

FI-06-2023

Comunicación foro innovación

“Tuberías de fundición dúctil de Saint-Gobain PAM: La solución sostenible para un regadío eficiente”

Autores: Medina Santamaria, L

Jefa de producto tuberías y accesorios de Saint-Gobain PAM España, luz.medina@saint-gobain.com

Resumen: 500 palabras máximo, en el que se incluya objetivo del trabajo y resultados más relevantes

En las últimas décadas se han multiplicado las inversiones en recursos técnicos y humanos para aumentar la eficiencia y sostenibilidad del regadío en España. En los próximos tres años se ejecutarán importantes proyectos para el sector con inversiones millonarias que conllevan la responsabilidad de priorizar la sostenibilidad, calidad y eficiencia de los materiales sobre el precio.

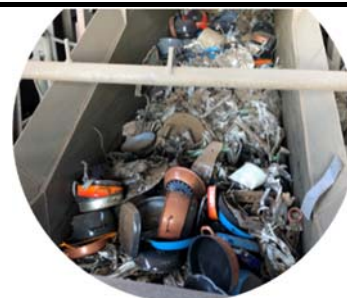
Es por esto necesario diseñar y construir redes de riego fiables y duraderas a muy largo plazo con un coste de ciclo de vida eficiente e impactos medioambientales mínimos. En el mercado se puede encontrar un amplio abanico de materiales disponibles con diferentes calidades y precios, seleccionar cuál es el más adecuado en un proyecto determinado es complejo y depende de factores técnicos y económicos, hay que tener cuidado con este último criterio porque, aunque un tubo de determinado material sea más caro que otro, puede resultar que requiera menos uniones, un menor movimiento de tierras, una zanja más económica, etc., lo que podría hacer que la tubería instalada resulte en su conjunto de menor coste.

Es esencial que tengamos en cuenta el coste del ciclo de vida de una tubería a la hora de determinar el material más adecuado para el proyecto: relación calidad-precio a futuro.

- Los costes de adquisición (tubería, instalación, préstamo...)
- Los costes de explotación (mantenimiento y explotación, costes de impulsión, fugas). Los costes de bombeo y pérdida de agua durante la vida útil de una red son considerablemente más altos que el coste de compra inicial.
- Los costes de reposición (Contempla el coste real de reposición o reposiciones en función de la vida útil del material para las condiciones de trabajo y periodo de estudio considerados)
- Los costes de fin de vida (desmontaje, reciclaje)

Las tuberías de fundición dúctil de Saint-Gobain PAM son la solución sostenible y segura para lograr un regadío eficiente, porque son reciclables y recicladas:

- ✓ 100% reciclables indefinidamente gracias a que sus propiedades mecánicas son permanentes en el tiempo y no se degradan con la reutilización, pudiendo llegar a superar los 100 años de vida útil.
- ✓ En el proceso de fabricación utilizamos el 83% de material reciclado.



Al seleccionar en un proyecto una tubería de fundición dúctil de Saint-Gobain PAM España se tiene la tranquilidad de escoger un material y una marca con más de 100 años de experiencia en el sector del agua en España con unas ventajas insuperables:

Desarrollo sostenible:

En Saint-Gobain PAM España estamos comprometidos con el desarrollo sostenible y trabajamos día tras día para reducir nuestro impacto en el medio ambiente de maneras muy diferentes:



Nuestras tuberías son 100% reciclables



El 83% del material que utilizamos es reciclado



Depuramos el 75% del agua que utilizamos en fábrica



El 84% de nuestros residuos son valorizados y reutilizados como prefabricados para la construcción



Reutilización de los gases del proceso de fusión



100% energía eléctrica de fuentes de energía renovables sin emisiones de CO₂



Las tuberías de F.D. permiten utilizar el material excavado al realizar la zanja como material de cobertura



Certificado huella de carbono 1+2: calculo y reduzco

Buena capacidad hidráulica:

La capacidad hidráulica de la fundición dúctil es óptima gracias a su bajo coeficiente de rugosidad $n=0,03$ unido a la mayor sección interna de paso (D.I.) que permiten reducir las pérdidas de carga y por tanto la necesidad de energía de bombeo.

