

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

19839 ORDEN de 16 de septiembre de 1985 por la que se aprueba la revisión de la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-EHV: «Estructuras de hormigón armado. Vigas».

Ilustrísimos señores:

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre («Boletín Oficial del Estado» de 15 de enero de 1973); Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio («Boletín Oficial del Estado» de 9 de julio), y Orden de 4 de julio de 1983 («Boletín Oficial del Estado» de 4 de agosto), a propuesta de la Dirección General de Arquitectura y Vivienda y previo informe del Ministerio de Industria y Energía y del Consejo de Obras Públicas y Urbanismo.

Este Ministerio ha resuelto:

Artículo 1.º Se aprueba la revisión de la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-EHV: «Estructuras de hormigón armado. Vigas», aprobada por Orden del Ministerio de la Vivienda de 24 de

febrero de 1975 («Boletín Oficial del Estado» de 1, 8 y 15 de marzo), adaptada a la instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-82.

Art. 2.º La presente Norma Tecnológica de la Edificación regula las actuaciones de diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento.

Art. 3.º La presente Norma, a partir de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» podrá ser utilizada a los efectos de lo establecido en el Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, con la excepción prevista en la disposición adicional tercera del Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre normativa de la edificación.

Art. 4.º En el plazo de seis meses a partir de la publicación de la presente Orden en el «Boletín Oficial del Estado» podrán ser remitidas a la Dirección General de Arquitectura y Vivienda (Subdirección General de Edificación. Servicio de Normativa), las sugerencias y observaciones que puedan mejorar el contenido o aplicación.

Art. 5.º Estudiadas y, en su caso, consideradas las sugerencias remitidas a la vista de la experiencia derivada de su aplicación, la Dirección General de Arquitectura y Vivienda propondrá a este Ministerio las modificaciones pertinentes a la Norma aprobada por la presente Orden.

Lo que comunico a VV. II. para su conocimiento y efectos. Madrid, 16 de septiembre de 1985.

SAENZ DE COSCULLUELA

Ilmos. Sres. Subsecretario y Director general de Arquitectura y Vivienda.



NTE
Diseño

Estructuras de Hormigón armado

Vigas



EHV
1985 1.ª Revisión

1. Ambito de aplicación

Vigas de hormigón armado, planas o de canto, de directriz recta y sección rectangular, pertenecientes a estructuras de edificación. Para vigas en las que la relación entre la luz y el canto sea inferior a 2,5, se utilizará la NTE-EHV: «Estructuras de Hormigón armado. Jácenas Pared». Esta NTE no resuelve las vigas en ambiente exterior húmedo o químicamente agresivo que posean especiales problemas de fisuración.

2. Información previa

Estructural

Planos acotados de la estructura. Solicitaciones a que se encuentran sometidas las vigas y predimensionado, según la NTE-EHV: «Estructuras de Hormigón armado. Pórcicos». Solicitaciones y predimensionado a que se encuentran sometidas otras vigas no contempladas en la NTE-EHV.

De protección

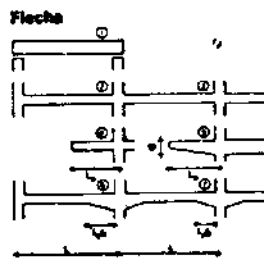
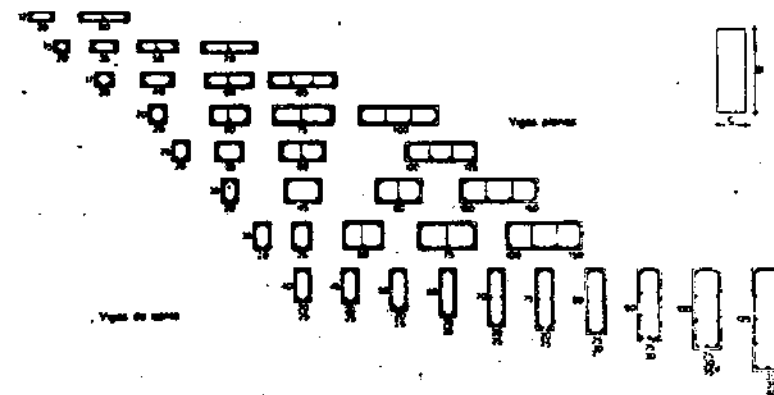
Vigas cuyo acabado suponga disminución de las dimensiones de la sección.

3. Criterios de diseño

Los criterios y soluciones de esta norma están basados en la EH-82. Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

Tipología

Se establece en la presente Norma la siguiente tipología de secciones de vigas planas y de canto, en la que aparece el número y disposición mínima de armaduras longitudinales y cercos. Las secciones se encuentran agrupadas en base al momento factor de cálculo M en m^2 , con el que puede procederse a su predimensionado.



No será necesaria la comprobación de la flecha en aquellas vigas cuyo canto sea al menos el indicado en el siguiente cuadro en función de la luz L de la viga o L_v del voladizo y de las condiciones de extremo indicadas en la figura.

Luz en m	Condición de extremo	Vigas de canto D > C			Vigas planas C > 2D			Vigas acorraladas D > D			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
3.0	1.00	25	20	20	20	15	12	12	—	—	—
3.5	1.25	30	25	20	20	15	12	15	—	—	—
4.0	1.50	35	30	20	25	30	17	15	17	15/30	—
5.0	1.75	40	35	25	30	35	20	17	20	20/50	20/50
6.0	2.00	50	40	30	40	—	30	25	25	20/50	20/60
8.0	2.50	60	60	50	50	—	—	35	—	25/50	30/90

— La flecha se la comprueba

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo - España

Longitudinal

Formada por barras longitudinales dispuestas básicamente en la cara traccionada, en función del momento flector, según el apartado de Cálculo

Transversal

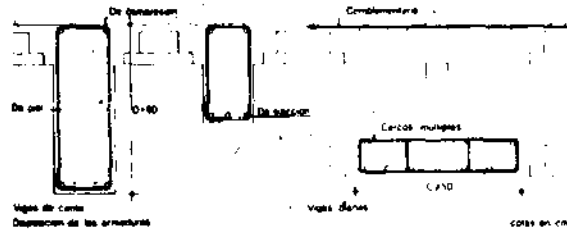
Compuesta por cercos rectangulares, rodeando la armadura longitudinal, en función del esfuerzo cortante, según el apartado de Cálculo. En vigas de ancho igual o superior a 50 cm se dispondrán cercos de más de dos ramas según se indica en la Tipología

De piel

En vigas de canto superior a 60 cm se dispondrán junto a los paramentos armaduras de 8 mm de diámetro, según se indica en la Tipología

Complementaria

En vigas planas, de ancho muy superior al del soporte, se dispondrá una armadura perpendicular a la longitudinal en la cara superior y en las proximidades del soporte interior, según el apartado de Cálculo



Especificación

EHV-1 Viga de hormigón armado-C-D-L-n- ϕ_L -f- ϕ_s - ϕ_b

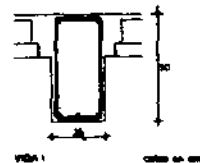
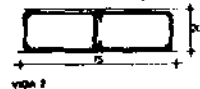
4. Planos de obra

