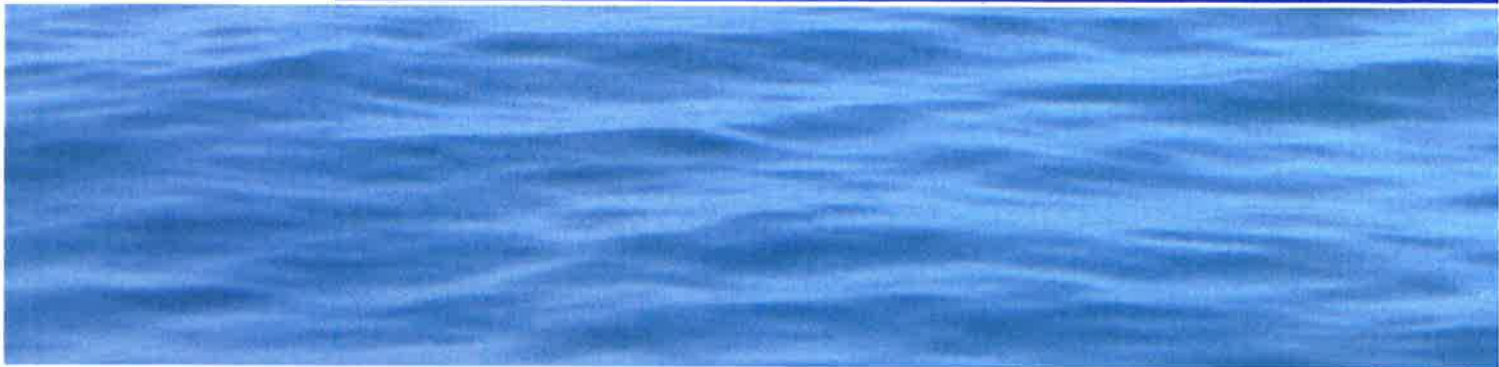
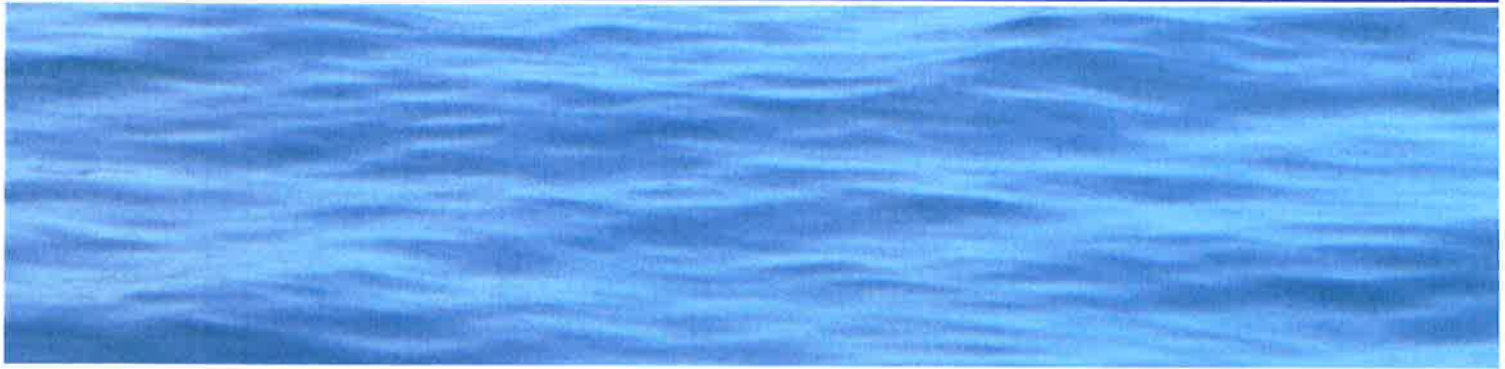


## Sistema de entrega de tubos de PEHD en tramos largos (LLLD)

Cátalogo Técnico



<b>1. INTRODUCCION DE PIPELIFE NORUEGA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. GAMA DE TUBERÍAS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. PRODUCCION UNICA DE PIPELIFE Y SUS VENTAJAS .....</b>	<b>5</b>
3.1 Tramos largos .....	5
3.2 Tubos de gran diámetro compactos.....	5
3.3 Nitrógeno.....	5
3.4 Clases de SDR's.....	5
3.5 Entrega de tubos por mar.....	6
<b>4. GAMA DE ACCESORIOS.....</b>	<b>6</b>
4.1 Enlaces (saddles) electrosoldables.....	6
4.2 Accesorios de PE .....	7
4.3 Accesorios especiales de PE reforzados.....	8
<b>5. PROPIEDADES DEL MATERIAL DE PE.....</b>	<b>8</b>
5.1 General.....	8
5.2 Clasificación de los materiales de PE .....	8
5.3 Clasificación de los tubos de PE .....	8
5.4 Propiedades del material de PE .....	8
5.5 Módulo de elasticidad (módulo-E).....	10
5.6 Dilatación térmica/sistema de anclajes de tubos de PE.....	10
5.7 Difusión.....	11
5.8 Sensibilidad a los roces .....	12
5.9 Resistencia a la abrasión.....	12
5.10 Resistencia química.....	12



<b>6. SOLDADURAS.....</b>	<b>12</b>
6.1 Soldadura a tope.....	12
<b>7. VENTAJAS DEL SISTEMA DE TRAMOS LARGOS (LLLD) .....</b>	<b>13</b>
<b>8. ENFOQUE EN PROYECTOS MARINOS .....</b>	<b>14</b>
8.1 Instalaciones marinas.....	13
8.2 Lastrado .....	16
8.3 Zanjas y rellenos .....	16
<b>9. INGENIERIA DE SOPORTE .....</b>	<b>18</b>
9.1 Directrices de diseño .....	18
9.2 Directrices de instalación .....	18
<b>10. SELECCION DE LA CLASE SDR.....</b>	<b>18</b>
<b>11. TOLERANCIAS DE PRODUCCION .....</b>	<b>19</b>
11.1 Tolerancias en la producción de tubos.....	19
11.2 Tolerancias en la producción de accesorios.....	21
<b>12. RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>21</b>
<b>13. ANEXO 1: GAMA DE PRODUCCION DE TUBOS.....</b>	<b>22</b>
<b>14. ANEXO 2: TABLA DE BRIDAS DE CONEXION.....</b>	<b>23</b>
<b>15. ANEXO 3:REFERENCIA DE PROYECTOS (ALGUNOS) MARINOS DE PIPELIFE .....</b>	<b>24</b>
15.1 Proyectos destacados de central eléctrica .....	24
15.2 Proyectos destacados de emisarios submarinos.....	24
15.3 Proyectos destacados de plantas desaladoras.....	24



### 1. Pipelife Noruega

La planta de Stathelle de Pipelife Norge AS (Pipelife), en Noruega, se encuentra en un fiordo, protegida de la costa, lo que proporciona el entorno perfecto para la producción de tubos de gran longitud. La ubicación en la costa permite tener varias ventajas, tales como la producción en continuo, y que la longitud de la tubería esté solo limitada por el tamaño del fiordo y la longitud de la propia tubería.

La planta tiene su propia gran área de almacenamiento en tierra y en el mar, así como para los remolcadores dedicados al transporte oceánico. La infraestructura de Noruega

garantiza un suministro de energía estable y una logística puntual y confiable en lo que respecta a la materia prima y otras necesidades.

La línea de producción utilizada para fabricar los tubos es de la más alta calidad, teniendo modificaciones especiales que permiten ventajas únicas que se explican con más detalle en el Capítulo 3.



Foto 1 – Planta de Pipelife Norge en Stathelle



## 2. Descripción general de la gama de tuberías

Resumen de los detalles de la producción :

- Material: Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
- Diámetro de la tubería: OD25-2500 mm
- Longitudes: longitud de entrega estándar desde 12 hasta 620 m. (dependiendo del diámetro, la longitud puede ser más larga. Contáctanos para obtener más detalles)
- Clases de SDR: SDR en todos los valores estándar (7.4 - 33) con posibles variaciones como se describe en el capítulo 3.4. en detalle (significado de SDR = Diámetro exterior (OD) de la tubería / espesor de la tubería).

Los detalles completos se encuentran en el Anexo 1: Gama de producción de tubos.

## 3. Producción única de Pipelife y sus ventajas

En el año 2004, Pipelife instaló el primer sistema de extrusión de tubería compacta de presión de PE del mundo, permitiendo la fabricación de tuberías de PE hasta OD2000mm. La expansión del rango de diámetros continuó con la línea de extrusión OD2500mm instalada en febrero de 2012, lo que nos permitió entregar tubos en OD2100mm, OD2300mm y OD2500mm. Incluso hoy, Pipelife es pionera en el sistema de PE de gran diámetro y ofrece nuevas oportunidades para sus clientes al liderar las fronteras de esta industria.

El concepto de Tuberías en tramos largos (LLLD) se desarrolló en la planta de Pipelife Noruega con gran éxito debido a las ventajas únicas que ofrece, explicadas en detalle en el Capítulo 7.

Pipelife produce tuberías utilizando unas líneas de extrusión de calibración de presión modificada, y que para garantizar que la tubería sea de la mejor calidad, se utiliza un proceso especial. Algunos de sus detalles se mencionan en los siguientes capítulos:

### 3.1 Tramos largos

Las tuberías se producen por extrusión continua y se cortan a la longitud deseada durante el proceso de fabricación. Este sistema de producción permite mantener una calidad constante, sin interrupciones en el proceso. Los tramos de tubería, que normalmente miden un máximo de hasta 550 m, están taponados en ambos extremos con tapones apropiados de PE o con bridas de conexión/ciegas. Estos tramos de tubería así sellados son luego remolcados por un remolcador hasta su destino marino.

