

Chapter Title: APÉNDICE V TABLAS VARIAS

Book Title: Fundamentos de ingeniería estructural para estudiantes de arquitectura

Book Subtitle: Tercera edición

Book Author(s): Rafael Riddell C. and Pedro Hidalgo O.

Published by: Ediciones UC. (2015)

Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1bhkq3k.14>

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact support@jstor.org.

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at <https://about.jstor.org/terms>



JSTOR

Ediciones UC is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to *Fundamentos de ingeniería estructural para estudiantes de arquitectura*

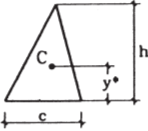
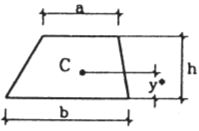
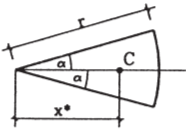
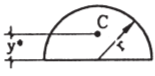
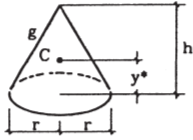
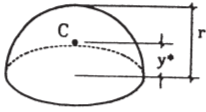
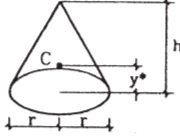
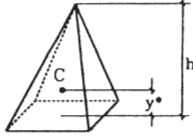
APÉNDICE V

TABLAS VARIAS

TABLA V.1 Sobrecarga de uso uniformemente distribuidas para pisos
(Ref. NCh1537.Of86)

Tipo de Edificio	Descripción de Uso	Sobrecarga kg/m ²
Bibliotecas	Áreas de lectura	300
	Áreas de archivo:	
	a) apilamiento de hasta 1,8 m de altura	400
	b) por cada 0.30 m adicionales sobre 1.8 m	500
Bodegas	Áreas para mercadería liviana	600
	Áreas para mercadería pesada	1.500
	Áreas para frigoríficos.	
	Debe estimarse pero no ser inferior a	1.500
Cárceles	Áreas de celda	250
Escuelas	Salas de clases con asientos fijos	250
	Salas de clases con asientos móviles	300
Estacionamientos	Áreas para estacionamientos y reparación de vehículos, incluyendo las vías de circulación.	500
Fábricas	Áreas con maquinaria liviana	400
	Áreas con maquinaria pesada	600
Hospitales	Áreas para internados	200
	Áreas para quirófanos, laboratorios, etc.	
	Deben estimarse pero no ser inferior a	300
Hoteles	Áreas para piezas	200
	Áreas para cocinas, lavanderías	400
	Áreas para salones, comedores y lugares de reunión	500
Iglesias	Áreas de culto con asientos fijos	300
	Áreas de culto con asientos móviles	500
Oficinas	Áreas privadas sin equipos	250
	Áreas públicas y áreas privadas con equipos	500
Teatros	Áreas con asientos fijos	300
	Áreas para escenarios	450
	Áreas de uso general	500
Tiendas	Áreas para ventas al por menor	400
	Áreas para ventas al por mayor	500
Viviendas	Buhardillas no habitables	100
	Áreas de uso general	200
	Balcones, terrazas y escalas	250

TABLA V.2 Propiedades y centros de gravedad

Área triangular		$\text{Área} = ch/2$ $y^* = \frac{h}{3}$
Área trapezoidal		$\text{Área} = (a + b)h/2$ $y^* = \frac{1}{3} \frac{2a + b}{a + b} h$
Sector circular		$\text{Área} = \frac{\pi r^2 \alpha}{180}$ $x^* = \frac{2}{3} \frac{r \operatorname{sen} \alpha}{\alpha}$
Sector semicircular		$\text{Área} = \pi r^2/2$ $y^* = \frac{4r}{3\pi}$
Superficie cónica		$\text{Área} = \pi r g + \pi r^2$ $y^* = \frac{h}{3}$
Cascarón semiesférico		$\text{Área} = 2\pi r^2$ $y^* = \frac{r}{2}$
Cono		$\text{Vol} = \pi r^2 h/3$ $y^* = \frac{h}{4}$
Pirámide		$\text{Vol} = A_b \cdot h/3$ $A_b = \text{área de la base}$ $y^* = \frac{h}{4}$

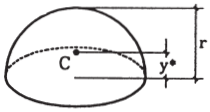
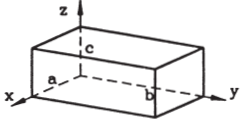
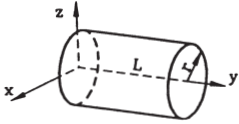
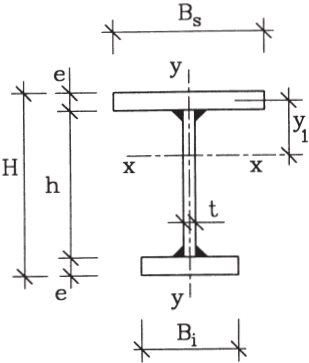
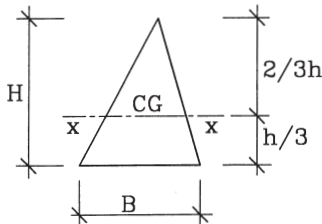
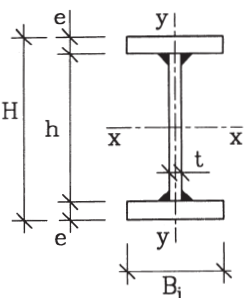
Hemisferio		$\text{Vol} = \frac{2}{3} \pi r^3$ $y^* = \frac{3}{8r}$
Paralelepípedo rectángulo		$\text{Vol} = abc$ $x^* = a/2$ $y^* = b/2$ $z^* = c/2$
Cilindro de revolución		$\text{Vol} = \pi r^2 L$ $x^* = 0$ $y^* = L/2$ $z^* = 0$

