



**CATÁLOGO DE PRODUCTOS  
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA  
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE Y RIEGO**



## Tigre Bolivia

La marca TIGRE se ha posicionado como el TOP of Mind en el mercado Boliviano, con productos desarrollados por ingenieros bolivianos y fabricados en las plantas de El Alto y Santa Cruz, siendo la empresa líder de tubos, conexiones y cables, y un referente en el mercado por el desarrollo de nuevos sistemas, y la calidad reconocida de sus productos. Hoy TIGRE se consolida como el productor de tubos y conexiones más grande Latinoamérica y uno de los más importantes del mundo. Los productos de Tigre Bolivia son sinónimo de calidad y durabilidad, destacándose en el mercado boliviano por brindar tranquilidad a sus usuarios y clientes.



# ÍNDICE

Introducción .....	04
Función .....	05
Usos y Aplicaciones .....	05
Ventajas .....	05
Normas de referencia .....	07
Propiedades del PEAD .....	07
Evolución del Polietileno .....	08
Resistencia a los productos químicos .....	09
Especificaciones dimensionales y de peso de acuerdo a norma ISO 4427 .....	12
Equivalencia con tubería fabricada bajo norma ASTM D24427 .....	15
Longitudes estándar y colores .....	16
Cómo realizar un requerimiento de tubería de PEAD .....	16
Consideraciones de diseño para tuberías de PEAD .....	17
Consideraciones para la instalación de tuberías de PEAD .....	26
Recomendaciones para el almacenamiento .....	27
Sistemas de unión para tuberías de PEAD .....	28
Accesorios de Compresión Mecánica .....	29
Unión por temperatura con Electrofusión .....	31
Accesorios de Electrofusión .....	32
Unión por Termofusión .....	33

## Introducción

TIGRE presenta su línea de tubos de Polietileno de Alta Densidad PEAD, (HDPE por sus siglas en inglés), ofreciendo a los usuarios la oportunidad de emplear ventajosamente las características de este material.

Los tubos de PEAD de TIGRE ofrecen alternativas de solución a problemas tradicionales, minimizando costos de mantenimiento e instalación en una gran gama de aplicaciones, en las cuales las condiciones de operación están comprendidas en el rango de presiones y temperaturas para las cuales está diseñado el material.



## Función

Esta tubería es utilizada para el transporte de agua a 20°C en sistemas enterrados de aducción y distribución de agua. También es utilizada para transporte de líquidos en instalaciones industriales y mineras. Es posible también su utilización en sistemas expuestos con tuberías de color negro.

## Usos y aplicaciones

Las tuberías de PEAD pueden ser utilizadas en los siguientes tipos de instalaciones:

- Redes de aducción y distribución de agua potable.
- Redes de alcantarillado.
- Conducción de residuos industriales y químicos.
- Conducción de relaves y riego de pilas de lixiviación (plantas mineras).
- Transporte de gas y petróleo.
- Riego tecnificado.
- Protección de cables electrónicos y telefónicos.

## Ventajas

### Atoxicidad

El uso de Tubos de HDPE ha sido probado en el transporte de agua potable por todas las normativas internacionales. Dicho material responde a todas las prescripciones higiénicas relacionadas a los acueductos como también a las normativas relacionadas a los materiales que vienen en contacto con alimentos; todo está favorecido por la completa ausencia de sabor y olor del material mismo.

### Resistencia a la abrasión

Mientras que en condiciones normales de uso los tubos de acero han logrado resultados aceptables en el campo industrial, los tubos de plástico han sustituido ventajosamente a los tubos de acero que estaban expuestos a una fuerte erosión. Pruebas comparativas han demostrado que existe una marcada diferencia de erosión.

### Propiedades eléctricas

El Polietileno es un óptimo aislante por su estructura no polar, característica notable utilizada en diferentes aplicaciones. Además, la elevada resistividad del volumen superficial hace que el material no sufra en lo mínimo por las corrientes parásitas.

### **Resistencia a los sismos**

Se ha podido establecer, después de analizar los efectos de terremotos ocurridos en varias partes del mundo, que el tubo de PEAD, aprovechando su mayor propiedad de elasticidad en comparación de los materiales tradicionales como fierro fundido, acero, fibra resina, etc., resulta menos vulnerable para la distribución de: agua potable, gaseoductos, alcantarillados civiles e industriales, en zonas clasificadas como sísmicas.

### **Desempeño hidráulico**

Debido a su bajo coeficiente de rugosidad, el PEAD es un excelente material para el transporte de líquidos con una baja pérdida de carga en tramos largos.

### **Estanqueidad**

Debido a sus características, que permiten realizar una unión por fusión, la tubería de polietileno representa uno de los sistemas más estancos que existen.

### **Temperaturas de trabajo**

El rango de temperaturas de trabajo recomendado para el polietileno es de -40°C hasta 60°C. Es un material muy resistente a las bajas temperaturas lo que lo hace muy versátil.

#### **Además se puede destacar**

- > Bajo peso y facilidad de manipulación
- > Rapidez de instalación
- > Menor número de uniones
- > Eliminación de pintura o recubrimientos de cualquier tipo para protección contra corrosión
- > Costos generales inferiores a los sistemas tradicionales
- > Mayor durabilidad
- > Óptima soldabilidad
- > Elevada resistencia al impacto
- > Elevada resistencia al stress-cracking
- > Bajo efecto de incrustación
- > Elevada vida útil

## Normas de referencia

La tubería de PEAD es producida bajo la norma ISO 4427 la cual es también compatible con la norma DIN 8074. Tanto la materia prima como la tubería producida están sujetas a todos los ensayos requeridos por esta norma, con lo cual TIGRE garantiza que el producto cumpla con todas las especificaciones y requisitos de calidad exigidos, además de garantizar una larga vida útil.

Tigre también cuenta con la certificación ISO 9001, garantizando la calidad en todos sus procesos, desde el recibimiento de sus materias primas hasta la entrega adecuada de sus productos terminados.

## Propiedades del PEAD

La materia prima utilizada para la producción de tuberías de PEAD es 100% virgen y cumple con la clasificación de MRS tal y como lo exige la norma ISO 4427. Dicha materia prima cuenta con las siguientes propiedades.

### Mínimas Resistencia Requerida (MRS)

El polietileno utilizado está definido por la característica de la resina en relación al MRS (Minimum Required Strength por sus siglas en inglés). El MRS caracteriza la Mínima Resistencia Requerida que corresponde a la mínima resistencia Tangencial que el material debe resistir a una temperatura de 20°C por un período de por lo menos 50 años. Las resinas utilizadas por Tigre son MRS 80 y MRS 100, también conocidas como PE 80 y PE 100. Estos valores de 80 kgf/cm<sup>2</sup> (8 MPa) y 100 kgf/cm<sup>2</sup> (10 MPa) corresponden a la tensión circunferencial del material PE 80 y PE 100 respectivamente.

### Tensión de Diseño (s)

Corresponde a la tensión Tangencial Admisible que se obtiene de dividir la mínima resistencia requerida por un factor de seguridad C, denominado coeficiente de diseño, y que de acuerdo a la normativa de diseño ISO para el caso de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) adopta un valor de C = 1,25.

