

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL “SUMINISTRO DE TUBERÍA DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA DN 1.000” PARA LA OBRA DEL “PROYECTO DE TOMA, CONDUCCIÓN PRINCIPAL Y BALSAS DE REGULACIÓN DE LA ZONA REGABLE DEL RIO VALDAVIA (PALENCIA)”, A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO.

REF: TSA000065644

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este pliego es definir las prescripciones técnicas que regirán el “Suministro de tubería de hormigón postesado con camisa de chapa DN 1.000 para la obra “PROYECTO DE TOMA, CONDUCCIÓN PRINCIPAL Y BALSAS DE REGULACIÓN DE LA ZONA REGABLE DEL RIO VALDAVIA (PALENCIA)”.

No podrán comenzar los trabajos objeto del presente pliego hasta tener la correspondiente indicación expresa por parte de un representante de TRAGSA.

El alcance del pliego se muestra en el siguiente cuadro de unidades:

Nº UD	UD	DESCRIPCIÓN
1.890,00	m	Tubería de Hormigón postesado con camisa de chapa, Diámetro nominal (DN) 1.000 mm, MDP 0,95 MPa, Tipo de unión enchufe-campana.

El fabricante deberá especificar el precio de los metros lineales (m.l.) de tubería sobre camión a pie de obra incluyendo p/p juntas (IVA no incluido).

El presente pliego también aportará información sobre las inspecciones y ensayos a realizar para el control de los materiales.

Los tubos y demás elementos de la conducción estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las superficies exteriores y, especialmente las interiores queden reguladas y lisas.

2. **NORMATIVA DE REFERENCIA**

Las tuberías suministradas cumplirán todo lo especificado en las siguientes normas:

NORMATIVA

- Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón Estructural EHE vigente
- Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado o Pretensado (2007)
- Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón incluyendo juntas y accesorios (UNE-EN 639-1995)
- Tubos de presión de hormigón pretensado, con y sin camisa de chapa, incluyendo juntas, accesorios y prescripciones particulares relativos al acero de pretensar para tubos (UNE-EN 642:1995)
- UNE-EN 681-1:1996. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- Norma UNE-EN 197-1:2011
- Normativa Española e Internacional (CEDEX-1994)

TRAGSA podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

3. **DEFINICIONES**

En lo que respecta al presente Pliego de Prescripciones serán de aplicación las siguientes definiciones:

Tubo de hormigón, postesado transversalmente, con camisa de chapa es el formado por un núcleo de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, un alambre de acero de alta resistencia que se enrolla helicoidalmente alrededor del núcleo, a una tensión previamente fijada, que se designa "tensión de zunchado", y una capa exterior, de espesor y naturaleza variables, cuya misión principal es la protección del alambre. El núcleo zunchado, sin el revestimiento exterior, se denomina primario.

Piezas especiales son los elementos de tubería que permiten cambios de dirección, empalmes,

uniones con otros elementos, derivaciones, etc.

Junta es el elemento de unión entre dos unidades consecutivas de la tubería. Hay dos tipos de juntas: flexibles y rígidas, según permitan pequeños movimientos de la tubería o prácticamente los impidan. Las juntas flexibles están formadas por anillos de caucho sintético, y las juntas rígidas, realizadas mediante soldadura de las camisas o boquillas de chapa, previamente enchufadas.

Presión de diseño, DP (Design Pressure): Presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.

Presión máxima de diseño, MDP (Maximum Design Pressure): Presión máxima de funcionamiento de la red o la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete; se designa MDPa, cuando se fije previamente el golpe de ariete admitido; y MDPC cuando el golpe de ariete sea calculado

Presión de prueba de red, STP (System Test Pressure): Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se compruebe su integridad y estanquidad. La presión de prueba de la red se calcula a partir de la presión máxima de diseño (MDP), según se define en el artículo 59.2.2. Presión de prueba de la "Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado".

Presión de funcionamiento, OP (Operating Pressure): Presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.

Presión de servicio, SP (Service Pressure): Presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en acometida.

Presión de funcionamiento admisible, PFA: presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.

Presión máxima admisible, PMA presión máxima, incluido golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.

Presión de prueba en obra admisible, PEA (Pression d'Épreuve Admissible sur Chantier/Allowable Site Test Pressure) presión hidrostática máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la

integridad y la estanquidad de la conducción.

Presión de prueba en fábrica, PP presión hidráulica aplicada, durante un periodo de tiempo relativamente breve, a un tubo con el fin de verificar su integridad, su estanquidad y/o su concepción.

Hipótesis pésima de carga, en una sección de una tubería, es la combinación de acciones (presión máxima de trabajo, peso propio, carga del fluido, cargas verticales del relleno, cargas concentradas y empuje lateral) que, durante el servicio de la tubería, produce la máxima sollicitación en esa sección, habida cuenta del tipo de apoyo.

Presión de prueba en Obra, es la presión hidráulica aplicada durante un período de tiempo relativamente breve, a una conducción recién instalada a fin de verificar su integridad y su estanquidad. Esta presión no será superior a la presión máxima de trabajo. La presión de prueba en obra se expresa simbólicamente por Pz.

Diámetro Nominal. En los tubos de hormigón los la designación DN se refiere al diámetro interior.

Ovalación. Se calcula como la diferencia entre el diámetro interior máximo y mínimo en una misma sección recta del tubo.

4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

4.1. MATERIALES

Cemento

Cumplirá los requisitos establecidos en la Norma-UNE-EN 197-1:2011. Se prohíbe el uso de cemento aluminoso.

El cemento empleado en la fabricación del hormigón de los tubos de hormigón con camisa de chapa cumplirá, respectivamente, las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

El cemento será de los tipos siguientes:

- Portland.
- Resistente a los sulfatos y/o al agua de mar.

En los casos en que el contenido de sulfatos, expresado en SO₄ exceda de 600 mg/l en el agua, o de 3.000

mg/kg en el terreno, habrá que recurrir a los cementos resistentes a los sulfatos, que en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos, se designan como cementos SR.