TABLA V.3 Propiedades de secciones referidas al CG

Tubo	$A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2)$$I = \frac{\pi}{64} (D_e^4 - D_i^4)$$i = \frac{1}{4} \sqrt{D_e^2 + D_i^2}$
Rectángulo	$A = BH$$I_x = \frac{BH^3}{12}$$W_x = \frac{BH^2}{6}$$i_x = 0,289H$$I_y = \frac{HB^3}{12}$$W_y = \frac{HB^2}{6}$$i_y = 0,289B$
Círculo	$A = \frac{\pi D^2}{4} = \pi R^2$$I = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi R^4}{4}$$W = \frac{\pi D^3}{32} = \frac{\pi R^3}{4}$$i = \frac{D}{4} = \frac{R}{2}$

(Continuación Tabla V.3)

Doble-T Alas Desiguales 	$A = (B_s + B_i)e + ht$ $y_1 = \frac{1}{A} [B_i e (h + e) + ht (\frac{h}{2} + \frac{e}{2})]$ $I_x = \frac{[B_s + B_i]e^3 + th^3}{12} + B_i e (h + e)^2 + \frac{th(h + e)^2}{4} - A y_1^2$ $I_y = \frac{e(B_s + B_i)^3}{12} + \frac{ht^3}{12}$
Triángulo 	$A = \frac{BH}{2}$ $I_x = \frac{BH^3}{36}$ $W_x = \frac{BH^2}{24}$ $i_x = \frac{H}{\sqrt{18}} = 0,238H$
Doble-T 	$A = 2Be + ht$ $I_x = \frac{th^3}{12} + \frac{eB(h + e)^2}{2} + \frac{Be^3}{6}$ $I_y = \frac{eB^3}{6} + \frac{ht^3}{12}$

(Continuación Tabla V.3)

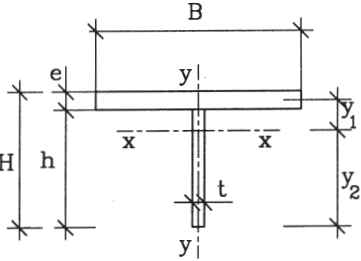
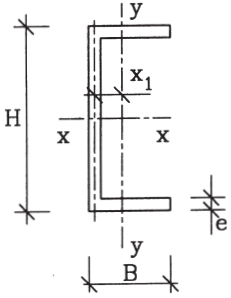
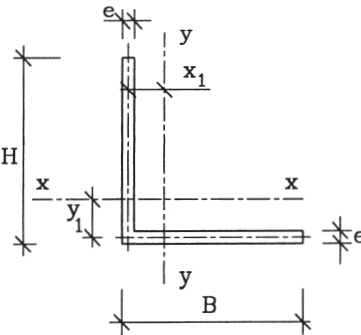
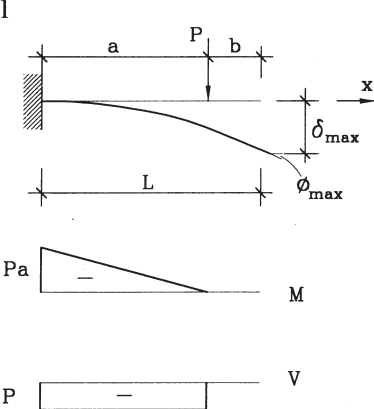
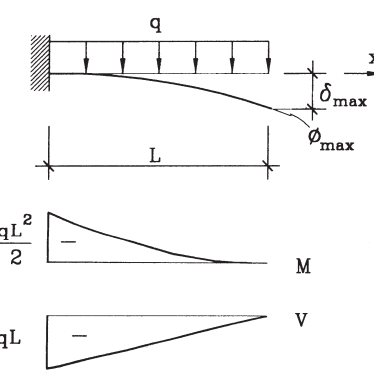
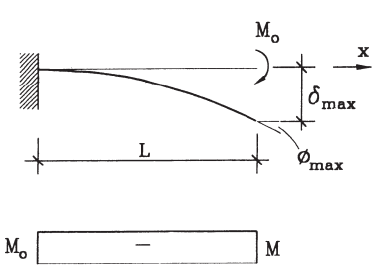
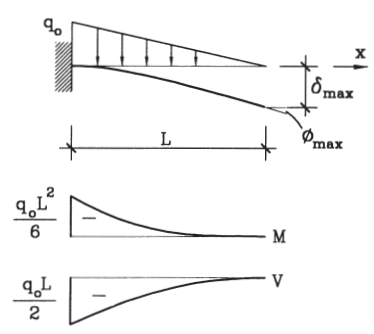
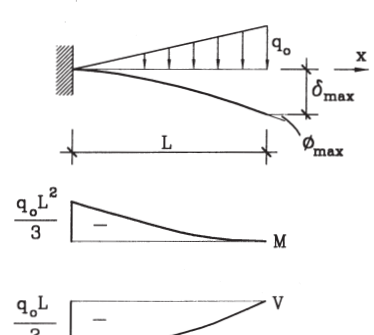
Sección T 	$A = Be + ht$ $y_1 = \frac{hHt}{2A}$ $y_2 = h + \frac{e}{2} - y_1$ $I_x = \frac{Be^3}{12} + \frac{th^3}{12} + Be(y_1)^2 + th\left(y_2 - \frac{h}{2}\right)^2$ $I_y = \frac{eB^3}{12} + \frac{ht^3}{12}$
Canales 	$A = (2B + H - 2e)e$ $x_1 = \frac{Be(B - e)}{A}$ $I_x = \frac{Be^3}{6} + \frac{Be(H - e)^2}{2} + \frac{e(H - 2e)^3}{12}$ $I_y = \frac{He^3}{12} + Hex_1^2 + \frac{e(B - e)^3}{6} + \frac{e}{2}(B - e)(B - 2x_1)^2$
Ángulos 	$A = (B + H - e)e$ $x_1 = \frac{(B - e)Be}{2A}$ $y_1 = \frac{(H - e)He}{2A}$ $I_x = \frac{(B - e)e^3}{12} + (B - e)ey_1^2 + \frac{eH^3}{12} + \left[\frac{(B - e)(H - e)}{2A}\right]^2 He^3$ $I_y = \frac{He^3}{12} + Hex_1^2 + \frac{(B - e)^3 e}{12} + (B - e)\left(\frac{BH}{2A}\right)^2 e^3$