### Presión Nominal (PN)

Es la máxima Presión de trabajo a la que puede ser sometida una línea o sistema de presión a 20°C por un período de por lo menos 50 años.

### Relación de Dimensión Estandar (SDR)

(Standard Dimensional Ratio). Es un valor adimensional que relaciona el diámetro externo nominal (DN) y el espesor de pared de la tubería (e). El SDR está estandarizado en valores y representa una presión nominal. Se tienen las siguientes ecuaciones:

$$\text{SDR} = \frac{\text{DN}}{e} ;$$



$$\text{SDR} = \frac{2 \cdot \sigma_s}{e} + 1 ;$$



$$e = \frac{\text{PN} \cdot \text{DN}}{2 \cdot \sigma_s + \text{PN}}$$

Donde:

PN=Presión Nominal (MPa)

DN=Diámetro Externo (mm)

$\sigma_s$ =Tensión de diseño (MPa)

## Evolución del Polietileno

Con el pasar de los años se han ido desarrollando nuevas tecnologías para mejorar las propiedades mecánicas del polietileno, en especial, la Resistencia a la tracción. Es así que inicialmente por el año 1950 se obtiene el primer tipo de polietileno PE 32/40, que se utilizaba principalmente para transporte de aguas servidas y riego a baja presión.

Posteriormente se desarrolló el PE 53/63 el cual ya se podía utilizar para transporte de agua potable a presión. En los últimos años ya se han desarrollado los polietilenos PE 80 y PE100, que son utilizados para sistemas de transporte de agua a presión e incluso transporte de gas por su altísima confiabilidad. Esta mejora en las propiedades del Polietileno permite obtener un tubo de menor espesor que resista mayor presión. Así, el PE100 es el último polietileno disponible en el mercado con la más alta resistencia.

TIGRE, por lo tanto, ofrece las tuberías de conducción de agua potable fabricadas con este material.

La norma ISO 4427 especifica la utilización de polietilenos clasificados por el MRS (Mínima Resistencia Requerida) para la producción de tubos de PEAD para conducción de agua potable a presión y así garantizar la vida útil de los mismos.

## Clasificación de Tuberías de PE

MRS (MPa)	Designación Material	Tensión de Diseño ( $\sigma_s$ )
8,0	PE 80	6,3
10,0	PE 100	8,0

El polietileno utilizado en la fabricación de los tubos es totalmente compatible con las resinas utilizadas en la fabricación de las conexiones.

Las principales características técnicas de las resinas utilizadas por Tigre en la fabricación de tuberías y conexiones de Polietileno de Alta Densidad son las que se muestran a continuación:

Propiedad	Método de Ensayo	Unidad	PE 80	PE 100
Densidad	ISO 1183	gr/cm <sup>3</sup>	0,945 - 0956	0,957 - 0,965
Resistencia a la tracción	ISO 527-2	MPa	20 - 23	22 - 25
Módulo de Tensión (fluencia)	ISO 527-2	MPa	>600	>800
Tensión de diseño ( $\sigma$ )	No aplica	MPa	6,3	8
Mínimo esfuerzo requerido (MRS)	No aplica	MPa	>8	>10
Alargamiento de rotura	ISO 527-2	%	>550	>550
Coeficiente de dilatación lineal	ASTM D696	mm/m°C	0,17 - 0,2	0,2
Temperatura de fragilidad	ASTM D746	oC	< -70	< -70
Dureza Shore a 20°C	ISO 868	escala D	>55	>60

## Resistencia a los productos químicos

La resistencia del Polietileno de Alta Densidad a las sustancias químicas ha sido evaluada en diferentes trabajos obteniéndose un excelente resultado. La resistencia ha sido evaluada en función del comportamiento de una probeta de HDPE sumergida en el fluido en mención a 20°C y 60°C. La evaluación final está esquematizada de la siguiente manera según la tabla siguiente:

Leyenda	Evaluación	Hinchamiento	Pérdida de Carga	Alargamiento de la Rotura
S	SATISFACTORIO	< 3%	< 0.5%	INVARIABLE
L	LIMITADO	3 - 8 %	0.5 - 5 %	DISMINUCIÓN < 50%
NS	NO SATISFACTORIO	> 8%	> 5%	DISMINUCIÓN > 50%

Sustancia Química	HDPE	
	20°C	60°C
ACETATO DE AMILO	S	S
ACETATO DE BUTILO	S	L
ACETONA	S	S
ÁCIDOS AROMÁTICOS	S	S
ÁCIDOS GRASOS	S	L
ÁCIDO CARBÓNICO	S	S
ÁCIDO CÍTRICO	S	S
ÁCIDO CLORHÍDRICO	S	S
ÁCIDO CRÓMICO	S	NS
ÁCIDO FÓRMICO	S	S
ÁCIDO GLICÓLICO	S	S
ÁCIDO LÁCTICO	S	S
ÁCIDO MALEICO	S	S
ÁCIDO MONOCLORACÉTICO	S	S
ÁCIDO NÍTRICO (25%)	S	S
ÁCIDO NÍTRICO (50-70%)	L	NS
ÁCIDO OXÁLICO	S	S
ÁCIDO SÍLICO	S	S
ÁCIDO SULFHÍDRICO	S	S
ÁCIDO SULFÚRICO 50%	S	S
ÁCIDO SULFÚRICO 93%	S	S
ÁCIDO SULFOCRÓMICO	NS	NS
ÁCIDO SULFUROSO	S	S
ÁCIDO ESTEÁRICO	S	L

Sustancia Química	HDPE	
	20°C	60°C
ÁCIDO TARTÁRICO	S	S
ÁCIDO TRICOLORACÉTICO 50%	S	S
ÁCIDO TRICOLORACÉTICO 100%	S	NS
AGUA DE MAR	S	S
AGUA OXIGENADA 30%	S	S
AGUA OXIGENADA 100%	S	NS
AGUA REGIA	NS	NS
ALCANFOR	S	L
ALCOHOL ALÍLICO	S	S
ALCOHOL BENCÍLICO	S	S
ALCOHOL BUTÍLICO	S	S
ALCOHOL ETÍLICO	S	S
ALCOHOL ISOPROPÍLICO	S	S
ALDHEIDO ACÉTICO	S	L
ALUMNRE	S	S
AMONIACO	S	S
ANHÍDRIDO ACÉTICO	S	L
ANHÍDRIDO SULFÚRICO	L	L
ANHÍDRIDO SULFUROSO	S	S
BENCENO	L	L
BENZALDEHÍDO	S	S
BENZOATO DE SODIO	S	S
BROMO	NS	NS

Sustancia Química	HDPE	
	20°C	60°C
CARBONATO DE SODIO	S	S
CETONA	S	S
CICLOHEXANO	S	S
CLOROFORMO	NS	NS
CLORO (LÍQUIDO Y GASEOSO)	NS	NS
CLORURO DE ALUMINIO	S	S
CLORURO DE AMONIO	S	S
CLORURO DE CALCIO	S	S
CLORURO DE MAGNESIO	S	S
DETERGENTE	S	S
DICLOROETANO	L	L
DICLOROETILENO	NS	NS
ÉTER ALIFÁTICO	S	L
ÉTER	L	L
ÉTER DIETÍLICO	L	L
ÉTER DE PETRÓLEO	S	L
FENOL	S	S
FLÚOR	NS	NS
FORMALDEHÍDO 40%	S	S
FOSFATOS	S	S
GLICERINA	S	S
GLICOL	S	S
HIPOCLORITO DE CALCIO	S	S
HIPOCLORITO DE SODIO	S	S

