CONDICIONES CALCULO MECANICOS RED RIEGO

PARA ZANJAS CON RELLENO COMPACTADO

Modernización de Canal de Campillo de Buitrago

(Soria)

THPCCJE

DN1600 a 700 mm

AGOSTO 2021

MEMORIA

Los tubos se dimensionan con el procedimiento desarrollado en la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado de septiembre de 2007 y que a continuación pasamos a detallar.

Este procedimiento de cálculo está reconocido como método español para cálculo de tuberías de hormigón armado o pretensado en el apartado B.1.9 de la versión española de la norma UNE-EN-1295-1 de julio de 1997: "Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga".

Las acciones que se consideran en el dimensionamiento de los tubos son las acciones directas a las que hay que añadir las acciones debidas al postesado cuando se trata de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa.

Las acciones directas que se tienen en cuenta son las siguientes:

- Peso propio.
- Cargas del fluido.
- Cargas verticales del relleno.
- Cargas concentradas.
- Empuje lateral.
- Presión de Diseño/Presión Máxima de Diseño.

Ø <u>Peso propio</u>:

El peso propio, q_1, por metro lineal, es:

$$q_1 = \gamma_t \cdot \pi \cdot d_m \cdot t \quad \text{(kN/m)}$$

donde:

γ_t = Peso específico del material que constituye las paredes del tubo (kN/m^3).

d_m = Diámetro medio del tubo (m). = $(d + d_e)/2$

t = Espesor del tubo (m).

- Carga del fluido:

La carga del fluido, q_2, por metro lineal, es:

$$q_2 = \gamma_1 \times \pi \times \frac{d_i^2}{4} \quad (kN/m)$$

donde:

γ_1 = Peso específico del fluido (kN/m^3).

d_i = Diámetro interior del tubo (m).

- Cargas verticales del relleno:

Estas cargas se descomponen en dos:

- La carga q_3, debida al peso del relleno de los tímpanos:

$$q_3 = 0{,}11 \gamma_r \, d_e^2 \quad (kN/m^2)$$

donde:

γ_r = Peso específico del relleno (kN/m^3).

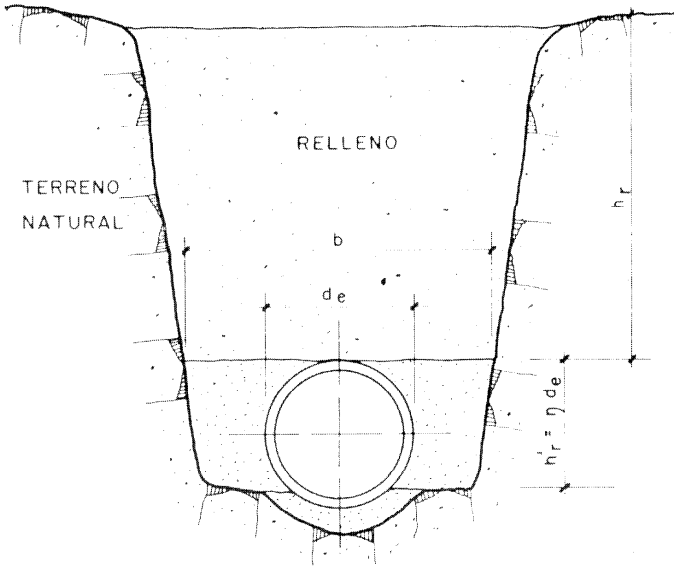
d_e = Diámetro exterior del tubo (m).

- La carga q_r, que actúa sobre el plano tangente a la generatriz superior del tubo, y que depende del tipo de colocación de la tubería.

Para el cálculo de las cargas verticales que producen los rellenos, se utiliza la teoría propuesta por Marston ampliada por Schilk y Spangler. Estas teorías consideran la compactación del relleno lateral, el peso del relleno, y las fuerzas de rozamiento que se originan en el mismo, y que producen aumento o disminución del peso del relleno que gravita directamente sobre el tubo,

en función del tipo de instalación.

a) <u>Instalación en zanja:</u>



Esquema de la tubería colocada en zanja

En la instalación en zanja, el relleno y el apoyo sufren un asentamiento relativo frente al terreno primitivo, y se producen unas fuerzas de rozamiento que originan un aligeramiento del peso del relleno sobre la tubería.

Este efecto favorable disminuye a medida que aumenta la anchura de la zanja lo que obliga a calcular, también, el peso del relleno como si la tubería estuviera colocada en terraplén, y considerar como real el menor de ambos, ya que la carga para el caso de instalación en terraplén es la mayor que se puede producir para una altura de relleno determinada.

En este caso se estima que el peso del relleno es íntegramente soportado por la tubería, con el efecto favorable de su rozamiento contra los laterales de la zanja.

Entonces:

$$q_r = C_z \times \gamma_r \times h_r \times d_e \times \frac{b}{d_e} = C_z \times \gamma_r \times h_r \times b \ \ (kN/m)$$

Con h_r en m, y donde C_z es el coeficiente de Marston para tubería colocada en zanja, vale:

$$C_z = \frac{1 - e^{-2 \mu \cdot \frac{h_r}{b}}}{2 \mu \cdot \frac{h_r}{b}}$$

Para tubos de hormigón armado o postensado con camisa de chapa, cuyo dimensionamiento se

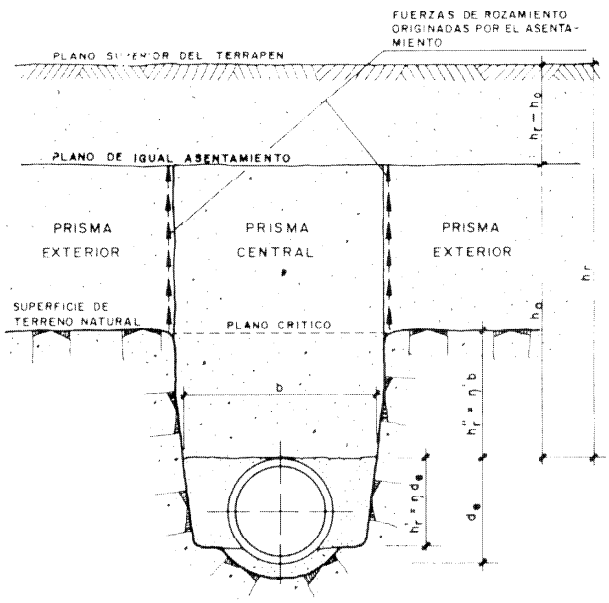
hace por cálculo, se considerará el valor de "d_e" en vez de "b", siempre que el relleno esté adecuadamente compactado (Proctor Normal 95%).

La distribución del peso, en el plano tangente a la generatriz superior del tubo, es virtualmente uniforme y, por lo tanto, la carga que actúa sobre la tubería será la correspondiente a su proyección vertical, es decir:

$$q_r = C_z \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot d_e \ (kN/m)$$

A medida que aumenta la anchura de la zanja, disminuye el efecto reductor de las paredes laterales, y como q_r es función de la anchura de la zanja, siempre es necesario comparar este valor de q_r con el que se obtendría si la tubería estuviera colocada en terraplén, y tomar el menor de ambos, ya que, como se comentó anteriormente, la carga de terraplén es la mayor que se puede producir para una altura de relleno determinada.

b) <u>Instalación en zanja terraplenada</u>:



En la instalación en zanja terraplenada, el prisma central que está limitado por los planos que contienen las paredes de la zanja, es de mayor altura que los prismas exteriores, y por tanto, estos prismas asientan menos que el prisma central, y se producen unas fuerzas de rozamiento, sobre este último, que originan un aligeramiento del peso del relleno sobre la tubería.

Al aumentar la altura del relleno, disminuye la diferencia de asentamiento que se hace nula en el llamado plano de igual asentamiento.

En este tipo de instalación se denomina:

- Razón de proyección o coeficiente de proyección, h', al coeficiente cuyo numerador es la

distancia de la generatriz superior del tubo al plano crítico y cuyo denominador es la anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior:

$$h' = \frac{h_r''}{b}$$

- Razón de asentamiento, d´, (fig. 3), al valor definido por la expresión:

$$d' = \frac{s_1 - (s_2 + s_3 + a_v)}{s_2}$$

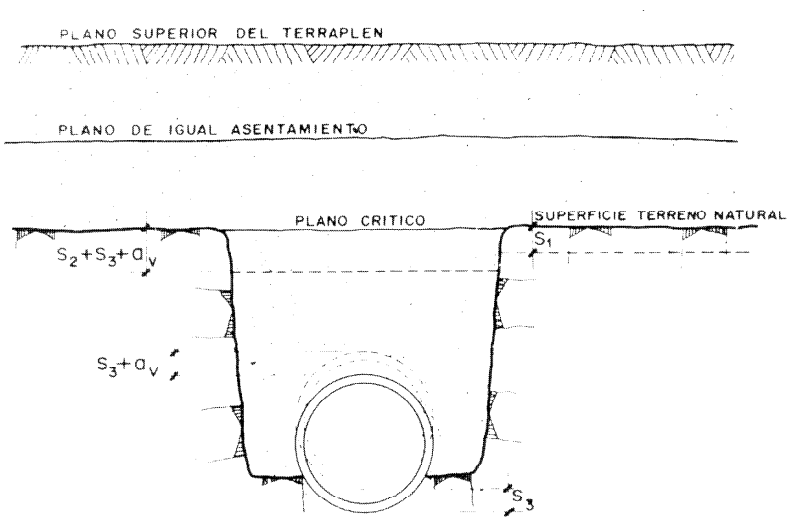


fig. 1 Esquema de la tubería colocada en zanja terraplenada. Razón de asentamiento

Donde:

s_1 es el asentamiento de la superficie del terreno natural.

s_2 es el asentamiento del relleno en la zanja, entre el nivel del terreno natural y la generatriz superior del tubo.

s_3 es el asentamiento de la generatriz inferior del tubo.

a_v es la deformación vertical del tubo.

La carga q_r será:

$$q_r = C_{zt} \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot b \ (kN/m)$$

ó

$$q_r = C_{zt} \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot d_e \ (kN/m)$$

Según esté el relleno adecuadamente compactado o no.

El coeficiente de Marston, C_{zt}, para tubería colocada en zanja terraplenada, vale:

Si h_r □ h_0:

$$C_{zt} = \frac{1 - e^{-2\mu \times \frac{h_r}{b}}}{2\mu \times \frac{h_r}{b}}$$

Si h_r > h_0:

$$C_{zt} = \frac{1 - e^{-2\mu \times \frac{h_0}{b}}}{2\mu \times \frac{h_r}{b}} + \left(1 - \frac{h_0}{h_r}\right) \times e^{-2\mu \times \frac{h_0}{b}}$$

El valor de h_0 se deduce de:

$$e^{-2\mu \times \frac{h_0}{b}} = -2\mu \times \frac{h_0}{b} + |\delta'h'| \times 2\mu + 1$$

donde:

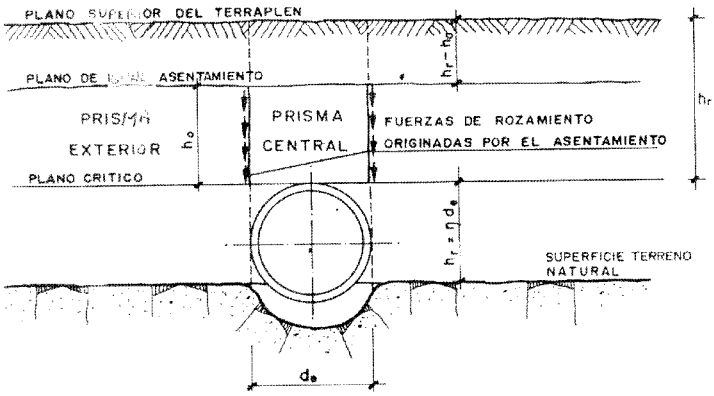
$$h' = \frac{h_r''}{b}$$

Como valores de la razón de asentamiento, δ', se recomienda tomar los adoptados por la ASCE (American Society of Civil Engineering), que son los que a continuación se indican, en función de la razón de proyección δ'.

Razón de proyección h'	Razón de asentamiento δ'
0,5	- 0,1
1,0	- 0,3
1,5	- 0,5
2,0	- 1,0

Para rellenos que queden por debajo del plano de igual asentamiento, la zanja terraplenada se comporta como una zanja normal; mientras que para rellenos superiores, la reducción de carga es menor, por no establecerse las fuerzas de rozamiento por encima del plano de igual asentamiento. Al igual que ocurre con las colocaciones en zanja, siempre hay que calcular también la carga como si se tratara de una colocación en terraplén y considerar el menor de los valores obtenidos.

c) <u>Instalación en terraplén</u>



En las instalaciones en terraplén, el prisma central, que está limitado por los planos verticales tangentes a la tubería, es de menor altura que los prismas exteriores, y por tanto, estos prismas asientan más que el prisma central y se producen unas fuerzas de rozamiento, sobre este último, que originan un aumento del peso del relleno sobre la tubería.

Al aumentar la altura del relleno, disminuye la diferencia de asentamiento, que se hace nula en el plano de igual asentamiento.

$$q_r = C_t \cdot g_r \cdot h_r \cdot d_e \ (kN/m)$$

El coeficiente de Marston, C_t , para tubería colocada en terraplén, vale:

Si h_r £ h_0:

$$C_t = \frac{e^{2l\,m.\frac{h_r}{d_e}} - 1}{2l\,m.\frac{h_r}{d_e}}$$

Si h_r > h_0:

$$C_t = \frac{e^{2l\,m \times \frac{h_0}{d_e}} - 1}{2l\,m \times \frac{h_r}{d_e}} + \left(1 - \frac{h_0}{h_r}\right) e^{2l\,m \times \frac{h_0}{d_e}}$$

El valor de h_0 se deduce de:

$$e^{2l\,m.\frac{h_0}{d_e}} = 2l\,m \times \frac{h_0}{d_e} + dh\,2l\,m + 1$$

donde:

$$h = \frac{h_r'}{d_e}$$

Como valores de la razón de asentamiento, d, se recomienda tomar los adoptados por la ASCE (American Society of Civil Engineering), que son los que a continuación se indican en función del tipo de suelo.