EHV- Plantas de estructuras

EHV- Planos de vigas

EHV- Detalles

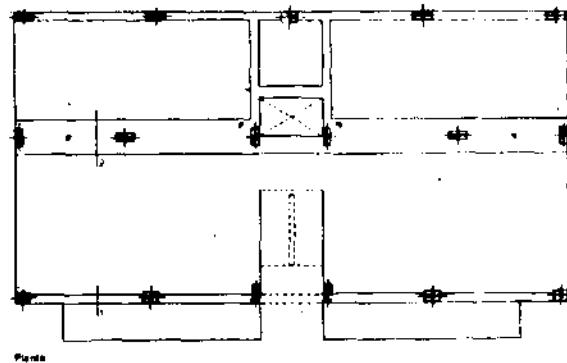
5. Esquema



Símbolo Aplicación

En elementos horizontales de estructuras de edificación

Representación por su símbolo y numeración, en cada planta de estructura de las distintas vigas	Escala
1:100	
Representación para cada viga del despiece de armaduras longitudinales con sus anclajes y de la distribución de cercos a lo largo de la viga	1:50
Representación gráfica de los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE	1:20



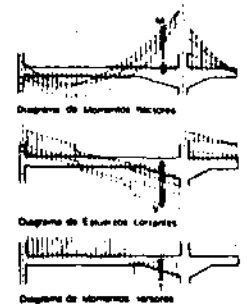
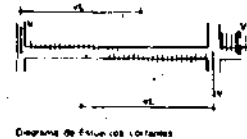
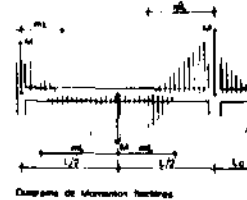
NTE
Cálculo

1. Bases de cálculo

1.1. Nomenclatura

1.2. Materiales y coeficientes de seguridad

1.3. Solicitaciones



2. Cálculo de armaduras

2.1. Vigas Tipo P

EHV
1985 1.ª Revisión

Vigas

Vigas sometidas a flexión simple y eventualmente a torsión

M: Momento flector de cálculo en mt, que actúa en una sección.
V: Esfuerzo cortante de cálculo en t, que actúa en una sección.
T: Momento torsor de cálculo en mt, que actúa en una sección.

Hormigón: H-175 Resistencia característica a compresión a los 28 días, 175 kp/cm². Coeficiente de minoración del hormigón, $\gamma_c = 1.5$
Acero: AEH-400 N o F en barras corrugadas. Límite elástico característico 4 100 kp/cm². Coeficiente de minoración del acero, $\gamma_s = 1.1$

A efectos de esta Norma se consideran dos tipos de vigas

1.3.1. Tipo P

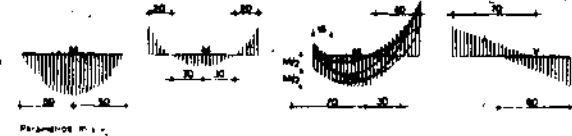
Vigas de sección constante, sometidas en cada tramo a cargas uniformes o asimétricas a uniformes, incluyendo posibles cargas puntuales en los extremos de los voladizos

La envolvente de las solicitaciones viene descrita por:

- Los momentos flectores máximos M en los extremos de la viga y en la zona central.
- Las colas m en % de la luz, de los puntos de momento nulo. Se supone una interpolación parabólica para puntos intermedios.
- Los esfuerzos cortantes máximos V en los extremos de la viga.
- Las colas v en % de la luz, de los puntos de cortante nulo. Se supone una interpolación lineal para puntos intermedios.

Las vigas que provienen de pórticos y que han sido analizadas según la NTE-EHP, «Estructuras de Hormigón armado Pórticos», suministran estos parámetros

En la figura adjunta pueden verse algunos ejemplos de los parámetros m y v



1.3.2. Tipo B

Vigas de sección constante o variable, con cualquier tipo de carga, excepto las procedentes de la eliminación de soportes de plantas superiores

Las solicitaciones vienen descritas por:

- El diagrama de momentos flectores de cada hipótesis de carga y envolvente de las mismas.
- El diagrama de esfuerzos cortantes de cada hipótesis y envolvente de las mismas.
- El diagrama de momentos torsores de cada hipótesis y envolvente de las mismas, si éstas existen.

2.1.1. Cálculo de la armadura longitudinal

Se determina en primer lugar en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— la sección de hormigón C x D, de forma que su canto D sea al menos el indicado en la Tipología de Diseño. A continuación se obtienen las armaduras correspondientes a los momentos M máximos en los extremos y en el vano, y la clase de anclaje, de mayor a menor x, y, z. Si en las Tablas no existe el valor del momento deseado, se tomará el inmediato superior

2.1.2. Disposición y despliegue de la armadura longitudinal

Se determinan en la Tabla 3 las longitudes de cada barra de la armadura superior, inferior y de voladizo, como fracción de la luz L de la viga, o L_v del voladizo; en función de: la esbeltez de la viga L/D ; la clase de anclaje determinada en las Tablas 1 ó 2; el valor m correspondiente y el tipo de corte según la figura.

Esta longitud de barra incluye el descaje y el anclaje. Para los casos en que deben utilizarse las longitudes en patilla p y la reducida u, éstas se recogen en la Tabla 5.

Tabla 3

Armado superior		Esbelteces L/D		
Clase de anclaje	α	20	10	7
y	25	15	10	
z	30	20	15	

Corte	m en %	Longitud de la barra en % de L		
		a	b	c
a	15	20	25	30
	20	25	30	35
	25	30	35	40
	30	35	40	45
b	40	45	50	55
	45	50	55	60
	50	55	60	65
	55	60	65	70
c	60	65	70	75
	65	70	75	80
	70	75	80	85
	75	80	85	90
d	80	85	90	95
	85	90	95	100
	90	95	100	
	95	100		

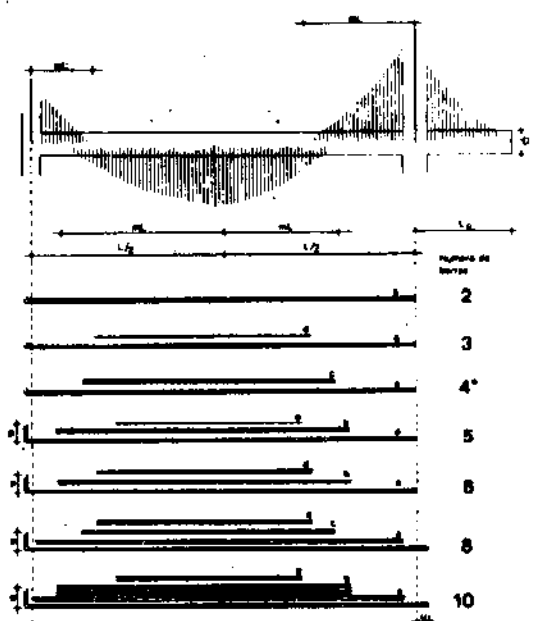
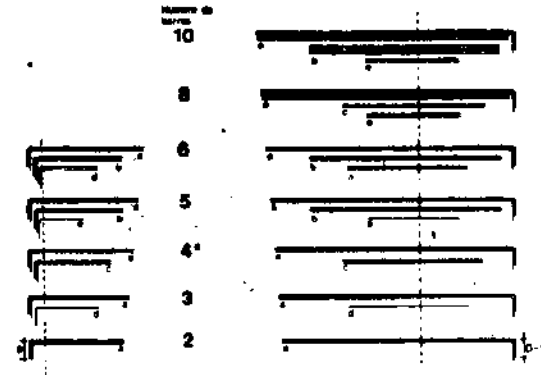
Voladizo		Esbelteces L_v/D		
Clase de anclaje	α	8	4	4
y	10	6	4	
z	30	20	15	

Corte	m en %	Longitud de la barra en % de L_v		
		a	b	c
a	100	100	100	
b	70	60	90	
c	40	50	60	
d	30	40	60	
e	30	40	50	

Armado inferior		Esbelteces L/D		
Clase de anclaje	α	20	10	7
y	25	15	10	
z	30	20	15	

Corte	m en %	Longitud de la barra en % de L		
		a	b	c
a	30	15	20	25
	40	20	25	30
	50	25	30	35
	60	30	35	40
b	70	35	40	45
	75	40	45	50
	80	45	50	55
	85	50	55	60
c	90	55	60	65
	95	60	65	70
	100	65	70	75
	100	70	75	80
d	100	75	80	85
	100	80	85	90
	100	85	90	95
	100	90	95	100

* Doble anclaje en el primer tramo (el resto 2 al de las barras del canto con el valor u).
 ** Doble anclaje en los tramos del canto con el valor u.
 *** Doble anclaje en los tramos del canto con el valor u.