La longitud está limitada principalmente por el ancho del fiordo, pero las longitudes máximas pueden ser incluso más largas dependiendo del diámetro de la tubería. Por favor, póngase en contacto con Pipelife para obtener más información sobre un proyecto específico.

### 3.2 Tubería de pared sólida de diámetro grande

Tubo de pared sólida de hasta 2500 mm, producido según "EN12201 - 2: 2011 + A1: 2013 - Sistemas de tuberías de plástico para suministro de agua, y para drenaje y alcantarillado bajo presión" y "ISO 4427-2 - Sistemas de tuberías de plástico - Polietileno (PE) tuberías y accesorios para el suministro de agua".

### 3.3 Nitrógeno

La presión dentro del tubo, sellado durante la producción, se mantiene con gas inerte de nitrógeno. El gas nitrógeno asegura que los aditivos anti-oxidación de la materia prima no se destruyan por el calor durante la producción, lo que aumenta la longevidad de las tuberías.

Las pruebas de tiempo de inducción a la oxidación (TIO) han mostrado valores que son un 40% mejores con el uso de nitrógeno que con el aire.

### 3.4 Clases de SDR

El proceso de producción de Pipelife permite tener ventajas adicionales al poder combinar los posibles valores de varios SDR para un proyecto específico.

Pipelife puede producir valores estándar de SDR (por ejemplo, 11, 17, 21, 26, 33) y además casi todos los demás valores no estándar (por ejemplo, 13, 14, 22, 23, 24, 25, 30).

Otra ventaja del proceso único de Pipelife es que permite cambiar la clase de SDR durante la producción en cualquier punto de la tubería y de esa manera proporcionar una solución a medida para nuestros clientes. La producción de tubos puede comenzar con una clase SDR de 26 y cambiarse a SDR30 (p.e.) en el medio de un tramo de la tubería con una transición gradual entre las clases. Esta característica única permite la producción de tubos con especificaciones concretas, como tubos de 500 m de longitud OD2500 mm con 200 m de SDR26 y 300 m de SDR30 (p.e.). La producción de tubería, de esta manera, proporciona flexibilidad y ahorro a la vez que mantiene todas las ventajas de una gran longitud y asegura una pared más gruesa en las áreas más sensibles.



Foto 2 – Salida de 7 tramos de OD2500 mm, de 480 mts cada uno.

### 3.5 Entrega de tubos por mar

El remolcado es, a la vez, eficaz y seguro, y lo venimos haciendo desde hace 50 años. Los tramos de tubería, normalmente de hasta un máximo de 600 m, están taponados en ambos extremos con tapones finales de PE o con bridas de conexión/ciegas. Los tramos de tubería así taponados son luego remolcados por un remolcador hasta su destino marino.

## 4. Gama de accesorios

Pipelife ha desarrollado una gama completa de accesorios que permite la entrega del sistema completo de tuberías, con especial atención a los proyectos marinos. Se han desarrollado soluciones para todas las partes de la tubería: conexión a estructuras de hormigón, conexiones de tuberías entre sí, piezas en T, curvas, pozos de registro y difusores. Todos estos detalles garantizan una excelente calidad y longevidad durante toda la vida útil del proyecto, incluso para las tuberías más grandes (OD2500 mm).

### 4.1 Sillines (saddles) de acople por electrofusión

Los sillines (saddles) de acople de PE por electrofusión se han desarrollado como una respuesta a la necesidad de disponer de soluciones libres de corrosión y máxima seguridad para pozos de registro y difusores. Los sillines (saddles)

usan un método de electrofusión, instalado internamente, para garantizar, de forma segura, la unión de la boca de acceso a la tubería principal.

Las sillas (saddles) soldadas han sido probadas a presión en una escala completa de hasta 2 bars para confirmar la calidad de la soldadura.



Foto 3 - Test de prueba a escala completa de 2 bars a un saddle de OD1000 sobre un tubo de OD2500

Los saddles están disponibles en los siguientes tamaños

Tabla 1 – Tamaños disponibles de saddles por electrofusión

OD del tubo	Diámetro de la salida												
	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200	1400	1600
900		☑											
1000	☑		☑	☑	☑								
1200	☑			☑	☑	☑	☑						
1300				☑	☑	☑	☑	☑					
1400				☑	☑	☑	☑	☑	☑				
1600				☑	☑	☑	☑	☑	☑				
1800				☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑			
2000				☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑			
2100				☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑		
2300				☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	
2500				☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Foto 4 – Preparación del saddle para su soldadura en la obra.



**4.2 Accesorios de PE**

Los accesorios se producen a base de piezas soldadas por segmentos para formar una transición suave y garantizar un flujo óptimo en todos los ángulos. La producción se lleva a cabo en un taller de soldadura ubicado en la planta. El taller está equipado con varias mesas de soldadura, máquinas, herramientas y sierras que permiten la producción de cualquier accesorio hasta un tamaño de OD2500 mm con las únicas limitaciones del transporte según la ubicación del proyecto.

Los varios tipos de accesorios incluyen: curvas, piezas en T, bocas de pozo y difusores, accesorios de bridas y otros.

Todos los accesorios producidos son únicos y están hechos a medida para satisfacer los requisitos específicos de cada proyecto. Pipelife desarrolla los mismos en un modelo 3D y realiza la simulación del ensamblaje en 3D de la red completa. Los accesorios se fabrican de acuerdo con estos modelos y se ajustan perfectamente a los requisitos de su emplazamiento.



Foto 5 – Valona y brida loca en un tubo OD2500, SDR26



Foto 6 – Curva de OD2100 mm, SDR26

#### 4.3 Reforzado de accesorios de PE especiales

Para las ocasiones en que es necesario aumentar la capacidad de carga y/o la seguridad durante la instalación, Pipelife ha desarrollado una solución de envoltura especial para los accesorios. El envoltorio protege áreas de soldadura sensibles y proporciona una capa adicional de protección durante el transporte, la manipulación y la instalación.



Foto 7 - Pieza en T de OD2000 mm reforzada

## 5. Propiedades del material de PE

### 5.1 Generales

La forma sólida de polietileno fue creada en 1935 por los químicos británicos Eric Fawcett y Reginald Gibson. Este descubrimiento fue utilizado por primera vez durante la Segunda Guerra Mundial, en forma de tubos de protección de cables que se utilizaron para la protección de cables de radar. Su uso más extenso en tuberías de PE comenzó en 1950 (en Noruega desde 1952). Las materias primas de PE se han desarrollado aún más a lo largo de los años y las resinas de PE utilizadas para la extrusión de tuberías de hoy en día difieren en cierta medida de las resinas utilizadas en los primeros tiempos. Los fabricantes de tubos de PE normalmente compran las resinas de PE ya compuestas por los proveedores de resina (es decir, con aditivos y pigmentos incluidos) y no agregan ningún aditivo adicional en el proceso de extrusión de las tuberías.

### 5.2 Clasificación de la materia prima de PE

Hay una serie de estándares utilizados para clasificar los materiales de PE para la extrusión de tuberías. En la actualidad, los materiales más comunes utilizados en Europa son PE80 y PE100, en los que dichos números se refieren a la resistencia del material a largo plazo según el estándar EN. El estándar ASTM para resinas de tubería de PE clasifica las propiedades de resistencia de las diferentes resinas de PE de una manera similar, pero se refiere a una clasificación tipo celda para las propiedades de su resistencia.

Pipelife utiliza resinas especiales PE100 con propiedades de baja fluctuación, especialmente hechas para la producción de tubos de gran diámetro.

### 5.3 Clasificación de tuberías PE

Una tubería de PE se clasifica por el tipo de material de PE del que se ha empleado para su extrusión y la relación de SDR de la tubería (diámetro exterior de la tubería / espesor de la pared de la tubería). Las formas alternativas de clasificar los tubos PE incluyen el uso de valores PN y SN. Para más información, consulte a Pipelife.

### 5.4 Propiedades del material de PE

Los materiales de PE para la fabricación de tubos están disponibles en diferentes denominaciones de materiales (PE 80 y PE 100).

