

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES CORRESPONDIENTE A LA
CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE TUBERIA DE HORMIGÓN ARMADO POSTESADO
CON CAMISA DE CHAPA PARA LA OBRA “BALSA PARA RIEGO EN LOS SECTORES 14-
16 N DE LA Z.R. DEL CHANZA, T.M. VILLABLANCA (HUELVA)”**

REF: TSA0068750

1	ALCANCE	3
2	NORMATIVA DE REFERENCIA.....	4
	NORMATIVA.....	4
3	REQUISITOS PARTICULARES DE LOS MATERIALES	5
3.1	CEMENTO.....	5
3.2	AGUA.....	6
3.3	ÁRIDOS	6
3.4	ADITIVOS.....	6
3.5	HORMIGONES Y MORTEROS	6
3.6	ARMADURAS PASIVAS	7
3.7	ARMADURAS ACTIVAS	7
3.8	CHAPA DE ACERO.....	9
3.9	MATERIALES ELASTOMÉRICOS PARA JUNTAS	11
4	CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN	11
4.1	TIPOS DE FABRICACIÓN	11
4.2	MOLDES.....	12
4.3	CAMISAS DE CHAPA	13
4.4	JAULAS DE ARMADURA PASIVA.....	13
4.5	COLOCACIÓN Y TESADO DE ARMADURAS ACTIVAS.....	14
4.6	HORMIGONADO.....	15
4.7	CURADO DEL HORMIGÓN.....	15
4.8	RECUBRIMIENTOS Y REVESTIMIENTOS.....	16
4.9	OPERACIONES FINALES	16
4.9.1	Reparaciones durante la fabricación	16
4.9.2	Manipulación y acopio en fábrica	17
4.10	TOLERANCIAS	17
4.10.1	Diámetro interior de los tubos.....	17
4.10.2	Espesor de pared del tubo.....	17
4.10.3	Longitud	18
4.10.4	Ovalización del tubo en la zona de junta	18
4.10.5	Rectitud de generatrices.....	18
4.10.6	Ortogonalidad de extremos	19
4.10.7	Dimensiones de la camisa de chapa y de la jaula de armaduras	19
4.10.8	Juntas de moldes	19
4.10.9	Alambres de pretensar y de armar	19
4.10.10	Tensión de zunchado	19
5	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	20
5.1	Control de los materiales.....	20
5.1.1	Control de los componentes del hormigón.....	20
5.1.2	Control de la armadura pasiva y activa	22
5.1.3	Control de la chapa de acero.....	22
5.1.4	Control de materiales para juntas.....	23
5.2	Control de ejecución.....	23
5.2.1	Control de la fabricación	23
5.2.2	Control de las camisas de chapa	23

5.2.3	Control de jaulas de armaduras pasivas	24
5.2.4	Control del tesado de las armaduras activas	24
5.2.5	Ovalizaciones de cabezales	24
5.2.6	Control del hormigonado	25
5.2.7	Control de acabado	25
5.2.8	Control producto acabado	25
6	TRANSPORTE E INSTALACIÓN	34
6.1	TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN	34
6.2	JUNTAS FLEXIBLES	34
6.2.1	Gomas	35
6.2.2	Suministro, almacenaje y montaje.....	35
7	CRITERIOS DE CONTROL	35

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES CORRESPONDIENTE A LA
CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO POSTESADO
CON CAMISA DE CHAPA PARA LA OBRA “BALSA PARA RIEGO EN LOS SECTORES 14-
16 N DE LA Z.R. DEL CHANZA, T.M. VILLABLANCA (HUELVA)”**

REF: TSA0068750

1 ALCANCE

Este pliego es de aplicación para el suministro de tubería de hormigón con camisa de chapa para la obra “BALSA PARA RIEGO EN LOS SECTORES 14-16 NORTE DE LA ZONA RE-
GABLE DEL CHANZA, T.M. DE VILLABLANCA (HUELVA)”, según se especifica en la siguiente columna:

Nº Uds	DESCRIPCIÓN
78,00	M.I. Tubería de hormigón armado postesado con camisa de chapa, de 900 mm de diámetro nominal para una presión máxima de diseño (MDP) de 5 atm y carga de tráfico: eje 13 t, con altura de tierras de 1 a 3 m, apoyo en cama de arena, con junta elástico a pie de obra, fabricado según Instrucción Eduardo Torroja, norma UNE-EN 639, UNE-EN 641.
72,00	M.I. Tubería de hormigón armado postesado con camisa de chapa, de 1.000 mm de diámetro nominal para una presión máxima de diseño (MDP) de 5 atm y carga de tráfico: eje 13 t, con altura de tierras de 1 a 3 m, apoyo en cama de arena, con junta elástico a pie de obra, fabricado según Instrucción Eduardo Torroja, norma UNE-EN 639, UNE-EN 641.

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.