6. Puede usarse para 8 barras 3 + 3 (u 8 barras 4 + 4 etc.) u el número de armadas del la sugerido en un caso en un

NTE
Cálculo

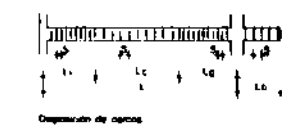


Tabla 4

Vigas

2.1.3. Cálculo de la armadura transversal

Se determina en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— la separación S de cercos correspondientes al cortante V de cada extremo, correspondiente al diámetro ϕ , elegido, independiente del ϕ . Si en las Tablas no existe el valor deseado se tomará el inmediato superior. La Tabla 2 para vigas planas indica también el n.º de ramas r. Los valores en cursiva de las Tablas corresponden a separaciones superiores al máximo admitido y se ofrecen sólo a los efectos de intercambiar con los cercos procedentes de la torsión, en las vigas Tipo S.

2.1.4. Disposición de la armadura transversal

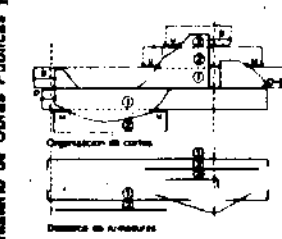
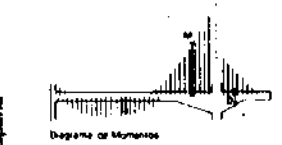
Los cercos deben disponerse a partir de cada extremo una fracción de la longitud l, determinada en la Tabla 4 en función del valor v, en % de la luz, de ese extremo y el valor V/V_u relación del cortante al cortante de separación máxima admitida, que figura en negrita en las Tablas 1 ó 2. En voladizos se dispondrán los cercos a separación constante en toda su luz.

Valor v	Relación de cortante a cortante de separación máxima V/V_u							
	≤ 1	1,2	1,4	1,7	2,0	2,5	3,0	3,6
≤ 30	0,00	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
30	0,00	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,40	0,45
40	0,00	0,15	0,25	0,35	0,40	0,50	0,55	0,60
100	0,00	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75
133	0,00	0,25	0,40	0,55	0,70	0,80	0,90	1,00

L/L ó L_v/L_v

La separación de cercos en la zona restante central será el máximo permitido, valor que aparece en negrita en las Tablas 1 ó 2. Los cercos se dispondrán desde la cara del soporte en el caso de vigas de canto y desde el eje del mismo en el caso de vigas planas según el apartado de construcción.

2.2. Vigas Tipo S



C/S/S/B [[28 2] Eq4]

2.2.1. Cálculo de la armadura longitudinal

Se determina en primer lugar en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— la armadura longitudinal correspondiente a los momentos flectores de cálculo M que actúan en las secciones de los puntos significativos y de momento máximo, interpolando linealmente para los demás del mismo canto y proporcionalmente para los de distinto canto.

En cada sección de prolongará la necesidad de armadura una longitud igual al canto D de dicha sección.

2.2.2. Disposición y despliegue de la armadura longitudinal

Se descompondrá el total de la armadura en los cortes necesarios para una organización racional y manejable del número total de barras. Se prolongará al menos la tercera parte del total de la armadura inferior, hasta el apoyo extremo y la cuarta parte hasta el apoyo interior. El resto de armadura se prolongará una longitud no menor de l —anclaje total— a partir del punto en que el corte comienza a dejar de ser parcialmente necesario y el valor u —anclaje reducido— a partir del punto en que el corte ha dejado de ser totalmente necesario.

Para barras en prolongación vertical se tomará el valor p. En extremo de voladizo las barras se prolongarán en vertical D-5 cm.

Los valores t u y p se obtienen en la Tabla 5.

Tabla 5

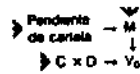
Tipo de anclaje		Diámetro en mm						
		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	
Anclaje superior	total	t	24	30	36	57	90	140
	reducido	u	15	15	18	24	30	42
	en patilla	p	17	21	25	40	60	90
Anclaje inferior	total	t	17	21	25	41	64	100
	reducido	u	15	15	15	16	20	30
	en patilla	p	15	15	18	29	45	70

Longitud de anclaje en cm

2.2.3. Cálculo de la armadura transversal por esfuerzos cortantes

Para vigas acristaladas se obtiene en la Tabla 6 el valor V_0 que debe restarse en cada sección al diagrama de cortantes, en función del momento de cálculo M de dicha sección y la pendiente de la carpeta.

Tabla 6



Pendientes	Momento de cálculo M en mt															
	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	34	40	50	60	80	100
1/2	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	34	40	50	60	80	100
1/3	3	6	9	12	15	18	24	30	36	42	51	60	75	90	120	150
1/5	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	125	150	200	250

Sección C x D

20 x 30	1	5	10													
20 x 40		2	5	8	11											
20 x 50			2	4	7	9										
20 x 60				2	4	6	10	14								
20 x 75					2	5	8	12	15							
25 x 40		1	4	7	10	14										
25 x 50			1	3	5	7	12	17								
25 x 60				1	3	5	7	12	17							
25 x 70					1	4	8	11	15	20	25					
25 x 80						2	5	8	11	15	20	27				
25 x 90							2	5	7	11	15	21	28			
25 x 100								1	3	7	10	16	22	34		
30 x 50			2	4	6	11	16									
30 x 60				1	3	7	11	15	20							
30 x 70					1	3	6	10	13	18	23					
30 x 80						3	6	9	13	18	25					
30 x 90							2	4	6	12	18	25	38			
30 x 100								1	4	8	14	20	32	43		
30 x 125									1	4	9	18	27			

Minuscuas cortantes V_0 en t, que reduce la carpeta

Tanto para vigas acristaladas como no acristaladas se determina en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— el diámetro ϕ_s y la separación S entre cercos, correspondientes a los valores del cortante V —reducido en su caso— de cada sección, excluyendo las situadas a 0.75 D de la cara de un apoyo que posea momento negativo. Si en las tablas no existe el valor V deseado, se tomará el inmediato superior. La Tabla 2 —para vigas planas— indica también el número de ramas r . Como simplificación puede buscarse el cortante en las secciones más significativas ajustándolo proporcionalmente al cortante cuando tengan el mismo canto y proporcionalmente al canto cuando éste sea distinto.



Diagrama de esfuerzos cortantes reducidos por cercos



Diagrama de cercos

4

NTE
Cálculo

Vigas

5

EHV
1985 1.ª Revisión

2.2.4. Cálculo de la armadura de torsión

Si existen momentos torsores se determina en la Tabla 7, en función del momento torsor máximo T , la armadura longitudinal por torsión, que se dispondrá, distribuida a lo largo de todo el perímetro de la sección y en toda la longitud de la viga, adionada a la de flexión.



