Tablas para el cálculo de losas de hormigón armado sometidas a flexión simple

LORENZO GARCIA DURAN, DR. ARQUITECTO

El objeto de este trabajo es presentar la tabulación de una serie de secciones de losas de hormigón armado, sometidas a flexión simple, teniendo en cuenta el diámetro más adecuado para las armaduras y su posición en la sección. Se han adoptado los siguientes principios: En el hormigón el diagrama rectangular tensión-deformación, y en el acero el trilineal. Como profundidad máxima de la línea neutra, la mitad del canto de la sección.

Las tablas, confeccionadas para hormigones H-160, H-200 y H-250, dan, para el acero AEH-400, valores exactos de los esfuerzos útiles necesarios en las armaduras, en función de los momentos útiles, así como el diámetro más económico de armaduras y su posición en la sección. Con acero AEH-500 los resultados son suficientemente aproximados y siempre a favor de la seguridad.

1. INTRODUCCION

En el cálculo de secciones de hormigón armado, sometidas a flexión simple, especialmente en las de poco canto, tiene gran importancia la cuantía y posición de las armaduras, tanto de tracción como de compresión.

El objeto de éste trabajo es presentar unas tabulaciones que permiten obtener, en una serie de secciones y hormigones tipo, la armadura necesaria, su diámetro más adecuado y su posición en la sección.

2. PRINCIPIOS DE CALCULO

Para el desarrollo de las presentes tablas se han establecido los siguientes principios, admitidos por la INSTRUCCION EH-82; "Proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado":

2.1. Hormigón

Se ha adaptado el diagrama rectangular tensión-deformación (Figura 1). Se admite que se alcanze siempre la dilatación E_c = -0,0035 y la tensión T_c = -,85 f_{cd}.

2.2. Acero

Se ha adoptado el diagrama trilineal tensión-deformación de los aceros de dureza natural (Figura 2), con los valores; en tracción, la resistencia de cálculo f_{yd}, y en compresión $-f_{yd}$.

2.3. Posición de la línea neutra

La profundidad de la línea neutra depende de la posición de las armaduras, del tipo de acero empleado y del coeficiente de seguridad aplicado a la resistencia del acero.

Para que en el agotamiento de la sección se alcance, para cualquier combinación de las variantes mencionadas, el límite elástico de cálculo f_{yd} en la armadura traccionada, se han adoptado como límite de profundidad de la línea neutra el valor correspondiente a la mitad del canto de la sección.

3. DISPOSICION DE LAS TABLAS

Los tipos de hormigones elegidos para la confección de las tablas, H-160, H-200 y H-250, están extraídos de la serie de hormigones recomendados por el COMITE EURO-INTERNACIONAL DEL HORMIGON.

Las tabulaciones se han obtenido para el acero AEH-400 N, por lo que en los casos de utilización de este tipo de acero, los resultados que dan las tablas son exactos. Con acero AEH-500 N las tablas dan valores con suficiente aproximación, siempre a favor de la seguridad, por lo que su utilización es correcta.

Las tablas se han confeccionado para catorce cantos diferentes de losas. Los cantos menores de 10 cm. se han incluído para su utilización en algunos casos especiales (marquesinas, etc.).

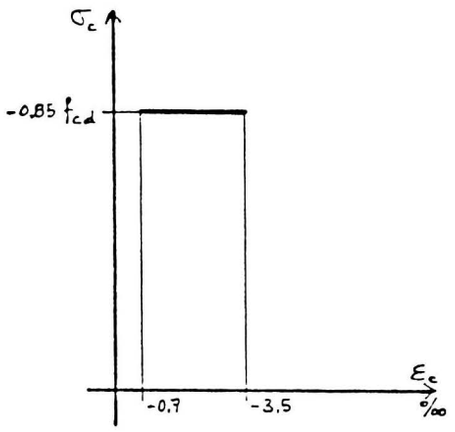


Figura 1

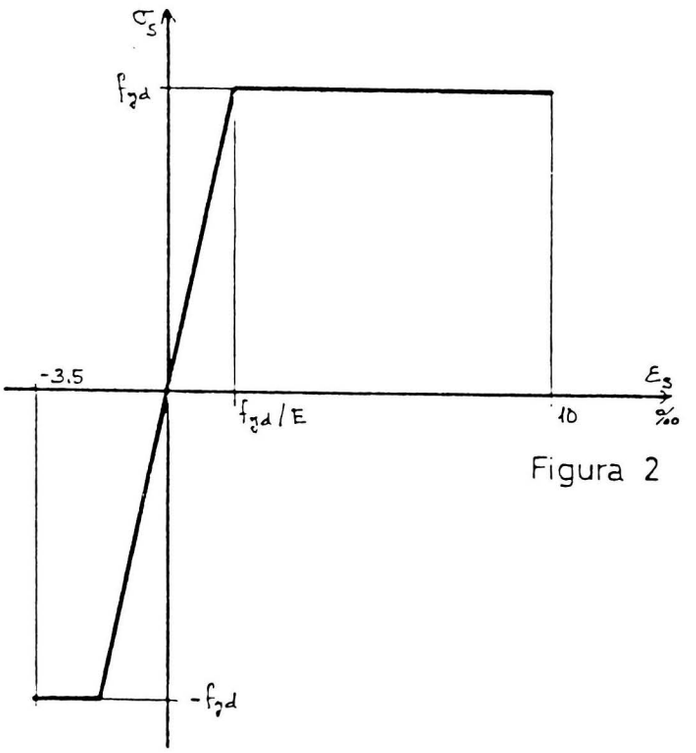


Figura 2

El cálculo se ha realizado obteniendo para cada momento útil $\bar{M}=M_u/\gamma_F$, los esfuerzos útiles $\bar{U}=U/\gamma_F$ y $\bar{U}'=U'/\gamma_F$ necesarios en las armaduras. Se emplean también para el hormigón y el acero las resistencias útiles $\bar{T}=0{,}85_{fcd}/\gamma_f$ y $\bar{T}_f=f_{yd}/\gamma_f$, con $\gamma_c=1{,}5$, $\gamma_s=1{,}1$ y $\gamma_F=1{,}6$.

Para que en la armadura de compresión, la tensión resultante no sea menor que $-f_{yd}$, se ha limitado, en los cantos 7, 8 y 10 cm., el momento al máximo posible sin armadura de compresión. Para los cantos superiores a 15 cm. se ha limitado la armadura de compresión a la mitada de la correspondiente en tracción. Para la armadura de tracción se ha limitado el diámetro a 25 mm.

Los esfuerzos útiles de n barras y de barras a distintas separaciones, en los aceros AEH-400 y AEH-500, se indican en el cuadro.

El primer valor de la columna U corresponde al esfuerzo útil mínimo que exige la Instrucción EH-82 para la armadura longitudinal.

Las quebradas indican, para cada caso, los límites del diámetro más económico, columnas primera y última, marcándose, también en éstas, los valores utilizados para la desviación de las armaduras: d en la armadura de tracción, cuando no la hay de compresión, y d en ambas cuando la hay.

En el caso de ser necesaria armadura de compresión, de acuerdo con lo que establece la Instrucción EH-82, se han incluido estribos de dos ramas de Ø 6 mm. Se recomienda no elegir cantos que, con solicitación de momentos positivos en los centros de vanos, precisen armadura de comprensión.

BIBLIOGRAFIA

Instrucción EH-82: *"Proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado"*. MOPU. 1982.

Code-modele CEB-FIB pour les structures en beton Comité Euro-Internacional de beton. París. 1978.

Estructuras de edificación. Javier Lahuerta. ETSA, Universidad de Navarra. 1985.

ESFUERZOS UTILES DE n BARRAS

	Diámetro	Esfuerzo útil $\bar{U}$ ó $\bar{U}'$, en Mp, de																			
	d, mm	1Ø	2Ø	3Ø	4Ø	5Ø	6Ø	7Ø	8Ø	9Ø	10Ø	11Ø	12Ø	13Ø	14Ø	15Ø	16Ø	17Ø	18Ø	19Ø	20Ø
AEH 400 N	6	0,66	1,32	1,98	2,64	3,29	3,95	4,61	5,27	5,93	6,59	7,25	7,91	8,56	9,22	9,88	10,5	11,2	11,9	12,5	13,2
	8	1,17	2,34	3,51	4,68	5,86	7,03	8,20	9,37	10,5	11,7	12,9	14,1	15,2	16,4	17,6	18,7	19,9	21,1	22,3	23,4
f_y = 4100kp/cm²	10	1,83	3,66	5,49	7,32	9,15	11,0	12,8	14,6	16,5	18,3	20,1	22,0	23,8	25,6	27,4	29,3	31,1	32,9	34,8	36,6
$\bar{\sigma}_s$ = 2330kp/cm²	12	2,64	5,27	7,91	10,5	13,2	15,8	18,4	21,1	23,7	26,4	29,0	31,6	34,3	36,9	39,5	42,2	44,8	47,4	50,1	52,7
	14	3,59	7,17	10,8	14,4	17,9	21,5	25,1	28,7	32,3	35,9	39,5	43,0	46,6	50,2	53,8	57,4	61,0	64,6	68,2	71,7
	16	4,68	9,37	14,1	18,7	23,4	28,1	32,8	37,5	42,2	46,8	51,5	56,2	60,9	65,6	70,3	75,0	79,6	84,3	89,0	93,7
	20	7,32	14,6	22,0	29,3	36,6	43,9	51,2	58,6	65,9	73,2	80,5	87,8	95,2	102	110	117	124	132	139	146
	25	11,4	22,9	34,3	45,7	57,2	68,6	80,1	91,5	103	114	126	137	149	160	172	183	194	206	217	229