Sustancia Química	HDPE	
	20°C	60°C
JARABES	S	S
LEJÍA	S	NS
LEVADURA	S	S
MERCURIO	S	S
METANOL	S	S
NAFTALINA	S	L
NITRATO DE PLATA	S	S
NITRATO DE SODIO	S	S
OZONO	L	NS
PETRÓLEO	S	L
SAL DE COBRE	S	S
SILICATO DE SODIO	S	S
TETRACLORURO DE CARBONO	NS	NS
VASELINA	L	L

## Especificaciones dimensionales y de peso de acuerdo a Norma ISO 4427 - Tubería PEAD PE 100

La principal oferta de Tigre para tubería de PEAD está basada en tubería producida con polietileno del tipo PE 100, en las diferentes presiones nominales especificadas en la siguiente tabla. Este material es hasta el momento el de mayor resistencia entre los polietilenos de alta densidad modernos utilizados para la fabricación de tuberías.

Presión Nominal		PN 4		PN 6		PN 8		PN 10	
SDR	Espesor [mm]	Peso [Kg/m]	SDR 26		SDR 21		SDR 17		
<b>Diámetro Nominal (mm)</b>	<b>e mín (mm)</b>	<b>Peso (Kg/m)</b>							
20	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	-	-	-	-	-	-	-	-	
32	-	-	-	-	-	-	2,0	0,207	
40	-	-	-	-	2,0	0,263	2,4	0,316	
50	-	-	2,0	0,332	2,4	0,400	3,0	0,479	
63	-	-	2,5	0,526	3,0	0,612	3,8	0,762	
75	-	-	2,9	0,715	3,6	0,878	4,5	1,077	
90	-	-	3,5	1,039	4,3	1,260	5,4	1,546	
110	-	-	4,2	1,525	5,3	1,885	6,6	2,293	
125	-	-	4,8	1,951	6,0	2,394	7,4	2,926	
140	-	-	5,4	2,274	6,7	2,786	8,3	3,402	
160	-	-	6,2	3,234	7,7	3,932	9,5	4,783	
180	-	-	6,9	3,727	8,6	4,589	10,7	5,628	
200	-	-	7,7	4,616	9,6	5,686	11,9	6,950	
225	-	-	8,6	5,796	10,8	7,191	13,4	8,799	
250	-	-	9,6	7,182	11,9	8,803	14,8	10,797	
280	-	-	10,7	8,961	13,4	11,092	16,6	13,556	
315	7,7	7,527	12,1	11,390	15,0	13,965	18,7	17,171	
355	8,7	9,576	13,6	14,421	16,9	17,723	21,2	21,922	
400	9,8	12,138	15,3	18,271	19,1	22,556	23,7	27,619	
450	11	15,306	17,2	23,098	21,5	28,553	26,7	34,991	
500	12,3	19,055	19,1	28,925	23,9	35,778	29,7	43,856	
560	13,7	23,727	21,4	36,278	26,7	44,754	33,2	54,897	
630	15,4	30,018	24,1	45,938	30,0	56,554	37,4	69,545	
710	17,4	38,261	27,2	58,402	33,9	71,986	42,1	88,209	
800	19,6	48,515	30,6	74,008	38,1	91,146	47,4	111,883	
900	22	61,193	34,4	93,570	42,9	115,422	53,3	141,510	
1000	24,5	75,769	38,2	115,424	47,7	142,561	59,3	174,889	
1200	29,4	109,074	45,9	166,353	57,2	205,087	67,9	240,989	

Presión Nominal	PN 12,5		PN 16		PN 20		PN 25	
SDR	SDR 13,6		SDR 11		SDR 9		SDR 7,4	
Diámetro Nominal (mm)	e mín (mm)	Peso (Kg/m)						
20	-	-	2,0	0,124	2,3	0,143	3,0	0,172
25	2,0	0,159	2,3	0,183	3,0	0,223	3,5	0,256
32	2,4	0,248	3,0	0,295	3,6	0,347	4,4	0,410
40	3,0	0,387	3,7	0,456	4,5	0,540	5,5	0,636
50	3,7	0,582	4,6	0,705	5,6	0,834	6,9	0,986
63	4,7	0,924	5,8	1,110	7,1	1,330	8,6	1,550
75	5,6	1,308	6,8	1,548	8,4	1,864	10,3	2,208
90	6,7	1,870	8,2	2,247	10,1	2,688	12,3	3,161
110	8,1	2,774	10,0	3,317	12,3	3,987	15,1	4,733
125	9,2	3,569	11,4	4,309	14,0	5,158	17,1	6,114
140	10,3	4,214	12,7	5,011	15,7	6,037	19,2	7,161
160	11,8	5,813	14,6	7,038	17,9	8,388	21,9	9,932
180	13,3	6,980	16,4	8,307	20,1	9,934	24,6	11,795
200	14,7	8,571	18,2	10,240	22,4	12,292	27,4	14,588
225	16,6	10,877	20,5	12,970	25,2	15,553	30,8	18,446
250	18,4	13,392	22,7	15,958	27,9	19,137	34,2	22,756
280	20,6	16,785	25,4	19,996	31,3	24,035	38,3	28,538
315	23,2	21,254	28,6	25,320	35,2	30,404	43,1	36,122
355	26,1	26,940	32,3	32,212	39,7	38,634	48,5	45,813
400	29,4	34,181	36,3	40,793	44,7	49,010	54,7	58,203
450	33,1	43,276	40,9	51,689	50,3	62,033	61,5	73,617
500	36,8	52,707	45,4	64,610	55,8	77,463	-	-
560	41,2	66,080	50,8	80,963	62,5	97,160	-	-
630	46,3	83,536	57,2	102,529	70,3	122,931	-	-
710	52,2	106,121	64,5	130,266	79,3	156,237	-	-
800	58,8	134,676	72,6	165,205	89,3	198,234	-	-
900	66,2	170,548	81,7	209,117	-	-	-	-
1000	72,5	207,760	90,2	256,673	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-	-	-	-

## Especificaciones dimensionales y de peso de acuerdo a Norma ISO 4427 - Tubería PEAD PE 80

Presión Nominal		PN 16	
SDR	SDR 26		
Diámetro Nominal (mm)	e mín (mm)	Peso (Kg/m)	
20	2,3	0,143	
25	3,0	0,223	
32	3,6	0,347	
40	4,5	0,540	

**Nota.-** La producción de tuberías de PEAD en PE 80 se ha reducido a los diámetros indicados los cuales todavía son requeridos por algunos clientes debido principalmente a la flexibilidad que se tiene en estas dimensiones. Es posible la producción en PE 80 en cualquier diámetro, previa consulta de plazos de producción y disponibilidad de materia prima. La producción de PEAD es realizada en más de un 90% en PE 100 por la mayor resistencia que este material posee.