El número de unidades es indicativo y susceptible de variación en el transcurso de la obra

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.

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.

TRAGSA podrá exigir al Fabricante el certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactoria los ensayos y de que los materiales utilizados en la fabricación cumplieron las especificaciones correspondientes. Este certificado podrá sustituirse por un sello de calidad reconocido oficialmente.

Cada entrega en obra de la tubería irá acompañada de un albarán 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.

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
- Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado o Pretensado (1980)
- Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón incluyendo juntas y accesorios (UNE-EN 639-1995)
- Tubos de presión de hormigón armado con camisa de chapa, incluyendo juntas y ac-

cesorios (UNE-EN 641-1995)

- 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 1295-1, Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- UNE-EN 681-1:1996. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- Normativa Española e Internacional (CEDEX-1994)
- Norma DIN 4035:1985
- Norma BS 4625:1970
- Norma UNE 80301. Cementos
- Norma UNE 36094. Armaduras activas

Se seguirán las recomendaciones presentes en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión del CEDEX, teniendo en cuenta especialmente el control de calidad en lo que respecta al control de la materia prima, tubos y uniones, debiendo superar los ensayos previstos en la Guía Técnica bajo las condiciones de ensayo y metodología y los criterios de aceptación.

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 REQUISITOS PARTICULARES DE LOS MATERIALES

3.1 CEMENTO

El cemento satisfará las condiciones exigidas en el vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos. Además cumplirá los requisitos establecidos en la Norma UNE 80301. 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.

Cualquier tipo de cemento que se emplee deberá tener un contenido de aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) del clinker inferior al 8%.

3.2 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.

3.3 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. Se comprobará asimismo el tamaño máximo del árido, de acuerdo con las consideraciones indicadas para los áridos en dichas Instrucciones y las prescritas por la norma UNE- EN-642 (tubos de hormigón postesado con camisa de chapa).

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

3.4 ADITIVOS

Se recomienda no utilizar aditivos que contengan cloruros. Cuando se empleen aditivos en la fabricación del hormigón de los tubos de hormigón con camisa de chapa, se cumplirán, respectivamente, las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de hormigón estructural.

3.5 HORMIGONES Y MORTEROS

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

Los hormigones y morteros de los tubos de hormigón con camisa de chapa, cumplirán, respectivamente, las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de hormigón estructural.

El contenido de ion 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 ion cloro sobre la masa de cemento
Tubos de hormigón postesado con camisa de chapa	< 0,2 %

Se emplearán dosificaciones de cemento ajustadas a lo expuesto en las normas, UNE-EN 641 y UNE-EN 642. 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.

3.6 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 con camisa de chapa cumplirán, respectivamente, las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de hormigón estructural.

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.

3.7 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, 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 ± 1°C, para

tensiones iniciales del 60 y 80 % de la carga unitaria máxima f_{max} , garantizada. Dicha relajación para una tensión inicial del 70 % de la carga unitaria máxima f_{max} , garantizada, tendrá los valores máximos siguientes:

- Aceros de muy baja relajación: 2 % (grado R-2)
- Aceros de relajación normal: 5% (grado R-5)

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 pretensado de diámetros 5, 6, y 7 mm.

Dimensiones y propiedades de los alambres (Extractado de tabla 2 de UNE-36094/97)					
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	1670
	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	± 0,39	± 0,39	± 0,47	± 0,58
	Valores 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 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.

Requisitos adicionales para los alambres	
Tabla 3, UNE 36094-97	
Propiedad	Especificación
Módulo elástico	205 kN/mm² · 7%
Mínimo alargamiento bajo carga máxima (Agt) L0 · 100 mm	5% (condición especial para alambres empleados en tubos)
Estricción a la rotura	± %5
Alambres lisos	Visible a simple vista
Alambres grafilados	
Número mínimo de doblados alternativos	7 (condición especial para alambres empleados en tubos)
Relajación máxima a 1000 h	
Al 60%	0,02
Al 70%	0,03
Al 80%	0,05
Fatiga	
Alambres lisos	200 N/mm ²
Alambres grafilados	180 N/mm ²
Corrosión bajo tensión	
Valor mínimo individual	1,5 h
Valor mínimo de la media de ensayos	4 h

3.8 CHAPA DE ACERO

Pueden emplearse para la fabricación de camisas de los tubos las chapas definidas como tipo S-235, en cualquier grado, en la norma UNE-EN-10025, o las designadas como AP-10, AP-11, AP-12 o AP-13 en la norma UNE-36-093-85.

A continuación transcribimos parcialmente, a título informativo, algunas de las características definidas en las citadas normas.

