

**Índice de contenidos**

|  |             |
|--|-------------|
| Masa lineal y distancia entre apoyos para tubos de acero en la construcción de instalaciones (valores indicativos) | <b>18.1</b> |
| Distancia entre apoyos en instalaciones para tubos de acero, cobre, plástico (valores indicativos)                 | <b>18.2</b> |
| Distancia entre apoyos para tubos de plástico (valores indicativos según datos del fabricante)                     | <b>18.3</b> |
| Peso por soporte (cálculo, simulación y coeficiente de seguridad S)  | <b>18.4</b> |
| Variación longitudinal en tuberías y coeficiente de dilatación térmica   | <b>18.5</b> |
| Longitudes mínimas para brazo de flexión $L_A$ en tuberías de fluido caloportador (valores indicativos)            | <b>18.6</b> |
| Fuerza de punto fijo para tuberías de acero (valores estimados)  | <b>18.7</b> |
| Valores característicos del material y restricciones para cargas estáticas   | <b>18.8</b> |
| Protección contra la corrosión   | <b>18.9</b> |

**Relación de fuentes**

- [1] Wagner, Walter: Rohrleitungstechnik, Vogel-Buchverlag, 10ª edición, 2008  
 [2] Wagner, Walter: Planung im Anlagenbau, Vogel-Buchverlag, 2ª edición, 2003  
 [3] Wagner, Walter: Festigkeitsberechnungen im Apparate und Rohrleitungsbau, Vogel-Buchverlag, 7ª edición, 2007  
 [4] DVS 2210-01: Industrierohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen  
 für weiterführende Hinweise zur Stützweitenbestimmung von Kunststoffrohren

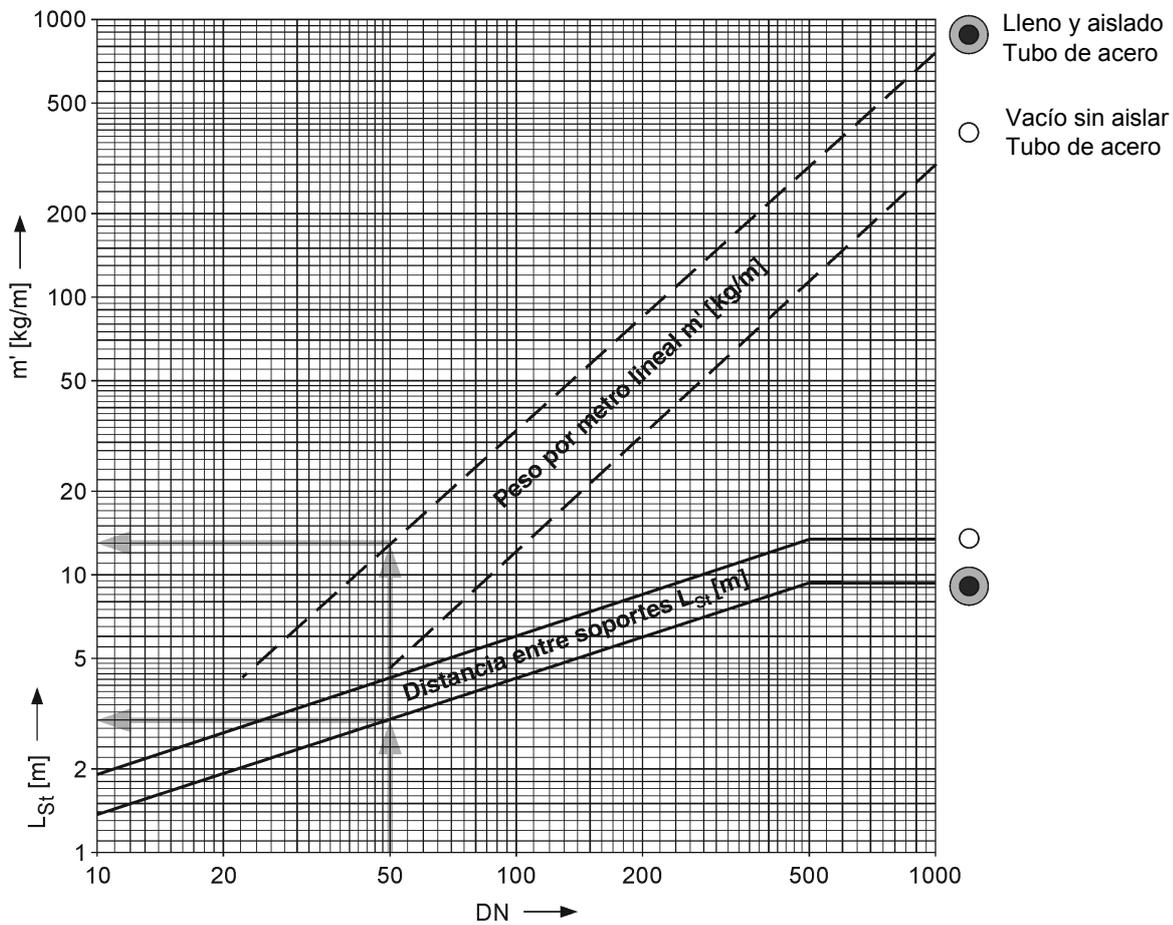
**Símbolos utilizados en las fórmulas**

|          |   |                       |
|----------|---|-----------------------|
| C        | Constante de material                         | [-]                   |
| $D_a$    | Diámetro exterior                             | [mm]                  |
| $D_i$    | Diámetro interior                             | [mm]                  |
| DN       | Diámetro nominal                              | [mm]                  |
| e        | Espesor de pared                              | [mm]                  |
| E        | Módulo de elasticidad                         | [kN/mm <sup>2</sup> ] |
| FB       | Fuerza en el punto fijo debido a la curvatura | [kN]                  |
| FF       | Fuerza elástica (en compensador)              | [kN]                  |
| FH       | Fuerza hidrostática                           | [kN]                  |
| FP       | Fuerza de punto fijo (total)                  | [kN]                  |
| FR       | Fuerza de fricción (en cojinetes de fricción) | [kN]                  |
| G        | Peso  | [kN]                  |
| G'       | Peso lineal                                   | [kN/m]                |
| KM       | Factor de corrección = f (medio)              | [-]                   |
| KR       | Factor de corrección = f (serie tubos)        | [-]                   |
| L        | Longitud del lado de dilatación               | [m]                   |
| L        | Longitud del lado de flexión                  | [m]                   |
| $L_{St}$ | Distancia entre apoyos de tubería             | [m]                   |
| $m'$     | Masa lineal                                   | [kg/m]                |
| p        | (Sobre)presión interior                       | [bar]                 |
| $R_e$    | Límite elástico                               | [N/mm <sup>2</sup> ]  |
| S        | Coeficiente de seguridad                      | [-]                   |
| T        | Temperatura                                   | [°C]                  |
| $\beta$  | Coeficiente de dilatación térmica             | [mm/(m·K)]            |