Tabla 7

Se determina además en la Tabla 7, en función del momento torsor T , el diámetro ϕ_s y la separación S entre cercos, para cada sección, recalcando si fuese necesario los cercos de cortante para igualar el diámetro de amios.

Momento torsor T (mt)	Sección (cm)												Momento torsor T (mt)																																																				
	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 18	Ø 20	Ø 22	Ø 24	Ø 26	Ø 28	Ø 30		Ø 32	Ø 34																																																		
0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.2	3.8	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100

Sección (cm) Momento torsor T (mt)

En cada sección se dispondrán cercos a separaciones definidas en la Tabla 8, en función de los obtenidos para cortante y para torsión

Tabla 8

Separación por torsión S en cm	Separación por cortante S en cm					
	60	40	30	25	20	16
60	30	25	20	15	12	7
40	25	20	15	12	10	7
30	20	15	12	10	10	7
25	15	12	10	10	7	7
20	12	10	10	7	7	7
15	10	7	7	7	7	7
10	7	7	7	7	7	7

Separación por torsión y cortante en cm

En ninguna sección los cercos estarán separados más del mínimo indicado en negra en la Tabla 7.

(28.2) Eq4

3.2.1. Disposición de la armadura transversal

La separación entre cercos será al menos el valor indicado en negrita en las Tablas 1 ó 2.

Los cercos se prolongarán con la separación obtenida hasta la cara del soporte en el caso de vigas de canto y hasta el eje del soporte en el caso de vigas planas.

Se descompondrá la longitud de la viga, como máximo en tres intervalos, de forma que cubra con exceso las necesidades de cercos calculadas.

Si el punto de cambio de un intervalo está próximo a un salto brusco del cortante, los cercos de menor separación se prolongarán medio canto para vigas de canto—medio ancho para vigas planas— más allá del punto teórico en que dejan de ser necesarios.

En vigas planas de ancho C muy superior al del soporte al que acometen, es preciso disponer una armadura perpendicular, en la cara superior, en los nudos interiores.

Para vigas interiores se obtendrá la armadura para un momento de cálculo $M = (V_1 + V_2) \cdot (C - B) \cdot D/2$

Para vigas de borde el momento será $M = (V_1 + V_2) \cdot (2E - B - D)/2$

siendo:

- V₁ y V₂ Los esfuerzos cortantes de las vigas que acometen al soporte
- C El ancho de la viga plana
- B El ancho con el que el soporte acomete a la viga, sección en el caso de soporte de hormigón, placa en el caso de metálico y traza de capitel en el caso de perfiles.
- D El canto de la viga plana—igual al del forjado—

La armadura se obtendrá en la Tabla 2 para una sección C x D y se despondrá sobre el forjado en un ancho C una longitud C + 2u en vigas interiores y C + p + u en vigas de borde. Los valores u y p se obtienen en la Tabla 3.

Se despondrá siempre, en la cara inferior y en toda la longitud de la viga, el número de barras mínimo indicado en la Tipología.

Si dos barras dentro de la misma viga, poseen sus extremos a menos de 1 m, se dispondrá barra continua.

Es recomendable organizar las barras interiores simétricas con respecto al centro del vano y las superiores simétricas con respecto al apoyo. La longitud de las barras debe redondearse a 10 cm por exceso procurando que barras en situaciones distintas no tengan longitudes muy parecidas que puedan confundirse en la ejecución.

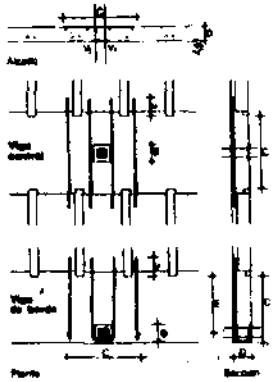
Si la armadura es de diámetro igual o inferior a 12 mm se prolongarán en la parte superior de toda la longitud de la viga, dos barras de las más largas del despiece, como armadura de montaje, que se soldarán 1,4u, con las barras de la viga coadunada y se anclarán p en el extremo exterior—ver Tabla 5.

Si la armadura es de diámetro igual o superior a 16 mm se dispondrán en la parte superior de toda la longitud de la viga, dos barras de 8 mm como armadura de montaje, sin anclar en los extremos.

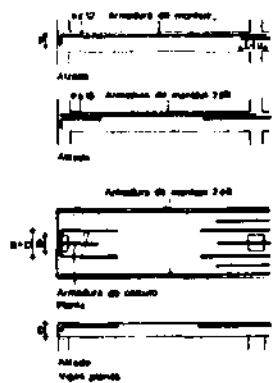
En vigas planas y en apoyos extremos, tales barras se añadirán de forma que las de cálculo se dispongan en las inmediaciones del soporte, según figura adjunta.

Se comprobará que existe en la zona de momentos máximos al menos la armadura determinada en las tablas de cálculo 1 y 2.

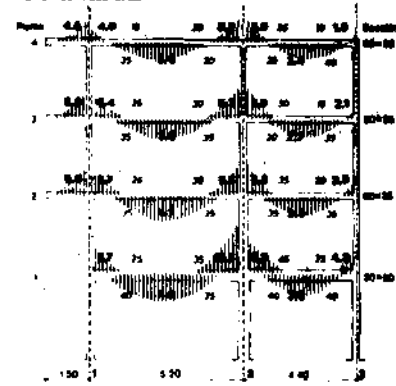
3. Cálculo y disposición de la armadura complementaria para vigas planas