Composición química							
Designación	% C max para espesor en mm		Mn %	Si %	P %	S %	N %
	< 16	<16<40					
S 235 JR	0,210	0,210	1,500	-	0,055	0,055	0,011
S 235 JRG1	0,210	0,210	1,500	-	0,055	0,055	0,009
S 235 JRG2	0,190	0,190	1,500	-	0,055	0,055	0,011
S 235 JO	0,190	0,190	1,500	-	0,050	0,050	0,011
S 235 J2G3	0,190	0,190	1,500	-	0,045	0,045	-

Composición química							
S 235 J2G4	0,190	0,190	1,500	-	0,045	0,045	-
AP 10 ¹⁾	0,150	0,150	0,600	-	0,050	0,050	-
AP 11 ¹⁾	0,120	0,120	0,500	-	0,040	0,040	-
AP 12 ¹⁾	0,100	0,100	0,450	-	0,030	0,030	-
AP 13 ¹⁾	0,080	0,080	0,450	-	0,030	0,030	-
1) Los valores dados para las chapas AP 10, 11, 12 y 13 son orientativos, pudiendo concertarse otros con el fabricante.							

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		Orientación probeta	Alargamiento mínimo en %					
						L0=80 mm Espesor nominal mm					L0 = 5.65 √S0 espesor nominal mm
	≤16	>16 ≤40	<3	≥3 ≤100		≤1	>1 ≤1,5	>1,5 ≤2	>2 ≤2,5	2,5 ≤3	≥3 ≤40
S 235 JR	235	225	360-510	340-470	L t	17 15	18 16	19 17	20 18	21 19	26 24
S 235 JRG1	235	225	360-510	340-470							
S 235 JRG2	235	225	360-510	340-470							
S 235 JO	235	225	360-510	340-470							
S 235 J2G3	235	225	360-510	340-470							
S 235 J2G4	235	225	360-510	340-470							

Características mecánicas de las chapas AP 10, 11, 12 y 13 (UNE 36-093-85) (1)								
Designación	Rm máx MPa (2)		Alargamiento A % (3)			Doblado a 180°		
			e<3 mm (4)		e≥3 mm	Diámetro del mandril (5)		
	e<3mm	e≥3 mm	L0= 50 mm	L0= 80 mm	L0= 5,65√S0	e<3mm	3≤e≤4,75	e>4,75
AP 10	470 (6)	470 (6)	14	15	18	1,5 a	2 a	2,5 a
AP 11	440	430	25	24	28	--	--	--
AP 12	400	390	28	27	32	--	--	--
AP 13	410	400	29	28	34	--	--	--
(1) No es aplicable a productos de espesor inferior a 1,5 mm o a las bandas temperadas (2) 1 MPa = 1 N/mm ² = 0,1 kp/mm ² (3) Para los productos decapados, los valores de alargamiento pueden disminuirse en un punto (4) En caso de litigio o contrastación se utilizará solamente L0= 80 mm (5) a = espesor de la probeta (6) Este valor es indicativo, a menos que se haya convenido en el pedido que sea imperativo								

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.

3.9 MATERIALES ELASTOMÉRICOS PARA JUNTAS

El caucho utilizado en las juntas de estanquidad deberá cumplir el siguiente cuadro de características, de acuerdo con la norma UNE-EN-681-1.

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 después de 22 h a 70°, máximo	%	12 25	12 25	12 25	15 25	15 25	15 25
Envejecimiento: cambio respecto a los valores originales después de 7 días en aire a 70°C	IRDH % orig.	-5 a +8 -20				-5 a +8 -20	±5 -20
Dureza, máximo Resistencia a la tracción, máximo Alargamiento en la rotura, máximo	% orig.	-30 a +10				-40 a +10	-40 a +10
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	

4 CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

4.1 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 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.

4.2 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.

4.3 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 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.

4.4 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.

Se recomienda que las generatrices se suelden a las espiras en todos sus puntos de cruce. En cualquier caso, no existirán dos puntos contiguos sin soldar, tanto en la dirección de la espira como en la de la generatriz.

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.

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.

4.5 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.

4.6 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.

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.

4.7 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, como es el curado por calor, y en particular el curado al vapor saturado, a la 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, la velocidad de calentamiento y enfriamiento deberá controlarse adecuadamente, para evitar que el hormigón sufra choques térmicos y desecaciones o condensaciones excesivas.

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 di-

recto 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.

4.8 RECUBRIMIENTOS Y REVESTIMIENTOS

Revestimiento exterior para tubos de hormigón postesado

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

Suele estar constituida por hormigón o mortero de cemento. El recubrimiento mínimo será de 15 mm, si es de mortero, y de 20 mm, si es de hormigón.

El revestimiento exterior (que se aplicará dentro de las 48 horas siguientes al pretensado 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.

4.9 OPERACIONES FINALES

4.9.1 Reparaciones durante la fabricación

El hormigón defectuoso será sustituido en toda la extensión del defecto. El hormigón y mortero usado en las reparaciones, cumplirá las mismas prescripciones que el hormigón o mortero empleado en la fabricación de los tubos. Las reparaciones deben ser tratadas como se especifica en el apartado correspondiente de la norma del producto, o por aplicación de un producto de curado conforme a las normas nacionales que sean transcripción de las normas EN cuando existan.