**Materiales**

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| A      | Acero austenítico            |
| Cu     | Cobre                        |
| F (Fe) | Acero ferrítico              |
| HDPE   | Polietileno de alta densidad |
| M      | Acero martensítico           |
| PE     | Polietileno                  |
| PP     | Polipropileno                |
| PVC    | Cloruro de polivinilo        |
| PVDF   | Fluoruro de polivinilo       |
| St     | Acero                        |
| VA     | Acero inoxidable             |

Peso lineal y distancia entre apoyos para tubos de acero en la construcción de instalaciones (valores indicativos)

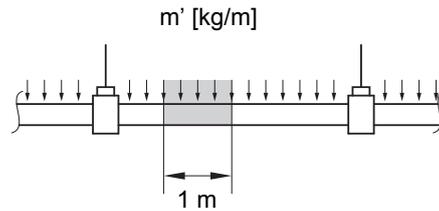
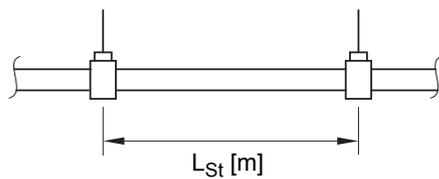


**Ejemplo**

Tubo de acero de DN 50 con aislamiento (100 %)

Distancia entre apoyos (valor indicativo)  
 $L_{St} \approx 3 \text{ m}$

Peso lineal  $m' \approx 13 \text{ kg/m}$



**Observaciones**

- (1) Los valores indicativos rigen para tubos de acero con espesor de pared normal y temperatura del medio hasta 400°C. Con grosores de pared mayores aumenta la masa lineal. Con grosores de pared menores (frecuente en el rango de VA) disminuye la distancia admisible entre apoyos.
- (2) La validez de una distancia entre apoyos seleccionada se basa en un análisis de elasticidad. En caso de excederse los valores indicativos especificados y/o en caso de condiciones especiales (p. ej. elevadas temperaturas, influencia de vibraciones, o similares) se requiere la comprobación por un ingeniero técnico especialista que incluya un análisis de elasticidad.

**Relación de fuentes**

Wagner, Walter: Rohrleitungstechnik, Vogel-Buchverlag, 10ª edición, 2008;  
 DIN EN 13480-3: tuberías industriales de metal, 2002

**Distancia entre apoyos en instalaciones para tubos de acero, cobre, plástico (valores indicativos)**

| Diámetro nominal<br>[DN] | Diámetro nominal<br>[pulgadas] | Diámetro exterior<br>[mm] | Recomendaciones SIKLA<br>Tubos llenos de agua con aislamiento <sup>1)</sup> |                                       |                                      | DIN 1988-2<br>Tubos llenos de agua    |                                      |             |           |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------|
|                          |                                |                           | Tubo de acero<br>EN 10220<br>DIN 2448<br>DIN 2458                           | Tubo de acero<br>EN 10255<br>DIN 2440 | Tubo de cobre<br>EN 1057<br>DIN 1786 | Tubo de acero<br>EN 10255<br>DIN 2440 | Tubo de cobre<br>EN 1057<br>DIN 1786 | Tubo de PVC |           |
|                          |                                |                           |   |                                       |                                      |                                       |                                      | a<br>20°C   | a<br>40°C |
|                          |                                | 12,0                      |   |                                       | 1,00                                 |                                       | 1,25                                 |             |           |
| 10                       |                                | 13,5                      | 1,00  |                                       |                                      |                                       |                                      |             |           |
|                          |                                | 15,0                      |   |                                       | 1,10                                 |                                       | 1,25                                 |             |           |
|                          |                                | 16,0                      |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 0,80        | 0,50      |
| 10                       | 3/8"                           | 17,2                      |   | 1,20                                  |                                      | 2,25                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 18,0                      |   |                                       | 1,20                                 |                                       | 1,50                                 |             |           |
| 15                       |                                | 20,0                      | 1,20  |                                       |                                      |                                       |                                      | 0,90        | 0,60      |
| 15                       | 1/2"                           | 21,3                      |   | 1,50                                  |                                      | 2,75                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 22,0                      |   |                                       | 1,30                                 |                                       | 2,00                                 |             |           |
| 20                       |                                | 25,0                      | 1,40  |                                       |                                      |                                       |                                      | 0,95        | 0,65      |
| 20                       | 3/4"                           | 26,9                      |   | 2,00                                  |                                      | 3,00                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 28,0                      |   |                                       | 1,50                                 |                                       | 2,25                                 |             |           |
| 25                       |                                | 30,0                      | 1,80  |                                       |                                      |                                       |                                      |             |           |
|                          |                                | 32,0                      |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 1,05        | 0,70      |
| 25                       | 1"                             | 33,7                      |   | 2,50                                  |                                      | 3,50                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 35,0                      |   |                                       | 1,60                                 |                                       | 2,75                                 |             |           |
| 32                       |                                | 38,0                      | 2,20  |                                       |                                      |                                       |                                      |             |           |
|                          |                                | 40,0                      |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 1,05        | 0,70      |
|                          |                                | 42,0                      |   |                                       | 1,80                                 |                                       | 3,00                                 |             |           |
| 32                       | 1 1/4"                         | 42,4                      |   | 2,90                                  |                                      | 3,75                                  |                                      |             |           |
| 40                       |                                | 44,5                      | 2,40  |                                       |                                      |                                       |                                      |             |           |
| 40                       | 1 1/2"                         | 48,3                      |   | 3,30                                  |                                      | 4,25                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 50,0                      |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 1,40        | 1,10      |
|                          |                                | 54,0                      |   |                                       | 2,00                                 |                                       | 3,50                                 |             |           |
| 50                       |                                | 57,0                      | 3,10  |                                       |                                      |                                       |                                      |             |           |
| 50                       | 2"                             | 60,3                      |   | 4,00                                  |                                      | 4,75                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 63,0                      |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 1,50        | 1,20      |
|                          |                                | 64,0                      |   |                                       |                                      |                                       | 4,00                                 |             |           |
|                          |                                | 75,0                      |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 1,65        | 1,35      |
| 65                       |                                | 76,1                      | 3,30  |                                       |                                      |                                       | 4,25                                 |             |           |
| 65                       | 2 1/2"                         | 76,1                      |   | 4,75                                  |                                      | 5,50                                  |                                      |             |           |
| 80                       |                                | 88,9                      | 4,20  |                                       |                                      |                                       | 4,75                                 |             |           |
| 80                       | 3"                             | 88,9                      |   | 5,25                                  |                                      | 6,00                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 90,0                      |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 1,80        | 1,50      |
| 100                      |                                | 108,0                     | 4,50  |                                       |                                      |                                       | 5,00                                 |             |           |
| 100                      | 4"                             | 114,3                     |   | 5,80                                  |                                      | 6,00                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 110,0                     |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 2,00        | 1,70      |
| 125                      |                                | 133,0                     | 5,10  |                                       |                                      |                                       | 5,00                                 |             |           |
| 125                      | 5"                             | 139,7                     |   | 6,50                                  |                                      | 6,00                                  |                                      |             |           |
|                          |                                | 140,0                     |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 2,25        | 1,95      |
| 150                      |                                | 159,0                     | 5,80  |                                       |                                      |                                       | 5,00                                 |             |           |
|                          |                                | 160,0                     |   |                                       |                                      |                                       |                                      | 2,40        | 2,10      |
| 150                      | 6"                             | 168,3                     |   | 7,20                                  |                                      |                                       |                                      |             |           |
| 200                      | 8"                             | 219,1                     | 7,80  |                                       |                                      |                                       |                                      |             |           |