Si el contenido de sulfatos expresado en SO₄ exceden de 6.000 mg/L en el agua o de 12.000 mg/kg en el terreno, es indispensable aplicar sobre el tubo una protección adicional a base de una pintura bituminosa tipo breá-epoxi con un consumo de 0,3 kg/m².

El cemento satisfará las condiciones exigidas en el Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos en vigor (RC).

Cualquier tipo de cemento que se emplee deberá tener un contenido de aluminato tricálcico (3CaO·Al₂O₃) del clinker inferior al 8%.

Agua

El agua, tanto la empleada en el amasado como en el curado del hormigón de los tubos, será de las sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes, o en caso de duda, el agua deberá ser analizada, y cumplirá las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE (EHE).

Se prohíbe el empleo de agua de mar.

En el caso de emplearse agua potable no sería necesario hacer ensayos

Áridos

La naturaleza de los áridos, su preparación y granulometría, serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

El árido empleado en la fabricación del hormigón de los tubos de hormigón con camisa de chapa cumplirá, respectivamente, las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE (EHE), así como las exigidas en la Norma UNE-EN 642:1995.

El fabricante establecerá la serie de áridos a utilizar, para hacerlos compatibles con el proceso de fabricación del hormigón con el fin de alcanzar la resistencia a compresión óptima. La resistencia a abrasión y dureza de los áridos tiene mucha importancia en los estudios de durabilidad de las tuberías de hormigón, así, por ejemplo, la utilización de áridos con alta densidad y dureza produce hormigón con gran resistencia a la abrasión.

Se prohíbe el uso de escorias siderúrgicas, así como el de aquellos áridos que contengan piritas o

cualquier tipo de sulfuros.

Aditivos

Se recomienda no utilizar aditivos que contengan cloruros. Cuando se empleen aditivos en la fabricación del hormigón de los tubos de hormigón postesado, se cumplirán las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de hormigón estructural (EHE)

Hormigones y morteros

Los hormigones y morteros de los tubos de hormigón postesado, cumplirán las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se estudiará la composición de los hormigones y morteros con el fin de conseguir la impermeabilidad, resistencia y durabilidad exigidas.

El contenido de ión cloro del hormigón, determinado por cálculo, no podrá ser superior a los valores de la siguiente tabla, expresados en % de la cantidad de cemento:

Máximo contenido de ión cloro en el hormigón	
Tipo de hormigón	% de ión cloro sobre la masa de cemento
Tubos de hormigón postesado	≤ 0,2 %

Se emplearán dosificaciones de cemento ajustadas a lo expuesto en la norma UNE-EN 642:1995. La resistencia característica a compresión del hormigón a veintiocho días, en probeta UNE cilíndrica de 15 x 30, no deberá ser inferior a 35 N/mm².

Si se utiliza hormigón autocompactante para la fabricación de tubos de hormigón postesado, los materiales utilizados serán los mismos que en el hormigón convencional, pudiendo incluir además aditivos superplastificantes que cumplan la Norma UNE-EN 934-2:202. En su caso, este hormigón cumplirá las exigencias que para él se especifiquen en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Chapa de acero

Se emplearán para las camisas, como mínimo, las chapas definidas como tipo S-235 JR en la norma UNE-EN 10025-1:2006. o las designadas como AP-10, AP-11, AP-12 o AP-13 en la norma UNE-36-093-85. La consideración en el cálculo de un límite elástico del acero superior a 210 MPa deberá justificarse debidamente.

Para la fabricación de las boquillas se utilizarán aceros de calidad SAE-1008, S-275 JR. Los espesores a

utilizar dependerán del dimensionamiento estructural de la tubería, con un espesor mínimo de 6 mm.

A continuación se transcriben las características definidas en la citada norma del acero S-235-JR.

Composición química							
Designación	% C max para espesor en mm		Mn %	Si %	P %	S %	N %
	≤16	>16≤40					
S 235 JR	0,210	0,21	1,500	-	0,055	0,055	0,011

Características mecánicas				
Designación	Límite elástico mínimo N/mm ² s/espesor nominal en mm		Resistencia a la tracción N/mm ² s/espesor nominal en mm orientación	
	≤16	>16 ≤40	<3	≥3 ≤100
S 235 JR	235	225	360-510	340-470

Armaduras pasivas

Las armaduras pasivas serán de acero y estarán formadas por barras lisas, barras corrugadas o mallas electrosoldadas. Las armaduras pasivas de los tubos de hormigón postesado cumplirán las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se utilizarán aceros de los diámetros 6, 8, 10, 12 mm, que estén en posesión del Sello de Conformidad AENOR, o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la Unión Europea que tenga un nivel de seguridad equivalente.

Armaduras activas

Se utilizarán aceros que estén en posesión del Sello de Conformidad AENOR, o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la Unión Europea que tenga un nivel de seguridad equivalente.

Los alambres de postesado, cumplirán la normativa vigente (UNE 36094:1997, e Instrucción de

hormigón estructural).

Los fabricantes facilitarán los valores de las características físicas, químicas y mecánicas que se les solicite, así como los de la relajación a mil horas, a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, para tensiones iniciales del 60 y 80 % de la carga unitaria máxima f_{max} , garantizada.

Además, por las características específicas de este tipo de elementos, se incrementarán las exigencias de ductilidad. Así:

- a) El número de doblados-desdoblados que soportará el alambre en la prueba de doblado alternativo, no será inferior a 7.
- b) El alargamiento bajo carga máxima, con $L_0 = 100$ mm no será inferior al 5%
- c) Se recomienda utilizar alambres de postesado de diámetros 5, 6, y 7 mm.

