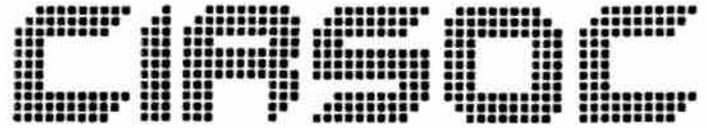


INTI
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Recomendación CIRSOC 301-2



Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI

Métodos Simplificados, Admitidos para el Cálculo de las Estructuras Metálicas

Julio 1982

SIREA

Esta Publicación integra el
sistema Reglamentario Argentino
para las Obras Civiles

INTI CIRSOC

*Av. Cabildo 65 Subsuelo - Ala Savio
(C1426AAA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
República Argentina*

Tel./Fax: (54 11) 4779-5271/5273

Web: www.inti.gob.ar/cirsoc

*E-mail: cirsoc@ffmm.gov.ar
cirsoc@inti.gob.ar*

Primer Director Técnico († 1980): Ing. Luis María Machado

Directora Técnica: Inga. Marta S. Parmigiani

© 1996

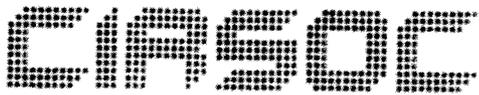
Editado por INTI

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Av. Leandro N. Alem 1067 - 7° piso - Buenos Aires. Tel. 313-3013

**Queda hecho el depósito que fija la ley 11.723. Todos los derechos, reservados.
Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización escrita del editor. Impreso
en la Argentina.**

Printed in Argentina.



ORGANISMOS PROMOTORES

Ministerio de Obras y Servicios Públicos
Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires
Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda
Empresa Obras Sanitarias de la Nación
Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires
Comisión Nacional de Energía Atómica
Empresa del Estado Agua y Energía Eléctrica
Dirección Nacional de Vialidad
Hidronor S.A

MIEMBRO ADHERENTE

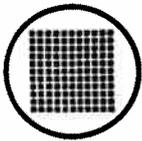
Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas

**

ASESORES QUE INTERVINIERON EN LA REDACCION DE LA RECOMENDACION CIRSOC 301-2

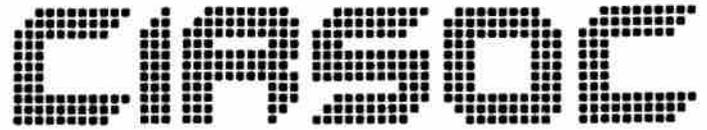
Coordinador: Ing. César J. Vasino (t)

**



INTI
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Recomendación CIRSOC 301-2



Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI

Métodos Simplificados, Admitidos para el Cálculo de las Estructuras Metálicas

Julio 1982

SIREA
Esta Publicación integra el
Sistema Reglamentario Argentino
para las Obras Civiles

INDICE

CAPITULO 1. CALCULO DE VIGAS SOLICITADAS A FLEXION EN DOS PLANOS ORTOGONALES	1
CAPITULO 2. MOMENTOS DE CALCULO Y REACCIONES DE APOYO EN VIGAS CONTINUAS	5
2.1. Introducción	5
2.2. Momento de cálculo en vigas continuas	5
2.3. Reacciones de apoyo en vigas continuas	15
CAPITULO 3. MODULOS RESISTENTES DE VIGAS SOLICITADAS A FLEXION	17

CAPITULO 1. CALCULO DE VIGAS SOLICITADAS A FLEXION EN DOS PLANOS ORTOGONALES

Cuando el elemento resistente se halle sometido a flexión en dos planos longitudinales y, z, con momentos flexores M_y , M_z ; según los ejes principales de inercia de la sección (y,z); a los efectos del cálculo se podrá sustituir por un estado de flexión simple representado por un solo momento flexor $(M \text{ calc})_y$ según el eje y, o en su defecto uno de valor $(M \text{ calc})_z$ según el eje z, cuyos valores podrán calcularse con las expresiones siguientes:

$$(M \text{ calc})_y = \alpha_y M_y$$

$$(M \text{ calc})_z = \alpha_z M_z$$

siendo:

M_y la proyección del momento que solicita a la sección, sobre el eje y;

M_z la proyección del momento que solicita a la sección, sobre el eje z;

$(M \text{ calc})_y$ el momento según el eje y con el cual se obtiene una sección igual a la que se obtendría calculando con M_y , M_z actuando simultáneamente (flexión oblicua);

$(M \text{ calc})_z$ el momento según el eje z con el cual se obtiene una sección igual a la que se obtendría calculando con M_y , M_z actuando simultáneamente (flexión oblicua);

A_a el área del alma de la sección (dirección z);

A el área total de la sección;

I_y el momento de inercia según el eje y;

I_z el momento de inercia según el eje z;

W_y el módulo resistente de la sección según el eje y;

W_z el módulo resistente de la sección según el eje z.

Para cálculo elástico los coeficientes α_y ; α_z se obtienen de la tabla 1 o de las siguientes expresiones:

$$\alpha_y = 1 + \frac{W_y}{W_z} \frac{M_z}{M_y}$$

$$\alpha_z = 1 + \frac{W_z}{W_y} \frac{M_y}{M_z}$$

Tabla 1. Valores de α_y (superior), α_z (inferior) en cálculo elástico.

M_y/M_z \ W_y/W_z	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
1,00	2,00 2,00	3,00 1,50	4,00 1,33	5,00 1,25	6,00 1,20
2,00	1,50 3,00	2,00 2,00	2,50 1,67	3,00 1,50	3,50 1,40
3,00	1,33 4,00	1,67 2,50	2,00 2,00	2,33 1,75	2,67 1,60
4,00	1,25 5,00	1,50 3,00	1,75 2,33	2,00 2,00	2,25 1,80
5,00	1,20 6,00	1,40 3,50	1,60 2,67	1,80 2,25	2,00 2,00

Para cálculo plástico los coeficientes α_y ; α_z se obtienen de la tabla 2 aplicando el siguiente criterio:

$$\left(\frac{M_y}{M_z} \right) \geq \left(\frac{M_y}{M_z} \right)^* \quad \phi \geq \phi^* \quad \theta \leq \theta_0 \quad \text{Usar } \alpha_y$$

$$\left(\frac{M_y}{M_z} \right) \leq \left(\frac{M_y}{M_z} \right)^* \quad \phi \leq \phi^* \quad \theta \geq \theta_0 \quad \text{Usar } \alpha_z$$

donde:

$$\left(\frac{M_y}{M_z} \right)^* = + \frac{b t}{(b_0 - d)d}$$

es la relación de momentos que produce que el eje neutro forme un θ_0 con el eje y.