## Equivalencia con tubería bajo Norma ASTM D2447 (Norma descontinuada)

La tubería de PEAD producida anteriormente bajo la norma americana ASTM D2447 (politubo) la cual se encuentra descontinuada, tiene una equivalencia con la tubería producida bajo la norma ISO 4427 en PE 100. La tubería equivalente de la norma conocida en pulgadas, con la tubería en norma ISO 4427 se muestra en la tabla siguiente:

ASTM D2447				ISO 4427			
DN (pulgadas)	D mín (mm)	e mín (mm)	Presión nominal (Kg/cm <sup>2</sup> )	DN** (mm)	DENOMINACIÓN	e mín [mm]	Presión nominal (Kg/cm <sup>2</sup> )
1/2	21,20	2,77	13	20	TUBERÍA PE100 PN 16 DN 20	2	16
3/4	26,60	2,87	10,5	25	TUBERÍA PE100 PN 16 DN 25	2,3	16
1	33,27	3,38	9,8	32	TUBERÍA PE100 PN 16 DN 32	3	16
				32	TUBERÍA PE100 PN 10 DN 32	2	10
1 1/4 *				40	TUBERÍA PE100 PN 10 DN 40	2,4	10
1 1/2	48,10	3,68	7,2	50	TUBERÍA PE100 PN 10 DN 50	3	10
2	60,20	3,91	6	63	TUBERÍA PE100 PN 10 DN 63	3,8	10
2 1/2	72,80	5,16	6,6	75	TUBERÍA PE100 PN 10 DN 75	4,5	10
3	88,70	5,49	5,7	90	TUBERÍA PE100 PN 10 DN 90	5,4	10
4	114,10	6,02	4,8	110	TUBERÍA PE100 PN 8 DN 110	5,3	8
*				125	TUBERÍA PE100 PN 8 DN 125	6	8
6	168,00	7,11	3,8	160	TUBERÍA PE100 PN 8 DN 160	7,7	8

\* Opciones que no se disponían bajo la norma ASTM D2447

\*\* El DN es el Diámetro Mínimo.

**Nota.-** Si bien la producción bajo la norma ISO 4427 presenta espesores menores, las propiedades exigidas por esta norma para el PE 100 permiten obtener una mayor resistencia por lo que se cumplen las presiones exigidas.

La nomenclatura PN es utilizada para denominar a la Presión Nominal o Presión Máxima de Operación Admisible en Kg/cm<sup>2</sup>, que es la presión máxima de trabajo a la cual puede estar sometida la tubería durante 50 años a una temperatura de 20°C.

El espesor de la pared de la tubería determina la presión que puede soportar una tubería. Es así que, por ejemplo, una tubería PN 16 (Presión Nominal 16 Kg/cm<sup>2</sup>) de diámetro 40 mm tendrá mayor espesor que una tubería PN 10 (Presión Nominal 10 Kg/cm<sup>2</sup>), del mismo diámetro.

## Longitudes estándar y colores

La Tubería PEAD se produce bajo los siguientes estándares de longitud:

DN	Longitud (m)
20	200
25 a 63	100
75 a 110	50
≥ a 125	6 o 12

Los colores estándar son: negro, azul, y negro con líneas azules (si requiere identificación), se recomienda que la tubería azul sea instalada enterrada. Las tuberías negras y negras con líneas azules pueden ser instaladas expuestas ya que poseen normalmente elementos de protección de rayos ultra violeta. En caso de requerir una tubería de color con protección de rayos ultra violeta, se debe especificar al momento de realizar la compra.

La norma ISO 4427 especifica que para sistemas de agua potable la tubería debe ser de color azul o negra con líneas azules.

## ¿Cómo realizar requerimientos de tuberías PEAD?

Para realizar un requerimiento de tubería de PEAD es necesario que al momento de hacerlo se especifique mínimamente lo siguiente:

- > Diámetro de la tubería (DN): el diámetro nominal de tabla corresponde siempre a diámetro externo.
- > Presión nominal PN. Es la presión de trabajo máxima a la cual estará sometida la tubería durante un período mínimo de 50 años. En caso de no conocer este dato contactarse con servicio técnico para recibir asesoramiento.
- > Color: Para tuberías enterradas es posible utilizar tuberías de color azul. Para tuberías expuestas (no enterradas), se recomienda que la tubería sea de color negro.
- > Longitud: Si bien se tienen estándares de producción en la longitud de los rollos o barras asegurarse que su requerimiento este acorde con los estándares, de lo contrario consultar la posibilidad de cambio en las longitudes.

Para aplicaciones especiales consultar con servicio técnico.

# Consideraciones de diseño para tuberías de PEAD

## Ecuaciones para el diseño hidráulico de tuberías

Un flujo a través de tuberías se puede catalogar bajo presión o como un sistema de escurrimiento en superficie libre (sin presión). En ambos casos, las tuberías de polietileno de alta densidad presentan considerables ventajas respecto sobre los materiales tradicionales debido a que poseen una superficie lisa que les proporciona un excelente desempeño hidráulico. Todo esto, sumado a su alta resistencia a la corrosión y al bajo efecto de incrustación que poseen, se traduce en algunos casos en menores diámetros de diseño.

## Flujos bajo presión

En el caso de las tuberías que deban trabajar bajo presión, su diseño estará determinado básicamente por las pérdidas de carga que se producen a lo largo de ésta.

La pérdida friccional puede estimarse usando la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

**J:** Pérdida friccional por unidad de longitud (m/m)

**f:** coeficiente o factor de fricción

**D:** diámetro interno de la tubería (m)

**v:** velocidad media (m/s)

**g:** aceleración de gravedad (m<sup>2</sup>/s)

El régimen de escurrimiento en una tubería está determinado por el número de Reynolds, definido como:

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

Donde:

**Re:** número de Reynolds

**D:** diámetro interno de la tubería(m)

**v:** velocidad media (m/s)

**ν:** viscosidad cinemática del fluido (m<sup>2</sup>/s)  
(para agua  $\nu = 1,01 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s)

El régimen de escurrimiento es laminar si  $Re \leq 2.000$  y turbulento si  $Re \geq 2.000$ . En el caso de régimen laminar:

$$f = \frac{64}{Re}$$

En el caso de régimen turbulento, el factor de fricción queda determinado tanto por el número de Reynolds como por la rugosidad relativa y puede estimarse a través de la fórmula de Colebrook y White, que se muestra a continuación:

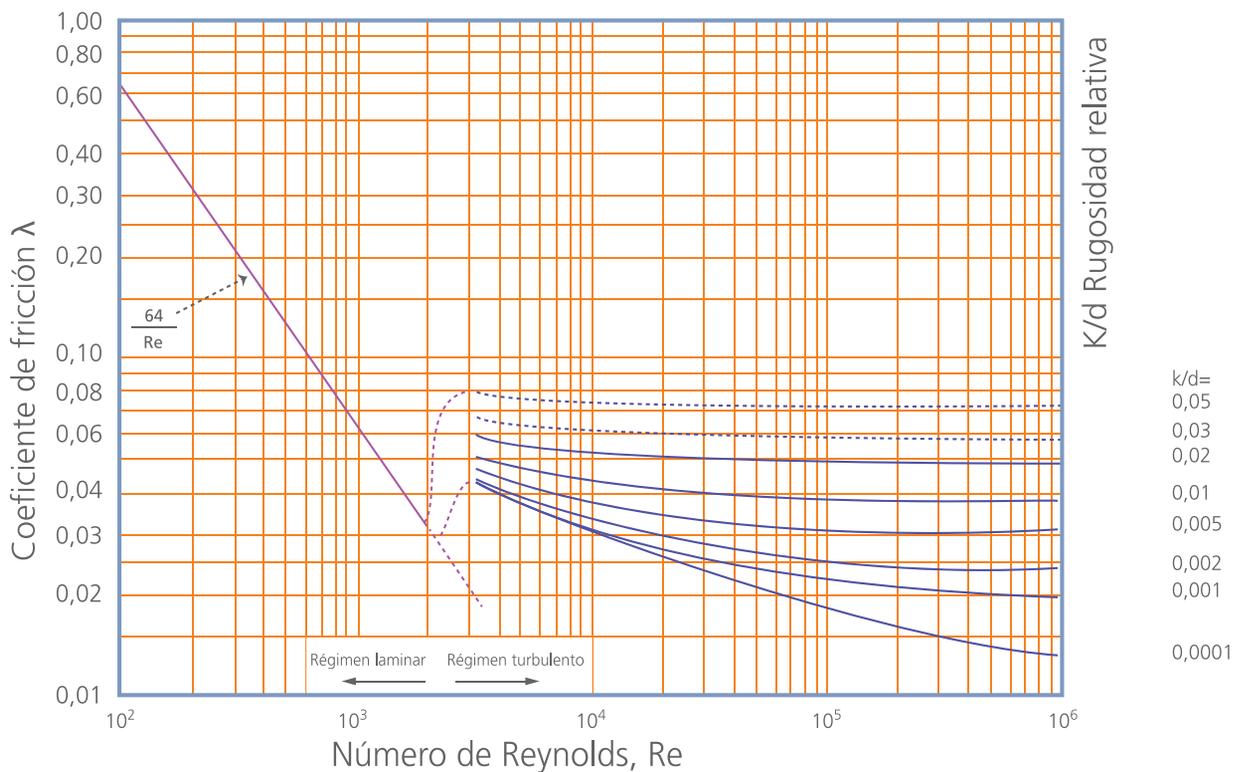
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{k_s}{3,7 D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

$k_s$ : rugosidad absoluta (m)

La relación funcional entre el factor de fricción,  $f$ , y los parámetros  $Re$  y  $k_s/D$  en tuberías se representa gráficamente en el ábaco de Moody, el cual se muestra a continuación.

## Ábaco de Moody



**Rugosidad absoluta (ks) para diferentes materiales utilizados en la fabricación de tuberías**

Material	K <sub>s</sub> (mm)
Vidrio	0,0003
PVC, CPVC, HDPE	0,0015
Acero	0,046
Hierro Forjado	0,06
Hierro Dúctil	0,25
Concreto	0,3 - 3,0

Debido a que la fórmula de Colebrook y White requiere para el cálculo del factor de fricción, f, de un proceso iterativo, como una manera de simplificar los cálculos es posible utilizar la fórmula de Hazen-Williams, la cual está dada por la siguiente expresión:

$$J = 10,665 \left( \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,869}} \right)$$

**Donde:**

**J:** pérdida por fricción por unidad de longitud(m/m)

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**C:** coeficiente de rugosidad (para PEAD C=150)

El uso de la ecuación de Hazen-Williams tiene que estar limitado a ciertas características del fluido y del flujo. Estos límites son los siguientes:

- > El fluido debe ser agua a temperatura normal.
- > El diámetro de la tubería debe ser superior o igual a 50 mm.
- > La velocidad en las tuberías no debe exceder los 3 m/s.

Para ambas fórmulas, el cálculo de la pérdida de carga estará dado por la siguiente ecuación:

$$H = J \cdot L$$

**Donde:**

**H:** pérdida de carga total (m)

**J:** pérdida friccional por unidad de longitud (m/m)

**L:** longitud del tramo de tubería (m)

De manera de hacer el diseño más conservador, se recomienda calcular las pérdidas por ambos métodos y elegir el resultado mayor.

## Evaluación de Pérdidas de Cargas Singulares

La ecuación para el cálculo de pérdidas de carga singulares causadas por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma:

$$h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

$h_m$ : pérdida de carga debida a la singularidad (m)

$k_m$ : coeficiente de pérdida de carga del accesorio

$v$ : velocidad media del flujo en la tubería (m/s)

$g$ : aceleración de gravedad ( $m^2/s$ )

De acuerdo a esto, la pérdida de carga total del sistema estará dada por la siguiente expresión:

$$H_T = H + \sum h_m$$

Donde:

$H_T$ : pérdida de carga total del sistema (m)

$H$ : pérdida de carga del tramo de tubería (m)

$\sum h_m$ : sumatoria de las pérdidas singulares en cada accesorio (m)



La siguiente tabla muestra un resumen de coeficientes de pérdidas de carga para accesorios de uso frecuente en sistemas de tuberías.

#### Coeficientes para pérdidas en accesorios

Accesorio	$K_m$
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula en ángulo, completamente abierta	5
Válvula de registro, completamente abierta	2,5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2
Válvula de compuerta, con $\frac{3}{4}$ de apertura	1,0 - 1,15
Válvula de compuerta, con $\frac{1}{2}$ apertura	5,6
Válvula de compuerta, con $\frac{1}{4}$ de apertura	24
Codo de radio corto ( $r/d = \pm 1$ )	0,9
Codo de radio mediano	0,75 - 0,8
Codo de gran radio ( $r/d = \pm 1,5$ )	0,6
Codo de 45°	0,4 - 0,42
Retorno (curva en U)	2,2
Tee en sentido recto	0,3
Tee a través de la salida vertical	1,8
Unión	0,3
Vee de 45° en sentido recto	0,3
Vee de 45° en salida lateral	0,8
Entrada recta a tope	0,5
Entrada con boca acampanada	0,1
Entrada con tubo reentrando	0,9
Salida	1

## Golpe de Ariete

Normalmente los sistemas hidráulicos en presión presentan características de régimen permanente, es decir, que la velocidad, presión y sección de escurrimiento, aunque pudiendo variar de un punto a otro, no varían en el tiempo. Sin embargo, existen situaciones debidas a violentas perturbaciones introducidas en el sistema, en las cuales la velocidad y presión pueden variar de manera significativa. Este fenómeno se denomina golpe de ariete.

La necesidad de evaluar este fenómeno va ligada de manera inherente, al hecho de que los cambios de régimen, más o menos bruscos que se producen, generan niveles de presiones muy superiores a los correspondientes a los regímenes permanentes y, en consecuencia, las conducciones deben estar preparadas para poderlos soportar.

Dentro de las causas más comunes que dan origen a la aparición de este fenómeno, podemos destacar:

- > Apertura o cierre brusco de válvulas.
- > Partida o detención de sistemas de bombeo.