<sup>1)</sup> 100 % - aislamiento con 100 kg/m<sup>3</sup> y envolvente de chapa de acero de 1mm para tubos con espesores de pared normal

### Distancia entre apoyos para tubos de plástico (valores indicativos según datos del fabricante)

#### Tuberías de PVC duro

|   |     |
|---|-----|
| Medio                                   | KM  |
| Gas                                     | 1,3 |
| $1 < \text{densidad [g/cm}^3] \leq 1,8$ | 0,8 |

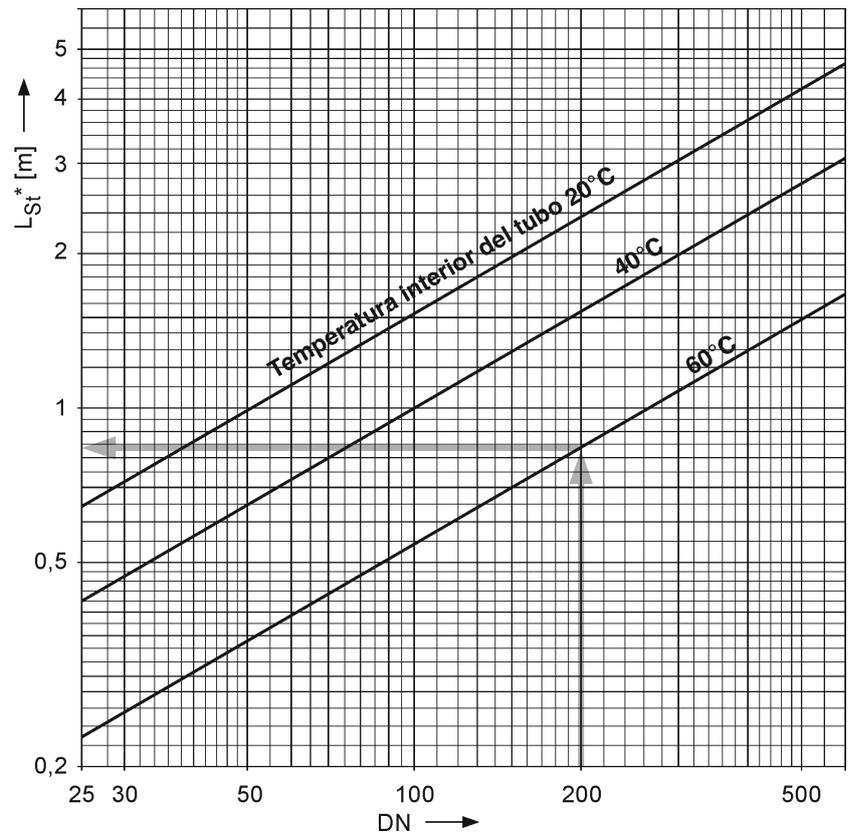
|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Serie de tubos DIN 8062 | KR  |
| 1                       | 1,0 |
| 2                       | 1,3 |
| 3                       | 1,6 |
| 4                       | 1,8 |
| 5                       | 2,0 |
| 6                       | 2,3 |

$$L_{St} = L_{St}^* \cdot KM \cdot KR$$

#### Ejemplo

DN 200;  $T = 60^\circ\text{C}$ ; gas;  
serie de tubos 5

$$L_{St} = 0,83 \text{ m} \cdot 1,3 \cdot 2,0 \approx 2,1 \text{ m}$$



#### Tuberías de HDPE o PP

|   |     |
|---|-----|
| Medio                                   | KM  |
| Gas                                     | 1,3 |
| $1 < \text{densidad [g/cm}^3] \leq 1,8$ | 0,8 |

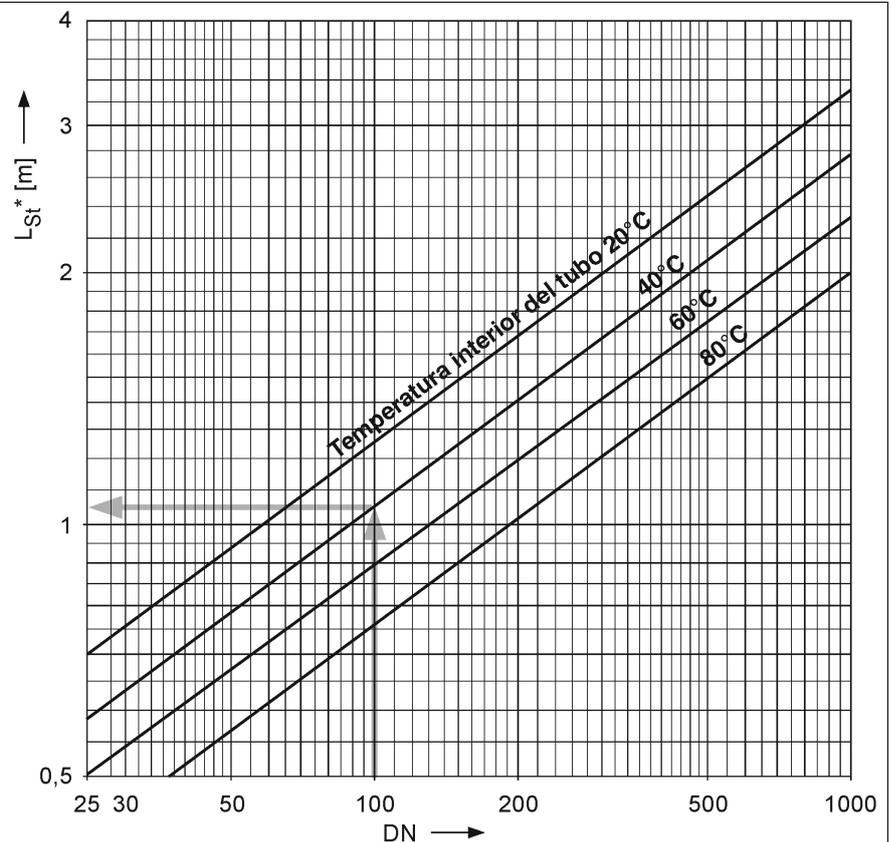
|                |      |      |
|----------------|------|------|
| Serie de tubos | KR   |      |
|                | HDPE | PP   |
| 1 y 2          | 1,0  | 1,1  |
| 3              | 1,1  | 1,45 |
| 4              | 1,25 | 1,65 |
| 5              | 1,45 |      |