Tipo de suelo	RAZÓN DE ASENTAMIENTO d	
	Valor usual	Valor de diseño
Roca o suelo no asentable	1,0	1,0
Suelo ordinario	0,5 a 0,8	0,5
Suelo asentable	0,0 a 0,5	0,3

- Cargas concentradas

a) Cargas concentradas, sin efecto de impacto.

Se admite que una carga concentrada Q, aplicada en la superficie del terreno, se transmite uniformemente en profundidad, en el interior de un tronco de pirámide, de igual pendiente, cuyas aristas están redondeadas y cuyas caras laterales forman un ángulo de 35º con la vertical.

El valor de la carga q_0, que actúa sobre el plano tangente a la generatriz superior del tubo, y que depende del tipo de colocación de la tubería, zanja o terraplén, en la práctica se considera admisible utilizar las expresiones correspondientes al caso de terraplén.

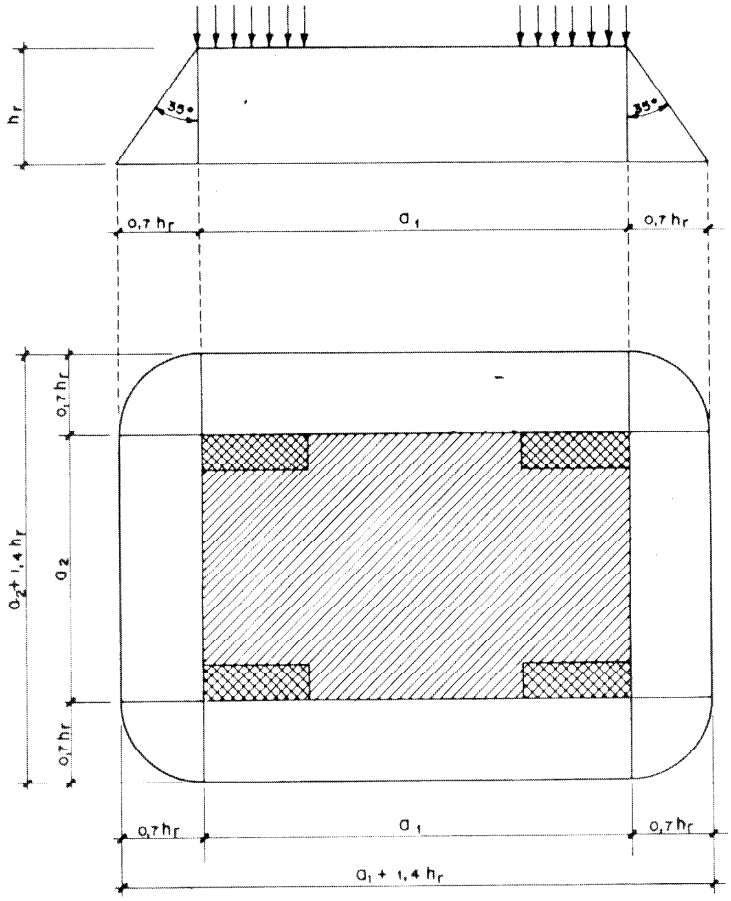
$$q_0 = q_Q \times d_e \ (kN/m); \quad siendo \quad q_Q = \frac{Q}{A_r} \ (kN/m^2)$$

y donde:

q_0 = Carga estática, en kN/m.

Q = Carga concentrada, en kN.

A_r = Área de reparto, en m^2, a una profundidad h_r, de la carga Q aplicada en la superficie del terraplén, según un rectángulo de dimensiones a_1 y a_2, en m.



Superficie de reparto a la profundidad h_r

Esta área viene dada por la expresión:

$$A_r = 1{,}54 \times h_r^{\,2} + 1{,}4 \times h_r\,(a_1 + a_2) + a_1 \times a_2 \;\; (m^2)$$

d_e = Diámetro exterior del tubo, en m.

h_r = Profundidad del plano de reparto, en m.

Esto presupone la existencia de una h_r mínima, para que la anchura de la zona de reparto a esa profundidad sea mayor o igual que el diámetro exterior del tubo, es decir, que dicho diámetro no

sea mayor que la sección transversal de la superficie de reparto a la profundidad h_r. De no cumplirse esta condición será preciso utilizar la sección transversal en lugar del diámetro exterior. Con lo que la altura límite a la que se interfieren las superficies de reparto es:

$$h_{r\,lim.} = \frac{e_1 - a_1}{2\,.\,tg\,35^o}$$

siendo:

$h_{r\,lim.}$ = profundidad h_r a la que se interfieren varias cargas concentradas, próximas entre si.

e_1 = distancia entre ejes de dos ruedas, en m.

a_1 = ancho de la huella de la rueda, en m.

Cuando actúan varias cargas concentradas, próximas entre sí, cuyas superficies de reparto a la profundidad h_r se interfieren, la cohesión de los rellenos permite, en general, considerarlas como una carga única cuya superficie de aplicación, al nivel del suelo es la envolvente de la superficie de reparto de las distintas cargas.

b) Cargas concentradas con efecto de impacto.

En este caso, los valores obtenidos para q_0, han de mayorarse por un coeficiente de impacto igual a:

Para el tráfico carretero: $C_i = 1 + 0{,}3/\,h_r$

Para el tráfico ferroviario: $C_i = 1{,}4 - 0{,}1\,(h_r - 0{,}5)$ ³ 1,0 (según UIC)

$C_i = 1 + \frac{0{,}33v}{100} - 0{,}1 \times (h_r - 0{,}5)$ ³ 1,0 (según RENFE)

Donde:

h_r = altura de relleno de las tierras, en m.

v = velocidad en km/h con un valor máximo de 200 km/h

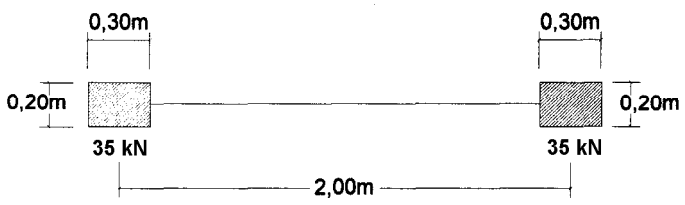
Para altura de relleno de tierras igual o superior a tres metros, $C_i = 1$.

Cargas producidas por el tráfico carretero.

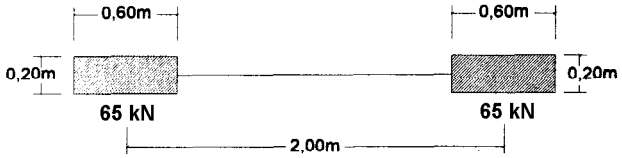
Aplicación a algunos casos de cargas:

- Eje de 70 kN
- Eje de 130 kN
- Vehículo de 600 kN

Los esquemas de cargas de cada uno de estos casos se indican a continuación

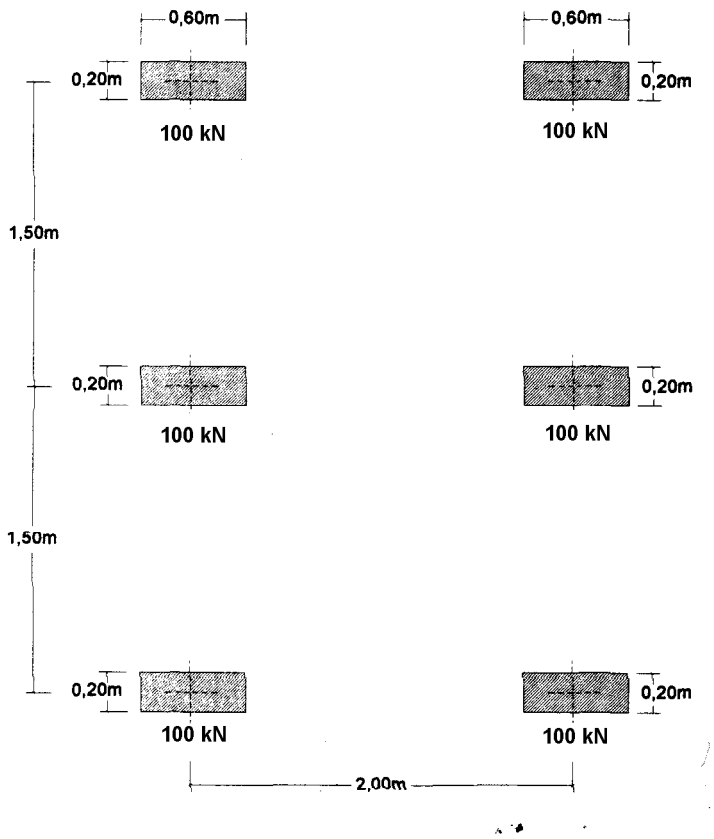


. Eje de 70 kN. Esquema de cargas.



Eje de 130 kN. Esquema de cargas.

- Vehículo de 600 kN (vehículo de tres ejes de la Instrucción de puentes de carreteras):



Vehículo de 600 kN. Esquema de cargas.

Las expresiones que dan, en estos casos, los valores de la presión vertical q_0 a la profundidad h_r, obtenidos considerando el caso de terraplén, y sin tener en cuenta el impacto, son las siguientes:

- Eje de 70 kN:

$$h_{rl\,i\,m.} = \frac{e_1 - a_2}{2\,.tg\,35^o} = \frac{2 - 0{,}3}{1{,}4} = 1{,}21\,m$$

Para h_r £ 1,21 m,

$$q_Q = \frac{35}{1{,}54 \times h_r^{\,2} + 0{,}7 \times h_r + 0{,}06} \quad kN/m^2$$

Para h_r > 1,21 m,

$$q_Q = \frac{70}{1{,}54 \times h_r^{\,2} + 3{,}5 \times h_r + 0{,}46} \quad kN/m^2$$

- Eje de 13 t:

$$h_{rl\,i\,m.} = \frac{e_1 - a_2}{2 \times tg\ 35^o} = \frac{2 - 0{,}6}{1{,}4} = 1{,}00\ m$$

Para h_r £ 1,00 m,

$$q_Q = \frac{65}{1{,}54 \times h_r^{\ 2} + 1{,}12 \times h_r + 0{,}12} \quad kN / m^2$$

Para h_r > 1,00 m,

$$q_Q = \frac{130}{1{,}54 \times h_r^{\ 2} + 3{,}92 \times h_r + 0{,}52} \quad kN / m^2$$

- Vehículo de 600 kN (vehículo de tres ejes de la Instrucción de puentes de carreteras):

$$h_{rl\,i\,m.} = \frac{e_2 - a_1}{2 \times tg\ 35^o} = \frac{1{,}5 - 0{,}2}{1{,}4} = 0{,}93\ m$$

siendo:

e_2: distancia entre ejes, en m

a_2: ancho de la rueda, en m

y

$$h_{rl\,i\,m.} = \frac{e_1 - a_2}{2\ .\ tg\ 35^o} = \frac{2 - 0{,}6}{1{,}4} = 1{,}00\ m$$

Para h_r £ 0,93 m,

$$q_Q = \frac{100}{1{,}54 \times h_r^{\ 2} + 1{,}12 \times h_r + 0{,}12} \quad kN / m^2$$

Para 0,93 < h_r £ 1,00 m,

$$q_Q = \frac{300}{1{,}54 \times h_r^{\ 2} + 5{,}32 \times h_r + 1{,}92} \quad kN / m^2$$

Para h_r > 1,00 m,

$$q_Q = \frac{600}{1{,}54 \times h_r^{\ 2} + 8{,}12 \times h_r + 8{,}32} \quad kN / m^2$$

Ø Empuje lateral

La expresión del empuje lateral (fig. 21) es:

$$q_b = l \times g_r \left[h_5 + \frac{d_e}{2}(1 - \cos b) \right] \quad (kN/m^2)$$

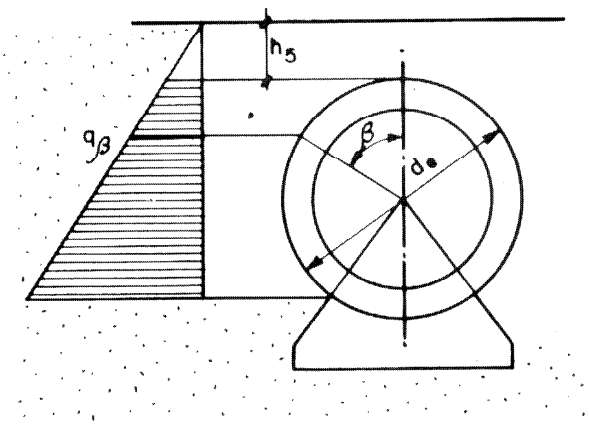


fig.-2 Empuje lateral

Según se encuentre la tubería en zanja o terraplén, la expresión de la altura de tierras equivalente, h_5, es:

a) En zanja:

$$h_5 = C_z \times h_r + \frac{q_0}{g_r \times d_e} \quad (m)$$

b) En terraplén:

$$h_5 = h_r + \frac{q_0}{g_r \times d_e} \quad (m)$$

A efectos prácticos de determinación de esfuerzos transversales, se denomina q_5 al producto $l \cdot g \cdot d_e$ en kN/m^2.