Los valores de t , d , b_0 , b , h , ϕ^* , θ_0 se indican en las figuras 1 y 2.

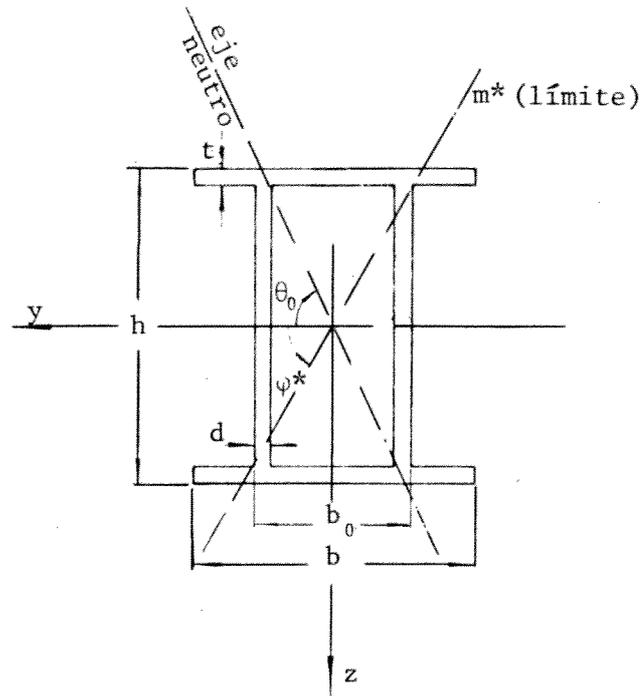


Figura 1.

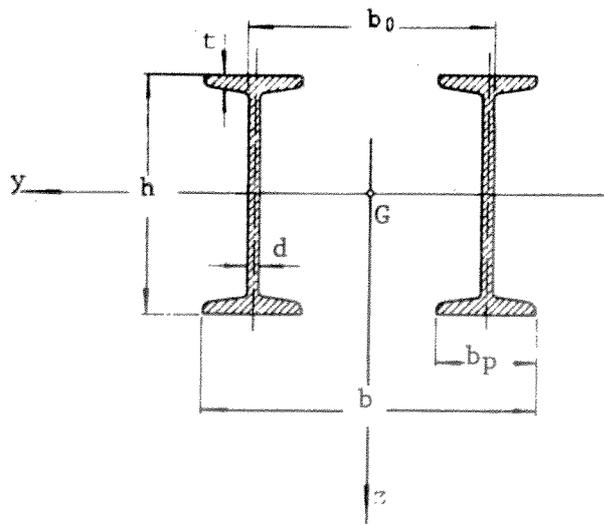


Figura 2

Tabla 2. Valores de α_y (superior) y α_z (inferior) en cálculo plástico para secciones bisimétricas construídas con elementos de pared delgada

I_y/I_z	M_y/M_z	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
	A_a/A									
0,75	0,20	4,09 1,02	2,35 1,08	1,79 1,16	1,52 1,26	1,37 1,37	1,11 2,02	1,05 2,71	1,03 3,41	1,02 4,12
	0,40	4,12 1,03	2,36 1,10	1,80 1,21	1,53 1,34	1,37 1,48	1,12 2,26	1,05 3,09	1,03 3,92	1,02 4,76
	0,60	4,16 1,04	2,38 1,15	1,81 1,29	1,53 1,46	1,38 1,64	1,12 2,60	1,06 3,60	1,03 4,61	1,02 5,62
	0,80	4,21 1,07	2,40 1,25	1,82 1,47	1,55 1,72	1,39 1,97	1,12 3,31	1,06 4,68	1,03 6,06	1,02 7,44
1,0	0,20	4,86 1,02	2,72 1,07	2,03 1,15	1,69 1,24	1,50 1,35	1,16 1,95	1,08 2,61	1,04 3,28	1,03 3,95
	0,40	4,86 1,02	2,72 1,09	2,03 1,19	1,69 1,31	1,50 1,44	1,16 2,17	1,08 1,94	1,04 3,73	1,03 4,52
	0,60	4,86 1,04	2,72 1,13	2,03 1,26	1,69 1,41	1,50 1,58	1,16 2,47	1,08 3,41	1,04 4,35	1,03 5,30
	0,80	4,86 1,06	2,72 1,22	2,03 1,42	1,69 1,65	1,50 1,88	1,16 3,13	1,08 4,40	1,04 5,68	1,03 6,97
1,5	0,20	6,53 1,02	3,55 1,06	2,57 1,13	2,08 1,21	1,80 1,31	1,28 1,87	1,14 2,48	1,00 3,10	1,05 3,72
	0,40	6,40 1,02	3,48 1,08	2,52 1,16	2,05 1,27	1,78 1,39	1,27 2,04	1,14 2,75	1,08 3,46	1,05 4,19
	0,60	6,25 1,03	3,41 1,11	2,47 1,22	2,02 1,35	1,75 1,50	1,26 2,30	1,13 3,15	1,08 4,00	1,05 4,86
	0,80	6,06 1,05	3,31 1,18	2,41 1,36	1,97 1,56	1,72 1,77	1,25 2,88	1,12 4,03	1,07 5,18	1,05 6,34
2,0	0,20	8,73 1,01	4,64 1,06	3,28 1,12	2,61 1,20	2,22 1,28	1,46 1,81	1,24 2,38	1,15 2,96	1,10 3,56
	0,40	8,26 1,02	4,41 1,07	3,13 1,15	2,50 1,24	2,13 1,35	1,42 1,95	1,22 2,61	1,13 3,27	1,09 3,95
	0,60	7,76 1,03	4,16 1,09	2,97 1,19	2,38 1,31	2,03 1,45	1,38 2,18	1,20 2,96	1,12 3,75	1,08 4,55
	0,80	7,23 1,04	3,89 1,16	2,79 1,32	2,25 1,50	1,93 1,69	1,34 2,71	1,17 3,77	1,10 4,84	1,07 5,91
3,0	0,20	23,01 1,01	11,76 1,04	8,02 1,10	6,15 1,16	5,03 1,24	2,80 1,69	2,08 2,20	1,73 2,71	1,53 3,25
	0,40	15,51 1,01	8,02 1,05	5,52 1,12	4,28 1,19	3,54 1,28	2,08 1,80	1,62 2,37	1,40 2,96	1,28 3,55
	0,60	11,97 1,02	6,25 1,07	4,35 1,16	3,41 1,25	2,85 1,37	1,75 2,00	1,41 2,68	1,26 3,37	1,18 4,07
	0,80	9,70 1,04	5,12 1,13	3,60 1,26	2,85 1,41	2,40 1,58	1,55 2,48	1,29 3,42	1,18 4,36	1,12 5,31
4,0	0,60	23,42 1,01	11,97 1,06	8,15 1,12	6,25 1,20	5,11 1,29	2,85 1,82	2,11 2,40	1,75 3,00	1,54 3,60
	0,80	2,76 1,03	6,64 1,11	4,61 1,22	3,60 1,35	3,00 1,50	1,82 2,30	1,46 3,15	1,29 4,00	1,20 4,86