$$L_{St} = L_{St}^* \cdot KM \cdot KR$$

#### Ejemplo

HDPE; DN 100;  $T = 40^\circ\text{C}$ ; material a granel; Serie de tubos 3

$$L_{St} = 1,05 \text{ m} \cdot 0,8 \cdot 1,1 \approx 0,9 \text{ m}$$



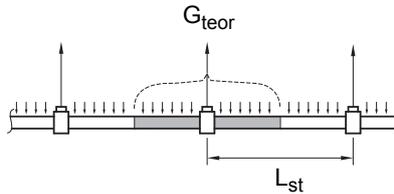
### Peso por soporte (cálculo, simulación y coeficiente de seguridad S)

#### Teoría

$$G_{\text{teor}} = G' \cdot L_{\text{st}} \cdot S$$

#### Ejemplo

$D_a = 168,3 \text{ mm}$ , DIN 2448,  $L_{\text{st}} = 4 \text{ m}$   
 $m' = 38 \text{ kg/m} \approx 0,38 \text{ kN/m} = G'$   
 $G_{\text{teor}} = 0,38 \text{ kN/m} \cdot 4 \text{ m} \approx 1,5 \text{ kN}$



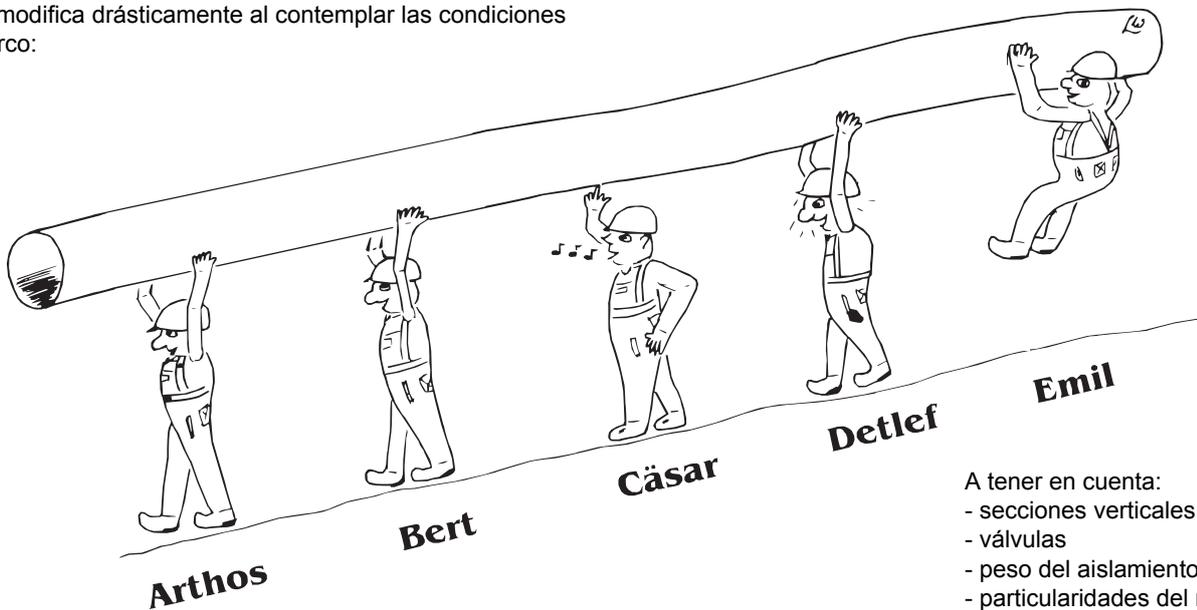
#### Aclaración

Para el dimensionamiento estático de un soporte de tubería debe determinarse el peso a soportar por la abrazadera.

La longitud de las secciones de tubo asignadas en teoría se corresponde con la distancia entre apoyos  $L_{\text{st}}$ .

#### Práctica

La distribución teórica de la carga en la viga portante continua (caso 1) se modifica drásticamente al contemplar las condiciones marco:



- A tener en cuenta:
- secciones verticales
  - válvulas
  - peso del aislamiento
  - particularidades del montaje

| Caso de carga                   | Carga por "soporte" (kN) |      |       |        |      | máx. "sobrepeso" | Análisis     |
|---------------------------------|--------------------------|------|-------|--------|------|------------------|--------------|
|                                 | Arthos                   | Bert | Cäsar | Detlef | Emil |                  |              |
| 1) Los 5 soportes cargan        | 1,6                      | 1,4  | 1,5   | 1,4    | 1,6  | 7 %              | Teoría       |
| 2) Cesar silva, 4 cargan        | 1,3                      | 2,5  | -     | 2,5    | 1,3  | 67 %             | Caso normal  |
| 3) Cesar silva + Emil se alegra | 1,7                      | 1,2  | -     | 4,6    | -    | 207 %            | Caso extremo |

Por eso en la práctica se debería tener en consideración un coeficiente de seguridad S al realizar el diseño. Partiendo de las observaciones de simulación S se calcula según el caso con  $S = 1,5 \dots 2,5$ .