Para evaluar la máxima variación de presión que se puede presentar en un sistema, se puede utilizar la expresión de Pulso de Joukowski, dada por la siguiente expresión:

$$\Delta h = -a \cdot \frac{\Delta v}{g}$$

**Donde:**

**$\Delta h$ :** variación de presión (m)

**a:** velocidad de la onda de presión (m/s)

**$\Delta v$ :**  $v_{\text{final}} - v_{\text{inicial}}$  (m/s)

**g:** aceleración de gravedad ( $m/s^2$ )

Para calcular la velocidad de la onda de presión, a, se utiliza la siguiente expresión:

$$a = \sqrt{\frac{1421}{1 + \left(\frac{k \cdot d}{E \cdot e}\right)}}$$

**Donde:**

**a:** velocidad de la onda de presión (m/s)

**k:** módulo de compresión del fluido (para agua =  $2,06 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup>)

**d:** diámetro interno de la tubería (cm)

**E:** módulo de elasticidad del PEAD (kg/cm<sup>2</sup>)

**e:** espesor de la tubería (cm)

## Flujos sin Presión (Acueductos)

Para el diseño de tuberías con flujos sin presión (acueductos), se utiliza la fórmula de Manning, la cual está dada por la siguiente ecuación:

$$Q = A \cdot R_h^{2/3} \frac{\sqrt{i}}{\eta}$$

Donde:

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

A: área de escurrimiento (m<sup>2</sup>)

R<sub>h</sub>: radio hidráulico (m); R<sub>h</sub>=A/P

P: perímetro mojado (m)

i: pendiente (m/m)

η: coeficiente de Manning (para PEAD = 0,009)

Cuando se tiene escurrimiento a sección llena, R = D/4 (D = diámetro interno). En caso de tener escurrimiento a sección parcial, se deben utilizar las siguientes relaciones:

$$A = \frac{1}{8} \cdot (\theta - \text{sen}\theta) \cdot D^2$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot D$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1}{4} \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right) \cdot D$$

## Pruebas hidráulicas de campo

Para la realización de las pruebas hidráulicas en campo “para instalaciones realizadas con tubería de Polietileno de Alta Densidad”, se deben tener en cuenta las siguientes definiciones

- Pt: Es la presión de trabajo del sistema, y corresponde a la presión hidrostática a la cual la tubería estará sometida durante su vida útil. También se conoce como presión de diseño o presión de servicio.
- Pn: Es la presión nominal para la cual fueron fabricadas las tuberías o los accesorios de un sistema.
- Pp: Es la presión de prueba con la cual se va a probar un tramo.

El objetivo de realizar un ensayo de presión en campo es el de verificar la instalación de la tubería y que no existan filtraciones en las uniones, de ninguna manera es verificar la resistencia de la tubería la cual ya está verificada a través de ensayos en laboratorio de fábrica.

El control de calidad que supone la realización de la prueba de presión debe realizarse una vez que se cumplan las siguientes condiciones:

- La tubería haya sido instalada y no haya sido puesta en servicio.
- Todos los anclajes deben haber sido instalados tanto en cambios de dirección, derivaciones como en finales de línea. En el caso de anclajes de hormigón los mismos deben haber sido instalados por lo menos siete días antes de la realización de la prueba.
- Deben estar instaladas las válvulas de purga de aire (en los puntos altos y finales de línea), válvulas de sobrepresión y los accesorios requeridos en el sistema.
- La prueba debe iniciarse una vez que todo el aire atrapado haya sido liberado. Para esto el sistema debe ser llenado con agua desde el punto más bajo.
- El agua debe estar a una temperatura no inferior a 5°C ni mayor a 30°C. Para temperaturas fuera de este rango consultar con Asistencia Técnica Tigre.
- Las pruebas se deben realizar en tramos no mayores a 500m a no ser que exista algún impedimento o necesidad justificada ante la supervisión de realizar en tramos mayores (los tramos a evaluarse deberán ser acordados entre contratista y supervisión).
- Se debe contar con la bomba capaz de elevar la presión en la tubería, cercana al valor de la presión de prueba manómetros, cronómetro y los elementos de conexión entre la bomba y la tubería.
- Se instalará 1 manómetro para lecturas de la prueba en la elevación más baja, si se instalase en otro punto se deben realizar las correcciones matemáticas de la diferencia de cabeza hidrostática.

Una vez que se cumplan las condiciones para la realización de la prueba hidrostática se procede al llenado de la tubería. Se debe verificar la ausencia de aire dentro de la tubería lo cual se evidencia por la salida de agua por las purgas y el cierre automático de las ventosas.

Presión de Prueba (Pp). La Presión de prueba (Pp) máxima no debe exceder de 1,5 veces la presión de trabajo (Pt) del sistema. Accesorios y dispositivos con una presión nominal menor a la prueba de presión, no deberán estar presentes o deberán aislarse de la sección de prueba.

Tiempo de la prueba. Cuando la presión máxima de prueba se encuentre entre la presión de trabajo (Pt) y 1,5 veces la presión de trabajo o en 1,5 veces la presión de trabajo (Pt), el tiempo total de la prueba incluyendo el tiempo requerido para llenar el sistema, presurizar, estabilizar, mantener la presión de prueba (Pp) y despresurizar no debe exceder las 8 horas. En general se recomienda que una vez estabilizado el sistema al valor de la presión de prueba (Pp), el tiempo con la tubería presurizada a ese valor no deberá exceder las cuatro horas.

La despresurización del sistema debe realizarse en forma paulatina a una velocidad controlada. La despresurización repentina puede causar golpe de ariete.

Si fuese necesario repetir la prueba, es necesario esperar mínimo 8 horas desde que el sistema ha sido despresurizado, para volver a realizarla.

Por ningún motivo se debe intentar reparar cualquier falla encontrada, con el sistema presurizado.

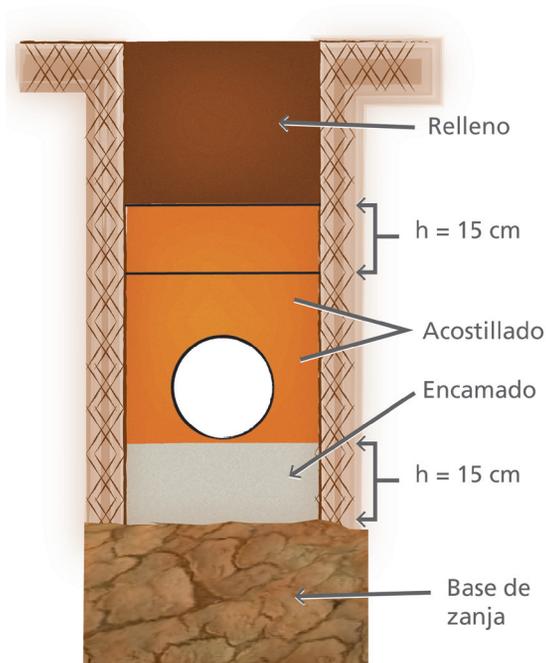
(basado en ASTM F2164)

# Consideraciones para la instalación de la tubería PEAD

## Instalación de tubería enterrada

Dadas las características de la tubería Tigre PEAD, es muy importante tener en cuenta la base (encamado) y el material de relleno sean los adecuados, además de los procesos de compactación.