Dimensiones y propiedades de los alambres (Extractado de tabla 2 de UNE-36094)					
Característica		Designación del acero			
		Y 1770 C	Y 1860 C	Y 1770 C	Y 1670 C
Valores Nominales	Diámetro Mm	5,0	5,0	6,0	7,0
	Resistencia a la tracción Mpa	1.770	1.860	1.770	1.670
	Masa ¹⁾ g/m	154	154	222	302
Valores Específicos	Sección transversal recta mm ²	19,6	19,6	28,3	38,5
	Tolerancia de la sección transversal recta mm ²	$\pm,39$	$\pm 0,39$	$\pm 0,47$	$\pm 0,58$
	Valor característico mínimo de la carga de rotura KN	34,7	36,5	50,1	64,3
	Carga máxima de rotura KN	40,6	42,7	58,6	75,2
	Valor característico del límite elástico al 0,1% ²⁾ KN	28,8	30,3	41,6	53,4
	Valor característico del límite elástico al 0,2% ³⁾ KN	29,5	31,0	42,6	54,7
	Diámetro del mandril para el ensayo de doblado alternativo	30	30	37	45

1) La masa se calcula a partir de la sección transversal recta especificada y dando un valor a la masa específica del acero de $7,85 \text{ kg/dm}^3$

2) Se calcula como el 83% de la carga de rotura

3) Se calcula como el 85% de la carga de rotura

El valor del límite elástico al 0,2% de un alambre estará comprendido entre el 85% y el 95% de la carga característica de rotura.

Materiales elastoméricos para juntas

El caucho utilizado no contendrá sustancias capaces de alterar las propiedades organolépticas del agua, ni sustancias tóxicas extraíbles y cumplirá la normativa vigente de materiales en contacto con agua potable, así como deberá cumplir el siguiente cuadro de características, de acuerdo con la norma UNE-EN 681-1.1996

Características del Caucho							
Propiedad	Unidad	Requisito para la clase					
		40	50	60	70	80	88
Dureza nominal preferida	IRDH	40	50	60	70	80	88
Margen de dureza nominal	IRDH	36 a 45	46 a 55	56 a 65	66 a 75	76 a 84	85 a 91
Requisitos generales							
Tolerancias admisibles sobre la dureza especificada	IRDH	±5	±5	±5	±5	±4	±3
Alarg. de rotura mínimo	%	400	375	300	200	125	100
Deformación remanente por compresión: después de 70 h a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo	%	12	12	12	15	15	15
después de 22 h a 70º, máximo		25	25	25	25	25	25
Envejecimiento: cambio respecto a los valores originales después de 7 días en aire a 70ºC							
Dureza, máximo	IRDH		-5 a +8			-5 a +8	±5
Resistencia a la tracción, máximo	% orig.		-20			-20	-20
Alargamiento en la rotura, máximo	% orig.		-30 a +10			-40 a +10	-40 a +10

Requisitos adicionales para los alambres	
Tabla 3, UNE 36094	
Propiedad	Especificación
Módulo elástico	205 kN/mm ² ± 7%
Mínimo alargamiento bajo carga máxima (A_{gt}) $L_0 \geq 100$ mm	5% (condición especial para alambres empleados en tubos)
Estricción a la rotura Alambres lisos Alambres grafilados	≥ 25% Visible a simple vista
Número mínimo de doblados alternativos	7 (condición especial para alambres empleados en tubos)
Relajación máxima a 1000 h Al 60% Al 70% Al 80%	1,5% 2,5% 4,5%
Fatiga Alambres lisos Alambres grafilados	200 N/mm ² 180 N/mm ²
Corrosión bajo tensión Valor mínimo individual Valor mínimo de la media de ensayos	Pág. 9 de 29 1,5 h 4 h

Características del Caucho			
Inmersión en agua: cambio de volumen después de 7 días de inmersión en agua destilada o desionizada, a 70°C, máximo	%	0 a +8	
Relajación de esfuerzos a compresión después de 7 días a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo.	%	16	18

Las juntas flexibles utilizadas en tuberías de hormigón serán tóricas con alojamiento y estarán constituidas por dos boquillas, con alojamiento, donde la estanqueidad se conseguirá mediante un anillo elástico de goma tal, que garantice su estanqueidad durante el tiempo correspondiente a la vida previsible de la tubería con la necesaria fiabilidad.

La calidad de la junta deberá acompañar al tubo de hormigón durante su vida de servicio, por lo que la elasticidad de la goma es primordial, y se comprueba con el test de relajación de esfuerzos a compresión.

Las juntas presentarán una superficie suave, exenta de fisuras, poros, burbujas o rebabas.

Las superficies del tubo en contacto con el anillo estarán limpias y exentas de cualquier defecto superficial, que puedan afectar a la estanquidad o dañar al anillo

Pintura para cabezales

Los cabezales destinados a unión elástica deberán ser tratados con una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos que garantice la perfecta conservación de los mismos durante la vida útil de la conducción. Para ello, se someterá a la pletina de acero, previamente a la aplicación de la pintura, a un chorreo con arena hasta un grado SA 2, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1: 2008 que garantice una adecuada preparación de la superficie.

Una vez efectuada la preparación de la superficie, se tratará con una imprimación epoxi anticorrosiva. Es muy importante la adecuada elección del producto ya que si la imprimación pierde adherencia o falla, arrastrará a todo el sistema de pintado aplicado sobre ella por lo que deberá reunir dos requisitos fundamentales: por una parte, adherencia que sirva de base de anclaje para las capas posteriores, y por otra, compatibilidad con las pinturas que sobre ella se apliquen.

Finalmente, se aplicará la pintura de terminación o acabado que deberá ser una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos sin disolvente. Se aplicará un mínimo de dos o tres capas, según sea necesario hasta alcanzar un espesor total mínimo de 120 micras. La función de estas capas es rellenar el sistema aportando espesor y al mismo tiempo, proteger contra las agresiones externas.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

Tipos de fabricación

Se admitirán los siguientes tipos de tubos:

Tubo de hormigón postesado con camisa de chapa, constituido por un núcleo zunchado helicoidalmente con alambres de acero de alta resistencia (primario), que se reviste posteriormente con hormigón para proteger el alambre:

- Camisa embebida: el núcleo es un tubo de chapa de acero revestido de hormigón por ambos lados.
- Camisa revestida: El núcleo es un tubo de chapa de acero revestido de hormigón por el interior.