Ø Presión interna

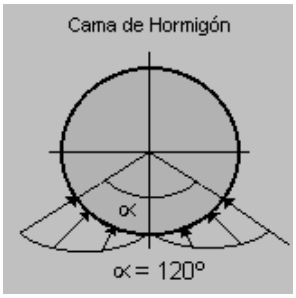
Se considera como presión interna la presión de diseño (DP), la presión máxima de trabajo (MDP), o la presión de prueba en zanja (STP) en función de la hipótesis de cálculo considerada.

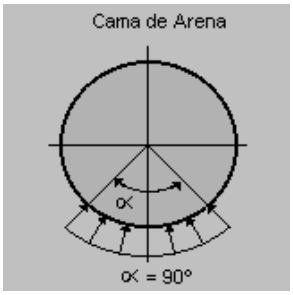
· Determinación de esfuerzos transversales.

Como esquema estructural, se asimila la sección transversal del tubo a un arco elástico. Se considera media sección transversal del tubo, supuesta empotrada en la base y con empotramiento deslizante en la clave.

Los esfuerzos transversales producidos por cada una de las acciones que actúan sobre el tubo, se obtienen por superposición de dos estados: el de esa acción y el de su reacción sobre el

apoyo.





Para la obtención de los esfuerzos en clave, riñones y solera debidos a las acciones ovalizantes, se incluyen a continuación los cuadros I y II que permiten obtener los momentos flectores y los esfuerzos axiles en función del tipo de apoyo y de la relación espesor/diámetro interior.

La presión interna produce un esfuerzo axil de tracción. Para el cálculo de dicho esfuerzo, se admite, como simplificación, utilizar la expresión correspondiente a los tubos de pared delgada.

$$N = 0{,}5 \times MPD \times d_i \quad (N / mm)$$

CUADRO I

Momentos flectores transversales

$k = d_e / d_m$		PESO PROPIO	PESO DEL FLUIDO	CARGAS VERTICALES		EMPUJE LATERAL
				Cargas de tímpanos	Cargas sobre clave	
		$M_1 = k_1\, q_1\, d_m$	$M_2 = k_2\, q_2\, d_m$	$M_3 = k_3\, q_3\, d_m$	$M_4 = k_4\, q_4\, d_m$	$M_5 = k_5\, q_5\, d_m$
		k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
Apoyo	Clave	0,03151	0,03151	- 0,02934 k + 0,06453	- 0,04069 k + 0,10727	h_5 (- 0,11490 + 0,05369 k) + d_e (+ 0,01275 k - 0,03764)
Granular	Riñones	- 0,03662	- 0,03662	0,06323 k – 0,11759	0,03125 k - 0,09912	h_5 (+ 0,11364 - 0,05255 k) + d_e (- 0,02214 k + 0,05213)
a = **90º**	Base	0,04169	0,04169	-0,03836 k + 0,09671	- 0,02179 k + 0,09092	h_5 (- 0,08459 + 0,02870 k) + d_e (+ 0,00978 k - 0,04024)
Apoyo de	Clave	0,01551	0,01551	-0,02934 k + 0,04853	- 0,04069 k + 0,09127	h_5 (- 0,10496 + 0,04707 k) + d_e (+ 0,00743 k - 0,02967)
Hormigón	Riñones	-0,01777	- 0,01777	0,06323 k – 0,09874	0,03125 k - 0,08027	h_5 (+ 0,10056 - 0,04347 k) + d_e (- 0,01486 k + 0,04167)
a = **120º**	Base	- 0,01143	- 0,01143	- 0,03836 k + 0,04359	- 0,02179 k + 0,03780	h_5 (- 0,06892 + 0,02224 k) + d_e (+ 0,00453 k - 0,02762)

$M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$; $q_4 = q_r + C_i\, q_o$; $q_5 = \gamma \cdot g \cdot d_e$

M positivo produce tracciones en la fibra interior. Las unidades son: m y kN

CUADRO II
Esfuerzos axiles transversales

$k = d_e / d_m$		PESO PROPIO	PESO DEL FLUIDO	CARGAS VERTICALES		EMPUJE LATERAL
				Cargas de tímpanos	Cargas sobre clave	
		$N_1 = k_1\, q_1$	$N_2 = k_2\, q_2$	$N_3 = k_3\, q_3$	$N_4 = k_4\, q_4$	$N_5 = k_5\, q_5$
		k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
Apoyo	Clave	0,04542	0,20458	0,20316 k - 0,13573	0,10610 k - 0,08720	h_5 (- 0,45709 - 0,03751 k) + d_e (+ 0,02812 k - 0,17954)
Granular	Riñones	- 0,25000	0,06830	- 0,50000	- 0,50000	0
a = 90º	Base	- 0,25252	0,22493	- 0,20316 k - 0,07137	- 0,10610 k - 0,11990	h_5 (- 0,39646 + 0,03751 k) + d_e (- 0,02812 k - 0,18470)
Apoyo de	Clave	- 0,02427	0,13488	0,20316 k - 0,20543	0,10610 k - 0,15690	h_5 (- 0,41104 - 0,06892 k) + d_e (+ 0,00290 k - 0,14267)
Hormigón	Riñones	- 0,25000	0,06830	- 0,50000	- 0,50000	0
a = 120º	Base	- 0,39647	0,08098	- 0,20316 k - 0,21532	- 0,10610 k - 0,26385	h_5 (- 0,33896 + 0,06892 k) + d_e (- 0,00290 k - 0,13858)

$N = N_{ov} + N_6$ Donde: $N_{ov} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5$; $N_6 = 0.5 \cdot P_t \cdot d_i$; $q_4 = q_r + C_i\, q_o$; $q_5 = l \cdot g \cdot d_e$

N positivo produce tracciones. Las unidades son: m y kN, excepto en el caso de P_t que se da en MPa.

DIMENSIONAMIENTO DE LOS TUBOS

· TUBOS DE HORMIGÓN POSTESADO.

Para el dimesionamiento de la tubería de hormigón postesado, se utilizan las fórmulas de Lamé, que asimilan el tubo postesado a tres capas cilíndricas, coaxiales y adherentes (núcleo homogeneizado, espiras de pretensado y revestimiento) estudiando las tensiones en el hormigón y en el acero de pretensar en cada una de las siguientes condiciones:

- Presión de diseño (*DP*) + cargas fijas: el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Presión máxima de diseño (*MDP*) + 0,1 MPa + cargas fijas: la tensión en el núcleo no excederá de $f_{ct,k} = 0{,}21\sqrt[3]{f_{ck}^2}$;
- Presión de diseño (*DP*) + cargas fijas + cargas móviles: no existirá tracciones en el núcleo;
- Presión máxima de diseño (*MDP)*: el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Presión de prueba en fábrica (*PP*): el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Presión de prueba de red + cargas fijas de 1 metro de tierra sobre clave: el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Cargas fijas + cargas móviles, sin presión: el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;

Además los tubos postesados se dimensionan para que, en cualquiera de sus secciones, se cumplan, una vez que han tenido lugar todas la pérdidas, las condiciones siguientes:

- La tensión en el alambre de pretensar no supere su tensión de zunchado.

- El hormigón del revestimiento no esté sometido a una tracción superior a la máxima admisible, $f_{ct,k}$.

En el proceso de zunchado del núcleo se tendrán en cuenta, además, las condiciones siguientes:

- Que durante el zunchado, la tensión del alambre no supere el 0,80 $f_{max,k}$
- Que inmediatamente después de terminado el zunchado, la fuerza de tesado proporcione a las armaduras activas una tensión no mayor que 0,75 $f_{max,k}$
- Que la compresión del hormigón del primario no supere el 0,55 de la resistencia característica a compresión del hormigón en ese momento.
- Que en la chapa no se supere el 0,80 f_{yk}
- Que la tracción longitudinal transitoria, producida durante el postesado transversal, y que no es absorbida por la resistencia admisible del hormigón del núcleo, lo sea mediante la chapa.

En el estado final de postesado, y a efectos de cálculo, se cumplirá además:

- Que el valor característico final de postesado adoptado (el obtenido una vez deducidas todas las pérdidas) no sea superior al que corresponde a una tensión en las armaduras activas igual a 0,60 $f_{max,k}$.
- Que la compresión del hormigón no supere el 60% de f_{ck} después de pérdidas, sin presión interior y con carga de tierras.

En este proceso de cálculo se parte de una sección prefijada de alambre de postensado y de unas características geométricas y materiales del tubo, que con las correspondientes solicitaciones de ovalización y de pretensado, permiten obtener su presión máxima de trabajo.

Coeficientes de equivalencia:

$$n_i = \frac{E_s}{E_{ci}} \quad ; \quad n = \frac{E_s}{E_c} \quad ; \quad n_1 = \frac{E_s}{E_r} \quad ; \quad n_2 = \frac{E_r}{E_c}$$

Coeficientes de Lamé:

$$A = \frac{2r^2}{r_{co}^2 - r^2} \quad ; \quad B = A + 1 \quad ; \quad C = A + 2$$

$$A_r = \frac{2r_{co}^2}{r_{ro}^2 - r_{co}^2} \quad ; \quad B_r = A_r + 1 \quad ; \quad B_s = \frac{r_c}{w}$$

$$k = \frac{B}{B_r}$$

$$D = n_2 \times B\left(B_s + n_1 \times B_r\right) + B_r \times B_s$$

Características geométricas:

$$s_{ro} = \left(r_c - r\right) + \left(n - 1\right) \times s_{ch} + \left(n - n_2\right) \times w + n_2\left(r_r - r_c\right)$$

$$y_e = r_c - r - y_i$$

$$y_i = \frac{\left(r_c - r\right)^2}{2s_{ro}} + \frac{\left(n - 1\right) \times s_{ch}\left(r_{ch} - r\right)}{s_{ro}} + \frac{\left(n - n_2\right) \times w\left(r_c - r\right)}{s_{ro}} + \frac{n_2\left(r_r - r_c\right)\left(r_r + r_c - 2r\right)}{2s_{ro}}$$

$$y_r = r_r - r_c + y_e$$

$$I_0 = \frac{1}{12}(r_c - r)^3 + (r_c - r)\left(y_i - \frac{r_c - r}{2}\right)^2 +$$
$$+ (n-1)\, s_{ch}(r + y_i - r_{ch})^2 + (n - n_2)\, y_e^2 +$$
$$+ \frac{1}{12} n_2 (r_r - r_c)^3 + n_2 (r_r - r_c)\left(\frac{r_r - r_c}{2} + y_e\right)^2$$
$$r_{co} = r_c + (n-1)s_{ch}$$
$$r_{ro} = r_r + (n-1)s_{ch}$$

<u>Características de los materiales</u>:

Como valores orientativos se pueden considerar los siguientes:

- Resistencias características a compresión y módulos de elasticidad, del hormigón del núcleo y del revestimiento.

$f_{ck(núcleo)}$	=	45 N/mm^2
E_{ci}	=	30.000 N/mm^2
E_c	=	40.000 N/mm^2
$f_{ck(revest)}$	=	35 N/mm^2
E_r	=	35.000 N/mm^2

- Tensión de rotura o tracción y módulo de elasticidad, del alambre de acero:

$f_{max,k}$	=	1.800 N/mm^2
E_s	=	200.000 N/mm^2

- Relajación final de los alambres de acero, a mil horas, al ser tesados al 70% de la carga de rotura, a 20ºC:

a	=	2 %

- Límite elástico característico y módulo de elasticidad, de la chapa:

f_{yk}	=	240 N/mm^2
E_s	=	210.000 N/mm^2

- Deformación por retracción, del hormigón del núcleo y del revestimiento:

$\hat{\varepsilon}_c = -0{,}0002$

$\hat{\varepsilon}_r = -0{,}0003$

- Coeficientes de fluencia del hormigón del núcleo y del revestimiento:

$\varphi_c = 1{,}50$

$\varphi_r = 0{,}75$

<u>Postensado transversal:</u>

Tensiones producidas inmediatamente después del zunchado:

$$\Delta\sigma_s = \frac{n_i \cdot \sigma_s}{4 \cdot B_s} \cdot \frac{r_c + r}{r_c - r}$$

$$\sigma'_s = \sigma_s - \Delta\sigma_s$$

$$\sigma'_{ci} = -\frac{C \cdot w \cdot \sigma'_s}{r_c}$$

$$\sigma'_{ce} = -\frac{B \cdot w \cdot \sigma'_s}{r_c}$$

Tensiones finales debidas al postensado:

$$\Delta_0''\sigma_s = \frac{a}{100}\sigma_s$$

$$\sigma''_s = \sigma'_s - \Delta_0''\sigma_s$$

$$\Delta''\sigma_s = 2\frac{n\varphi_c\,\omega B\sigma''_s(1+\varphi_r) - E_s\,\varepsilon_c(1+\varphi_r)r_c - E_s\,\varepsilon_r\,n_2\,kr_c}{2r_c(1+\varphi_r+n_2k)+n\times\omega B(1+\varphi_r)(2+\varphi_c)}$$

$$t_1 = \frac{E_s\cdot\varepsilon_r + \Delta'''\sigma_s}{n_1\cdot B_r(1+\varphi_r)}$$

$$\Delta'\sigma_s = \Delta'_0\sigma_s\left(1 - 2\frac{\Delta'''\sigma_s}{\sigma_s}\right)$$

$$\sigma'''_s = \sigma_s - (\Delta'\sigma_s + \Delta''\sigma_s + \Delta'''\sigma_s) \not> 0{,}6\ f_{max,k}$$

$$\sigma'''_{ci} = -C\left(\frac{\omega\cdot\sigma'''_s}{r_c} - t_1\right)$$

$$\sigma'''_{ce} = -B\left(\frac{\omega\cdot\sigma'''_s}{r_c} - t_1\right)$$

$$\sigma'''_{ri} = -t_1\cdot B_r$$

$$\sigma'''_{re} = -t_1\cdot A_r$$

Tensiones producidas por los esfuerzos de ovalización:

$$\sigma_{s,ov} = \frac{n\cdot N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{n\cdot M\cdot y_e}{I_0},\ en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ci,ov} = \frac{N_{ov}}{s_{ro}} + \frac{M\cdot y_i}{I_0},\ en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ce,ov} = \frac{N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{M \cdot y_e}{I_0}, en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ri,ov} = \frac{n_2 \cdot N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{n_2 \cdot M \cdot y_e}{I_0}, en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{re,ov} = \frac{n_2 \cdot N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{n^2 \times M \times y_r}{I_0}, en\ N/mm^2$$

Tensiones producidas por la presión máxima de trabajo (MDP en MPa)

$$\sigma_{s,p} = \frac{B_s > n_2 > A}{D} \times n_1 \times B_r \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ci,p} = B \times P_t - \frac{C > n_2 > A}{D} \times (B_s + n_1 \times B_r) \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ce,p} = A \times P_t - \frac{B > n_2 > A}{D} \times (B_s + n_1 \times B_r) \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ri,p} = \frac{B_r > n_2 > A}{D} \times B_s \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{re,p} = \frac{A_r > n_2 > A}{D} \times B_s \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

Tensiones en la hipótesis pésima de carga.