CAPITULO 2. MOMENTOS DE CALCULO Y REACCIONES DE APOYO EN VIGAS CONTINUAS

2.1. INTRODUCCION

En estructuras de acero es frecuente la adaptación de viguetas de techo, correas y vigas principales a vigas continuas y por ello el análisis del momento de cálculo y reacciones de apoyo en vigas continuas por métodos exactos y aproximados requiere atención especial.

El objeto de esta recomendación es el establecer métodos expeditivos que permitan determinar el momento de cálculo y reacciones de vínculo en vigas continuas.

2.2. MOMENTO DE CALCULO EN VIGAS CONTINUAS

2.2.1. En los casos de vigas continuas de sección constante de 3 o más apoyos, con luces en los distintos tramos aproximadamente iguales (cociente de valor menor respecto al valor mayor superior a 0,9) como en vigas continuas de entrepisos, correas y vigas principales es admisible el empleo de métodos aproximados que asimilen el elemento o viga continua de tramos iguales para los cuales el momento flexor de cálculo se obtiene por:

$$M_{\text{calc.}} = \frac{(p + g) l^2}{k}$$

siendo:

- p las acciones variables;
- g las acciones permanentes;
- l la distancia entre apoyos del tramo;
- k la constante que se obtiene de la tabla 3.

Tabla 3

Tramo	k	
	Cálculo elástico	Cálculo Plástico
Extremo	9	11
Interior	9	16

En el caso en que la relación de luces en los distintos tramos difiera de la condición anterior (luz menor $\leq 0,9$ luz mayor) el valor de k debe ser adoptado de la tabla 4.

Tabla 4. Valores del coeficiente k.

Valores de k ($M_{calc} = \frac{(p + g) l^2}{k}$)									
$\frac{\text{luz del tramo}}{\text{luz tramo adyacente}}$		0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
Cálc. Elástico	Tramo Extremo	3	5	7	9	10	11	11	11
	Tramo Interior	3	4	7	9	11	12	12	14
Cálc. Plástico	Tramo Extremo	11 ^{**}	11 [*]	11	11	11	11	11	11
	Tramo Interior	16	16	16	16	16	16	16	16

* El valor de k puede ser elevado a 12 cuando la acción variable es inferior al 25% de la acción permanente.

** El valor de k puede ser elevado a 12 cuando la acción variable es inferior al 67% de la acción permanente y puede ser elevado a 13 cuando la acción variable es inferior al 25% de la acción permanente.

2.2.2. Para otras condiciones de carga el diagrama de momentos del tramo de la viga continua puede ser obtenido en forma aproximada por las expresiones que se presentan a continuación. El mayor valor absoluto del mismo será adoptado como momento de cálculo elástico. Para el cálculo plástico el diagrama permite definir la posición de las articulaciones plásticas que conducen al mecanismo de viga del tramo y con este el valor de la carga máxima o del momento de cálculo plástico.

Tramo extremo:

$$M(x) = M_0(x) - \alpha_a M_a \frac{x}{l}$$

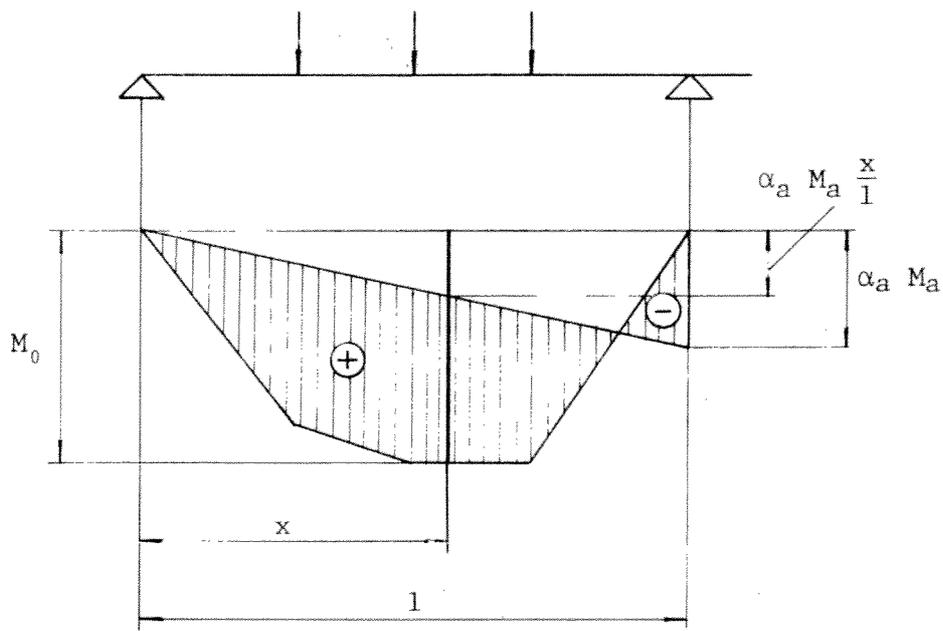


Figura 3

Tramo interior:

$$M(x) = M_0(x) - \alpha_b M_b \left(1 - \frac{x}{l}\right) - \alpha_c M_c \frac{x}{l}$$