	Diámetro	Esfuerzo útil $\bar{U}$ ó $\bar{U}'$, en Mp, de																			
	d, mm	1Ø	2Ø	3Ø	4Ø	5Ø	6Ø	7Ø	8Ø	9Ø	10Ø	11Ø	12Ø	13Ø	14Ø	15Ø	16Ø	17Ø	18Ø	19Ø	
AEH 500 N	6	0,82	1,64	2,46	3,28	4,10	4,92	5,74	6,56	7,38	8,20	9,02	9,84	10,7	11,5	12,3	13,1	13,9	14,8	15,6	16,4
	8	1,46	2,92	4,37	5,83	7,29	8,75	10,2	11,7	13,1	14,6	16,0	17,5	19,0	20,4	21,9	23,3	24,8	26,2	27,7	29,2
	10	2,28	4,56	6,83	9,11	11,4	13,7	15,9	18,2	20,5	22,8	25,1	27,3	29,6	31,9	34,2	36,4	38,7	41,0	43,3	45,6
f_y = 5100kp/cm²	12	3,28	6,56	9,84	13,1	16,4	19,7	23,0	26,2	29,5	32,8	36,1	39,4	42,6	45,9	49,2	52,5	55,8	59,0	62,3	65,6
$\bar{\sigma}_s$ = 2900kp/cm²	14	4,46	8,93	13,4	17,9	22,3	26,8	31,3	35,7	40,2	44,6	49,1	53,6	58,0	62,5	67,0	71,4	75,9	80,4	84,8	89,3
	16	5,83	11,7	17,5	23,3	29,2	35,0	40,8	46,6	52,5	58,3	64,1	70,0	75,8	81,6	87,5	93,3	99,1	105	111	117
	20	9,11	18,2	27,3	36,4	45,6	54,7	63,8	72,9	82,0	91,1	100	109	118	128	137	146	155	164	173	182
	25	14,2	28,5	42,7	56,9	71,2	85,4	99,6	114	128	142	157	171	185	199	214	228	242	256	270	285

ESFUERZOS UTILES DE BARRAS A SEPARACIONES s

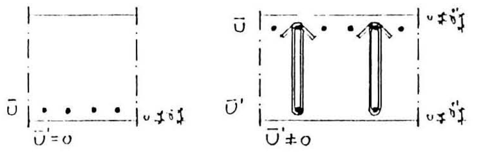
	Diámetro	Esfuerzo útil $\bar{U}/s$ ó $\bar{U}'/s$, en Mp/m, para separación s en cm																			
	d, mm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	25	30	35	40	50
AEH 400 N	6	13,2	11,0	9,41	8,23	7,32	6,59	5,99	5,49	5,07	4,71	4,39	4,12	3,66	3,29	2,99	2,64	2,20	1,88	1,65	1,32
	8	23,4	19,5	16,7	14,6	13,0	11,7	10,6	9,76	9,01	8,37	7,81	7,32	6,51	5,86	5,32	4,68	3,90	3,35	2,93	2,34
f_y= 4100kp/cm²	10	36,6	30,5	26,1	22,9	20,3	18,3	16,6	15,2	14,1	13,1	12,2	11,4	10,2	9,15	8,32	7,32	6,10	5,23	4,57	3,66
$\bar{\sigma}_s$ = 2330kp/cm²	12	52,7	43,9	37,6	32,9	29,3	26,4	24,0	22,0	20,3	18,8	17,8	16,5	14,6	13,2	12,0	10,5	8,78	7,53	6,59	5,28
	14	71,8	59,8	51,3	44,9	39,9	35,9	32,6	29,9	27,6	25,6	23,9	22,4	19,9	18,0	16,3	14,4	12,0	10,3	8,98	7,18
	16	93,7	78,1	66,9	58,6	52,1	46,8	42,6	39,0	36,0	33,0	31,2	29,3	26,0	23,4	21,3	18,7	15,6	13,4	11,7	9,36
	20	146	122	105	91,5	81,3	73,2	66,5	61,0	56,3	52,3	48,8	45,7	40,7	36,6	33,3	29,3	24,4	20,9	18,3	14,6
	25	229	191	163	143	127	114	104	95,3	88,0	81,7	76,2	71,1	63,5	57,2	52,0	45,7	38,1	32,7	28,6	22,8

	Diámetro	Esfuerzo útil $\bar{U}/s$ ó $\bar{U}'/s$, en Mp/m, para separación s en cm																			
	d, mm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	25	30	35	40	50
AEH 500 N	6	16,4	13,7	11,7	10,2	9,11	8,20	7,45	6,83	6,31	5,86	5,47	5,12	4,56	4,10	3,73	3,28	2,73	2,34	2,05	1,64
	8	29,2	24,3	20,8	18,2	16,2	14,8	13,3	12,1	11,2	10,4	9,72	9,11	8,10	7,29	6,63	5,83	4,86	4,16	3,64	2,92
	10	45,6	38,0	32,5	28,5	25,3	22,8	20,7	19,0	17,5	16,3	15,2	14,2	12,7	11,4	10,4	9,11	7,59	6,51	5,69	4,56
f_y = 5100kp/cm²	12	65,6	54,7	46,9	41,0	36,4	32,8	29,8	27,3	25,2	23,4	21,9	20,5	18,2	16,4	14,9	13,1	10,9	9,37	8,20	6,56
$\bar{\sigma}_s$ = 2900kp/cm²	14	89,2	74,3	63,7	55,8	49,6	44,6	40,5	37,2	34,3	31,9	29,7	27,9	24,8	22,3	20,3	17,8	14,9	12,7	11,2	8,92
	16	117	97,2	83,3	72,9	64,8	58,3	53,0	48,6	44,9	41,6	38,6	36,4	32,4	29,2	26,5	23,3	19,4	16,7	14,6	11,7
	20	182	152	130	114	101	91,1	82,8	75,9	70,1	65,1	60,7	56,9	50,6	45,6	41,4	36,4	30,4	26,0	22,8	18,2
	25	285	237	203	178	158	142	129	119	110	102	94,9	89,0	79,1	71,2	64,7	56,9	47,5	40,7	35,6	28,4

FLEXION SIMPLE EN LOSAS

HORMIGON H 160

$\gamma_c = 1{,}5$ $\gamma_s = 1{,}1$ $\gamma_f = 1{,}6$



Recubrimiento $c \geq \phi \nless 15$ mm

Resistencias útiles : Hormigón $\bar{\sigma}_c = 56$ kp/cm²
Acero AEH 400 N $\bar{\sigma}_s = 2330$ kp/cm²
Acero AEH 500 N $\bar{\sigma}_s = 2900$ kp/cm²

Esfuerzos útiles : De tracción $\bar{U} = A_s \bar{\sigma}_s$
De compresión $\bar{U}' = A'_s \bar{\sigma}'_s$

La tabla de valores exactos para el acero AEH 400 N. Con acero AEH 500 N, la tabla de valores suficientemente aproximados, siempre a favor de la seguridad.

LIMITACIONES RECOMENDABLES PARA LA ELECCION DEL CANTO

h ≥ 10 cm, salvo casos excepcionales (marquesinas, etc)

En centros de vanos, con momentos positivos, $\bar{U}' = 0$

Viviendas, hoteles, etc q = 200 kp/m²	h ≥ l/27	Tramo aislado
	h ≥ l/32	Tramo continuo externo
	h ≥ l/38	Tramo continuo interno
Comercial, garages, etc q = 500 kp/m²	h ≥ l/22	Tramo aislado
	h ≥ l/27	Tramo continuo externo
	h ≥ l/32	Tramo continuo interno

ARMADURA TRANSVERSAL

Cargas uniformes $\bar{U}_t \geq 0{,}2\ \bar{U} \nless \bar{U}_m$
$\bar{U}_m$ primer momento de la columna $\bar{U}$

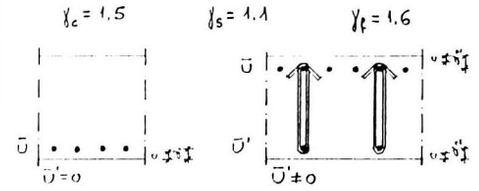
Cargas concentradas Ver EH-82, art. 53.3