Un tubo reparado no se expedirá hasta que se complete el curado, o hasta pasadas 12 horas de la aplicación del producto de curado. El fabricante puede proponer otros materiales o métodos de reparación, ambos sujetos a la aprobación del comprador.

4.9.2 Manipulación y acopio en fábrica

Los tubos se manipularán de forma que no sufran golpes o rozaduras que puedan afectar a la resistencia, estanquidad o durabilidad.

Cuando se utilicen cables o eslingas de acero, se protegerán éstos con un revestimiento adecuado, para evitar cualquier daño en la superficie del tubo. Especialmente se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho.

Los primarios se manipularán con especial cuidado, para evitar que el alambre sufra golpes, rozaduras o presiones que deterioren su superficie.

El tubo se depositará suavemente sobre el suelo plano, cuando se acopie en vertical, o sobre apoyos de material adecuado que no dañen el tubo, cuando se acopie en horizontal. En este último caso, se recomienda no rodarlos; y si se efectúa esta operación, deberá seleccionarse la superficie de rodadura, para no ocasionar desperfectos en el tubo.

El acopio de los tubos deberá hacerse preferentemente en vertical, salvo que se prevean posibles daños en la boquilla al colocarlos en esta posición.

Los tubos permanecerán debidamente humedecidos o se protegerán del sol y, especialmente, del viento, cuando las condiciones climatológicas hagan prever posibles daños en el tubo, bien sea por retracción o por efectos térmicos.

4.10 TOLERANCIAS

4.10.1 Diámetro interior de los tubos

La tolerancia para el diámetro interior del tubo se establece en $\pm 1\%$ de su diámetro nominal, sin exceder de 15 mm. Además, el promedio de los diámetros mínimos en las cinco secciones resultantes de dividir la longitud del tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior a su diámetro nominal.

4.10.2 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.

4.10.3 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 (+/-) 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 di expresado en mm, de un tubo no excederá de 21.

4.10.4 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.

4.10.5 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.

4.10.6 Ortogonalidad de extremos

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

4.10.7 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.

4.10.8 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.

4.10.9 Alambres de pretensar y de armar

Los aceros de pretensar cumplirán las especificaciones de la UNE 36.094 relativas a masa y sección transversal recta.

4.10.10 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%.

5 PRUEBAS Y ENSAYOS

Se realizarán los ensayos indicados en la norma UNE-EN 639-1995, UNE-EN 641-1995 y la Instrucción del Instituto Torroja, recogiendo a continuación los aspectos más importantes.

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 y de la armadura activa, 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.

5.1.1 Control de los componentes del hormigón

5.1.1.1 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.

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-03, por cada lote de cemento suministrado se conserva una muestra preventiva de cemento al menos durante 100 días.

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.

5.1.1.2 Agua

Se cumplirá lo establecido en la vigente Instrucción de hormigón estructural.

5.1.1.3 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.

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.

5.1.1.4 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.

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.

5.1.1.5 Control del hormigón

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

Ensayo de permeabilidad del revestimiento exterior según anejo 2 Torroja.

5.1.2 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 o intenso, de acuerdo con lo establecido en el Proyecto.

Se utilizará 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.

5.1.3 Control de la chapa de acero

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

Se utilizará 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.

Los soldadores estarán homologados por normativa de soldadura para chapas de espesores de 1,5 mm.

5.1.4 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 utilizarán 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.

5.2 Control de ejecución

5.2.1 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. Tales características serán las generales más las específicas del correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El control será el definido como intenso en la Instrucción de hormigón estructural. 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.

5.2.2 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, mediante la introducción de una presión que produzca en la chapa una tensión igual al valor máximo supuesto en el cálculo, que no será superior a 130 MPa para espesores de chapa menor o igual a 3,5 mm ($\leq 3,5$ mm). Para espesores mayores la presión del ensayo será la que produciría una tensión igual a la del 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.

Se probarán el 100 % de las camisas.

Las soldaduras de todos los elementos deben ser sometidas a alguna de estas dos últimas pruebas, o alguna otra equivalente, que proponga el fabricante. Queda proscrito el empleo para estos fines de gas-oil u otros productos grasos que perjudiquen la adherencia del hormigón.

5.2.3 Control de jaulas de armaduras pasivas

Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

- Comprobación del diámetro de las espiras y generatrices así como su separación.
- Comprobación del diámetro y 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.

5.2.4 Control del tesado de las armaduras activas

En los tubos postesados se controlarán las operaciones de tesado de las armaduras activas. Los controles que deberán efectuarse serán los siguientes:

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

Deberá facilitarse el Registro Gráfico de dicho control.

5.2.5 Ovalizaciones de cabezales

Se comprobarán el 100% de los cabezales.

5.2.6 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.