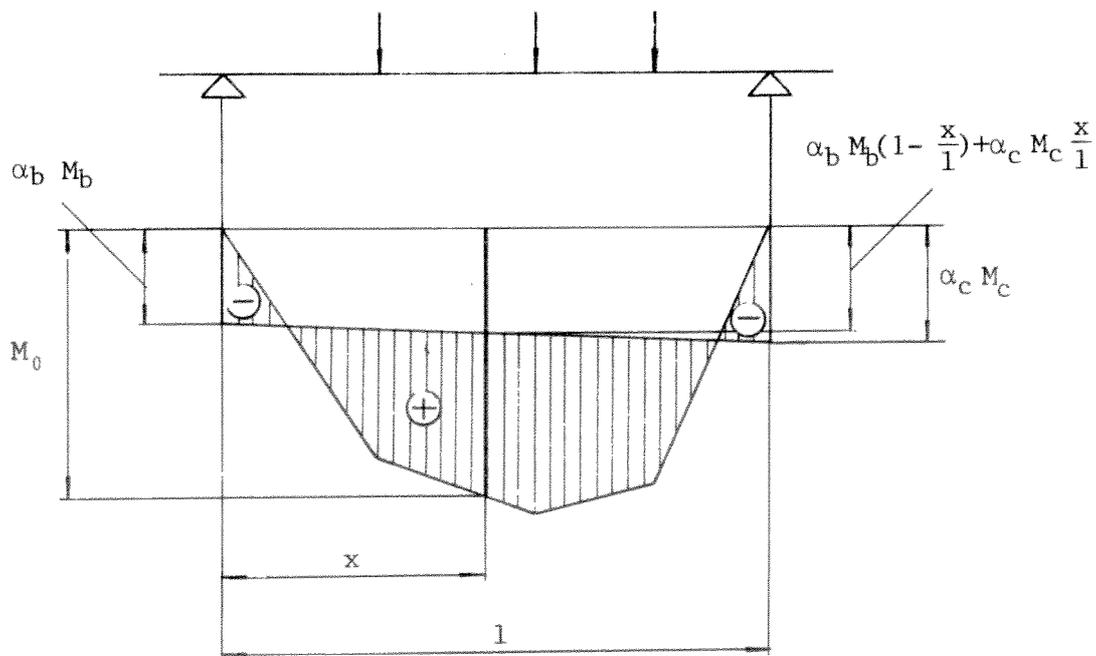


Figura 4

siendo:

$M_0(x)$ el diagrama de momentos flexores en el tramo supuesto simplemente apoyado;

M_a el momento del empotramiento en el tramo extremo, apoyado en el apoyo extremo y supuesto empotrado en el apoyo interior;

M_b, M_c los momentos de empotramiento en ambos extremos del tramo interior, supuestos empotrados;

$\alpha_a, \alpha_b, \alpha_c$ coeficiente a tomar de tabla 5.

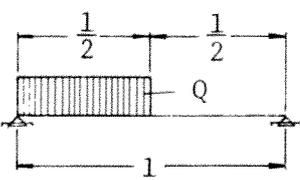
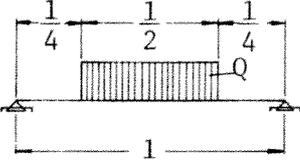
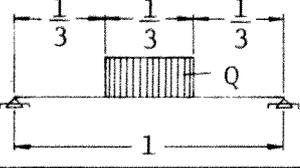
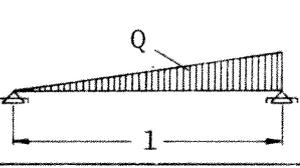
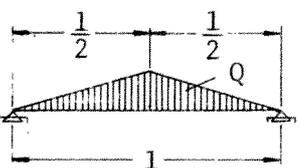
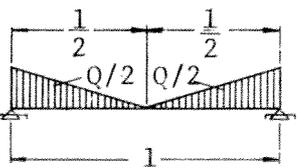
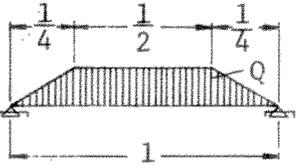
Tabla 5. Valores de los coeficientes $\alpha_a, \alpha_b, \alpha_c$.

Estado de carga de la viga continua	Coeficiente	longitud del tramo long. del tramo adyacente								
		0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Carga sólo en el tramo de cálculo	α_a	0,38	0,42	0,48	0,53	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69
	α_b, α_c	0,43	0,47	0,54	0,60	0,64	0,68	0,71	0,73	0,75
Carga común en todos los tramos	α_a	2,25	1,61	1,03	0,80	0,70	0,66	0,64	0,64	0,64
	α_b, α_c	3,86	2,67	1,61	1,20	1,02	0,92	0,88	0,85	0,85

Las tablas 6 y 6(a) presentan los valores del momento de cálculo determinados por aplicación del procedimiento aproximado anterior para los casos más comunes de la técnica.

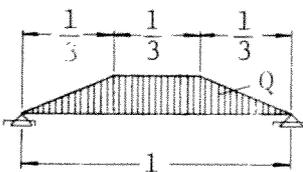
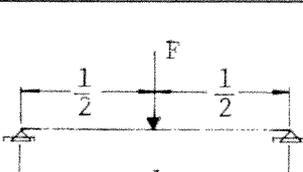
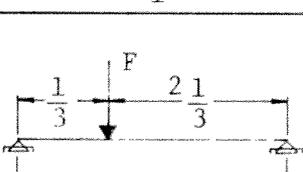
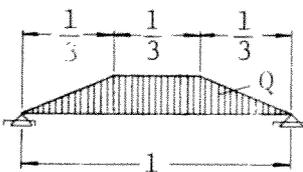
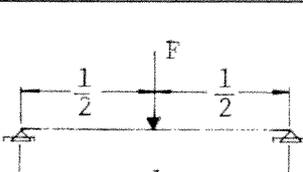
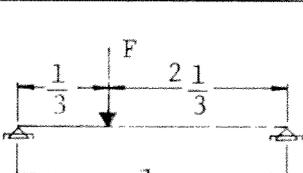
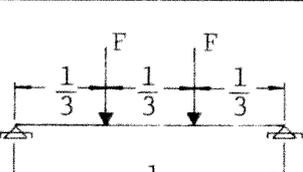
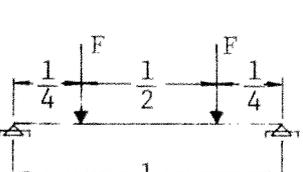
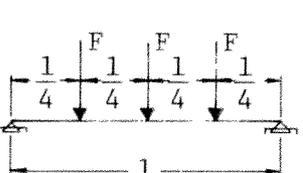
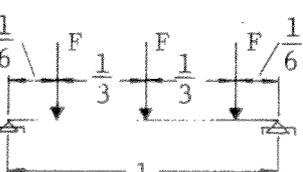
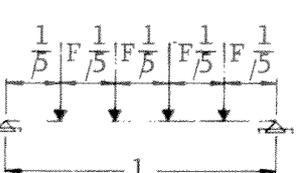
La tabla 7 presenta los valores del momento de colapso determinados por aplicación del mismo procedimiento para los casos más comunes de carga en la viga continua con cualquier relación de luces, para el cálculo plástico.