Pipelife utiliza solo una variante especial de material PE100 para tuberías de suministro en tramos largos (LLLD) de PE con los siguientes requisitos mínimos:



Table 2 - Tabla 2 – Propiedades del material de PE

Características	Norma	Valor requerido
Densidad del compuesto	ISO 1183-2	≥ 930 kg/m <sup>3</sup>
Contenido negro carbono	ISO 6964	2 a 2,5% en masa
Dispersión del negro de carbono	ISO 18553	≤ 3
Tiempo de inducción a la oxidación (TIO)	ISO 11357-6	≥ 20 minutos a 200 °C
Contenido de humedad	ISO 15512	≤ 300 mg/kg
Contenido de volátiles	EN 12099	≤ 350 mg/kg
Índice de fluidez (MFI)	ISO 1133 Condition T	0.2 to a 1.4 g/10 minutos
Resistencia a la tracción de una soldadura a tope	ISO 13953	Rotura frágil
Aumento lento de grietas (tubo 110mm SDR11)	ISO 13479	≥ 500 horas
Rotura por alargamiento	ISO 6259	≥ 350 %
Resistencia hidrostática a 80°C	ISO 1167	≥ 165 horas a 5.4 MPa
Resistencia hidrostática a 80°C	ISO 1167	≥ 1000 horas a 5.0 MPa
Resistencia hidrostática a 20°C	ISO 1167	≥ 100 horas a 12.4 MPa
Esfuerzo permisible a largo plazo	EN 12201-2	10 MPa
Esfuerzo de diseño a largo plazo	EN 12201-2	8 Mpa

La tensión admisible en la pared de la tubería de PE se calcula normalmente con un factor de diseño de 1,25 en el valor mínimo de resistencia requerido según EN 12201. Esto significa que una tubería PE 100, que está sometida a una presión interna correspondiente a su PN, experimentará una tensión en la pared de la tubería de 8 MPa, y en este nivel de tensión se espera una vida útil superior a 100 años a una temperatura de + 20 °C. Si las tuberías se someten a una presión más alta que su PN de diseño durante períodos de tiempo más cortos, esto puede no necesariamente suponer una menor esperanza de vida. Un tubo de PE tiene una resistencia bastante alta a corto plazo en comparación con su resistencia a largo plazo (aproximadamente 23-24 MPa a unos pocos minutos de carga y aproximadamente 13-15 MPa a 1 hora de carga). En la carga a corto plazo, el factor de diseño real es significativamente mayor. Por lo tanto, una tubería de PE puede resistir presiones más altas que su PN nominal durante cortos períodos de tiempo. Un factor de diseño mas alto aumentará aún más la duración esperada.

Tabla 3 – Gama de presiones/SDR

Clase	S	MR S	C	Gama de presiones por cada SDR									
				33	30	26	22	21	17	13.6	11	9	7.4
PE100	8	10	1.25	5	5.5	6.4	7.7	8	10	12.5	16	20	25

MRS: Resistencia minima requerida por ISO 9080-2; C: Coeficiente de seguridad; S: Stress de diseño; SDR: Diámetro exterior dividido por espesor nominal

Las propiedades de resistencia de un tubo de PE también dependen de la temperatura, y éstas están normalmente afectadas por temperaturas de + 20 °C y superiores. Las temperaturas más altas reducirán la resistencia, las temperaturas más bajas aumentarán la resistencia. Para tuberías de PE que se utilizarán a temperaturas superiores a + 20 °C, se pueden utilizar los factores de reducción que figuran en la tabla 4.

Tabla 4 – Coeficientes de reducción de Resistencia según ISO 13761:1996

Temperatura (°C)	20	25	30	35	40	45	50
Factor de reducción para el PE100	1.00	0.93	0.87	0.80	0.74	0.70	0.67

Tabla 5 – Valores representativos del módulo E para diferentes tipos de tubos de PE a +20°C

Tipo de material	Valores representativos del módulo E * (MPa)						
	3 min	1 h	10 h	100 h	1000 h	1 año	50 años
PE 100 (nivel de stress a 4MPa)	800	550	425	325	250	200	150

\*) El valor depende del nivel de tensión en la pared de la tubería y de la duración de la carga

### 5.5 Módulo E (elasticidad)

El parámetro más importante para el diseño estructural en un sistema de tubería de PE es el módulo de elasticidad (módulo de Young) del material del PE con el que se ha fabricado la tubería. Como el PE es un material viscoelástico, el módulo E para un tubo PE no será constante (como en el acero) ya que son materiales elásticos y los valores apropiados deben seleccionarse de entre un conjunto de curvas o de tablas.

Las propiedades de elongación de la tubería están determinadas por el módulo E y muchas fórmulas utilizadas para el diseño de tuberías requieren un valor para dicho módulo E. El módulo E para PE está influenciado por la temperatura, la duración de la carga y el nivel de estrés en el material. Una temperatura más alta dará un módulo E ligeramente disminuido y una temperatura más baja dará un módulo E ligeramente incrementado. Los valores representativos del módulo E para tuberías de resinas PE 100 se dan en la Tabla 5. Los valores dados en la Tabla 5 están relacionados con un nivel de tensión de 4 MPa en tubos PE 100. A niveles de estrés más altos se aplican valores de módulo E más bajos. A niveles de estrés más bajos se aplican valores de módulo E más altos.

A temperaturas inferiores a + 20 ° C, los valores del módulo E aumentarán ligeramente. Sin embargo, normalmente, cuando se diseña la tubería, no se consideran valores de módulo E incrementados; con mayores propiedades de resistencia a temperaturas inferiores a +20 ° C. el incremento de sus propiedades se utilizan como una contribución a un aumento de su factor de diseño, y a una mayor longevidad.

### 5.6 Expansión térmica / anclaje de tuberías de PE

Los cambios de temperatura pueden dar lugar a un cambio notable en la longitud de un tramo de tubería de PE; como resultado de este cambio, pueden producirse movimientos en dirección axial. Una tubería de PE con juntas flexibles en los soportes puede absorber cambios limitados de longitud, por ejemplo, movimientos menores y deflexiones angulares en las curvas. No obstante, los puntos de fijación deben colocarse cerca de cada lado de la curva para limitar los movimientos y las deflexiones angulares.

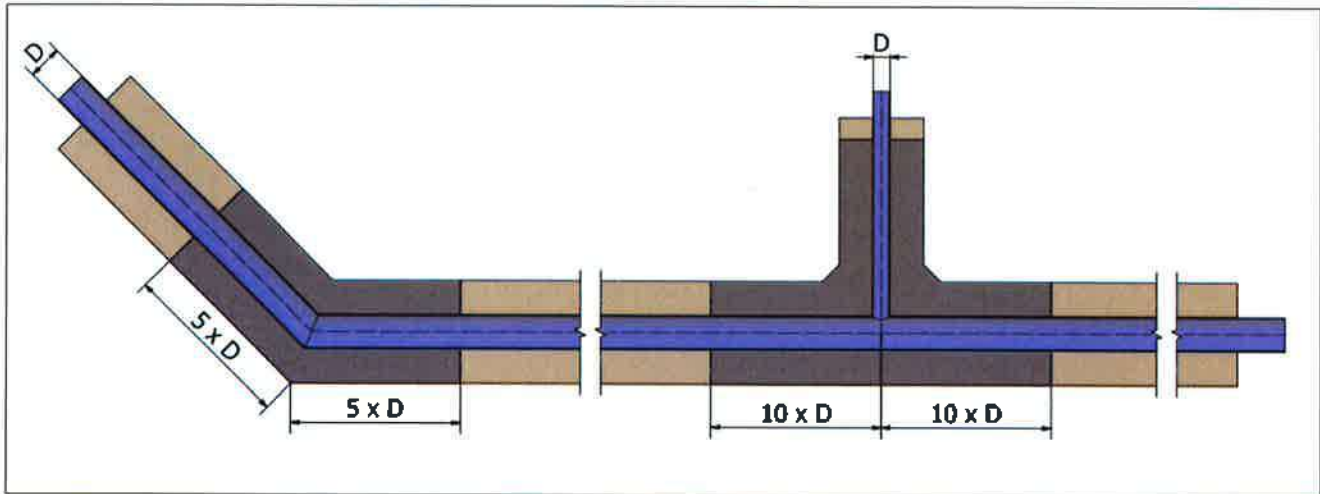
Se puede usar un coeficiente de expansión térmica de 0,16 - 0,18 mm / m °C para calcular la influencia de los movimientos por cambios térmicos en los sistemas de tuberías de PE.

Si se impiden los movimientos térmicos en una tubería de PE, la expansión no permitida dará lugar a fuerzas axiales en la tubería. Casi todos los tipos de juntas para tuberías de PE son restringibles, es decir, son capaces de transferir fuerzas axiales dentro de la tubería. Tales fuerzas se crean por la presión interna en la tubería y por los cambios de temperatura en el sistema. Un sistema de tuberías que puede transferir fuerzas axiales no necesita bloques de aguante, siempre que las uniones puedan transferir las fuerzas futuras. Las uniones soldadas en tuberías de PE tienen casi la misma resistencia que la tubería en sí, y los sistemas de PE soldados normalmente solo requieren:

- anclaje de la tubería de PE en las conexiones a las uniones con válvulas y a las estaciones de bombeo, y en las conexiones a los sistemas de tuberías con enchufe-campana
- anclaje a cada lado de las curvas para tubos de PE colocados en soportes

Es necesario prever el anclaje de los extremos de las tuberías de PE con uniones soldadas porque la presión interna causará un pequeño aumento de diámetro en la tubería, y se producirá el correspondiente acortamiento de la tubería a menos que los extremos finales estén anclados. Los cambios de temperatura también pueden dar lugar a cambios en la longitud de la tubería. El anclaje de los puntos finales es especialmente importante para tuberías de PE colocadas sobre soportes, o colocadas en el interior de conductos. Para una tubería enterrada, la fricción del suelo contribuirá en cierta medida al anclaje de los extremos de la tubería. Sin embargo, para tuberías de PE de gran diámetro puede ser necesario un anclaje adicional de los extremos de la tubería, ya que la fricción del suelo puede no ser lo suficientemente alta como para impedir pequeños movimientos en los extremos. De este modo, las fuerzas axiales pueden transferirse desde el sistema de tuberías a las cámaras de válvulas y a las estaciones de bombeo. Por lo tanto, los puntos de conexión deben diseñarse para resistir tales fuerzas, que pueden ser grandes y pueden requerir la soldadura de bridas de anclaje específicas en la tubería de PE. Junto con el anclaje de tuberías de PE enterradas en muros de hormigón, también se debe considerar el riesgo de fugas de agua entre la tubería y el hormigón circundante. Por lo tanto, se recomienda que el modelo en la sección de tubería de PE también tenga una brida de sellado de agua soldada al tubo de PE.