5.2.7 Control de acabado

Cada tubo terminado se inspecciona visualmente reparándose todas las fisuras de anchura superior a 0,2 mm en tubos de hormigón pretensado, de acuerdo con el art.49.2.4 de la EHE.

5.2.8 Control producto acabado

5.2.8.1 Controles dimensionales

Se comprobará para el 100% de la producción que se satisfacen las tolerancias dimensionales, especialmente en lo que respecta a la ovalización que será menor de un 0,5 %.

5.2.8.2 Pruebas de estanqueidad de los tubos

Frecuencia del ensayo

En los tubos con camisa de chapa se someterá a prueba de presión interior un tubo de cada lote de 200.

Si el resultado del ensayo fuera negativo se ensayarán otros dos tubos del mismo lote.

Si estos dos tubos dan resultado positivo en el ensayo, el lote será aceptado, si uno o los dos dan resultado negativo, el lote será rechazado, o bien cada tubo del lote será probado indivi-

dualmente. 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.

Tubos de hormigón postesado con camisa de chapa

5.2.8.3 Prueba de fisuración controlada del primario

La prueba consistirá en someter el primario, en fábrica, durante quince minutos, a la presión de fisuración, P_{fis} .

A petición del fabricante, se podrá realizar esta prueba antes de transcurridas cincuenta horas, desde el zunchado, en cuyo caso se someterá el primario, en fábrica, durante quince minutos, a la nueva P_{fis} . Igualmente, si algún primario se ensaya después de transcurridas cien horas de su zunchado, el valor de P_{fis} se calculará teniendo en cuenta esta circunstancia.

El resultado de la prueba será satisfactorio si, como consecuencia de la misma, el primario no presenta fisura alguna, sensiblemente longitudinal, superior a 0,2 mm de abertura en 0,30 m de longitud, ininterrumpidamente.

Programa de puntos de Inspección

P.P.I. A.F.T.H.A.P. REV. 8.03		FRECUENCIA
AMBIENTE	humedad arenas	1/día
	temperatura ambiente	1/día
	temperatura hormigón fresco	1/día
CEMENTO	certificado RC vigente	trimestral o cambio de producto o proveedor
	guardar muestra s/ RC vigente	100% (1)
	componentes del cemento s/ RC vig.	trimestral (1)
	principio fin fraguado (EHE)	trimestral (1)
	resistencia a compresión(EHE)	trimestral (1)
	expansión Le Chatelier(EHE)	trimestral (1)
AGUA AMASADO (salvo que sea potable en cuyo caso no es necesario hacer ensayos)	ph	semestral
	sulfatos	semestral
	cloruros	semestral
	sustancias disueltas	semestral
	hidratos de carbono	semestral
	sustancias orgánicas solubles eter	semestral
AGUA RIEGO CURADO (salvo que sea potable en cuyo caso no es necesario hacer ensayos)	ph	semestral
	sulfatos	semestral
	cloruros	semestral
	sustancias disueltas	semestral
	hidratos de carbono	semestral
	sustancias orgánicas solubles eter	semestral

P.P.I. A.F.T.H.A.P. REV. 8.03		FRECUENCIA
ÁRIDO FINO	granulometría	mensual (1)
	finos que pasan por 0.063	mensual (1)
	equivalente arena	mensual (1)
	retenido 0.063 flota liq. p.e. 2	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	compuestos de azufre	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	sulfatos solubles en ácidos	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	materia orgánica	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	azul metileno	mensual en casos descritos en EHE apartado 28.4.2
	reactividad potencial álcali	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	cloruros	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	friabilidad	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	absorción agua	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	humedad	diario
ÁRIDO grueso	granulometría	mensual (1)
	tamaño máximo	mensual (1)
	finos que pasan por 0.063	mensual (1)
	coeficiente de forma	mensual (1)
	retenido 0.063 flota liq. p.e. 2	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	compuestos de azufre	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	sulfatos solubles en ácidos	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	reactividad potencial álcali	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	cloruros	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	resistencia al desgaste	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
	absorción agua	semestral o cambio de producto o proveedor (1)
ADITIVO	certificado RC en vigor	100%
	etiquetado	100%