Tanto para las secciones de máximo momento positivo como para las de máximo momento negativo, se obtendrán las siguientes tensiones.

$$\sigma_{s.t} = \sigma_s''' + \sigma_{s.ov} + \sigma_{s.p}$$

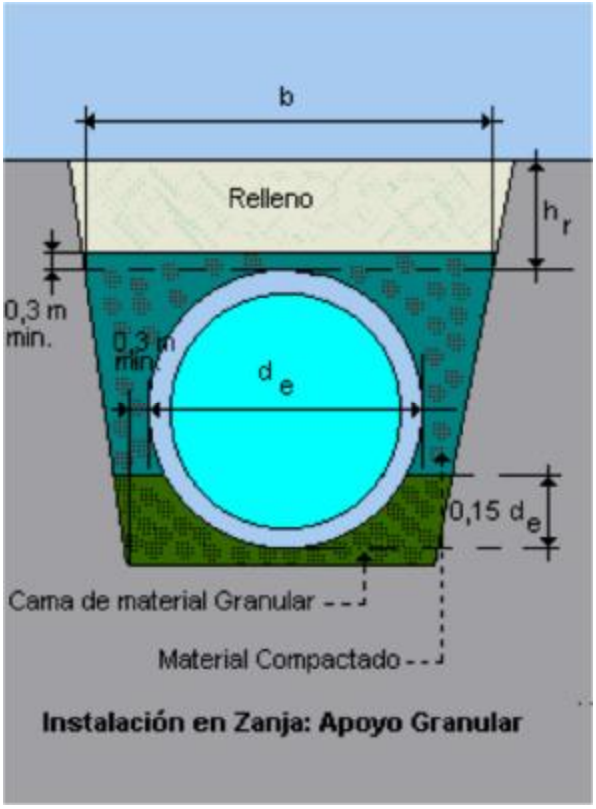
$$s_{ce.t} = s_{ce}''' + s_{ce.ov} + s_{ce.p}$$

$$s_{ci.t} = s_{ci}''' + s_{ci.ov} + s_{ci.p}$$

$$s_{ri.t} = s_{ri}''' + s_{ri.ov} + s_{ri.p}$$

$$s_{re.t} = s_{re}''' + s_{re.ov} + s_{re.p}$$

Para el caso concreto de los tubos para el Proyecto Red de Riego de la Modernización de Canal de Campillo de Buitrago en Soria, se deben adoptar las siguientes hipótesis de cálculo:



- Método de Cálculo: Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado de septiembre del 2007.
- Tipo de colocación:

Todos los diámetros: zanja con relleno compactado.

- Apoyo mínimo Granular a 90º.

- Sobrecarga de tráfico correspondiente al eje de 13 tn

- Condiciones prueba en zanja:

• Presión prueba en zanja (STP) = MDP + 1 atm.

• Altura de relleno:

Hipótesis 1: 1 a 3 mts

Hipótesis 2: 4,5 mts

- Casos considerados:

Ø (mm)	**DP** (atm)	**MDP** (atm)	**STP** (atm)	**Trafico**	**Zanja**	**HT** (m)
1600	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
1600	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
1500	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
1500	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
1400	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
1400	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
1300	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
1300	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
1200	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
1200	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
1100	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
1100	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
100	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
1000	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
900	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
900	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
800	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	1 < HT< 3
800	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5
700	8	10	11	Eje de 13 tn	Compactada	4,5

Ancho de Zanja: según secciones tipo adjuntas.

DP: Presión máxima de funcionamiento en régimen permanente, pero excluyendo el golpe de ariete.

MDP: Presión máxima de funcionamiento en régimen permanente incluyendo el golpe de ariete.

STP: Presión de prueba en zanja.

Las condiciones de los materiales aparecen en los listados de cálculo y son las siguientes:

- HORMIGÓN:
  - Núcleo:
    - Resistencia característica a compresión: 45 N/mm2
    - Tipo de cemento: I 42.5 R/SR ó I 52,5 N/SR

- Revestido:
    - Resistencia característica a compresión: 35 N/mm^2
    - Tipo de cemento: I 42.5 R/SR
- ACERO DE PRETENSAR:
    - Tensión de rotura: 1.800 N/mm^2
- ACERO EN CHAPA Y PLETINAS
    - Calidad: S 235 JR o similar.
    - Espesor de la camisa de chapa: 1.5 mm.
    - Espesor mínimo boquillas: 6 mm. (comprobar según presión de trabajo y diámetro)

CUADRO DE CARACTERISTICAS

	CUADRO DE CARACTERISTICAS DE LA TUBERÍA	Revisión 0 Fecha 30/08/2021 Hoja 1 de 1

OBRA: Modernización de Canal de Campillo de Buitrago (Soria)
CLIENTE: SEIASA

TUBERÍA: HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA

HIPOTESIS:
- Tipo de colocación: ZANJA RELLENO COMPACTADO - Tipo de apoyo GRANULAR 90º - Altura de tierras sobre la generatriz superior del tubo entre 1 y 3 mts y 4,5 mts - Sobrecarga de tráfico: Eje de 13 ton - Presión Máxima de Trabajo 10 atm

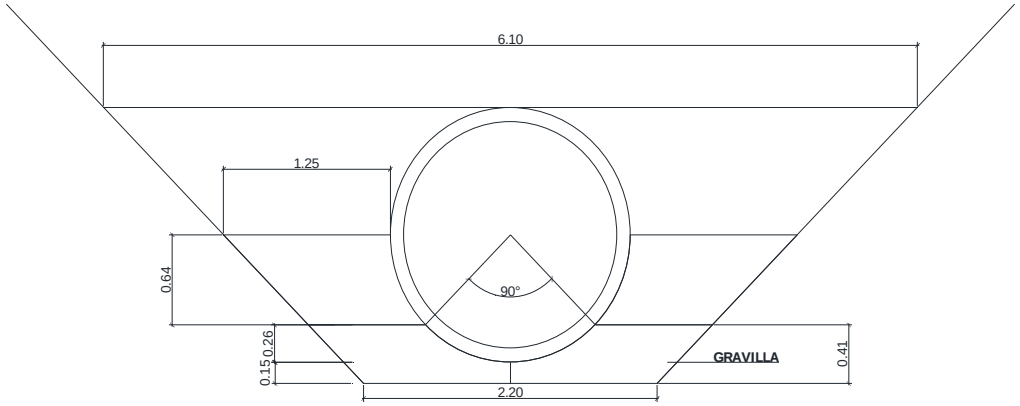
DIAM (mm)	**DP/MDP/STP (atm)**	**ESPES** (mm)	**REC. INTER** (mm)	**REC. EXTER** (mm)	**CABEZ. HEMBRA (mm)**	**CABEZ. MACHO goma**	**ESPES CHAPA** (mm)	**ARMAD. EXTER.**
1600	8/10/11	130	100	30	225	M-23	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
1500	8/10/11	125	95	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
1400	8/10/11	120	90	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
1300	8/10/11	115	85	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
1200	8/10/11	105	75	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
1100	8/10/11	100	70	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
1000	8/10/11	95	65	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
900	8/10/11	90	60	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
800	8/10/11	82	52	30	160	M-20	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja
700	8/10/11	90	60	30	125	M-16	1.5	(*) Calculo según Inst. I.E. Torroja

(*) Proveedor deberá justificar el cálculo con las hipótesis definidas.

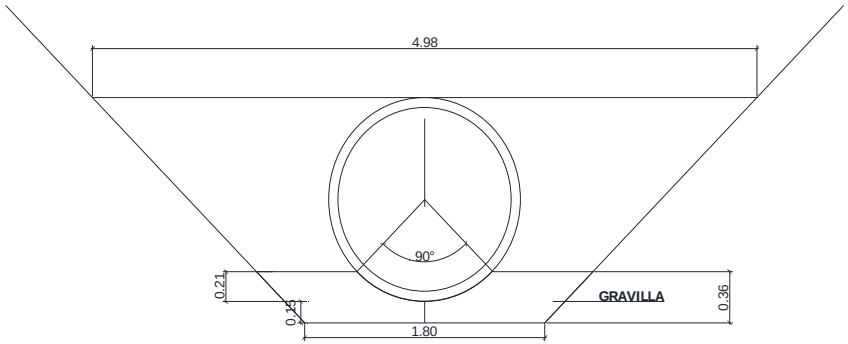
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa: Calidad: S 235 JR		
Acero de pretensar: Tensión de rotura 18000 Kg/cm2		
Hormigón	Resistencia característica a compresión Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 450 kg/cm2 350 kg/cm2
	Tipo de cemento	Núcleo I 42.5 R/SR ó I 52.5 N/SR Revestido I 42.5 R/SR