Tabla 6. Expresiones del momento de cálculo en la viga continua de luces iguales para el cálculo elástico.

N°	Estado de Carga	Carga	Tramo extremo		Tramo interior
					
1		Sólo en el tramo	0,1197 Ql	0,0954 Ql	0,0862 Ql
		En todos los tramos	0,1097 Ql	0,1125 Ql	0,1375 Ql
2		Sólo en el tramo	0,1440 Ql	-----	0,1187 Ql
		En todos los tramos	0,1374 Ql	-----	0,1375 Ql
3		Sólo en el tramo	0,1620 Ql	-----	0,1361 Ql
		En todos los tramos	0,1444 Ql	-----	0,1443 Ql
4		Sólo en el tramo	0,0897 Ql	0,0696 Ql	0,0770 Ql
		En todos los tramos	0,1066 Ql	0,0933 Ql	0,1200 Ql
5		Sólo en el tramo	0,1270 Ql	-----	0,1040 Ql
		En todos los tramos	0,1250 Ql	-----	0,1250 Ql
6		Sólo en el tramo	0,0637 Ql	-----	0,0500 Ql
		En todos los tramos	0,0750 Ql	-----	0,0500 Ql
7		Sólo en el tramo	0,1157 Ql	-----	0,0933 Ql
		En todos los tramos	0,1187 Ql	-----	0,1186 Ql

(Continúa)

Tabla 6. (Continuación)

N°	Estado de Carga	Carga	Tramo extremo		Tramo interior
					
8		Sólo en el tramo	0,1214 Q1	-----	0,0985 Q1
		En todos los tramos	0,1222 Q1	-----	0,1228 Q1
9		Sólo en el tramo	0,2003 F1	-----	0,1750 F1
		En todos los tramos	0,1750 F1	-----	0,1500 F1
10		Sólo en el tramo	0,1960 F1	0,1568 F1	0,1481 F1
		En todos los tramos	0,1827 F1	0,1481 F1	0,1778 F1
11		Sólo en el tramo	0,2744 F1	-----	0,2000 F1
		En todos los tramos	0,2667 F1	-----	0,2667 F1
12		Sólo en el tramo	0,2127 F1	-----	0,1375 F1
		En todos los tramos	0,2250 F1	-----	0,2250 F1
13		Sólo en el tramo	0,3758 F1	-----	0,3125 F1
		En todos los tramos	0,3750 F1	-----	0,3750 F1
14		Sólo en el tramo	0,3118 F1	-----	0,2583 F1
		En todos los tramos	0,3166 F1	-----	0,3167 F1
15		Sólo en el tramo	0,4728 F1	-----	0,3600 F1
		En todos los tramos	0,4800 F1	-----	0,4800 F1

(Continúa)

Tabla 6. (Continuación)

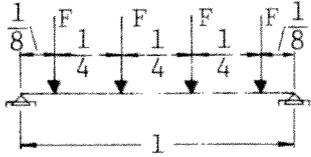
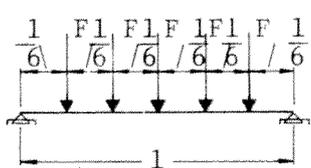
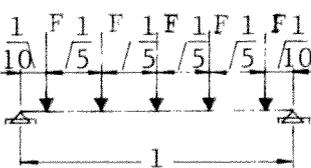
N°	Estado de Carga	Carga	Tramo extremo		Tramo interior
					
16		Sólo en el tramo	0,3975 F1	-----	0,2938 F1
		En todos los tramos	0,4125 F1	-----	0,4124 F1
17		Sólo en el tramo	0,5568 F1	-----	0,4583 F1
		En todos los tramos	0,5832 F1	-----	0,5833 F1
18		Sólo en el tramo	0,4811 F1	-----	0,3950 F1
		En todos los tramos	0,5100 F1	-----	0,5100 F1

Tabla 6(a)

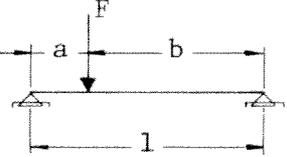
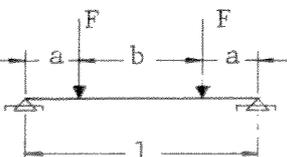
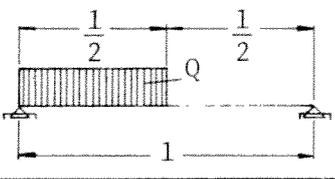
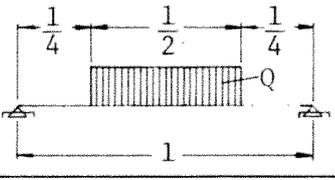
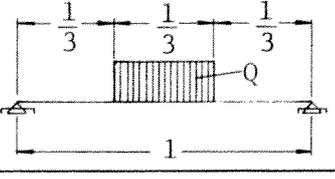
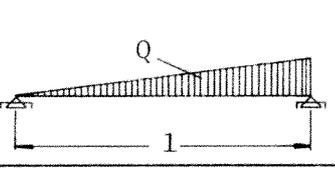
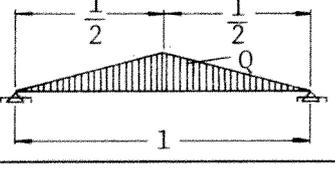
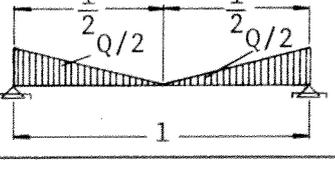
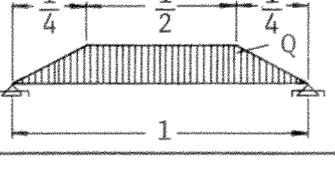
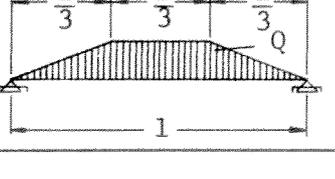
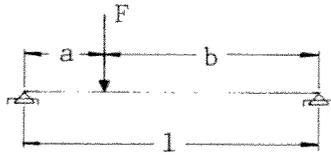
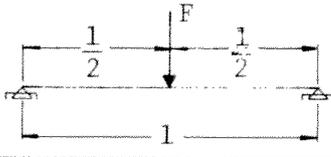
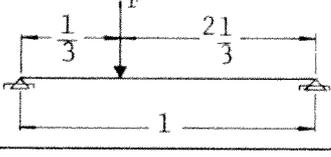
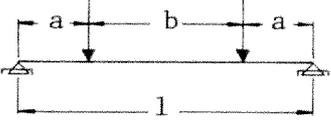
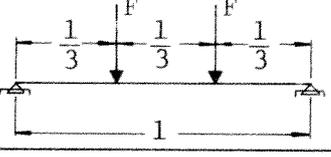
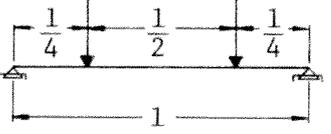
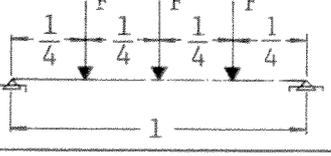
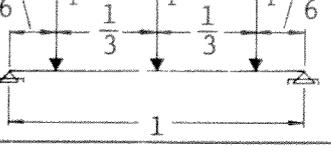
N°	Estado de Carga	Carga	Tramo extremo		Tramo interior
					