$$G_{\text{pract}} = G' \cdot L_{\text{st}} \cdot S$$

#### Ejemplo

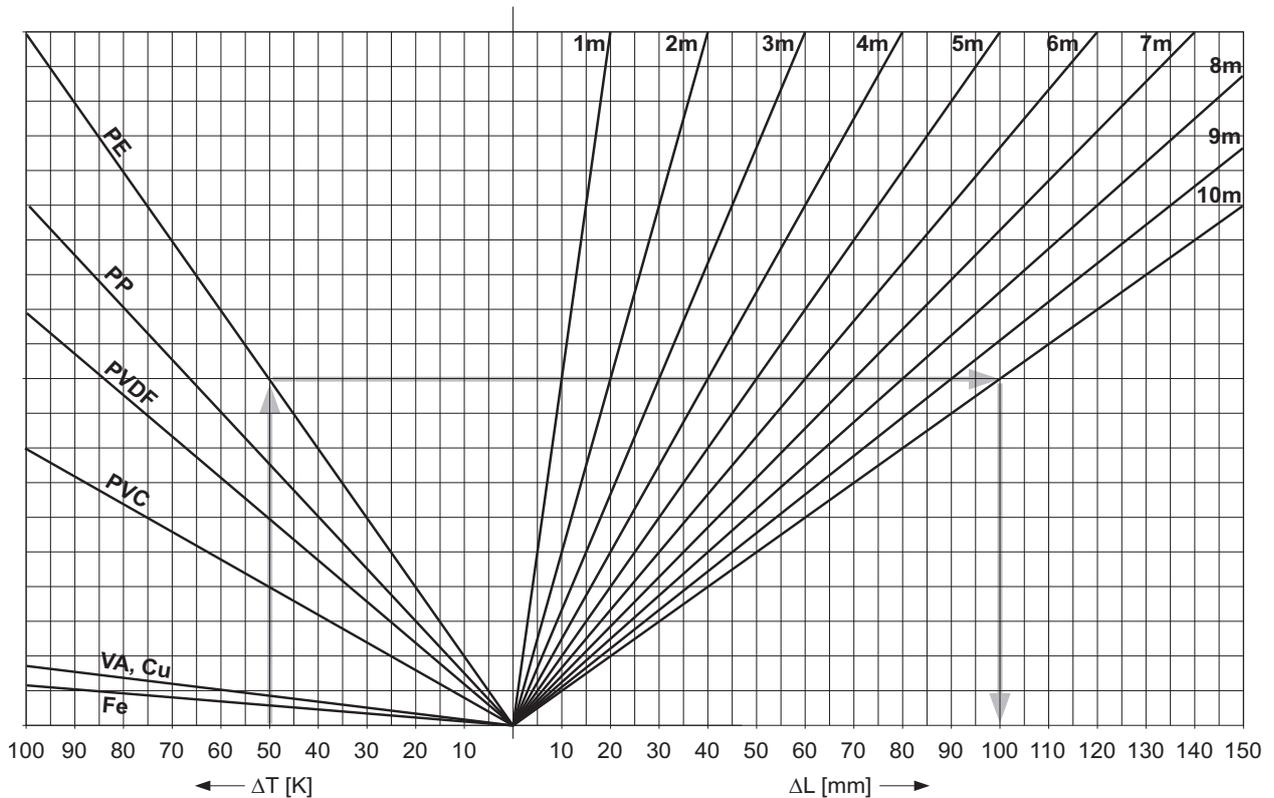
$D_a = 168,3 \text{ mm}$ , DIN 2448  
 $L_{\text{st}} = 4 \text{ m}$ ,  $G' = 0,38 \text{ kN/m}$   
 $S = 2,0$   
 $G_{\text{pract}} = 0,38 \text{ kN/m} \cdot 4 \text{ m} \cdot 2 \approx 3 \text{ kN}$

#### Nota

► Según la norma EN 13480 en las concentraciones de carga (válvulas, secciones de tubería verticales, etc.) deben preverse apoyos adicionales.

### Variación longitudinal en tuberías y coeficiente de dilatación térmica

#### Determinación gráfica de la variación longitudinal



$$\Delta T = T_{\text{servicio}} - T_{\text{montaje}}$$

#### Ejemplo

Tubo PE;  $L = 10 \text{ m}$ ;  $T_{\text{servicio}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{montaje}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta T = 70 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C} = 50 \text{ K}$$

Determinación gráfica:

$$\Delta T = 50 \text{ K} \rightarrow \text{PE} \rightarrow L = 10 \text{ m} \rightarrow \Delta L = 100 \text{ mm}$$

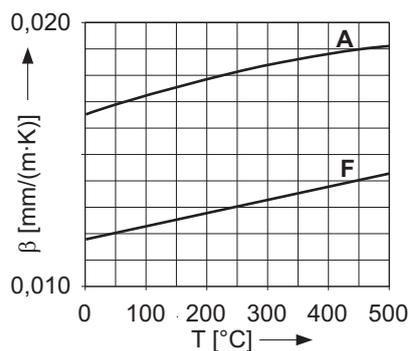
$$\Delta L = L \cdot \beta \cdot \Delta T$$

Solución calculada:

$$\Delta L = 10 \text{ m} \cdot 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot 50 \text{ K} = 100 \text{ mm}$$

#### Coefficiente de dilatación térmica

| Material           | $\beta$<br>[mm/(m·K)] |
|--------------------|-----------------------|
| HDPE, PE           | 0,200                 |
| PB, PP             | 0,150                 |
| PVDF               | 0,12 ... 0,18         |
| PVC                | 0,080                 |
| A = acero (VA), Cu | 0,017                 |
| F = acero (ferr.)  | 0,012                 |