Los tubos se fabricarán en instalaciones debidamente preparadas para poder cumplir las prescripciones exigidas en este capítulo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de la obra.

La fabricación puede hacerse por centrifugación, por compresión radial, por vertido en moldes verticales y vibración, por regla vibrante, por proyección, por empleo de hormigón autocompactable, por combinación de cualquiera de estos métodos, o por algún otro autorizado por el Director de obra.

En cualquier caso, se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten, en todo, a lo indicado en este Pliego.

Moldes

Los moldes tendrán una resistencia y rigidez suficientes para soportar, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado, y especialmente bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado.

Los moldes serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, habida cuenta del modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los moldes aparecerán limpias y lisas en el momento del hormigonado.

Al objeto de facilitar el desmoldeo de los tubos, se podrán usar desencofrantes, con las debidas precauciones, para evitar posibles efectos perniciosos.

El desmoldeo no deberá iniciarse hasta que el hormigón tenga la madurez suficiente para evitar daños a

los tubos.

Se cuidará la correcta disposición de los moldes, tanto en la fase previa al hormigonado como durante el vertido y compactación del hormigón, para cumplir las tolerancias geométricas establecidas.

Camisas de chapa

Las camisas de chapa, cuando se empleen en la fabricación de los tubos, tendrán un espesor mínimo de 1,5 mm, serán cilíndricas, con soldaduras helicoidales, hechas a tope, con soldaduras transversales y longitudinales o soldaduras hechas por solapo con una resistencia a tracción mayor o igual a la de la chapa de acero. Se recomienda que el número de soldaduras de la camisa sea el menor posible.

De las camisas, antes de ser colocadas en los moldes, se eliminará aceite, grasa, petróleo, o cualquier materia extraña que pueda perjudicar la adherencia con el hormigón.

Se cuidará la correcta disposición de la camisa dentro del molde, tanto en la fase previa al hormigonado como durante la colocación y compactación del hormigón, para cumplir las tolerancias geométricas establecidas.

Jaulas de armadura pasiva

Las armaduras pasivas se dispondrán en una o más capas cilíndricas separadas convenientemente, formadas por barras transversales, arrolladas, generalmente en forma helicoidal, sobre barras longitudinales o sobre la camisa de chapa que les sirven de soporte.

La hélice será lo más continua posible. Sus empalmes estarán soldados a tope por resistencia eléctrica o por solapo al arco eléctrico, y en cualquier caso, la soldadura resistirá tanto como las barras.

Se cuidará especialmente la elaboración de la armadura transversal, para que sus espiras tengan una separación uniforme y una continuidad en su desarrollo.

Las generatrices se soldarán a las espiras en todos sus puntos de cruce.

En caso de disponerse armaduras longitudinales adicionales, éstas podrán sujetarse por soldadura o atado en los puntos que sea necesario para garantizar su correcta disposición.

Las distancias entre las barras, así como las longitudes de anclaje y de solapo, cumplirán las prescripciones establecidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

La jaula de armadura pasiva debe incorporar un mínimo de generatrices con el fin de evitar una configuración poligonal, debiendo aumentarse su número conforme sea necesario, para que la separación entre cada dos generatrices contiguas no sobrepase los 450 mm en la parte cilíndrica de la jaula.

La distancia máxima entre dos espiras adyacentes de la armadura transversal no excederá de 1,5 veces el espesor de la pared, sin sobrepasar los 100 mm.

La distancia libre entre alambres circunferenciales, no será menor de 1,25 veces el tamaño máximo del árido, o de 12 mm, cualquiera que sea el valor mayor.

Se cuidará la correcta disposición de las armaduras, tanto en los moldes como durante el vertido y compactación del hormigón, para que el eje de cada capa de armaduras cumpla la tolerancia establecida.

COLOCACIÓN Y TESADO DE ARMADURAS ACTIVAS

Las armaduras activas transversales son armaduras postesas, arrolladas helicoidalmente alrededor de un núcleo de hormigón con camisa de chapa.

La separación libre entre las espiras será uniforme. Nunca será menor de un diámetro ó 5 mm, ni mayor de 40 mm.

Los empalmes y anclajes se efectuarán de modo que no resulten modificadas las características del alambre, en especial su resistencia.

El sistema de postesado transversal deberá garantizar la tensión de zunchado de forma sensiblemente constante, permitir su medición y detectar las eventuales variaciones de la tensión que superen las tolerancias establecidas.

No se procederá al tesado de las armaduras postesas hasta que el hormigón haya alcanzado las resistencias de Proyecto fijadas para estas operaciones.

Hormigonado

El transporte, colocación y compactación de hormigón o mortero se realizará de acuerdo con las prescripciones establecidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Se cuidará especialmente el hormigonado en tiempo frío, en tiempo caluroso y bajo lluvia, de acuerdo

con la citada Instrucción.

La colocación del hormigón o mortero se efectuará en la forma más continua posible y no se admitirán juntas de hormigonado.

En los tubos centrifugados, se regulará la duración y velocidad de la centrifugación, para conseguir una distribución uniforme del hormigón y producir una superficie interior cilíndrica, lisa y compacta.

La compactación por vibración será uniforme en todo el tubo.

Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de su humedad, mediante las medidas adecuadas que constituirán el proceso de curado.

El curado de los tubos, podrá realizarse por métodos acelerados de curado, como es el curado por calor, y en particular, el curado a vapor saturado a presión atmosférica.

Este tipo de curado se realizará colocando los tubos en cámaras, cajas u otros recintos estancos, que protejan al hormigón de las corrientes de aire y tengan tamaño suficiente para permitir una perfecta circulación del vapor por los paramentos interior y exterior del tubo.