SECCIONES ANCHO DE ZANJA

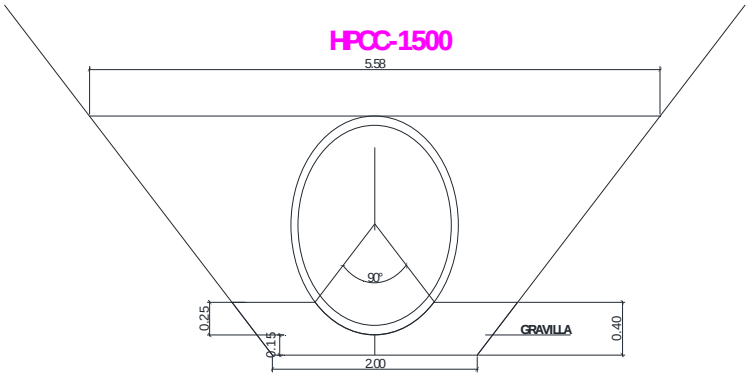
HPCC-1600



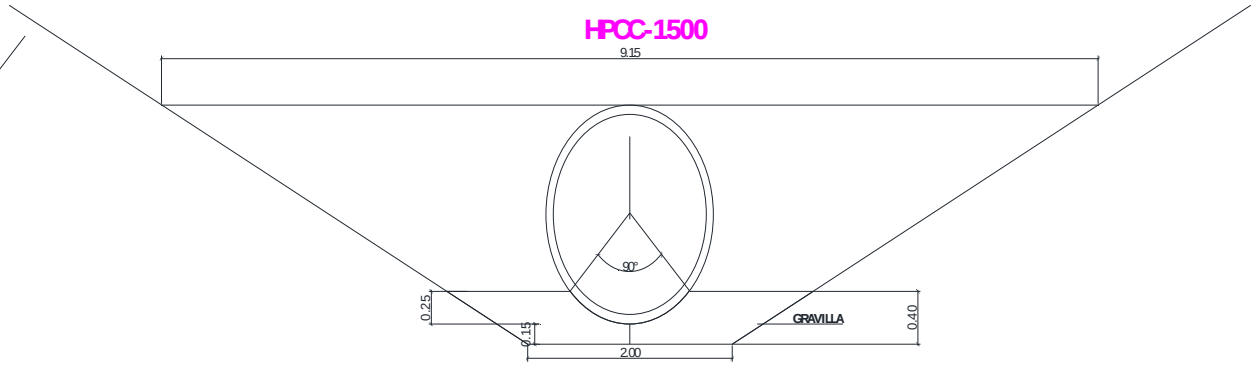
HPCC-1300



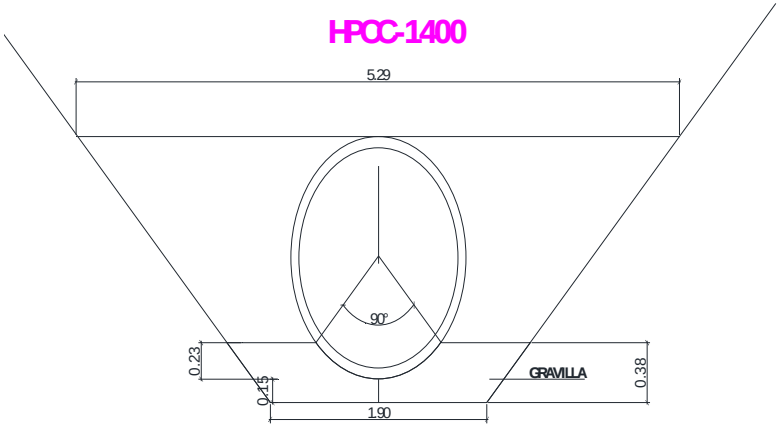
HPCC-1500



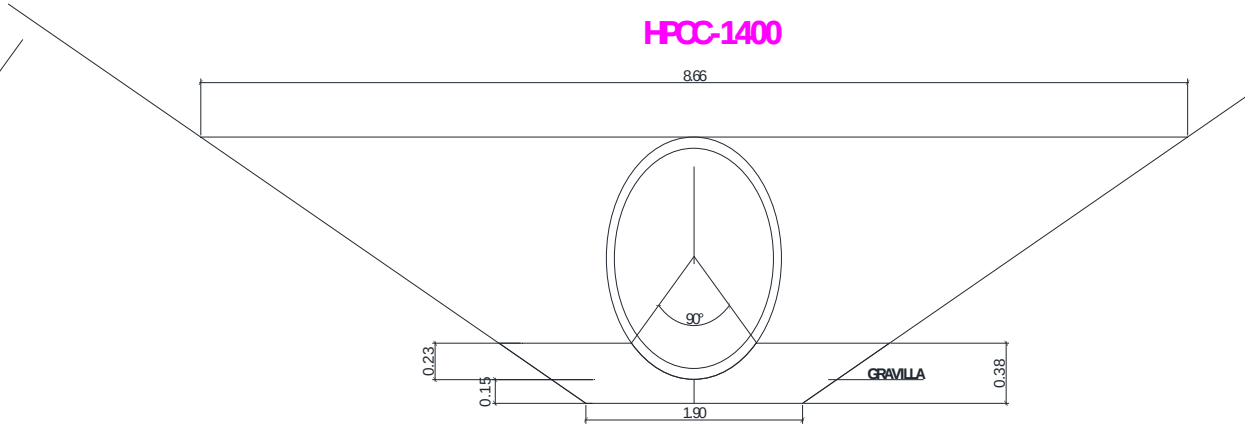
HPCC-1500



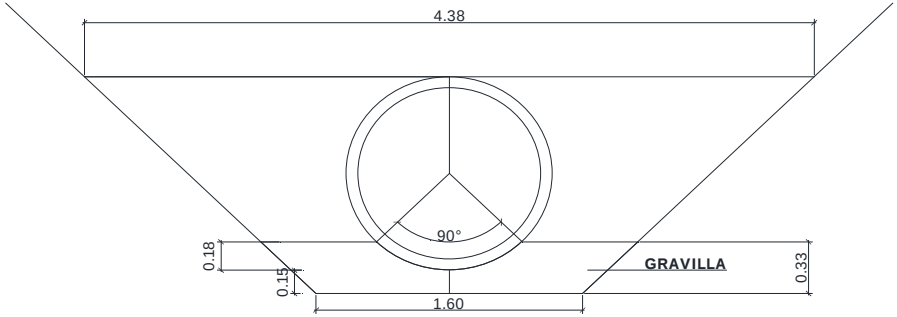
HPCC-1400



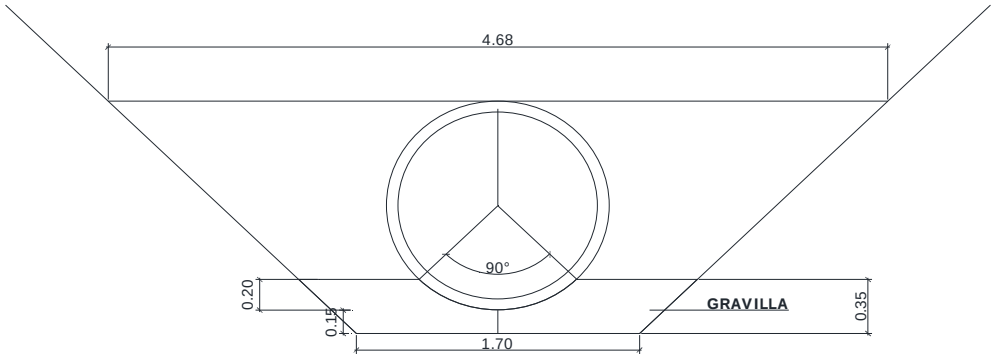
HPCC-1400



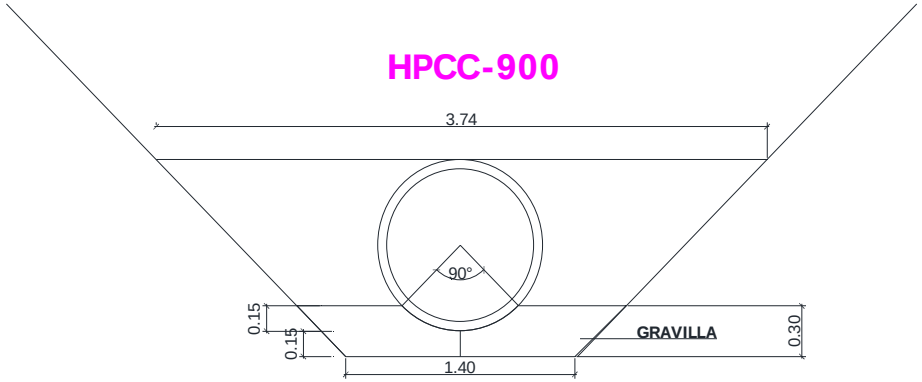
HPCC-1100



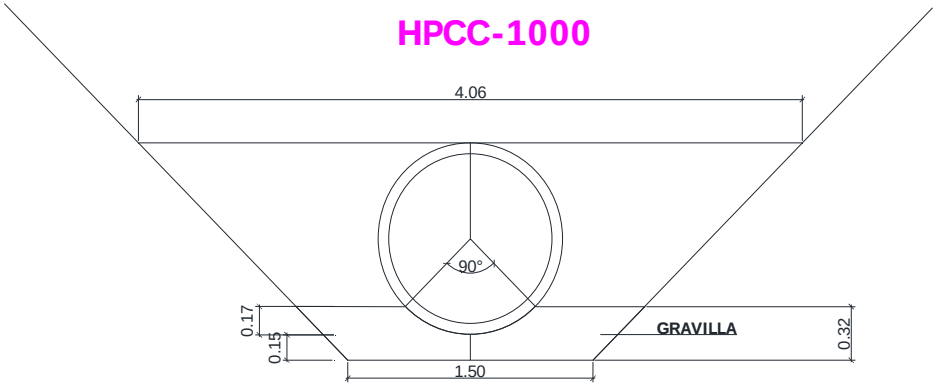
HPCC-1200



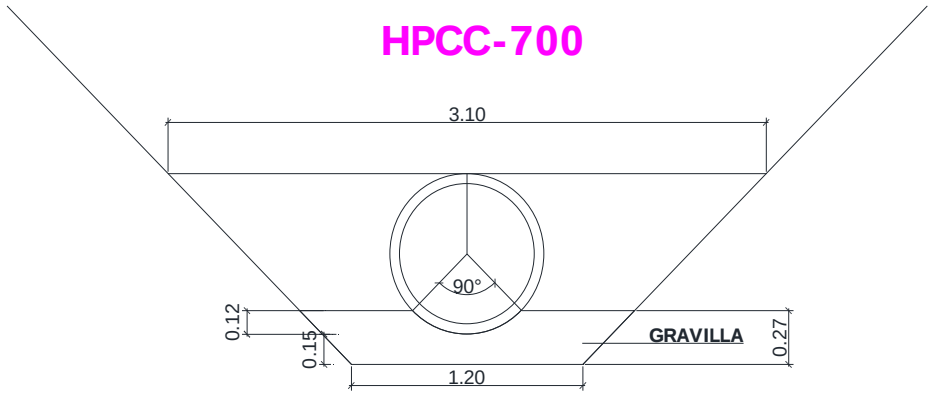
HPCC-900



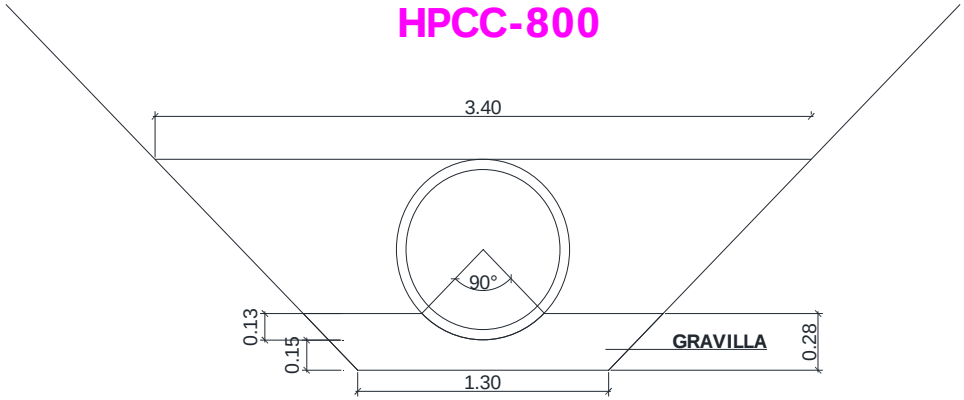
HPCC-1000



HPCC-700



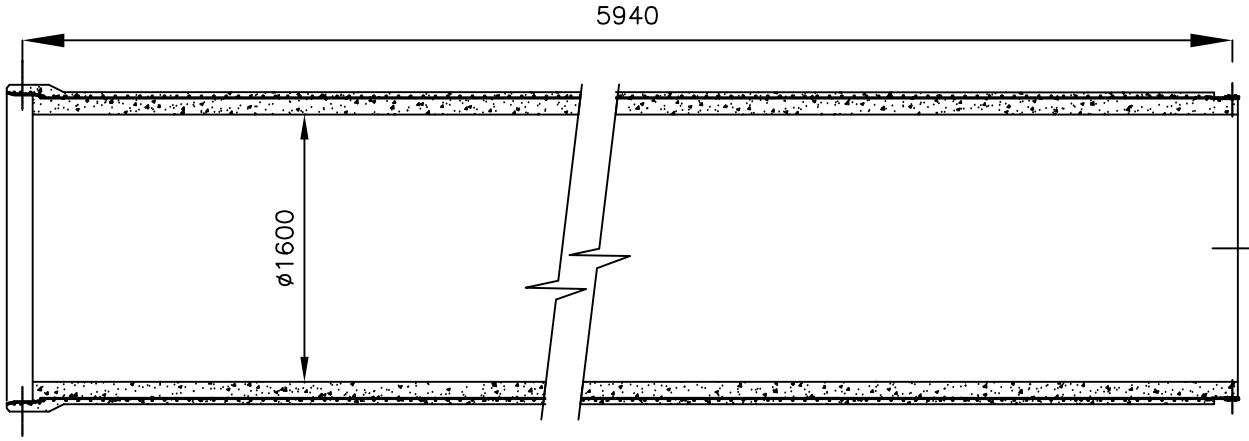
HPCC-800



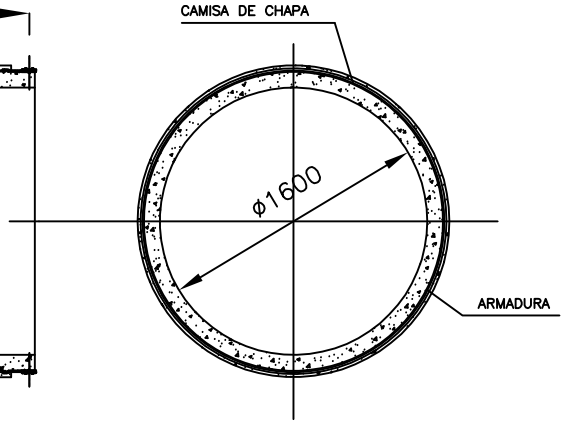
PLANO

DIT Nº 445

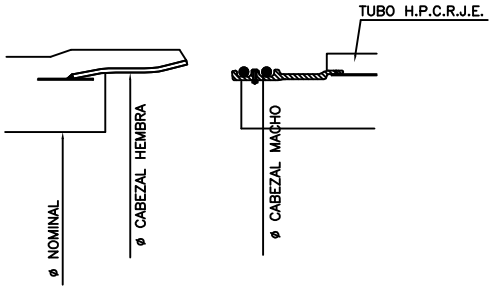
GEOMETRIA DE TUBO DIAM 1500 mm. DETALLE DE ENCHUFE



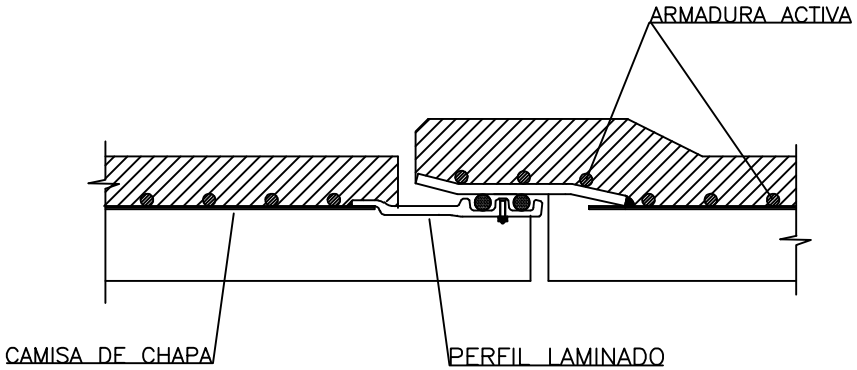
SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1600 mm	1817 mm. +/- 3 mm.	1814 mm. +/- 3 mm.



