

Sistema de tuberías KRAH - KPS

Hasta 4 m DINT



Grupo PPA Referencias en todo el mundo



SISTEMA DE TUBERÍAS KRAH - KPS

El polietileno de alta densidad (PEAD) es uno de los materiales de mayor aceptación en el mercado de tubería siendo cada vez más frecuente en todo tipo de aplicaciones; abastecimientos, saneamientos, redes de riego, emisarios submarinos, instalaciones industriales, tanques de tormentas, etc...

El desarrollo de las tecnologías de producción ha contribuido a la expansión de las tuberías de PEAD, ampliando sus posibilidades y rangos de aplicación.

PPA&KRAH empresa fundada en el año 2004, perteneciente al **Grupo PPA** fabrica en sus instalaciones de Vitoria tuberías y accesorios de gran diámetro (hasta Diámetro Interior 4000 mm) en materiales termoplásticos (PE100, PE80, PP..) utilizando tecnología de extrusión helicoidal Krah.

La estructura helicoidal optimiza la geometría de la pared de la tubería mejorando su rigidez y reduciendo peso.

La gama de productos del sistema de tuberías KRAH permite plantear estudios particulares para cada proyecto optimizando la solución para cada caso y garantizando instalaciones homogéneas, soldadas y estancas.

La conexión entre tuberías ha sido uno de los puntos críticos en todo tipo de instalaciones. La Electro-Fusión integrada en las tuberías, accesorios y piezas especiales garantiza una unión estanca y permanente.

Los costes de instalación se reducen gracias a la utilización de un sistema de tuberías ligero, flexible, no corrosivo y de comportamiento hidráulico óptimo.



MATERIAL

El material de fabricación del sistema de tuberías KRAH es polietileno 100 (PE100).

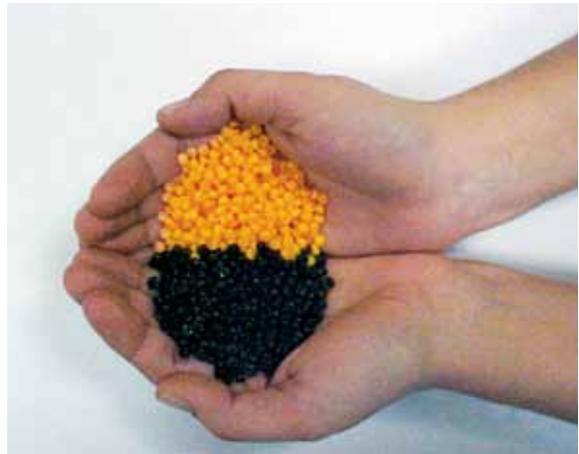
El PE100 es el polietileno de alta densidad que posee mejores características mecánicas. El PE100 fué desarrollado especialmente para la extrusión de tubería de gran diámetro para transporte agua potable y gas.

Una de las principales ventajas de la utilización del PE100 para la fabricación de tuberías es su soldabilidad, superior a otros termoplásticos.

El PE100 contiene antioxidante para protegerle de la degradación térmica y además incorpora un $2,25 \pm 0.25 \%$ de negro de carbono disperso y finamente dividido para evitar la acción degradante de la radiación UV del sol.

El PE100 utilizado por PPA&KRAH, cumple con los requerimientos de las norma UNE EN 12201, con la denominación de PE100.

Es posible la fabricación de tuberías y accesorios para aplicaciones especiales que así lo requieran tanto en otros grados de polietileno (PE80, PE-el) como de polipropileno (PP, PP-R, PP-B, y PP-s).



FABRICACIÓN

Las tuberías y accesorios KRAH son fabricadas mediante tecnología de extrusión helicoidal sobre molde de acuerdo a las directrices de la norma DIN 16961 'Thermoplastic pipes and fittings with profiled outer and smooth inner surfaces'.

La combinación del movimiento de traslación de la cabeza extrusora con el movimiento de rotación del molde genera una hélice de material que cubre la superficie del molde.

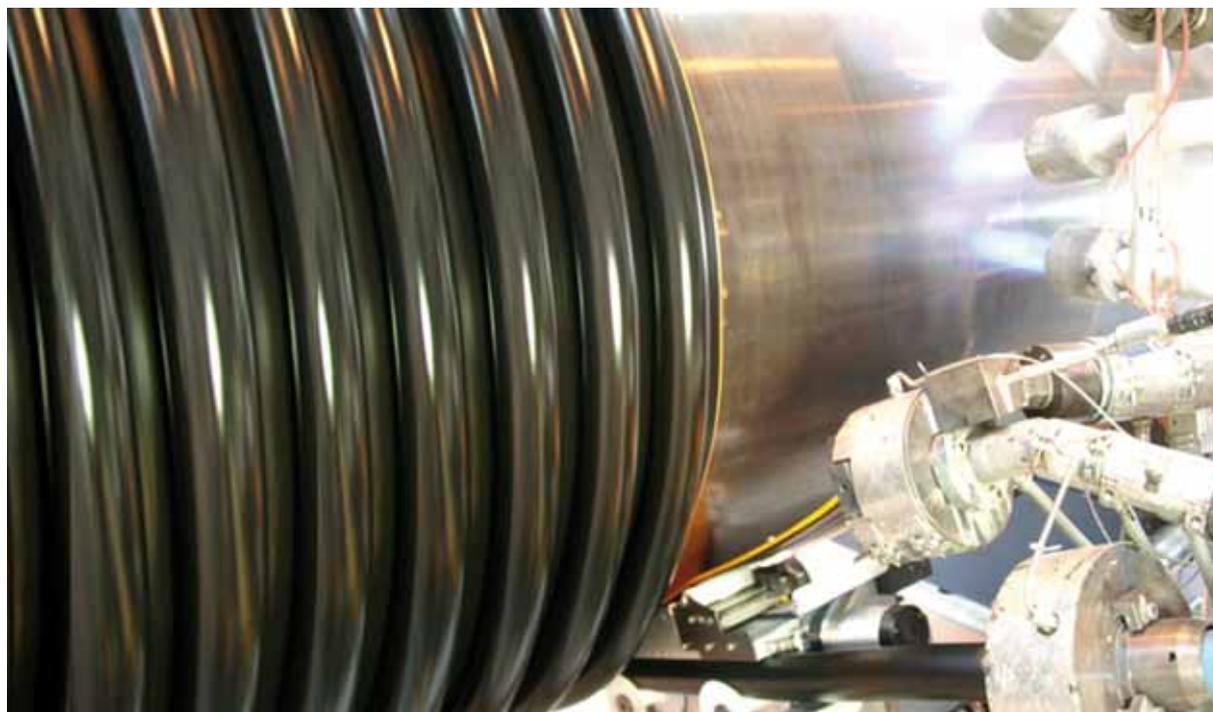
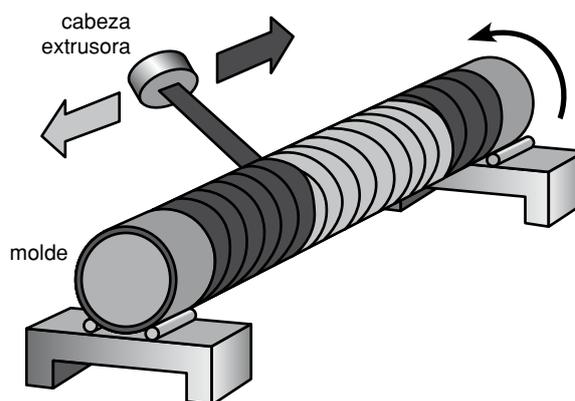
El molde de acero sobre el cual se fabrica la tubería define el diámetro interior de las tuberías KRAH.