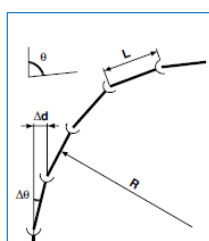
DN mm	150	200	250	300	350	400	450	500	600
DI mm	153,0	204,6	255,0	305,6	355,2	406,0	456,2	507,0	607,6

Mayor desviación angular:

La mayor desviación angular de las uniones de fundición dúctil respecto a otros materiales permite realizar trazados de curvas de gran radio, sin necesidad de emplear piezas especiales y adaptarse así a las modificaciones del trazado. Para ello, durante la labor de enchufado, los tubos deben estar totalmente alineados, horizontal y verticalmente, realizándose la desviación una vez que la tarea de enchufado a finalizado.



DN mm	Desviación grados
60-300	5
350-1000	4



• Radio de curvatura: $R = \frac{L}{2 \sin \frac{\Delta\theta}{2}}$

• Número de tubos necesarios para realizar un cambio de dirección dado:

$$N = \frac{\theta}{\Delta\theta}$$

• Longitud del cambio de dirección: $C = N \times L$

Donde,

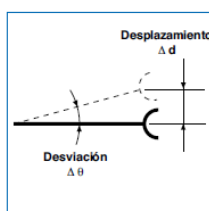
Δd : desplazamiento del tubo (en m)

L : longitud del tubo (en m)

θ : ángulo de cambio de dirección (en grados)

$\Delta\theta$: desviación de la unión (en grados)

C : longitud del cambio de dirección (en m)



Desviación angular °	longitud de los tubos					
	6 m		7 m		8 m	
	Radio de curvatura m	desplazamiento cm	Radio de curvatura m	desplazamiento cm	Radio de curvatura m	desplazamiento cm
1	-	-	401	12	458	14
2	172	21	201	24	229	28
3	115	31	134	37	153	42
4	86	42	100	49	115	56
5	69	52	-	-	-	-
6	57	63	-	-	-	-

Los radios de curvatura varían en función de la longitud útil de los tubos, pudiendo estos superar los 8 metros en DN>1000.

La desviación angular y el juego en longitud admitidos por la junta STANDARD le aseguran un excelente comportamiento en caso de movimientos de terreno o de asentamientos.

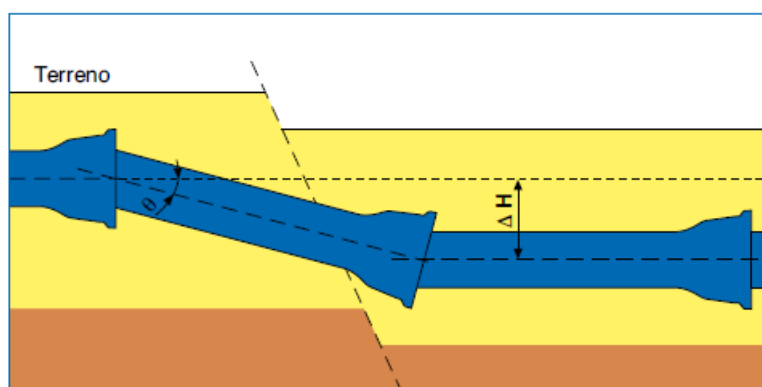
El trazado de una canalización puede discurrir por terrenos de baja capacidad portante o inestables (zonas pantanosas, deslizamientos o asentamientos por afección de aguas subterráneas, terrenos mineros, terraplenes con potenciales asentamientos...)

En cada uno de estos casos, conviene prever el impacto de estos y tomar todas las medidas y precauciones preventivas que permitan minimizar los efectos de tales movimientos de terreno sobre la canalización.

La experiencia nos ha mostrado que durante un movimiento de terreno que afecta a una canalización, es conveniente facilitar a la misma someterse a las deformaciones impuestas por las masas de tierras, en lugar de intentar resistir los esfuerzos mecánicos que estas generan.

Con este propósito, las uniones con enchufes PAM se constituyen como articulaciones en la instalación que generan una resistencia nula a la flexión. Así, para movimientos de tierras extensos y uniformes, las uniones con enchufes PAM confieren a la canalización un comportamiento de "cadena flexible", en las que la capacidad de movimiento es igual a la proporcionada por su desviación angular máxima.