DETALLE DE ENCHUFE

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO: TUBERIA HORMIGON POSTESADO CAMISA REVESTIDA Y JUNTA DOBLE ELASTICA

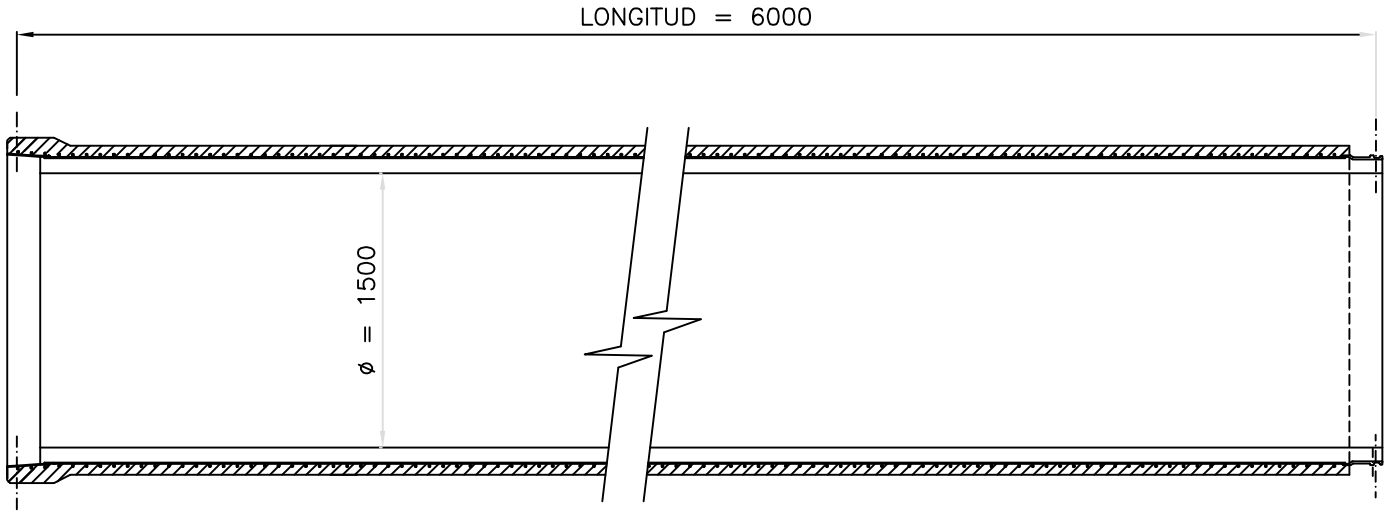
PLANO Nº: 1 — ESCALAS: S/E

TITULO: DN2000 GEOMETRIA DE TUBO DN1600. DETALLE DE ENCHUFE

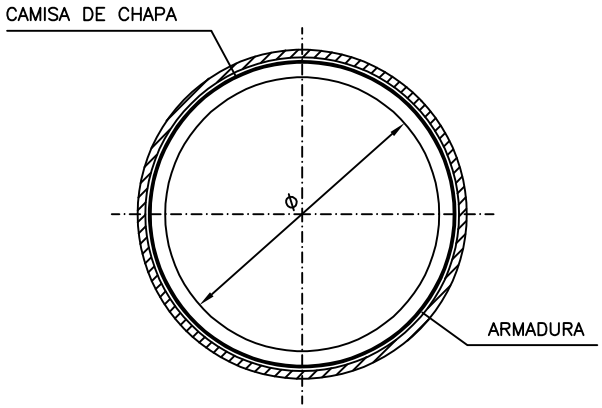
ED.	FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	MAR-21	D. PUERTA	J. P. GUERRERO			

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

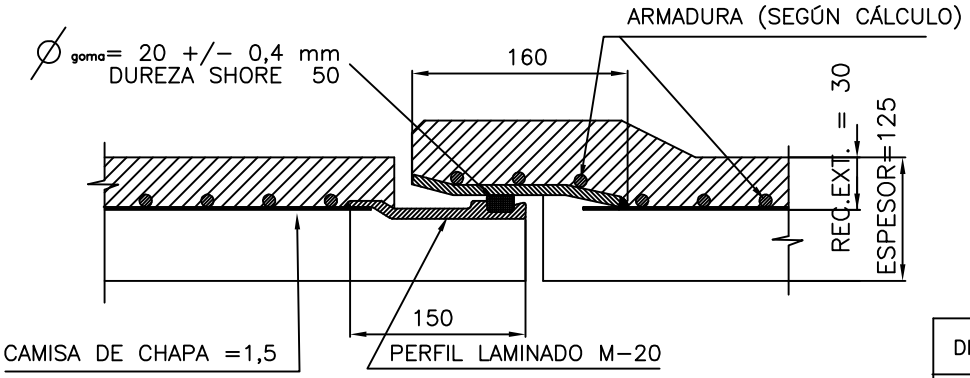
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1500 mm	1707 mm.	1704 mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1500

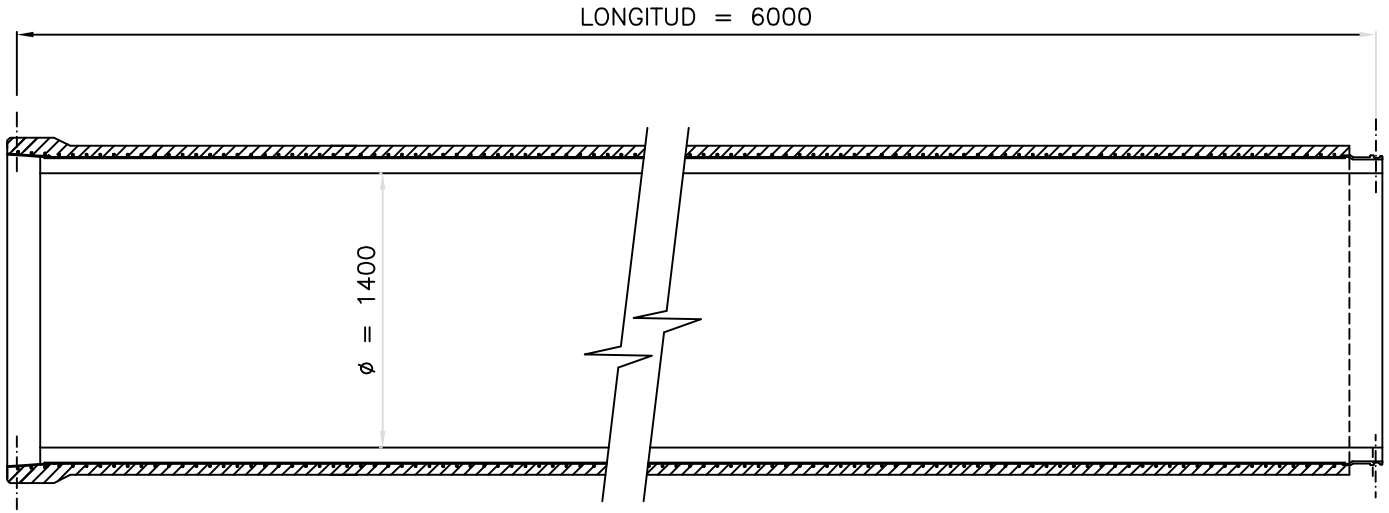
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO. DETALLE DE ENCHUFE

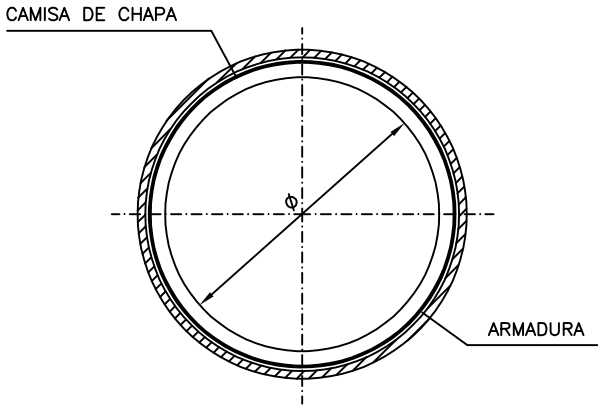
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

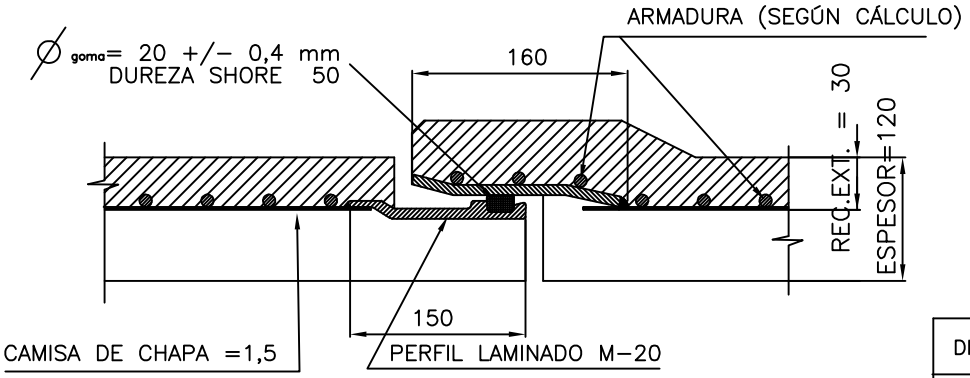
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1400 mm	1597 mm.	1594 mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1400

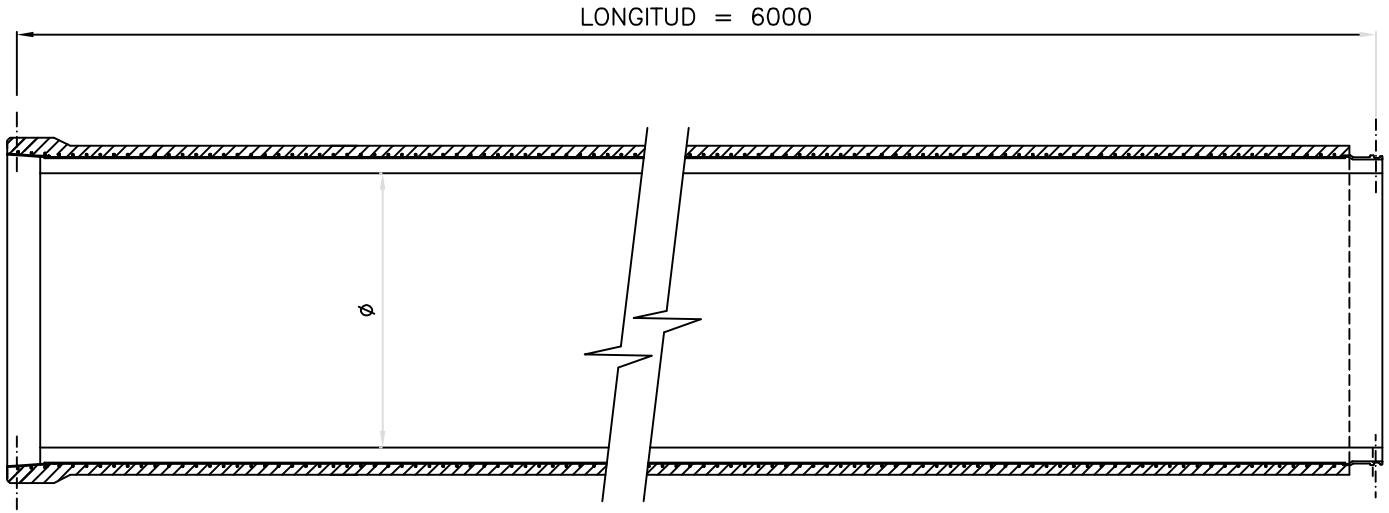
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO. DETALLE DE ENCHUFE

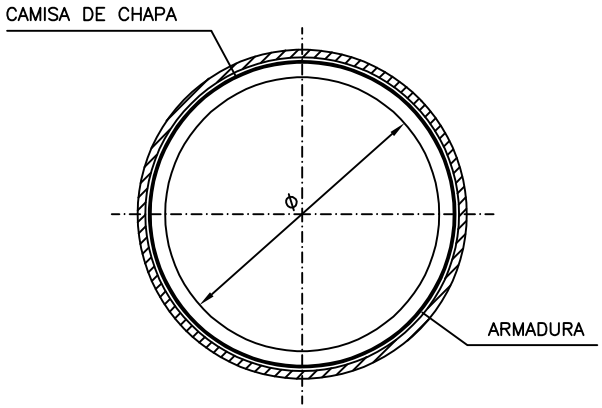
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

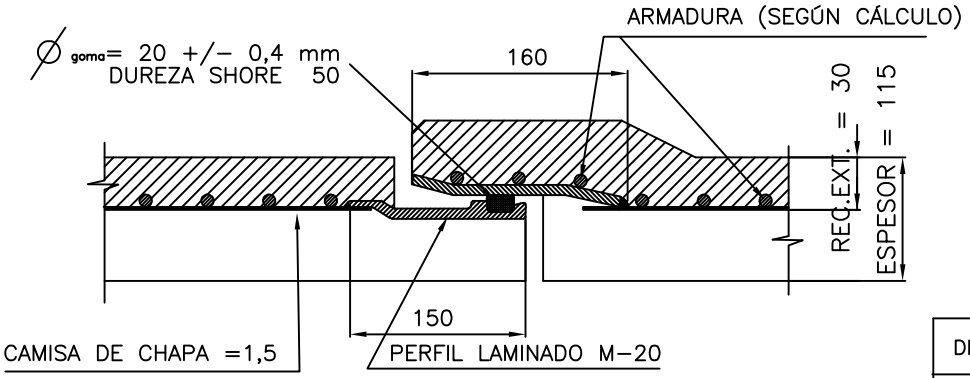
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1300 mm	1487 mm.	1484mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1300