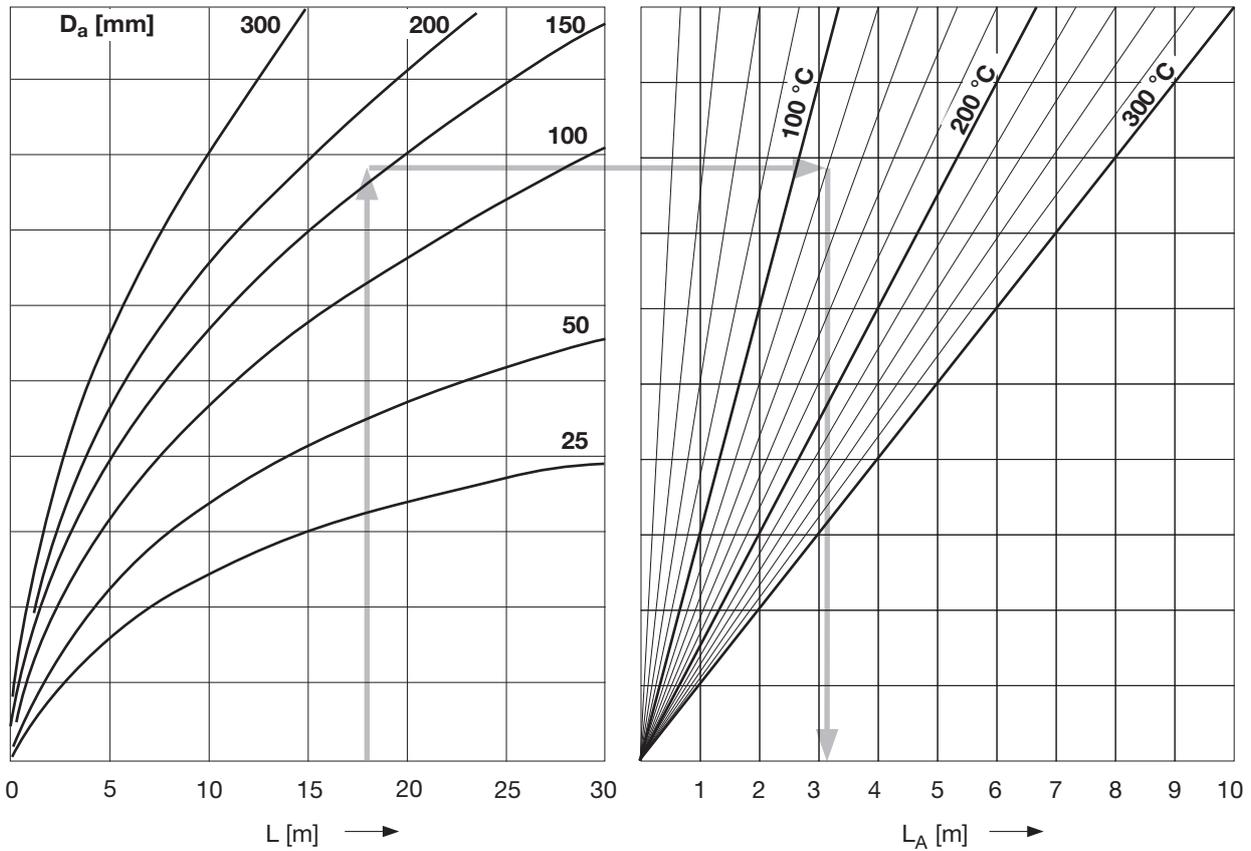


#### Nota

► Al aumentar la temperatura se incrementa el coeficiente de dilatación térmica. Por eso, para los cálculos a partir de  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  debe aplicarse la solución matemática con coeficientes de dilatación térmica integrales.

### Longitudes mínimas para brazo de flexión $L_A$ en tuberías de fluido caloportador (valores indicativos)

#### Tuberías de acero (ferríticas, austeníticas)

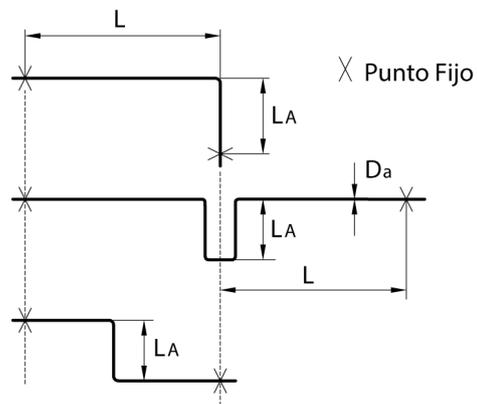


#### Ejemplo

$L = 18 \text{ m}$ ; DN 150 ( $D_a = 168,3 \text{ mm}$ );  $T = 120 \text{ °C}$

Léase: longitud mínima del lado de flexión  $L_A = 3,1 \text{ m}$

Válido para codos en L, en U y en Z según imagen.



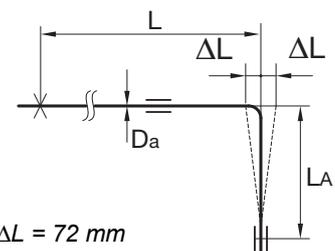
#### Tuberías de plástico

| Material | C    |
|----------|------|
| HDPE     | 26,0 |
| MEPLA    | 33,0 |
| PP       | 30,0 |
| PVC      | 33,5 |
| PVDF     | 21,6 |

#### Ejemplo

PP;  $L = 8 \text{ m}$ ;  $D_a = 160 \text{ mm}$ ;  $T = 80 \text{ °C}$

$$L_A = C \cdot \sqrt{D_a \cdot \Delta L}$$



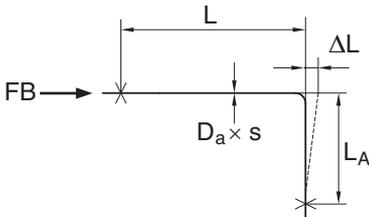
1.) Determinar la dilatación longitudinal:  $\Delta L = 72 \text{ mm}$

2.)  $L_A = 30 \cdot \sqrt{160 \text{ mm} \cdot 72 \text{ mm}} = 3200 \text{ mm} = 3,2 \text{ m}$

### Fuerza de punto fijo para tuberías de acero (valores estimados)

Fuerza en el punto fijo debido a la curvatura (la dilatación del tubo genera una flexión)

$$FB = \frac{\Delta L}{10 \text{ mm}} \cdot FB_{10}$$



**Ejemplo**

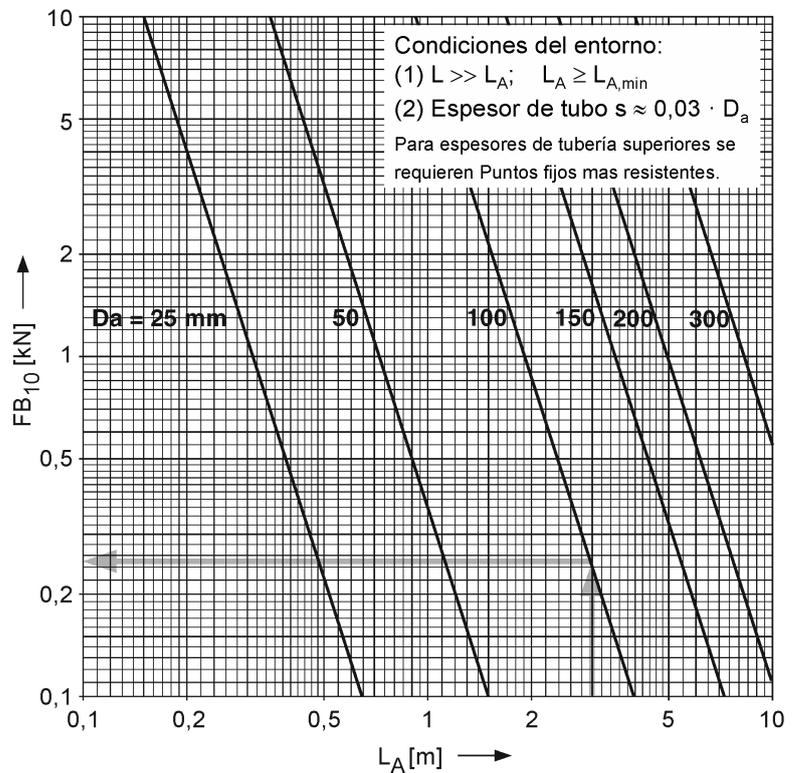
tubo de acero DIN 2458,  $L = 15 \text{ m}$   
 $L_A = 3 \text{ m}$ ;  $D_a = 101,6 \text{ mm}$ ;  $T = 120^\circ\text{C}$

$\rightarrow \Delta T = 100 \text{ K} \rightarrow \Delta L = 18 \text{ mm}$

$$FB = \frac{18 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \cdot 0,25 \text{ kN} = 0,45 \text{ kN}$$

**Observación**

La fuerza de punto fijo FP es superior a FB, pues se suman las fuerzas de fricción de los soportes deslizantes:  $FP = FB + FR$



