



*FI-08-2023*

*Comunicación foro innovación*

# **TUBERIA DE HORMIGON CON CAMISA DE CHAPA PARA GRANDES DIAMETROS**

**JUAN PABLO GUERRERO PASQUAU**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Director Comercial Prefabricados Delta S.A.

## **1. ANTECEDENTES**

La tubería de hormigón con camisa de chapa es una solución óptima para conducciones de diámetros grandes y presiones medias altas (2,5 a 20 atm), en sus dos opciones: (600-2000 mm) tubo de hormigón postesado con camisa de chapa y (1000-3000 mm) tubo de hormigón armado con camisa de chapa, esta opción se ha utilizado hasta en diámetros de 4000 mm, porque es un tubo que ofrece una gran versatilidad tanto en su montaje, como en su fabricación, siendo un producto de gran garantía y durabilidad, como demuestran sus más de 3000 Km. de tubería instalados en España durante más de setenta años.

En este artículo nos vamos a centrar fundamentalmente en todas las conducciones de diámetros mayores o superiores a DN1600 hasta DN3000, que son obras menos numerosas en número que calibres más pequeños, pero que por su tamaño y tipología merecen su estudio por la responsabilidad que tienen ya que son las conducciones principales de abastecimientos de grandes poblaciones y redes de riego de superficies de miles de hectáreas. Por lo que vamos a analizar este tipo de obra, donde debemos considerar los diferentes aspectos que pueden condicionar su instalación en obra.

Esperamos que este artículo pueda servir de guía y ayuda para aquellos que afronten una obra de tubería de gran diámetro y que vean al tubo de hormigón con camisa de chapa, como una alternativa fiable de garantías tanto técnicas como de durabilidad, para unos tubos que realmente tienen una responsabilidad muy grande por el volumen de agua que transportan.

Prefabricados Delta como referente en el sector con más de 50 años fabricando tubería de hormigón con camisa de chapa con más de 1700 km de tubería, puede constatar que en torno al 18% de su producción de tubos de diámetros de DN superior a DN1600 en 50 años ha sido de 300 km.



## 2. DESCRIPCIÓN DE LA TUBERÍA.

El tubo de hormigón con camisa de chapa está constituido por un tubo intermedio de chapa de acero con una doble capa de hormigón interior y exterior. Las juntas que se sitúan en los extremos del tubo son metálicas y pueden ser en junta soldada o elástica, siendo esta última la más extendida en las obras de tubos de calibres medios que actualmente se ejecutan en España, pero Prefabricados Delta debido a su experiencia y a las garantías que ofrece como facilidad de montaje, hemos conseguido llegar a diámetros de hasta 2600 mm.

Existen dos tipologías de tubería:

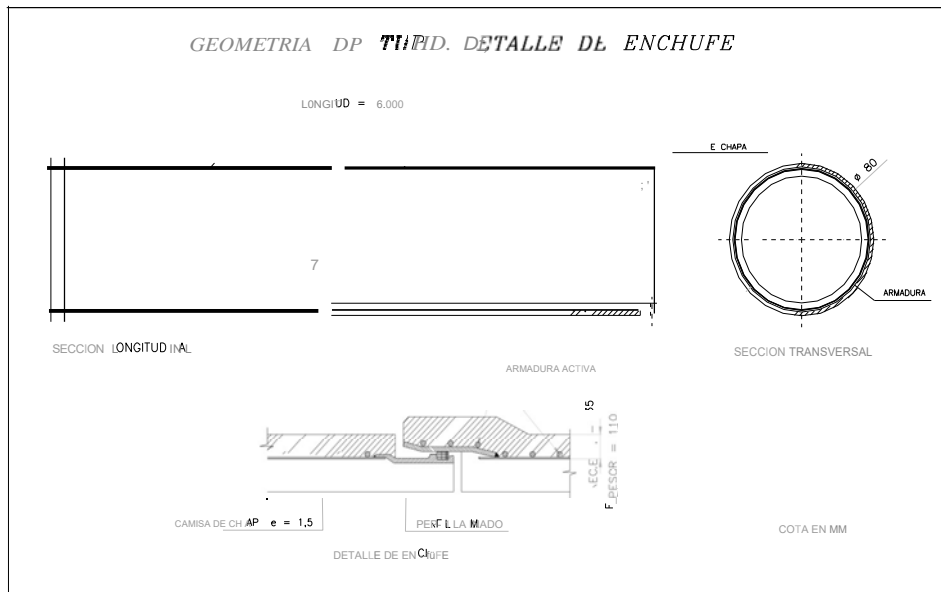
- Tubo de hormigón postesado con camisa de chapa
- Tubo de hormigón armado con camisa de chapa

### 2.1 Tubo de hormigón postesado con camisa de chapa

La tubería de Hormigón Postesado con camisa de chapa es uno de los productos más utilizados, es un tubo de 6 m. de longitud útil que se utiliza para conducciones en presión de 1 a 25 atm. y diámetros entre 500 y 2000 mm.

En este caso nos centraremos únicamente en los tubos de DN1600, DN1800 y DN2000.

