

ORDEN CIRCULAR 295/87 T

RECOMENDACIONES SOBRE ELEMENTOS METALICOS
PARA HORMIGON ARMADO O PRETENSADO

El tiempo transcurrido desde la aprobación de las especificaciones sobre elementos metálicos para hormigón armado o pretensado que figuran en la Parte 2ª, Capítulo IV, Artículos 240 á 248 inclusive del vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG 3/75), aprobado por O.M. de 6 de Febrero de 1976 (B.O.E. de 7 de Julio), y la aprobación de las vigentes Instrucciones para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-22) y de hormigón pretensado (EP-80), así como los avances tecnológicos en el campo de dichas unidades de obra aconsejan la revisión de los artículos

- 240 "Barras lisas para hormigón armado",
- 241 "Barras corrugadas para hormigón armado",
- 242 "Mallas electrosoldadas",
- 243 "Alambres para hormigón pretensado",
- 244 "Torzales para hormigón pretensado",
- 245 "Cordones para hormigón pretensado",
- 246 "Cables para hormigón pretensado",
- 247 "Barras para hormigón pretensado", y
- 248 "Accesorios para hormigón pretensado".

El Artículo 5, apartado 6ª de la Ley 51/1974 de 19 de Diciembre, de Carreteras, así como el Artículo 11, apartado 6ª del R.D. 1073-1977 de 6 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras, facultan al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo para dictar las normas técnicas en materia, entre otras, de construcción relativas a toda clase de carreteras y a sus caminos de servicio.

Tanto el Artículo 13 de la Ley 156/1963 de 28 de Diciembre, de bases de contratos del Estado, como el Artículo 13 del texto articulado de la Ley de contratos del Estado, aprobado por Decreto 923-1965, de 6 de Abril, como el Artículo 37 del Decreto 3354/1967, de 28 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento general de contratación para la aplicación del citado texto articulado, prevén la posibilidad de que el Gobierno establezca, previo informe de la Junta consultiva de contratación administrativa, los Pliegos de prescripciones técnicas Generales a que hayan de someterse las obras contratadas por el Estado.

Mientras los artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG 3/75) a que se refiere la presente orden circular son informados por la Junta consultiva de contratación administrativa y aprobados por el Gobierno (proceso que, aunque ya iniciado, consumirá algún tiempo) conviene poner a prueba en la práctica unas prescripciones puestas al día, a nivel de proyectos concretos.

Por lo tanto, esta Dirección General recomienda que para las unidades de obra correspondientes a elementos metálicos para hormigón armado o pretensado, o los Pliegos de prescripciones técnicas particulares de los proyectos que se redacten se atengan a los textos de los borradores de los artículos 240 a 248 revisados para el Pliego de prescripciones técnicas generales, que se acompañan a la presente orden circular.

En el caso de proyectos ya aprobados u obras adjudicadas, se podrá elevar consulta a las Subdirecciones Generales de Planificación y Proyectos o de Construcción y Explotación, respectivamente, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el proyecto o contrato en el sentido arriba indicado.

Madrid, 6 de agosto de 1987

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS



Enrique Salaguer Camphuis

240 BARRAS LISAS PARA HORMIGÓN ARMADO

240.1.- DEFINICION

Se denominan barras lisas para hormigón armado aquéllas que no cumplen las condiciones de adherencia exigidas para las barras corrugadas (art. 241). Las barras lisas serán de acero de sección circular y deberán ser fabricadas a partir de lingotes o semiproductos identificados por coladas o lotes de materia prima controlada para que, con los procesos de fabricación empleados, se obtenga un producto homogéneo. La designación de este acero es AE 215 L.

240.2.- COMPOSICION QUIMICA

Los contenidos máximos en fósforo y azufre, según las normas UNE b7029 y 7019 y referidos al análisis de colada, serán de cinco y seis centésimas por ciento (0,05 % y 0,06 %) en masa, respectivamente, admitiéndose en los productos terminados contenidos máximos de seis y siete centésimas por ciento (0,06 % y 0,07 %), en masa respectivamente.