El sistema de extrusión helicoidal sobre molde permite extruir paredes sólidas de cualquier espesor, con la opción de reforzarlas mediante secciones aligeradas interiores o exteriores.

Todas las tuberías y accesorios incorporan extremos macho-hembra. Otros extremos disponibles bajo demanda (embridados, planos y combinaciones).

La hembra es conformada en el proceso de fabricación sobre el molde. El extremo macho cónico, es mecanizado en un paso posterior a la extrusión tras el enfriamiento de la tubería. Las tuberías son fabricadas en una sola pieza.

El sistema de co-extrusión integrado junto a la extrusora principal, permite extruir paredes homogéneas de PE100 negro y PE100 amarillo dando la posibilidad de mejorar la visibilidad en el interior de las tuberías. La co-extrusión también permite la extrusión homogénea de paredes de PE con revestimientos interiores de material electro-conductivo.



TUBERÍAS

El sistema de tuberías KRAH tiene una de sus principales ventajas en la posibilidad de fabricar la solución óptima desde el punto de vista estructural y por lo tanto económico para cada caso particular.

La optimización de la tubería se consigue fabricando los espesores sólidos requeridos combinados con refuerzos estructurados helicoidales (secciones aligeradas) que incrementan la rigidez, manteniendo invariable el diámetro interior.

La combinación de espesores sólidos y perfiles estructurados es estudiada para cada condición de trabajo particular dotando a la pared de la tubería del equilibrio necesario para resistir las cargas a las que estará sometida durante su transporte, almacenaje, instalación y operación.

Las tipologías base de las paredes de las tuberías, accesorios y piezas especiales se agrupan en las 4 familias que describimos a continuación:



Perfil sólido (VW)

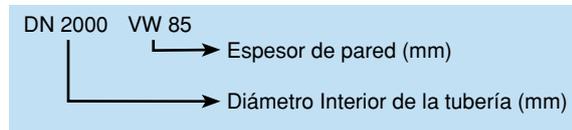


Paredes sólidas sin sección aligerada con espesores desde 5 mm hasta 300 mm. Principalmente utilizadas para fabricación de accesorios y piezas especiales.

Posibilidad de fabricar el espesor requerido sin necesidad de tener que adaptarse a espesores estándar.

Posibilidad de fabricar paredes VW con espesores variables, especialmente indicadas para depósitos de almacenamiento.

Posibilidad de fabricación de barras para mecanizado de piezas especiales sin soldadura.



Perfil corrugado helicoidal (PR)



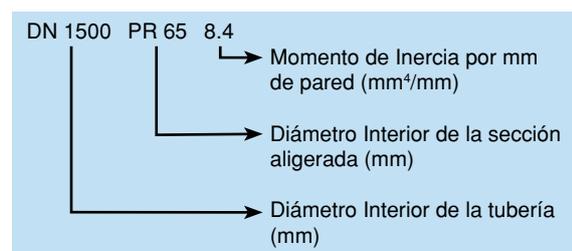
Compuesto por una pared sólida de espesor variable (desde 5 mm hasta 100 mm) y un refuerzo helicoidal exterior de diámetro, paso y espesor variables.

Constituyen la gama de tuberías más ligera, con superficie interior lisa y exterior corrugada helicoidal.

Con aplicación principal en tuberías con rangos de momentos de Inercia de pared desde 1000 mm⁴/mm hasta 25.000 mm⁴/mm.

El momento de Inercia de la pared de las tuberías es directamente proporcional a su rigidez.

El espesor de pared sólido a incorporar en el perfil cumplirá los requerimientos de los cálculos estructurales de la tubería.



Perfil estructurado interior (SQ)

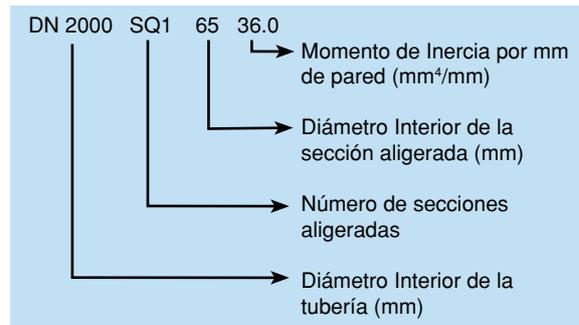


Formado por una pared inferior (interior de la tubería) y otra superior (exterior de la tubería) de espesor variable entre 5 y 100 mm reforzadas con secciones aligeradas interiores continuas, generando perfiles tipo 'sandwich'.

Las estructuras aligeradas continuas de forma cuadrada pueden presentar diferentes diámetros y tener varias alturas (SQ1, SQ2...).

Estos perfiles aportan mayor inercia que los perfiles PR con un rango desde 15.000 mm⁴/mm hasta 120.000 mm⁴/mm. Son por lo tanto los más indicados para tuberías que requieren rigideces muy elevadas y en especial para tuberías de gran diámetro.