El esquema de este tipo de tubo es el siguiente:



#### PLANO.- Detalle de la tubería postesada con camisa de chapa

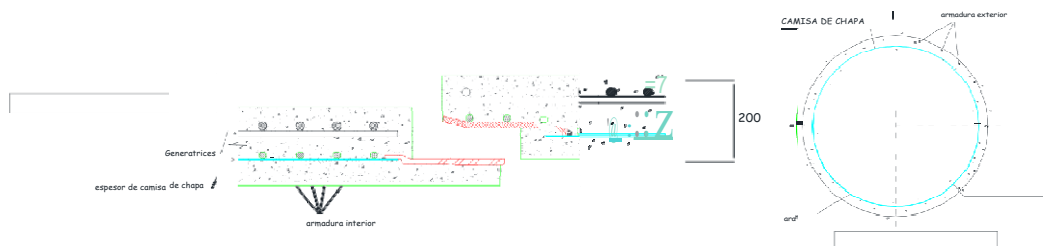
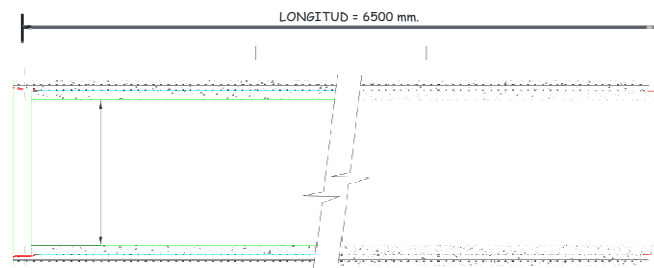
#### 2.2 Tubo de hormigón armado con camisa de chapa

Estos tubos, al igual que el tubo de hormigón postesado, se pueden fabricar con dos tipos de juntas: para soldar (rígida) y elástica (flexible con boquilla metálica y anillo de goma). La longitud útil de los mismos oscila entre 4 y 7 m, y el rango de diámetros fabricados está comprendido entre 1000 y 3500 mm.

Esta tubería es la habitual para diámetros mayores de DN2000, llegando hasta diámetros de DN3500.

El esquema de este tipo de tubo es el siguiente:

## GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Tipo	S 235 JR
Acero corrugado	Tipo	B500 S
Hormigón	Resistencia caract. a compresión	35 N/mm
	Tipo de cemento	I 52.5 N / SR

FECHA		MODIFICACIONES			
FECHA	REALIZADO	COORDINADOR	PROYECTISTA	REVISOR	APROBADO

FECHA: 12/10/2023  
 TÍTULO: TUBERÍA Y DETALLES DEL HORMIGÓN ARMADO  
 ESCALA: S/E

### PLANO.- Detalle de la tubería hormigón armado con camisa de chapa

### 3. PIEZAS ESPECIALES.

Las piezas especiales para tubos de hormigón con camisa de chapa son los elementos que dan continuidad a la conducción en las zonas o nudos donde es necesario un cambio de dirección (codos y Tes), cambio de diámetro (reducciones) o un elemento funcional de la red (ventosa, desagüe, válvulas, etc.).



Para diseñar cualquier pieza especial o accesorio, hay que tener en cuenta la tubería que tenemos, es decir el tipo de tubo, en este caso tubo de hormigón con camisa de chapa, tipo de junta si es elástica o soldada, el diámetro y la presión, así como los esfuerzos a los que va a estar sometido como son la altura de tierras y sobre todo el empuje al que puede estar sometido.

Las piezas especiales pueden estar sometidas a unos esfuerzos a los que la tubería no está diseñada por lo que es imprescindible el estudio en detalle de estos elementos y de sus anclajes. Estos macizos de anclaje son, en general, de hormigón. En este punto en las tuberías de gran diámetro hay que estudiar muy bien estos anclajes por el tamaño de estos macizos. Veremos un punto para estos macizos en este artículo.

Las piezas especiales en tubería de hormigón con camisa de chapa se pueden ejecutar de la siguiente manera:

- Para tubos de hormigón con camisa de chapa y junta elástica, las piezas se pueden fabricar en calderería o en tubo de hormigón armado con camisa de chapa. Estas piezas pueden fabricarse con la junta elástica o soldada dependiendo de la junta que tenga la conducción principal.

Para diámetros grandes las piezas con mayor diámetro que hemos instalado con junta elástica es hasta DN1800, para diámetros mayores las piezas Prefabricados Delta siempre se han instalado en junta soldada.

Recomendaciones que podemos hacer para diseñar piezas con junta elástica: es imprescindible acabar las piezas con las boquillas de los tubos que los proporciona el fabricante, ya que estas piezas deben ser terminadas en sus extremos con los mismos cabezales que la tubería. Estas piezas deben llevar un control geométrico en las bocas intenso para cumplir con las tolerancias que marca el fabricante, por lo tanto en estos tamaños de DN1600 a DN1800 siempre deberían llevar cruces de San Andrés o rigidizadores para evitar la ovalización.



FOTOGRAFIA. - Piezas de acero con junta elástica

Es importante tener en cuenta que si van a tener empujes, los macizos de anclaje deben estar muy bien diseñados y ejecutados. Por esto, esta solución es muy adecuada para piezas rectas (Tes de ventosa, desagües, etc.) que no tienen empujes, pero pueden tener movimientos en los cambios de dirección y diámetro (Codos, Reducciones, Tes de derivación), tema muy importante que debe tener en cuenta el que diseña la obra y la ejecuta.



Piezas con junta soldada: siempre que la tubería es de junta elástica, debido a que los tubos llevan los extremos metálicos (boquillas-cabezales) siempre podemos hacer la unión con soldadura. En el caso anterior los macizos de anclaje los tenemos que calcular igual y ponerlos, pero si es verdad que al soldar dos tubos a la pieza le estas dando algo de peso que favorece el anclaje de la pieza.

Como hemos comentado anteriormente esta solución es la habitual para tubería de DN mayores de DN2000, diámetros grandes.



**FOTOGRAFIA. - Piezas de acero con junta soldada**

Casos que se pueden producir:

[https://doi.org/10.17561/XXXIX\\_CNR.F18](https://doi.org/10.17561/XXXIX_CNR.F18)

Si quieres llevar el montaje de la tubería a la vez que el montaje de piezas, la solución con junta elástica es muy adecuada, ya que puedes ir colocando las Tes de Ventosas y Desagües con un diseño sencillo a la vez que la tubería. Los codos y cambios de dirección los puedes tener también fabricados pero debes tener un trabajo topográfico importante, definiendo muy bien tu longitudinal.