1		Sólo en el tramo	$\frac{Fab}{l^3}(1^2 - 0,265al - 0,265a^2)$ para $\frac{a}{l} < 0,94$ $0,265 Fa(1^2 - a^2)$ para $\frac{a}{l} \geq 0,94$	$\frac{Fab}{l^3}(1^2 - 0,60bl - 0,60a^2 + 0,60ab)$ para $0,12 < \frac{a}{l} \leq 0,88$ $\frac{0,60 Fa^2b}{l^2}$ para $\frac{a}{l} \geq 0,88$ $\frac{0,60 Fab^2}{l^2}$ para $\frac{a}{l} \leq 0,12$	
		En todos los tramos	$\frac{Fab}{l^3}(1^2 - 0,4al - 0,4a^2)$ para $\frac{a}{l} \leq 0,58$ $0,4 \frac{Fa(1^2 - a^2)}{l^2}$ para $\frac{a}{l} \geq 0,58$	$\frac{1,2 Fa^2b}{l^2}$ para $\frac{a}{l} \geq 0,5$ $\frac{1,2 Fab^2}{l^2}$ para $\frac{a}{l} \leq 0,5$	
2		Sólo en el tramo	$\frac{Fa}{l^2}(1^2 - 0,795a(1-a))$	$\frac{Fa}{l}(1 - 0,6(1-a))$ para $\frac{a}{l} \geq 0,17$ $0,6 \frac{Fa(1-a)}{l}$ para $\frac{a}{l} \leq 0,17$	
		En todos los tramos	$\frac{Fa}{l^2}(1^2 - 1,2a(1-a))$ para $\frac{a}{l} \geq 0,41$ $1,2 \frac{Fa(1-a)}{l}$ para $\frac{a}{l} \leq 0,41$	$1,2 \frac{Fa(1-a)}{l}$	

Tabla 7. Expresiones del Momento de colapso en la viga continua para cálculo plástico.

N°	Estado de Carga	Tramo extremo		Tramo interior
				
1		0,1171 Ql	0,0897 Ql	0,0728 Ql
2		0,1386 Ql	0,1386 Ql	0,1016 Ql
3		0,1561 Ql	0,1561 Ql	0,1181 Ql
4		0,0850 Ql	0,1008 Ql	0,0641 Ql
5		0,1221 Ql	0,1221 Ql	0,0885 Ql
6		0,0615 Ql	0,0615 Ql	0,0365 Ql
7		0,1112 Ql	0,1112 Ql	0,0786 Ql
8		0,1167 Ql	0,1167 Ql	0,0833 Ql

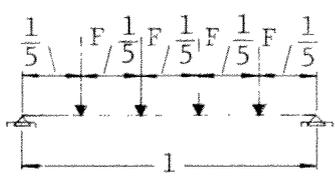
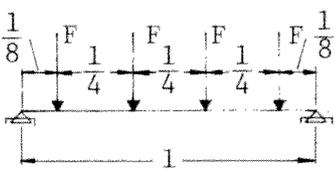
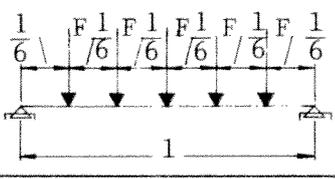
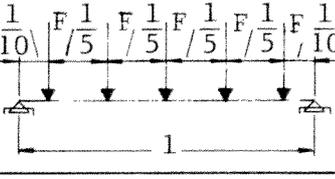
(Continúa)

Tabla 7 (Continuación)

N°	Estado de Carga	Tramo extremo		Tramo interior
				
9		$\frac{F \cdot a \cdot b (l^2 - 0,3a \cdot l - 0,3a^2)}{l^3}$	$\frac{F \cdot a \cdot b (l^2 - 0,3ab - 0,6b^2)}{l^3}$	$\frac{F \cdot a \cdot b (l^2 - 0,75b^2 - 0,75a^2)}{l^3}$
10		0,1938 F l	0,1938 F l	0,1563 F l
11		0,1926 F l	0,1481 F l	0,1296 F l
12		$\frac{F \cdot a (l^2 - 0,9al + 0,9 \cdot a^2)}{l^2}$	$\frac{F \cdot a (l^2 - 0,9al + 0,9 \cdot a^2)}{l^2}$	$\frac{F \cdot a (l + 3a)}{4 l}$
13		0,2667 F l	0,2667 F l	0,1667 F l
14		0,2078 F l	0,2078 F l	0,1094 F l
15		0,3594 F l	0,3594 F l	0,2656 F l
16		0,2979 F l	0,2979 F l	0,2188 F l

(Continúa)

Tabla 7 (Continuación)

N°	Estado de Carga	Tramo extremo		Tramo interior
				
17		0,4560 F1	0,4560 F1	0,3000 F1
18		0,3840 F1	0,3840 F1	0,2422 F1
19		0,5313 F1	0,5313 F1	0,3854 F1
20		0,4588 F1	0,4588 F1	0,3313 F1

Q: resultante de carga distribuida.

2.3. REACCIONES DE APOYO EN VIGAS CONTINUAS

Para las vigas continuas con carga uniformemente distribuida las fuerzas ejercidas sobre los apoyos R_{\min} y las fuerzas de levantamiento en los apoyos R_{\max} se debe calcular con la expresión:

$$R_{\min} = k_1 \cdot q \cdot l$$

$$R_{\max} = k_2 \cdot q \cdot l$$

Los valores de k_1 y k_2 deben ser adoptados de la tabla 8.

