

Verifica di apertura in parete portante in muratura secondo il D.M. 17.01.2018

Il presente documento riporta le verifiche per la realizzazione di una apertura in una parete portante in muratura secondo le indicazioni delle norme tecniche del D.M. 17.01.2018.

Legenda**Dati di input (in ordine di inserimento)**

Tipo di Muratura	-	Tipologia della muratura di riferimento
Qualità malta	-	Qualità della malta utilizzata per la muratura
Coefficienti correttivi	-	Valori dei coefficienti correttivi da utilizzare nei calcoli
H_i	-	Altezza libera di piano
ΔK_{amm}	-	Valore ammissibile per la variazione di rigidezza
τ_0	-	Resistenza media a taglio della muratura
f	-	Resistenza media a compressione della muratura
E	-	Valore medio del modulo di elasticità normale
G	-	Valore medio del modulo di elasticità tangenziale
w	-	Peso specifico medio della muratura
l	-	Lunghezza in pianta del setto o maschio murario
t	-	Spessore del setto o maschio murario
h	-	Altezza del setto o maschio murario
γ_m	-	Coefficiente di sicurezza della muratura
g_1	-	Carico permanente strutturale distribuito sulla singola parete di un singolo piano
g_2	-	Carico permanente non strutturale distribuito sulla singola parete di un singolo piano
q	-	Carico variabile distribuito sulla singola parete di un singolo piano
ψ_{21}	-	Coefficiente di combinazione delle azioni variabili
Numero di piani	-	Numero di piani gravanti sulla parete
B, H	-	Luci orizzontale e verticale del telaio in acciaio
Acciaio	-	Classe di resistenza dell'acciaio
n° montanti	-	Numero dei montanti del telaio
n° profilati	-	Numero di profilati utilizzati per un singolo montante e per i traversi
Tipo	-	Tipo di profilati utilizzato per i montanti e traversi superiore ed inferiore
Limite di deformabilità	-	Limite della deformabilità ammissibile per il traverso superiore

Dati di output (in ordine di calcolo)

K_0	-	Rigidezza totale della parete allo stato attuale (stato preesistente)
K_1	-	Rigidezza totale della parete allo stato di progetto
ΔK	-	Variazione della rigidezza conseguente alle modifiche di progetto
P_{tot}	-	Carico verticale totale sulla parete
Δu_{min}	-	Valore minimo dello spostamento del setto o maschio murario al limite ultimo
F_0	-	Forza resistente totale della parete allo stato attuale (stato preesistente)
F_1	-	Forza resistente totale della parete allo stato di progetto
ΔF	-	Variazione della resistenza conseguente alle modifiche di progetto
i	-	Interasse tra i montanti del telaio
Dimensioni scasso	-	Dimensioni dello scasso necessario per accogliere il telaio in acciaio
h_t	-	Altezza del triangolo equilatero di carico sul telaio
q (SLU)	-	Carico uniformemente distribuito sul traverso superiore allo stato limite ultimo
q (SLE Q)	-	Carico uniformemente distribuito sul traverso superiore allo stato limite di esercizio
P_t	-	Peso totale del telaio
K_t	-	Rigidezza del telaio in acciaio
F_t	-	Forza resistente del telaio in acciaio
K_f	-	Rigidezza totale nello stato di progetto con il telaio in acciaio
F_f	-	Forza resistente totale nello stato di progetto con il telaio in acciaio
v	-	Freccia del traverso superiore

Normativa di riferimento

D.M. 17.01.2018 - Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, Ministero Infrastrutture e Trasporti
 Circ. Min. n.7 del 21.01.2019 - Istruzioni per l'applicazione ..., Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

Versione

STM201807-AperturaMuratura

Calcolo della geometria e della rigidezza allo stato attuale e di progetto

Oggetto: **Esempio n. 5**

Tipologia della muratura e caratteristiche meccaniche

Tipo di Muratura : **Circ.7 - (3)** Muratura in pietrame a spacco con buona tessitura