4. Organización de la armadura longitudinal para vigas tipo P y para vigas tipo S

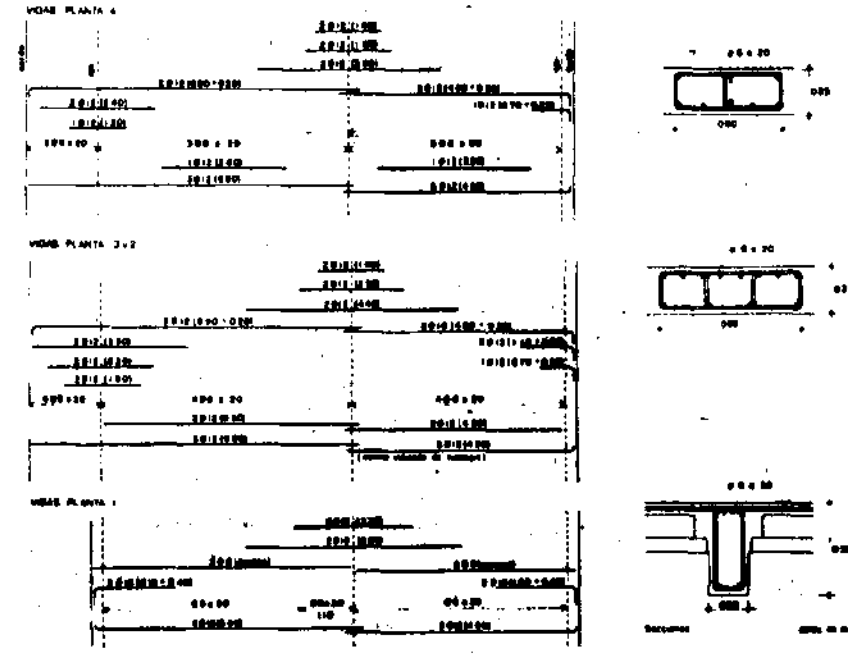


5. Ejemplo
5.1. Vigas Tipo P
MOMENTOS FLECTORES



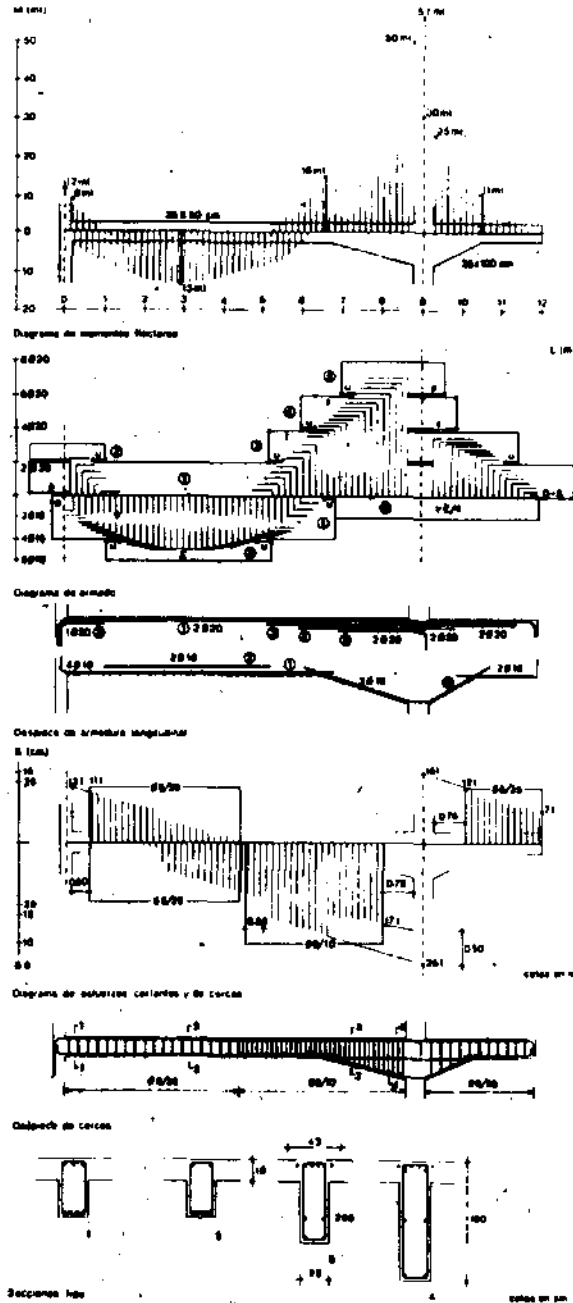
Valores de los momentos en Kg y de armadura en cm² como en tablas

Despiece de armaduras



CYSB [202] Eq4 Reinforced concrete Beams. Calculation





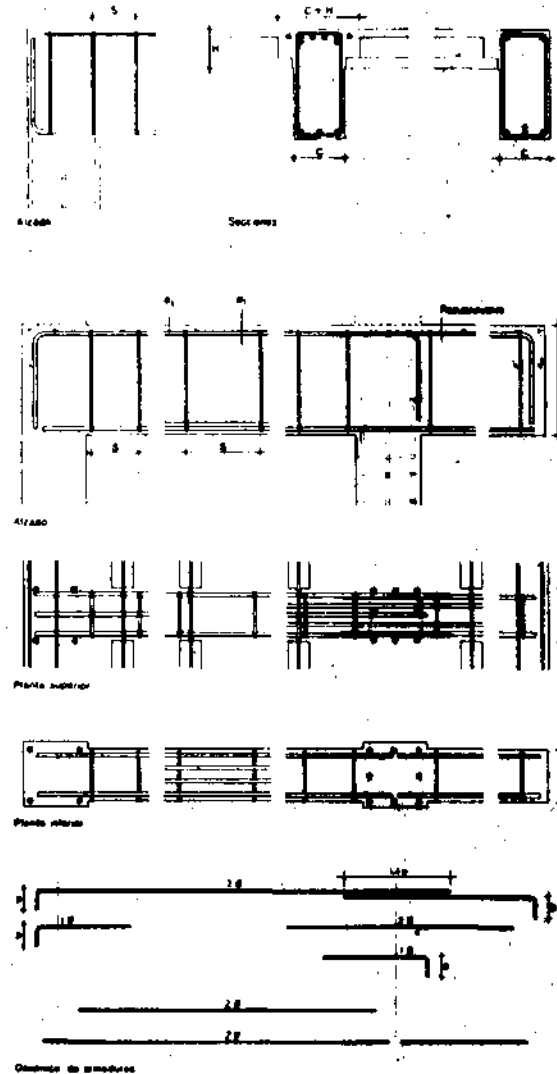
NTE
Construcción

Vigas

1. Especificaciones

EHV-1 Viga de hormigón armado-C-D-L-s-Ø₁-r-Ø₂-S

VIGA DE CANTO



EHV
1985 1.ª Revisión

EH-5 Armadura
De acero AEH 400 N o F.
Compuesta por:

— Armadura longitudinal.
Diámetros nominales Ø, en mm: 8, 10, 12, 16, 20, 25.
La disposición y colocación de las barras a lo largo de la viga se ajustarán a las posiciones que se indican en los dibujos adjuntos y cuadros siguientes:

Ø mm	Ancho C en cm		
	30	40	50
Ø12	—	—	—
Ø16	8	—	—
Ø20	8	8	10
Ø25	5	6	9

n.º máximo de barras en una capa

En la cara superior la armadura podrá disponerse en una o dos capas en un ancho C + H. En el caso de tener que disponerse en dos capas el número máximo en cada una será:

Ø mm	Ancho C en cm			
	20	25	30	35
Ø12	5	6	—	—
Ø16	4	5	—	—
Ø20	3	4	6	6
Ø25	—	4	5	6

n.º máximo de barras en dos capas

Cuando la armadura venga dispuesta en dos capas, las barras se colocarán adosadas verticalmente. Para ello se hará la primera barra el cerco y la segunda a la primera.

El doblado de las armaduras se realizará con radio interior no menor de 6Ø.

— Armadura transversal.
Diámetros nominales Ø, en mm: 6, 8, 10.

Formada por cercos de dos o más ramas, de diámetro Ø, colocados a una separación S, según Cálculo.

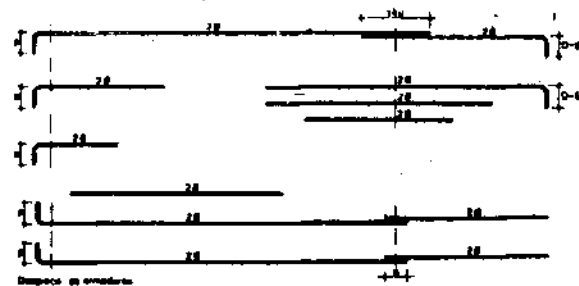
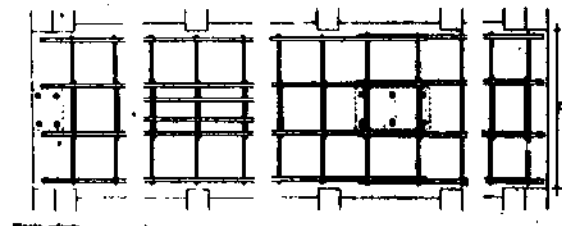
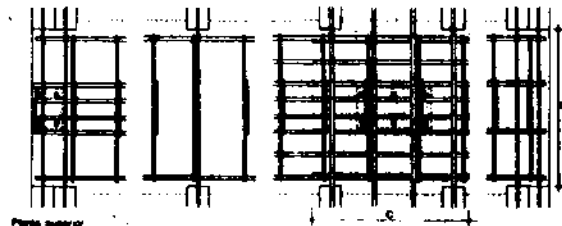
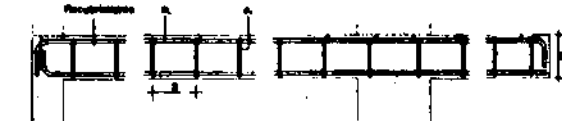
El doblado se realizará con radio interior no menor de 3,5Ø. La posición del solapo de cierre, que será 8 cm, se dispondrá alternada para cercos sucesivos.