Las piezas con junta soldada las puedes ir ejecutando a la vez que vas montando o puedes dejar el hueco, medir en obra y ejecutar-montar la pieza a posteriori. En este segundo caso debes ejecutar las piezas con una longitud menor del hueco que dejas y cerrar con una virola de cierre a la que tienes que soldar al tubo y al accesorio en acero.



Otra solución menos habitual por un tema de coste es ejecutar las piezas especiales en tubo de hormigón con camisa de chapa el mismo material que la tubería. Adjunto fotografías donde se puede ver la solución.



- Para tubos de hormigón con camisa de chapa y junta soldada, las piezas se pueden fabricar en calderería o en tubo de hormigón armado con camisa de chapa pero en el mismo tipo de junta soldada.

Estas piezas se pueden ejecutar a la vez que montas la tubería, ya que todos los tubos se sueldan por lo que es una piezas más a instalar y otra manera es dejar el hueco, medir en obra, fabricar la pieza a medida y montar a posteriori haciendo una pieza que consiste en dos partes: la que se enchufa al cabezal hembra del tubo y una virola telescópica de cierre que unirá la pieza metálica con el cabezal macho del tubo siguiente. Por tanto hay que ejecutar tres cordones de soldadura en obra para montar la pieza.



**FOTOGRAFIA.** - Comienzo de montaje de tubería de junta soldada, pieza metálica desagüe DN2600

Las piezas con junta soldada lo ideal es hacer la soldadura por el interior, en los diámetros grandes mayores de DN1600 como los tubos son visitables no reviste ningún problema.

Las salidas en brida con la entrada de hombre se pueden aprovechar para colocar una ventosa o una toma.



#### 4. CONSIDERACIONES EN EL CALCULO.

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.

Hay que destacar que, por el tamaño de los tubos, estamos hablando de grandes volúmenes de zanja, profundidades considerables, anchos de zanja que se deben tener en cuenta en cálculo, peso de los tubos con agua y cargas concentradas como el tráfico que puede ser muy determinante si tienes profundidades pequeñas, nunca se debe poner un tubo con una cobertura menor de 1 mts, para tubos por encima de DN2000 incluso se recomendaría que más 1,2 m.

Cuando la presión es baja el parámetro predominante es la carga de tierras por debajo de 4 atm, cuando tenemos más de 6 atm el parámetro predominante es la presión. Siendo siempre el dimensionamiento una combinación de cargas que es lo que establece el cálculo del tubo.

El dimensionamiento de estos tubos depende del material que utilizamos en este caso:

- Hormigón (resistencias mínimas de 350 Kg/cm<sup>2</sup>)
- Acero:
  - ⌚ Armado: B500S
  - ⌚ Pretensado: 18.000 Kg/cm<sup>2</sup>
  - ⌚ Chapa: S 235 JR

También depende del espesor del molde de fabricación, espesor del tubo, normalmente en estos diámetros para tubos de hormigón armado y pretesando de grandes diámetros hablamos de presiones de 2 a 16 atm. Se pueden hacer mayores presiones, pero no es lo habitual. Solemos fijar un espesor que admite un máximo de cuánta, para aumentar mucho la presión igual tienes que aumentar el espesor, pero el tubo es más pesado y tienes que acortar la longitud del tubo, todo depende del tamaño del proyecto para poder afrontar estas modificaciones.

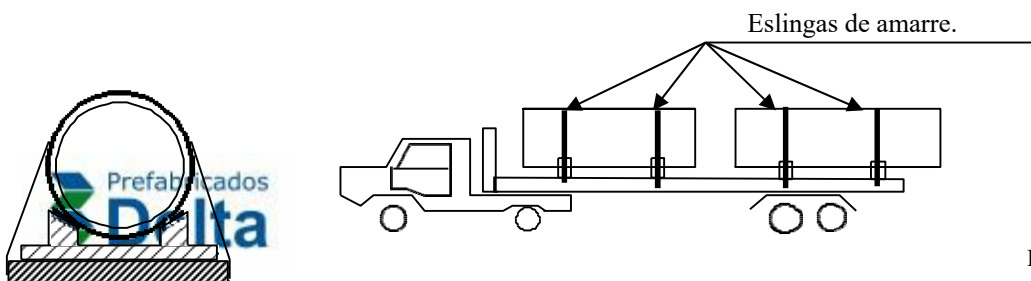
Existe una tubería de hincas con tubería de hormigón con camisa de chapa para para presión, siempre con junta soldada, en la que además debes calcular el empuje máximo para transmitir con los gatos de hincado.

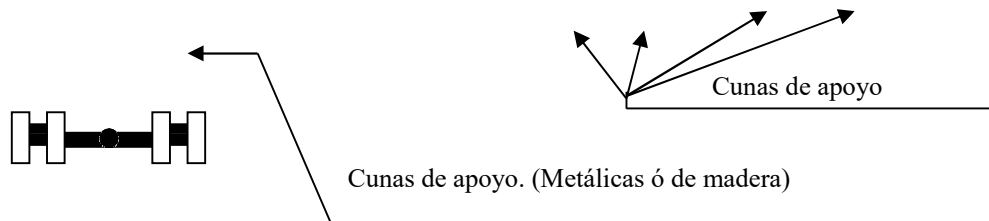
## 5. RECOMENDACIONES DE MONTAJE Y TRANSPORTE.

### 5.1 Transporte.

El transporte de los tubos de gran diámetro se debe realizar de manera que éstos no sufran ningún daño motivado por el inadecuado “EMBALAJE” de los mismos. Para ello se acondicionarán “CUNAS” que acopladas al vehículo que los transporte imposibiliten el movimiento, contacto entre ellos, etc., siendo imprescindible el “AMARRE” al vehículo por medio de bandas textiles adecuadas.

Esto será de aplicación incluso para los posibles “trasiegos” de tubería a lo largo de la obra.