TABLA V.4 Esfuerzos internos y deformaciones en vigas con EI constante
(δ positivo es con deformación hacia abajo. En todos los casos, el origen de la coordenada x está en el apoyo izquierdo)

1  $\delta = \frac{P}{6EI} \left[(x-a)^3 - x^3 + 3x^2a \right] \quad x \geq a$ $\delta = \frac{P}{6EI} \left[-x^3 + 3x^2a \right] \quad x \leq a$ $M = 0 \quad x \geq a$ $M = P(x-a) \quad x \leq a$ $V = 0 \quad x > a$ $V = -P \quad x < a$ $\delta_{\max} = \frac{Pa^2}{6EI}(3L-a), \quad \phi_{\max} = \frac{Pa^2}{2EI}$ Si $\left. \begin{array}{l} a = L \\ b = 0 \end{array} \right\} \quad \delta_{\max} = \frac{PL^3}{3EI}, \quad \phi_{\max} = \frac{PL^2}{2EI}$	
2  $\delta = \frac{qx^2}{24EI} (x^2 + 6L^2 - 4Lx)$ $M = -\frac{q}{2} (x^2 + L^2 - 2Lx)$ $V = q(x-L)$ $\delta_{\max} = \frac{qL^4}{8EI}$ $\phi_{\max} = \frac{qL^3}{6EI}$	
3  $\delta = \frac{M_o x^2}{2EI}$ $M = -M_o$ $V = 0$ $\delta_{\max} = \frac{M_o L^2}{2EI}$ $\phi_{\max} = \frac{M_o L}{EI}$	

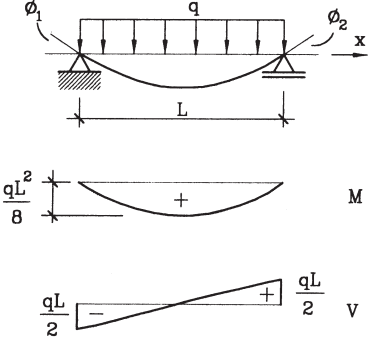
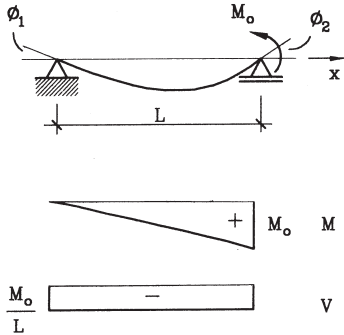
(Continuación Tabla V.4)

4  $\frac{q_o L^2}{6}$ $\frac{q_o L}{2}$	$\delta = \frac{q_o x^2}{120EI} (10L^3 - 10L^2 x + 5Lx^2 - x^3)$ $M = -\frac{q_o}{6L} (L^3 - 3L^2 x + 3Lx^2 - x^3)$ $V = \frac{q_o}{2L} (-L^2 + 2Lx - x^2)$ $\delta_{\max} = \frac{q_o L^4}{30EI}$ $\phi_{\max} = \frac{q_o L^3}{24EI}$
5  $\frac{q_o L^2}{3}$ $\frac{q_o L}{2}$	$\delta = \frac{q_o x^2}{120EI} (20L^3 - 10L^2 x + x^3)$ $M = -\frac{q_o}{6L} (2L^3 - 3L^2 x + x^3)$ $V = \frac{q_o}{2L} (-L^2 + x^2)$ $\delta_{\max} = \frac{11q_o L^4}{120EI}$ $\phi_{\max} = \frac{q_o L^3}{8EI}$

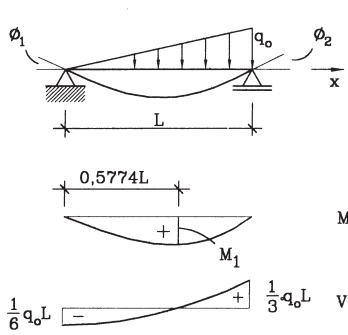
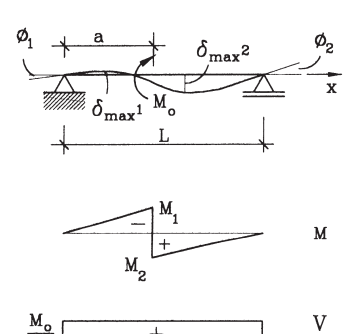
(Continuación Tabla V.4)

