreteras.

¿Por qué AISI 316 en lugar de 304?

La Junta de Aguas de Tokio eligió esta aleación por su mayor resistencia a la corrosión, tras profundos ensayos en la tierra. Deseaban el mejor material disponible. El coste era menos importante que la dureza y la durabilidad ya que su primera

consideración fue asegurar el suministro de agua.

Ensayos bajo tierra

Para comprobar el comportamiento a la corrosión de las tuberías y recopilar datos de su resistencia, la Junta encargó ensayos utilizando diferentes materiales, enterrándolos en 10 lugares diferentes por un periodo de 10 años.

Respecto a dureza y resistencia a la corrosión, el acero inoxidable AISI 316 superó al 304. El contenido de Cl⁻ y SO² en la tierra era muy alto y los ensayos determinaron la no aparición de corrosión por picaduras en el AISI 316, lo que justificó económicamente la inversión inicial.

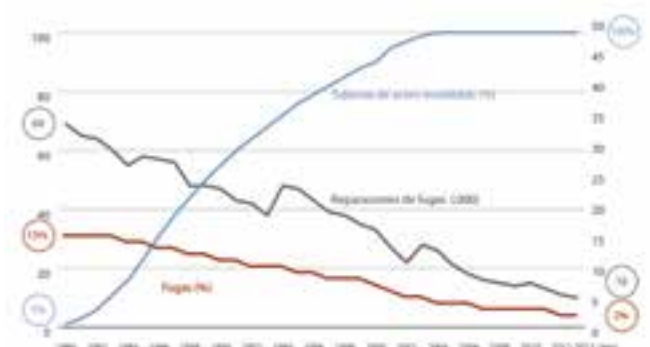
Tuberías corrugadas de acero inoxidable

La Junta de Aguas de Tokio descubrió que muchas de las fugas ocurrían en las juntas o uniones. El uso de tuberías corrugadas, permitió a los instaladores doblarlas reduciendo la necesidad de codos y accesorios, y además hizo que las tuberías fueran más flexibles tras

su instalación, siendo más resistentes a los seísmos.

Este hecho se demostró en el gran terremoto de Sendai que devastó la costa noreste de la Isla Honshu el 11 de marzo de 2011, con una magnitud de 9,0, uno de los mayores terremotos jamás registrados. La ciudad de Tokio está entre las áreas que tuvieron fuerte y muy fuerte impacto y tras el incidente, la inspección reveló que tan solo se dañaron el 5% de las tuberías corrugadas de acero inoxidable instaladas. Tokio había probado las tuberías corrugadas de acero inoxidable desde 1991, antes de empezar a instalarlas en todo el sistema en 1998. Al principio, utilizaban accesorios de bronce y descubrieron

riesgo de corrosión en el área de las juntas, así que especificaron acero inoxidable para todas las juntas, codos, uniones en "T", válvulas y otros accesorios. Las ventajas del acero inoxidable fueron la reducción de fugas y de mantenimiento, la mejora de la calidad del agua y la resistencia demostrada a actividad sísmica. Además, no encontraron ningún depósito de residuos químicos dentro de las tuberías inspeccionadas.



Reducción de fugas en Tokio

Sistemas de tuberías de acero inoxidable en Seúl

- Cifras (año 2014)

Población: 10,3 millones

Distribución anual: 1.169 mill/m³

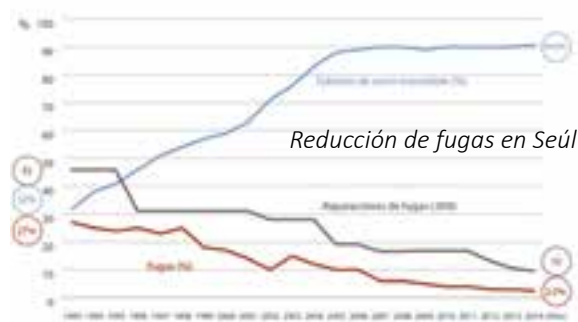
Fugas de agua: 2,5%

Seúl comenzó a reemplazar las líneas de abastecimiento en 1984. Desde entonces se ha ejecutado el 95,6%. El total de las líneas, 13.720 km, estará completado en 2018.