El tubo de hormigón postesado en diámetros DN1600 a DN2000 únicamente con las cunas de madera estará bien apoyado, no sufre el hormigón en el transporte al estar comprimido el núcleo, en cambio los tubos de hormigón armado necesitan que aseguremos que están bien embalados y apoyados, necesitando sobre todo en grandes diámetros apoyos metálicos especiales y puntales para evitar el daño por el movimiento en el transporte.

Los camiones con los que se transportan los tubos son tipo trailer con tauliner hasta DN2000 y plataformas por encima de DN2000. Se intenta aprovechar al máximo la carga del camión que permite hasta 26 ton.

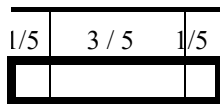


## 5.2 Descarga

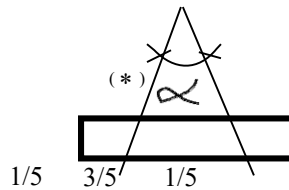
La descarga en obra se deberá realizar con grúas o elementos adecuados al peso del tubo y empleando banda textil adecuada para evitar daños en la superficie del tubo.

Para estos tubos lo ideal es una grúa a partir de 90-100 ton y superiores, ya que son tubos que pesan entre 15 y 25 ton. Lo ideal es montar el tubo directamente del camión a la zanja por lo que se dimensionará la grúa para hacer el menor número de movimientos y asegurar al menos 3 tubos instalados en la misma posición de grúa.

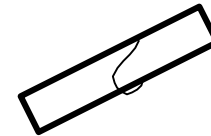
En el caso de que el tubo no pueda ser montado directamente del medio de transporte al lugar definitivo, se deberá acopiar lo más cercano posible al mismo, para evitar acarreos posteriores.



Con **Palonier. SI**



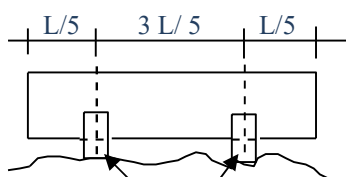
Con **Eslinga. SI**



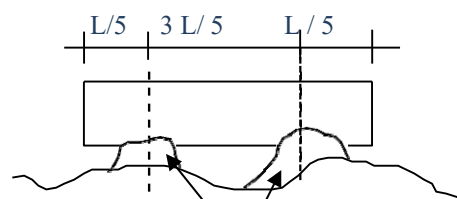
**AHORCADO. NUNCA**

(\*) Teniendo en cuenta las condiciones de seguridad del fabricante de la eslinga (ángulo de carga de las eslingas).

El tubo deberá dejarse apoyado sobre madera o material exento de elementos punzantes, piedras, hierros, etc., que puedan dañar la superficie de hormigón. Durante el acopio de los tubos se cuidará especialmente evitar el contacto de las boquillas con el terreno debiéndose mantener limpias y evitando cualquier acción que pueda dañar la pintura de protección o la geometría de los mismos.



**Cunas de MADERA**



**Apoyo GRANULAR**

### 5.3 Montaje de la tubería

En el montaje de la tubería hay que tener en cuenta el tipo de UNION o JUNTA de la que constan los tubos de hormigón armado o postesado con camisa de chapa, la cual puede ser ELÁSTICA o para SOLDAR y la clase de apoyo que sirve de asiento al tubo:

“GRANULAR A 90° U HORMIGÓN A 120°”

#### PROCEDIMIENTO.-

- Consideraciones generales:

Una vez terminada la zanja se procederá al compactado del fondo de la misma, el fondo de la zanja debe soportar el peso de la conducción y del relleno sin que se produzcan asientos diferenciales. Estos asientos pueden provocar esfuerzos no considerados en el cálculo o agotar la deflexión máxima admitida en el caso de juntas elásticas,

dejando la rasante conforme al perfil longitudinal del proyecto. En caso de que aparezcan blandones del terreno o su consistencia no sea la adecuada, se deberá reforzar la zona mediante un vaciado de la misma, reponiendo hasta la rasante de proyecto con materiales que sean los adecuados como son: Hormigón pobre, grava, bolos, etc. En el caso de que la zanja se sitúe en zona de roca, es imprescindible que los repiés sobresalientes queden siempre a cota inferior de solera de asiento, evitando el punzonamiento del tubo en su posterior montaje.

La zanja durante el montaje-enchufe de la tubería, tanto si el tubo es de junta para soldar como si es de junta elástica, deberá obligatoriamente EVITARSE LA PRESENCIA DE AGUA. En zonas donde el nivel freático es alto, se tendrán que poner los medios adecuados, métodos de achique como bombas, drenajes, well-point, etc., para que las operaciones de enchufe de la tubería con junta elástica como soldada, se hagan en condiciones perfectamente secas. Con esto evitaremos el posible arrollamiento de la junta tórica y soldaduras deficientes.

La zanja de alojamiento deberá estar rasanteada y con las dimensiones mínimas en su base del valor del DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO incrementado en 0,5 m., a cada lado del mismo, para que se pueda garantizar la realización del apoyo, bien de material granular u hormigón, y la realización del compactado de los RIÑONES con las debidas garantías.

El relleno posterior del tubo, hasta alcanzar al menos 30 cm. sobre la generatriz superior del mismo, se realizará por tongadas con material seleccionado exento de bolos y añadiéndolo alternativamente a ambos lados del tubo para evitar el desplazamiento de éste. La compactación se realizará con los medios adecuados (pisón, bandeja, vibrante, etc.), de modo que no se apliquen al tubo cargas superiores a las consideradas en el cálculo.

Antes de continuar con el resto del relleno es conveniente dejar pasar unos siete días y regar abundantemente.

A partir de los 30 cm., sobre la generatriz superior del tubo, la altura total de relleno se conseguirá aportando el material necesario de acuerdo con las condiciones del proyecto.

No podrán aplicarse cargas móviles (vehículos) sobre la conducción hasta que el relleno supere un metro sobre la generatriz superior del tubo, siempre que éstos hayan sido considerados en el dimensionamiento del tubo.







