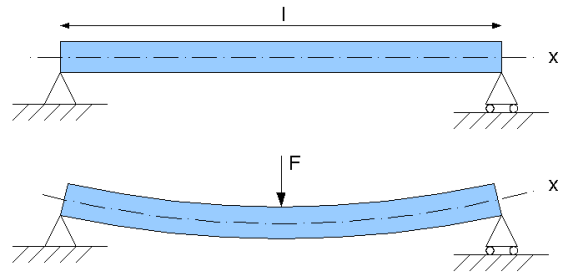


## CÁLCULOS PARA EL CURVADO DE CHAPAS PERFILES Y TUBOS

El curvado impone al material una serie de deformaciones plásticas.

La deformación lateral de una pieza larga, que se curva por la parte central, al estar sometida a compresión en la dirección de su eje se denomina **pandeo**.

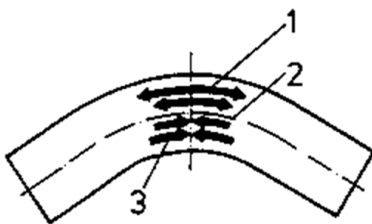
El caso de una pieza apoyada en sus extremos y sometida a la sollicitación de una fuerza central como la representada en la figura produciría los efectos representados en las siguientes figuras:



A través de las fuerzas de flexión que actúan se generan tensiones en el material, las cuales activan una transformación del material.

En los radios exteriores de las flexiones se presentan tensiones de tracción a través del estiramiento del material, en los radios interiores de las flexiones se presentan tensiones de presión a través del aplastamiento del material.

Entre los intervalos, donde actúan las tensiones de tracción y de presión, existe una zona de transición, en la cual no actúa ninguna tensión. Esta se denomina como fibra neutra o capa neutra.



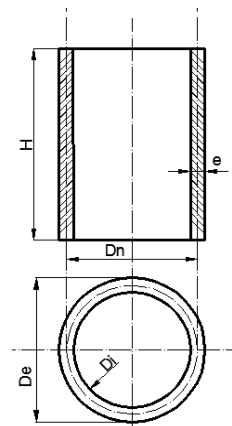
1 tensiones de tracción, 2 fibra neutra, 3 tensiones de compresión

La longitud de la fibra neutra se necesita para el cálculo de la longitud de estiramiento de la pieza de trabajo que se va a doblar.

**Cálculo para el curvado de chapas.-** Generalmente la situación de la fibra neutra en el curvado de chapas suele estar en la mitad del espesor y consideraremos dos casos ya conocidos de estudios de desarrollos de calderería:

**Curvado de cuerpos cerrados (Cilindros o virolas).-** Podemos hacer los cálculos en función del "radio neutro" ( $R_n$ ) o del "diámetro neutro" ( $D_n$ ) de curvatura.

Por ejemplo para fabricar una virola como la del dibujo de la derecha, de diámetro exterior  $D_e$ , de diámetro interior  $D_i$  y altura  $H$ , partiremos de una chapa de espesor  $e$  de las siguientes dimensiones:



Donde  $H$  es la altura de la virola y  $L$  se calcula por la expresión de la longitud de la circunferencia de la fibra neutra que tendrá de diámetro  $D_n$  obteniendo este valor de:

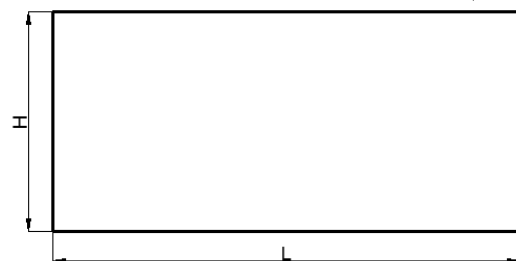
$$D_n = D_i + \frac{e}{2} + \frac{e}{2} = D_i + e$$

o bien :

$$D_n = D_e - \left(\frac{e}{2} + \frac{e}{2}\right) = D_e - e$$

Esta expresión será:

$$L = \pi \times D_n$$



**Curvado de cuerpos abiertos (Tejas o canaletas).-** En este caso es más interesante trabajar con los radios, interior, exterior o de la fibra neutra,

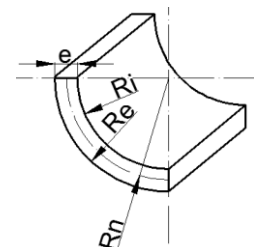
además de que necesitamos conocer el ángulo que pueda formar la curva.