240.3.- CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas que deberán garantizarse por el fabricante son las siguientes:

- Carga unitaria de rotura (f_s) comprendida entre tres mil cuatrocientos (3400) y cinco mil (5000) kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).
- Límite elástico aparente o convencional (f_y) igual o superior a dos mil doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (2200 kg/cm^2).
- Alargamiento de rotura A , medido sobre base de cinco (5) diámetros, igual o superior a veintitres por ciento (23 %).

Las anteriores características se determinarán según la norma UNE 38401/81.

- Ausencia de grietas después del ensayo del coblado simple a ciento ochenta grados (180°) efectuado a una temperatura de veintitres más o menos cinco grados centígrados (23 ± 5° C.), sobre un mandril del siguiente diámetro:
 - Para barras de diámetro superior a dieciséis milímetros (16 mm) cuya carga unitaria de rotura sea superior a cuatro mil quinientos kilogramos por centímetro cuadrado (4500 kg/cm^2), el diámetro del mandril será doble (2x) del de la barra.
 - Para cualquier otro caso, el diámetro del mandril será

igual (=) al de la barra.

- Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado a noventa grados (90°). Este ensayo se efectuará a una temperatura de veintitrés más o menos cinco grados centígrados ($23^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C.) y, en cada caso, sobre un mandril de diámetro doble (2X) del utilizado en el ensayo de doblado simple a ciento ochenta grados (180°).

240.4.- SOLDABILIDAD

El acero será siempre soldable. La comprobación de soldabilidad, en caso de que sea necesaria a juicio del Director de las obras, se realizará con arreglo a lo prescrito en el artículo 71.5 de la instrucción EH-82.

240.5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Los diámetros nominales de las barras lisas se ajustarán a la serie siguiente:

4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40 y 50 mm.

Sus características geométricas y ponderales, así como sus tolerancias, serán las especificadas en la norma UNE 36087/1/81.

240.6.- ALMACENAMIENTO

Las barras lisas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

240.7.- RECEPCIÓN

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizará según lo prescrito por la norma UNE 36087/1/81.

240.8.- MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de las barras lisas para hormigón armado se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forman parte.

En acopios, las barras lisas para hormigón armado se abonarán por toneladas (t) realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula contrastada.

241 BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO

241.1.- DEFINICION

Se denominan barras corrugadas para hormigón armado las que tienen en su superficie resaltos o estrias de forma que, en el ensayo de adherencia por flexión descrito en el Anexo 5 a la Instrucción EH-82, presenten una tensión media de adherencia T_{bm} y una tensión de rotura de adherencia T_{bu} que cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

Diámetros inferiores a ocho milímetros (8 mm):

T_{bm} Setenta kilopondios por centímetro cuadrado (70 kp/cm²).

T_{bu} Ciento quince kilopondios por centímetro cuadrado (115 kp/cm²).

Diámetros de ocho a treinta y dos milímetros (8 á 32 mm), ambos inclusive:

T_{bm} ochenta kilopondios por centímetro cuadrado, menos doce décimas del diámetro en milímetros (80 - 1,2 ϕ (mm) kp/cm²).

T_{bu} ciento treinta kilopondios por centímetro cuadrado, menos diecinueve décimas del diámetro en milímetros (130 - 1,9 ϕ (mm) kp/cm²).

Diámetros superiores a treinta y dos milímetros (32 mm):

T_{bm} Cuarenta y dos kilopondios por centímetro cuadrado (42 kp/cm²).

T_{bu} Sesenta y nueve kilopondios por centímetro cuadrado (69 kp/cm²).

Las barras corrugadas serán de acero y deberán ser fabricadas a partir de lingotes o semiproductos identificados por coladas o lotes de materia prima controlada para que, con los procesos de fabricación empleados, se obtenga un producto homogéneo. La designación del acero se realizará de acuerdo con las normas UNE 33333 o 33335, según su solacibilidad.

241.2.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Las características mecánicas que deberá garantizar el fabricante son las siguientes:

- Carga unitaria de rotura (f_s)
- Límite elástico aparente o convencional (f_y)

- Alargamiento de rotura A sobre base de cinco (E) diámetros nominales.
- Relación carga unitaria de rotura/limite elástico (f_s/f_y).

Las anteriores características se determinarán según la norma UNE 36401/81.

Los valores que deberán garantizarse se recogen en el artículo 9º de la instrucción EH-82 y en las normas UNE 36088 y 36089.

- Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a ciento ochenta grados (180°) y de doblado-desdoblado a noventa grados (90°) sobre los mandriles que correspondan según las normas UNE 36088 y 36089.

241.3.- SOLDABILIDAD

El fabricante indicará si el acero es apto para el soldado, las condiciones y procedimientos en que éste debe realizarse. La comprobación de la aptitud del acero para el soldado, en caso de que sea necesaria a juicio del Director de la obra, se realizará según el artículo 71.5 de la instrucción EH-82.

241.4.- CARACTERÍSTICAS DE ADHERENCIA

El suministrador deberá presentar el certificado de homologación de adherencia, en el que se consignaran los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltes.

Para la recepción en obra se comprobará, mediante un control geométrico, que los resaltes o corrugas están dentro de los límites que figuren en el certificado.

241.5.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y PONDERALES

Los diámetros nominales de las barras corrugadas en milímetros (mm) se ajustarán a la serie siguiente:

4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 32, 40 y 50

Las características geométricas y ponderales, así como sus tolerancias, serán las especificadas en las normas UNE 36088 Parte 1 y 36089.

241.6.- ALMACENAMIENTO

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación, separadas del suelo y de manera que no se manchen de grasa, polvo tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

241.7.- RECEPCION

Las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en las normas UNE 36058 parte 1 y UNE 36058, relativas a su tipo y marca del fabricante.

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán según lo prescrito por las normas UNE 36058 parte 2 ó 36058 parte 2 según su soldabilidad.

241.8.- MEDICION Y ABONO

La medición y abono de las barras corrugadas por hormigón armado se realizarán según lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

En acopios, las barras corrugadas por hormigón armado se abonarán por toneladas (t) realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula contrastada.

242 MALLAS ELECTROSOLDADAS

242.1.- DEFINICION

A los efectos de este pliego son mallas electrosoldadas aquellas que cumplen las condiciones prescritas en la norma UNE 36092/I/81.

Se entiende por malla corrugada la fabricada con alambres corrugados que cumplen las condiciones de adherencia especificadas en el artículo 241 del presente pliego y las demás especificadas en la tabla 242.1.

Se entiende por malla lisa la fabricada con alambres lisos trefilados que cumplen lo especificado en la tabla 242.1, pero no cumplen las condiciones de adherencia especificadas en el artículo 241 del presente pliego.

242.2.- DIAMETROS

Los diámetros nominales de los alambres lisos o corrugados empleados en las mallas electrosoldadas, en milímetros (mm), se ajustarán a la serie siguiente:

4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10; 11; 12; 13; 14.

242.3.- CARACTERISTICAS MECANICAS

Deberán garantizarse los valores característicos de las propiedades mecánicas indicadas en la tabla 242.1.

TABLA 242.1

PROPIEDADES MECANICAS MINIMAS GARANTIZADAS DE LOS ALAMERES QUE FORMAN LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS

Designación de los alambres	Ensayo de tracción				Ensayo de doblado simple a 180° (4) diámetro del mandril	Ensayo de doblado y desdoblado $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 20^\circ$ E' diámetro del mandril
	Límite elástico f_y kp/cm ² (1)	Carga unitaria f_s kp/cm ² (1)	Alargamiento de rotura (%) sobre base E diámetros	Relación f_s/f_y		
AEH 500T	5 100	5 600	(2)	(3)	4+d (E)	6+c (E)
AEH 600T	6 100	6 700	E	(3)	5+d (E)	10+c (E)

NOTAS: (1) Para la determinación del límite elástico y la carga unitaria se utilizara como divisor de las cargas el valor nominal del área de la sección transversal.

(2) $A (\%) = 20 - 0,02 \cdot f_{yi}$ no menor del 8 por ciento, siendo f_{yi} el límite elástico medido en cada ensayo.

- (3) $f_{si}/f_{yi} \geq 1,05 - 0,1 [(f_{yi}/f_{yk}) - 1]$ no menor de 1,03, siendo f_{yi} el límite elástico medido en cada ensayo: f_{si} la carga unitaria obtenida en el mismo, y f_{yk} el límite elástico mínimo garantizado.
- (4) α' = ángulo de doblado.
- (5) β = ángulo de desdoblado.
- (6) d = diámetro nominal del alambre.