6 M_o M	$\delta = \frac{M_o x^2}{2EI} \quad x \leq a$ $\delta = \frac{M_o a}{2EI} (2x - a) \quad x \geq a$ $M = -M_o \quad x < a$ $M = 0 \quad x > a$ $V = 0$ $\delta_{\max} = \frac{M_o a}{2EI} (2L - a)$ $\phi_{\max} = \frac{M_o a}{EI}$
7 ϕ_1 ϕ_2 P a b L M V $\frac{Pab}{L}$ $\frac{Pb}{L}$ $\frac{Pa}{L}$	$\delta = \frac{Pb}{6LEI} \left[\frac{L}{b} (x - a)^3 - x^3 + (L^2 - b^2)x \right] \quad x \geq a$ $\delta = \frac{Pb}{6LEI} \left[-x^3 + (L^2 - b^2)x \right] \quad x \leq a$ $M = \frac{Pa}{L} (L - x) \quad x \geq a$ $M = \frac{Pbx}{L} \quad x \leq a$ $V = \frac{Pa}{L} \quad x > a$ $V = -\frac{Pb}{L} \quad x < a$ $\delta_{\max} = \frac{Pb}{9\sqrt{3}LEI} \sqrt{(L^2 - b^2)^3}, \quad \text{en } x = \sqrt{\frac{L^2 - b^2}{3}}$ $\phi_1 = \frac{Pab(2L - a)}{6LEI}$ $\phi_2 = \frac{Pab(2L - b)}{6LEI}$ $\text{Si } a = b = \frac{L}{2} \quad \delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI}, \quad \phi_1 = \phi_2 = \frac{PL^2}{16EI}$

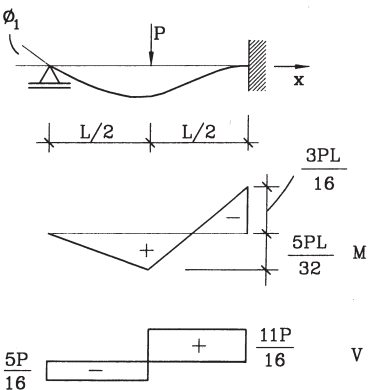
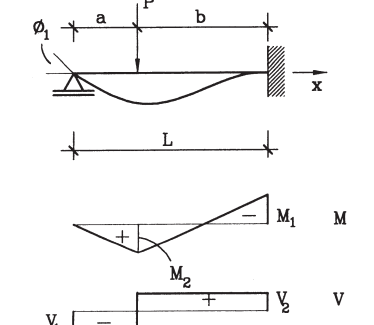
(Continuación Tabla V.4)

8 	$\delta = \frac{qx}{24EI} (L^3 - 2Lx^2 + x^3)$ $M = \frac{1}{2}qL \left(x - \frac{x^2}{L} \right)$ $V = -\frac{1}{2}qL \left(1 - \frac{2x}{L} \right)$ $\delta_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI}$ $\phi_1 = \phi_2 = \frac{qL^3}{24EI}$
9 	$\delta = \frac{M_o Lx}{6EI} \left(1 - \frac{x^2}{L^2} \right)$ $M = \frac{M_o x}{L}$ $V = -\frac{M_o}{L}$ $\delta_{\max} = \frac{M_o L^2}{9\sqrt{3}EI}, \text{ en } x = \frac{L}{\sqrt{3}}$ $\phi_1 = \frac{M_o L}{6EI}$ $\phi_2 = \frac{M_o L}{3EI}$

(Continuación Tabla V.4)

10  $\delta = \frac{q_o}{360EI} (3x^5 - 10L^2x^3 + 7L^4x)$ $M = -\frac{1}{6}q_oL \left(\frac{x^3}{L^2} - x \right)$ $M_1 = 0,06415q_oL^2$ $V = \frac{1}{6}q_oL \left(\frac{3x^2}{L^2} - 1 \right)$ $\delta_{\max} = 0,00652 \frac{q_oL^4}{EI}$, en $x = 0,5193L$ $\phi_1 = \frac{7q_oL^3}{360EI}$ $\phi_2 = \frac{q_oL^3}{45EI}$	
11  $\delta = -\frac{M_o}{6LEI} (6axL - 3a^2x - 2L^2x - x^3)$ $x \leq a$ $\delta = -\frac{M_o}{6LEI} (3a^2L + 3x^2L - x^3 - 2L^2x - 3a^2x)$ $x \geq a$ $M = -\frac{M_o x}{L}$ $x < a$ $M = \frac{M_o(L-x)}{L}$ $x > a$ $M_1 = \frac{M_o a}{L}$ $M_2 = \frac{M_o(L-a)}{L}$ $V = \frac{M_o}{L}$ $\delta_{\max^1} = -\frac{M_o}{6LEI} (6ax_1L - 3a^2x_1 - 2L^2x_1 - x_1^3)$ $\delta_{\max^2} = -\frac{M_o}{6LEI} (3a^2x_2 + 3x_2^2L - x_2^3 - 2L^2x_2 - 3a^2x_2)$ $x_1 = \sqrt{(2aL - a^2 - \frac{2}{3}L^2)}$ $x_2 = L - \sqrt{(\frac{1}{3}L^2 - a^2)}$ $\phi_1 = -\frac{M_o}{6LEI} (2L^2 - 6aL + 3a^2)$ $\phi_2 = \frac{M_o}{6LEI} (L^2 - 3a^2)$	

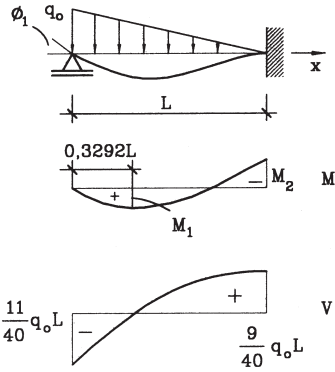
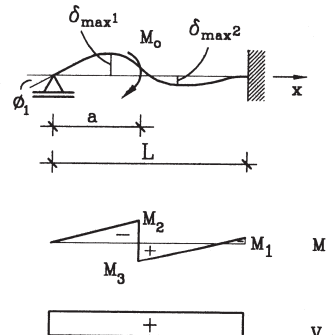
(Continuación Tabla V.4)