Cuando se utilice este procedimiento, hay que controlar adecuadamente las curvas de subida y bajada progresiva de la temperatura, con el fin de evitar que el hormigón sufra choques térmicos y desecaciones o excesivas condensaciones.

El tiempo del ciclo de curado al vapor depende de varios factores como el tamaño del tubo, la temperatura exterior y los medios de curado, prolongándose hasta que se ha alcanzado la resistencia necesaria para su manipulación.

El curado de los tubos también podrá realizarse por cualquier procedimiento que mantenga continuamente húmedas sus superficies interior y exterior, como son la inmersión, el riego directo que no produzca deslavado, o el riego indirecto, a través de un material adecuado, capaz de retener la humedad y que no contenga sustancias nocivas para el hormigón.

El proceso de curado, en general, debe prolongarse hasta que el hormigón haya alcanzado, como mínimo, el 70% de su resistencia de Proyecto.

4.3. Recubrimientos y revestimientos

Espesor del núcleo

La tabla siguiente indica el espesor mínimo de cálculo de la pared del núcleo, incluyendo el espesor de la camisa de chapa.

dn/di	tmín. (mm)
500	50
600	50
700	50
800	50
900	55
1 000	65
1 100	70
1 200	75
1 300	80
1 400	85
1 500	90
1 600	100
1 800	115
2 000	125

Recubrimientos en núcleo

El recubrimiento mínimo de los aceros embebidos en el núcleo será de 15 mm excepto en los extremos.

Revestimiento exterior

Es la capa exterior de espesor y naturaleza variables, cuya misión principal es la protección del alambre que zuncha transversalmente al núcleo.

El espesor mínimo del revestimiento de mortero o de hormigón, sobre el alambre de postesado transversal, será de 20 mm o de 15 mm dependiendo del diámetro de la tubería. El mortero o el hormigón del revestimiento deberá ser adecuado para cumplir los ensayos de permeabilidad y resistir la interacción con el medio en que vaya a colocarse el tubo.

El revestimiento exterior (que se aplicará dentro de las 48 horas siguientes al postesado transversal), se deberá fabricar, transportar, colocar y compactar, de forma que se consiga un alto grado de compacidad y por tanto un bajo índice de permeabilidad y porosidad.

4.4. TOLERANCIAS

Diámetro interior de los tubos

Di	Tolerancia media mm	Tolerancia del valor individual mm
$500 < d_i < 1200$	$\pm \left(6 + \frac{5d_i}{1000} \right)$	$\pm \left(12 + \frac{d_i}{100} \right)$
$d_i \geq 1200$	± 12	± 24

Espesor de pared del tubo

El espesor de pared no será inferior al espesor teórico disminuido en el mayor de los valores siguientes: 5% del valor teórico, ó 5 mm. El fabricante establecerá el espesor de pared para cada tipo de diseño dado.

Ovalización del tubo en la zona de junta

Las dimensiones de la unión (extremos de tubos) cumplirán las especificaciones de diseño y tolerancias que deberán figurar en la documentación técnica del fabricante, y permitirán satisfacer los requisitos relativos a la estanquidad de la unión.

Para juntas elásticas la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo no debe exceder del valor mayor de:

- 0,5% del diámetro nominal.
- 5 mm.

El desarrollo de la circunferencia de la superficie interior de la boquilla hembra, no excederá del desarrollo de la circunferencia exterior de la boquilla macho, en más de:

- 5 mm para las juntas de estanquidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es inferior a 17 mm.
- 6,5 mm para las juntas de estanquidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es igual o superior a 17 mm.

Para junta soldada las tolerancias sobre los desarrollos de las boquillas terminadas se indican en la tabla siguiente:

Tolerancias sobre las longitudes desarrolladas (mm)		
Todos los diámetros	Boquilla hembra	Boquilla macho
	+8,5 -1,5	+1,5 -8,5

Las tolerancias de ovalización de la superficie interior de la boquilla hembra y la superficie exterior de las boquillas macho, son las indicadas en la tabla siguiente:

Tolerancias respecto al diámetro nominal de la boquilla en mm para junta soldada		
d_i	Boquilla hembra	Boquilla macho
≤ 1500	+7 -3	+3 -7
> 1500	+10 -5	+5 -10

Rectitud de generatrices

Las generatrices interiores de los tubos no presentarán una desviación superior al mayor de los valores siguientes:

- 0,5% de la longitud interna del tubo.
- 5 mm.

Ortogonalidad de extremos

El descuadre máximo admisible en los extremos de los tubos será de $0,02 d_i$, con un mínimo de 10 mm pero sin superar en ningún caso los 20 mm.

Dimensiones de la camisa de chapa y de la jaula de armaduras

En la camisa de chapa se medirá el perímetro externo. La diferencia de desarrollo respecto a la teórica no será superior a ± 10 mm.

En las jaulas de armadura la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo de armadura no debe ser superior a 10 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y al 1% del diámetro nominal en diámetros superiores.

El diámetro medio de las jaulas no se diferenciará del teórico en más de 5 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y el $\pm 5\%$ del espesor nominal en los diámetros mayores.

Longitud

Se seguirán los criterios siguientes:

- La longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico, es especificada por el fabricante y está sujeta a una tolerancia de ± 10 para los elementos rectos y de ± 20 mm para los otros elementos.
- La longitud útil teórica especificada por el fabricante, es igual a la longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico incrementada en la holgura de junta existente entre el extremo macho y el fondo de la hembra. La holgura de junta debe tener una tolerancia (\pm) especificada por el fabricante para el caso de tendido recto y para el caso de deflexión angular.

La relación entre la longitud útil teórica y el d_i expresado en mm de un tubo no excederá de 21.

Juntas de moldes

La tolerancia para las juntas de moldes será tal que el resalto que origine en el paramento de hormigón del tubo no exceda de 5 mm. Si se sobrepasa este valor máximo, deberá repasarse la junta, especialmente en el caso de núcleos de tubos de hormigón postesado, para lograr la aplicación directa del alambre de pretensar, en toda su longitud, sobre la superficie exterior del hormigón del núcleo.