El acero inoxidable se eligió para aumentar la calidad del agua y reducir la corrosión así como las pérdidas de agua por fugas. Desde 1987 a 1993, se utilizaron tuberías de acero inoxidable junto con tuberías de cobre, pero desde 1993 tan solo se ha utilizado acero inoxidable. En 2001 introdujeron los sistemas de tuberías corrugadas de acero inoxidable para reducir las juntas y facilitar la instalación en obra. Seúl descubrió que reduciendo

las pérdidas de agua y mejorando la calidad del agua, pasó de 10 plantas de tratamiento de agua a 6. Antes de la finalización del proyecto en 2018, se han minimizado las reparaciones, de 60.000 a 10.000 casos por año. Además, gracias a la reducción de fugas, el tratamiento de agua ha pasado de 7,3 mill/m³ a 4,5 mill/m³ al día.

Seúl también consideró materiales alternativos pero los ensayos demostraron que el acero inoxidable era el idóneo. Al contrario que Tokio, Seúl eligió AISI 304, ya que la tierra es menos agresiva que en Tokio y por su menor coste. Siguiendo su ejemplo, otras ciudades coreanas, como Daegu, Incheon, Daejeon y Ulsan han comenzado a utilizar acero inoxidable en su red de abastecimiento de agua.



Sistemas de tuberías de acero inoxidable en Taipei

Población: 3,88 millones

Volumen de distribución diaria:

2,26 mill/m³

Suministro diario al área de

servicio: 1,96 mill/m³

Fugas: 28,4% (2002)

En 2002 el nivel del suministro de agua a Taipei disminuyó peligrosamente. El 28,4% de fugas en las tuberías, más un descenso en las lluvias del 50%, desembocó en cortes en el suministro de agua de 49 días.

En principio Taipei solo quiso aumentar el suministro, en lugar de controlar las pérdidas de agua. El resultado fue un sistema de abastecimiento muy complejo, anticuado y con filtraciones.

Se proyectó la gestión de control de filtraciones en 4 fases durante 20 años, lo que mejoraría el funcionamiento de los sistemas, reduciría la pérdida de agua y evitaría los cortes de suministro.

Año	Lluvia en la Reserva Feitsui (mm)	Embalse Fetsui (%)	Fugas en la red de TWD* (%)	Suministro anual de agua a TWD* (x100 mill/m ³)	Suministro anual de agua a TWC** (x100 mill/m ³)
Año 2002	1377	+58	+28,44	8,78	0,74
Año 2014	1201	+92	+16,70	6,99	1,23
Diferencia	-176	+34	-11,74	-1,79	+0,49

*TWD: Taipei Water Department

**TWC: Taipei Water Corporation

Resultado:

Aunque hasta el momento solo se ha efectuado el cambio del 35% de las tuberías, durante la sequía de 2014 se ha conseguido un resultado excelente. Ese año hubo un 13% menos de lluvias que en la anterior sequía de 2002, pero no se interrumpió el suministro de agua gracias a

la mejora de las fugas. Con las fugas reducidas en un 10%, el ahorro de agua ha sido de 179 millones/m³ por año. En 2005 la pérdida de agua fue de 365 mill/m³ y en 2014 disminuyó a 219 mill/m³. El objetivo del 10% en tasa de fugas debe alcanzarse en 2025.



Experiencia pionera en Sudáfrica

En Drakenstein distrito de la Provincia Occidental del Cabo, Sudáfrica, son pioneros en la utilización de acero inoxidable en los sistemas de abastecimiento de agua. Utilizan AISI 316 para tuberías soterradas y AISI 304 para aplicaciones en el exterior. Actualmente tienen 13,4% de tasa de fugas de agua, frente al 39% de media de fugas de otros distritos. Este dato mejorará según se vayan reemplazando todos los sistemas de tuberías y accesorios.

Muchas ciudades y sus distritos descartan el uso del acero inoxidable por su coste inicial, sin embargo un profundo análisis del coste de ciclo de vida del producto, prueba que el acero inoxidable es la mejor elección. El análisis pormenorizado demostró que el acero inoxidable es la alternativa más rentable a un interés del 11,93%. Incluso si las tuberías de plástico duraran 50 años, en lugar de 20, seguirían resultando 1,7 veces más caras que el acero inoxidable AISI 316.