12  Diagram of a beam of length L with a point load P at the center. The beam is supported by a pin at the left end and a fixed support at the right end. The deflection curve is shown with a maximum deflection $\delta_{\max}$ at the center. The shear force diagram (V) shows a constant value of $-\frac{5P}{16}$ for the first half and $+\frac{11P}{16}$ for the second half. The bending moment diagram (M) shows a maximum value of $\frac{5PL}{32}$ at the center.	$\delta = -\frac{P}{96EI}(-5x^3 + 3L^2x) \quad x \leq \frac{L}{2}$ $\delta = -\frac{P}{96EI}(x-L)^2(11x-2L) \quad x \geq \frac{L}{2}$ $M = \frac{5}{16}Px \quad x \leq \frac{L}{2}$ $M = P\left(-\frac{11}{16}x + \frac{L}{2}\right) \quad x \geq \frac{L}{2}$ $V = -\frac{5P}{16} \quad x < \frac{L}{2}$ $V = \frac{11P}{16} \quad x > \frac{L}{2}$ $\delta_{\max} = 0,009317 \frac{PL^3}{EI}, \text{ en } x = 0,4472L$ $\delta = \frac{7PL^3}{768EI} \text{ en } x = 0,5L$ $\phi_1 = \frac{PL^2}{32EI}$
13  Diagram of a beam of length L with a point load P at a distance a from the left end. The beam is supported by a pin at the left end and a fixed support at the right end. The deflection curve is shown with a maximum deflection $\delta_{\max}$ at a distance x from the left end. The shear force diagram (V) shows a constant value of $-\frac{P}{2}$ for the first part and $+\frac{P}{2}$ for the second part. The bending moment diagram (M) shows a maximum value of $\frac{Pab}{2L^2}$ at the left end.	$\delta = -\frac{Pa(L-x)^2}{12L^3EI}(2La^2 - 3L^2x + a^2x) + \frac{P(a-x)^3}{6EI} \quad x \leq a$ $\delta = -\frac{Pa(L-x)^2}{12L^3EI}(2La^2 - 3L^2x + a^2x) \quad x \geq a$ $M = \frac{P}{2} \frac{3b^2L - b^3}{L^3} x \quad x \leq a$ $M = \frac{P}{2} \frac{3b^2L - b^3}{L^3} x - P(x-a) \quad x \geq a$ $M_1 = -\frac{Pab}{2L^2}(a+L)$ $M_2 = \frac{P}{2} \frac{3b^2L - b^3}{L^3} a$ $V = -\frac{P}{2} \frac{3b^2L - b^3}{L^3} = V_1 \quad x < a$ $V = -\frac{P}{2} \frac{3b^2L - b^3}{L^3} + P = V_2 \quad x > a$ Si $a > 0,414L$ $\delta_{\max} = \frac{Pab^2\sqrt{a/(2L+a)}}{6EI}, \text{ en } x = L\sqrt{1 - \frac{2L}{3L-b}}$ Si $a = 0,414L$ $\delta_{\max} = \frac{Pa(L^2 - a^2)^3}{3EI(6L^2 - a^2)^3}, \text{ en } x = \frac{L(L^2 + a^2)}{3L^2 - a^2}$ Si $a < 0,414L$ $\delta_{\max} = \frac{0,0098PL^3}{EI}, \text{ en } x = a$ $\phi_1 = -\frac{P}{4EI}\left(\frac{b^3}{L} - b^2\right)$

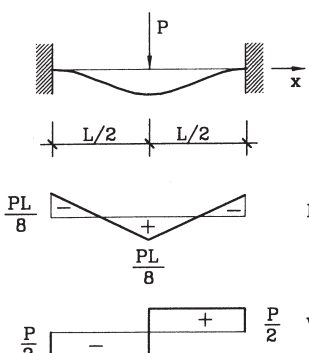
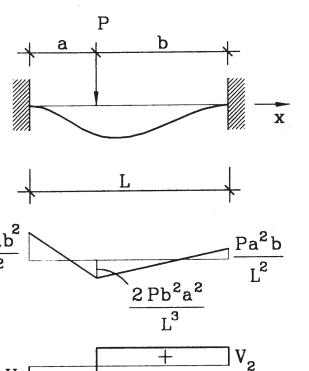
(Continuación Tabla V.4)

14	$\delta = \frac{q}{48EI} (2x^4 - 3Lx^3 + L^3x)$ $M = -qL \left(\frac{x^2}{2L} - \frac{3x}{8} \right)$ $M_1 = \frac{9}{128} qL^2$ $M_2 = \frac{1}{8} qL^2$ $V = qL \left(\frac{x}{L} - \frac{3}{8} \right)$ $\delta_{\max} = \frac{qL^4}{185EI}, \text{ en } x = 0,4215L$ $\phi_1 = \frac{qL^3}{48EI}$
15	$\delta = -\frac{q_0}{120LEI} (2L^2x^3 - L^4x - x^5)$ $M = -\frac{1}{2}q_0L \left(\frac{x^3}{3L^2} - \frac{x}{5} \right)$ $M_1 = 0,03q_0L^2$ $M_2 = \frac{1}{15}q_0L^2$ $V = \frac{1}{2}q_0L \left(\frac{x^2}{L^2} - \frac{1}{5} \right)$ $\delta_{\max} = \frac{0,00238q_0L^4}{EI}, \text{ en } x = \frac{L}{\sqrt{5}}$ $\phi_1 = \frac{q_0L^3}{120EI}$

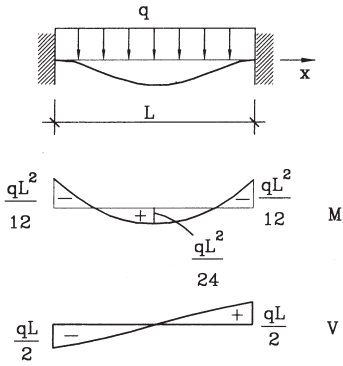
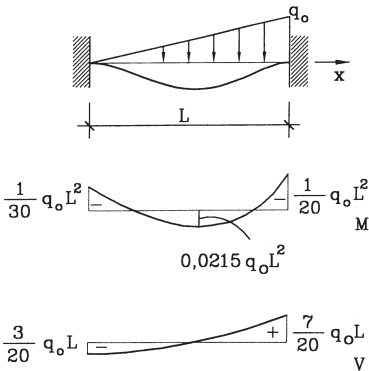
(Continuación Tabla V.4)