242.4.- ALMACENAMIENTO

Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a excesiva oxidación separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, aceite, pintura, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

242.5.- RECEPCION

Cada panel deberá llevar a una identificación en la que se haga constar la marca del fabricante y la designación de la malla, que se hará según el artículo 9.4 de la instrucción EH-62.

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizará según lo prescrito por la norma UNE 38052/11/81.

242.6.- MEDICION Y ABONO

La medición y abono de las mallas electrosoldadas se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

En acopios, las mallas electrosoldadas se abonarán por metros cuadrados (m^2) realmente acopiados, según su tipo.

243 ALAMBRES PARA HORMIGÓN PRETENSADO

243.1.- DEFINICION

Se denominan alambres para hormigón pretensado los productos de sección maciza procedentes de un estirado en frío o trefilado de alambre, que normalmente se suministran en rollos. La designación de los alambres se realizará según la norma UNE 35055/1/85.

243.2.- TIPOS Y GRADOS

El tipo de alambre para hormigón pretensado se define por su resistencia a tracción expresada en megapascuales (MPa). Para cada tipo, se establecen dos grados en función de los valores de la relajación.

Los diámetros nominales para los distintos tipos y grados de alambres para hormigón pretensado serán los indicados en la tabla 243.1.

TABLA 243.1

TIPOS Y GRADOS DE ALAMBRE

Designación		Diámetro (mm)					
Tipo	Grado	3	4	5	6	7	8
AH 1570	R 5					x	x
AH 1570	R 2					x	x
AH 1670	R 5		x	x	x	x	x
AH 1670	R 2		x	x	x	x	x
AH 1770	R 5	x	x	x	x		
AH 1770	R 2	x	x	x	x		

243.3.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Las características mecánicas de los alambres para hormigón pretensado, obtenidas a partir del ensayo a tracción realizado según UNE 3540/81, deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- La carga unitaria máxima (f_{max}) no será inferior a cuarenta y siete kilopondios por milímetro cuadrado (47 kg/cm²).
- El límite elástico (f_y) estará comprendido entre el ochenta y cinco y el noventa y cinco por ciento (85-95 %) de la carga unitaria máxima f_{max} . Esta relación deberá cumplirse no sólo los valores mínimos garantizados, sino también los correspon-

dientes a cada uno de los alambres ensayados.

- El alargamiento bajo carga máxima, medido sobre una base de longitud igual o superior a doscientos milímetros (200 mm) no será inferior al tres y medio por ciento (3,5 %). Para los alambres destinados a la fabricación de tubos, dicho alargamiento será igual o superior al cinco por ciento (5 %).
- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante, con una tolerancia, en más o en menos, del siete por ciento (7 %).
- En los alambres de diámetro igual o superior a cinco milímetros (5 mm) o de sección equivalente, la pérdida de resistencia a la tracción, después de un doblado desdoblado no será superior al cinco por ciento (5 %).
- El número mínimo de doblados-desdoblados que soportará el alambre en la prueba de doblado alternativo según la norma UNE 36461/80 no será inferior a:
 - Para alambres destinados a obras de desagüe o sometidos a ambiente corrosivo: 7 (siete).
 - En los demás casos: 3 (tres).
- La relajación a las mil horas (1000 h), a temperatura de veinte más o menos un grado ($20 \pm 1^\circ \text{C}$), y para una tensión inicial igual al setenta por ciento (70 %) de la carga unitaria máxima (f_{max}) garantizada, determinada según la norma UNE 36422/85, no será superior a los siguientes valores:
 - Alambres de grado R-E (enderizados y con tratamiento de eliminación de tensiones): cinco por ciento (5 %).
 - Alambres de grado R-2 (enderizados y con tratamiento de estabilización) dos por ciento (2 %).

243.4.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y PONDERALES

Las características geométricas y ponderales, así como las tolerancias, se ajustarán a lo especificado en la norma UNE 35055/1/85.

243.5.- RECEPCIÓN

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán según lo prescrito por la norma UNE 35055/11/81.

Los alambres de grado R-E y R-2 se suministrarán en rollos en los que el diámetro de bobinado no será inferior a doscientas cincuenta veces (250 x) el del alambre y, al dejarlos libres en un suelo horizontal liso, presentarán una flecha inferior a treinta milímetros (30 mm) en una base de un metro, (1 m) en cualquier punto del alambre.