## PROCEDIMIENTO RECOMENDADO

Una vez terminada la zanja, se procederá al compactado del fondo de la misma, procurando dejarlo perfectamente rasanteado conforme al longitudinal del proyecto. Se repartirá el material granular de la solera (mín. 0,15 m.) rastrillándolo, de tal forma que quede lo más esponjoso y suelto posible, de manera que al apoyar el tubo, éste, formará un alojamiento adecuado, repartiendo su carga en una superficie tal que pueda soportar fácilmente las fases posteriores.

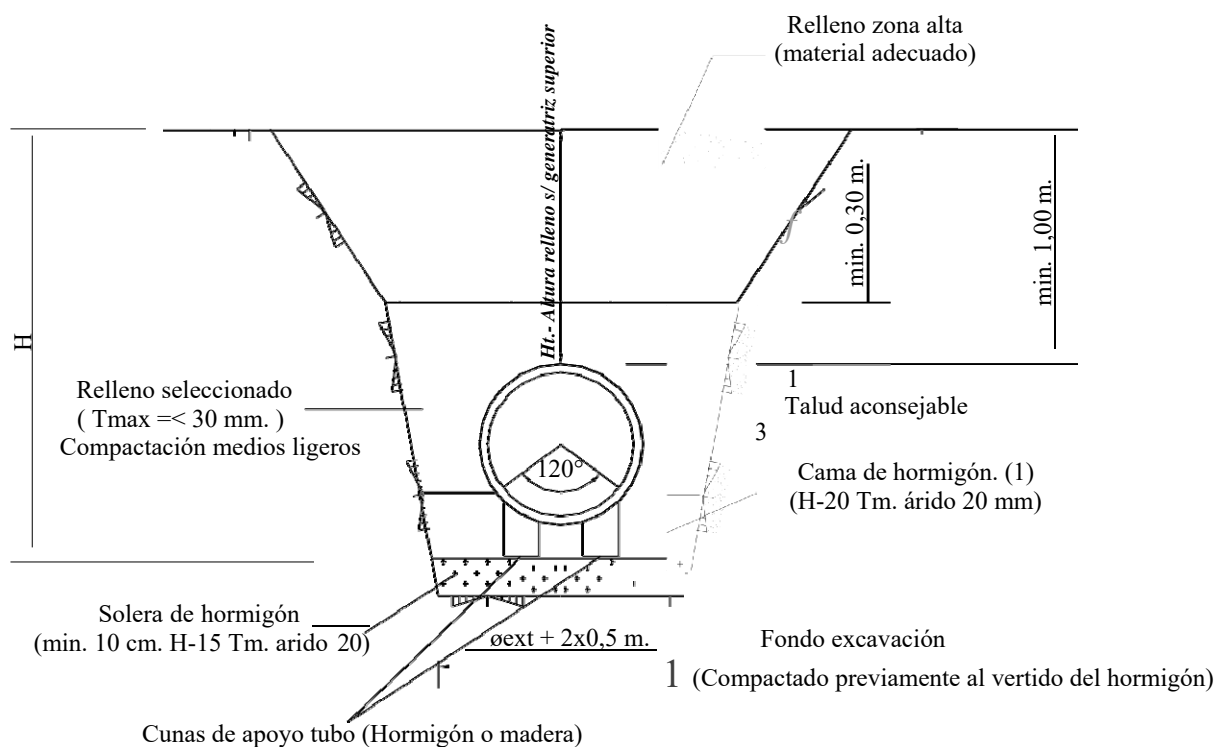
A continuación se rellenará con material granular la zona restante hasta completar el apoyo a 90° previsto en el cálculo (hay que arropar el tubo mín. 0,15 x 0ext.). Este relleno se compactará con medios ligeros asegurando que el tubo quede apoyado en toda su superficie. Una forma de conseguir esto es regando abundantemente pero sin anegar.

El relleno posterior del tubo hasta una cota de 60 cm., sobre la generatriz del mismo, se realizará por tongadas, añadiendo el material alternativamente a los lados para evitar el desplazamiento del tubo compactando con medios adecuados (pisón, bandeja vibrante, etc.)

Es conveniente dejar pasar unos días (7) hasta el comienzo del posterior relleno, y durante ese período regar abundantemente.



## 2º APOYO HORMIGÓN A 120º CON RELLENO DE ZANJA COMPACTADO



(1).- COMPROBAR HUECO DEBAJO GENERATRIZ INFERIOR. (MIN.- 12 CM.)



## PROCEDIMIENTO RECOMENDADO

Una vez terminada la zanja, se procederá al extendido del hormigón de presolera cuidando su rasanteo de acuerdo con las pendientes del longitudinal de proyecto. Esta solera se deberá mantener sin cargar por lo menos 24 horas.

Se colocarán los APOYOS (dados de hormigón o madera a ambos extremos del tubo), procediéndose al montaje de los tubos, se dejará por lo menos 12 cm., de la generatriz inferior del mismo a la solera de hormigón, para garantizar que la cama embebe toda la sección y por tanto el apoyo es continuo. Una vez comprobado que debajo de los tubos hay espacio suficiente para el “PASE” del hormigón, se verterá la cama de hormigón de consistencia muy plástica, procurando asegurarse de que el mismo “PASA” por debajo del tubo, completándose la misma hasta los 120° considerados como apoyo.