Figura 1 - Relleno con material de fricción compactado alrededor de curvas y tes para minimizar los movimientos en sistemas enterrados de tubería de presión de PE



Para este propósito, Pipelife tiene un accesorio especial para conexión de bridas. Para calcular las fuerzas, consulte a Pipelife.

Las fuerzas axiales que se producen como resultado del alargamiento de la tubería durante el montaje o debido a los cambios de temperatura, disminuirán como resultado de la relajación. La fuerza inicial depende de qué tan rápido y en qué medida la tubería se alarga al ensamblarla, y qué tan rápido ocurre un cambio de temperatura en la tubería. Para calcular las fuerzas iniciales, el módulo E se debe elegir de acuerdo con estas condiciones, ver tabla 5.

Para minimizar los movimientos en las curvas y en las tes en las tuberías de presión de PE enterradas, el relleno del material de tapado y soporte debe colocarse como se muestra en la Figura 1. El material de relleno se debe compactar a >90% de mod. Proctor en las siguientes ubicaciones:

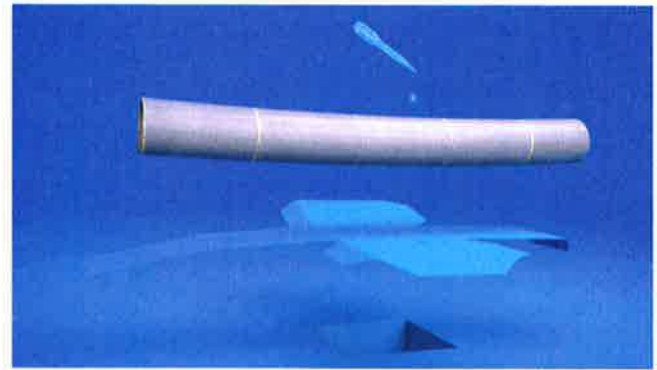
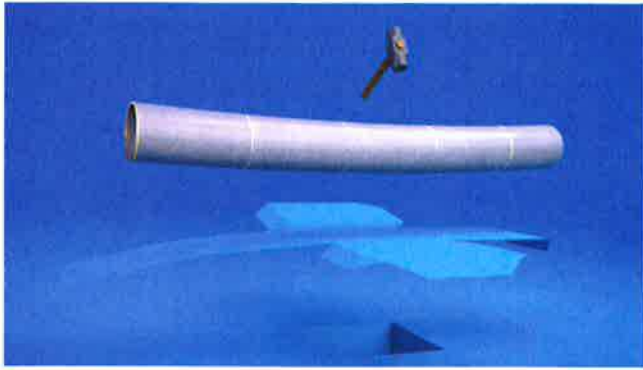
- todas las curvas > 10 ° a una distancia mínima de 5 x OD a cada lado de la curva (si las curvas son mayores de 45 ° se sustituyen por dos curvas de medio ángulo, así se mejorará la función hidráulica y se logrará la disminución de la presión del suelo alrededor de la curva).
- todas las tes a una distancia mínima de 10 x OD alrededor de la te (donde OD es el diámetro de la parte principal)

Si se coloca y compacta el relleno como se describe arriba, se espera que los movimientos sean casi insignificantes (usualmente menos del 1% del diámetro del tubo).

Las tes de PE soldadas por segmentos, en ocasiones se embuten en hormigón como protección para el punto de salida de la te. Si las tes de PE se embuten en hormigón, el hormigón circundante debe reforzarse para resistir el efecto de la presión de agua en el interior de la tubería.

## 5.7 Difusión

Las tuberías de PE no son completamente estancas a la difusión contra sustancias orgánicas de bajo peso molecular. Esta permeabilidad es diferente para los diferentes tipos de materiales de PE, y aumenta con el aumento de la temperatura. En raras ocasiones, se ha encontrado un efecto de sabor y olor en el agua transportada por tuberías de PE de pequeño tamaño en terrenos altamente contaminados. Los problemas detectados se relacionan, casi exclusivamente, con conexiones domésticas en LDPE (polietileno de baja densidad). Los materiales de PE80 y PE100 tienen una resistencia a la difusión significativamente mayor en comparación con los materiales de LDPE anteriormente mencionados. El tiempo de penetración para que una sustancia pase a través de la pared de tuberías de PE de la misma relación SDR es directamente proporcional al cuadrado del espesor de la pared de la tubería. Por lo tanto, necesita 100 veces más de tiempo notar cualquier influencia de sabor y olor en un tubo de 250 mm que en un tubo de 25 mm del mismo material PE y clasificación SDR. Además, el agua estancada es mucho más común en las conexiones domiciliarias que en las líneas de distribución. La relación de perímetro / volumen de la tubería también incide en el riesgo de problemas de sabor y olor. Para tuberías de diámetro pequeño con una superficie grande y desproporcionada al volumen de la tubería, la concentración de sustancias permeables será mayor que en tuberías más grandes. Por lo tanto, los problemas de sabor y olor solo se encuentran en tubos de PE de pequeño diámetro. Si las tuberías de PE de pequeño diámetro deben instalarse en un suelo contaminado, se pueden elegir tuberías con una barrera de difusión, pero en la mayoría de los casos, las tuberías de PE más grandes no necesitan protección adicional, incluso si están instaladas en tierra contaminada.



### 5.8 Sensibilidad al roce

Los tubos de PE son relativamente blandos y pueden rayarse si se manipulan sin cuidado. La normal manipulación solo dará como resultado arañazos menores, que no afectarán las propiedades de resistencia de las tuberías. Los arañazos en las tuberías de PE pueden parecer peores de lo que realmente son. La profundidad real de un rasguño se puede medir usando un dispositivo de medición.

Se ha descubierto que los arañazos hasta una profundidad del 10% del espesor de la pared de la tubería no afectan a las propiedades de resistencia de una tubería de PE. Por lo tanto, en la mayoría de los casos es de poca importancia el tipo de resina de PE que se utilice para la fabricación de la tubería. El desarrollo de nuevas resinas de PE ha garantizado que se disponga de materiales PE resistentes a las grietas, y que los arañazos tengan incluso menos influencia en las propiedades de resistencia de las tuberías. Si se desea que los posibles efectos de los arañazos se reduzcan al mínimo, tales resinas se pueden usar para la fabricación de las tuberías.

Para más información, consulte a Pipelife.

### 5.9 Resistencia a la abrasión

Las tuberías de PE tienen una mejor resistencia a la abrasión que la mayoría de otros materiales de tuberías y las tuberías de PE a menudo se usan para transporte de material en la industria minera. La abrasión en la tubería depende del tamaño, forma y concentración de los sólidos en suspensión, así como del ángulo de impacto y las características del flujo.

Para más información, consulte a Pipelife.

### 5.10 Resistencia química

Las tuberías de PE son resistentes a la mayoría de los productos químicos, sales, ácidos y álcalis. Sin embargo, los productos derivados del petróleo pueden causar una ligera hinchazón del material de PE. Los agentes humectantes y los fuertes líquidos oxidantes perjudicarán la resistencia al agrietamiento por tensión del PE y acortan la vida útil de las

mismas. La información sobre el grado en que diferentes productos químicos pueden afectar la vida útil de las tuberías de PE se puede encontrar en las tablas de resistencia química publicadas por varios fabricantes de resinas de PE y organizaciones de tubos de plástico.

Para más información, consulte a Pipelife.

## 6. Soldadura

La soldadura es una parte integral de cada proyecto, por lo tanto, Pipelife ha invertido recursos importantes para determinar el mejor procedimiento posible y los parámetros con una mejora constante en todo su campo de aplicación.

La soldadura debe realizarse por soldadores certificados con muchos años de experiencia en el tema. Además, Pipelife dispone actualmente de un parque completo de máquinas de soldadura por fusión a tope que cubren toda la gama de tuberías.

### 6.1 Soldadura por fusión a tope

Pipelife Norge sigue el estándar DS-INF70 para las soldaduras por fusión a tope. Actualmente, no hay un estándar disponible que cubra la soldadura de fusión a tope para tuberías de pared sólida más grandes que Ø2000 mm. Por lo tanto, Pipelife ha desarrollado su propio procedimiento de soldadura particular, basado en DS-INF70, y que se ha utilizado con éxito durante décadas y en muchos proyectos. Con las capacidades de producción por delante del desarrollo de estándares, Pipelife ha sido pionera en el proceso de soldadura de tubos de pared sólida de diámetros grandes (> OD2000 mm).