Cada rollo deberá llevar una identificación en la que figuren la marca del fabricante, el tipo y grado de alambre, su diámetro nominal y un número que permita identificar la colada o lote a que pertenece.

243.B.- MEDICION Y ABONO

La medición y abono de los alambres por hormigón pretensado se realizará según la unidad de obra de que formen parte.

En acopios, los alambres se abonarán por toneladas (t) realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula contrastada.

244 TORZALES PARA HORMIGON PRETENSADO

244.1.- DEFINICION

Se denominan torzales los productos formados por dos o tres alambres de igual diámetro nominal, todos ellos arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común.

244.2.- TIPOS Y GRADOS

En la tabla 244.1 se especifican los distintos tipos y grados de torzales, así como sus diámetros nominales de los alambres que los forman.

El tipo de torzal se define por su resistencia a tracción expresada en megapascales (MPa). Para cada tipo se definen dos grados, en función de los valores de la relajación.

TABLA 244.1

TIPOS Y GRADOS DE TORZALES

Designación		Diámetro nominal del alambre (mm)								
		Torzal de 2 alambres					Torzal de 3 alambres			
		2,40	2,80	3,00	3,50	3,70	2,25	2,40	2,80	3,50
AH 1770	R 6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AH 1770	R 2						x	x	x	x
AH 1880	R 6									x
AH 1880	R 2									x
AH 1550	R 6						x	x		
AH 1550	R 2						x	x		

244.3.- CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas de los torzales para hormigón pretensado, obtenidas de los ensayos de tracción realizados según la norma UNE 38401/81 complementados con lo indicado en el Anexo A a la norma UNE 38092/1/85, deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- La carga unitaria máxima (f_{max}) no será inferior a ciento ochenta kilopondios por milímetro cuadrado (180 kg/cm^2).
- El límite elástico (f_y) estará comprendido entre el ochenta y

cinco y el noventa y cinco por ciento (85-95 %) de la carga unitaria máxima (f_{max}). Esta limitación deberán cumplirla no sólo los valores mínimos garantizados, sino también cada uno de los elementos ensayados.

- El alargamiento bajo carga máxima, medido sobre una base de longitud igual o superior a quinientos milímetros (500), no será inferior al tres y medio por ciento (3,5 %).
- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante, con una tolerancia del siete por ciento en más o en menos (± 7 %).
- Los alambres utilizados en los torzales soportarán el número de doblados y desdoblados indicado en el artículo 243.
- La relajación a las mil horas (1000 h), a temperatura de veinte más o menos un grado ($20 \pm 1^\circ C$) y para una tensión inicial igual al setenta por ciento (70 %) de la carga unitaria máxima (f_{max}) garantizada, determinada según la norma UNE 36422/85, no será superior a los siguientes valores:
 - Torzales de grado R-6 (de alambres enderezados y con tratamiento de eliminación de tensiones): seis por ciento (6 %).
 - Torzales de grado R-2 (de alambres enderezados y con tratamiento de estabilización): dos por ciento (2 %).

244.4.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y PONDERALES

Las características geométricas y ponderales de los torzales, así como sus tolerancias se ajustarán a lo especificado en la norma UNE 36096/1/85.

244.5.- RECEPCIÓN

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán de acuerdo con lo prescrito por la norma UNE 36096/1/85.

Los torzales se suministrarán en rollos cuyo diámetro inferior será igual o superior a seisientos milímetros (600 mm).

Cada rollo deberá llevar una identificación en la que figuren: la marca del fabricante, el tipo y grado de torzal, el diámetro nominal del alambre que los forma, y un número que permita identificar la colada o lote a que pertenece.

244.6.- MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de los torzales para hormigón pretensado se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En adición, los torzales se abonarán por toneladas (t) realmente apropiadas, medidas por pesada directa en báscula contrastada.

245. CORDONES PARA HORMIGON PRETENSADO

245.1.- DEFINICION

Se denominan cordones para hormigón pretensado los productos formados por más de tres alambres de igual diámetro nominal, enrollados helicoidalmente con igual paso y el mismo sentido de torsión alrededor de un alambre central recto cuyo diámetro estará comprendido entre el ciento dos y el ciento cinco por ciento (102-105 %) del de los alambres enrollados.