Siendo:

- la acción de presión sobre el apoyo;
- + la acción de levantamiento del apoyo.

Tabla 8. Valores de k_1 (superior) y k_2 (inferior).

ρ	Cálculo Elástico				Cálculo Plástico	
	Apoyo Extremo		Apoyo Intermedio		Apoyo Extremo	Apoyo Intermedio
	Acciones Variables	Acciones permanentes	Acciones Variables	Acciones permanentes	Acciones variables + Acciones permanentes	Acciones variables + Acciones permanentes
0,5	-0,469	-0,219	-1,514	-0,661	-0,500	-1,500
	+0,250	-0,219	+0,186	-0,661	+0,250	+0,186
0,6	-0,464	-0,299	-1,240	-0,633	-0,500	-1,333
	+0,165	-0,299	+0,150	-0,633	+0,165	+0,150
0,8	-0,457	-0,372	-0,893	-0,607	-0,500	-1,125
	+0,085	-0,372	+0,108	-0,607	+0,085	+0,108
1,0	-0,450	-0,400	-0,683	-0,600	-0,500	-1,000
	+0,050	-0,400	+0,083	-0,600	+0,050	+0,083
1,2	-0,444	-0,412	-0,544	-0,601	-0,500	-0,917
	+0,032	-0,412	+0,068	-0,601	+0,032	+0,068
1,4	-0,440	-0,418	-0,446	-0,608	-0,500	-0,857
	+0,022	-0,418	+0,057	-0,608	+0,022	+0,057
1,6	-0,435	-0,420	-0,373	-0,617	-0,500	-0,813
	+0,016	-0,420	+0,050	-0,617	+0,016	+0,050
1,8	-0,432	-0,420	-0,317	-0,628	-0,500	-0,778
	+0,012	-0,420	+0,044	-0,628	+0,012	+0,044
2,0	-0,429	-0,420	-0,213	-0,641	-0,500	-0,750
	+0,009	-0,420	+0,039	-0,641	+0,009	+0,039

siendo:

$$\rho = \frac{\text{luz del tramo}}{\text{luz del tramo adyacente}}$$

CAPITULO 3. MODULOS RESISTENTES DE VIGAS SOLICITADAS A FLEXION

Los módulos resistentes de vigas solicitadas a flexión pueden calcularse con:

$$W_c = \beta_c \frac{I}{a_c} \quad (\text{compresión})$$

$$W_t = \beta_t \frac{I}{a_t} \quad (\text{tracción})$$

$$W^P = \theta \frac{I}{h/2}$$

siendo:

- I el momento de inercia de la sección total respecto del eje baricéntrico;
- a_c , a_t las distancias desde las fibras extremas comprimidas y traccionadas respectivamente al eje baricéntrico;
- β_c , β_t los coeficientes que se obtienen de la tabla 9;
- h la altura del perfil;
- θ el coeficiente que se obtiene de la tabla 10.

Tabla 9. Valores de β_t (superior) y de β_c (inferior). Para $\frac{t}{h} = 0,0645$ ⁽¹⁾Tabla 9a. Para $\frac{A_a}{A} = 0,1$

$\frac{A_t}{A_c}$ \ $\frac{\Delta A}{A}$	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
0,02	0,843 1,191	0,899 1,067	0,925 1,028	0,944 1,009	0,960 0,997	0,973 0,989	0,986 0,984	0,998 0,980	1,009 0,977	1,021 0,974
0,04	0,725 1,178	0,827 1,058	0,871 1,022	0,899 1,004	0,919 0,994	0,937 0,987	0,952 0,982	0,966 0,978	0,979 0,976	0,991 0,973
0,06	0,606 1,160	0,755 1,047	0,816 1,015	0,853 0,999	0,879 0,990	0,900 0,984	0,918 0,980	0,933 0,977	0,948 0,975	0,962 0,973
0,08	0,487 1,134	0,682 1,034	0,761 1,007	0,806 0,994	0,838 0,987	0,863 0,982	0,883 0,978	0,901 0,975	0,917 0,973	0,932 0,972
0,10	0,367 1,091	0,610 1,017	0,706 0,998	0,760 0,988	0,797 0,983	0,826 0,979	0,849 0,976	0,869 0,974	0,886 0,972	0,903 0,971
0,12	0,247 1,014	0,537 0,997	0,650 0,987	0,714 0,981	0,757 0,978	0,789 0,975	0,815 0,974	0,836 0,972	0,856 0,971	0,873 0,970
0,14	—	0,464 0,971	0,595 0,975	0,667 0,974	0,716 0,973	0,752 0,972	0,780 0,971	0,804 0,971	0,825 0,970	0,843 0,969
0,16	—	0,390 0,937	0,539 0,960	0,621 0,965	0,675 0,967	0,714 0,968	0,745 0,969	0,771 0,969	0,794 0,969	0,813 0,969

Tabla 9b. Para $\frac{A_a}{A} = 0,2$

$\frac{A_t}{A_c}$ \ $\frac{\Delta A}{A}$	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
0,02	0,808 1,390	0,868 1,138	0,904 1,058	0,933 1,019	0,958 0,995	0,982 0,980	1,004 0,969	1,026 0,960	1,047 0,954	1,069 0,949
0,04	0,695 1,376	0,795 1,124	0,848 1,048	0,885 1,012	0,916 0,990	0,943 0,976	0,968 0,966	0,992 0,958	1,015 0,952	1,037 0,947
0,06	0,582 1,355	0,722 1,106	0,791 1,037	0,837 1,004	0,873 0,984	0,904 0,971	0,932 0,962	0,958 0,955	0,982 0,950	1,006 0,946
0,08	0,467 1,323	0,649 1,085	0,734 1,024	0,789 0,995	0,831 0,978	0,866 0,967	0,896 0,959	0,924 0,953	0,950 0,948	0,974 0,944
0,10	0,351 1,271	0,575 1,059	0,677 1,009	0,741 0,985	0,789 0,971	0,827 0,962	0,860 0,955	0,890 0,950	0,917 0,946	0,943 0,943
0,12	0,235 1,174	0,501 1,027	0,620 0,992	0,693 0,974	0,746 0,964	0,788 0,957	0,824 0,952	0,855 0,948	0,884 0,945	0,911 0,942
0,14	—	0,426 0,985	0,562 0,971	0,645 0,962	0,703 0,956	0,749 0,951	0,788 0,948	0,821 0,945	0,852 0,943	0,880 0,941
0,16	—	0,350 0,929	0,504 0,946	0,596 0,948	0,660 0,947	0,710 0,945	0,751 0,944	0,787 0,942	0,819 0,941	0,849 0,940