Alambres de pretensar

Los aceros de pretensar cumplirán las especificaciones de la Norma UNE 36094 relativas a masa y sección transversal recta.

Alambres de armar

Los aceros de armado cumplirán las especificaciones de las Normas UNE 36065, UNE 36068, UNE 36099, o normas equivalentes relativas a masa, sección transversal, separación y altura de corrugas.

Tensión de zunchado

La tensión media será al menos igual a la tensión de cálculo. Las fluctuaciones normales de tensión no variarán con relación a la media en más del 10%, y no más del 5% de las espiras podrán tener fluctuaciones instantáneas que excedan de la desviación permitida del 10%.

4.5. CÁLCULO MECÁNICO DE LA TUBERÍA

Las acciones básicas que deben considerarse en los tubos de hormigón armado, dado el tipo de elemento estructural que es el tubo, y su forma de fabricación y colocación, son las acciones directas, a las que hay que añadir las acciones debidas al postesado, cuando se trate de tubos de este tipo o de compresión

longitudinal cuando sean tubos para hincar. Las acciones indirectas, con una cuidadosa fabricación y colocación de los tubos, son muy secundarias frente a las anteriores, y normalmente no se consideran en el cálculo (salvo las acciones reológicas, a efectos de postesado).

Las acciones directas que deben tenerse en cuenta en función del tipo de tubo y del método de dimensionamiento, son las siguientes:

- Peso propio.
- Carga de fluido.
- Cargas verticales del relleno.
- Cargas concentradas.
- Cargas uniformemente distribuidas en superficie.
- Empuje lateral.
- Presión de diseño (DP).
- Presión máxima de diseño (MDP).
- Presión de prueba de red (STP).
- Presión de prueba en fábrica (PP).
- Toda fuerza resultante de la instalación o de sus consecuencias, incluyendo el caso de los tubos sobre soportes aislados.
- Acciones debidas a temperaturas.
- Efecto de empujes.

En la determinación de las cargas verticales del relleno se diferencia entre la tubería situada en zanja, en zanja terraplenada o en terraplén. Un tubo está instalado en zanja cuando la cota de la generatriz superior del tubo esté situada por debajo de la rasante del terreno natural. Un tubo está instalado en zanja terraplenada cuando sobre la zanja que hay que rellenar se efectúa un terraplén. Un tubo está instalado en terraplén según que la cota de la generatriz superior del tubo este situada por encima de la rasante del terreno natural.

Para el cálculo de las cargas verticales que producen los rellenos, se sigue la teoría de Marston. Este método considera 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 colocación.

Las cargas concentradas se aplican con los coeficientes de impacto correspondientes.

El empuje lateral será de tipo activo.

Las reacciones de apoyo serán de tipo radial, uniformes, en el caso de cama granular, y triangulares, con valor nulo en la sección de base, en el caso de cama de hormigón.

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.

El apoyo de la tubería sobre cama granular o de hormigón se supone continuo en sentido longitudinal y transversal.

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

Los tubos serán calculados para resistir los esfuerzos de flexión y los esfuerzos transversales que resulten de 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 se dimensionarán para que, en cualquiera de sus secciones, se cumpla, una vez que han tenido lugar todas las 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.

5. CONTROL DE CALIDAD

La empresa fabricante de la tubería poseerá Documento de Idoneidad Técnica (DIT) para la fabricación de tubos de hormigón postesado de DN 1.000 en vigor, emitido por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

Los ensayos requeridos para la obtención del DIT estarán a disposición de TRAGSA.

5.1. CONTROL DE LOS MATERIALES

Se establece con carácter preceptivo el control de la calidad de los materiales componentes del hormigón, del propio hormigón y de los aceros, tanto de la chapa como de la armadura pasiva, así como del material empleado en las juntas. El fin del control es verificar las características de calidad de los diferentes materiales que intervienen en la fabricación del tubo y en sus juntas.

Cemento

La periodicidad de los ensayos será la siguiente:

- a) Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:
- Comienzo de la fabricación.
 - Cambio del suministrador del cemento o de las condiciones de suministro.
 - Cambio del tipo, clase o categoría del cemento.
- b) Durante la fabricación:
- Bimensualmente, si se consumen menos de 1.000 t por mes.
 - Mensualmente, si se consumen más de 1.000 t por mes.

La toma de muestras se realizará según se indica en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Si el cemento empleado en la fabricación del hormigón de los tubos está en posesión del marcado CE y de un distintivo de calidad de carácter voluntario oficialmente reconocido, está exento de realizar los ensayos para la recepción. Si solamente tuviera el marcado CE se realizarán trimestralmente ensayos de identificación:

- Resistencias mecánicas a 2 y 28 días.
- Determinación de pérdida por calcinación.
- Determinación de componentes (del clínker).

De acuerdo con la RC-08, por cada lote de cemento suministrado se conserva una muestra preventiva de cemento al menos durante 100 días.

En caso de no disponer del sello de calidad, en los ensayos se determinarán, los valores de pérdida de calcinación, residuo insoluble, contenido de sulfatos, contenido de cloruros, principio y fin de fraguado, estabilidad de volumen, resistencia a compresión; y sus resultados satisfarán los límites fijados para el tipo, clase y categoría del cemento ensayado, en la citada Instrucción para la recepción de cementos vigente. Si el cemento dispone del sello de calidad será suficiente con el Certificado de Ensayos emitido por el fabricante proveedor.

Si algún resultado de los ensayos efectuados, una vez confirmado por el oportuno contra ensayo, no cumple la especificación correspondiente, ello será motivo suficiente para el rechazo de la partida de cemento. Si este cemento se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

Agua

Se cumplirá lo establecido en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Áridos

La periodicidad en los ensayos será la siguiente:

- a) Al comenzar el hormigonado de una serie de tubos, que no presente la debida continuidad con otra anterior, bien sea por:
 - Comienzo de la fabricación, si no se poseen antecedentes.
 - Cambio de la procedencia de los áridos, si no se poseen antecedentes.
 - Sospecha de variación en sus características.
- b) Durante la fabricación:
 - Semestralmente; si bien mensualmente se comprobarán las granulometrías, los finos y el equivalente de arena.