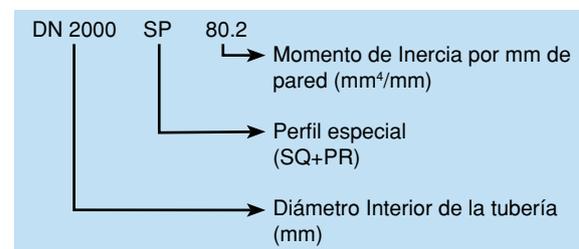
Las tuberías y accesorios SQ tienen las superficies interior y exterior lisa.



Perfiles especiales (SP)



Formados por uno o varios perfiles SQ reforzados con un perfil PR. Utilizados en aquellos casos en los que se requieren rigideces especiales.



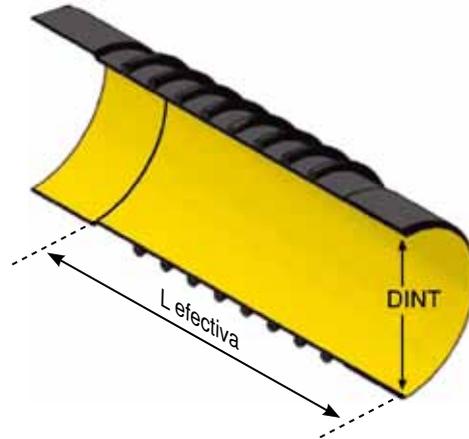
La selección del perfil apropiado de tubería se basa en el cálculo estructural realizado según norma ATV-A127.

La gama de fabricación de tuberías, accesorios y piezas especiales cubre desde diámetro interior 800 mm hasta diámetro interior 4000 mm.

El color amarillo interior puede ser considerado en todas las tuberías y accesorios con el objetivo de facilitar su inspección una vez instaladas.

La longitud estándar (efectiva) de las tuberías es de 6 m. Longitudes menores disponibles bajo demanda.

Posibilidad de suministro de tuberías soldadas y probadas en fábrica de hasta 12 m de longitud. El suministro de tuberías de 12 m agiliza la instalación.



Gama de DINT disponible																
800	900	1.000	1.100	1.200	1.400	1.500	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.500	4.000



Soldadura por electrofusión integrada

Todas las tuberías, accesorios y piezas especiales se pueden suministrar con extremos macho-hembra.

El extremo hembra de las tuberías y accesorios lleva integrada de fábrica la resistencia de electrofusión.

Una vez embocadas las tuberías se conecta la resistencia de Electro-Fusión a la máquina de soldadura. La resistencia integrada en la hembra se calienta fundiendo el material circundante y provocando la fusión del macho y la hembra de las tuberías a soldar.

El ciclo de soldadura se ejecuta en un periodo de 20-30 minutos dependiendo del diámetro del tubo a soldar y de la temperatura ambiente. Una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento de la soldadura (50 minutos aproximadamente) la unión está lista para ser sometida a los esfuerzos normales de servicio.

La máquina de soldadura es de reducido volumen y manejo sencillo.

El método de soldadura por Electro-Fusión integrada permite soldar tuberías de hasta 4 m de diámetro interior utilizando un procedimiento similar para todos los diámetros.

La posibilidad de utilizar soldadura por electrofusión garantiza la estanqueidad y la homogeneidad del sistema y reduce la necesidad de macizos de anclaje en los cambios de dirección, propiedades especialmente notables en instalaciones de tuberías de gran diámetro en terrenos inestables.



ACCESORIOS

PPAKRAH dispone de la gama completa de accesorios y piezas especiales diseñadas a medida para cada proyecto.

Con el sistema de tuberías KRAH se hace posible una red de conducciones homogéneas y estancas para cualquier tipo de instalación.

- Curvas para cualquier ángulo y radio de curvatura.
- Tes con refuerzos en la zona del injerto.
- Reducciones concéntricas y excéntricas.
- Derivaciones soldadas.
- Portabridas / bridas fijas con brida loca en PRFV o metálicas. Fabricados en una sola pieza con extremo macho o hembra.
- Difusores.
- Piezas especiales.



	Curva 90° segmentada
	Curva 45° segmentada
	Curva 30° segmentada
	Te 90° bocas iguales
	Te 45° bocas iguales
	Te 90° reducida
	Te 45° reducida
	Reducción concéntrica
	Reducción excéntrica
	Brida fija
	Portabridas + Brida loca
	Pasamuros

POZOS DE REGISTRO

PPA & KRAH ofrece la opción de suministro de pozos de registro de cualquier tipología fabricados en PE100.

Los pozos con extremos macho-hembra y soldadura por Electro-Fusión integrada se sueldan al sistema como si se tratara de una tubería más.

Los pates de acero recubierto de PEAD se sueldan en fábrica contra las paredes del pozo.

Gracias a su reducido peso y su sencillo sistema de unión aportan una solución a los sistemas de tubería enterrada fácil y rápida de instalar.

La configuración del pozo de registro depende de las preferencias del cliente. La adaptabilidad es máxima.



CARACTERÍSTICAS

Comportamiento hidráulico

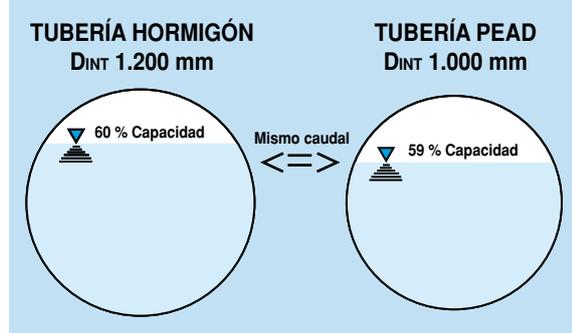
El coeficiente de rugosidad del material utilizado en la fabricación de las tuberías, es fundamental en el diseño hidráulico de una conducción.

El diámetro de una instalación planteada con el sistema de tuberías KRAH puede reducirse significativamente manteniendo los caudales de diseño constantes respecto a instalaciones estudiadas con materiales de rugosidades más desfavorables.