Φ d₁,cm d₂,cm	SECCION 7x100			SECCION 8x100			SECCION 10x100			SECCION 12x100			SECCION 14x100			SECCION 15x100			SECCION 16x100			Φ d₁,cm d₂,cm
	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	
	<0.145	2.9	0	≤0.20	3.4	0	≤0.33	4.2	0	≤0.49	5.0	0	≤0.70	6.0	0	≤0.80	6.3	0	<0.90	6.7	0	
	0.150	3.0	0	0.21	3.6	0	0.34	4.3	0	0.50	5.1	0	0.72	6.2	0	0.85	6.7	0	0.95	7.0	0	
	0.155	3.1	0	0.22	3.7	0	0.35	4.5	0	0.51	5.2	0	0.74	6.4	0	0.90	7.2	0	1.00	7.4	0	
	0.160	3.3	0	0.23	3.9	0	0.36	4.6	0	0.52	5.3	0	0.76	6.5	0	0.95	7.6	0	1.05	7.8	0	
	0.165	3.4	0	0.24	4.1	0	0.37	4.8	0	0.53	5.5	0	0.78	6.7	0	1.00	8.0	0	1.10	8.2	0	
	0.170	3.5	0	0.25	4.3	0	0.38	4.9	0	0.54	5.6	0	0.80	6.9	0	1.05	8.4	0	1.15	8.6	0	
	0.175	3.6	0	0.26	4.5	0	0.39	5.0	0	0.55	5.7	0	0.82	7.1	0	1.10	8.9	0	1.20	8.9	0	
	0.180	3.7	0	0.27	4.7	0	0.40	5.2	0	0.56	5.8	0	0.84	7.3	0	1.15	9.3	0	1.25	9.3	0	
	0.185	3.8	0	0.28	4.9	0	0.41	5.3	0	0.57	5.9	0	0.86	7.5	0	1.20	9.7	0	1.3	9.7	0	
	0.190	3.9	0	0.29	5.0	0	0.42	5.4	0	0.58	6.0	0	0.88	7.6	0	1.25	10.2	0	1.4	10.6	0	
	0.195	4.0	0	0.30	5.2	0	0.43	5.6	0	0.60	6.2	0	0.90	7.8	0	1.30	10.6	0	1.5	11.4	0	6
	0.200	4.1	0	0.31	5.4	0	0.44	5.7	0	0.62	6.4	0	0.92	8.0	0	1.35	11.0	0	1.6	12.2	0	1.8
	0.205	4.2	0	0.32	5.6	0	0.45	5.9	0	0.64	6.7	0	0.94	8.2	0	1.40	11.5	0	1.7	13.0	0	–
	0.21	4.4	0	0.33	5.8	0	0.46	6.0	0	0.66	6.9	0	0.96	8.4	0	1.45	11.9	0	1.8	14.0	0	
	0.22	4.6	0	0.34	6.0	0	0.47	6.1	0	0.68	7.1	0	0.98	8.6	0	1.50	12.4	0	1.9	14.9	0	
	0.23	4.8	0	0.35	6.2	0	0.48	6.3	0	0.70	7.3	0	1.00	8.8	0	1.55	12.8	0	2.0	15.7	0	
	0.24	5.0	0	0.36	6.4	0	0.49	6.4	0	0.72	7.6	0	1.05	9.2	0	1.60	13.4	0	2.1	16.6	0	
	0.25	5.3	0	0.37	6.6	0	0.50	6.6	0	0.74	7.8	0	1.10	9.7	0	1.65	13.9	0	2.2	17.5	0	
	0.26	5.5	0	0.38	6.8	0	0.51	6.7	0	0.76	8.0	0	1.15	10.2	0	1.70	14.4	0	2.3	18.4	0	
	0.27	5.8	0	0.39	7.0	0	0.52	6.8	0	0.78	8.2	0	1.20	10.7	0	1.75	14.8	0	2.4	19.4	0	
	0.28	6.0	0	0.40	7.2	0	0.53	7.0	0	0.80	8.5	0	1.25	11.1	0	1.80	15.3	0	2.5	20.3	0	
	0.29	6.2	0	0.41	7.4	0	0.54	7.1	0	0.85	9.0	0	1.30	11.6	0	1.85	15.8	0	2.6	21.3	0	8
	0.30	6.5	0	0.42	7.6	0	0.55	7.3	0	0.90	9.6	0	1.35	12.1	0	1.90	16.3	0	2.7	22.2	0	1.9
	0.31	6.7	0	0.43	7.8	0	0.56	7.4	0	0.95	10.2	0	1.40	12.6	0	1.95	16.8	0	2.8	23.2	0	–
	0.32	7.0	0	0.44	8.0	0	0.57	7.6	0	1.00	10.8	0	1.45	13.1	0	2.00	17.3	0	2.9	24.5	0	
	0.33	7.2	0	0.45	8.2	0	0.58	7.7	0	1.05	11.4	0	1.50	13.8	0	2.05	17.8	0	3.0	25.5	0	
	0.34	7.5	0	0.46	8.4	0	0.59	7.9	0	1.10	12.0	0	1.55	14.3	0	2.1	18.3	0	3.1	26.6	0	
	0.35	7.7	0	0.47	8.6	0	0.60	8.0	0	1.15	12.7	0	1.60	14.8	0	2.2	19.3	0	3.2	27.7	0	
	0.36	8.0	0	0.48	8.9	0	0.61	8.2	0	1.20	13.5	0	1.65	15.4	0	2.3	20.3	0	3.3	28.8	0	
	0.37	8.3	0	0.49	9.1	0	0.62	8.3	0	1.25	14.1	0	1.70	15.9	0	2.4	21.4	0	3.4	29.9	0	
	0.38	8.5	0	0.50	9.3	0	0.64	8.6	0	1.30	14.8	0	1.8	17.0	0	2.5	22.5	0	3.5	31.1	0	10
	0.39	8.8	0	0.51	9.5	0	0.66	8.9	0	1.35	15.5	0	1.9	18.1	0	2.6	23.9	0	3.6	32.3	0	2.0
	0.40	9.1	0	0.52	9.7	0	0.68	9.2	0	1.40	16.1	0	2.0	19.2	0	2.7	25.0	0	3.8	34.8	0	2.6
	0.41	9.4	0	0.53	10.0	0	0.70	9.5	0	1.45	16.8	0	2.1	20.4	0	2.8	26.2	0	4.0	39.4	3.2	
	0.42	9.7	0	0.54	10.2	0	0.75	10.3	0	1.50	17.5	0	2.2	21.6	0	2.9	27.4	0	4.2	41.3	5.1	
	0.43	9.9	0	0.56	10.6	0	0.80	11.1	0	1.55	18.3	0	2.3	22.8	0	3.0	28.6	0	4.4	43.2	7.0	
	0.44	10.2	0	0.58	11.1	0	0.85	11.9	0	1.60	19.0	0	2.4	24.4	0	3.2	31.2	0	4.6	45.1	8.8	
	0.45	10.5	0	0.60	11.6	0	0.90	12.7	0	1.7	20.5	0	2.5	25.7	0	3.4	36.1	2.1	4.8	47.0	10.7	
	0.46	10.8	0	0.62	12.1	0	0.95	13.8	0	1.8	22.1	0	2.6	27.0	0	3.6	38.6	4.6	5.0	48.9	12.6	12
	0.47	11.1	0	0.64	12.6	0	1.00	14.7	0	1.9	24.1	0	2.8	29.9	0	3.8	40.6	6.6	5.2	50.8	14.5	–
	0.48	11.5	0	0.66	13.1	0	1.05	15.6	0	2.0	28.6	1.4	3.0	34.8	3.1	4.0	42.7	8.7	5.4	52.7	16.4	2.7
	0.49	11.8	0	0.68	14.0	0	1.10	16.6	0	2.1	30.1	2.9	3.2	37.6	5.8	4.5	47.9	13.9	5.6	55.2	19.0	
6	0.50	12.1	0	0.70	14.5	0	1.15	17.6	0	2.2	31.6	4.4	3.4	39.9	8.2	5.0	53.9	19.9	6.0	59.1	22.8	14
1.8	0.51	12.4	0	0.72	15.1	0	1.20	18.6	0	2.3	33.0	5.8	3.6	42.2	10.5	5.5	59.2	25.2	6.5	63.9	27.6	–
–	0.52	12.8	0	0.74	15.7	0	1.25	19.6	0	2.4	34.5	7.3	4.0	46.9	15.1	6.0	64.6	30.6	7.0	68.7	32.4	2.8