En los ensayos se determinarán los valores de las características exigidas; y sus resultados cumplirán los límites que se fijan en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Si algún resultado, una vez confirmado por el oportuno contra ensayo, no cumple la especificación correspondiente, ello será motivo suficiente para el rechazo del árido. Si este árido se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

Aditivos

Se exigirán a las casas suministradoras certificados de control de calidad relativos a las características que deban cumplir. Durante la fabricación se comprobará que se mantienen sus características, las cuales cumplirán las especificaciones fijadas para ellas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Si no cumplen alguna especificación, una vez confirmado este extremo mediante los oportunos ensayos y contra ensayos, ello será motivo suficiente para el rechazo del aditivo. Si este aditivo se hubiese empleado en la fabricación de algún tubo, se deberá comprobar la idoneidad del mismo.

Control del hormigón

Ensayo de resistencia a compresión a 28 días de al menos dos probetas, cilíndricas o cúbicas por turno.

Control de la armadura pasiva y activa

El control de las partidas de acero se regulará de acuerdo con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. El nivel de control será normal.

Se recomienda utilizar acero con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente..

Control de la chapa de acero

Se exigirá de las casas suministradoras los certificados de control de calidad, relativos a las características que deben cumplir.

Se recomienda utilizar acero con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente.

Se procederá, al comienzo de la fabricación, y por cada lote de 50 t, a la realización de los ensayos necesarios para comprobar las características exigidas..

Control de materiales para juntas

Se exigirá de las casas suministradoras los certificados de control de calidad relativos a las características que deben cumplir.

Se recomienda utilizar juntas con distintivo de Conformidad, AENOR o cualquier otro sello de calidad homologado en un país miembro de la UE que tenga un nivel de seguridad equivalente. En caso de no disponer de sello de calidad se procederá, al menos una vez al año, a la realización de los ensayos necesarios para comprobar las características exigidas.

Control de la fabricación

Es preceptivo el control de calidad de la fabricación de los tubos. El fin del control es verificar las características de calidad durante las diferentes fases de la fabricación. El control será el definido como intenso en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. Para el control de las diferentes fases se establecerán las correspondientes marcas de identificación en los elementos constitutivos del tubo, a medida que superen los controles que se indican en los restantes artículos de este capítulo.

Control de las camisas de chapa

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- Comprobación del espesor de la chapa de la camisa y de las boquillas.
- Comprobación del diámetro y longitud de la camisa.
- Prueba de presión interior, se realizará al 100% de las soldaduras de las camisas, tanto de los tubos como de las piezas especiales, mediante la introducción de una presión que produzca en la

chapa una tensión igual al valor máximo supuesto en el cálculo. Cuando, por el elevado espesor de la chapa, no sea posible alcanzar estas presiones, el ensayo puede realizarse a la máxima presión que pueda dar el equipo de prueba que, como mínimo, debe ser la que produciría una tensión igual a la de cálculo en una chapa de 3,5 mm. Esta presión se mantendrá el tiempo suficiente para comprobar todas las soldaduras. Los eventuales poros serán reparados y la camisa se probará nuevamente hasta que no se observe ninguna fuga. No se permitirá el calafateo.

- Prueba mediante productos detectores de poros.

Las soldaduras de todos los elementos deben ser sometidas a la prueba de presión interior especificada anteriormente.

Queda proscrito el empleo para estos fines de gasoil u otros productos grasos que perjudiquen la adherencia del hormigón.

Control del tesado de las armaduras activas

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

En los tubos postesados se controlarán las operaciones de tesado de las armaduras activas.

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- 1) Comprobación del diámetro de los alambres y distancia entre ellos.
- 2) Comprobación de la tensión del alambre.
- 3) Comprobación de que el hormigón ha alcanzado la resistencia exigida para el tesado de la armadura postesada.

Control de las jaulas de armaduras pasivas

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- Comprobación del diámetro de las espiras y generatrices, así como de su separación.
- Comprobación del diámetro y la longitud de la jaula.
- Comprobación de la indeformabilidad de la jaula. En las soldaduras no existirán dos puntos contiguos libres, bien sea sobre espira o sobre generatriz; y se comprobará que no hay en las soldaduras pérdidas de material que disminuyan el diámetro de las espiras.

Control del hormigonado

Durante el hormigonado se controlará el transporte, colocación y compactación del hormigón, así como el hormigonado en tiempo frío, caluroso o bajo lluvia, para asegurarse de que se podrán alcanzar las

resistencias fijadas en Proyecto. Se controlarán las operaciones de desencofrado y curado de los tubos.

También se comprobará la geometría del tubo, para asegurarse de que su diámetro interior, espesor, ovalización en zonas de junta, excentricidades de camisa y/o de armaduras, longitud y las juntas de los moldes, cumplen las prescripciones fijadas, con las tolerancias establecidas.

Se controlará que se toman las medidas adecuadas para evitar que, tanto los tubos como los núcleos, sufran daños durante el período de acopio.

Control de acabado

Se inspecciona visualmente reparándose todas las fisuras de anchura superior 0,20 mm en tubos de hormigón pretensado, de acuerdo con el art. 49.2.4 de la EHE.

5.2. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS TUBOS EN FÁBRICA

El adjudicatario avisará con un mínimo de 10 días la fecha de realización de las pruebas de estanqueidad de los tubos en fábrica, para que en el caso de que lo considere necesario, envíe a representante de laboratorio y/o a representante de TRAGSA, para presenciar la realización de las mismas. Presenciar la realización de dichas pruebas no podrá suponer ningún tipo de coste para TRAGSA.