Qualità malta **Scadente** §C8.5.3.1

Coefficienti correttivi per lo stato di fatto

1	Malta buona (max 1,3)
1	Presenza di ricorsi o listature (max 1,1)
1	Connessione trasversale (max 1,3)

Coefficienti correttivi per interventi di consolidamento

1	Iniezione di miscele leganti (max 1,5)
1	Intonaco armato (max 1,5)
1	Diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi (1,3)
1	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (max 1,4)

Prodotto coefficienti = 1,00 Coefficiente complessivo (max 2,4)

	τ_0 (MPa)	f_{v0} (MPa)	f (MPa)	E (MPa)	G (MPa)	
Valori tabulati	0,039		1,8	1392	464	Valori LC1 §C8.5.4.1 (situazione non fessurata)
Stato attuale	0,039		1,8	696	232	Muratura non consolidata e rigidezza fessurata
Stato di progetto	0,039		1,8	696	232	Muratura consolidata e rigidezza fessurata

Valutazione della variazione di rigidezza

Metodo di calcolo altezze: **Valori h** H_i **300**

ΔK_{amm} : **±15 %** Variazione di rigidezza ammissibile

Calcolo della rigidezza (K_0) della muratura nello stato attuale

Setto	τ_0 (MPa)	f (MPa)	E (MPa)	G (MPa)	w (kN/m ³)	l (cm)	t (cm)	h (cm)	E/G	A (cm ²)	K (kN/m)
	0,039	1,8	696	232	21						
1	0,032	1,8	1050	350	19	200	48	230	3	9600	89032
2	0,032	1,8	1050	350	19	300	48	230	3	14400	156979
3											
4											
5											
6											

$K_0 = \underline{\underline{246011}}$ kN/m

Calcolo della rigidezza (K_1) della muratura nello stato di progetto

Setto	τ_0 (MPa)	f (MPa)	E (MPa)	G (MPa)	w (kN/m ³)	l (cm)	t (cm)	h (cm)	E/G	A (cm ²)	K (kN/m)
	0,039	1,8	696	232	21						
1	0,032	1,8	1050	350	19	150	48	230	3	7200	55233
2	0,032	1,8	1050	350	19	120	48	230	3	5760	36152
3	0,032	1,8	1050	350	19	130	48	230	3	6240	42327
4											
5											
6											

$K_1 = \underline{\underline{133712}}$ kN/m

Confronto tra stato di progetto e stato attuale

$A_1 / A_0 = 0,80$
 $\Delta K = K_1 - K_0 = -112299$ kN/m
 $\Delta K (\%) = -46 \%$ **La parete necessita di ulteriori interventi**

Note:

La rigidezza fessurata può essere considerata uguale a metà di quella non fessurata (§ 7.8.1.5.2)



Calcolo della resistenza allo stato attuale e di progetto

Coefficiente di sicurezza per la muratura

γ_M : 2 Coefficiente di sicurezza della Muratura ($\gamma_m = 2$ per verifiche nei riguardi di azioni sismiche)

Analisi dei carichi sulla parete

Carichi distribuiti trasferiti dai solai gravanti sulla parete per singolo piano

Carico distribuito permanente g_1 : kg/m
 Carico distribuito permanente g_2 : kg/m
 Carico distribuito accidentale q : kg/m ψ_{21} : 0,3 coefficiente di comb.

Numero di piani : 1 Numero di piani gravanti sulla parete

Valutazione della variazione di resistenza

Calcolo della forza reattiva (F_0) della muratura nello stato attuale

Setto	f (MPa)	τ_0 (MPa)	P (kN)	σ_0 (MPa)	M_u (kN m)	V_f (kN)	$V_t^{(1)}$ (kN)	V_u (kN)	d_e (cm)	d_u (cm)	F (kN)
1	0,9	0,02	42	0,04	40	34	34	34	0,04	0,86	34
2	0,9	0,02	63	0,04	89	77	58	58	0,04	0,86	58
3											
4											
5											
6											
$P_{tot} = 105$ kN										$\Delta_{u\min} = 0,86$ cm	
										$F_0 = \underline{\underline{92}}$ kN	