(1) Para valores de $t/h \leq 0,1$ los valores de β_t y β_c son prácticamente independientes de t/h

Tabla 9 c. Para $\frac{A_a}{A} = 0,3$

$\frac{A_t}{A_c} \backslash \frac{\Delta A}{A}$	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
0,02	0,772 1,587	0,837 1,207	0,882 1,087	0,921 1,028	0,956 0,993	0,989 0,970	1,022 0,953	1,054 0,940	1,085 0,931	1,116 0,923
0,04	0,663 1,567	0,763 1,186	0,824 1,073	0,871 1,018	0,912 0,985	0,949 0,964	0,984 0,949	1,018 0,937	1,050 0,928	1,083 0,921
0,06	0,553 1,539	0,689 1,161	0,765 1,056	0,821 1,007	0,867 0,977	0,908 0,958	0,946 0,944	0,981 0,934	1,016 0,925	1,049 0,919
0,08	0,441 1,494	0,614 1,130	0,706 1,037	0,771 0,994	0,823 0,968	0,867 0,951	0,908 0,939	0,945 0,930	0,981 0,923	1,015 0,917
0,10	0,329 1,419	0,538 1,091	0,647 1,015	0,721 0,980	0,778 0,958	0,826 0,944	0,870 0,934	0,909 0,926	0,946 0,920	0,982 0,915
0,12	—	0,462 1,042	0,587 0,989	0,670 0,963	0,733 0,948	0,786 0,937	0,831 0,929	0,873 0,922	0,912 0,918	0,949 0,913
0,14	—	0,385 0,980	0,527 0,959	0,619 0,945	0,688 0,936	0,745 0,928	0,793 0,923	0,837 0,919	0,878 0,915	0,916 0,912
0,16	—	0,307 0,897	0,467 0,922	0,568 0,924	0,643 0,922	0,704 0,920	0,755 0,917	0,801 0,915	0,843 0,912	0,883 0,910

Tabla 9 d. Para $\frac{A_a}{A} = 0,5$

$\frac{A_t}{A_c} \backslash \frac{\Delta A}{A}$	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
0,02	0,696 1,967	0,773 1,340	0,837 1,142	0,895 1,045	0,950 0,987	1,004 0,949	1,056 0,921	1,108 0,900	1,160 0,884	1,211 0,871
0,04	0,590 1,919	0,695 1,298	0,773 1,115	0,839 1,026	0,900 0,973	0,958 0,938	1,013 0,913	1,067 0,894	1,120 0,879	1,172 0,867
0,06	0,483 1,849	0,616 1,248	0,709 1,083	0,784 1,005	0,850 0,958	0,912 0,927	0,970 0,905	1,026 0,888	1,080 0,875	1,133 0,864
0,08	0,374 1,741	0,536 1,186	0,644 1,047	0,728 0,981	0,800 0,942	0,865 0,915	0,926 0,896	0,984 0,881	1,040 0,870	1,095 0,860
0,10	—	0,456 1,109	0,578 1,005	0,671 0,954	0,750 0,924	0,819 0,903	0,883 0,887	0,944 0,875	1,001 0,865	1,057 0,857
0,12	—	0,374 1,013	0,512 0,955	0,615 0,924	0,699 0,904	0,773 0,889	0,840 0,877	0,903 0,868	0,963 0,861	1,020 0,854
0,14	—	0,290 0,888	0,445 0,897	0,558 0,890	0,649 0,882	0,727 0,874	0,798 0,867	0,863 0,862	0,924 0,856	0,983 0,852
0,16	—	—	0,377 0,826	0,500 0,851	0,598 0,857	0,681 0,858	0,755 0,857	0,823 0,855	0,886 0,852	0,946 0,850

Tabla 9 e. Para $\frac{Aa}{A} = 0,7$

$\frac{At}{Ac}$ $\frac{\Delta A}{A}$	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
0,02	0,614 2,313	0,705 1,459	0,788 1,190	0,866 1,057	0,941 0,978	1,015 0,925	1,088 0,887	1,160 0,859	1,232 0,837	1,303 0,819
0,04	0,506 2,191	0,619 1,380	0,715 1,140	0,801 1,024	0,883 0,954	0,961 0,908	1,037 0,874	1,111 0,849	1,185 0,829	1,257 0,812
0,06	—	0,531 1,284	0,641 1,084	0,736 0,987	0,824 0,928	0,906 0,889	0,986 0,860	1,063 0,838	1,138 0,821	1,212 0,807
0,08	—	0,442 1,167	0,566 1,018	0,671 0,945	0,765 0,900	0,852 0,869	0,935 0,846	1,014 0,828	1,092 0,813	1,167 0,801
0,10	—	—	0,490 0,942	0,605 0,898	0,705 0,869	0,798 0,847	0,884 0,831	0,967 0,817	1,047 0,805	1,124 0,796
0,12	—	—	—	0,538 0,846	0,646 0,835	0,744 0,824	0,834 0,815	0,920 0,806	1,002 0,798	1,081 0,791
0,14	—	—	—	—	0,587 0,797	0,690 0,800	0,785 0,798	0,874 0,795	0,958 0,791	1,040 0,787
0,16	—	—	—	—	—	0,636 0,773	0,736 0,781	0,828 0,784	0,916 0,784	1,000 0,783

Tabla 10. Valores de θ

$\frac{\Delta A}{A}$ \ $\frac{A_a}{A}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
0	1,038	1,091	1,167	1,236	1,500
0,02	1,012	1,062	1,132	1,241	1,438
0,04	0,978	1,028	1,093	1,194	1,373
0,06	0,938	0,991	1,054	1,143	1,304
0,08	0,891	0,949	1,007	1,089	1,231
0,10	0,837	0,903	0,958	1,031	1,155
0,12	0,775	0,854	0,907	0,971	1,075
0,14	0,707	0,800	0,852	0,907	0,992
0,16	0,650	0,742	0,793	0,840	0,905

siendo:

A el área de la sección total;

ΔA la suma de las áreas de los agujeros del ala traccionada de la sección;

A_t el área traccionada de la sección;

A_c el área comprimida de la sección;

A_a el área de la sección del alma del perfil;

t el espesor de las alas;

h la altura del perfil.