Φ d₁,cm d₂,cm	SECCION 18x100			SECCION 20x100			SECCION 22x100			SECCION 25x100			SECCION 28x100			SECCION 30x100			SECCION 35x100			Φ d₁,cm d₂,cm
	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	
	≤1.1	7.5	0	≤1.4	8.4	0	≤1.7	9.2	0	≤2.3	10.5	0	≤2.9	11.7	0	<3.4	12.6	0	≤4.6	14.7	0	
	1.2	7.7	0	1.5	8.6	0	1.8	9.3	0	2.4	10.8	0	3.0	11.9	0	3.6	13.4	0	5.0	15.9	0	
	1.3	8.4	0	1.6	9.2	0	1.9	9.8	0	2.5	11.3	0	3.1	12.3	0	3.8	14.2	0	5.5	17.4	0	
	1.4	9.1	0	1.7	9.8	0	2.0	10.4	0	2.6	11.7	0	3.2	12.8	0	4.0	14.9	0	6.0	19.1	0	8
	1.5	9.9	0	1.8	10.4	0	2.1	10.9	0	2.8	12.7	0	3.4	13.7	0	4.2	15.7	0	6.5	20.8	0	1.9
	1.6	10.5	0	1.9	11.0	0	2.2	11.5	0	3.0	13.7	0	3.6	14.5	0	4.4	16.5	0	7.0	22.5	0	–
6	1.7	11.2	0	2.0	11.6	0	2.4	12.6	0	3.2	14.7	0	3.8	15.4	0	4.6	17.3	0	7.5	24.3	0	
1.8	1.8	11.9	0	2.1	12.3	0	2.6	13.8	0	3.4	15.7	0	4.0	16.2	0	4.8	18.1	0	8.0	26.1	0	
–	1.9	12.6	0	2.2	12.9	0	2.8	14.9	0	3.6	16.6	0	4.2	17.1	0	5.0	18.9	0	8.5	27.8	0	
	2.0	13.4	0	2.3	13.6	0	3.0	16.1	0	3.8	17.6	0	4.4	17.9	0	5.5	21.0	0	9.0	29.6	0	
	2.1	14.1	0	2.4	14.2	0	3.2	17.2	0	4.0	19.6	0	4.6	18.8	0	6.0	23.0	0	9.5	31.4	0	
	2.2	14.9	0	2.6	15.5	0	3.4	18.4	0	4.2	19.7	0	4.8	19.7	0	6.5	25.2	0	10.0	33.3	0	10
	2.3	15.6	0	2.8	16.9	0	3.6	19.6	0	4.4	20.7	0	5.0	20.6	0	7.0	27.4	0	10.5	35.1	0	2.0
	2.4	16.4	0	3.0	18.2	0	3.8	20.8	0	4.6	21.7	0	5.5	22.8	0	7.5	29.5	0	11.0	37.1	0	–
	2.5	17.1	0	3.2	19.5	0	4.0	22.0	0	4.8	22.3	0	6.0	25.2	0	8.0	31.7	0	11.5	39.0	0	
	2.6	17.9	0	3.4	20.9	0	4.2	23.3	0	5.0	23.9	0	6.5	27.6	0	8.5	34.0	0	12.0	41.0	0	
	2.7	18.7	0	3.6	22.3	0	4.4	24.7	0	5.2	25.0	0	7.0	30.0	0	9.0	36.3	0	12.5	42.9	0	
	2.8	19.5	0	3.8	23.9	0	4.6	26.0	0	5.4	26.1	0	7.5	32.4	0	9.5	38.8	0	13.0	44.9	0	
8	2.9	20.3	0	4.0	25.4	0	4.8	27.3	0	5.6	27.2	0	8.0	34.9	0	10.0	41.2	0	13.5	46.9	0	12
1.9	3.0	21.1	0	4.2	26.9	0	5.0	28.6	0	5.8	28.3	0	8.5	37.6	0	10.5	43.7	0	14.0	49.0	0	2.1
–	3.2	22.7	0	4.4	28.4	0	5.2	30.0	0	6.0	29.4	0	9.0	40.3	0	11.0	46.2	0	14.5	51.1	0	2.7
	3.4	24.6	0	4.6	30.0	0	5.4	31.3	0	6.5	32.3	0	9.5	43.0	0	11.5	48.7	0	15.0	53.4	0	
	3.6	26.3	0	4.8	31.5	0	5.6	32.7	0	7.0	35.2	0	10.0	45.7	0	12.0	51.3	0	15.5	55.6	0	
	3.8	28.1	0	5.0	33.2	0	5.8	34.1	0	7.5	38.4	0	10.5	48.6	0	12.5	54.3	0	16.0	57.8	0	
	4.0	29.9	0	5.2	34.9	0	6.0	35.6	0	8.0	41.6	0	11.0	51.5	0	13.0	57.1	0	16.5	60.0	0	14
10	4.2	31.8	0	5.4	36.5	0	6.2	37.3	0	8.5	44.9	0	11.5	54.9	0	13.5	60.0	0	17	62.3	0	2.2
2.0	4.4	33.8	0	5.6	38.6	0	6.4	38.9	0	9.0	48.3	0	12.0	58.0	0	14.0	62.9	0	18	66.9	0	2.8
–	4.6	35.8	0	5.8	40.5	0	6.6	40.4	0	9.5	51.8	0	12.5	61.3	0	14.5	66.0	0	19	72.2	0	
	4.8	38.4	0	6.0	42.4	0	6.8	42.0	0	10.0	56.0	0	13.0	66.0	2.5	15.0	70.4	2.4	20	77.3	0	
	5.0	42.6	1.8	6.2	44.3	0	7.0	43.6	0	10.5	60.5	3.9	13.5	68.2	4.7	15.5	72.8	4.8	21	83.1	3.7	
	5.2	44.2	3.4	6.4	47.9	2.5	7.5	47.3	0	11.0	63.1	6.5	14.0	70.4	7.0	16	74.8	6.8	22	86.5	7.1	16
	5.4	45.8	5.0	6.6	49.2	3.9	8.0	53.6	3.8	11.5	65.7	9.0	14.5	73.0	9.6	17	79.0	11.0	23	89.9	10.6	2.4
	5.6	47.4	6.6	6.8	50.6	5.3	8.5	56.7	6.8	12.0	68.3	11.6	15.0	75.3	11.8	18	83.1	15.1	24	93.3	14.0	2.9
12	5.8	48.9	8.1	7.0	52.0	6.6	9.0	59.7	9.9	12.5	70.9	14.2	15.5	77.5	14.1	19	87.2	19.2	25	97.5	18.2	
2.1	6.0	50.5	9.7	7.2	53.3	8.4	9.5	62.8	12.9	13.0	73.9	17.2	16.0	79.8	16.3	20	91.4	23.4	26	101.0	21.7	
2.7	6.2	52.1	11.3	7.4	55.2	9.8	10.0	65.8	16.0	13.5	76.5	19.8	16.5	82.0	18.6	21	96.0	28.0	27	104.5	25.2	
	6.4	54.2	13.4	7.6	56.6	11.2	10.5	68.9	19.0	14.0	79.1	22.4	17	84.3	20.9	22	100.7	32.7	28	108.0	28.6	–
	6.6	55.9	15.1	7.8	57.9	12.6	11.0	72.5	22.7	14.5	81.7	25.1	18	88.8	25.3	23	104.9	36.9	29	111.4	32.1	
	6.8	57.5	16.7	8.0	59.3	14.0	11.5	75.6	25.7	15.0	84.3	27.7	19	93.3	29.8	24	109.1	41.1	30	114.9	35.6	
	7.0	59.1	18.3	8.5	62.8	17.5	12.0	78.7	28.8	15.5	86.9	30.3	20	99.0	35.6	25	113.3	45.3	32	121.9	42.5	
14	7.5	63.1	22.3	9.0	66.3	20.9	12.5	81.8	31.9	16	89.5	32.9	21	103.6	40.1	26	117.5	49.5	34	128.8	49.5	20
2.2	8.0	67.1	26.3	9.5	69.7	24.4	13.0	84.9	35.0	17	95.4	38.8	22	108.2	44.7	27	121.7	53.7	36	135.7	56.4	–
2.8	8.5	71.2	30.4	10	73.9	23.6	13.5	88.0	33.1	18	101.5	44.8	23	112.8	49.3	28	125.9	57.9	38	142.7	63.4	3.1
16 2.4 2.9	9.0	76.1	35.3	11	81.0	35.6	14	91.0	41.2	19	106.8	50.1	24	117.4	53.9	29	130.1	62.1	40	151.6	72.2	25
	9.5	80.2	39.4	12	88.0	42.7	15	98.1	48.2	20	112.1	55.4	25	122.0	58.5	30	134.3	66.3	41	155.1	75.8	3.8

FLEXION SIMPLE EN LOSAS

HORMIGON H 200



Recubrimiento $c \geq \phi$ ó 15 mm

Resistencias útiles : Hormigón $\bar{\sigma}_c = 71$ kp/cm²
Acero AEH 400 N $\bar{\sigma}_s = 2330$ kp/cm²
Acero AEH 500 N $\bar{\sigma}_s = 2900$ kp/cm²

Esfuerzos útiles : De tracción $\bar{U} = A_s\bar{\sigma}_s$
De compresión $\bar{U}' = A_s'\bar{\sigma}_s$

La tabla de valores exactos para el acero AEH 400 N. Con acero AEH 500 N, la tabla de valores suficientemente aproximados, siempre a favor de la seguridad.