Desplazamiento admisible gracias a la desviación angular de las uniones



Desplazamiento: $\Delta H = l \operatorname{tg} \theta$

Deslizamiento axial: $\Delta l = (\Delta H^2 + l^2)^{1/2} - l$

l : longitud del tubo (en m)

θ : desviación angular admisible

Ejemplo en terrenos inestables

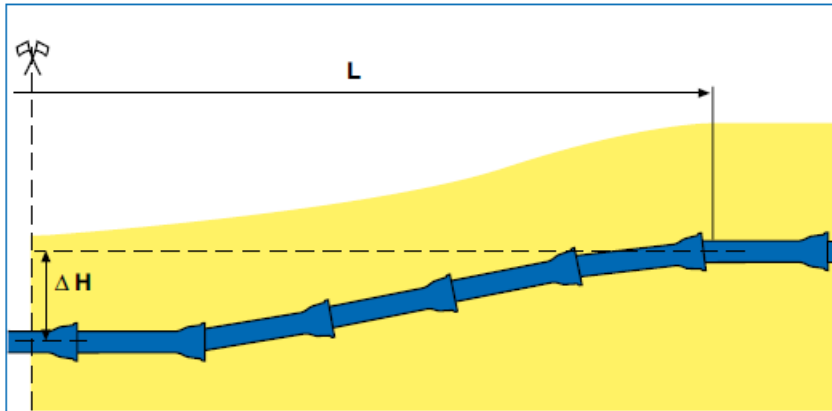
Para $\Delta H = 0,30$ m en DN 200

$\theta = 3^\circ$ (5° admisibles)

$\Delta l = 7$ mm (20mm admisibles con la junta STANDARD)

NO existe riesgo de desenchufado de la unión, pudiendo ser absorbido todo el deslizamiento por la unión.

Comportamiento de cadena



$$\text{Desplazamiento } \Delta H = 2l \left(\operatorname{tg}\theta + \operatorname{tg}2\theta + \operatorname{tg}3\theta + \dots + \operatorname{tg}\frac{n}{4}\theta \right)$$

$$\text{Elongación axial: } \Delta L \approx \left(L^2 + \frac{16}{3} \Delta H^2 \right)^{1/2} - L \text{ (para } \theta \text{ muy pequeños)}$$

l = longitud del tubo

L = longitud del tramo afectado

n = número de tubos en el tramo $\left(n = \frac{L}{l} \right)$

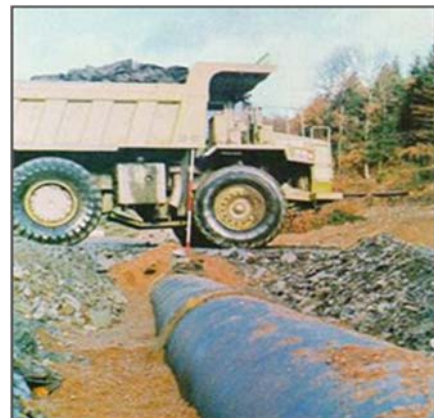
La canalización tiende a adoptar una deformación similar a la generada en el terreno, hasta alcanzar los límites de desenchufado, en función del juego y desviación admisible de las uniones utilizadas.

Importante: En el caso de deslizamientos que puedan ocasionar elongaciones importantes, una solución factible es disponer de uniones acorrojadas en el tramo inestable, junto con manguitos, que, situados en los puntos limítrofes de las zonas inestables, compensen tales elongaciones.

Elevadas prestaciones mecánicas e hidráulicas:

1. La Solidez y resistencia de la fundición dúctil con una elevada rigidez diametral. muy superior a los materiales plásticos, permite:

- Grandes alturas de cobertura, con y sin cargas rodantes
- Pequeñas alturas de cobertura (0,3 m), con y sin cargas rodantes
- Comportamiento mecánico independiente de la presión de trabajo
- Se mantiene la sección de paso
- Relleno con el mismo material extraído zanja



2. Las elevadas PFA (presión de funcionamiento admisible) determinadas con un coeficiente de seguridad de 3 a la rotura, garantizan:

- Reserva de seguridad frente a las presiones de trabajo habituales
- Grandes márgenes de seguridad frente eventuales Sobrepresiones
- Resistencia a colapso por depresiones (ensayos de prestaciones -0,9bar)
- Permite adaptarse a necesidades futuras
- Las prestaciones son las mismas a corto y a largo plazo, se mantienen en el tiempo, no son modificadas por la presencia de solicitaciones transitorias o imprevistas.