Como casos particulares estarán aquellos en que la curva forme ángulos de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$  por ser  $1/4$ ,  $1/2$  o  $3/4$  de una circunferencia completa.

Cuando  $\alpha=90^\circ$  y teniendo en cuenta:

$$R_n = R_i + \frac{e}{2} \quad \text{o} \quad R_n = R_e - \frac{e}{2}$$

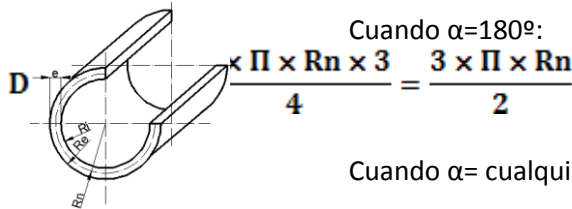
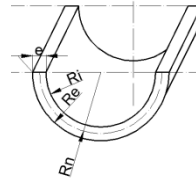
la expresión del desarrollo es:



$$\text{Desarrollo} = \frac{2 \times \pi \times R_n}{4} = \frac{\pi \times R_n}{2}$$

Cuando  $\alpha=180^\circ$ :

$$\text{Desarrollo} = \frac{2 \times \pi \times R_n}{2} = \pi \times R_n$$



Cuando  $\alpha=180^\circ$ :

$$\frac{\pi \times R_n \times 3}{4} = \frac{3 \times \pi \times R_n}{2}$$

Cuando  $\alpha$ = cualquier ángulo:

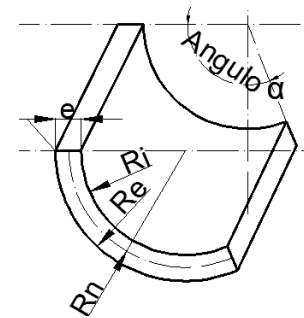
Podemos establecer la siguiente proporción para determinar su desarrollo:

$$\frac{2 \times \pi \times R_n}{360^\circ} = \frac{X}{360^\circ}$$

$$\frac{2 \times \pi \times R_n}{360^\circ} = \frac{X}{\alpha^\circ}$$

$$X = \frac{2 \times \pi \times R_n \times \alpha^\circ}{360^\circ}$$

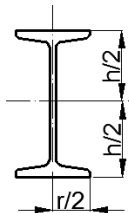
Luego:



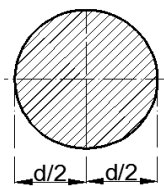
### Ejercicios:

1. Calcular el desarrollo de un cilindro de chapa de 4mm de espesor, altura de 500mm y  $\varnothing$ interior=200mm
2. Desarrollo de tres tejas de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  y  $150^\circ$ , de 450mm de longitud y 4 mm de espesor sabiendo que el R exterior=200mm
3. Con una chapa de 500X250X2 mm ¿Qué dimensiones tendrá el tubo de máximo diámetro que podemos construir?

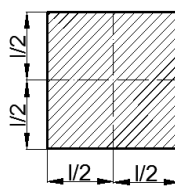
**Curvado de perfiles y tubos.**-En los perfiles laminados, incluidos los tubos, la fibra neutra coincide con el centro de gravedad que en las secciones simétricas coincide con el centro del perfil, pero que en los que son asimétricos, tenemos que recurrir a las características de cada perfil que vienen determinadas en las tablas de los catálogos correspondientes.



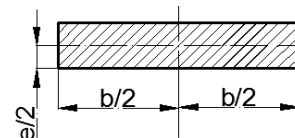
IPN



Redondo

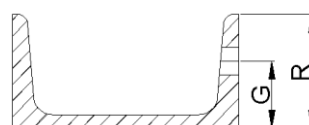
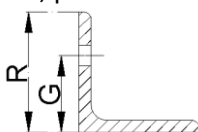


Cuadrado



Llanta

Para determinar el diámetro neutro (Dn) o el radio neutro (Rn), tendremos en cuenta la situación de dicho centro de gravedad, en cambio para el "angular (L)" y la UPN (U) podremos tener en cuenta (en la práctica) lo que denominamos el "gramil" del perfil, cuando la "rama" tiene valores comprendidos entre 35 y 100 mm,. La distancia G, por tanto dependerá de la rama (R).