LIMITACIONES RECOMENDABLES PARA LA ELECCION DEL CANTO

$h \geq 10$ cm, salvo casos excepcionales (marquesinas, etc)

En centros de vanos, con momentos positivos, $\bar{U}' = 0$

Viviendas, hoteles, etc q = 200 kp/m²	$h \geq 1/27$	Tramo aislado
	$h \geq 1/32$	Tramo continuo externo
	$h \geq 1/38$	Tramo continuo interno
Comercial, garages, etc q = 500 kp/m²	$h \geq 1/22$	Tramo aislado
	$h \geq 1/27$	Tramo continuo externo
	$h \geq 1/32$	Tramo continuo interno

ARMADURA TRANSVERSAL

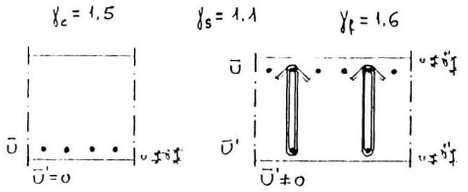
Cargas uniformes $\bar{U}_t \geq 0{,}2\ \bar{U} \leq \bar{U}_m$
$\bar{U}_m$ primer momento de la columna $\bar{U}$

Cargas concentradas Ver EH-82, art. 53.3

ϕ	SECCION 7x100			SECCION 8x100			SECCION 10x100			SECCION 12x100			SECCION 14x100			SECCION 15x100			SECCION 16x100			ϕ
d_1,cm d_2,cm	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	d_1,cm d_2,cm
	≤0.14	2.9	0	≤0.20	3.4	0	≤0.30	4.2	0	≤0.45	5.0	0	≤0.70	5.9	0	≤0.8	6.3	0	≤0.9	6.7	0	
	0.15	3.0	0	0.21	3.5	0	0.31	4.2	0	0.48	5.0	0	0.75	6.4	0	0.9	7.1	0	1.0	7.3	0	
	0.16	3.2	0	0.22	3.7	0	0.32	4.2	0	0.50	5.1	0	0.80	6.9	0	1.0	7.9	0	1.1	8.1	0	
	0.17	3.4	0	0.23	3.9	0	0.33	4.2	0	0.52	5.3	0	0.85	7.3	0	1.1	8.7	0	1.2	8.8	0	
	0.18	3.6	0	0.24	4.1	0	0.34	4.3	0	0.54	5.5	0	0.90	7.7	0	1.2	9.6	0	1.3	9.6	0	
	0.19	3.9	0	0.25	4.2	0	0.35	4.4	0	0.56	5.7	0	0.95	8.2	0	1.3	10.4	0	1.4	10.4	0	
	0.20	4.1	0	0.26	4.4	0	0.36	4.6	0	0.58	5.9	0	1.00	8.6	0	1.4	11.3	0	1.5	11.2	0	6
	0.21	4.3	0	0.27	4.6	0	0.38	4.8	0	0.60	6.1	0	1.05	9.1	0	1.5	12.2	0	1.6	12.0	0	1.8
	0.22	4.5	0	0.28	4.8	0	0.40	5.1	0	0.62	6.4	0	1.10	9.5	0	1.6	13.0	0	1.7	12.8	0	–
	0.23	4.7	0	0.29	5.0	0	0.42	5.4	0	0.64	6.6	0	1.15	10.0	0	1.7	14.0	0	1.8	13.7	0	
	0.24	4.9	0	0.30	5.1	0	0.44	5.6	0	0.66	6.8	0	1.20	10.5	0	1.8	14.9	0	1.9	14.5	0	
	0.25	5.2	0	0.31	5.3	0	0.46	5.9	0	0.68	7.0	0	1.25	10.9	0	1.9	15.9	0	2.0	15.4	0	
	0.26	5.4	0	0.32	5.5	0	0.48	6.2	0	0.70	7.2	0	1.30	11.4	0	2.0	16.8	0	2.1	16.2	0	
	0.27	5.6	0	0.33	5.7	0	0.50	6.5	0	0.72	7.4	0	1.35	11.9	0	2.1	17.7	0	2.2	17.1	0	
	0.28	5.8	0	0.34	5.9	0	0.52	6.7	0	0.74	7.7	0	1.40	12.4	0	2.2	18.7	0	2.3	17.9	0	
	0.29	6.1	0	0.35	6.1	0	0.54	7.0	0	0.76	7.9	0	1.45	12.8	0	2.3	19.6	0	2.4	18.8	0	
	0.30	6.3	0	0.36	6.3	0	0.56	7.3	0	0.78	8.1	0	1.50	13.5	0	2.4	20.6	0	2.5	19.7	0	
	0.31	6.5	0	0.37	6.4	0	0.58	7.6	0	0.80	8.3	0	1.55	13.9	0	2.5	21.6	0	2.6	20.6	0	8
	0.32	6.8	0	0.38	6.6	0	0.60	7.8	0	0.85	8.9	0	1.60	14.4	0	2.6	22.6	0	2.7	21.5	0	1.9
	0.33	7.0	0	0.40	7.0	0	0.62	8.1	0	0.90	9.4	0	1.65	14.9	0	2.7	23.9	0	2.8	22.4	0	–
	0.34	7.3	0	0.42	7.4	0	0.64	8.4	0	0.95	10.0	0	1.70	15.4	0	2.8	24.9	0	2.9	23.3	0	
	0.35	7.5	0	0.44	7.8	0	0.66	8.7	0	1.00	10.6	0	1.75	15.9	0	2.9	26.0	0	3.0	24.4	0	
	0.36	7.7	0	0.46	8.2	0	0.68	9.0	0	1.05	11.2	0	1.80	16.5	0	3.0	27.0	0	3.2	26.4	0	
	0.37	8.0	0	0.48	8.6	0	0.70	9.3	0	1.10	11.7	0	1.90	17.5	0	3.1	28.1	0	3.4	28.3	0	
	0.38	8.2	0	0.50	9.0	0	0.75	10.0	0	1.15	12.3	0	2.0	18.5	0	3.2	29.3	0	3.6	30.4	0	10
	0.39	8.5	0	0.52	9.4	0	0.80	10.8	0	1.20	12.9	0	2.1	19.6	0	3.3	30.4	0	3.8	32.5	0	2.0
	0.40	8.7	0	0.54	9.8	0	0.85	11.5	0	1.25	13.7	0	2.2	20.7	0	3.4	31.6	0	4.0	34.6	0	2.6
	0.41	9.0	0	0.56	10.2	0	0.90	12.3	0	1.30	14.3	0	2.3	21.8	0	3.5	32.7	0	4.2	37.3	0	
	0.42	9.2	0	0.58	10.6	0	0.95	13.1	0	1.35	14.9	0	2.4	22.9	0	3.6	34.0	0	4.4	39.6	0	
	0.43	9.5	0	0.60	11.1	0	1.00	14.1	0	1.40	15.6	0	2.5	24.3	0	3.7	35.2	0	4.6	42.1	0	
	0.44	9.8	0	0.62	11.5	0	1.05	14.9	0	1.45	16.2	0	2.6	25.5	0	3.8	36.4	0	4.8	47.4	2.1	12
	0.45	10.0	0	0.64	11.9	0	1.10	15.7	0	1.5	16.8	0	2.7	26.7	0	3.9	38.2	0	5.0	49.3	4.0	2.4
	0.46	10.3	0	0.66	12.4	0	1.15	16.6	0	1.6	18.1	0	2.8	27.9	0	4.0	39.6	0	5.2	51.2	5.9	2.7
	0.47	10.5	0	0.68	12.8	0	1.20	17.5	0	1.7	19.5	0	2.9	29.2	0	4.1	41.0	0	5.4	53.7	8.3	
	0.48	10.8	0	0.70	13.6	0	1.25	18.4	0	1.8	20.9	0	3.0	30.5	0	4.2	45.1	2.6	5.6	55.6	10.3	
	0.49	11.1	0	0.72	14.1	0	1.30	19.3	0	1.9	22.3	0	3.1	31.8	0	4.3	46.1	3.6	5.8	57.5	12.2	
	0.50	11.4	0	0.74	14.6	0	1.35	20.2	0	2.0	24.1	0	3.2	33.1	0	4.4	47.2	4.7	6.0	59.4	14.1	
	0.51	11.7	0	0.76	15.1	0	1.40	21.2	0	2.1	25.6	0	3.4	35.9	0	4.5	48.2	5.7	6.2	61.4	16.0	
6	0.52	11.9	0	0.78	15.6	0	1.45	22.2	0	2.2	27.2	0	3.6	42.3	2.7	4.6	49.2	6.7	6.4	63.3	17.9	
1.8	0.54	12.5	0	0.80	16.1	0	1.50	23.2	0	2.3	28.9	0	3.8	44.6	5	4.8	51.3	8.8	6.6	65.2	19.9	14
–	0.56	13.1	0	0.82	16.7	0	1.52	24.1	0	2.4	30.6	0	4.0	47.0	7.3	5.0	54.1	11.6	6.8	67.1	21.8	–
	0.58	14.1	0	0.84	17.2	0	1.54	24.6	0	2.5	35.8	1.3	4.2	49.3	9.6	5.5	59.4	16.9	7.0	69.1	23.7	2.8
8	0.6	14.8	0	0.86	17.7	0	1.56	25.0	0	2.6	37.8	3.8	4.4	51.6	12	6.0	64.7	22.2	7.5	74.9	29.5	16
1.9	0.62	15.5	0	0.88	18.3	0	1.58	25.5	0	2.8	40.9	6.9	4.6	54.8	15.1	6.5	70.1	27.6	8.0	79.8	34.4	–
–	0.64	16.2	0	0.90	18.9	0	1.60	25.9	0	3.0	43.9	9.9	5.0	59.5	19.9	7.0	76.5	34.0	9.0	89.6	44.2	2.9