1. La base de la instalación debe ser lo suficientemente estable y el fondo de la zanja donde se apoyará la tubería deberá ser plano y libre de elementos cortantes. Para esto se debe preparar un encamado de arena fina o material seleccionado, de tal manera que la tubería no entre en contacto con elementos cortantes o puntiagudos que puedan dañarlo.
2. Cuando la base de la zanja presenta arcilla saturada, fango o lodo, sin condiciones mecánicas mínimas para el asentamiento del tubo, se debe disponer una base de cascajo (gravilla) bien asentada. Encima de la base de cascajo se debe colocar una cama de 15 cm de arena fina o material seleccionado igual al punto 1.
3. Una vez realizado el encamado, se extiende la tubería y se coloca el material de relleno lateral o acostillado. Este material puede ser el que se extrajo de la zanja, pero al igual que en el punto 1, el mismo debe ser seleccionado (cernido) evitando los elementos grandes o cortantes que puedan dañar el tubo. Este relleno debe estar compactado cada 10 cm en los laterales de la tubería hasta cubrir la corona y por lo menos 15 cm más. La compactación debe realizarse de forma manual.
4. El resto de la zanja puede ser relleno con material de la excavación y compactado cada 20 a 25 cm, utilizando saltarín. Se recomienda realizar la compactación de la zanja con tubo lleno y a presión, dejando las uniones libres para las pruebas hidráulicas.



## Recomendaciones para el almacenamiento

Para mantener el producto en buenas condiciones y libre de daños se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

- Almacenar los productos en sus embalajes, en lo posible en áreas cubiertas para protegerlos de la intemperie, de preferencia en superficies planas exentas de piedras y elementos puntiagudos que puedan dañar la superficie de la tubería.
- Proteger los tubos durante el transporte del contacto con otros materiales.
- Almacenar los productos de acuerdo a las alturas máximas y espaciamiento máximo de soporte permitidos.

### Evite:

- Apoyar los productos directamente sobre el suelo en el momento del almacenamiento.
- Arrastrar los productos sobre el suelo.
- Lanzar los materiales al piso durante la descarga.
- Desamarrar las bobinas de una sola vez.
- Amarrar los rollos con alambres para el transporte o manipuleo.

## Sistemas de unión para tubería de PEAD

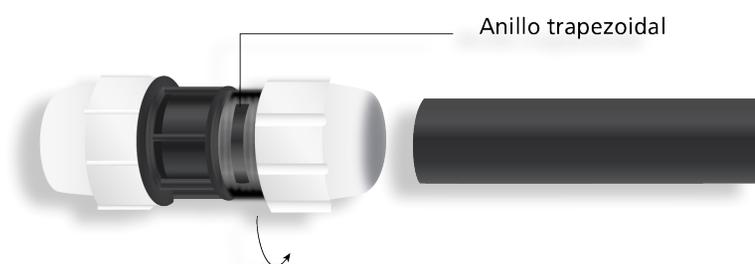
Para la tubería de PEAD existen dos formas de unión.

- > Unión mecánica (Juntas de compresión)
- > Unión por temperatura
  - > Electrofusión.
  - > Termofusión.

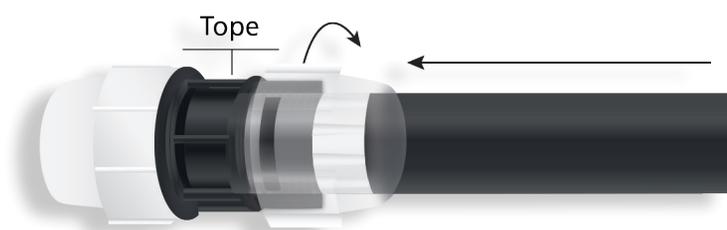
### Unión Mecánica con Juntas de Compresión

Como su nombre lo indica es una unión mecánica en la que se requiere de un accesorio especial, el cual está compuesto por un casquillo cónico, que presenta en la superficie que estará en contacto con la tubería unas estrías que sujetan a la tubería para evitar un desplazamiento axial. Además presentan anillas de goma que funcionan como sellos para evitar filtraciones. Esta unión se la realiza de la siguiente manera:

**Paso 1.** Mida la profundidad de la campana de conexión desde el borde hasta el tope interior de la conexión. Marque esta medida en la tubería para asegurar la longitud de inserción. Desajuste la rosca de la extremidad sin necesidad de soltarla completamente.



**Paso 2.** Introduzca el tubo con un movimiento circular dentro del accesorio pasando el casquillo cónico de apriete y el sello de goma llegando hasta el tope interno. Verifique con la marca en el tubo.



**Paso 3.** Gire la rosca de la extremidad en dirección del cuerpo del accesorio, gire la rosca con fuerza aunque no sea necesario llegar hasta el tope.



## Accesorios de Compresión Mecánica

### Copla



Descripción	DN
Copla S07 PN 16	20
Copla S14 PN 10	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110
	125

### Copla con derivación macho



Descripción	DN
Copla con derivación macho S07 PN 16	32 - 3/4
	32 - 1
Copla con derivación macho S14 PN 10	40 - 1
	40 - 1 1/2
	50 - 1
	50 - 1 1/2
	63 - 3/4
	63 - 1 1/2
	63 - 2
	75 - 2
	75 - 2 1/2
	90 - 2
	90 - 3
	110 - 2
	110 - 3
	110 - 4

## Codo 45°



Descripción	DN
Codo 45° S07 PN 16	32
Codo 45° S14 PN 10	40
	50
	63
	75
	90
	110

## Tee



Descripción	DN
Tee S07 PN 16	25
Tee S14 PN 10	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110

## Tapón



Descripción	DN
Tapón S07 PN16	20
Tapón S14 PN10	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110

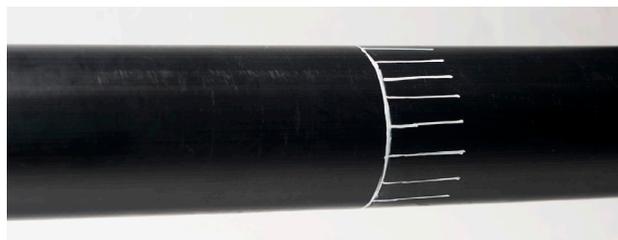
Para cualquier requerimiento especial, consulte con Asistencia Técnica Tigre o con su ejecutivo de ventas.

## Unión por temperatura con Electrofundición

Esta unión es ejecutada utilizando un accesorio especial que contiene resistencias eléctricas incorporadas internamente las cuales son calentadas a través de un equipo de electrofundición controlado eléctricamente. Este equipo proporciona corriente eléctrica a través de las resistencias eléctricas las cuales se calientan y forman una fundición entre tubo y accesorio, formando así una de las uniones más seguras existentes. El procedimiento para realizar esta unión es el siguiente:



**Paso 1.** Limpie muy bien y seque el extremo de la tubería.



**Paso 2.** Marque primeramente la longitud del tubo a introducirse en el accesorio, luego marque el área del tubo que se va a raspar trazando líneas visibles y perpendiculares al raspado.



**Paso 3.** Raspe en forma manual o con el raspador mecánico un espesor de aproximadamente 0.3 mm de la superficie exterior. No tocar con las manos la superficie ya raspada.