En vigas de canto, el primer cerco se colocará a una distancia de 5 cm de la cara del soporte interior. En vigas planas pasarán a través del soporte.

— Armadura de piel.
Diámetro nominal Ø, en mm: 8.
Se colocará en vigas de canto superior a 60 cm junto a los paramentos laterales, según se indica en la tipología de Diseño.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo - España

VIGA PLANA



— Armadura complementaria
 Diámetros nominales iguales a los de la armadura longitudinal.
 Se colocarán en vigas planas de ancho muy superior al del soporte al que acometen.
 La disposición y colocación de las barras se ajustarán a lo indicado en los dibujos adjuntos.

El recubrimiento en mm de la armadura para barras en una o dos capas será:

ϕ_1	ϕ_2	una capa	dos capas
$\leq \phi 12$	$\phi 6$	25	25
$\leq \phi 12$	$\phi 8$	30	30
$\phi 18$	—	30	35
$\phi 20$	—	30	40
$\phi 25$	—	40	50

Recubrimiento en mm

Las armaduras quedarán fijas entre sí y separadas del encofrado mediante calzas, de manera que no experimenten movimientos durante el vertido y vibrado del hormigón y queden envueltos sin dejar coqueas, garantizando su recubrimiento. Los calzos, apoyos provisionales y separadores, en los encofrados serán de mortero 1:3 o material plástico y se colocarán distanciados 100 cm como máximo. El primero y último se colocarán a una distancia no mayor de 50 mm del extremo de la barra.

EH-7 Hormigón.
 De resistencia característica 175 kg/cm² y consistencia plástica o blanda.
 El 90 % en peso del árido total será de menor dimensión que:
 — Los 5/6 de la distancia libre horizontal entre armaduras.
 — 1/4 de la dimensión mínima de la viga.
 — 4/3 entre una armadura y el paramento más próximo.

Hormigonado.
 La altura máxima de vertido del hormigón será de 200 cm y se realizará por tongadas, cuyo espesor no será mayor de la longitud de la aguja del vibrador.
 La compactación se realizará por vibrado, introduciendo el vibrador hasta que la punta penetre en la tongada inferior, manteniendo la aguja vertical o ligeramente inclinada.

Curado.
 El curado se realizará manteniendo húmeda la superficie de la viga, mediante riego directo que no produzca deslavado, o a través de un material que sea capaz de retener la humedad. El curado mediante riego se realizará hasta que el hormigón alcance el 70 % de la resistencia de proyecto, según ensayos previos.
 Se suspenderá el hormigonado siempre que la temperatura ambiente sea superior a 40° o



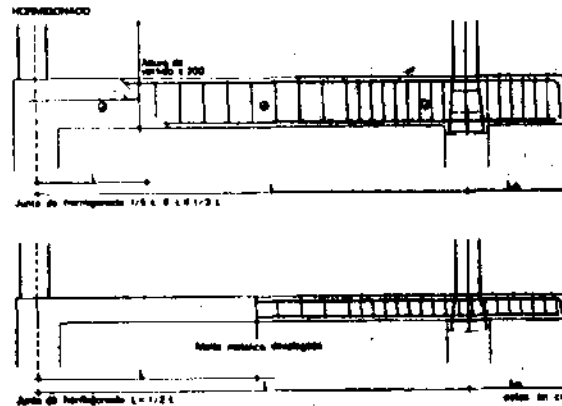
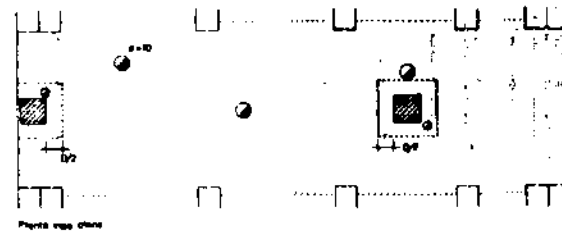
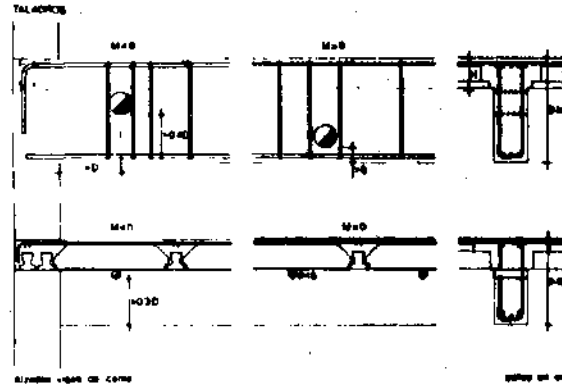
NTE Construcción

Estructuras de Hormigón armado

Vigas



EHV
 1985 1.ª Revisión



se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes pueda descender por debajo de 0°.

En caso de hormigonar por absoluta necesidad se tomarán las medidas necesarias durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón para que no se produzcan mermas permanentes de resistencia, procediendo a realizar ensayos de información. Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

Los apoyos no deberán alzarse antes de transcurridos siete días desde el hormigonado, ni suprimirse hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia característica, pero nunca antes de los siete días, salvo que se realice un estudio especial. Los distintos elementos que constituyen el encofrado, así como los apoyos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas o choques en la viga.

Taladros.
 En vigas de canto se podrán disponer taladros de $\phi < D/4$ horizontales o ligeramente inclinados, con las limitaciones dadas en los dibujos.
 Si $\phi > 60$ mm, se incluirán dos estribos extras a ambos lados del taladro y como encofrado perdido se deberá incluir antes de hormigonar una tubería de fibrocemento.
 En vigas de canto se recomienda disponer tales taladros de diámetro 5 cm, en extremos y en vano para paso de instalaciones.
 En vigas planas se podrán disponer los taladros verticales previstos, respetando una zona $D/2$ alrededor del soporte cuando $\phi < 15$ cm y $\phi < B/8$, y podrán situarse en cualquier sitio si $\phi < 5$ cm.

Junta de hormigonado.
 Cuando haya necesidad de disponer en las vigas juntas de hormigonado, se realizarán situándolas a una distancia de los extremos no menor de 1/5 ni mayor de 1/3 de la luz, o bien situándolas en el centro de la luz, en posición vertical, con una malla de chapé -desplegado- de acero galvanizado.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo - España

CUS/B

[28.2] Eq4

Reinforced concrete Beams Construcción

CDU 624.072 693.55

2. Condiciones de seguridad en el trabajo

Se cumplirán todas las disposiciones que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Protecciones colectivas

Se suspenderán los trabajos cuando lluvia, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

Cuando se realicen trabajos simultáneos en niveles superpuestos, se protegerá a los trabajadores de los niveles intermedios y a terceros con redes, viseras o elementos de protección equivalentes.

Se habilitarán los accesos a los distintos niveles de la estructura con escaleras o rampas, de anchura mínima de 0,60 m, barandillas de 0,90 m, de altura, listón intermedio y rodapiés de 0,20 m. Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas colgando las áreas de trabajo. Las armaduras se izarán suspendidas en dos puntos distanciados, de forma que la carga sea estable.