### Fuerza de punto fijo con compensadores axiales

$$FP = FH + FF + FR$$

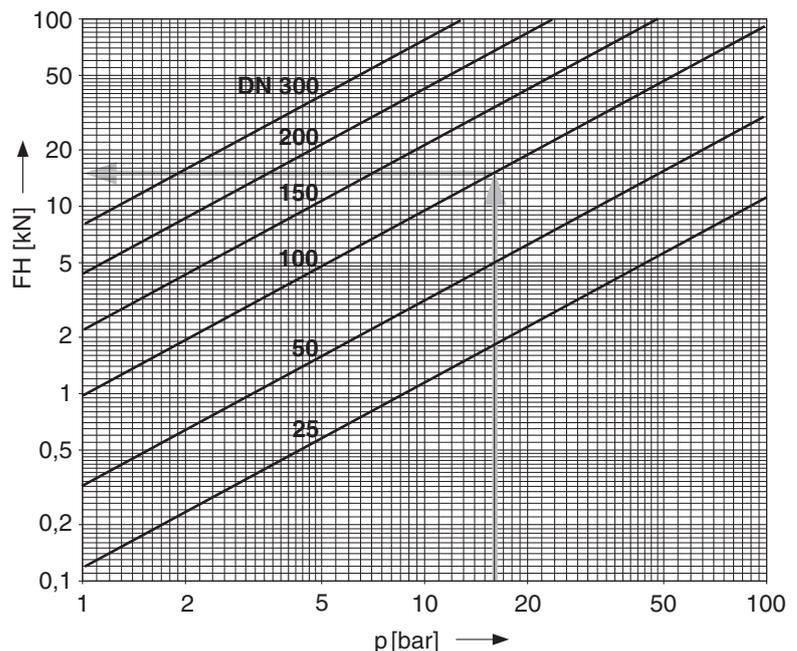
**Ejemplo**

compensador axial DN 100;  $p = 16 \text{ bares}$   
 $\rightarrow$  fuerza hidrostática  $FH \approx 15 \text{ kN}$

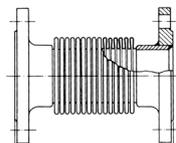
**Observación**

Por regla general FH constituye el componente principal de la fuerza de punto fijo. Pero la fuerza de punto fijo FP total es superior, pues se suman la fuerza elástica del compensador (FF) y las fuerzas de fricción de los soportes (FR).

Para el cálculo exacto de la fuerza hidrostática FH debe contemplarse la sección del fuelle según datos del fabricante. En base a los diámetros nominales DN se puede extraer los valores aproximativos del diagrama.

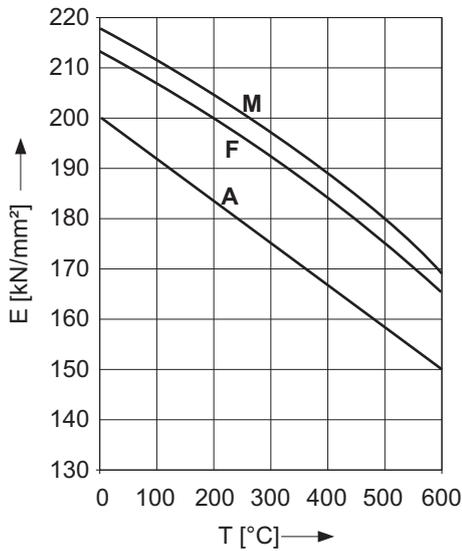


Forma de un compensador axial con brida.



### Valores característicos del material y restricciones para cargas estáticas

#### Valores característicos de los materiales



| Material       | Limite elástico Re [N/mm <sup>2</sup> ] para |     |     |     |     | Temperatura [°C] |     |     |
|----------------|--|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|
|                | 50   | 200 | 250 | 300 | 350 | 400              | 450 | 500 |
| S235JR (St 37) | 235  | 161 | 143 | 122 | -   | -                | -   | -   |
| 1.4301         | 177  | 127 | 118 | 110 | 104 | 98               | 95  | 92  |
| 1.4401         | 196  | 147 | 137 | 127 | 120 | 115              | 112 | 110 |
| 1.4571         | 202  | 167 | 157 | 145 | 140 | 135              | 131 | 129 |

M = martensítico  
F = ferrítico  
A = austenítico

Los valores de límite espesores para S235JR rigen para espesores de pared hasta 16 mm, según AD 2000 MB W1.

#### ¡Atención!

► Las propiedades de resistencia del acero merman considerablemente a altas temperaturas, por lo que en los cálculos es muy importante observar los valores reducidos. Los valores intermedios deben ser interpolados linealmente.

#### Observación

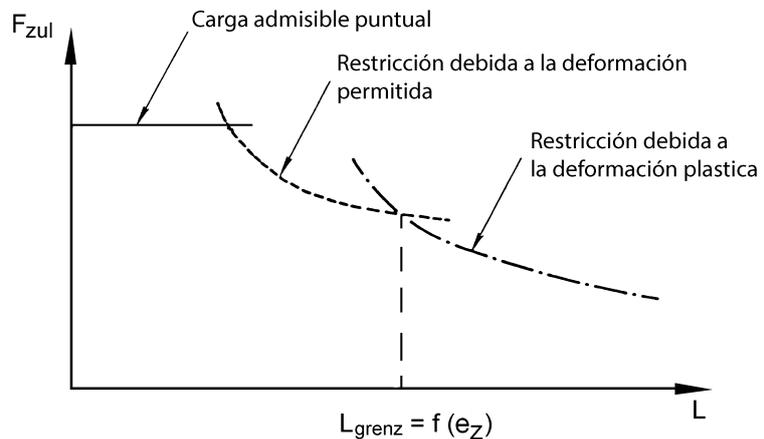
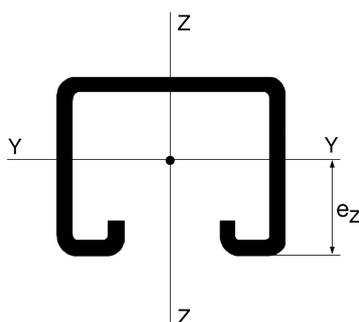
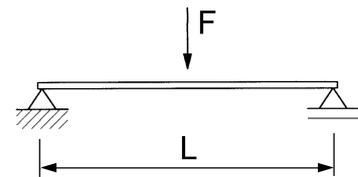
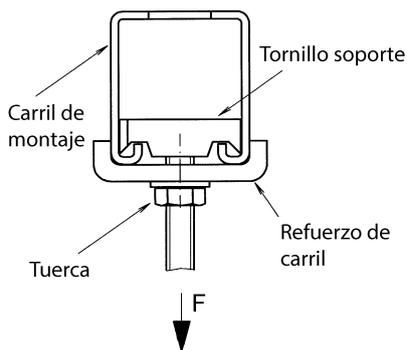
Los valores indicados para Re son valores característicos del material. Deben contemplarse además los factores de seguridad.