16 	$\delta = -\frac{q_0}{240EI} (11L^2x^3 - 3L^4x - 10Lx^4 + 2x^5)$ $M = -\frac{1}{2}q_0L \left(\frac{x^2}{L} - \frac{11x}{20} - \frac{x^3}{3L^2} \right)$ $M_1 = 0,0423q_0L^2$ $M_2 = \frac{7}{120}q_0L^2$ $V = \frac{1}{2}q_0L \left(\frac{2x}{L} - \frac{11}{20} - \frac{x^2}{L^2} \right)$ $\delta_{\max} = \frac{0,00304q_0L^4}{EI}, \text{ en } x = 0,402L$ $\phi_1 = \frac{q_0L^3}{80EI}$
17 	$\delta = -\frac{M_0}{EI} \left[\frac{L^2 - a^2}{4L^3} (3L^2x - x^3) - (L - a)x \right] \quad x \leq a$ $\delta = -\frac{M_0}{EI} \left[\frac{L^2 - a^2}{4L^3} (3L^2x - x^3) - Lx + \frac{x^2 + a^2}{2} \right] \quad x \geq a$ $M = -\frac{3M_0}{2L} \frac{L^2 - a^2}{L^2} x \quad x < a$ $M = -\frac{3M_0}{2L} \frac{L^2 - a^2}{L^2} x + M_0 \quad x > a$ $M_1 = -\frac{M_0}{2} \left(1 - \frac{3a^2}{L^2} \right)$ $M_2 = -\frac{3M_0}{2L} \frac{L^2 - a^2}{L^2} a$ $M_3 = -\frac{3M_0}{2L} \frac{L^2 - a^2}{L^2} a + M_0$ $V = \frac{3M_0}{2L} \frac{L^2 - a^2}{L^2}$ $\delta_{\max^1} = \frac{M_0}{6EI} \frac{(a - L)\sqrt{(3a - L)^3}}{\sqrt{(3(L + a))}}$ $\delta_{\max^2} = -\frac{M_0}{27EI} \frac{(3a^2 - L^2)^3}{(a^2 - L^2)^2}$ $x_1 = L\sqrt{\frac{3a - L}{3(L + a)}} \quad x_2 = L\sqrt{\frac{L^2 + 3a^2}{3(L^2 - a^2)}}$ $\phi_1 = \frac{M_0}{EI} \left(a - \frac{L}{4} - \frac{3a^2}{4L} \right)$

(Continuación Tabla V.4)

18 	$\delta = \frac{Px^2(3L-4x)}{48EI} \quad x \leq \frac{L}{2}$ $\delta = \frac{P(L-x)^2(4x-L)}{48EI} \quad x \geq \frac{L}{2}$ $M = -\frac{P(L-4x)}{8} \quad x \leq \frac{L}{2}$ $M = \frac{-P(4x-3L)}{8} \quad x \geq \frac{L}{2}$ $V = -\frac{P}{2} \quad x < \frac{L}{2}$ $V = \frac{P}{2} \quad x > \frac{L}{2}$ $\delta_{\max} = \frac{PL^3}{192EI}, \text{ en } x = \frac{L}{2}$
19 	$\delta = -\frac{Pb^2x^2}{6L^3EI}(3ax+bx-3aL) \quad x \leq a$ $\delta = -\frac{Pa^2(L-x)^2}{6L^3EI}[(3b+a)(L-x)-3bL] \quad x \geq a$ $M = -\frac{Pab^2}{L^2} + \frac{Pb^2}{L^3}(3a+b)x \quad x \leq a$ $M = -\frac{Pab^2}{L^2} + \frac{Pb^2}{L^3}(3a+b)x - P(x-a) \quad x \geq a$ $V = -\frac{Pb^2}{L^3}(3a+b) = V_1 \quad x < a$ $V = \frac{Pa^2}{L^3}(a+3b) = V_2 \quad x > a$ Si $a \geq b$ $\delta_{\max} = \frac{2P}{3EI} \frac{a^3b^2}{(3a+b)^2}, \text{ en } x = \frac{2aL}{3a+b}$ Si $a \leq b$ $\delta_{\max} = \frac{2P}{3EI} \frac{a^2b^3}{(3b+a)^2}, \text{ en } x = \frac{L^2}{a+3b}$

(Continuación Tabla V.4)

20 	$\delta = \frac{qx^2}{24EI}(L-x)^2$$M = -\frac{qL}{2}\left(\frac{x^2}{L} + \frac{L}{6} - x\right)$$V = \frac{qL}{2}\left(\frac{2x}{L} - 1\right)$$\delta_{\max} = \frac{qL^4}{384EI}, \text{ en } x = \frac{L}{2}$
21 	$\delta = -\frac{q_0 L}{120EI}\left(3x^3 - 2Lx^2 - \frac{x^5}{L^2}\right)$$M = -\frac{q_0 L}{2}\left(\frac{L}{15} + \frac{x^3}{3L^2} - \frac{3x}{10}\right)$$V = \frac{q_0 L}{2}\left(\frac{x^2}{L^2} - \frac{3}{10}\right)$$\delta_{\max} = \frac{0,001308q_0 L^4}{EI}, \text{ en } x = 0,525L$

(Continuación Tabla V.4)