El peso de los materiales no sobrepasará las sobrecargas previstas en la Documentación Técnica.

Cuando el vertido del hormigón se realice por el sistema de bombeo, los tubos irán convenientemente anclados y se pondrá especial cuidado en limpiar de hormigón la tubería.

Como la ejecución de las vigas se realiza a la vez que la de los forjados, los huecos de esta, inferiores a 1,50 x 1,50 m, se protegerán, continuando el mallazo superior del forjado.

Cuando el trabajo se realice al borde de huecos o en el perímetro del edificio, siempre que la altura exceda de dos plantas o de 6 metros, se tenderá una red de forma que cubra la zona donde se vaya a trabajar bordeando todo el perímetro exterior y huecos de patio, united o solapada convenientemente para evitar que queden zonas sin cubrir. No se retirará hasta que hayan concluido definitivamente todos los trabajos que motivaron su colocación.

En los trabajos de altura, en los que no se pueda o no interese la colocación de redes, se dejará previsto anclajes para cables de sujeción de cinturón de seguridad que tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su misión protectora.

Diariamente se revisará el estado de los aparatos de elevación y cada tres meses se realizará una revisión total de los mismos.

En las instalaciones de energía eléctrica para elementos auxiliares se dispondrá, a la llegada de los conductores de acometida en los cuadros, un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Tanto los cuadros como los elementos auxiliares que no lleven doble aislamiento estarán puestos a tierra según la NTE-IEP: «Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra».

Los vibradores eléctricos serán de doble aislamiento.

En los trabajos de desmontado se tomarán medidas para evitar la caída libre de tableros u otros elementos.

No se andará sobre las vigas hasta pasadas veinticuatro horas de hormigonado.

Protecciones personales

Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras irán provistos de guantes y calzado de seguridad, mandiles, cinturón y portaherramientas.

Los operarios que manejen el hormigón llevarán guantes y botas que protejan su pie del contacto con el mismo.

Todos los elementos de protección personal se ajustarán a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo.

En los casos que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.



1. Materiales y equipos

Hormigón hecho en obra

Estructuras de Hormigón armado

Vigas



Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las normas y disposiciones vigentes, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

Cemento

Cuando el cemento esté en posesión de Sello o Marca de Calidad se solicitará una copia de los resultados del análisis y ensayos de producción que correspondan a la partida enviada, comprobando ésta en el envase del mismo. Cuando el cemento no tiene Sello de Calidad o se adquiere a granel, una vez cada tres meses y al menos una vez cada 10.000 m³ de obra se comprobará, según prescribe la instrucción EH-82, pérdida al fuego, residuo insoluble, inersa de molde, principio y fin de fraguado, resistencia a flexotracción y compresión y expansión en autoclave. Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas, según los ensayos realizados con los métodos del Pliego RC-75.

Agua de enraseado

Antes de comenzar la obra, cuando no se tengan antecedentes del agua que vaya a utilizarse, o si varían las condiciones de suministro se realizarán los ensayos que prescribe la instrucción EH-82. Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

Áridos

Antes de comenzar la obra, cuando no se tengan antecedentes de los áridos que vayan a utilizarse, o si varían las condiciones de suministro se realizarán los ensayos que prescribe la instrucción EH-82. Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

A la llegada a obra del hormigón se comprobará que: La fecha de salida del albarán no es una hora y media anterior a la de recepción.

La consistencia es plástica o blanda.
El tamaño máximo del árido es el especificado.
La resistencia no es muy superior a 175 kg/cm².
El contenido en cemento no es superior a 370 kg/m³.
No contiene aditivos no solicitados.
Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

Se comprobará que lleva marca de identificación, de conformidad con el sello CIETSID, de acuerdo con UNE 36-088-81, parte 1, según dibujos adjuntos.



Acero A63-400 H. Estado natural



Acero A63-400 F. Estado en obra

Se exigirá al suministrador o constructor el certificado de garantía del fabricante. Sobre dos probetas de cada diámetro utilizado por cada 20t de acero se comprobará: Que la sección equivalente no sea inferior al 95% de la sección nominal. Que las características geométricas de los rebales están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado de homologación. Que el acero no presenta grietas después de los ensayos de doblado simple a 180° y de doblado-desdoblado a 90°, sobre los mandriles que corresponde.

Acero

Sobre una probeta de cada diámetro empleado, y al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, se comprobará:
 Que el límite elástico es, al menos, 4.100 kg/cm².
 Que la carga de rotura es, al menos, 8.300 kg/cm² para AEH 400N ó 4.500 kg/cm² para AEH-400F.
 Que el alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros es al menos de 18 para AEH-400N ó 12 para AEH-400F.
 Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

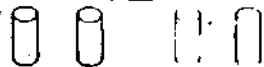
2. Control de la ejecución

Hormigón

Se comprobará en todas las amesadas o bombonas que la consistencia en cono de Abrams, según UNE 7103 56, está entre 2 y 6 cm, si es plástica, y entre 7 y 10 cm, si es blanda, márgenes que incluyen ya las tolerancias.
 Si los soportes son también de hormigón el control de resistencia se realizará según la NTE-EHS «Estructuras de Hormigón armado. Soportes».
 Si son de hormigón solamente las vigas y los forjados, se considera como toda una zona de 400 m², pero no más de dos plantas, y se procederá como sigue:

Tipo de obra	
Planta < 200 m ² cada dos plantas	Planta = 400 m ² cada planta

Probetas de vigas y forjados rotas a compresión a los 28 días.



Si las dos probetas rompen por encima de 175 kg/cm² para hormigón de central o de 210 kg/cm² para hormigón de hormigonera la obra se aceptará. Si alguna probeta rompe por debajo de 175 y 210 kg/cm² pero por encima de 127 y 150 kg/cm² para hormigón de central o, de hormigonera, respectivamente, la obra se aceptará, pero con las penalizaciones previstas en contrato. Si las dos probetas rompen por debajo de 127 y 150 kg/cm² para hormigón de central o de hormigonera, respectivamente, la obra se demolerá.

Armaduras

Se realizará una inspección visual de las armaduras antes del hormigonado para destacar los posibles errores de armado que sean apreciables a simple vista, bien por sí solos o al comprobar la generalidad de los armados realizados con respecto a los que han sido objeto de control específico.

Especificación

EHV-1 Viga de hormigón armado-C-D-L-n-Ø₁-r-Ø₂-S

Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
Tipo de acero, diámetro, colocación y número de armaduras.	Uno cada 10 vigas e inspección visual.	Distinto a lo especificado.
Separación entre armaduras y recubrimientos.	Uno cada 10 vigas e inspección visual.	Separaciones y recubrimientos distintos en un 10 % a los especificados.
Separación entre cercos.	Uno cada 10 vigas e inspección visual.	Separaciones distintas en un 10 % a las especificadas y variaciones mayores de 2 cm.
Radio de doblado, disposición y longitud de empalmes, acoples y anclajes.	Inspección visual.	Distinto a lo especificado.
Vertido del hormigón.	Inspección visual.	Altura de vertido superior a 200 cm y tongadas mayores de lo especificado.
Curado del hormigón y disposición de juntas de hormigonado.	Inspección visual.	Distinto a lo especificado.

3. Criterio de medición

Especificación

EHV-1 Viga de hormigón armado-C-D-L-n-Ø₁-r-Ø₂-S

Unidad de medición	Forma de medición
ud	Número de vigas de igual sección longitud, diámetro y número de armaduras tipo de rudo y longitudes de entrega en ellos.