El límite superior de temperatura para productos galvanizados en caliente se sitúa en 250 °C.

S235JR (St 37) no debería ser utilizado por encima de los 300 °C.

En caso de temperaturas especialmente altas, al elegir el material se debe contemplar la resistencia a la fluencia durante un periodo de tiempo.

#### Restricciones para el dimensionamiento de un travesaño

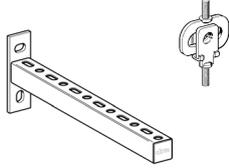
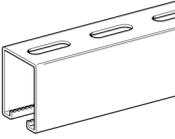
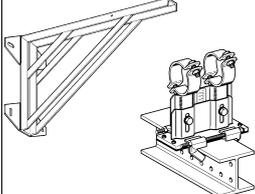
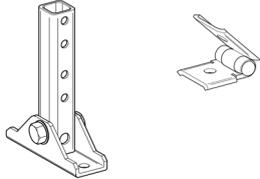


**Protección contra la corrosión**
**1. Categoría de corrosividad según DIN EN ISO 12944-2**

| Categoría de corrosividad | Carga por corrosión | Exteriores (ejemplos típicos)   | Interiores (ejemplos típicos)   |
|---------------------------|---------------------|---|---|
| <b>C1</b>                 | Insignificante      | No aplicable para Centro Europa (en exteriores al menos C 2, es decir requisitos mínimos)                         | Edificios calentados con atmósferas neutras, como oficinas, tiendas, escuelas, hoteles  |
| <b>C2</b>                 | Bajo                | Atmósferas con contaminación baja; mayoritariamente zonas rurales   | Edificios no calentados donde puede producirse condensación, como almacenes, pabellones de deporte  |
| <b>C3</b>                 | Medio               | Atmósfera urbana e industrial, contaminación moderada por dióxido de azufre; zonas costeras con carga salina baja | Naves de producción con elevada humedad y ligera contaminación del aire, como plantas de producción de alimentos, lavanderías, cervecerías, lecherías |
| <b>C4</b>                 | Fuerte              | Áreas industriales y zonas costeras con carga salina moderada   | Plantas químicas, piscinas, Salas con frecuente condensación y fuerte contaminación   |
| <b>C5-I (industria)</b>   | Muy fuerte          | Áreas industriales con elevada humedad y atmósferas agresivas   | Edificios o zonas con condensación prácticamente continua y fuerte contaminación  |
| <b>C5-M (Marítimo)</b>    | Muy fuerte          | Zonas costeras y offshore carga salina elevada  | Edificios o zonas con condensación prácticamente continua y fuerte contaminación  |

**2. Elección del procedimiento en función de la categoría de corrosividad y la duración de uso prevista**

**HCP = High Corrosion Protection = HCP**  
Resistencia mín. como en el recubrimiento por inmersión en baño fundido

| Procedimiento                                 | Cincado galv.   | Galvanización caliente  |   | Recubrimiento láminas de cinc  |
|---|---|---|---|--|
| <b>Medio</b>                                  | Conducción electrolítica de iones de cinc   | mediante la temperatura (> 450 °C): inmersión en cinc líquido                       |   | capa inorgánica de láminas de cinc y aluminio  |
| <b>Proceso</b>                                | Galvanización, discontinua, suspensión  | <b>Cincado Sendzimir</b> , continuo, procedimiento Sendzimir                        | <b>Galvanización por piezas, discontinua</b> , inmersión (tZn)                        | Recubrimiento y cocido   |
| <b>Normas</b>                                 | DIN 50961   | DIN EN 10346 (convencional)   | DIN EN ISO 1461 (piezas grandes)<br>DIN EN ISO 10684 (elementos de unión)             | DIN EN 13858 (piezas grandes)<br>DIN EN ISO 10683 (elementos de unión)   |
| <b>Grosores de capa (valores indicativos)</b> | Piezas de chapa 8... 12 µm<br>Piezas normalizadas y roscadas: 5 ... 8 µm            | fleje de acero refinado por inmersión en baño fundido aprox. 15 µm                  | Piezas pequeñas 55 µm<br>Piezas grandes 70 µm<br>Elementos de unión ≥ M8 aprox. 40 µm | Máxima protección contra la corrosión, hasta más de 1200 h. Resistencia en el ensayo de neblina salina *) según informe de control MPA 901 2659 000. |
| <b>Ejemplos</b>                               |  |  |   |   |

\*) Ensayo de niebla salina según DIN EN ISO 9227

En casos de corrosión extrema se recomienda como complemento al programa HCP:

- ◆ **recubrimiento KTL** - a prueba de rayado, resistente a golpes y agua salina
- ◆ **recubrimiento de polvo** - resistente a productos químicos e intemperie, gama de colores RAL o
- ◆ nuestro surtido a medida en acero fino inoxidable **V4A**.

**Consulte con nosotros.**

Nuestros asesores y técnicos de aplicaciones están a su disposición para ofrecerle información más detallada, para aclarar sus dudas o para elaborar junto con usted soluciones específicas utilizando nuestro software de planificación propio.

Cuando no se indiquen otros valores rigen todos los datos de cargas principalmente para cargas estáticas en reposo a temperatura ambiente. Las cargas admisibles indicadas deben entenderse como carga nominal o útil y hacen referencia a la dirección de carga principal, siempre que no se indique lo contrario.

La introducción de carga en la construcción debe ser verificada por el cliente.

Las cargas admisibles ( $F_{zul}$ ) describen la carga máxima por efectos externos y deben ser entendidos, según el concepto de seguridad conforme al código europeo 3 (DIN EN 1993: 2010) como valores característicos.

En el dimensionamiento de los módulos debe comprobarse el cumplimiento de la carga admisible para cada producto incorporado, pues, como es sabido, determinante es el eslabón más débil de una cadena de carga.

Los tratamientos superficiales o materiales son apropiados para las condiciones ambientales siguientes:

| Superficie/ material | Categoría de corrosividad según DIN EN ISO 12944-2 |
|----------------------|--|
| Cincado galvanizado  | hasta $\leq$ C1                                    |
| HCP                  | hasta $\leq$ C4                                    |
| Acero fino           | hasta $\leq$ C5I (industria)                       |

Este catálogo está destinado para el uso exclusivo por el destinatario. Es propiedad de Sikla en todas sus partes. Todas las representaciones técnicas y datos han sido elaborados según nuestro mejor saber y entender. Imágenes y planos sin compromiso. Se excluye la responsabilidad por errores de imprenta o defectos.

Queda reservado el derecho a realizar modificaciones y mejoras de diseño, en particular para el perfeccionamiento técnico.

Nuestras condiciones de venta, entrega y pago figuran en la lista de precios actual de Sikla.