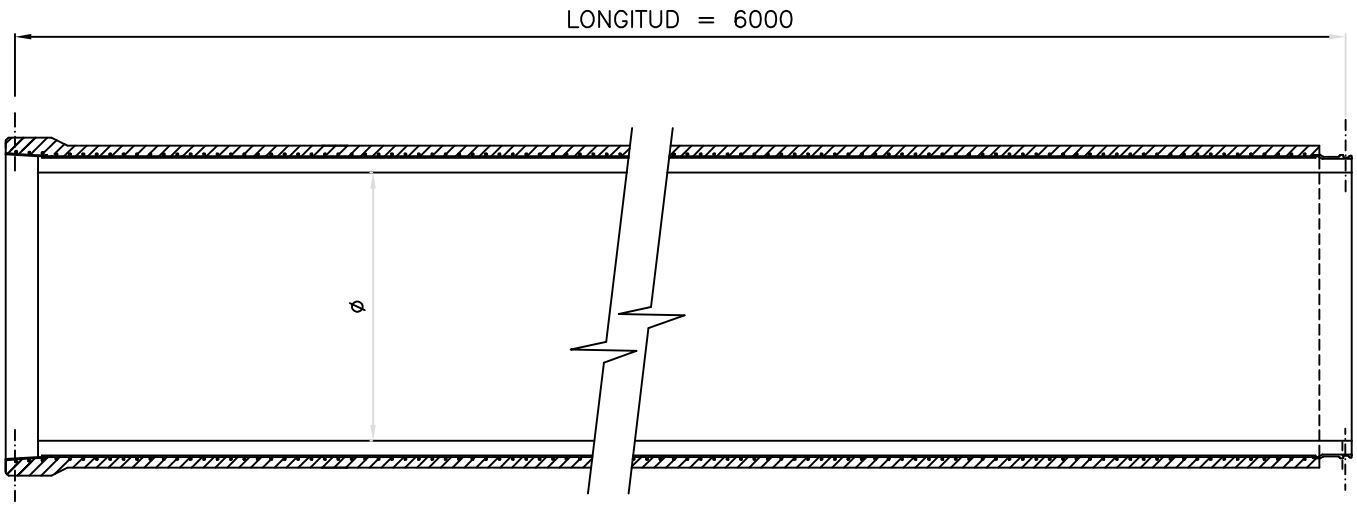
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1300. DETALLE DE ENCHUFE

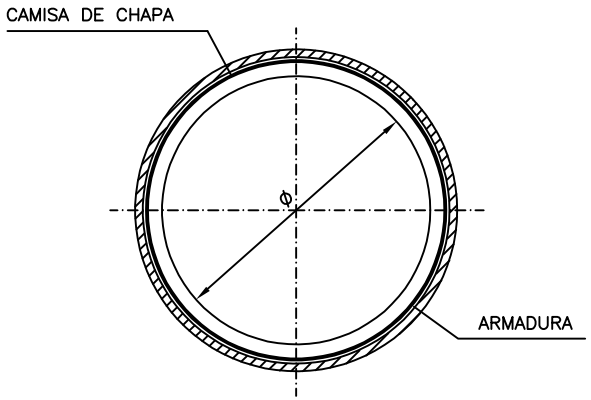
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

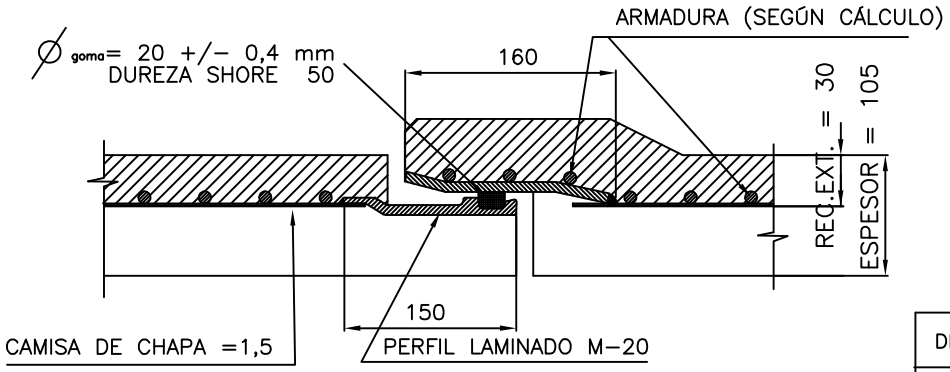
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1200 mm	1366.5 mm.	1364mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1200

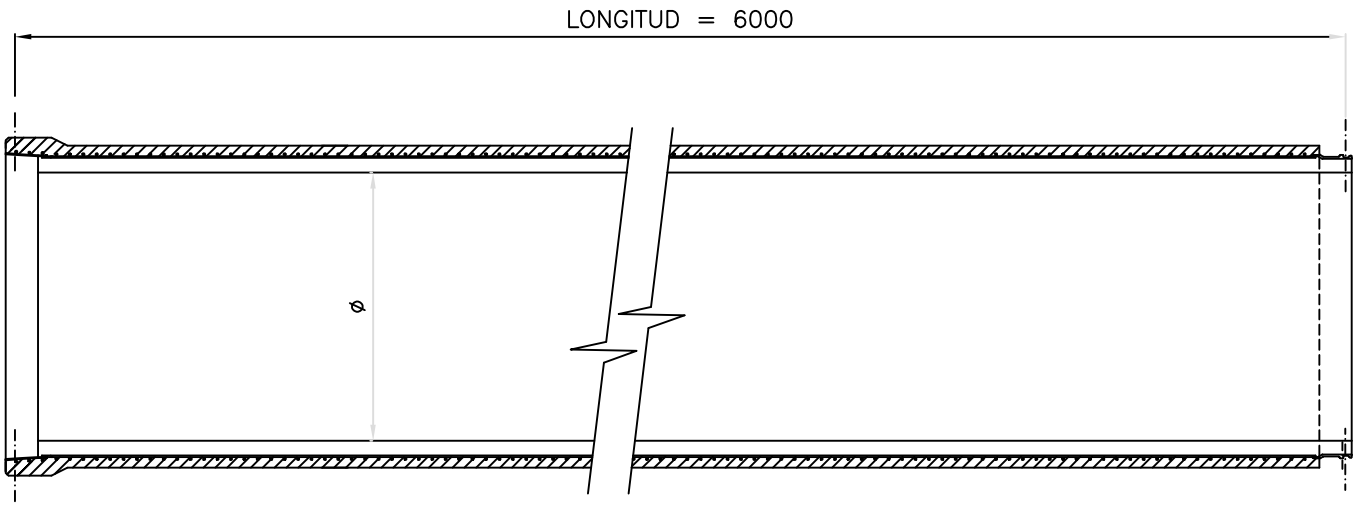
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1200. DETALLE DE ENCHUFE

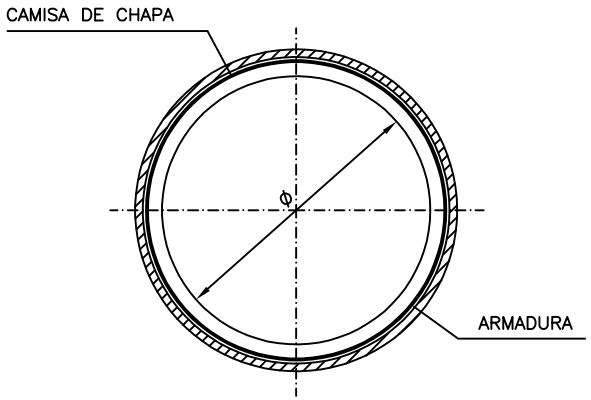
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

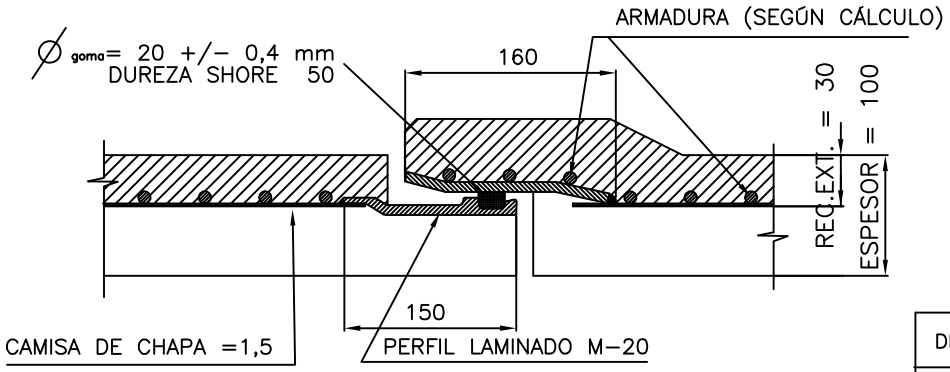
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1100 mm	1256.5 mm.	1254mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1100

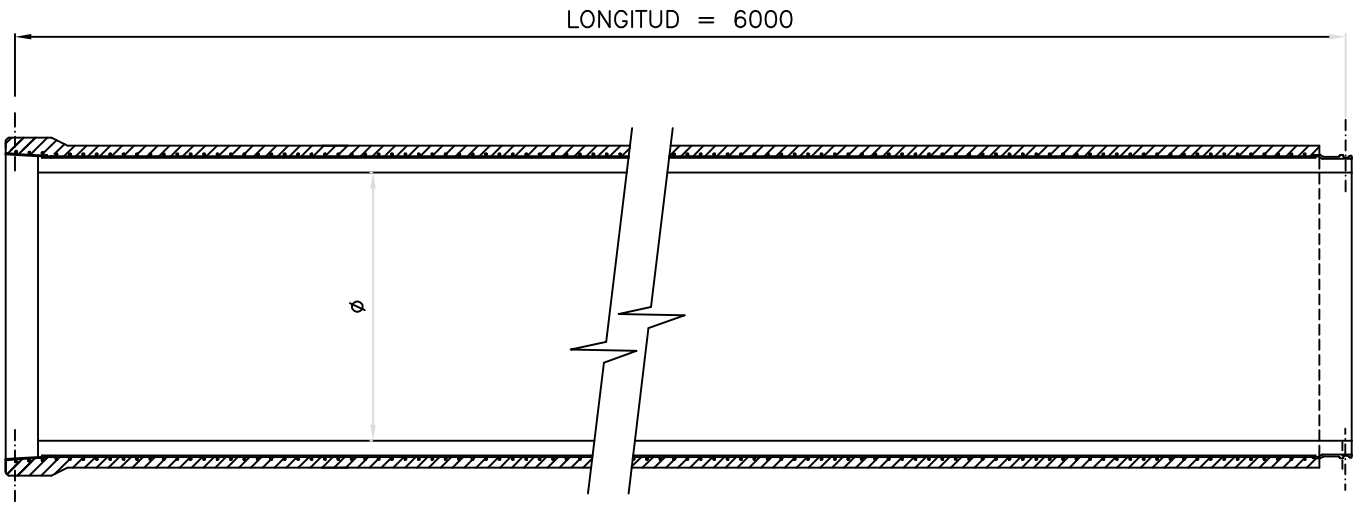
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1100. DETALLE DE ENCHUFE

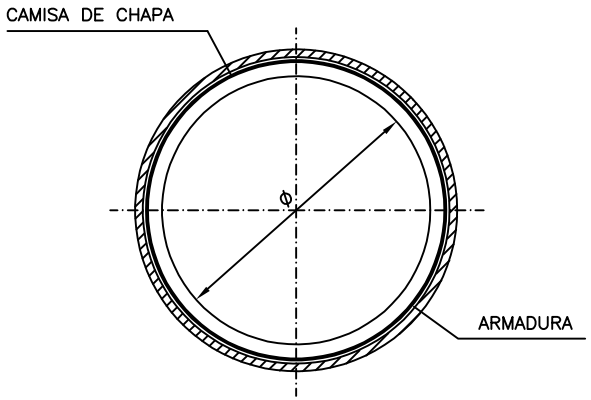
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

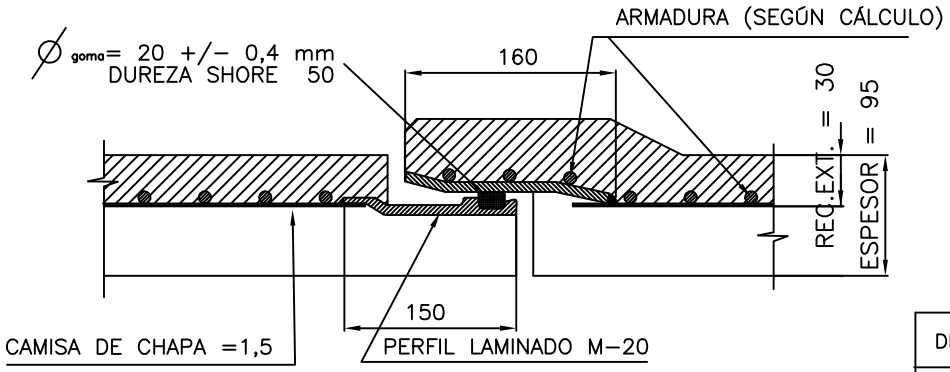
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1000 mm	1146.5 mm.	1144mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1000