1. Criterio de valoración

Cuadro 1

Estructuras de Hormigón armado.

Vigas

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios, correspondientes a las especificaciones recuadradas que la componen, por sus coeficientes de medición, sustituidos los parámetros por sus valores numéricos, siendo:

- n₁, n₂ y n₃ el número promedio de barras que en la longitud total de la viga equivalen en medición al despiece real, correspondientes al extremo superior izquierdo, a las inferiores y al extremo superior derecho, respectivamente, se obtienen en el Cuadro 1 en función del número real de barras n y del valor m.
- L₁, L₂ y L₃ las longitudes, en metros, en cada tramo de la viga, izquierda, central y derecha que mantienen la misma separación de cercos.
- S la separación de cercos, en metros, en cada tramo.
- P la longitud de cerco, en metros, que se obtiene en el Cuadro 2, para cada sección D x C.
- Q el peso en kg por metro lineal, correspondiente a cada diámetro Ø, que se obtiene en el Cuadro 3.

En los precios unitarios rñ incluidos, además de los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta, incluso obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.
 La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Armado superior				Armado inferior																								
n	m	Viga de cerco	Viga plana	n	m	Viga de cerco	Viga plana																					
2	0,15	0,5	0,4	2		2,0	2,0																					
	0,20	0,6	0,5		0,30	2,5	2,4																					
	0,25	0,7	0,6		0,40	2,6	2,5																					
3	0,15	0,7	0,5	4	0,30	3,2	3,0																					
	0,20	0,8	0,6		0,40	3,4	3,2																					
	0,25	0,9	0,8																									
4	0,20	1,0	0,8	5	0,30	3,8	3,5																					
	0,25	1,1	0,9		0,40	4,3	4,0																					
	0,30	1,2	1,0		0,40	5,0	4,8																					
5	0,25	1,4	1,2	6	0,50	5,4	5,0																					
	0,30	1,5	1,3		0,40	6,2	6,8																					
	0,40	1,8	1,6		0,50	6,6	7,0																					
6	0,25	1,8	1,4	10	0,40	8,0	8,6																					
	0,30	1,7	1,5		0,50	8,5	9,0																					
	0,40	2,0	1,8																									
8	0,30	2,3	1,9	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Valores</th> </tr> <tr> <th>n</th> <th>Viga de cerco</th> <th>Viga plana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2,3</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2,8</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3,7</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4,0</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>				Valores			n	Viga de cerco	Viga plana	2	2,0	2,0	3	2,3	2,4	4	2,8	3,0	5	3,7	4,0	6	4,0	4,5
	Valores																											
	n	Viga de cerco	Viga plana																									
2	2,0	2,0																										
3	2,3	2,4																										
4	2,8	3,0																										
5	3,7	4,0																										
6	4,0	4,5																										
0,40	2,8	2,4	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">N.º n.º promedio de barras</th> </tr> <tr> <th>n</th> <th>Viga de cerco</th> <th>Viga plana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2,3</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2,8</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3,7</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4,0</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>				N.º n.º promedio de barras			n	Viga de cerco	Viga plana	2	2,0	2,0	3	2,3	2,4	4	2,8	3,0	5	3,7	4,0	6	4,0	4,5	
N.º n.º promedio de barras																												
n	Viga de cerco	Viga plana																										
2	2,0	2,0																										
3	2,3	2,4																										
4	2,8	3,0																										
5	3,7	4,0																										
6	4,0	4,5																										
0,50	3,2	2,8																										
10	0,30	2,9	2,6																									
	0,40	3,5	3,2																									
	0,50	4,1	3,6																									
N.º n.º promedio de barras				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">N.º n.º promedio de barras</th> </tr> <tr> <th>n</th> <th>Viga de cerco</th> <th>Viga plana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>2,0</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2,3</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2,8</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3,7</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4,0</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>				N.º n.º promedio de barras			n	Viga de cerco	Viga plana	2	2,0	2,0	3	2,3	2,4	4	2,8	3,0	5	3,7	4,0	6	4,0	4,5
N.º n.º promedio de barras																												
n	Viga de cerco	Viga plana																										
2	2,0	2,0																										
3	2,3	2,4																										
4	2,8	3,0																										
5	3,7	4,0																										
6	4,0	4,5																										



Cuadro 2

Ø	C	F	Ø	C	F	Ø	C	F	Ø	C	F
cm	cm	m	cm	cm	m	cm	cm	m	cm	cm	m
12	30	0,84	25	20	0,90	40	20	1,20	80	25	2,10
	60	1,56		35	1,20		25	1,30		30	2,20
				60	1,95						
15	20	0,70		100	3,00	45	20	1,30	90	25	2,30
	35	1,00		125	3,50		25	1,40		30	2,40
	50	1,45									
	70	1,85	30	20	1,00	50	20	1,40	100	25	2,50
				45	1,50		25	1,50		30	2,60
17	20	0,74		60	2,10					35	2,70
	40	1,14		100	3,20	60	20	1,60			
	60	1,71		150	4,20		25	1,70	125	30	3,10
	85	2,36								35	3,20
			35	20	1,10	70	20	1,80		40	3,30
20	20	0,80		25	1,20		25	1,90			
	50	1,60		50	2,05						
	75	2,10		75	2,55	75	20	1,90			
	100	2,90		100	3,40		25	2,00			
				150	4,40						

Cuadro 3

Ø mm	Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25
Ø en kg/m	0,22	0,39	0,62	0,89	1,58	2,47	3,85

Especificación

EHV-1 Viga de hormigón armado-C-Ø-L-S-Ø_L-F-Ø_F-S

Incluye limpieza de las armaduras, cortes y elaboración, separadores y calzos, humedecido del encofrado, vertido, vibrado y curado del hormigón.

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
ud		
kg	EH - 5	$(n_1 + n_2 + n_3) L Q + \left(\frac{L}{S_1} + \frac{L}{S_2} + \frac{L}{S_3} \right) P Q$
m ³	EH - 7	C.D.L

2. Ejemplo

EHV-1 Viga de hormigón armado-50-20-5,20-2Ø16-2Ø16-4Ø16-1Ø6-20-1Ø6-30

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición	Precio unitario	Coefficiente de medición
kg	EH - 5	$(n_1 + n_2 + n_3) L Q + \left(\frac{L}{S_1} + \frac{L}{S_2} + \frac{L}{S_3} \right) P Q$	107,20	$\left[20,7 + 2,0 + 1,2150 + 1,50 + \left(\frac{3,00}{0,38} + \frac{1,16}{0,30} \right) 1,80 + 0,22 \right]$
m ³	EH - 7	C.D.L	6,50	$6,50 = 0,50 + 1,20$
				Totales Pto./ud. = 5.500,00



Estructuras de Hormigón armado

Vigas



1. Criterio de mantenimiento

La propiedad conservará en su poder la Documentación Técnica relativa a las vigas de hormigón armado construidas, en la que figurarán las sobrecargas para las que han sido previstas o calculadas, así como sus características técnicas.

Cada cinco años se realizará una inspección general, o antes si fuera apreciable alguna anomalía, observando si aparecen fisuras, flechas excesivas o cualquier otro tipo de lesión. En caso de ser observado alguno de estos síntomas serán estudiados por técnico competente que determinará la importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deben realizarse. Las vigas, salvo haberlo previsto con antelación, no estarán expuestas a humedad habitual, y se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación.

No se realizarán perforaciones en las vigas de hormigón armado.