Calcolo della forza reattiva (F_1) della muratura nello stato di progetto

Setto	f (MPa)	τ_0 (MPa)	P (kN)	σ_0 (MPa)	M_u (kg m)	V_f (kN)	$V_t^{(1)}$ (kN)	V_u (kN)	d_e (cm)	d_u (cm)	F (kN)
1	0,9	0,02	31	0,04	22	19	19	19	0,04	1,73	19
2	0,9	0,02	25	0,04	14	12	15	12	0,03	1,73	12
3	0,9	0,02	27	0,04	17	15	17	15	0,03	1,73	15
4											
5											
6											
$P_{tot} = 84$ kN										$\Delta_{u\min} = 1,73$ cm	
										$F_1 = \underline{\underline{46}}$ kN	

Forza reattiva da recuperare

$\Delta F = F_1 - F_0 = -45$ kN **La parete necessita di intervento**

Note:

⁽¹⁾ Calcolo effettuato con la formulazione valida per muratura irregolare (§ C8.7.1.3.1.1)

Verifica del telaio in acciaio

Geometria dell'apertura

Dimensione dell'apertura^(*)

B : 102 cm (luce orizzontale dell'apertura)
 H : 230 cm (luce verticale dell'apertura)
 Superficie = 2,35 m²
 i = 125 cm (interasse tra i montanti)

Dimensioni scasso in muratura

Larghezza = 148 cm
 Altezza = 262 cm
 Superficie = 3,88 m²

Analisi dei carichi

N.B. I carichi degli impalcati gravano sul telaio

h_t = 88 cm (altezza del triangolo equilatero di carico sul telaio)

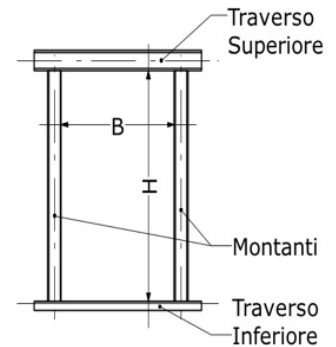
Carichi Statici sul telaio

Carico q (SLU) = 167 kg/m
 Carico q (SLE Q) = 129 kg/m

Geometria del telaio

Acciaio : S 235 f_{yd} = 224 Mpa
 n. Montanti 4 n. montanti costituenti il telaio

Rigidizza da recuperare ΔK = -112299 kg/cm J_{min} = -54220 cm⁴



	n°	profilati	Tipo	A (cm ²)	P (kg/m)	J (cm ⁴)	W (cm ³)	sp. (cm)	P (kg)
Montante sing.	2	HEA 240		153,6	120,6	15526	1350	48	1110
Traverso sup.	2	HEA 240		153,6	120,6	15526	1350	48	203
Traverso inf.	2	UPN 240		84,6	66,4	494	79	48	112
									P _t = 1424 kg

Verifica della rigidezza totale

K_t (telaio) = 128628 kN/m Rigidizza del telaio in acciaio
 K₀ = 246011 kN/m Rigidizza totale stato attuale
 K_f = K₁ + K_t = 262340 kN/m Rigidizza totale stato di progetto
 ΔK (%) = 7,00 % (variazione di rigidizza) **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica della forza reattiva totale

F_t (telaio) = 1051 kN Forza reattiva telaio
 F₀ = 92 kN Forza reattiva totale stato attuale
 F_f = F₁ + F_t = 1097 kN Forza reattiva totale stato di progetto
 ΔF = 1006 kN (variazione di resistenza) **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica degli elementi strutturali

Calcolo delle sollecitazioni allo SLU

Traverso sup. M_{Ed} = 23 kg m
 Traverso inf. M_{Ed} = 0 kg m

k₁ = 31,43 (k₁ = J_{tr. sup.} / J_{tr. inf.})
 k₂ = 1,84 (k₂ = (J_{tr. sup.} / J_{montante}) * (h/i))
 R₁ = 6,68 (R₁ = 2 k₂ + 3)
 R₂ = 97,97 (R₂ = 3 k₁ + 2 k₂)
 F₁ = 651,04 (F₁ = R₁ * R₂ - k₂ * k₂)
 F₂ = 43,47 (F₂ = 1 + k₁ + 6 k₂)