245.2.- CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas de los cordones de pretensado, deducidas de los ensayos de tracción realizados según las normas UNE 7326/75 y 36059/I/85, deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- La carga unitaria máxima (f_{max}) no será inferior a ciento setenta kilopondios por milímetro cuadrado (170 kp/cm²).
- El límite elástico (f_y) estará comprendido entre el ochenta y cinco y el noventa y cinco por ciento (85-95 %) de la carga unitaria máxima (f_{max}). Esta limitación deberá cumplirse no sólo los valores mínimos garantizados, sino también cada uno de los elementos ensayados.
- El alargamiento bajo carga máxima, medido sobre una base de longitud igual o superior a quinientos milímetros (500 mm), no será inferior al tres y medio por ciento (3,5 %).
- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante, con una tolerancia en más o en menos del siete por ciento ($\pm 7\%$).
- Los alambres utilizados en los cordones soportarán el número de doblados y desdoblados indicado en el artículo 243.
- La relajación a las mil horas (1000 h) a temperatura de veinte más o menos un grado (20 \pm 1 °C) y para una tensión unitaria igual al setenta por ciento (70 %) de la carga unitaria máxima (f_{max}) garantizada, determinada según la norma UNE 33400 EE, no será superior a los siguientes valores:
 - Cordones de grado B-3 (de alambres estabilizados y con tratamiento de eliminación de tensiones): seis por ciento (6 %).
 - Cordones de grado B-2 (de alambres estabilizados y con tratamiento de estabilización): dos por ciento (2 %).

245.3.- CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PONDERALES

Las características geométricas y ponderales de los cordones así

como sus tolerancias, se ajustarán a lo especificado en la norma UNE 35098/I/85.

245.4.- RECEPCION

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción, se realizarán según lo prescrito por la norma UNE 35098/II.

Los cordones se suministrarán en rollos, bobinas o carretes que, salvo acuerdo en contrario, contendrán una (1) sola longitud de fabricación de cordón. El diámetro interior del rollo o el del núcleo de la bobina o carrete no será inferior a seis cientos milímetros (600 mm).

Cada rollo, bobina o carrete deberán llevar una identificación en la que figuren el nombre del fabricante, diámetro nominal del cordón, carga de rotura mínima garantizada, número del rollo, bobina o carrete, y peso del mismo.

No se admitirá la unión de trozos de cordón realizada mediante soldadura, trenzado o cualquier otro sistema.

245.5.- MEDICION Y ASONO

La medición y abono de los cordones para hormigón pretensado se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forma parte.

En acopios, los cordones para hormigón pretensado se aborarán por toneladas (t) realmente acopiadas, medidas por pesada directa en balanza contrastada.

246 CABLES PARA HORMIGÓN PRETENSADO

246.1.- DEFINICION

Se denominan cables para hormigón pretensado los productos formados por cordones enrollados helicoidalmente alrededor de un núcleo central o alma que actúa como soporte. Dicho núcleo podrá estar constituido por un muelle helicoidal, un alambre, un cordón u otro cable.

246.2.- CARACTERISTICAS MECANICAS

Los cables de pretensado se confeccionarán con alambres, torzales o, más frecuentemente, cordones que cumplan las especificaciones contenidas en los artículos 243, 244 y 245 de este pliego.

246.3.- CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PONDERALES

Las características geométricas y ponderales de los cables para hormigón pretensado, así como sus tolerancias, se ajustarán a lo que se especifique en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

246.4. RECEPCION

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción de los cables para hormigón pretensado se ajustarán a lo que se especifique en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

246.5.- MEDICION Y ABONO

La medición y abono de los cables para hormigón pretensado se realizará según lo indicado en la Unidad de obra de que forman parte.

En acopios, los cables para hormigón pretensado se abonarán por toneladas (t) realmente acopiadas, medidas por pesada directa en balanza contrastada.

247 BARRAS PARA HORMIGÓN PRETENSADO

247.1.- DEFINICION

Se denominan barras para hormigón pretensado los productos de sección maciza que se suministran solamente en forma de elementos rectilíneos.