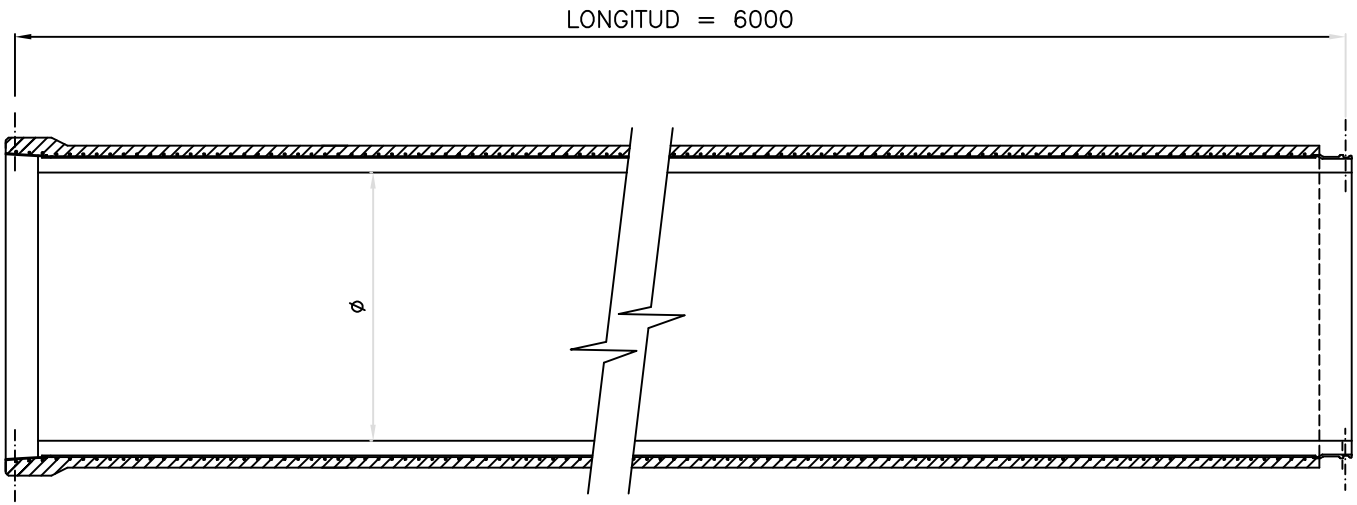
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1000. DETALLE DE ENCHUFE

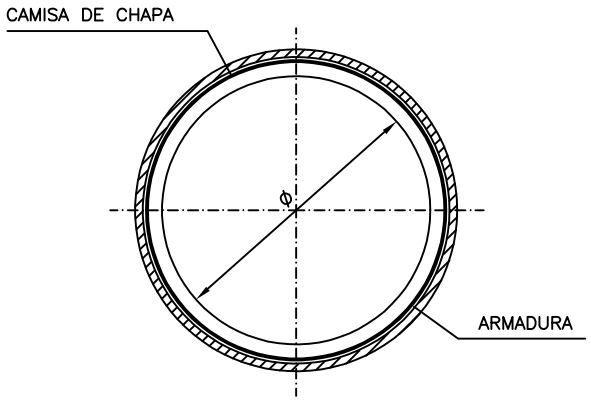
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

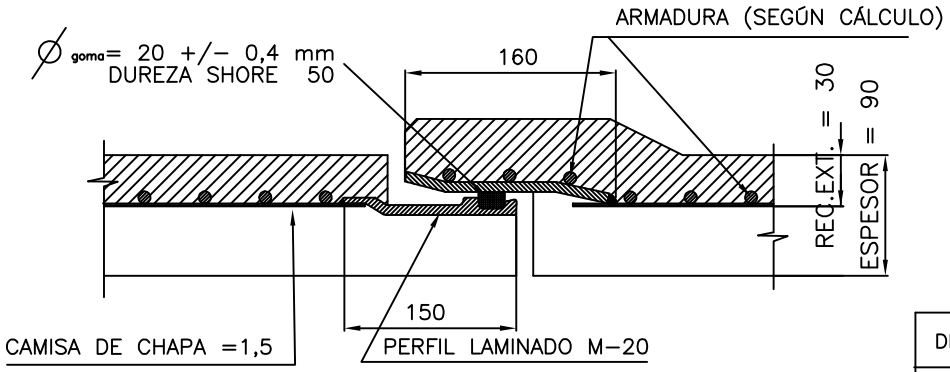
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
900 mm	1036.5 mm.	1034mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN900

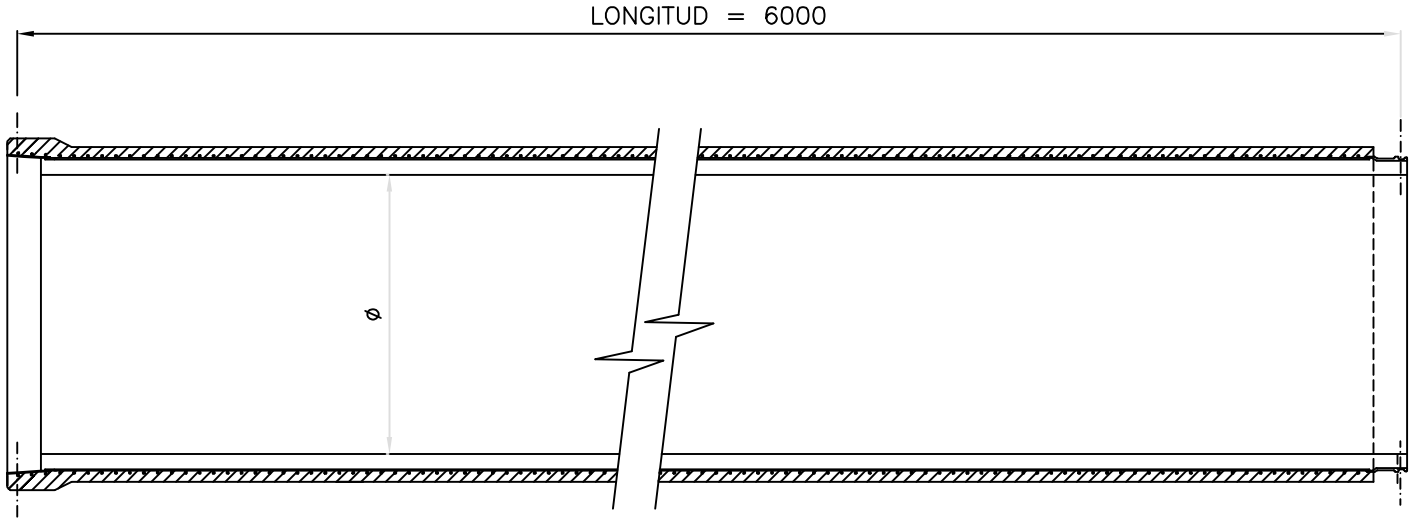
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1000. DETALLE DE ENCHUFE

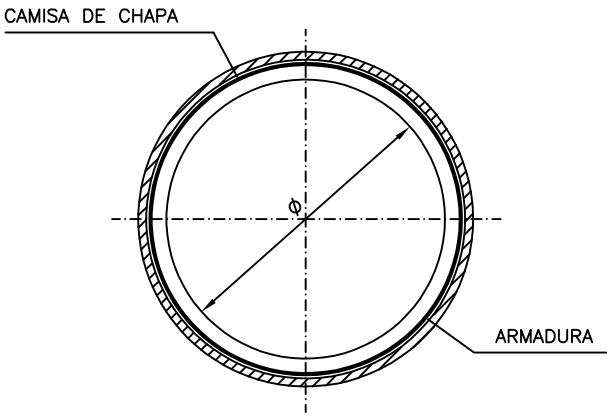
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

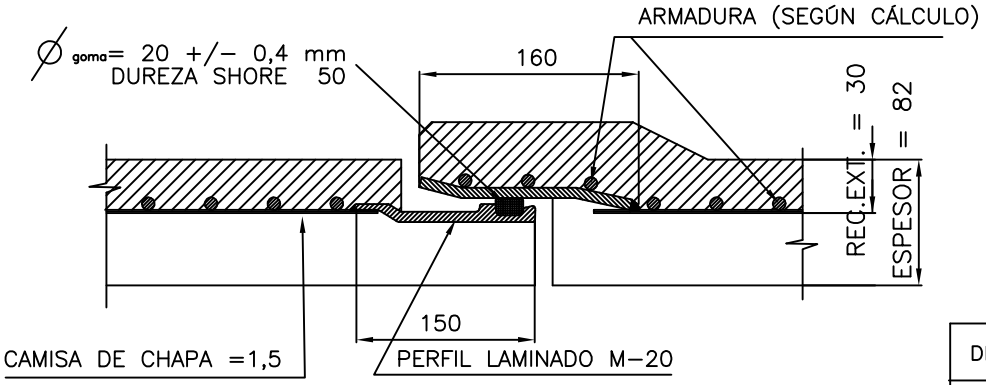
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
800 mm	920.5 mm.	918 mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN800

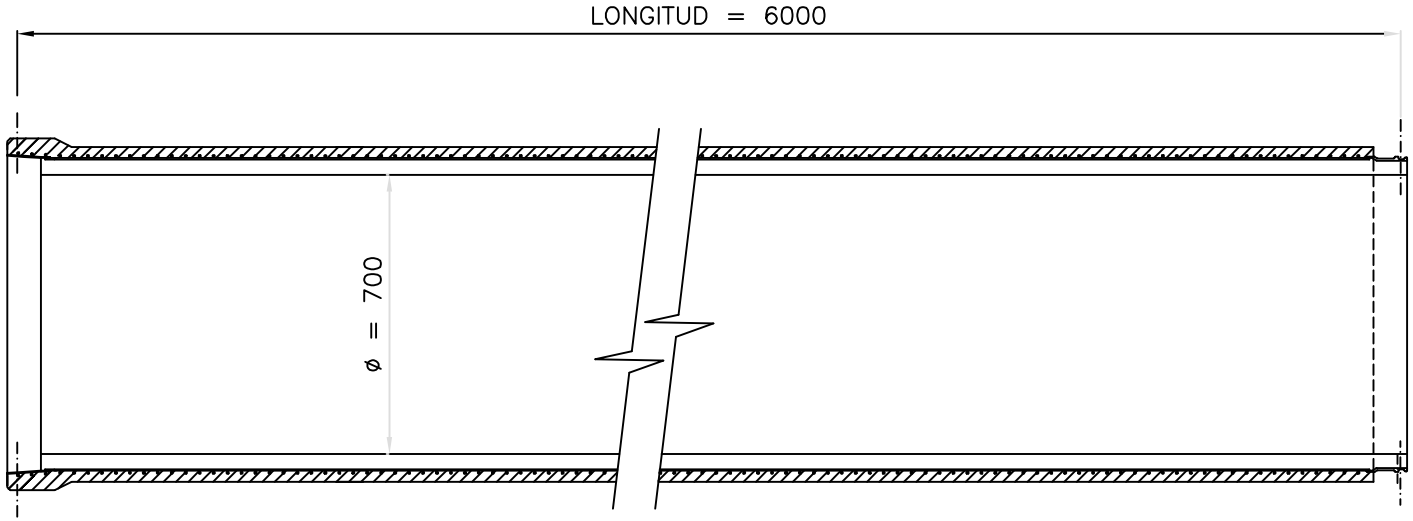
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1000. DETALLE DE ENCHUFE

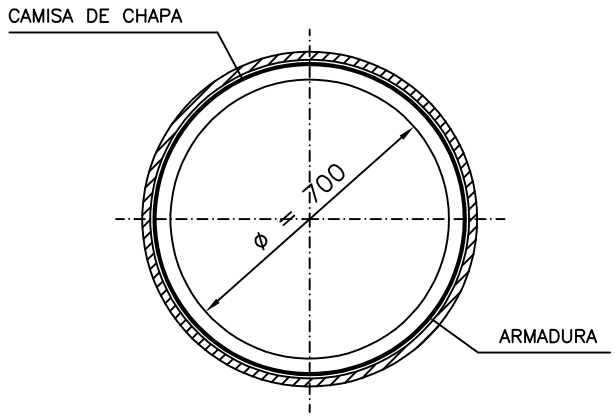
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

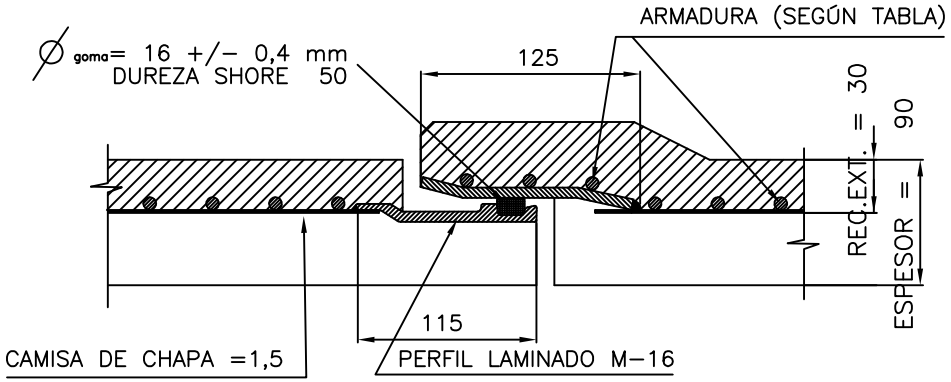
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



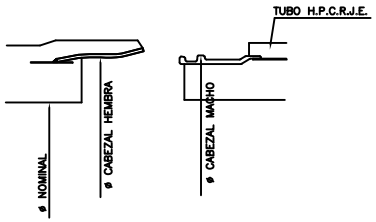
SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

CUADRO DE ARMADURAS:

DIAM. (mm)	PmaxT. (atm)	HT (m)	ESPESOR (mm)	REC. INTER. (mm)	REC. EXT. (mm)	CABEZ. HEMBRA	CABEZ. MACHO	ESP. CHAPA (mm)
700	1-25	1<ht<3	90	60	30	125x6	M-16	1,5



DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
700 mm	836.5 mm.	834.5 mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Carga unitaria mínima	3000 kp/cm²
	Límite elástico	2200 kp/cm²
	Alargamiento a rotura	> 20 %
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 300 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO DN700 THPCCJE

PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO. DETALLE DE ENCHUFE

FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	O.FDEZ	J. P. GUERRERO			