ϕ	SECCION 18x100			SECCION 20x100			SECCION 22x100			SECCION 25x100			SECCION 28x100			SECCION 30x100			SECCION 35x100			ϕ
d_1,cm d_2,cm	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	$\bar{M}$ Mpm/m	$\bar{U}$ Mp/m	$\bar{U}'$ Mp/m	d_1,cm d_2,cm
	≤1.1	7.5	0	≤1.4	8.4	0	≤1.8	9.2	0	≤2.2	10.5	0	≤2.8	11.7	0	≤3.4	12.6	0	≤4.6	14.7	0	
	1.2	7.7	0	1.5	8.5	0	1.9	9.7	0	2.3	10.5	0	3.0	11.8	0	3.6	13.3	0	5.0	15.6	0	
	1.3	8.3	0	1.6	9.1	0	2.0	10.3	0	2.4	10.7	0	3.2	12.6	0	3.8	14.0	0	5.5	17.3	0	
	1.4	9.0	0	1.7	9.7	0	2.2	11.3	0	2.6	11.6	0	3.4	13.5	0	4.0	14.8	0	6.0	18.9	0	8
	1.5	9.7	0	1.8	10.3	0	2.4	12.4	0	2.8	12.5	0	3.6	14.4	0	4.5	16.7	0	6.5	20.5	0	1.9
	1.6	10.3	0	1.9	10.9	0	2.6	13.6	0	3.0	13.5	0	3.8	15.2	0	5.0	18.7	0	7.0	23.2	0	–
	1.7	11.0	0	2.0	11.5	0	2.8	14.7	0	3.2	14.5	0	4.0	16.0	0	5.5	20.6	0	7.5	24.0	0	
6	1.8	11.7	0	2.2	12.7	0	3.0	15.8	0	3.4	15.4	0	4.5	18.1	0	6.0	22.6	0	8.0	25.6	0	
1.8	1.9	12.4	0	2.4	14.0	0	3.2	16.9	0	3.5	15.9	0	5.0	20.3	0	6.5	24.8	0	8.5	27.4	0	
–	2.0	13.1	0	2.6	15.3	0	3.4	18.1	0	3.6	16.4	0	5.5	22.4	0	7.0	26.8	0	9.0	29.1	0	
	2.1	13.9	0	2.8	16.5	0	3.6	19.2	0	3.8	17.4	0	6.0	24.7	0	7.5	28.9	0	9.5	30.8	0	
	2.2	14.6	0	3.0	17.8	0	3.8	20.4	0	4.0	18.3	0	6.5	27.0	0	8.0	31.0	0	10.0	32.6	0	10
	2.4	16.0	0	3.2	19.1	0	4.0	21.5	0	4.5	20.8	0	7.0	29.2	0	8.5	33.1	0	10.5	34.3	0	2.0
	2.6	17.5	0	3.4	20.4	0	4.2	22.7	0	5.0	23.3	0	7.5	31.5	0	9.0	35.3	0	11.0	36.1	0	–
8	2.8	19.0	0	3.6	21.7	0	4.4	24.0	0	5.5	26.0	0	8.0	33.9	0	9.5	37.6	0	11.5	38.1	0	
1.9	3.0	20.5	0	3.8	23.1	0	4.6	25.3	0	6.0	28.6	0	8.5	36.3	0	10.0	39.9	0	12.0	39.9	0	
–	3.2	22.0	0	4.0	24.6	0	4.8	26.5	0	6.5	31.3	0	9.0	38.9	0	10.5	42.1	0	12.5	41.7	0	
	3.4	23.7	0	4.2	26.0	0	5.0	27.7	0	7.0	34.0	0	9.5	41.3	0	11.0	44.4	0	13	43.6	0	12
	3.6	25.3	0	4.4	27.4	0	5.2	29.0	0	7.5	37.0	0	10.0	43.9	0	11.5	46.7	0	14	47.4	0	2.1
	3.8	27.0	0	4.6	28.8	0	5.4	30.2	0	8.0	39.8	0	10.5	46.4	0	12.0	49.1	0	15	51.2	0	–
	4.0	28.6	0	4.8	30.3	0	5.6	31.5	0	8.5	42.8	0	11.0	49.0	0	12.5	51.5	0	16	55.4	0	
	4.2	30.3	0	5.0	31.7	0	5.8	32.8	0	9.0	45.8	0	11.5	51.7	0	13	54.2	0	17	59.4	0	14
10	4.4	32.0	0	5.2	33.2	0	6.0	34.1	0	9.5	48.8	0	12.0	54.7	0	14	59.3	0	18	63.6	0	2.2
2.0	4.6	33.8	0	5.4	34.7	0	6.5	37.7	0	10.0	52.0	0	12.5	57.5	0	15	64.5	0	19	67.8	0	2.8
–	4.8	35.6	0	5.6	36.3	0	7.0	41.2	0	10.5	55.6	0	13.0	60.4	0	16	70.0	0	20	72.5	0	
	5.0	37.8	0	5.8	38.1	0	7.5	44.8	0	11.0	59.0	0	13.5	63.3	0	17	76.1	0	21	77.0	0	
	5.2	39.7	0	6.0	39.8	0	8.0	48.6	0	11.5	62.6	0	14.0	66.3	0	18	82.2	0	22	81.7	0	16
	5.4	41.7	0	6.5	43.9	0	8.5	52.5	0	12.0	66.2	0	14.5	69.4	0	19	89.4	4.4	23	86.5	0	2.4
12	5.6	43.7	0	7.0	49.3	0	9.0	57.1	0	13.5	70.0	0	15	73.0	0	20	93.5	8.5	24	91.4	0	2.9
2.1	5.8	45.8	0	7.5	53.5	0	9.5	61.4	0	13.0	75.5	4.6	16	81.7	2.4	21	98.6	13.6	25	97.6	0	
–	6.0	47.9	0	8.0	60.3	3.6	10.0	67.1	4.7	13.5	78.1	7.2	17	86.2	6.9	22	102.8	17.8	26	103.7	4.5	
	6.2	53.3	2.3	8.5	63.7	7.1	10.5	70.1	7.8	14.0	80.7	9.8	18	90.7	11.4	23	107.0	22.0	27	107.2	8.0	
	6.4	54.9	3.9	9.0	67.2	10.6	11.0	73.7	11.3	14.5	83.3	12.4	19	95.7	16.4	24	111.2	26.2	28	110.7	11.5	
	6.6	56.5	5.5	9.5	70.7	14.0	11.5	76.8	14.4	15.0	85.9	15.0	20	100.6	21.5	25	115.4	30.4	30	117.6	18.4	
14	6.8	58.1	7.1	10.0	74.6	18.1	12.0	79.8	17.5	15.5	88.5	17.6	21	105.4	26.1	26	119.6	34.6	32	124.5	25.4	
2.2	7.0	59.7	8.7	10.5	78.3	21.7	12.5	82.9	20.6	16	91.1	20.2	22	110.0	30.7	27	123.8	38.8	34	131.5	32.3	20
2.8	7.5	63.8	12.8	11.0	81.9	25.2	13.0	86.0	23.7	17	95.8	26.1	23	114.6	35.3	28	128.0	43.0	36	138.4	39.3	3.0
	8.0	67.8	16.8	11.5	85.4	28.7	13.5	89.1	26.8	18	102.9	32.1	24	119.2	39.9	29	132.2	47.2	38	145.4	46.2	3.1
	8.5	72.6	21.6	12.0	88.9	32.2	14.0	92.2	29.9	19	108.2	37.4	25	123.8	44.4	30	136.4	51.4	40	154.1	55.0	
	9.0	76.7	25.7	12.5	92.4	35.8	14.5	96.1	33.7	20	113.5	42.7	26	128.4	42.0	31	140.6	55.6	42	161.2	62.0	
	9.5	80.8	29.8	13.0	95.9	40.2	15.0	100.1	37.7	21	118.9	48.0	27	133.0	53.6	32	144.8	59.8	44	168.3	69.1	
	10.0	84.9	33.9	13.5	101.5	44.9	15.5	103.2	40.9	22	124.2	53.3	28	137.5	58.2	33	151.3	66.3	46	175.3	76.2	
16	10.5	89.0	38.0	14.0	105.1	48.5	16.0	106.4	44.1	23	129.5	58.7	29	142.1	63.8	34	155.6	70.6	48	182.4	83.2	25
2.4	11.0	93.1	42.1	14.5	108.8	52.1	17.0	112.7	50.4	24	134.8	64.0	30	145.2	69.9	35	159.9	74.9	50	189.5	90.3	–
2.9	11.5	98.4	47.4	15.0	112.4	55.7	18.0	119.1	56.7	25	140.1	69.3	31	153.9	74.6	37	168.5	83.5	52	196.5	97.4	3.8

FLEXION SIMPLE EN LOSAS — HORMIGON H 250



Recubrimiento $c \geq \phi$ ó 15 mm

Resistencias útiles : Hormigón $\bar{\sigma}_c$ = 90 kp/cm²
Acero AEH 400 N $\bar{\sigma}_s$ = 2330 kp/cm²
Acero AEH 500 N $\bar{\sigma}_s$ = 2900 kp/cm²

Esfuerzos útiles : De tracción $\bar{U} = A_s\bar{\sigma}_s$
De compresión $U' = A_s\bar{\sigma}_s$

La tabla de valores exactos para el acero AEH 400 N. Con acero AEH 500 N, la tabla de valores suficientemente aproximados, siempre a favor de la seguridad.