247.2.- CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas de las barras para hormigón pretensado, deducidas a partir del ensayo de tracción realizado según la norma UNE 36401/81, deberán cumplir las prescripciones siguientes:

- La carga unitaria máxima (f_{max}) no será inferior a cien kilogramos por milímetro cuadrado (100 kp/mm^2).
- El límite elástico (f_y) estará comprendido entre el setenta y cinco y el noventa por ciento (75-90 %) de la carga unitaria máxima (f_{max}). Esta relación deberán cumplirla no sólo los valores mínimos garantizados, sino también los correspondientes a cada una de las barras ensayadas.
- El alargamiento remanente concentrado de rotura (medido sobre base de diez (10) diámetros en el caso de sección circular, y sobre base de longitud en milímetros (mm) igual a once con tres décimas veces la raíz cuadrada de la sección S expresada en milímetros cuadrados (mm^2) ($11,3\sqrt{S}$) en el caso de sección no circular, no será inferior al seis por ciento (6 %).
- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante con una tolerancia del siete por ciento en más o en menos ($\pm 7 \%$).
- Las barras soportarán sin rotura ni agrietamiento el ensayo de doblado especificado en la norma UNE 7052.
- La relajación a las mil horas (1000), a la temperatura de veinte más o menos un grado ($20 \pm 1^\circ \text{C}$), para una tensión inicial igual al setenta por ciento (70 %) de la carga unitaria (f_{max}) garantizada, determinada según la norma UNE 36402/85, no será superior al tres por ciento (3 %).

247.3.- RECEPCION

Las barras se suministrarán en trozos rectos, debiendo llevar una identificación en la que figuren: la marca del fabricante, el tipo y grado de acero, el diámetro nominal de la barra y un número que permita identificar la colada.

247.4.- MEDICION Y ABONO

La medición y abono de las barras para hormigón pretensado se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forman parte.

En acopios, las barras para hormigón pretensado se abonarán por toneladas (t) realmente acopiadas, medidas por pesada directa en báscula contrastada

248 ACCESORIOS PARA HORMIGÓN PRETENSADO

248.1.- ANCLAJES

Se denominan anclajes los dispositivos de sujeción de los extremos de las armaduras activas. Pueden ser activos o pasivos, según se efectúe desde ellos el tesoado o estén situados en un extremo del tendón por el que no se teso.

Los anclajes deberán ser capaces de retener eficazmente los tendones, resistir su carga unitaria de rotura, y transmitir al hormigón una carga al menos igual a la máxima que el correspondiente tendón pueda proporcionar, tanto bajo sollicitaciones estáticas como dinámicas. Para ello deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) El coeficiente de eficacia de un tendón anclado será al menos igual a noventa y dos centésimas (0,92) en el caso de tendones adherentes y a noventa y seis centésimas (0,96) en el caso de tendones no adherentes.
- b) Los sistemas de anclaje por cuñas serán capaces de retener los tendones de tal forma que, una vez finalizada la penetración de cuñas, no se produzcan deslizamientos respecto al anclaje.
- c) Donde se prevean efectos de fatiga o grandes variaciones de tensión se utilizarán anclajes adecuados, capaces de resistir sin romperse tales acciones.

Los ensayos necesarios para la comprobación de estas características deberán realizarse en condiciones análogas a las que se prevean para la utilización en obra de los anclajes.

Todos los elementos que constituyan un anclaje deberán someterse a un control efectivo y riguroso y fabricarse con una tolerancia tal que, dentro de un mismo sistema, tipo y tamaño, todas las piezas resulten intercambiables. Además, deberán ser capaces de absorber, sin menoscabo para su efectividad, las tolerancias dimensionales establecidas para las secciones de las armaduras.

El fabricante o suministrador de los anclajes justificará y garantizará sus características, precisando las condiciones en que deben ser utilizados, especialmente en los que se refiera a las presiones transmitidas al hormigón, resistencia mínima del hormigón alrededor del anclaje, al tuchado de estas zonas, y a las separaciones y recubrimientos que deben respetarse.

En el caso de anclajes por cuñas, el fabricante o suministrador deberá, además, aportar datos sobre el deslizamiento que puedan experimentar las armaduras en los anclajes durante el ajuste de las cuñas, y la magnitud del movimiento conjunto de armadura y cuña que se produzca por penetración. Ambos valores deberán tenerse en cuenta al fijar la tensión que debe darse a los tendones, para poder compensar las

pérdidas correspondientes.