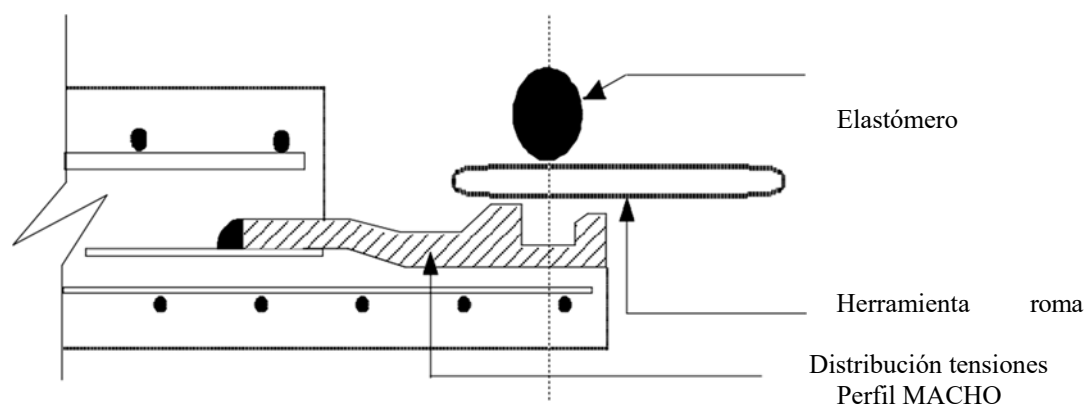
El relleno posterior de la zanja se realizará en tongadas con terreno seleccionado, realizándose la compactación del mismo con medios adecuados y sin vibración completándose hasta 60 cm. por encima de la generatriz superior del tubo. Se completará el relleno previsto sobre el anterior con terreno adecuado con un tamaño máximo de 30 mm., y NUNCA CON VIBRACIÓN hasta que el relleno alcance 2 m., sobre la generatriz superior del tubo.



## JUNTA ELÁSTICA

Además de las consideraciones establecidas para los tubos con junta para soldar se tomarán las siguientes precauciones:

- 1º.- Se revisará en toda su longitud la junta de goma a emplear, comprobándose su estado.
- 2º.- Antes de aproximar el tubo, se colocará la junta en su alojamiento de la boquilla macho, realizando una distribución de TENSIONES mediante un útil metálico, limpio y sin punta; para ello se introducirá el útil entre la junta y su alojamiento, desplazando éste a lo largo de la circunferencia de la boquilla macho. Este movimiento se realizará dos veces por lo menos.



3º.- Con un lubricante adecuado, grasa especial, jabón neutro, etc., se impregnará la junta y la boquilla hembra, cuidando que queden perfectamente limpias de cualquier elemento extraño que pueda dañar la goma.

4º.- Se embocará el macho, con la junta de goma, a la hembra, comprobándose que están concéntricas y que la goma está en su alojamiento y sin torsiones.

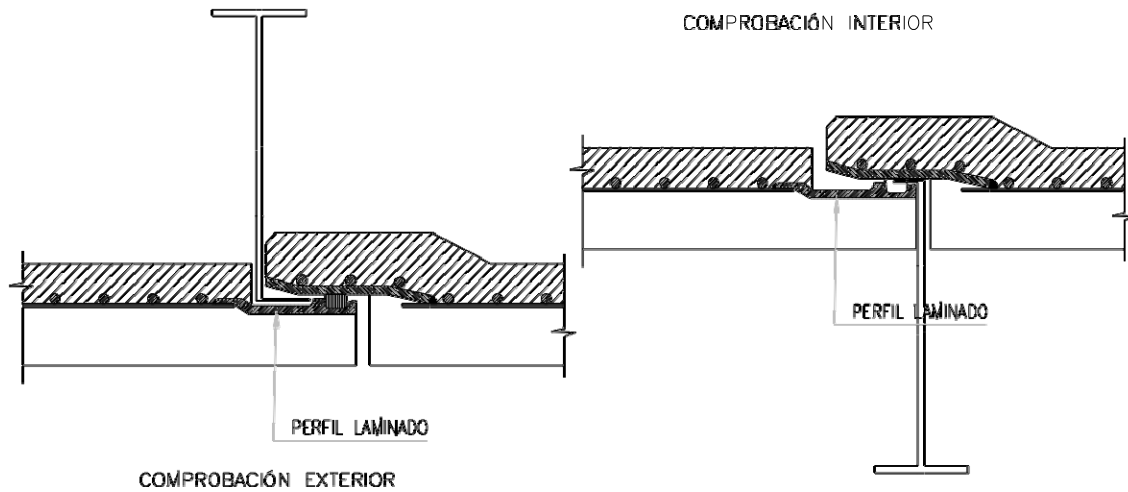
5º.- Con los medios elegidos para el apriete, oleo hidráulicos o mecánicos, se comenzarán a apretar los tubos hasta que se venza la resistencia que el acople de la junta oponga, siempre con movimientos suaves y continuos.

6º.- Los tubos se enchufarán hasta la marca que figura en las boquillas y antes de soltar el tubo de la grúa se realizará una inspección visual de la junta, tanto interiormente como exteriormente, comprobando que la maniobra es correcta y que la junta de goma está alojada perfectamente en su sitio y no ha recibido ningún tipo de daño.

## EVITAR LA PRESENCIA DE AGUA EN EL MONTAJE

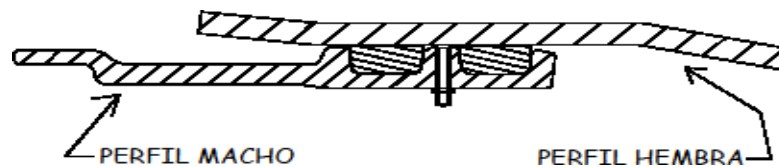


7º.- Para la junta elástica Prefabricados Delta ha desarrollado un sistema de comprobación de la junta para ver si está perfectamente colocada en su alojamiento y no arrollada. Una vez enchufada la tubería se puede comprobar exteriormente e interiormente por la abertura que queda entre los cabezales mediante dos galgas en forma de “L”, la galga exterior es adecuada para comprobar todo el perímetro salvo la zona inferior, donde está apoyado el tubo, que se efectuará por la parte interior. Estas galgas son un sistema de pasa o no pasa, donde si existe cualquier pinzamiento de la goma, la galga choca contra la goma si es comprobada con la galga exterior y gira totalmente dentro de la acanaladura si la comprobación de la galga es interior. (Ver figuras)



En caso de que se observe alguna anomalía se desmontará el tubo y se comprobará el estado de la junta, sustituyéndola en cualquier caso.