**Paso 4.** Realice los pasos anteriores para el tubo opuesto, retire el accesorio del embalaje e introduzca el tubo hasta las marcas realizadas. La zona que se va a soldar debe permanecer estable e inmóvil, para esto es posible utilizar el alineador.



**Paso 5.** Conecte los electrodos de la electrofundidora al accesorio verificando los colores de los terminales, realice la soldadura activando la soldadora. Deje enfriar el tiempo indicado en la etiqueta antes de quitar el alineador.

**Nota.** Para mayor detalle de la operación de soldadura, se recomienda consultar el manual de conexiones por electrofundición.

## Accesorios de Electrofundición

### Copla Electrofundición P/SDR11



DN			
20	90	250	560
25	110	280	630
32	125	315	710
40	160	355	800
50	180	400	
63	200	450	
75	225	500	

### Codo 90° Electrofundición P/SDR11



DN		
20	90	250
25	110	
32	125	
40	160	
50	180	
63	200	
75	225	

### Codo 45° Electrofundición P/SDR11



DN		
20	90	250
25	110	
32	125	
40	160	
50	180	
63	200	
75	225	

### Tee Electrofundición P/SDR11



DN		
20	90	250
25	110	
32	125	
40	160	
50	180	
63	200	
75	225	

## Toma de servicio en carga Electrofusión P/SDR11



DN

D línea 40 a 250  
D deriv 20 a 63  
en sus combinaciones

## Toma en carga con limitador de caudal P/SDR11



DN

225-32	110-32
180-32	90-32
160-32	63-32
125-32	

## Unión por Termofusión

Este tipo de unión no requiere de un accesorio extra, se realiza por calentamiento en los extremos de dos tuberías y la unión con una fuerza axial, llegándose a obtener una soldadura a tope. Este tipo de unión se utiliza para diámetros grandes.



Los equipos comunmente utilizados por termofusión están constituidos por tres elementos: unidad de fuerza (compuesta de una unidad hidráulica y un alineador), refrentador y placa calentadora.

**Paso 1.** A partir de la tabla entregada por el fabricante, verifique la presión de soldadura requerida y súmela a la presión inicial para desplazamiento (inercia de la máquina más el peso propio del tubo a ser desplazado).



**Paso 2.** Verificar el perfecto alineamiento de los tubos.



**Paso 3.** Use el refrentador para rectificar las superficies a ser unidas.



**Paso 4.** Limpiar la superficie con la solución a base de alcohol y a partir de ese instante evite tocar la región a ser soldada.



**Paso 5.** Cuando la temperatura de la placa calentadora llegue al valor recomendado por el fabricante, posiciónela manteniendo la presión de soldadura hasta la formación de un cordón inicial entre la placa y el tubo (la tabla suministrada de la máquina indicará la dimensión del cordón).



**Paso 6.** Retire la placa calentadora y aproxime los tubos. El cordón de soldadura aumentará de dimensión. Espere el enfriamiento recomendado por el fabricante del equipo.



**Paso 7.** Solamente después de logrado el enfriamiento requerido, puede mover el equipo para una próxima soldadura.

En caso de requerir este tipo de unión, se solicita hacer la consulta al ejecutivo de ventas o Asistencia Técnica, para poner en contacto con la empresa que presta este servicio.

## Límite de Garantía

Los tubos y conexiones de Tigre están garantizados por un periodo de 10 años en explotación, garantizando sus productos contra defectos de fábrica.

La garantía queda sin efecto si los productos de TIGRE son utilizados incumpliendo las recomendaciones de diseño, manipulación, almacenamiento o instalación, de igual forma la garantía cesará si los productos han sufrido alguna alteración o daño durante su transporte y manipuleo.

*La responsabilidad de TIGRE y la garantía de los productos están limitadas al reemplazo o devolución de las piezas defectuosas y bajo ninguna circunstancia cubre el retiro o instalación de productos o daños colaterales.*

# Certificaciones

PRODUCTO



## EL INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACIÓN Y CALIDAD

Respaldo por los Decretos Supremos N° 23489 y N° 24498 y concluido el proceso de Certificación de Productos que se sustenta en el Esquema 5 de la NB/ISO/IEC 17067, reglamentos y procedimientos internos, otorga el:

### CERTIFICADO DE USO DEL "SELLO IBNORCA" DE CONFORMIDAD CON NORMA

#### ISO 4427-2 : 2007

**Al Producto:** Tubos de polietileno para la conducción de agua Tipo PE 100  
SDR 7,4 ( Diámetro Nominal 20 mm a 110 mm y 160 mm);  
SDR 9 ( Diámetro Nominal 20 mm a 110 mm y 160 mm);  
SDR 11 ( Diámetro Nominal 20 mm a 110 mm y 160 mm);  
SDR 13,6 (Diámetro Nominal 25 mm a 110 mm y 160 mm);  
SDR 17 ( Diámetro Nominal 32 mm a 110 mm y 160 mm);  
SDR 21 (Diámetro Nominal 40 mm a 110 mm y 160 mm);  
SDR 26 (Diámetro Nominal 50 mm a 110 mm y 160 mm).

**Marca Comercial:** TIGRE

**De la Empresa:** TIGRE S.A.

**Lugar de Fabricación:** AV. JUAN PABLO II KM 15 EL ALTO, LA PAZ - BOLIVIA



El presente certificado autoriza al Titular para hacer uso del Sello IBNORCA por el período de vigencia y estará condicionado al contrato suscrito con IBNORCA y la reglamentación particular N° RP - 62, debiendo además someterse a los procedimientos internos establecidos para el efecto. Esto supone los seguimientos anuales del Sistema de la Calidad implantado en las instalaciones del Titular y además la toma de muestras en la fábrica y/o mercado, las mismas que son sometidas a ensayos.

**Vigencia del Certificado:** 2016-12-06 al 2019-12-06

REG-PRO-16-01A-08

José Durán Guillén  
Director Ejecutivo

Daniel Sánchez Soliz  
Presidente

[www.ibnorca.org](http://www.ibnorca.org)

IBNORCA - Oficina Central: Calle 7 N° 545 Zona Obrajes, La Paz - Bolivia

N° 389/165



## BOLIVIA

Oficina y Planta Santa Cruz: Parque Industrial Ramón D. Gutiérrez PI-22

Teléfonos: (591) (3) 3147220 > Fax: (591) (3) 3465258

Oficina La Paz: C/ Alto de la Alianza N° 665 > Teléfonos: (591) (2) 2187810

Fax: (591) (2) 2187827 > Casilla N° 4818

Planta El Alto: Av. Juan Pablo II Km 15, Río Seco > Teléfonos: (591) (2) 2187843/44

Fax: (591) (2) 2860581

Tigre S.A. se reserva el derecho a modificar sin previo aviso las características técnicas, pesos y dimensiones presentado en este catálogo, respetando los valores previstos en las normas citadas. TIGRE S.A. no se responsabiliza por daños personales o materiales que ocurriesen por el uso inadecuado y/o negligente de las informaciones contenidas en éste catálogo. Para mayor información comuníquese con el Departamento de Asistencia Técnica.

4ta. Edición, 2019.



**GRACIAS POR CONFIAR EN  
EL GRUPO TIGRE.**