P.P.I. A.E.T.H.A.P. REV. 8.03		FRECUENCIA
ACERO REDONDOS Y MALLAS	certificado	100%
	aspecto e identificación	100%
	sección media equivalente EHE 90.3.1	1/ 40 t (1)
	geometría de resaltes (EHE)	1/ 40 t (1)
	doblado / desdoblado (EHE)	1/ 40 t (1)
	tracción (EHE 2/obra)	1/ 150 t (1)
	límite elástico (EHE 2/obra)	1/ 150 t (1)
	alargamiento en rotura	1/ 150 t (1)
	despegue de nudos (malla) (EHE 2/obra)	1/ 150 t (1)
ACERO DE PLETINAS BARRAS	certificado	100%
	límite elástico (IETCC)	1/ 50 t (1)
	tracción (IETCC)	1/ 50 t (1)
	alargamiento en rotura (IETCC)	1/ 50 t (1)
	doblado en frío a 180° (IETCC)	1/ 50 t (1)
	contenido en P (IETCC)	1/ 50 t (1)
	contenido en S (IETCC)	1/ 50 t (1)
	peso / metro	1/ 50 t (1)
ACERO PRETENSAR	certificado	100%
	aspecto e identificación	100%
	sección media equivalente	1/ 40 t (1)
	doblado alternativo	1/ 40 t (1)
	tracción	1/ 150 t (1)
	límite elástico	1/ 150 t (1)
	alargamiento bajo carga máxima	1/ 150 t (1)
ACERO CHAPAS	certificado	100%
	aspecto e identificación	100%
	control geométrico	100%
	contenido en P	1/ 50 t (1)
	contenido en S	1/ 50 t (1)
	tracción	1/ 50 t (1)
	límite elástico	1/ 50 t (1)
	alargamiento en rotura	1/ 50 t (1)
	doblado simple en frío 180°	1/ 50 t (1)
ELECTRODO	certificado	100%
	aspecto e identificación	1/envío

P.P.I. A.E.T.H.A.P. REV. 8.03		FRECUENCIA
JUNTA DE GOMA	certificado	100%
	dureza SHORE	1%
	estiramiento hasta alcanzar dos veces la longitud inicial (podrá omitirse si la junta no contiene soldadura)	100%
	diámetro	1%
	desarrollo	1%
JAULAS ARMADURA	diámetro jaula	10%
	longitud jaula	10%
	número generatrices	10%
	número espiras por metro	10%
	puntos soldadura	10%
	diámetro redondos	100%
	altura separadores	10%
	identificación	100%
	tipo de acero	100%
ARMADURA REFUERZO CAMISA	número espiras por metro	10%
BOQUILLAS	JUNTA ELASTICA diámetro medio o desarrollo	100%
	JUNTA SOLDADA diámetro medio o desarrollo	20%
CAMISAS I/BOQUILLAS	espesor camisa	20%
	espesor boquillas	20%
	désarrollo exterior camisa	c/diam. ó 1%
	longitud camisa con boquillas	c/diam. ó 1%
	prueba hidráulica, en diámetros > 2000 puede sustituirse por líquidos penetrantes	100%
	identificación	100%
	tipo de acero	100%
MOLDES, COLOCACIÓN ARMADURAS	inspección visual moldes	continua
	dimensiones, aros, bases	inicio
	colocación camisa o preñúdeo	100%
	centraje armadura	100%

P.P.I. A.E.T.H.A.P. REV. 8.03		FRECUENCIA
HORMIGÓN TUBOS	dosificación	100%
	consistencia	1/turno
	resistencia característica 28 días	2 probetas/turno
	resistencia a compresión 7 días	2 probetas/turno
HORMIGÓN NÚCLEOS	dosificación	100%
	consistencia o relación A/C	1/turno
	resistencia a compresión antes zunchado	2 probetas/turno
	resistencia característica 28 días	2 probetas/turno
MORTERO	dosificación	100%
	consistencia	1/turno
	resistencia característica 28 días	2 probetas/turno
	resistencia a compresión 7 días	2 probetas/turno
REVESTIMIENTO	dosificación	100%
	consistencia o relación A/C	1/turno
	resistencia característica 28 días	2 probetas/turno
	resistencia a compresión 7 días	2 probetas/turno
PRETENSADO NÚCLEO	tarado tensadora	anual
	Resistencia de hormigón antes de zunchar	100%
	diámetro del alambre	1/inicio
	comprobación tensión	100%
	separación espiras	1/inicio
REVESTIMIENTO PRETENSADOS	espesor	100%
	inspección visual desperfectos	100%

P.P.L. A.E.T.H.A.P. REV. 8.03		FRECUENCIA
TUBO TERMINADO	diámetro interior	Armados-10 primeros 100%, resto 1/10 tub. Postesados-10 primeros 100%, resto y 1/250 (2)
	espesor	Armados-10 primeros 100%, resto 1/10 tub. Postesados-10 primeros 100%, resto y 1/250 (2)
	ovalización hembra (junta para soldar)	10 primeros 100%, resto 5% (2)
	ovalización hembra (junta elástica)	10 primeros 100%, resto 5% (2)
	ovalización macho	10 primeros 100%, resto 10 (2)
	fisuración controlada o prueba de estanquidad	1/250
	permeabilidad revestimiento (postesados)	1%
	zonas libres hormigón macho y hembra	Armados 100% Postesados 10% (2)
	inspección visual desperfectos	100%
	identificación final	100%
	control expedición	100%

5.2.8.4 Ensayos de contraste

TRAGSA podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de fabricación de los tubos.