La baja rugosidad del polietileno unida a su excelente comportamiento frente a la abrasión, a la corrosión y a los ataques químicos, hacen posible el incremento de la velocidad de trasiego del fluido y la reducción de pérdidas de carga en la instalación permitiendo la optimización del diámetro de la tubería.

Pueden aceptarse para el PE los siguientes valores de coeficientes de rugosidad, en función de la fórmula de cálculo utilizada:

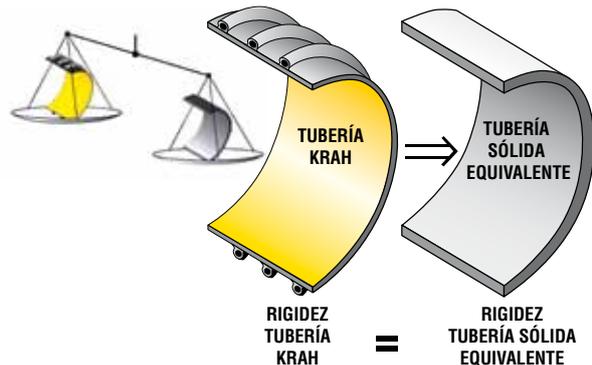
$K = 0,007 \text{ mm}$ (fórmula de Colebrook)
 $n = 0,009$ (fórmula de Manning)
 $C = 120$ (fórmula de Hazen Williams)



Ligereza

El menor peso específico del polietileno con respecto a otros materiales y el menor peso de las secciones aligeradas del sistema de tuberías Krah, hace de estas tuberías una de las opciones más ligeras del mercado.

El reducido peso de la tubería KRAH, facilita su manipulación, transporte e instalación, especialmente en conducciones de gran diámetro.



Flexibilidad

La flexibilidad de las tuberías de PE hace posible que puedan ser instaladas curvando en frío los propios tubos, reduciendo de forma importante la utilización de curvas o codos.

La flexibilidad del sistema de tuberías KRAH permite adaptarse a las condiciones de instalación particulares de cada caso concreto.

Las tuberías de PE con juntas soldadas, una vez instaladas, presentan un comportamiento excelente frente a potenciales asentamientos del terreno durante su vida útil, siendo la mejor opción para terrenos inestables y complicados.



Resistencia a impactos bruscos

El polietileno gracias a su bajo módulo de elasticidad es muy resistente a impactos bruscos o a elevadas tensiones instantáneas.

Incluso a muy bajas temperaturas, las tuberías de polietileno resisten golpes e impactos sin problemas de fisuración, reduciéndose las posibilidades de rotura frágil y facilitando su manipulación e instalación.



Resistencia a la corrosión, al ataque químico y a la abrasión

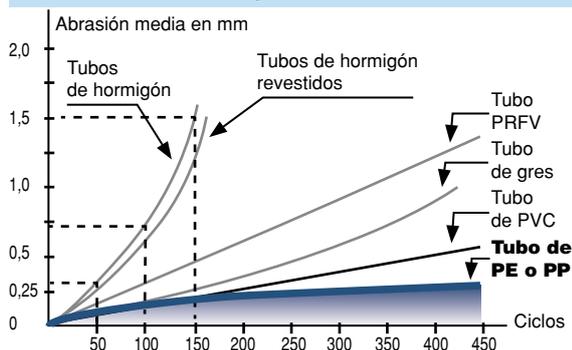
Las propiedades de las tuberías de polietileno no se ven alteradas ante la presencia de terrenos corrosivos (terrenos ácidos con bajo nivel de pH o alto contenido en sulfatos), por efecto del agua de mar, terrenos salinos o ácidos, así como por vertidos urbanos o industriales.

Las tuberías de PE no sufren el efecto de ningún tipo de agresión microbiana, ni propicia la aparición de bacterias, hongos, moho, etc.

La superficie interior de los tubos de PE es altamente resistente a la potencial abrasión generada por las partículas en suspensión que pueda llevar el fluido transportado, propiedad de gran interés en las aplicaciones de transporte de aguas residuales.

Las resistividades químicas de los diferentes termoplásticos, están recogidas tanto en normativa nacional como internacional. Para consultas relacionadas con la resistividad de los materiales de fabricación del sistema de tuberías KRAH frente a agentes químicos específicos consultar a nuestro departamento técnico.

Curvas de abrasión para varios tipos de materiales de acuerdo con el procedimiento Darmstadt



Soldabilidad

La soldadura por electrofusión integrada del sistema de tuberías KRAH permite sistemas homogéneos y estancos.

La utilización de PEAD en la fabricación del sistema de tuberías KRAH proporciona la posibilidad de poder soldar in situ por aportación de material con extrusora manual. Esta ventaja aporta versatilidad y garantía de estanqueidad en ramales, modificaciones o reparaciones realizadas en obra.



Facilidad de inspección

El acabado liso en Polietileno de color amarillo co-extruido con la pared de la tubería facilita la inspección interior.

La mejora de la inspección interior es especialmente útil en instalaciones de gran diámetro.



Reciclabilidad

Una vez concluida su vida útil, las tuberías de polietileno pueden ser recicladas de forma mecánica mediante un proceso de picado, limpieza y granceado convirtiéndose en nueva materia prima que a su vez puede servir para la fabricación de otros productos, dando así al material una nueva vida útil.

El alto poder calorífico del polietileno hace que los residuos de tuberías de polietileno puedan convertirse en fuente de energía, electricidad y calor, contribuyendo al ahorro energético y a la sostenibilidad.

APLICACIONES

Saneamiento y Redes de pluviales

Espesores de pared diseñados para soportar condiciones de presión moderadas así como los esfuerzos generados en la instalación y servicio de las tuberías.

Completo rango de rigideces en función de las características de la instalación.

Conducciones de agua y regadío

Caracterizadas por la utilización de mayores espesores de pared sólida que los utilizados para las tuberías saneamiento alcanzando los mismos rangos de rigideces.

Accesorios macizos con refuerzos necesarios para soportar las sollicitaciones requeridas en cada caso.

Tuberías de toma y emisarios submarinos

Paredes constituidas por importantes espesores macizos con perfiles estructurados que aportan rigideces elevadas.

Paredes de las tuberías diseñadas a medida para cada proyecto.

Sistemas de instalación desarrollados para cada caso.