Frecuencia del ensayo

Uno de cada 200 tubos será sometido a una prueba de presión hidráulica. Si el tubo no supera la prueba, se probarán otros dos del mismo lote de los 200. Si ambos tubos responden positivamente a la prueba, el lote será aceptado. Si uno de los dos tubos da resultado negativo, el lote será rechazado, o bien cada uno de los tubos del lote será probado para su aceptación individual. La prueba individualizada podrá efectuarse para la presión previamente determinada o bien para otra menor, fijada por el fabricante, en cuyo caso, de ser positivo el ensayo, el tubo quedará sancionado para ésta nueva presión.

Presión de Prueba en Fábrica (PP)

La presión de prueba será:

Para tubos de diámetro nominal menor o igual de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:

- La presión máxima de diseño (MDP) más 0,2 MPa
- 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP)

Para tubos de diámetro nominal mayor de 1.200 mm el mayor de los dos valores siguientes:

- La presión máxima de diseño (MDP) más 0,1 MPa
- 1,2 veces la presión máxima de diseño (MDP)

La presión se mantendrá al menos 5 minutos. Durante el ensayo el tubo debe permanecer estanco y no presentar ninguna fuga. No deberán aparecer en la superficie exterior del tubo fisuras sensiblemente longitudinales de abertura superior a 0,5 mm en una longitud de 0,30 m ininterrumpidamente.

En cualquier caso, TRAGSA podrá realizar los ensayos y/o comprobaciones que considere oportunas para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

6. MARCADO

Los tubos deben llevar marcado como mínimo, de forma legible e indeleble los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal en mm.
- Presión de trabajo.
- Fecha de fabricación o marcas que permitan identificar el tubo individualmente y por extensión su lote y control de calidad.

7. TRANSPORTE DE LOS TUBOS

El adjudicatario aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería objeto de la presente oferta, para que TRAGSA pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

7.1. EMBALAJE DE LOS TUBOS

El fabricante debe embalar y/o proteger todos los elementos que componen la presente oferta contra posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenaje. En el caso de emplearse flejes en el embalaje, éstos serán de poliéster reforzado, en ningún caso se admitirán flejes metálicos.

7.2. TRANSPORTE DE LOS TUBOS

El transporte desde la fábrica a la obra no se iniciará hasta que haya finalizado el período de curado.

Los tubos se transportan sobre unas cunas de madera que garanticen la inmovilidad transversal y

longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

Los tubos se descargarán en lugar indicado por representante de TRAGSA. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados

Para la descarga de los tubos será necesario que los camiones circulen marcha atrás durante aproximadamente 500 m. La descarga de los tubos correrá por cuenta de TRAGSA.

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera.

Durante su permanencia en la obra, antes del tapado de las zanjas, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarles

7.3. RECEPCIÓN DE LOS TUBOS

Cada entrega en obra de la tubería irá acompañada de un albarán, con el fin de poder cumplir los requerimientos internos de calidad de Tragsa, en el que deberá especificarse como mínimo los siguientes datos:

- Lote y número de cada tubo.
- Diámetro.
- Presión de trabajo.
- Longitud útil total del envío.

Junto con el envío de cada uno de los elementos, el adjudicatario aportará al representante de TRAGSA, aquella documentación que por referirse al elemento particular, certificados de calidad, garantías del fabricante, informes de comprobaciones y/o ensayos etc., no se pudo presentar con la oferta.

También se aportará junto con el envío de las tuberías y las piezas especiales la siguiente documentación, así como la documentación especificada en el apartado 5 del presente pliego:

- Certificados 3.1. conforme la norma UNE-EN 10204: 2006, de la chapa metálica empleada en las tuberías y en las piezas especiales.
- Certificado de Homologación de Adherencia de barras y mallas empleadas en las tuberías y en las piezas especiales, conforme la norma UNE 36740:98 o conforme la norma UNE-EN 10080, con una antigüedad inferior a 36 meses y realizados por un organismo acreditado conforme la norma UNE-EN

ISO/IEC 17025.

- Certificado de calidad de colada de las barras y mallas empleadas en las tuberías y en las piezas especiales.
- Resultados de los ensayos de las probetas del hormigón empleado a los 7 días, realizados por laboratorio autorizado.
- Resultados de los ensayos de líquidos penetrantes realizados al 100% de las soldaduras de las piezas especiales suministradas.
- Resultados de los ensayos de estanqueidad realizados a las tuberías suministradas, conforme lo especificado en el apartado 5.2. del presente pliego.

8. DOCUMENTACIÓN A INCLUIR EN EL SOBRE “C” DE LA OFERTA

En el sobre “C” de la oferta se incluirán los siguientes documentos:

- Documento 1: Documento de Idoneidad Técnica (DIT) para la fabricación de tubos de hormigón armado con camisa de chapa en vigor emitido por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja para la tubería DN 1.000 postesada.
- Documento 2: Copia de los registros de cualificación del Procedimiento de Soldadura y de los certificados de cualificación de los Soldadores en vigor, emitidos por Organismo Autorizado y según la norma UNE-EN ISO 9712:2012 o equivalente a un nivel apropiado, en el sector industrial pertinente.
- Documento 3: Ficha técnica de las tuberías objeto de la presente oferta, garantizando el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el apartado 2.1. del presente pliego. Se incluirá además un catálogo comercial.
- Documento 4: Relación de ensayos a realizar en el caso de ser los adjudicatarios, tanto de los materiales a emplear como de la tubería y de las piezas especiales, indicando como mínimo frecuencia de realización de los mismo, normativa empleada y criterios de aceptación y rechazo.
- Documento 5: Copia del Certificado de Calidad del cemento a emplear conforme la norma UNE-EN 197-1:2011, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.
- Documento 6: Copia del Certificado de Calidad de Producto de los aditivos a emplear o marcado CE, conformes la norma UNE-EN 934-6:2002, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.
- Documento 7: Copia del marcado CE del árido a emplear, conforme la Directiva 0830/CPD/224, en vigor, emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente.

Toda la documentación técnica se entregará traducida al castellano.

9 de Mayo de 2018