Si se considera necesario se podrá exigir la realización de ensayos de contraste, de los lotes de tubos recibidos en obra, mediante laboratorio acreditado a nivel nacional para la comprobación del cumplimiento de la Norma y de las especificaciones del pedido. Los costes de dichos ensayos correrán íntegramente a cargo de la empresa adjudicataria El proveedor estará

obligado a retirar todo el lote sobre el que alguno de los ensayos realizados haya resultado no conforme.

Habrá que indicar que Tragsa puede exigir certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo utilizados. Así mismo podrá exigir la realización de ensayos de contraste, de los lotes de tubos recibidos en obra. Los mismos se realizarán en laboratorio acreditado a nivel nacional y siempre ateniéndose lo que establezca la normativa vigente (Norma UNE - EN 640) en cuanto a las muestras representativas de los lotes, definición de ensayos e intervalos de aceptación de resultados. Los costes de dichos ensayos correrán íntegramente a cargo de la empresa adjudicataria. Serán rechazados los lotes que no cumplan con los intervalos de aceptación requerida para los ensayos considerados críticos en cuanto a los requerimientos mecánicos mínimos y de durabilidad aplicables a las tuberías de redes de agua a presión según su clase o timbraje (resistencia a presión interna, rigidez circunferencial, espesor y composición de recubrimientos, etc.).

En el caso de que TRAGSA realizase ensayos a la tubería y junta, y ésta no cumpliera con los requisitos establecidos en el presente Pliego, el adjudicatario correrá con los siguientes gastos:

- a. El coste de los ensayos correrá por cuenta del adjudicatario.
- b. Si hubiera que sacar la tubería de la zanja, todos los costes de retirada (tubería, gravilla, tierras), la reexcavaci n, reposición de gravilla, colocación de la nueva tubería, tapado de la zanja, pruebas y otros costes complementarios que puedan surgir, serán valorados a los precios de Tarifas de TRAGSA vigentes. El importe resultante se increment r  en un 6% de costes indirectos y el IVA en vigor, y se cargará contra el adjudicatario.
- c. El adjudicatario tendrá que volver a suministrar a coste cero, la reposición de la tubería defectuosa.
- d. Si la tubería no se hubiera metido en zanja, los costes de reexpedición y descarga de la nueva tubería serán por cuenta del adjudicatario.

Los resultados de comprobaciones y ensayos realizados a las tuberías por el fabricante para cada uno de los lotes suministrados, se deberán enviar a la persona responsable de TRAGSA-Huelva, en un plazo no superior a los 5 días posteriores a la entrega del material.

6 TRANSPORTE E INSTALACIÓN

6.1 TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN

Los tubos se manipularán de forma que no sufran golpes o rozaduras.

Se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho. Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

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

Los tubos se transportarán sobre unas cunas 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 cerca del lugar donde deban ser colocados en la zanja y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar en que hayan de instalarse. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

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

6.2 JUNTAS FLEXIBLES

Los tipos de juntas flexibles utilizadas en tuberías de hormigón son con alojamiento.

Las juntas están constituidas por dos boquillas, con alojamiento, donde la estanquidad se consigue mediante un anillo elástico de goma tal, que garantice su estanquidad durante el tiempo correspondiente a la vida previsible de la tubería con la necesaria fiabilidad. La junta con alojamiento es tórica, y se coloca en el alojamiento previsto para ella. La calidad de la junta debe 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.

6.2.1 Gomas

Las juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua, deben cumplir las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN 681-1 Juntas Elastoméricas.

6.2.2 Suministro, almacenaje y montaje

Para todas las etapas entre la fabricación y la utilización, las juntas deberían almacenarse de acuerdo con las recomendaciones dadas en la Norma ISO 2230. Deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La temperatura de almacenaje debería estar por debajo de 25° C y, preferiblemente, por debajo de 15° C.
- Las juntas deberían estar protegidas de la luz, en particular de la luz solar intensa y de la luz artificial con un alto contenido de radiación ultravioleta.
- Las juntas no deberían estar almacenadas en una sala con algún equipo capaz de generar ozono, como por ejemplo lámparas de vapor de mercurio o material eléctrico de alta tensión, los cuales pueden dar lugar a chispas o descargas eléctricas silenciosas.
- Las juntas deberían almacenarse en condiciones relajadas, libres de tensión, compresión u otra deformación. Por ejemplo, no deberían estar suspendidas por ninguna parte de su circunferencia.
- Las juntas deberían mantenerse en condiciones de limpieza.
- En el momento de su montaje 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, coqueras o aristas, que puedan afectar a la estanquidad o dañar al anillo. Durante el montaje de la junta elástica, se efectuará el encaje correcto del anillo y se comprobará que los paramentos verticales de los extremos macho y hembra están debidamente separados, para poder absorber los posibles movimientos de la junta, considerados en el Proyecto, sin entrar en contacto ni desenchufarse. Asimismo, no debe agotarse en esta operación toda la deformación posible de la junta, para poder absorber eventuales asientos diferenciales posteriores; pero se respetarán los límites indicados en Proyecto.