- Sistemas de refrigeración en centrales térmicas
- Desaladoras.
- Aliviaderos pluviales.
- Plantas depuradoras.
- Instalaciones industriales.



Instalaciones en vertederos y plantas de tratamiento de lixiviados

Pozos telescópicos de recogida de lixiviados instalados a gran profundidad en terrenos inestables y altamente agresivos.

Almacenamiento. Tanques de tormentas

Fabricación de depósitos de hasta 4 m de diámetro interior.

Posibilidad de fabricar espesores variables. Depósitos para aplicaciones especiales con revestimientos interiores en PE electroconductor gracias a la coextrusión.

Regeneración de canalizaciones deterioradas de otros materiales

La mejor capacidad hidráulica de las tuberías de PE permite utilizar el sistema de tuberías KRAH para regenerar canalizaciones deterioradas de materiales más rugosos.

Tuberías de ventilación

Tuberías abocardadas fabricadas en PE o en PP.

Posibilidad de utilización de perfiles aligerados con el consiguiente ahorro en peso.



DISEÑO MECÁNICO

Presión interior

La resistencia a las tensiones circunferenciales generadas en la pared de una tubería de PE sometida a presión interior estática, se mide por el valor de su MRS (Resistencia Mínima Requerida).

El MRS es la tensión circunferencial que tendrá el polietileno tras 50 años de vida en servicio para transporte de agua a una Tª media de 20 °C. El valor de MRS para los diferentes grados de PE está recogido en las normas ISO-EN-DIN.

Minorando el valor del MRS una vez aplicado el coeficiente de seguridad, obtenemos la tensión diseño a 50 años. Para las conducciones de transporte de agua el coeficiente mínimo recomendado por las normas españolas y europeas es de 1,25.

De esta forma tenemos:

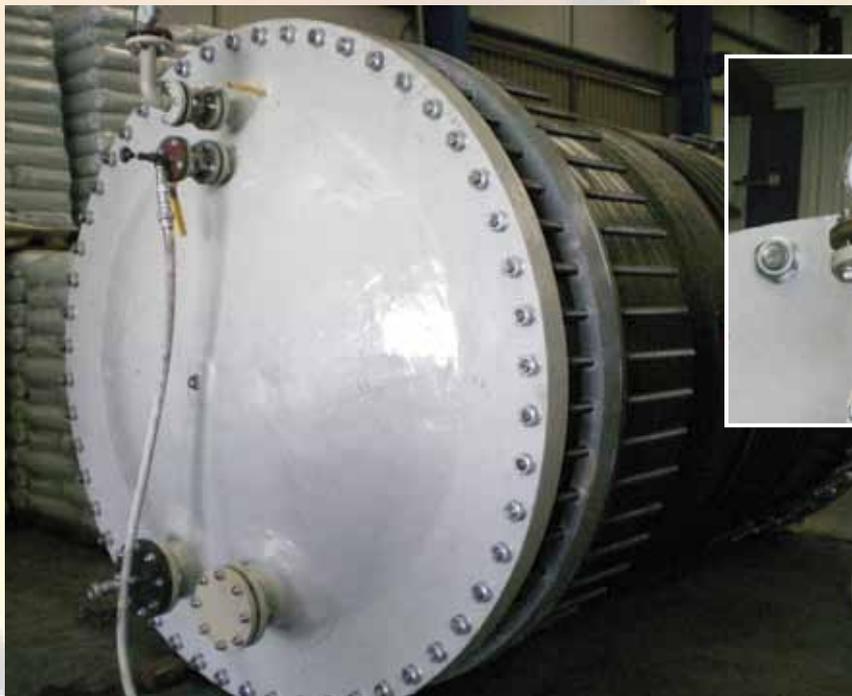
S/ ISO-EN-DIN

PE100: MRS: 10 N/mm² / Coef de Seguridad (1,25) = Tensión de diseño: 8 N/mm²
 PE80: MRS: 8 N/mm² / Coef de Seguridad (1,25) = Tensión de diseño: 6,3 N/mm²

Aplicando La fórmula de cálculo de la tensión circunferencial, Se obtienen los espesores mínimos de pared para diferentes presiones interiores, en función del diámetro interior de las tuberías de PE.

PE 100 MRS 10N/mm ²					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 1,25					
Presión interior (bar)	0,5	1	1,5	2	2,5
DIÁMETRO INTERIOR (mm)	Espesor mínimo (mm)				
800	2,6	5,1	7,6	10,2	12,7
1000	3,2	6,3	9,5	12,7	15,9
1100	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5
1200	3,8	7,6	11,4	15,2	19,1
1300	4,1	8,2	12,4	16,5	20,7
1400	4,4	8,9	13,3	17,8	22,3
1500	4,8	9,5	14,2	19,0	23,9
1600	5,1	10,1	15,2	20,3	25,4
1700	5,4	10,7	16,1	21,6	27,0
1800	5,7	11,4	17,1	22,8	28,6
1900	6,0	12,0	18,0	24,1	30,2
2000	6,3	12,6	19,0	25,4	31,8
2100	6,6	13,3	19,9	26,6	33,4
2200	6,9	13,9	20,9	27,9	35,0
2300	7,3	14,5	21,8	29,2	36,6
2400	7,6	15,1	22,8	30,4	38,1

$$\text{Espesor Mínimo} = \frac{\text{Presión Interior} \times \text{Diámetro medio}}{2 \times \text{Tensión de Diseño}} = \frac{\text{Presión Interior} \times \text{Diámetro medio}}{2 \times \left(\frac{\text{MRS}}{\text{Coeficiente de Seguridad}} \right) - \text{Presión Interior}}$$



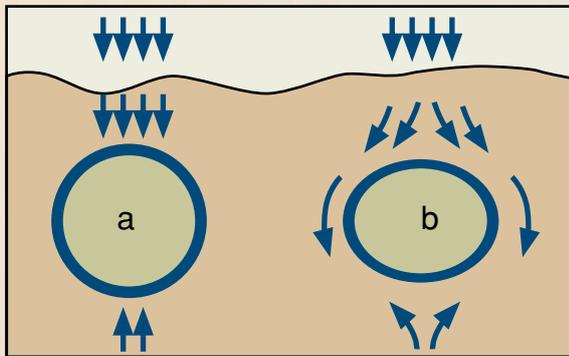
Tuberías flexibles

Las tuberías de PE son tuberías flexibles con lo cual su diseño mecánico está limitado por razones de seguridad por deformaciones máximas.