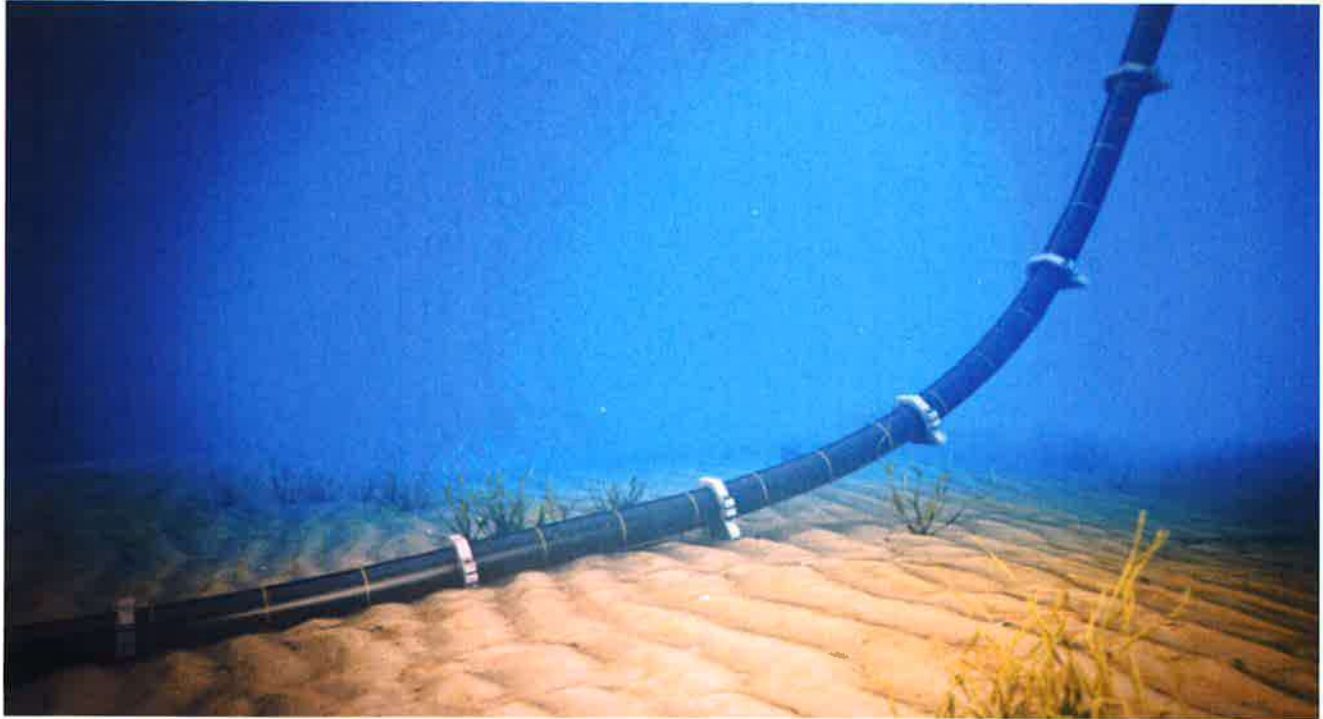


### 7. Ventajas del concepto de tramos largos (LLD)

**El concepto LLD ofrece una solución rentable y fácil de instalar para proyectos en alta mar y cercanos a la costa, pero requiere un alto grado de experiencia y un buen enfoque en los detalles.**

- Con la entrega de tubería en tramos largos, no se necesita ningún trabajo de soldadura / unión en el sitio de trabajo. Si se suministra en longitudes cortas, se requeriría un importante tiempo en trabajos de soldadura.
- Riesgo significativamente reducido de malas soldaduras, ya que muy pocas se llevarán a cabo en nuestras tuberías en tramos largos, y todas ellas son realizadas por especialistas de Pipelife en nuestra propia planta.
- Sin riesgos de ovalización, ya que las tuberías se almacenan en el mar. Debido a la diferencia de temperatura, las tuberías rotarán en el agua, lo que además asegura la circunferencialidad de las mismas.
- No es necesario disponer de almacenamiento en tierra. Almacenar tuberías en tierra requeriría disponer de una gran área de almacenaje así como considerar las limitaciones de apilamiento de las tuberías en función del tamaño de la misma.
- Manejo más fácil de tuberías almacenadas.
- Impacto ambiental limitado ya que las tuberías se almacenan y manejan principalmente en el mar.
- Mucho menor riesgo de arañazos y otros daños en las tuberías.
- Tiempo de instalación corto y, por lo tanto, bajo costo de instalación. Todos los tramos de tubería se suministran con las conexiones de brida y bridas ciegas en los extremos de la tubería ya efectuadas, ya que todo el trabajo de montaje de estas piezas se realiza en nuestra planta. Por lo tanto, los costos para el contratista se reducen al mínimo por esta operación.
- Como resultado, aumenta la seguridad general del sistema de tuberías instalado. Esto es de gran importancia tanto para el contratista como para el cliente del proyecto.

Pipelife centra sus esfuerzos en proporcionar una solución de sistema completo con soporte de ingeniería basado en años de experiencia en proyectos marinos en todo el mundo.



**8. Enfoque en proyectos marinos**

El concepto de Pipelife LLLD es el más adecuado para proyectos marinos, emisarios y captaciones para diversos fines: generación de energía, desalinización, desagües de alcantarillado, de aire acondicionado al agua de mar, terminales de GNL y GNL flotante, emisarios industriales y tomas de agua de mar, lagos, etc.

Los tubos de PE de pared sólida tienen una destacada trayectoria en proyectos de tuberías marinas. Las limitaciones son, en la actualidad:

- El tamaño máximo posible de tubería es hoy de OD2500 mm
- La longitud máxima suministrada para un tubo OD2500 mm es de 620 m
- Profundidad de instalación hasta 900 m dependiendo del tamaño de la tubería y el tipo de SDR

**8.1 Instalaciones marinas**

El "método de instalación de curva en S" (también conocido como "Float and sink") es un método de instalación rápido y económico, que se ha practicado desde los años 1950. Durante la instalación, la tubería de PE puede doblarse de forma considerable y puede estar sometida a tensiones y esfuerzos más elevados que durante la vida útil de la misma. En consecuencia, para poder proporcionar un buen diseño estructural de la tubería, el proyectista debe tener un conocimiento básico de los problemas de instalación marina de las tuberías de PE.

El alto grado de flexibilidad de las tuberías de PE se utiliza

durante el proceso de inmersión. Las tuberías de PE pueden someterse a una tensión de hasta el 5% sin sobrecargar el material. Este nivel de tensión se alcanza cuando la tubería se dobla a un radio de 10 veces el diámetro exterior de la tubería. Por lo tanto, y sin exagerar, es principalmente el riesgo de que se retuerza/pliegue la tubería lo que limita el radio de curvatura durante la inmersión. El retorcimiento/plegado, es decir, una ovalización que aumente rápidamente en la tubería debido a la flexión es lo que, finalmente produce, un plegamiento de la misma, y esto ocurrirá si la tubería se dobla excesivamente. El grado de flexión en el que comienza el retorcimiento/plegado depende de la clase SDR de la tubería. Si el inicio del retorcimiento/plegado se establece cuando la tubería ha alcanzado un 8% de ovalización debido a la flexión, el retorcimiento/plegado comenzará cuando se alcance un radio de curvatura de aproximadamente  $(0,83 \times \text{SDR} \times \text{OD})$ . La Tabla 6, a continuación, muestra el radio de curvatura y el valor de deformación correspondiente en la tubería cuando la misma ha alcanzado un 8% de ovalización debido a la flexión.

*Tabla 6 - Radio de flexión y deformación en la pared de la tubería cuando una tubería de PE ha alcanzado el 8% de ovalización debido a la flexión*

Valor de SDR	Radio de flexión/OD	de tensión en la pared del tubo (%)
33	27	1.8
26	22	2.3
21	17	2.9
17	14	3.5
13.6	11	4.4
11	9	5.5

Como se puede ver en la Tabla 6, se producirá un acodamiento antes de que se alcance un nivel de deformación del 5% para todas las clases de SDR superiores a 11. Para garantizar una instalación segura de una tubería de PE utilizando el procedimiento de hundimiento en curva S, el radio de curvatura debe ser monitorizado de cerca durante el proceso de inmersión. El radio de curvatura depende de la relación del SDR, con la cantidad de pandeo en la tubería, la profundidad de instalación, la altura de la ola durante la operación de inmersión, la velocidad de inmersión y la fuerza de tracción aplicada en el extremo flotante de la tubería.

El hundimiento de una tubería de PE normalmente tiene lugar a una velocidad tal, generalmente 500-700 m/h, que la operación de inmersión puede controlarse de forma segura. Dado que la curva se mueve progresivamente a lo largo de la tubería, normalmente la curvatura actuará en la tubería como si de una curvatura a corto plazo se tratara (de duración de solo unos minutos). Como el PE es un material viscoelástico, el material se compensará cuando esté sujeto a tensiones, ver Párrafo 5.5. Además, la fluencia en el material de PE conllevará un aumento en la curvatura de la tubería si la operación de inmersión se detiene o se ralentiza. Teniendo en cuenta lo anterior, es aconsejable tener un factor de seguridad contra el pliegue de 1,5 como mínimo. Además, también es aconsejable no someter las tuberías de PE a una curvatura rápida a corto plazo, lo que podría dar valores de curvatura cercana al 2% en la pared de la tubería. Por lo tanto, un radio de curvatura de menos de 25 veces el diámetro exterior no debe considerarse du-

rante la operación de hundimiento, incluso para tuberías de paredes gruesas.

Para emisarios de PE, que funcionen a una presión interna de menos de 4 bar, una tubería SDR 26 será, en la mayoría de los casos, la elección adecuada. La tubería SDR 26 se puede doblar hasta un radio de 30-40 veces el diámetro durante la instalación, a la vez que proporciona un alto factor de seguridad. Los radios de curvatura mínimos recomendados para tubos de PE de diferentes clases de SDR son:

Tabla 7- Radio mínimo recomendado a corto plazo en función OD

Clase SDR	Radio mínimo recomendado a corto plazo/OD
30	37
26	33
21 O menor	25

Como salvaguarda de las instalaciones más profundas, es aconsejable que el contratista presente su método de instalación, realice el cálculo del radio de curvatura y su sistema de monitoraje para el tendido de la tubería antes de la instalación de la misma.