8º.- Prefabricados Delta ha desarrollado para instalaciones de tubería de presión de gran diámetro la introducción de la doble junta elástica con válvula de comprobación para su tubería de hormigón armado con camisa de chapa.





Este tipo de perfil doble monta, entre ambos alojamientos de la junta, una válvula que nos permitirá una vez realizado el enchufe de dos tubos, poder comprobar la estanqueidad de la unión en ese momento y con una total garantía.

El procedimiento es muy sencillo y se realiza simultáneamente al propio montaje de la conducción, con lo cual no afecta al rendimiento del montaje.

Una vez enchufados dos tubos, el montador se introduce en el interior del mismo.

La prueba la realizaremos con una bomba/compresor de aire autónomo recargable que dispone a su vez de un dispositivo con manómetro y válvulas de llenado y vaciado, lo cual nos permitirá ir viendo la presión que se va suministrando en cada momento hasta alcanzar el valor deseado (3 atm).

Alcanzado el valor de la presión impuesto en la prueba, se parará la bomba y se determinará el tiempo de espera tras el cual, se comprobará que dicho valor de presión no ha variado. De esta manera verificamos que las juntas nos ofrecen una total estanqueidad en la unión de esos dos tubos.

Este mismo procedimiento se repetirá cada vez que se vayan montando los sucesivos tubos.

Tanto en la junta para soldar como en la elástica, es conveniente al comenzar el trabajo de montaje, inspeccionar los últimos tubos montados anteriormente, mediante inspección ocular, comprobando que no han sufrido movimientos de desajuste en su enchufe; esta práctica es imprescindible en tiempo en que el diferencial de temperatura entre el día y la noche sea apreciable, ya que los movimientos de dilatación de los tubos suelen ser importantes por esa causa. También es conveniente comprobar el correcto emplazamiento del tubo en cuanto a su posición en la “ZANJA”, viendo que no ha sufrido “CABECEO” o “DESPLAZAMIENTO” en su “LINEA”

al quedar ubicado en su apoyo; esta comprobación es imprescindible cuando el tipo de poyo empleado es el GRANULAR.

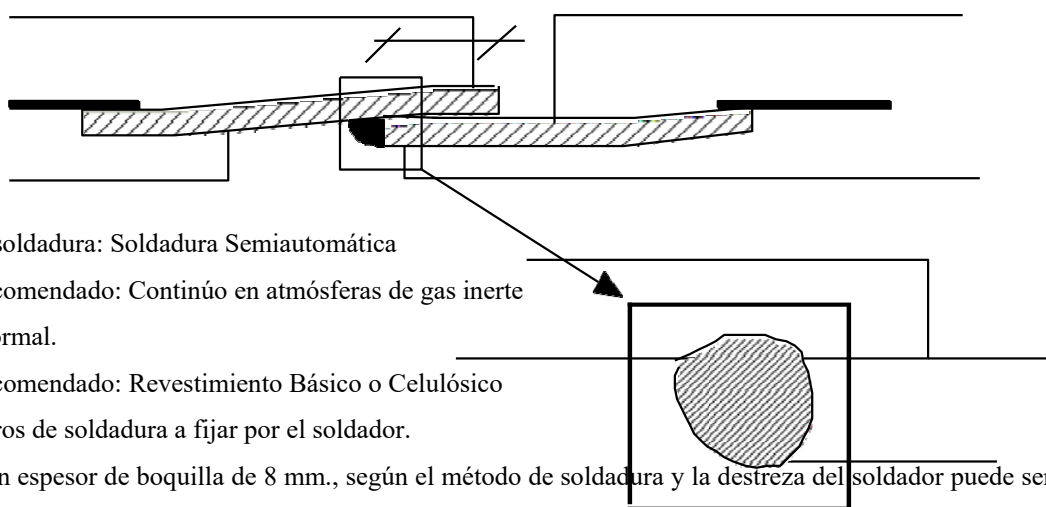
## JUNTA PARA SOLDAR

Se comprobarán que las boquillas del enchufe macho y hembra, no hayan sufrido deformación o golpes durante la manipulación en fábrica, transporte a obra o descarga en la misma, haciendo una verificación ocular de los mismos; seguidamente se limpiarán las boquillas, en toda su superficie, de cualquier resto de hormigón, desencofrante o grasa que pudiera estar adherida.

Se suspende el tubo en las eslingas o elementos previstos para el montaje y se procede a su bajada a la zanja o lugar establecido, se aproxima a los tubos existentes haciendo coincidir sus ejes. Con un movimiento suave de aproximación se hacen encajar las boquillas, hasta la profundidad adecuada para poder soldar cómodamente. El solape mínimo será de 5 cm. y el máximo será el que permita acceder con el electrodo o la pistola de soldadura a la unión a soldar (detalles), dejando el tubo en el asiento en posición.

Se puede colocar una madera por el exterior o por el interior, de medidas adecuadas para evitar un enchufe excesivo que dificulte la soldadura. Si es necesario se empleará un tráctel o útil adecuado.

La soldadura debe ser realizada por un soldador homologado. Una norma de buena ejecución es la que “El cordón de la soldadura deberá tener su garganta de tal forma que el solape de las boquillas quede cubierto por él”.



Métodos de soldadura: Soldadura Semiautomática

Electrodo recomendado: Continuo en atmósferas de gas inerte

Soldadura normal.

Electrodo recomendado: Revestimiento Básico o Celulósico

Los parámetros de soldadura a fijar por el soldador.

A partir de un espesor de boquilla de 8 mm., según el método de soldadura y la destreza del soldador puede ser necesario realizar dos pasadas para la perfecta ejecución de la soldadura, ya que es necesaria una buena penetración.