En general se utilizará el equipo de tesado recomendado por el suministrador del sistema, con la aprobación del Director de Obras.

Los anclajes deberán entregarse convenientemente protegidos para que no sufran daños durante su transporte, manejo en obra y almacenamiento. Se guardarán convenientemente clasificados por tamaños y adoptarán las precauciones necesarias para evitar su corrosión o que puedan ensuciarse o entrar en contacto con grasas, aceites no solubles, pintura o cualquier otra sustancia perjudicial.

248.2.- EMPALMES

Se denominan empalmes unos dispositivos constituidos por una o más piezas para unir los extremos de dos armaduras activas, a fin de conseguir un tendón de mayor longitud.

Los elementos de empalme de las armaduras activas deberán cumplir las mismas condiciones exigidas a los anclajes en cuanto a resistencia y eficacia de retención.

Las condiciones de suministro y almacenamiento serán análogas a las prescritas para los anclajes.

248.3.- VAINAS

En los elementos estructurales de hormigón con armaduras pasivas, los conductos necesarios para alojarlas podrán formarse por diversos procedimientos, en la propia masa del hormigón al construir el elemento, siendo frecuente utilizar vainas que quedan embebidas, o se recuperan una vez endurecido el hormigón.

En general, las vainas se presentan en forma de tubos metálicos, con resaltes o corrugaciones en su superficie exterior. Deberán presentar una resistencia suficiente al aplastamiento de forma que no se deformen ni abollan durante su manejo en obra, bajo el peso del hormigón fresco, la acción de golpes accidentales, etc. Asimismo, deberán soportar el contacto con los vibradores internos sin riesgo de perforación.

En ningún caso deberán permitir que penetre en su interior tierra de cemento o mortero durante el hormigonado. Por ello los empalmes, tanto entre los distintos trozos de vaina como entre ésta y los anclajes, habrán de ser perfectamente estancos.

El diámetro interior de la vaina, habida cuenta del tipo y sección de la armadura que en ella vaya a alojarse, será el adecuado para que pueda efectuarse la inyección de forma correcta.

El suministro y almacenamiento de las vainas se realizará adoptando precauciones análogas a las exigidas para las armaduras.

248.4.- OTROS ACCESORIOS

Los tubos de purgato respiraderos, las boquillas de inyección, los separadores, las trompetas de empalme y demás accesorios utilizados para hormigón pretensado deberán ser aprobados por el Director de Obra.

El suministro y almacenamiento se realizará adoptando precauciones análogas a las indicadas para las armaduras.

248.5.- MEDICION Y ABONO

La medición y abono de los accesorios para hormigón pretensado se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forman parte.

En accopios, las vainas se abonarán por metros (m), y por unidades (ud) el resto de los accesorios realmente accopiados.

PRESCRIPCIONES SOBRE BARRAS LISAS PARA HORMIGÓN ARMADO.

A SEÑALAR POR EL DIRECTOR DE LAS OBRAS

Apartado 240.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Director de las obras juzgará la necesidad de comprobar la soldabilidad del acero empleado en barras lisas para hormigón armado.

PRESCRIPCIONES SOBRE BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO

A SEÑALAR POR EL DIRECTOR DE LAS OBRAS

Apartado 241.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Director de las obras juzgará la necesidad de comprobar la soldabilidad del acero empleado en barras corrugadas para hormigón armado.

PRESCRIPCIONES SOBRE CABLES PARA HORMIGÓN PRETENSADO QUE DEBEN
FIGURAR EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Apartado 246.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares especificará las características geométricas y ponderales de los cables para hormigón pretensado, así como sus tolerancias.

Apartado 246.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares deberá especificar la toma de muestras y los ensayos y contraensayos de recepción de los cables para hormigón pretensado.

PRESCRIPCIONES SOBRE ACCESORIOS PARA HORMIGÓN PRETENSADO

A SEÑALAR POR EL DIRECTOR DE LAS OBRAS

Apartado 248.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Director de las obras deberá aprobar el equipo de tesado que se emplee para tesar las armaduras activas del hormigón pretensado.

Apartado 248.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Director de las obras deberá aprobar los tubos de purga o respiraderos, las boquillas de inyección, los separadores, las trompetas de empalme y demás accesorios para hormigón pretensado.