Para más información, consulte a Pipelife.

Foto 8 – Atravesando el Estrecho del Bósforo.





Foto 9- Algunos diseños de lastres para tuberías marinas

## 8.2 Lastrado

El PE tiene una densidad cercana a 960 kg/m<sup>3</sup>; por ello una tubería de PE flotará, incluso cuando esté llena de agua, si no está lastrada. La cantidad de lastre necesario depende de la ola y de las otras fuerzas que puedan incidir en la tubería en el momento del hundimiento, si la misma se coloca directamente en el lecho marino o en una zanja abierta ya excavada (las tuberías en una zanja abierta pueden estar algo protegidas por la propia zanja).

Por lo tanto, las tuberías deben tener pesos de hormigón sobre la misma para garantizar una estabilidad suficiente en el fondo del mar contra las fuerzas de las olas y la corriente. La cantidad de carga aplicada depende en gran medida de la profundidad de agua y de la ubicación de la tubería. Una ponderación común se encuentra en valores de lastrado del 20-45% de la fuerza de desplazamiento de la tubería, pero en algunos casos puede requerirse una mayor cantidad de lastrado. Hay una variedad de diferentes formas de lastres, vea la Imagen 9.

Para las tuberías que se instalarán en zanjas en el lecho marino, el lastrado de la tubería se elegirá teniendo en cuenta el riesgo de que el relleno de la zanja pueda afectar la línea de enrase de las tuberías. Normalmente se necesita un lastrado del 30-40% para las tuberías que se instalarán en zanjas en el lecho marino, dependiendo del tamaño de la tubería y del método de relleno de la zanja. En la mayoría de los casos, una tubería de PE con lastres de hormigón unidos entre sí se nivelará fácilmente en el lecho marino. Por lo tanto, en este caso, la necesidad de ajustes posteriores en el lecho marino es, normalmente, mínima. Un espaciado normal del lastrado está en el rango de 3-6 m. entre sí dependiendo de la cantidad de carga y el tamaño de la tubería.

Hay dos requisitos que deben cumplirse para los lastres de hormigón:

- Los lastres se deben unir a la tubería de tal manera que no se deslicen sobre la superficie de la misma durante la operación de hundimiento.
- Los lastres deben poder soportar las fuerzas a las que serán sometidos internamente desde la tubería de PE debido a la presión interna en la tubería.

Si los lastres se deslizan sobre la tubería durante la operación de hundimiento en curva en S, toda la operación puede fallar. El riesgo de deslizamiento se reduce a profundidades de instalación poco profundas, pero para tuberías que se instalarán a grandes profundidades existe un riesgo significativo de deslizamiento, si no se ha considerado adecuadamente el sistema de unión de los lastres. También debe tenerse en cuenta que el diámetro de la tubería puede contraerse durante la operación de hundimiento debido a la disminución de la temperatura del agua por la profundidad y las fuerzas longitudinales que actúan sobre la tubería durante la instalación.

El diseño adecuado incluye seleccionar y probar con un lote adecuado de material elástico (generalmente caucho EPDM) para los compensadores e injertos/juntas entre los bloques de lastre y la tubería de HDPE.

Cuando una tubería de PE está sujeta a presión interna, el diámetro de la tubería aumentará con el tiempo. Esta expansión de la tubería transferirá fuerzas a los bloques de hormigón, y éstos se deben reforzar para poder soportar estas fuerzas. Para los emisarios que operan a bajas presiones, las fuerzas transferidas a los lastres serán limitadas. Sin embargo, para instalaciones de presión de PE marino, los lastres deben diseñarse para resistir fuerzas considerables debido al efecto de expansión de las tuberías.

Para más información, consulte a Pipelife.

## 8.3 Zanjado y relleno

La capacidad de carga de las tuberías de PE instaladas en zanjas depende de la clasificación SDR de la tubería, de las cargas externas, del material y de la compactación del material de relleno circundante de la zanja. Para la mayoría de las tuberías de captación y emisarios de PE, se utilizan calificaciones SDR de 26-30.

Las tuberías PE SDR 26 y SDR 30 se pueden enterrar en zanjas en el lecho marino con una cobertura de hasta 5 m si se rellenan con arena, grava o rocas trituradas (tamaño de grano <38 mm). El método de instalación del relleno debe elegirse cuidadosamente para minimizar el riesgo de cavidades internas del material durante la instalación. El método de instalación también debe permitir que el material de relleno rodee por completo la tubería, incluidas las partes de



debajo de las ancas de la tubería. El material de relleno debe alcanzar al menos 0,4 m por encima de la parte superior de la tubería. Las instalaciones más profundas u otros materiales de relleno requerirán cálculos adicionales para verificar si se puede lograr una seguridad suficiente contra el pandeo del tubo.

Para más información, consulte a Pipelife.

Foto 10 - Inicio hundimiento tubo OD2500, SDR26





## 9. Soporte de ingeniería

Con los años, Pipelife ha desarrollado una gran cantidad de conocimientos especializados en esta materia en proyectos complejos ubicados en todo el mundo, que son propios de los requisitos de este tipo de proyectos, de los diferentes diseños de instalación y sus métodos. Muchos de los proyectos de Pipelife se han completado con la asistencia de los mejores consultores, ingenieros y otros profesionales de todo el mundo, obteniendo un legado de buenas decisiones de diseño e instalaciones exitosas.

Con recursos adicionales y compromisos adquiridos entre las partes, Pipelife puede ofrecer asesoramiento técnico general y de ingeniería a proyectistas, consultores, contratistas marítimos, contratistas de EPC o clientes finales sobre diversos aspectos, tal como se especifica en 9.1 y 9.2.



### 9.1 Pautas de diseño

- Determinar la clase de tubería SDR apropiada
- Revisión del diseño hidráulico: rugosidad hidráulica, pérdidas de carga, transitorios y bajo presión, ovalización, etc.
- Diseño de onda y fuerzas concurrentes
- Diseño del sistema de ponderación (lastrado): fuerzas de las olas y de la corriente, tamaño, forma y espaciado de los lastres y detalles del mismo, incluidos los planos de construcción y sus posibles refuerzos
- Propuesta de cabezales de remolque y limitadores de curvas
- Cálculo de las fuerzas de conexión de bridas y procedimiento para el empalme de carretes
- Revisión detallada del diseño original, con dibujos y declaraciones de métodos
- Diseño del sistema de protección contra la corrosión (ánodos de sacrificio)
- Cálculo de la interacción tubería / suelo y definición de rellenos



### 9.2 Pautas de instalación

- Análisis de la instalación a través de un programa de computadora creado exprofeso
- Determinación de la fuerza de tiro y la presión de aire requeridos
- Determinación de las inundaciones por bombeo con procedimiento de elevada presión de aire.
- Determinación de válvulas para inundación y ventilación de aire
- Determinación de recomendaciones básicas para la declaración del método de instalación
- Revisión de planos y declaración del método para la instalación de las tuberías
- Revisión detallada del diseño debido a cambios en los procedimientos y soporte continuo hasta que el proyecto se implemente exitosamente

Para obtener más información, póngase en contacto con Pipelife ya que cada proyecto tiene requisitos y especificaciones únicas.



## 10. Elección de la clase SDR

Una tubería marina de PE debe diseñarse para resistir las tensiones y deformaciones a las que estará sometida durante la instalación de la misma y a las fuerzas externas e internas a las que estará expuesta la tubería durante su vida útil.

Varios casos de carga que afectarán a la elección de la clase SDR son:

- Esfuerzo de circunferencialidad / pandeo debido a la flexión de la tubería
- Pandeo de tubos enterrados
- Esperado esfuerzo de redondez para tuberías enterradas
- Pandeo de tubos sin soporte externo
- Carga en tuberías de PE marinas en zanjas
- Prueba de estanqueidad de tubos de PE

El proyectista debe seleccionar un valor apropiado de SDR para la tubería con respecto a las cargas relevantes.

Para más información, consulte a Pipelife.

## 11. Tolerancias de producción

### 11.1 Tolerancias en la fabricación de tubos

Los valores de ovalización y espesor de pared se basan en la EN 12201: 2011. Para tuberías de más de OD900 mm Pipelife ha adoptado los valores considerados como máximos. Vale la pena señalar que la técnica de producción de Pipelife permite la producción de tubos OD de 2500 mm con una ovalización promedio inferior al 1,5% en comparación con el máximo admitido del 3,5%.

Tabla 8 – Ovalización máxima

Tamaño nominal <i>DN/OD (mm)</i>	Diámetro exterior nominal <i>d<sub>n</sub> (mm)</i>	Tolerancia de diámetro exterior		Ovalización máxima <i>(mm)</i>
		<i>d<sub>em,mín</sub> (mm)</i>	<i>d<sub>em,max</sub> (mm)</i>	
355	355	355	357.2	12.5
400	400	400	402.4	14.0
450	450	450	452.7	15.6
500	500	500	503.0	17.5
560	560	560	563.4	19.6
630	630	630	633.8	22.1
710	710	710	716.4	24.9
800	800	800	807.2	28.0
900	900	900	908.1	31.5 <sup>2</sup>
1000	1000	1000	1009.0	35.0 <sup>2</sup>
1200	1200	1200	1210.8	42.0 <sup>2</sup>
1400	1400	1400	1412.6	49.0 <sup>2</sup>
1600	1600	1600	1614.4	56.0 <sup>2</sup>
1800	1800	1800	1816.2	63.0 <sup>2</sup>
2000	2000	2000	2018.0	70.0 <sup>2</sup>
2100 <sup>1</sup>	2100	2100	2118.9	73.5 <sup>2</sup>
2300 <sup>1</sup>	2300	2300	2320.7	80.5 <sup>2</sup>
2500	2500	2500	2522,5	87,5 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dimensiones que no forman parte de la Norma EN12201-2:2011+A1:2013

<sup>2</sup> Valores que no están en la Norma actual y que han sido calculados como se expone mas arriba.