Durante la ejecución de la soldadura en obra, es necesario dejar juntas de dilatación, para ello se dejará sin soldar una de cada cuatro juntas. En cualquier caso, no se mantendrán conducciones soldadas sin cubrir debido al efecto negativo de las dilataciones.

En fuertes pendientes, la soldadura de los tramos deberá realizarse en sentido de la contra pendiente.

La comprobación a estanqueidad de las soldaduras se realizará por medio de líquidos penetrantes o por cualquier procedimiento que la Dirección de obra estime oportuno.



Una vez ejecutada las soldaduras y comprobadas se procede a dar mortero de protección a la soldadura, tanto por el interior como por el exterior. La unión interior se hace a mano, en el exterior se utilizan encofrados que facilitan el trabajo si se vierte un mortero más fluido.



Para  
con el  
montaje,  
dato,

Diámetro Mm.	Longitud Tubo Armado	Peso tubo H. Armado	Rendimiento Uds/día (8 h.)	Grúa de Ton.
1.600	6,00	13,00	16	90
1.800	7,00	18,50	16	120
2.000	7,00	24,00	14	150
2.500	4,00	19,00	8	150

terminar  
tema de  
como

adjuntamos una tabla con los rendimientos medios que conseguimos habitualmente en este tipo de obras:

### RENDIMIENTOS DE MONTAJE DE TUBERÍA

Se considera una traza de dificultad normal con buenos accesos.

Con una posición de grúa se deben montar al menos 3 tubos.

#### 6. Anclajes

En las conducciones de presión los cambios de la sección transversal (conos de reducción), cambios de dirección (codos, tes etc.), y piezas terminales producen empujes descompensados que dan lugar a fuerzas que tienden a desplazar las piezas si no son adecuadamente ancladas.





Los anclajes se calculan como cualquier estructura de hormigón estableciendo una cierta seguridad al vuelco y al deslizamiento. Normalmente los coeficientes de seguridad recomendados son de 1,5 tanto al vuelco como al deslizamiento.

Existe en el tubo de hormigón armado y siempre en junta soldada con un estudio previo la posibilidad de auto anclar la tubería y evitar los macizos de hormigón. Para ello hay que estudiar los empujes y hacer la comprobación del tubo si te permite la cuantía de acero en el tubo soportar el empuje junto con las condiciones de dimensionamiento transversal, ya que inicialmente los tubos están calculados únicamente para esfuerzos transversales.

Es cierto que la junta soldada ayuda a que estos anclajes trabajen mejor porque los tubos son solidarios y ayudan a transmitir el empuje. Pero esto no se debe tener en cuenta salvo que le fabricante haya diseñado los tubos para soportar estos esfuerzos.

## 7. Pruebas de presión.

A medida que avanzan las obras, se deben ir probando las conducciones sin dejar mucho tiempo, dividiendo éstas en tramos con longitudes entre 500 y 1000 m.

Las pruebas de presión se realizan según la norma elegida es la UNE-EN805 de Abastecimiento de Agua,

La presión de prueba. Para todas las conducciones, la presión de prueba de la red (STP) debe calcularse a partir de la presión máxima de diseño (MDP) del modo siguiente:

- golpe de ariete calculado:

$$STP = MDP_c + 100 \text{ KPa} = MDP_c + 1 \text{ atm}$$

- golpe de ariete no calculado

$$STP = MDP_a \times 1,5$$

Ó

$$STP = MDP_a + 500 \text{ KPa}$$

el menor de los dos valores

El margen fijado para el golpe de ariete incluido en  $MDP_a$  no debe ser inferior a 200 KPa (es decir 2 atm).

Como puede verse es muy importante calcular el golpe de ariete en las conducciones, probar a 1 atm más que la presión máxima de diseño respecto a sobredimensionar la red a 1,5 veces la MDP, en una prueba en diámetros grandes y con presiones superiores a 6 atm supone un ahorro económico y facilita en gran medida su realización.





Aspectos importantes en una prueba de presión:

- Disponer de medios adecuados: bomba de caudal y presión suficiente, manómetro calibrado acorde con la presión de prueba.
- Llenar despacio por el punto más bajo, para facilitar la salida del aire.
- Permitir la salida del aire, mantener abiertos todos los puntos de ventilación.
- Colocar una purga en el punto más alto para asegurar el llenado completo.
- Mantener la presión para saturar el hormigón interior del tubo, al menos 72 horas. Son tubos que absorben mucha agua durante la prueba de presión.
- Dimensionar adecuadamente los anclajes para los tapones: posibles desplazamientos.

## 8. VENTAJAS TUBERIA DE HORMIGON CAMISA CHAPA.

Con este artículo queremos dejar constancia que existe una solución fiable, duradera, sin apenas mantenimiento y que esta contrastada con más de 50 años de experiencia para las grandes arterias de tubería de presión, que sobre todo se efectúan en las grandes explotaciones agrarias, Comunidades de Regantes de más de 2500 Ha donde las necesidades de riego les obligan a tener unas infraestructuras que deben garantizar los recursos cuando más se necesitan para regar sus campos.

Fundamentalmente las características principales del tubo de hormigón con camisa de chapa que determinan su comportamiento y funcionamiento en una obra hidráulica como es una red de riego son:

- Fabricación en serie a demanda del cliente.
- Robustez.
- Alta resistencia a los efectos de impacto.
- Gran durabilidad.
- No necesitan conservación ni mantenimiento.
- Disminución de la pérdida de carga a lo largo del tiempo.

- No son contaminantes.
- Protección por pasivación permanente de las partes metálicas frente a la corrosión.
- No modifican las características organolépticas del agua.
- Estos tubos no son sensibles a los efectos de fatiga producidos por las variaciones de presión.
- El comportamiento de los tubos de hormigón con camisa de chapa frente a los esfuerzos ovalizantes es mucho mejor que para otros materiales, ya que tiene mucha rigidez transversal.