LIMITACIONES RECOMENDABLES PARA LA ELECCION DEL CANTO

$h \geq 10$ cm, salvo casos excepcionales (marquesinas, etc)

En centros de vanos, con momentos positivos, $\bar{U}' = 0$

Viviendas, hoteles, etc $q = 200$ kp/m²	$h \geq 1/27$	Tramo aislado
	$h \geq 1/32$	Tramo continuo externo
	$h \geq 1/38$	Tramo continuo interno
Comercial, garages, etc $q = 500$ kp/m²	$h \geq 1/22$	Tramo aislado
	$h \geq 1/27$	Tramo continuo externo
	$h \geq 1/32$	Tramo continuo interno

ARMADURA TRANSVERSAL

Cargas uniformes $\bar{U}_t \geq 0{,}2\ \bar{U} \nless \bar{U}_m$
$\bar{U}_m$ primer momento de la columna $\bar{U}$

Cargas concentradas Ver EH-82, art. 53.3

ϕ	SECCION 7x100			SECCION 8x100			SECCION 10x100			SECCION 12x100			SECCION 14x100			SECCION 15x100			SECCION 16x100			ϕ
d_1 cm d_2 cm	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	d_1 cm d_2 cm
	≤0.14	2.9	0	≤0.20	3.4	0	≤0.33	4.2	0	≤0.50	5.0	0	≤0.70	5.9	0	≤0.8	6.3	0	≤0.9	6.7	0	
	0.15	3.0	0	0.21	3.5	0	0.34	4.3	0	0.55	5.6	0	0.75	6.3	0	0.9	7.0	0	1.0	7.3	0	
	0.16	3.2	0	0.22	3.7	0	0.35	4.4	0	0.60	6.1	0	0.80	6.8	0	1.0	7.8	0	1.1	8.0	0	
	0.17	3.4	0	0.23	3.8	0	0.36	4.5	0	0.65	6.6	0	0.85	7.2	0	1.1	8.7	0	1.2	8.8	0	
	0.18	3.6	0	0.24	4.0	0	0.37	4.7	0	0.70	7.1	0	0.90	7.6	0	1.2	9.5	0	1.3	9.5	0	
	0.19	3.8	0	0.25	4.2	0	0.38	4.8	0	0.75	7.7	0	0.95	8.1	0	1.3	10.3	0	1.4	10.3	0	
	0.20	4.0	0	0.26	4.4	0	0.39	4.9	0	0.80	8.2	0	1.00	8.5	0	1.4	11.1	0	1.5	11.0	0	6
	0.21	4.2	0	0.27	4.5	0	0.40	5.1	0	0.85	8.8	0	1.05	9.0	0	1.5	12.0	0	1.6	11.8	0	1.8
	0.22	4.4	0	0.28	4.7	0	0.41	5.2	0	0.90	9.3	0	1.10	9.4	0	1.6	12.8	0	1.7	12.6	0	-
	0.23	4.7	0	0.29	4.9	0	0.42	5.3	0	0.95	9.9	0	1.15	9.9	0	1.7	13.8	0	1.8	13.5	0	
	0.24	4.9	0	0.30	5.1	0	0.43	5.4	0	1.00	10.4	0	1.20	10.3	0	1.8	14.7	0	1.9	14.3	0	
	0.25	5.1	0	0.31	5.3	0	0.44	5.6	0	1.05	11.0	0	1.25	10.8	0	1.9	15.5	0	2.0	15.1	0	
	0.26	5.3	0	0.32	5.4	0	0.45	5.7	0	1.10	11.5	0	1.3	11.2	0	2.0	16.4	0	2.1	15.9	0	
	0.27	5.5	0	0.33	5.6	0	0.46	5.8	0	1.15	12.1	0	1.4	12.2	0	2.1	17.3	0	2.2	16.7	0	
	0.28	5.7	0	0.34	5.8	0	0.48	6.1	0	1.20	12.7	0	1.5	13.1	0	2.2	18.2	0	2.3	17.5	0	
	0.29	6.0	0	0.35	6.0	0	0.50	6.4	0	1.25	13.4	0	1.6	14.2	0	2.3	19.1	0	2.4	18.4	0	
	0.30	6.2	0	0.36	6.2	0	0.55	7.0	0	1.30	14.0	0	1.7	15.1	0	2.4	20.1	0	2.5	19.2	0	8
	0.31	6.4	0	0.37	6.3	0	0.60	7.7	0	1.35	14.5	0	1.8	16.1	0	2.5	21.0	0	2.6	20.0	0	1.9
	0.32	6.6	0	0.38	6.5	0	0.65	8.4	0	1.40	15.1	0	1.9	17.1	0	2.6	21.9	0	2.8	21.8	0	-
	0.33	6.9	0	0.39	6.7	0	0.70	9.1	0	1.45	15.7	0	2.0	18.0	0	2.7	22.9	0	3.0	23.7	0	
	0.34	7.1	0	0.40	6.9	0	0.75	9.8	0	1.50	16.3	0	2.1	19.0	0	2.8	24.1	0	3.2	25.5	0	
	0.35	7.3	0	0.42	7.3	0	0.80	10.5	0	1.55	17.0	0	2.2	20.1	0	2.9	25.0	0	3.4	27.3	0	
	0.36	7.5	0	0.44	7.6	0	0.85	11.2	0	1.60	17.6	0	2.3	21.1	0	3.0	26.0	0	3.6	29.1	0	
	0.37	7.8	0	0.46	8.0	0	0.90	12.0	0	1.65	18.2	0	2.4	22.1	0	3.1	27.0	0	3.8	31.0	0	10
	0.38	8.0	0	0.48	8.4	0	0.95	12.7	0	1.70	18.8	0	2.5	23.2	0	3.2	28.0	0	4.0	33.0	0	2.0
	0.39	8.2	0	0.50	8.8	0	1.00	13.8	0	1.75	19.4	0	2.6	24.5	0	3.3	29.1	0	4.2	34.9	0	-
	0.40	8.5	0	0.52	9.1	0	1.05	14.4	0	1.80	20.1	0	2.7	25.6	0	3.4	30.1	0	4.4	37.3	0	
	0.41	8.7	0	0.54	9.5	0	1.10	15.2	0	1.85	20.7	0	2.8	26.7	0	3.5	31.1	0	4.6	39.4	0	
	0.42	8.9	0	0.56	9.9	0	1.15	16.0	0	1.90	21.4	0	2.9	27.8	0	3.6	32.2	0	4.8	41.5	0	
	0.43	9.2	0	0.58	10.3	0	1.20	16.8	0	2.0	22.7	0	3.0	28.9	0	3.7	33.3	0	5.0	43.7	0	
	0.44	9.4	0	0.60	10.7	0	1.25	17.6	0	2.1	24.3	0	3.1	30.1	0	3.8	34.4	0	5.2	46.0	0	12
	0.45	9.7	0	0.62	11.1	0	1.30	18.4	0	2.2	25.7	0	3.2	31.3	0	4.0	36.6	0	5.4	48.3	0	2.1
	0.46	9.9	0	0.64	11.5	0	1.35	19.3	0	2.3	27.2	0	3.3	32.5	0	4.2	38.3	0	5.6	50.8	0	2.7
	0.47	10.2	0	0.66	11.9	0	1.40	20.1	0	2.4	28.6	0	3.4	33.7	0	4.4	41.7	0	5.8	53.9	0	
	0.48	10.4	0	0.68	12.4	0	1.45	21.0	0	2.5	30.1	0	3.5	34.9	0	4.6	44.2	0	6.0	59.9	3.2	
	0.50	10.9	0	0.70	12.8	0	1.50	21.8	0	2.6	31.7	0	3.6	36.1	0	4.8	46.8	0	6.2	61.8	5.1	
	0.52	11.4	0	0.75	14.1	0	1.55	22.7	0	2.7	33.2	0	3.8	38.2	0	5.0	49.5	0	6.4	63.7	7.1	
6	0.54	11.9	0	0.80	15.3	0	1.60	24.1	0	2.8	34.9	0	3.9	40.6	0	5.2	56.4	3.3	6.6	65.6	9.0	14
1.8	0.56	12.5	0	0.85	16.4	0	1.65	25.1	0	2.9	36.5	0	4.0	42.0	0	5.4	58.6	5.5	6.8	67.6	10.9	2.2
-	0.58	13.0	0	0.90	17.6	0	1.70	26.0	0	3.0	39.0	0	4.2	44.8	0	5.6	60.7	7.5	7.0	69.5	13.8	2.8
	0.60	13.9	0	0.95	18.9	0	1.75	27.0	0	3.1	40.8	0	4.4	47.3	0	5.8	62.8	9.7	7.5	75.2	18.5	
	0.65	15.4	0	1.00	20.3	0	1.80	28.1	0	3.2	46.6	4.1	4.6	54.8	5.2	6.0	65.0	11.8	8.0	80.1	23.4	16
8	0.70	16.9	0	1.05	21.5	0	1.85	29.1	0	3.3	48.1	5.6	4.8	57.1	7.6	6.5	70.3	17.5	8.5	85.0	38.3	-
1.9	0.75	18.5	0	1.10	22.9	0	1.90	30.2	0	3.4	49.6	7.1	5.0	59.5	9.9	7.0	75.7	23.5	9.0	89.9	38.3	2.9
-	0.80	20.2	0	1.15	25.1	0	2.00	32.4	0	3.6	52.6	10.1	6.0	71.4	21.9	7.5	82.1	29.0	10.0	101.1	44.5	20