Los valores mínimos y máximos del espesor de pared se obtienen de la EN 12201-2: 2011 + A1: 2013. Para los tubos SDR30, los valores<sup>3</sup> se calculan según la fórmula ISO 11922-1: 1997:  $e = 0,1e_{min} + 0,1 (mm)$ .

Para calcular cada dimensión<sup>4</sup>, se utilizó la fórmula según ISO 11922-1: 1997:  $e = 0,15e_{min}$

Tabla 9 – Espesores máximos y mínimos

Serie del tubo								
	SDR 21		SDR 26		SDR 30		SDR 33	
Presión nominal, PN en bars								
PE100	PN 8		PN 6		PN 5.5		PN 5	
Nom. Diámetro DN/OD	Espesor							
	$e_{min}$	$e_{max}$	$e_{min}$	$e_{max}$	$e_{min}$	$e_{max}$	$e_{min}$	$e_{max}$
355	16.9	18.7	13.6	15.1	11.8	13.1 <sup>2</sup>	10.9	12.1
400	19.1	21.2	15.3	17.0	13.3	14.7 <sup>2</sup>	12.3	13.7
450	21.5	23.8	17.2	19.1	15.0	16.6 <sup>2</sup>	13.8	15.3
500	23.9	26.4	19.1	21.2	16.7	18.5 <sup>2</sup>	15.3	17.0
560	26.7	29.5	21.4	23.7	18.7	20.7 <sup>2</sup>	17.2	19.1
630	30.0	33.1	24.1	26.7	21.0	23.2 <sup>2</sup>	19.3	21.4
710	33.9	37.4	27.2	30.1	23.7	26.2 <sup>2</sup>	21.8	24.1
800	38.1	42.1	30.6	33.8	26.7	29.5 <sup>2</sup>	24.5	27.1
900	42.9	47.3	34.4	38.3	30.0	34.5 <sup>3</sup>	27.6	30.5
1000	47.7	52.6	38.2	42.2	33.3	38.3 <sup>3</sup>	30.6	33.5
1200	57.2	63.1	45.9	50.6	40.0	46.0 <sup>3</sup>	36.7	40.5
1400	66.7	73.5	53.5	59.0	46.7	53.8 <sup>3</sup>	42.9	47.3
1600	76.2	84.0	61.2	57.5	53.3	61.3 <sup>3</sup>	49.0	54.0
1800	85.8	94.5	68.8	75.8	60.0	69.0 <sup>3</sup>	55.1	60.8
2000	95.3	105.0	76.4	84.2	66.7	76.8 <sup>3</sup>	61.2	67.5
2100 <sup>1</sup>	100.0	115.0 <sup>4</sup>	80.8	93.0 <sup>4</sup>	70.0	80.5 <sup>4</sup>	63.6	73.2 <sup>4</sup>
2300 <sup>1</sup>	109.5	126.0 <sup>4</sup>	88.5	101.8 <sup>4</sup>	76.7	88.3 <sup>4</sup>	69.7	80.2 <sup>4</sup>
2500	119.1	131.2	95.5	105.2	83.3	95.8	76.5	84.3

<sup>1</sup> Dimensiones que no forman parte de la Norma EN12201-2:2011+A1:2013

<sup>2</sup> Valores que no están en la Norma actual y que han sido calculados como se expone mas arriba

<sup>3</sup> Valores que no están en la Norma actual y que han sido calculados como se expone mas arriba

<sup>4</sup> Valores que no están en la Norma actual y que han sido calculados como se expone mas arriba

Además de la geometría, durante la producción de tubos de HDPE de tramos largos, se deben considerar las siguientes tolerancias de longitud:

- Para longitudes de tubería <100 m: 0 a +2 m
- Para longitudes de tubería > 100 m: 0 a +5 m

### 11.2 Tolerancias de producción de accesorios

Durante la producción de accesorios de HDPE, son necesarias ciertas tolerancias debidas a la planificación, soldadura y tolerancias en la producción de los tubos. Pipelife ha adoptado las siguientes pautas durante las producciones de accesorios:

- Para accesorios y segmentos <Ø630: ± 30 mm
- Para accesorios y segmentos > Ø710: ± 50 mm
- Para el ángulo: ± 3 °
- Todo lo demás según EN 12201-3: 2011

## 12. Descarga de responsabilidad

Las declaraciones y recomendaciones hechas en este folleto se basan en aspectos genéricos y no deben considerarse como instrucciones, consejos o directrices para cada situación individual. Pipelife no se hace responsable como resultado del uso y seguimiento de las declaraciones y recomendaciones hechas en este folleto. Desaconsejamos especialmente a los no profesionales y a los no especializados operar basados en las declaraciones genéricas y recomendaciones en el presente catalogo sin la existencia de ninguna instrucción específica nuestra o de un profesional. Para evitar que ocurran problemas importantes, recomendamos encarecidamente consultar con nosotros sobre su situación particular. Para consultas más específicas, póngase en contacto con nuestro departamento técnico, que estará encantado de ayudarle.

Si tiene alguna pregunta relacionada con esta declaración, no dude en contactarnos.

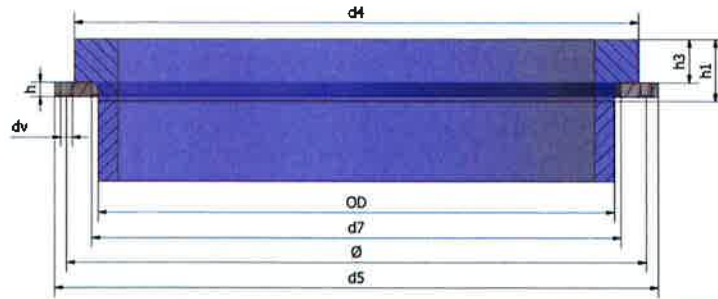
Foto 11 - Sistema de transporte novedoso en obra, tubo OD2100 em Marruecos



## 13. Anexo 1: Tabla de producción de tubos

OD	Clase SDR								
	33	30	26	21	17	13.6	11	9	7.4
	ESPESORES								
(mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)	e (mm)
40				2.0	2.4	3.0	3.7	4.5	5.5
50			2.0	2.4	3.0	3.7	4.6	5.6	6.9
63			2.5	3.0	3.8	4.7	5.8	7.1	8.6
75			2.9	3.6	4.5	5.6	6.8	8.4	10.3
90			3.5	4.3	5.4	6.7	8.2	10.1	12.3
110		3.7	4.2	5.3	6.6	8.1	10.0	12.3	15.1
125		4.2	4.8	6.0	7.4	9.2	11.4	14.0	17.1
140		4.7	5.4	6.7	8.3	10.3	12.7	15.7	19.2
160		5.3	6.2	7.7	9.5	11.8	14.6	17.9	21.9
180		6.0	6.9	8.6	10.7	13.3	16.4	20.1	24.6
200		6.7	7.7	9.6	11.9	14.7	18.2	22.4	27.4
225		7.5	8.6	10.8	13.4	16.6	20.5	25.2	30.8
250		8.3	9.6	11.9	14.8	18.4	22.7	27.9	34.2
280		9.3	10.7	13.4	16.6	20.6	25.4	31.3	38.3
315	9.7	10.5	12.1	15.0	18.7	23.2	28.6	35.2	43.1
355	10.9	11.8	13.6	16.9	21.1	26.1	32.2	39.7	48.5
400	12.3	13.3	15.3	19.1	23.7	29.4	36.3	44.7	54.7
450	13.8	15.0	17.2	21.5	26.7	33.1	40.9	50.3	61.5
500	15.3	16.7	19.1	23.9	29.7	36.8	45.4	55.8	
560	17.2	18.7	21.4	26.7	33.2	41.2	50.8	62.5	
600	18.4	20.0	22.9	28.6	35.6	44.1	54.4	67.0	
630	19.3	21.0	24.1	30.0	37.4	46.3	57.2	70.3	
710	21.8	23.7	27.2	33.9	42.1	52.2	64.5	79.3	
800	24.5	26.7	30.6	38.1	47.4	58.8	72.6	89.3	
900	27.6	30.0	34.4	42.9	53.3	66.1	81.7		
1000	30.6	33.3	38.2	47.7	59.3	73.5	90.8		
1100	33.8	36.7	42.0	52.4	65.2	80.9	99.8		
1200	36.7	40.0	45.9	57.2	71.1	88.2			
1300	39.9	43.3	49.7	61.9	77.0	95.6			
1400	42.9	46.7	53.5	66.7	83.0	102.8			
1600	49.0	53.3	61.2	76.2	94.8				
1800	55.1	60.0	68.8	85.8	106.6				
2000	61.2	66.7	76.4	95.3					
2100	64.5	70.0	80.3	100.0					
2300	70.6	76.7	87.9						
2500	76.5	83.3	95.5						