7 CRITERIOS DE CONTROL

Con carácter general, para garantizar objetivamente la conformidad de los tubos de hormigón armado con camisa de chapa se deberán cumplir lo indicado a continuación:

- a) El fabricante tiene implantado un sistema de control de producción en fábrica conforme a lo indicado en el apartado 7 de la UNE-EN 639 “Control de Calidad”
- b) Se aportarán informes de ensayo relativos a los parámetros solicitados. En estos casos, el fabricante deberá garantizar la correspondencia entre los informes de ensayo y los productos suministrados. Para tal fin, podrán emplearse códigos de lotes, fechas de fabricación o cualquier otro elemento que garantice la trazabilidad del documento con el producto recibido.
- c) Los valores declarados en la documentación aportada por el fabricante cumplen con los requisitos de la actuación.

OPERACIÓN O MATERIAL	PARÁMETRO	MÉTODO O NORMA	TIPO DE CON- TROL	FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGIS- TRO
Tubería de hormigón con camisa de chapa para presión	Acabado aspecto externo	Apartado 6.14. UNE-EN 639 Art. 56 Instrucción Inst. Eduardo Torroja	Inspección visual en obra	Todas las unidades de cada envío, antes de su ejecución	Acabado homogéneo de los tubos y piezas especiales. No se observan fisuras, coqueras, imperfecciones o daños	Registro de inspecciones y ensayos/Albarán
	Características geométricas y dimensionales	Apartado 6 UNE-EN 639	Ensayo en fábrica	Un informe de ensayo por cada lote de control definido por el fabricante	Los tubos y piezas esp. Cumplen con las siguientes tolerancias dimensionales: - DN/ID: Apartado 6.1. y 6.1.2 de UNE-EN 639. - Longitud. Declarada ± 10 mm en elementos rectos y ± 20 mm en otros. Apartado 6.1.3 de UNE-EN 639. - Rectitud y uniformidad: Apartado 6.1.4 de UNE-EN 639 - Escuadrado: Descuadre max admisible 0,02 DN/DI. Apartado 6.1.5 de UNE-EN 639. - Espesor: Apartado 6.1.7 de UNE-EN 641. - Juntas con anillo sellador. Apartado 6.1.8 de UNE-EN 639 - Juntas soldadas (longitudes y ovalización) apartado 6.19 de UNE-EN 639	Informe de ensayo del fabricante trazable con lote de control
	Ensayos de hormigón. Resistencia a compresión	Apartados 3.4.2 y 4.1 de la UNE-EN 641	Ensayo en fábrica	Un informe de ensayo por cada lote de control definido por el fabricante	Resistencia a 28 días del hormigón ≥ 35 N/mm ²	Informe de ensayo del fabricante trazable con lote de control

	Dosificación y elementos constituyentes del hormigón	Art. 37 de la EHE-08	Comprobación	Una vez por tipo de hormigón empleado en las tuberías Solamente aplicable en terrenos agresivos (ambiente III a o específicos art. 8.2 EHE-08)	La dosificación y los elementos constituyentes del hormigón son, coherentes con el ambiente de exposición del terreno. Referencias potencialmente aplicables: - Pto. 37.3.2 EHE-08: Relación a/c, mínimo contenido en cemento y resistencias mínimas recomendadas en función del ambiente. - Pto. 37.3.5 EHE-08 Resistencia del hormigón frente al ataque de sulfatos. - Tabla A.4.5. EHE-08 Tipos de cemento en función del ambiente de exposición	Certificado de dosificación y copia de la documentación suministrada por el fabricante
	Prueba de estanqueidad de los tubos	Apartado 4.2 UNE-EN 641 Art. 58 Instrucción Inst. Eduardo Torroja	Ensayo en fábrica	Un informe de ensayo por cada lote de control definido por el fabricante	Informe favorable: El tubo se mantiene completamente estanco durante la prueba y no presenta fisuras sensiblemente longitudinales de abertura superior a 0,5 mm en una longitud de 0,30 ininterrumpidamente, ni defectos que puedan afectar a sus prestaciones	Informe de ensayo del fabricante trazable con lote de control

OPERACIÓN O MATERIAL	PARÁMETRO	MÉTODO O NORMA	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
Juntas de estanqueidad	Marcado CE	UNE-EN 681-1 UNE-EN 681-2 UNE-EN 681-3 UNE-EN 681-1	Comprobación	Cada suministro	El albarán contiene el logotipo del Marcado "CE" y va acompañado de la Declaración de Prestaciones (DdP). Los valores declarados en la DdP permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones de la actuación	Albarán Declaración de Prestaciones

PEC 014 Procedimiento específico de calidad TRAGSA (Tubería de acero con soldadura helicoidal)