ϕ	SECCION 18x100			SECCION 20x100			SECCION 22x100			SECCION 25x100			SECCION 28x100			SECCION 30x100			SECCION 35x100			ϕ
d_1 cm d_2 cm	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	$\bar{M}$ MPm/m	$\bar{U}$ MP/m	$\bar{U}'$ MP/m	d_1 cm d_2 cm
	≤1.1	7.5	0	≤1.4	8.4	0	≤1.8	9.2	0	≤2.3	10.5	0	≤3.0	11.7	0	≤3.4	12.6	0	≤4.7	14.7	0	
	1.3	8.3	0	1.6	9.0	0	2.0	10.2	0	2.4	10.6	0	3.2	12.6	0	3.6	13.1	0	5.0	15.5	0	
	1.4	8.9	0	1.8	10.2	0	2.2	11.2	0	2.5	11.1	0	3.4	13.4	0	3.8	13.9	0	5.5	17.1	0	
	1.5	9.6	0	2.0	11.4	0	2.4	12.3	0	3.0	13.4	0	3.6	14.2	0	4.0	14.7	0	6.0	18.7	0	8
	1.6	10.2	0	2.2	12.6	0	2.6	13.4	0	3.5	15.8	0	3.8	15.0	0	4.2	15.4	0	6.5	20.3	0	1.9
	1.7	10.9	0	2.4	13.9	0	2.8	14.5	0	4.0	18.1	0	4.0	15.9	0	4.4	16.2	0	7.0	22.0	0	-
6	1.8	11.6	0	2.6	15.1	0	3.0	15.6	0	4.2	19.1	0	4.2	16.7	0	4.6	16.9	0	7.5	23.7	0	
1.8	1.9	12.3	0	2.8	16.3	0	3.2	16.7	0	4.4	20.0	0	4.4	17.5	0	4.8	17.7	0	8.0	25.3	0	
-	2.0	12.9	0	3.0	17.5	0	3.4	17.8	0	4.6	21.0	0	4.6	18.4	0	5.0	18.5	0	8.5	27.0	0	
	2.2	14.4	0	3.2	18.8	0	3.6	18.9	0	4.8	22.0	0	4.8	19.2	0	5.5	20.4	0	9.0	28.7	0	
	2.4	15.8	0	3.4	20.0	0	3.8	20.0	0	5.0	22.9	0	5.0	20.0	0	6.0	22.4	0	9.5	30.4	0	
	2.6	17.2	0	3.6	21.3	0	4.0	21.2	0	5.2	24.0	0	5.5	22.1	0	6.5	24.4	0	10.0	32.1	0	10
	2.8	18.6	0	3.8	22.6	0	4.2	22.3	0	5.4	25.0	0	6.0	24.4	0	7.0	26.4	0	10.5	33.8	0	2.0
8	3.0	20.0	0	4.0	24.0	0	4.4	23.8	0	5.6	26.0	0	6.5	26.5	0	7.5	28.4	0	11.0	35.5	0	-
1.9	3.2	21.5	0	4.2	25.3	0	4.6	24.7	0	5.8	27.0	0	7.0	28.7	0	8.0	30.4	0	11.5	37.3	0	
-	3.4	23.0	0	4.4	26.7	0	4.8	25.9	0	6.0	28.0	0	7.5	30.9	0	8.5	32.5	0	12.0	39.1	0	
	3.6	24.6	0	4.6	28.0	0	5.0	27.1	0	6.2	29.0	0	8.0	33.2	0	9.0	34.6	0	12.5	40.9	0	
	3.8	26.2	0	4.8	29.4	0	5.2	28.3	0	6.4	30.0	0	8.5	35.4	0	9.5	36.8	0	13.0	42.6	0	
	4.0	27.7	0	5.0	30.7	0	5.4	29.4	0	6.6	31.1	0	9.0	37.9	0	10.0	38.9	0	13.5	44.4	0	
	4.2	29.3	0	5.2	32.1	0	5.6	30.7	0	6.8	32.1	0	9.5	40.2	0	10.5	41.0	0	14.0	46.2	0	12
	4.4	30.9	0	5.4	33.5	0	5.8	31.9	0	7.0	33.1	0	10.0	42.6	0	11.0	43.2	0	14.5	48.0	0	2.1
10	4.6	32.5	0	5.6	34.9	0	6.0	33.1	0	7.5	35.7	0	10.5	44.9	0	11.5	45.4	0	15	49.9	0	-
2.0	4.8	34.1	0	5.8	36.4	0	6.5	36.2	0	8.0	38.6	0	11.0	47.4	0	12.0	47.6	0	16	53.6	0	
-	5.0	35.8	0	6.0	38.1	0	7.0	39.8	0	8.5	41.3	0	11.5	49.8	0	12.5	49.8	0	17	57.5	0	
	5.2	37.6	0	6.2	39.6	0	7.5	42.9	0	9.0	44.1	0	12.0	52.3	0	13	52.1	0	18	61.4	0	14
	5.4	39.5	0	6.4	41.1	0	8.0	46.3	0	9.5	46.9	0	12.5	55.1	0	14	56.9	0	19	65.3	0	2.2
	5.6	41.3	0	6.6	42.6	0	8.5	49.7	0	10.0	49.8	0	13.0	57.7	0	15	61.7	0	20	69.2	0	2.8
	5.8	43.1	0	6.8	44.1	0	9.0	53.7	0	10.5	53.0	0	13.5	60.3	0	16	66.6	0	21	73.6	0	16
	6.0	44.9	0	7.0	45.7	0	9.5	57.4	0	11.0	56.0	0	14	63.9	0	17	71.6	0	22	77.7	0	2.4
	6.2	46.8	0	7.5	49.7	0	10.0	61.2	0	11.5	59.1	0	15	66.4	0	18	77.1	0	24	86.2	0	2.9
12	6.4	48.7	0	8.0	54.3	0	10.5	65.1	0	12	62.2	0	16	74.4	0	19	82.5	0	26	96.0	0	
2.1	6.6	50.6	0	8.5	58.7	0	11.0	69.2	0	13	65.7	0	17	80.3	0	20	88.0	0	28	105.5	0	
-	6.8	52.6	0	9.0	63.3	0	11.5	74.1	0	14	76.1	0	18	86.5	0	22	100.9	0	30	115.5	0	
14	7.0	55.2	0	9.5	68.1	0	12.0	81.3	3.4	15	83.4	0	19	92.9	0	24	113.8	7.5	32	127.9	3.9	20
2.2	7.5	60.6	0	10.0	75.9	5.1	12.5	84.4	6.5	16	93.0	4.5	20	101.1	3.9	26	122.2	15.9	34	134.8	10.9	3.0
2.8	8.0	68.6	4.9	10.5	79.4	8.6	13.0	87.5	9.5	17	99.4	10.8	22	112.3	13.1	28	130.6	24.3	36	141.8	17.8	3.1
	8.5	73.8	9.6	11.0	83.0	12.1	13.5	90.5	12.6	18	104.7	16.2	24	121.5	22.3	30	139.0	32.7	38	150.3	26.3	
16	9.0	77.4	13.7	12.0	90.0	19.2	14.0	93.6	15.7	19	110.0	21.5	26	130.6	31.5	32	149.4	41.2	40	157.3	33.4	
2.4	9.5	81.5	17.8	13.0	97.9	27.1	14.5	97.4	19.5	20	115.3	26.8	28	139.8	40.6	34	158.0	51.8	42	164.4	40.4	
2.9	10.0	85.6	21.9	14.0	106.1	35.2	15	101.3	23.4	21	120.7	32.1	30	151.3	53.2	36	166.6	60.3	44	171.5	47.5	
	11.0	94.9	31.1	15.0	113.3	42.5	16	107.7	29.8	22	126.0	37.4	32	160.7	61.5	38	175.2	68.9	46	178.5	54.8	
20	12.0	104.4	40.6	16.0	120.6	49.7	18	120.3	42.4	24	136.6	48.1	34	170.1	70.9	40	183.8	77.5	48	185.6	61.6	
3.0	13.0	112.9	49.1	17.0	127.8	57.0	20	133.0	55.1	26	150.1	61.5	36	179.5	88.3	42	192.3	86.1	50	192.7	68.7	25
3.1	14.0	121.3	57.6	18.0	135.1	64.2	22	145.7	67.7	28	161.0	72.4	38	188.9	89.7	44	200.9	94.7	55	210.3	86.4	-
	14.5	125.6	61.8	18.5	138.7	67.8	23	155.7	77.8	30	171.9	83.4	40	198.3	99.1	46	209.5	103.3	60	228.0	104.0	38