Las tuberías rígidas tienen su capacidad de carga limitada por la rotura sin deformación significativa de la sección, por lo tanto soportan directamente las cargas y rompen prácticamente sin deformación cuando estas superan las de diseño.

Las tuberías flexibles admiten deformaciones por la acción de las cargas verticales.

Las deformaciones de la tubería (ovalización) hacen que entren en juego los empujes pasivos del terreno, transmitiendo parte de la carga al mismo aumentando de forma considerable la resistencia de la tubería.



En una tubería rígida las fuerzas de fricción se transfieren a la columna de material situada sobre la tubería, provocando que la carga vertical aumente durante el asentamiento de la zanja.

La flexibilidad de las tuberías de polietileno es una clara ventaja a la hora de utilizar estas tuberías en instalaciones enterradas. Aunque los tubos flexibles soportan por sí mismos cierta carga exterior, su comportamiento real se deriva de la colaboración del terreno que rodea la tubería.

El comportamiento de una tubería flexible, depende de la capacidad de soportar carga del sistema tubería – suelo, más que de la propia tubería considerada de forma aislada.

Es importante además remarcar que las tuberías flexibles se diseñan en base a sus deformaciones, con lo cual es posible controlar el equilibrio suelo – tubería comprobando las deformaciones de la tubería instalada, sin riesgo a generar una rotura en caso de que las condiciones de diseño no se cumplan.

Rigidez circunferencial

La rigidez circunferencial de una tubería mide su resistencia estructural frente a cargas de aplastamiento.

En el caso de las tuberías fabricadas en PE100 la rigidez circunferencial es una medida de la resistencia de la tubería a la deflexión circunferencial.

Las tuberías y accesorios del sistema de tuberías KRAH fabricados en PE100 quedarían fuera de servicio (las tensiones en la pared superarían las admisibles) si se alcanzasen deformaciones circunferenciales muy elevadas, superiores al 20% del diámetro. Sin embargo, se dimensionan de acuerdo a la norma ATV – A 127, para que no superen un valor del orden del 6% del diámetro, no alcanzándose para entonces el agotamiento de su capacidad resistente.

La norma DIN-16961 de fabricación del sistema de tuberías KraH define la rigidez circunferencial teórica de una tubería mediante la ecuación:

Rigidez circunferencial

$$S_{R24} = \frac{E_{c24} \times I_x}{r_m^3}$$

Por lo tanto, la rigidez circunferencial de una tubería es directamente proporcional a su módulo elástico y al momento de Inercia de su pared e inversamente proporcional a su tamaño.

El módulo elástico es una propiedad intrínseca del material utilizado en la fabricación de la tubería.

Una vez seleccionado el material de fabricación de las tuberías a instalar y para el caso de instalaciones enterradas es necesario fijar su rigidez circunferencial teniendo en cuenta las características de la instalación.

Las clases de rigidez de las tuberías se agrupan en rangos definidos en función de la normativa a utilizar. De esta forma existen clases de rigideces diferentes en función de la norma aplicada.

ISO 9969 – clases SN
DIN16961 – clases SR24
ASTM F894 – Clases RSC

Analizando las diferentes ecuaciones recogidas en la normativa internacional para calcular la rigidez teórica de una tubería, se comprueba que para tuberías de igual diámetro fabricadas con el mismo material, el parámetro común y directamente proporcional a la rigidez de la tubería es el momento de inercia respecto a la línea neutra de su pared.

Perfiles estándar

Resumimos a continuación los perfiles más habituales utilizados en el sistema de tuberías Kraih en función del momento de Inercia de su pared, comparándolos con los espesores de pared sólida de tuberías fabricadas con el mismo material y mismo momento de inercia:

Además de los recogidos en la tabla de perfiles estándar, es posible la fabricación de perfiles de tubería con cualquier valor de momento de Inercia bajo demanda.

La gama de rigideces (en función de los momentos de Inercia) del sistema de tuberías Kraih, optimiza el diseño de cada proyecto en lo que a términos de rigidez se refiere.

La calidad de un sistema de tuberías se consigue incorporando el perfil apropiado a cada instalación utilizando materia prima de la máxima calidad y un sistema de conexión seguro.

PERFILES HABITUALES EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO INTERIOR													
PERFIL	MOMENTO DE INERCIA DEL PERFIL I_x (mm ⁴ /mm)	PARED SÓLIDA EQUIVALENTE (mm)	DIÁMETRO INTERIOR (mm)										
			800	900	1000	1100	1200	1400	1500	1600	1800	2000	2200
PR 34-1.2	1.200	24,3	■	■									
PR 42-1.9	1.900	28,4	■	■	■								
PR 42-2.3	2.300	30,2	■	■	■	■							
PR 54-4.5	4.500	37,8		■	■	■	■						
PR 54-5.2	5.200	39,7		■	■	■	■	■					
PR 65-6.9	6.900	43,6		■	■	■	■	■	■				
PR 65-7.4	7.400	44,6		■	■	■	■	■	■	■			
PR 65-8.6	8.600	46,9		■	■	■	■	■	■	■	■		
PR 65-9.2	9.200	48,0		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
PR 65-10.5	10.500	50,1			■	■	■	■	■	■	■	■	■
PR 65-11.1	11.100	51,1				■	■	■	■	■	■	■	■
PR 65-11.7	11.700	52,0				■	■	■	■	■	■	■	■
PR 65-12.3	12.300	52,8				■	■	■	■	■	■	■	■
PR 65-13.9	13.900	55,0					■	■	■	■	■	■	■
SQ1 65-16.8	16.800	58,6					■	■	■	■	■	■	■
SQ1 65-19.1	19.100	61,2						■	■	■	■	■	■
SQ1 65-21.5	21.500	63,7						■	■	■	■	■	■
SQ1 65-24.1	24.100	66,1							■	■	■	■	■
SQ1 65-26.9	26.900	68,6								■	■	■	■
SQ1 65-29.8	29.800	71,0									■	■	■
SQ1 65-32.8	32.800	73,3										■	■
SQ1 65-36.0	36.000	75,6											■
SQ1 65-42.9	42.900	80,1											■
SP 48.5	48.500	83,5											■
SP 53.4	53.400	86,2											■
SP 61.3	61.300	90,3											■
SQ2 65-82.2	82.200	99,5											■
SQ2 65-115.8	115.800	111,6											■
SP 218.3	218.300	137,9											■
SP 270.4	270.400	148,0											■
SQ3 65-317.9	317.900	156,3											■
SQ3 65-348.9	348.900	161,2											■

Software de cálculo

El comportamiento de las tuberías enterradas KRAH se verifica a corto y largo plazo (50 años) mediante software de cálculo especializado de acuerdo a las directrices de la norma ATV-A127 'Static calculation of drain and sewers'.