Verifiche di Resistenza

Traverso sup. M_{Rd} = 30214 kg m
 Traverso inf. M_{Rd} = 1768 kg m

Verifica di Deformabilità del traverso superiore

Limite di deformabilità : 1/ 500 Freccia ammissibile = 0,25 cm

Freccia reale v = 0,00 cm **VERIFICA SODDISFATTA**

Tab. C8A.2.I - Valori di riferimento dei parametri meccanici per diverse tipologie di muratura

Codice	Tipologia	f_m (MPa)		τ_0 (MPa)		f_{v0} (MPa)		E (MPa)		G (MPa)		w (kN/mc)
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
Circ.7 - (1)	Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0	2,0	0,018	0,032			690	1050	230	350	19
Circ.7 - (2)	Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	2,0	0,035	0,051			1020	1440	340	480	20
Circ.7 - (3)	Muratura in pietrame a spacco con buona tessitura	2,6	3,8	0,056	0,074			1500	1980	500	660	21
Circ.7 - (4)	Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4	2,2	0,028	0,042			900	1260	300	420	13
Circ.7 - (5)	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	2,0	3,2	0,040	0,080	0,10	0,19	1200	1620	400	500	13
Circ.7 - (6)	Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8	8,2	0,090	0,120	0,18	0,28	400	3300	800	1100	22
Circ.7 - (7)	Muratura in mattoni pieni e malta di calce	2,6	4,3	0,050	0,130	0,13	0,27	1200	1800	400	600	18
Circ.7 - (8)	Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura $\leq 40\%$)	5,0	8,0	0,080	0,170	0,20	0,36	3500	5600	875	1400	15
Circ.617 - (1)	Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0	1,8	0,020	0,032			690	1050	230	350	19
Circ.617 - (2)	Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	2,0	3,0	0,035	0,051			1020	1440	340	480	20
Circ.617 - (3)	Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6	3,8	0,056	0,074			1500	1980	500	660	21
Circ.617 - (4)	Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc)	1,4	2,4	0,028	0,042			900	1260	300	420	16
Circ.617 - (5)	Muratura a blocchi lapidei squadriati	6,0	8,0	0,090	0,120			2400	3200	780	940	22
Circ.617 - (6)	Muratura in mattoni pieni e malta di calce	2,4	4,0	0,060	0,092			1200	1800	400	600	18
Circ.617 - (7)	Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	3,0	4,0	0,100	0,130			2700	3600	810	1080	11
Circ.617 - (8)	Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	1,5	2,0	0,095	0,125			1200	1600	300	400	12
Circ.617 - (9)	Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	3,0	4,4	0,180	0,240			2400	3520	600	800	14
Circ.617 - (10)	Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura $\leq 40\%$)	5,0	8,0	0,240	0,320			3500	5600	875	1400	15
Circ.617 - (11)	Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	4,0	6,0	0,300	0,400			3600	5400	1080	1620	12
Circ.81 - (1)	Muratura esistente in mattoni pieni e malta bastarda	3,0	3,0	0,120	0,120							
Circ.81 - (2)	Muratura esistente in blocchi modulari (29x19x19 cm) e malta bastarda	2,5	2,5	0,080	0,080							
Circ.81 - (3)	Muratura esistente in blocchi in argilla espansa o calcestruzzo e malta bastarda	3,0	3,0	0,180	0,180							

Circ.81 - (4)	Muratura esistente in pietra con pietrame in cattive condizioni	0,5	0,5	0,020	0,020								
Circ.81 - (5)	Muratura esistente in pietra con pietrame grossolanamente squadrato e ben organizzato	2,0	2,0	0,070	0,070								
Circ.81 - (6)	Muratura esistente in pietra a sacco in buone condizioni	1,5	1,5	0,040	0,040								
Circ.81 - (7)	Muratura esistente in blocchi di tufo di buona qualità	2,5	2,5	0,100	0,100								
Circ.81 - (8)	Muratura nuova in mattoni pieni con fori circolari e malta cementizia Rm ≥ 1450 t/mq	5,0	5,0	0,200	0,200								
Circ.81 - (9)	Muratura nuova in Forati doppio UNI rapp. vuoto/pieno = 40% e malta cementizia Rm ≥ 1450 t/mq	5,0	5,0	0,240	0,240								
Circ.81 - (10)	Muratura consolidata in mattoni pieni, pietrame squadrato, consolidate con 2 lastre in calcestruzzo armato da cm 3 (minimo)	5,0	5,0	0,180	0,180								
Circ.81 - (11)	Muratura consolidata in pietrame iniettato	3,0	3,0	0,110	0,110								
Circ.81 - (12)	Muratura consolidata in pietra a sacco consolidata con due lastre in cls armato da cm 3 (minimo)	3,0	3,0	0,110	0,110								