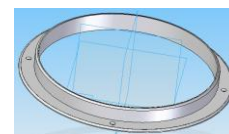
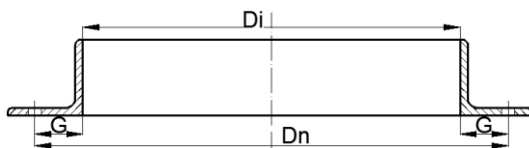


Para rama par (40, 50, 60...100)  $G = \frac{R}{2} + 5mm$

Para rama impar (35, 45, 55,...95)  $G = \frac{R}{2} + 2,5mm$

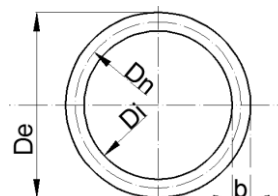
**Curvado de cuerpos cerrados (Bridas, aros, zunchos, etc.).**-Cuando se trata de una brida de angular (L), el cálculo se hará:

$Dn = Di + 2G$   
**Desarrollo =  $\pi \times Dn$**



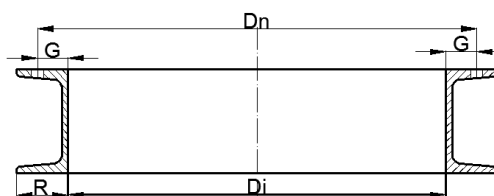
Cuando es una brida de llanta:

$Dn = Di + b$   
**Desarrollo =  $\pi \times Dn$**



Cuando es un aro de perfil UPN:

$Dn = Di + 2G$   
**Desarrollo =  $\pi \times Dn$**



Cuando es un zuncho cuadrado:

$Dn = Di + L$   
**Desarrollo =  $\pi \times Dn$**

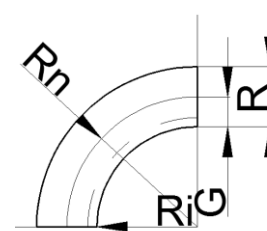


Así sucesivamente se calculará el resto de los perfiles laminados según la forma de que esté curvado.

**Curvado de cuerpos abiertos (Soportes, cunas, etc.).**-Se procederá al igual que anteriormente en lo explicado en el cálculo de las tejas o canaletasΠ.

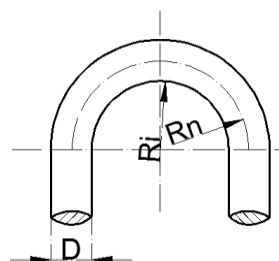
Angular 90°:

$Rn = Ri + G$   
**Desarrollo =  $\frac{\pi \times Rn}{2}$**



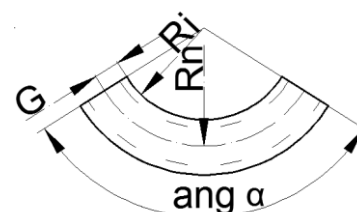
Perfil redondo:

$Rn = Ri + \frac{d}{2}$   
**Desarrollo =  $\pi \times Rn$**



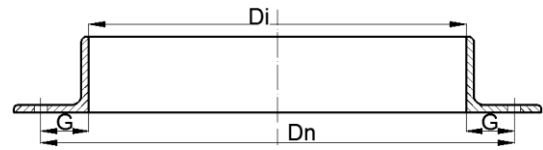
Perfil de UPN:

$Rn = Ri + G$   
**Desarrollo =  $\frac{\pi \times Rn \times \alpha}{2}$**

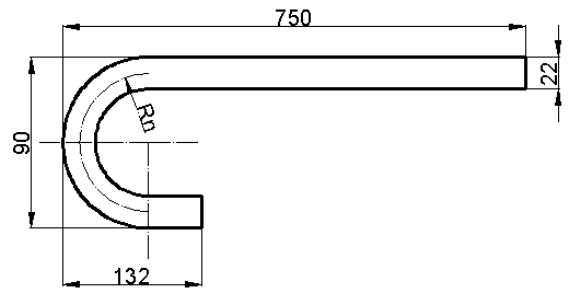


Ejercicios propuestos:

1. Desarrollo de una brida de angular L 70X70X7 y de diámetro interior 350 mm



2. Desarrollo de un tornillo de anclaje de 22mm de diámetro de la forma de la figura:



3. desarrollo de la siguiente cuna de perfil UPN 200