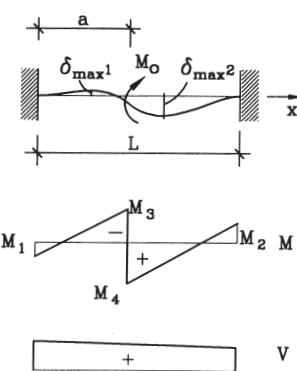
22 	$\delta = -\frac{1}{6EI}(3M_1x^2 - R_1x^3) \quad x \leq a$ $\delta = -\frac{1}{6EI}[(M_0 + M_1)(3x^2 - 6Lx + 3L^2) + R_1(3L^2x - x^3 - 2L^3)] \quad x \geq a$ $M = M_1 - R_1x \quad x < a$ $M = M_1 - R_1x + M_0 \quad x > a$ $V = R_1$ $R_1 = \frac{6M_0}{L^3}(aL - a^2)$ $M_1 = \frac{M_0}{L^2}(4La - 3a^2 - L^2)$ $M_2 = \frac{M_0}{L^2}(2La - 3a^2)$ $M_3 = -M_0\left(\frac{4a}{L} - \frac{9a^2}{L^2} + \frac{6a^3}{L^3} - 1\right)$ $M_4 = M_0\left(\frac{4a}{L} - \frac{9a^2}{L^2} + \frac{6a^3}{L^3}\right)$ $\delta_{\max 1} = -\frac{1}{6EI}(3M_1x_1^2 - R_1x_1^3)$ $\delta_{\max 2} = -\frac{1}{6EI}[(M_0 + M_1)(3x_2^2 - 6Lx_2 + 3L^2) + R_1(3L^2x_2 - x_2^3 - 2L^3)]$ $x_1 = \frac{-L(L - 3a)}{3a} \quad \text{para } a > L/3$ $x_2 = \frac{L^2}{3(L - a)}$
---	--

TABLA V.5 Valores de la rigidez para sistemas sencillos

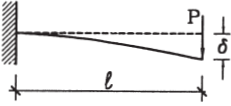
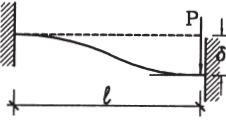
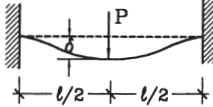
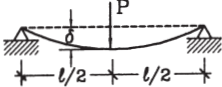
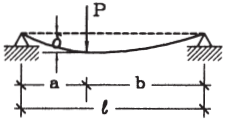
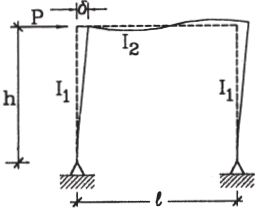
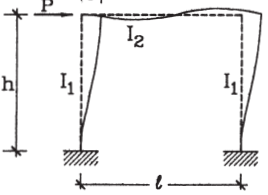
SISTEMA	δ	$k = \frac{P}{\delta}$
	$\delta = \frac{P \cdot \ell^3}{3EI}$	$k = \frac{3EI}{\ell^3}$
	$\delta = \frac{P \cdot \ell^3}{12EI}$	$k = \frac{12EI}{\ell^3}$
	$\delta = \frac{P \cdot \ell^3}{192EI}$	$k = \frac{192EI}{\ell^3}$
	$\delta = \frac{P \cdot \ell^3}{48EI}$	$k = \frac{48EI}{\ell^3}$
	$\delta = \frac{P a^2 b^2}{3EI \cdot \ell}$	$k = \frac{3EI \ell}{a^2 b^2}$
	$\delta = \frac{P \cdot h^2}{6E} \left(\frac{h}{I_1} + \frac{\ell}{2I_2} \right)$	$k = \frac{6E}{h^2 \left(\frac{h}{I_1} + \frac{\ell}{2I_2} \right)}$
	$\delta = \frac{P \cdot h^2}{6E} \left[\frac{h}{I_1} (1 - 3\alpha\beta) + \frac{\beta^2 \ell}{2I_2} \right]$ $\alpha = \frac{1 + 3\gamma}{1 + 6\gamma}$ $\beta = \frac{3\gamma}{1 + 6\gamma}$ $\gamma = \frac{I_2 \cdot h}{I_1 \cdot \ell}$	$k = \frac{6E}{h^2 \left[\frac{h}{I_1} (1 - 3\alpha\beta) + \frac{\beta^2 \ell}{2I_2} \right]}$

TABLA V.6 Escala de Mercalli Modificada (Bolt, 1981)

Escala de Intensidad Mercalli Modificada (versión de 1956)*

Construcciones A, B, C, D. Para evitar ambigüedades de lenguaje la calidad de la construcción, ladrillo u otro material, se especifica por las siguientes letras.

Construcciones A. Estructuras de acero y hormigón armado, bien diseñadas, calculadas para resistir fuerzas laterales. Buena construcción, materiales de primera calidad.

Construcciones B. Estructuras de hormigón armado, no diseñadas en detalle para resistir fuerzas laterales. Buena construcción y materiales.

Construcciones C. Estructuras no tan débiles como para fallar la unión de las esquinas, pero no reforzadas ni diseñadas para resistir fuerzas horizontales. Construcción y materiales corrientes.

Construcciones D. Construcciones de materiales pobres, tales como el adobe; baja calidad de construcción. No resistente a fuerzas horizontales.

* Versión original de 1931 en Wood H. O. y Neumann R, 1931. Escala de intensidad Mercalli Modificada de 1931: "Seismological Society of America Bulletin". vol. 53, núm. 5. p. 979-987. Versión de 1956 preparada por Charles R Richter en "Elementary Seismology", 1958. pp. 137-138. W. H. Freeman and Company.