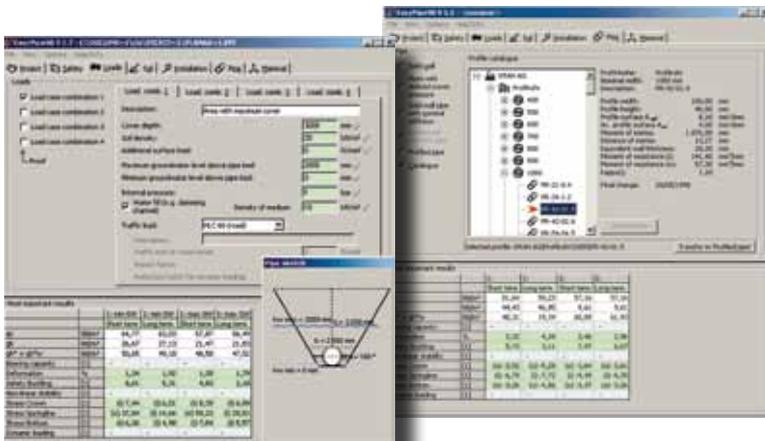
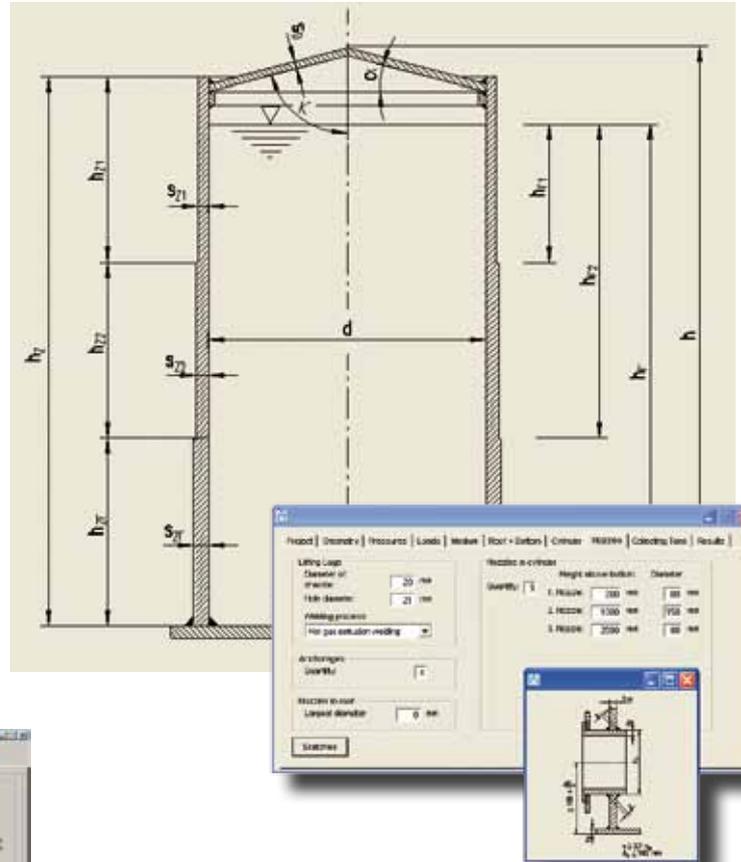
El estudio de la instalación realizado con ayuda del software de cálculo define el perfil de tubería KRAH óptimo, teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad oportunos y todas las posibles combinaciones de carga a las que estará sometida la tubería durante su instalación y su vida en servicio.

Los factores verificados en el cálculo son los siguientes:

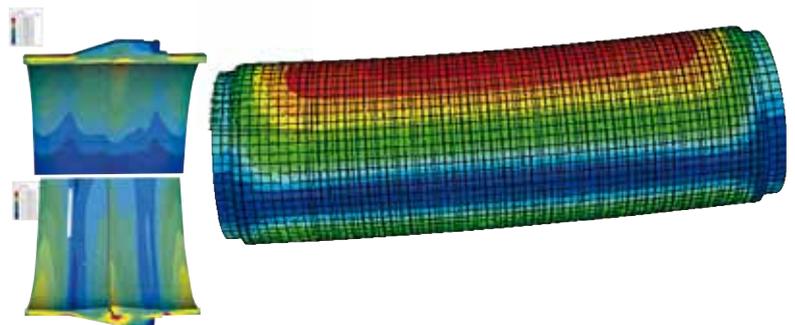
- Deformación (ovalización) de la tubería a corto y largo plazo.
- Tensiones en las paredes de la tubería a corto y largo plazo.
- Coeficiente de seguridad frente a colapso a corto y largo plazo.

Una vez finalizado el estudio, la tubería resultante será una tubería equilibrada (espesor de pared e inercia de perfil) con deformaciones, tensiones y coeficientes de seguridad dentro de los parámetros establecidos por la norma de cálculo ATV-A127.

El estudio detallado de los depósitos de almacenamiento Krah de espesor variable, se lleva a cabo con el apoyo de software especializado basado en las normas alemanas DVS.



Para aplicaciones específicas con elevadas sollicitaciones como puede ser el caso de los emisarios submarinos fueron llevados a cabo una serie de cálculos por elementos finitos para distintas tipologías de tuberías estructuradas. El resultado de dichos cálculos permitieron conocer más en profundidad el comportamiento frente a colapso de distintos perfiles y configuraciones de paredes sólidas y secciones aligeradas.