Ecomontaje PAM:

La preparación e instalación de las canalizaciones requiere de la excavación de un gran volumen de tierra, que representa del 5% al 10% de impacto económico sobre el coste total de la instalación. Este volumen supone además un fuerte impacto ambiental para la ejecución de la instalación ya que, en muchos casos, estos volúmenes de tierra se depositan en vertederos y son reemplazados por materiales de aporte o préstamo.

La rigidez, solidez y resistencia, así como la naturaleza activa de los revestimientos de las canalizaciones de fundición dúctil, permiten reutilizar el suelo existente en la mayoría de los casos (previa retirada de materiales gruesos) como recubrimiento o incluso como cama de apoyo.

Ventaja económica ECOMONTAJE PAM

La utilización del suelo existente como relleno evita la explotación directa de canteras de arena y los impactos derivados del transporte mediante camiones que suelen usarse en estos procesos.

Ventaja ecológica ECOMONTAJE PAM

Además de la emisión de gases de CO₂, la técnica ecomontaje permite evitar problemas y preservar los recursos de los terrenos naturales.



Juntas acerojadas:

Las uniones acerojadas están diseñadas para soportar esfuerzos de tracción, dentro de sus prestaciones en presión y desviación angular habituales, sin desenchufarse y asegurado la integridad de la canalización.

Aplicaciones

- Eliminación de los macizos de anclaje en todo cambio de dirección, derivación, cambio de sección y brida ciega o válvula, que produzca un empuje hidráulico.
- Instalación en fuerte pendiente: a partir del 25% de pendiente en una canalización enterrada existe el riesgo de deslizamiento de las tuberías. Al acerrojar todos los tubos colocados en la fuerte pendiente, se evita que se desenchufen entre sí. Esta solución debe completarse o bien con un macizo de anclaje en la parte superior del tramo o bien con una longitud determinada de canalización acerrojada en la parte plana después de la fuerte pendiente.
- Instalación en camisa: al usar juntas acerojadas, es posible realizar este tipo de instalaciones tirando de todo el tramo de tubería sin que se desenchufe.
- Instalación sin zanja.



**ELIMINACIÓN
MACIZOS DE ANCLAJE**



**INSTALACIÓN EN
PENDIENTE**

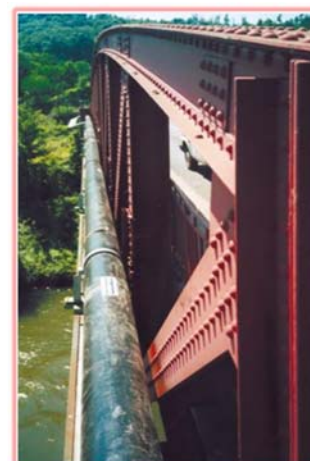


**INSTALACIÓN SIN
ZANJA**

Instalaciones aéreas seguras:

Las tuberías de fundición dúctil no envejecen a la intemperie, por lo que permiten la realización de instalaciones aéreas.

- Sin necesidad de compensadores de dilatación
- Seguridad frente a vandalismo por robustez del material
- No se penalizan sus prestaciones



No necesitan mantenimiento:

Las tuberías de fundición dúctil no necesitan prácticamente mantenimiento y su índice de avería es el más bajo de las tuberías del mercado. La menor presencia de averías en las redes de fundición dúctil supone, por supuesto, menos reparaciones y un número menor de fugas.

Gama completa:

La gama PAM IRRIGAL DN 150-600 mm se complementa con tuberías DN 700-1000 mm Clase C25 y una gama completa de accesorios también de fundición dúctil compatible en dimensiones y revestimientos, todo el material de la canalización tiene el mismo comportamiento evitando así los problemas que suceden cuando se usa el tubo de un material y las piezas especiales de otro.

Igualmente, contamos con las soluciones completas en válvulas marca PAM: seccionamiento, piezas de montaje e intervención (PMI), protección de redes, etc.

Desde hace 20 años se han instalado más de 2.000 Km de tuberías de fundición dúctil marca PAM en importantes obras de regadío en España, gracias a sus grandes ventajas y a su precio competitivo, consolidándose como una de las principales alternativas dentro de los diferentes materiales para canalizaciones en el mercado del riego.

Palabras clave: fundición dúctil Irrigal sostenibilidad seguridad