VALOR DE INTENSIDAD	DESCRIPCIÓN
I.	No sentido.
II.	Sentido por personas en posición de descanso, en pisos altos o situación favorable.
III.	Sentido en el interior. Objetos suspendidos oscilan. Vibraciones como si pasara un camión ligero. Duración apreciable. Puede no ser reconocido como un terremoto.
IV.	Objetos suspendidos oscilan. Vibraciones como al paso de un camión pesado o sensación de sacudida como de un balón pesado golpeando las paredes. Automóviles parados se balancean. Ventanas, platos, puertas vibran. Los cristales tintinean. Los cacharros de barro se mueven. En el rango alto de IV, los tabiques y armazones de madera crujen.
V.	Sentido al aire libre; se aprecia la dirección. Los que están durmiendo se despiertan. Los líquidos se agitan, algunos se derraman. Objetos pequeños inestables desplazados o volcados. Las puertas se balancean, se cierran, se abren. Contraventanas y cuadros se mueven. Los péndulos de los relojes se paran, comienzan a andar, cambian de período.

- VI. Sentido por todos. Muchos se asustan y salen al exterior. La gente anda inestablemente. Ventanas, platos y objetos de vidrio se rompen. Adornos, libros, etc. se caen de las estanterías. Los cuadros se caen. Los muebles se mueven o vuelcan. Los revestimientos débiles y las construcciones de tipo D se agrietan, las campanas pequeñas suenan (iglesias, colegios). Árboles, arbustos sacudidos visiblemente.
- VII. Difícil mantenerse en pie. Sentido por los conductores. Objetos suspendidos tiemblan. Muebles rotos. Daño a edificios del tipo D incluyen grietas. Las chimeneas débiles se rompen a ras del tejado. Caída de cielos rasos, ladrillos sueltos, piedras, tejas, cornisas, también antepechos no asegurados y ornamentos de arquitectura. Algunas grietas en edificios de tipo C. Olas en estanques, agua enturbiaada con barro. Pequeños corrimientos y hundimientos en arena o montones de grava. Campanas grandes suenan. Canales de cemento para regadío dañados.
- VIII. Conducción de los coches afectada. Daños en edificios del tipo C; colapso parcial. Algún daño a construcciones de tipo B; nada en edificios de tipo A. Caída de estuco y algunas paredes de mampostería. Giro, caída de chimeneas, rimeros de fábricas, monumentos, torres, depósitos elevados. La estructura de las casas se mueve sobre los cimientos si no están sujetas; trozos de pared sueltos, arrancados. Ramas de árboles rotas. Cambios en el caudal o temperatura de fuentes y pozos. Grietas en suelo húmedo y pendientes fuertes.
- IX. Pánico general. Construcciones del tipo D destruidas; edificios tipo C seriamente dañados, algunas veces con colapso total; edificios tipo B con daños importantes. Daño general en los cimientos. Estructuras de almacén, si no están sujetas, desplazadas de los cimientos. Almacenes arruinados. Daños serios en embalses. Tuberías subterráneas rotas. Amplias grietas en el suelo. En áreas de aluvial eyección de arena y barro, aparecen fuentes y cráteres de arena.
- X. La mayoría de las construcciones y estructuras de almacén destruidas por sus cimientos. Algunos edificios bien contruidos en madera y puentes, destruidos. Daños serios en presas, diques y terraplenes. Grandes corrimientos de tierras. El agua rebasa las orillas de canales, ríos, lagos, etc. Arena y barro desplazados horizontalmente en playas y tierras llanas. Carriles torcidos.
- XI. Carriles muy retorcidos. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio.
- XII. Daño prácticamente total. Grandes masas de rocas desplazadas. Visuales y líneas de nivel deformadas. Objetos proyectados al aire.

TABLA V.7 Definición de los tipos de suelos de fundación según norma chilena NCh 433 Diseño Sísmico de Edificios

TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN
I	Roca: Material natural, con velocidad de propagación de ondas de corte v_s in-situ igual o mayor que 900 m/s, o bien, resistencia de la compresión uniaxial de probetas intactas (sin fisuras) igual o mayor que 10 MPa y R_{QD} igual o mayor que 50%.
II	a) Suelo con v_s igual o mayor que 400 m/s en los 10 m superiores, y creciente con la profundidad; o bien, b) Grava densa, con peso unitario seco γ_d igual o mayor que 20 kN/m³, o índice de densidad $ID(DR)$ (densidad relativa) igual o mayor que 75%, o grado de compactación mayor que 95% del valor Proctor Modificado; o bien; c) Arena densa, con $ID(DR)$ mayor que 75%, o índice de Penetración Estándar N mayor que 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa), o grado de compactación superior al 95% del valor Proctor Modificado; o bien, d) Suelo cohesivo duro, con resistencia al corte no drenado s_u igual o mayor que 0,10 MPa (resistencia a la compresión simple q_u igual o mayor que 0,20 MPa) en probetas sin fisuras. En todos los casos, las condiciones indicadas deberán cumplirse independientemente de la posición del nivel freático y el espesor mínimo del estrato debe ser 20 m. Si el espesor sobre la roca es menor que 20 m, el suelo se clasificará como tipo I.
III	a) Arena permanentemente no saturada, con $ID(DR)$ entre 55 y 75%, o N mayor que 20 (sin normalizar a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa); o bien, b) Grava o arena no saturada, con grado de compactación menor que el 95% del valor Proctor Modificado; o bien, c) Suelo cohesivo con s_u comprendido entre 0,025 y 0,10 MPa (q_u entre 0,05 y 0,20 MPa) independientemente del nivel freático ; o bien, d) Arena saturada con N comprendido entre 20 y 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa). Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre la roca o sobre suelo correspondiente al tipo II es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo II.
IV	Suelo cohesivo saturado con s_u igual o menor que 0,025 MPa (q_u igual o menor que 0,050 MPa). Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre suelo correspondiente a algunos de los tipos I, II o III es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo III.