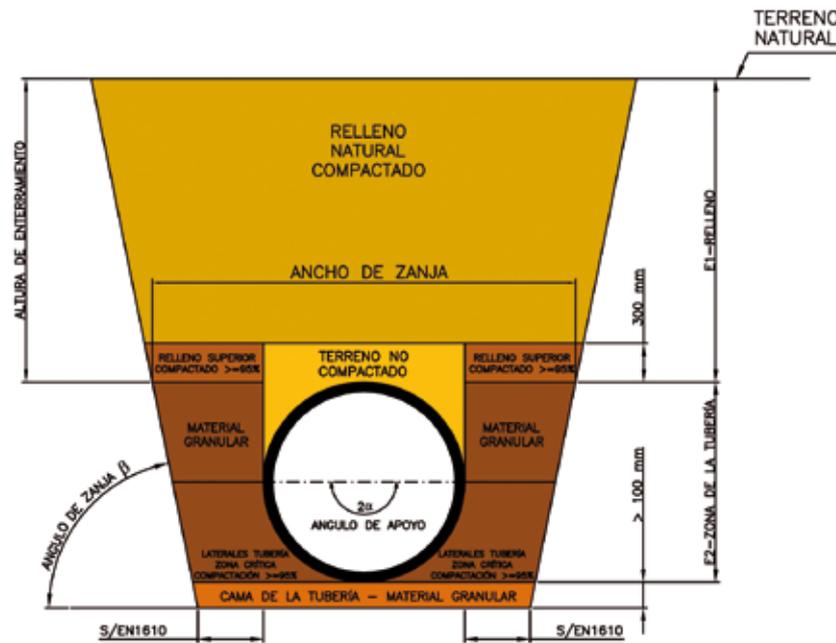
INSTALACIÓN

La instalación del sistema de tuberías KRAH debe llevarse a cabo teniendo en cuenta los consensos alcanzados durante la realización de los cálculos estructurales realizados para cada proyecto particular.

Las directrices para la correcta instalación de tuberías enterradas están recogidas en la normativa europea EN 1610.

El comportamiento de una tubería flexible depende de la capacidad de soportar carga del sistema tubería-suelo más que de la tubería aislada.

Para garantizar un buen sistema tubería-suelo se debe utilizar el material de relleno adecuado, garantizar la correcta compactación de dicho material de relleno por debajo del eje de la tubería y respetar los parámetros de cálculo comprometidos entre PPA&KRAH y el instalador.



PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA

Para verificar la estanqueidad de la instalación pueden realizarse pruebas bien durante la instalación o bien una vez la tubería está instalada.

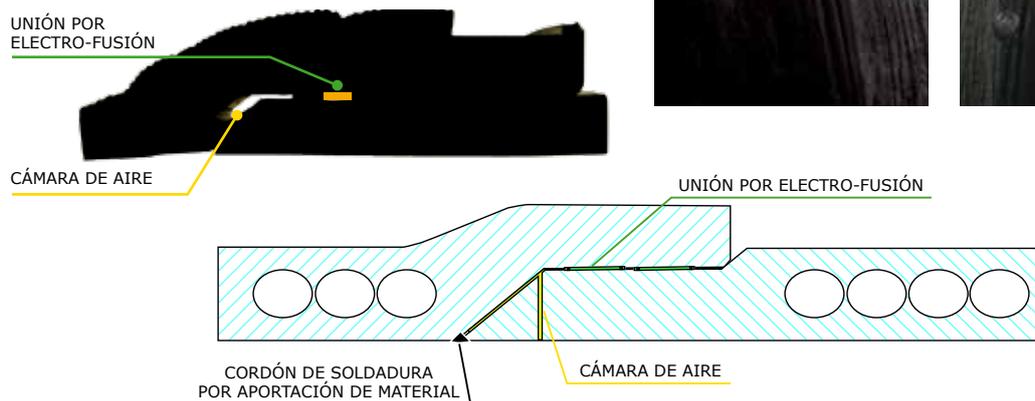
Pruebas de estanqueidad de las juntas

Mediante la utilización de dispositivos para prueba de juntas convencionales, es posible llevar a cabo comprobaciones de estanqueidad de las juntas durante la instalación en aplicaciones de baja presión (hasta 0,5 bar) siguiendo las directrices definidas por la norma EN1610.



Prueba de presión de las juntas

La configuración particular de las soldaduras por electrofusión del sistema de tuberías KRAH permite, tras la aplicación de un cordón de soldadura por aportación de material en el interior de las tuberías sobre cada junta, llevar a cabo pruebas de presión por unión durante la instalación de las tuberías.



Pruebas de presión de la instalación

La disponibilidad de bridas fijas y portabridas, con extremos macho - hembra integrados, permite llevar a cabo pruebas a presión de las tuberías instaladas sin necesidad de recurrir a obturadores o tapones.

Las pruebas a presión de las instalaciones enterradas de polietileno pueden realizarse de acuerdo a las recomendaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua del MOPU (1974) o las más recientes de la norma UNE EN 805.



CALIDAD Y EXPERIENCIA INTERNACIONAL

PPA&KRAH cuenta con un sistema de gestión de la calidad certificado por AENOR.



Las tuberías y accesorios fabricados de acuerdo a las directrices de la norma alemana DIN 16961 'Thermoplastic pipes and fittings with profiled outer and smooth inner surfaces' son sometidos a ensayos regulares en fábrica y en laboratorios externos adecuadamente acreditados.



Las materias primas utilizadas están certificadas por AENOR.

Declaraciones de conformidad, certificados de ensayo y certificados de inspección de acuerdo a la norma UNE EN-10204 disponibles bajo demanda.

El sistema de tuberías KRAH implantado en España por PPA & KRAH en el año 2004, ha sido utilizado de una manera cada vez más frecuente en las últimas décadas en numerosos países como Alemania, Croacia, Argentina, EEUU, etc... con resultados satisfactorios.

El excelente comportamiento de las tuberías KRAH ha sido internacionalmente probado en los más severos proyectos de emisarios marinos, saneamientos urbanos, regadíos, aplicaciones industriales, etc...

La tecnología Krah aporta nuevas posibilidades para las aplicaciones con tuberías de gran diámetro.





Tubería KRAH 100% reciclable





www.grupoppa.es



www.ppa.es



www.ppakrah.com



www.ppamaritime.com



www.ppaalgerie.com



www.ppaperu.com