14. Anexo 2: Tabla de bridas de conexión



DN	Valona (manguito tope brida)								Brida loca						Tornillos				
	d4	SDR33		SDR26		SDR17		SDR11		d5	d7	Ø	PN2	PN10	h	r	hole	M	dv
mm	mm	h1	h3	h1	h3	h1	h3	h1	h3	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
15	45							35	10	95	32	65		14	2	4	12	14	
20	58							35	9	105	38	75		14	2	4	12	14	
25	68							35	10	115	48	85		16	2	4	12	14	
32	78					40	11	40	11	140	55	100		16	2	4	16	18	
40	88					60	12	60	12	150	66	110		16	2	4	16	18	
50	102					75	14	75	14	165	78	125		16	2	4	16	18	
65	122					80	16	80	16	185	92	145		16	2	4	16	18	
80	138					90	17	90	17	200	108	160		18	2	8	16	18	
100	158			80	26	100	18	100	18	220	128	180		18	2	8	16	18	
100	158			80	28	110	18	110	25	220	135	180		18	2	8	16	18	
125	188			90	30	120	18	120	25	250	155	210		18	3	8	16	18	
150	212			90	30	130	18	130	25	285	178	240		18	3	8	20	23	
150	212			80	32	140	20	140	30	285	188	240		18	3	8	20	23	
200	268	100	32	100	32	145	24	145	32	340	235	295		20	5	8	20	23	
200	268	100	32	100	32	150	24	150	32	340	236	295		20	3	8	20	23	
250	320	100	32	100	32	160	25	160	35	395	288	350		22	5	12	20	23	
250	320	100	34	100	34	170	25	170	35	395	294	350		26	3	12	20	23	
300	370	100	36	100	36	190	25	190	35	445	336	400		26	5	12	20	23	
350	430	110	40	110	40	110	30/50	205	66/40	505	376	460		28	4	16	20	23	
400	482	120	44	120	44	120	33/54	220	72/46	565	430	515		32	4	16	24	27	
450	535	120	44	120	44	120	56	120	74	615	465	565		36	6	20	24	27	
500	585	120	47	120	47	120	58	120	76	670	533	620		36	6	20	24	27	
600	685	120	50	120	50	120	60	120	80	780	575	725	35	44	7	20	27	30	
600	690	85	45	92	52	100	60	110	73	780	615	725	35	44	7	20	27	30	
600	690	120	56	120	56	120	64	120	82	835	645	725	35	44	7	20	27	30	
700	805	120	60	120	60	120	70	120	85	895	725	840	35	50	7	24	27	30	
800	900	120	77	120	77	120	85	120	95	1015	815	950	35	56	7	24	30	33	
900	1005	120	88	120	88	120	90			1115	915	1050	35	66	7	26	30	33	
1000	1110	140	96	140	96	140	100			1230	1015	1160	35		7	28	33	36	
1200	1330	160	100	175	100	160	120			1455	1115	1380	35		7	32	36	39	
1200	1330	160	100	160	100	160	120			1455	1215	1380	35		7	32	36	39	
1400	1535	180	110	180	110	180	130			1675	1440	1590	42		10	36	39	42	
1400	1535	180	110	180	110	180	130			1675	1440	1590	42		10	36	39	42	
1600	1760	190	115	190	115	190	140			1915	1650	1820	50		10	40	45	48	
1800	1965	215	120	215	120					2115	1860	2020	50		10	44	45	48	
2000	2165	240	140	240	140					2325	2060	2230	55		10	48	45	48	
2100	2290	240	150	240	150					2440	2160	2340	55			48	45	48	
2300	2500	250	160	270	180					2680	2360	2570	60			52	52	56	
2500	2730	270	180	300	210					2920	2560	2804	70			58	52	56	



**15 Anexo 3: referencias de proyectos marinos de Pipelife**

Pipelife ha entregado con éxito más de 125 grandes proyectos en 40 países diferentes. Las tuberías han sido remolcadas desde Noruega a destinos como: Uruguay, República Dominicana, Brasil, Colombia, Ghana, Argelia, Marruecos, Ucrania y Chipre.

A continuación se presentan detalles de algunos proyectos mas interesantes de cada aplicación

Para obtener la lista completa, consulte la última lista de referencias de HDPE de Pipelife LLLD.



**15.1 Proyecto de Central eléctrica**

RAS DJINET, 1131 MW PLANTA DE CICLO COMBINADO, ARGELIA, 2014

Realización proyecto: Daewoo E&C, Corea

Importe proyecto: 1,1 billones \$

Entrega de tubería LLLD y accesorios de OD2500, SDR26&30, >4500 m y asistencia de ingeniería



**15.2 Importante proyecto de emisario submarino**

EMISARIO EN HARROWSIDE, Reino Unido, 2015

Contratista principal: J.Murphy&Sons, RU

Contratista Marino: Land&Marine Engineering, RU

Importe del proyecto: 100 M. libras

Entrega de tubos LLLD y accesorios de OD2100, SDR26, 1000m

El mayor emisario submarino hecho con tubo de pared sólida en R.U.



**15.3 Importante proyecto de planta desaladora**

PLANTA DESALADORA DE OSMOSIS INVERSA DE CAMPO DALIAS, ESPAÑA, 2013

Contratista principal: Veolia Water Technologies, España

Importe del proyecto: 110 M. €s.

Entrega de tubos de LLLD y accesorios OD1800, SDR17&33, >1500 m y OD1400, SDR 17&33, >1850 m.





Fotos 12 y 13 – Inspección de tubos OD2500, SDR26, entregados para proyectos en Argelia y Ghana



Los tubos del sistema LLLD de PE tienen muchas ventajas y proporcionan positivos beneficios ambientales a través de un transporte inteligente, de su instalación y de su larga vida útil.



# Huella de carbono

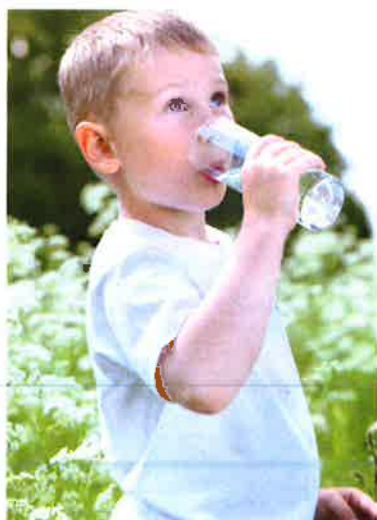
## Cadena de valor verde

El mundo necesita usuarios responsables en todos los niveles. Simplemente tenemos que reducir la dimensión de la negatividad de las huellas que vamos dejando atrás; de lo contrario, nunca se borrarán. PipeLife Norge AS quiere ayudar a colaborar con ello y ayudar a que nuestros clientes hagan lo mismo.

Nuestros productos raramente se ven, pero se encuentran en todas partes. Es por eso que es tan importante que tomemos en serio nuestras responsabilidades ambientales: las elecciones que hacemos tienen un gran impacto. La "tubería correcta" es, en nuestra opinión, una tubería que tiene un impacto ambiental mínimo durante la fabricación y el transporte; que no daña el medio ambiente durante su uso; que supone instalaciones de buena calidad para evitar fugas; y que son duraderas, ya que todo ello ayuda a reducir el consumo de energía.

El término "Huella de carbono" se usa como una medida de la emisión total de dióxido de carbono y metano de una empresa, individuo u otra entidad. Tiene en cuenta no solo las emisiones directas, desde una fábrica por ejemplo, sino también las emisiones indirectas resultantes de otros factores como la efectuada por los subcontratistas, por el transporte, por la gestión de los residuos, por los viajes de los empleados, etc, etc. PipeLife Norge AS se enorgullece de que nuestra huella de carbono ya sea relativamente buena, y estamos trabajando intensamente para lograr incluso mejores resultados. Para alcanzar este objetivo, debemos trabajar en muchos niveles y buscar elementos de mejora en todo el ámbito de la empresa.

Para mas información consulte con Pipelife



Pipelife Norge es el mayor productor y proveedor de sistemas de tubos de plástico de Noruega. El Grupo Pipelife es uno de los principales fabricantes de plástico de Europa de tubos y sus complementos (accesorios) asociados. Nuestros sistemas de tuberías se utilizan para conducción de agua, evacuación de agua, alcantarillado, gas, protección de cables e instalaciones eléctricas.

Una parte significativa de nuestros productos se exportan, especialmente los de PE de tubos de grandes diámetros fabricados con el exclusivo proceso de producción de Pipelife en la planta de Pipelife Norge AS en Stathelle, Noruega. La fábrica tiene alrededor de 50 empleados.



**Contacto para información:**

**Pipelife Norge AS**

6650 Surnadal / Noruega

Teléfono: + 47 71 65 88 00

Fax: + 47 71 65 88 01

E-mail: firmapost@pipelife.no

**Contactos del Departamento de exportación:**

**Trygve Blomster**

Director de exportación

E-mail:

trygve.johan.blomster@pipelife.com

**Lars Borgen**

Responsable de implementación de proyectos

E-mail: lars.borgen@pipelife.com

**Miroslav Stanimirov**

Responsable de proyectos de exportación

E-mail: miroslav.stanimirov@pipelife.com

**Bernard Ducros**

Responsable de proyectos de exportación

E-mail: bernard.ducros@pipelife.com

**Ilija Radeljić**

Ingeniero de proyectos de exportación

E-mail: ilija.radeljic@pipelife.com

**Mona Liland**

Secretaría de exportación y de administración de la planta de Stathelle.

E-mail: mona.liland@pipelife.com