Tab. C8A.2.II - Valori dei coefficienti correttivi massimi

	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezioni di miscele leganti	Intonco armato	Diatoni artificiali o tirantini antespulsivi	Ristilatura armata con connessione dei paramenti	Massimo coefficiente complessivo
Circ.7 - (1)	1,5	1,3	1,5	2,0	2,5	1,5	1,6	3,5
Circ.7 - (2)	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	1,5	3,0
Circ.7 - (3)	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,3	1,4	2,4
Circ.7 - (4)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,3	1,1	2,0
Circ.7 - (5)	1,6	1,0	1,2	1,2	1,5	1,2	1,2	1,8
Circ.7 - (6)	1,2	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,4
Circ.7 - (7)	1,0	1,0	1,3	1,2	1,5	1,3	1,2	1,8
Circ.7 - (8)	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3

In grassetto i valori assunti uguali a 1 ma non specificati sulla circolare

Nome	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	r (mm)	S (cmq)	P (kg/m)	Ix (cm ⁴)	Wx (cm ³)	Iy (cm ⁴)	Wy (cm ³)	Iy (cm ⁴)	
U 30x15	15	30	4.0	4.5	2	2,21	1,74	0,38	0,39	0,41	2,53	1,69	1,07
U 40x20	20	40	5.0	5.0	2.5	3,66	2,87	1,14	0,86	0,56	7,58	3,79	1,44
U 50x25	25	50	5.0	6.0	3	4,92	3,86	2,49	1,48	0,71	16,80	6,73	1,85
U 60x30	30	60	6.0	6.0	3	6,46	5,07	4,51	2,16	0,84	31,60	10,50	2,21
U 30x33	33	30	5.0	7.0	3.5	5,44	4,27	5,33	2,68	0,99	6,39	4,26	1,08
U 40x35	35	40	5.0	7.0	3.5	6,21	4,87	6,68	3,08	1,04	14,40	7,05	1,52
U 50x38	38	50	5.0	7.0	3.5	7,12	5,59	9,12	3,75	1,13	26,40	10,60	1,93
U 65x42	42	65	5.5	7.5	4.0	9,03	7,09	14,10	5,07	1,25	57,50	17,70	2,52
UPN 80	45	80	6.0	8.0	4.0	11,00	8,65	19,40	6,35	1,33	106,00	26,50	3,10
UPN 100	50	100	6.0	8.5	4.5	13,50	10,60	29,10	8,45	1,47	205,00	41,40	3,90
UPN 120	55	120	7.0	9.0	4.5	17,00	13,30	43,10	11,10	1,59	364,00	60,70	4,63
UPN 140	60	140	7.0	10.0	5.0	20,40	16,00	62,50	14,70	1,75	605,00	86,40	5,45
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	7,64	6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05
UPN 160	65	160	7.5	10.5	5.5	24,00	18,90	85,10	18,20	1,88	925,00	116,00	6,21
UPN 180	70	180	8.0	11.0	5.5	28,00	22,00	114,00	22,40	2,02	1354,00	150,00	6,95
UPN 200	75	200	8.5	11.5	6.0	32,20	25,30	148,00	26,90	2,14	1911,00	191,00	7,70
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	10,3	8,1	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24
UPN 220	80	220	9.0	12.5	6.5	37,40	29,40	196,00	33,50	2,29	2691,00	245,00	8,48
UPN 240	85	240	9.5	13.0	6.5	42,30	33,20	247,00	39,50	2,42	3599,00	300,00	9,22
UPN 260	90	260	10.0	14.0	7.0	48,30	37,90	317,00	47,80	2,56	4824,00	371,00	9,99
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	13,2	10,4	318	53,0	4,91	27,7	8,65	1,45
HEA 100	96	100	5.0	8.0	12	21,2	16,7	349	73	4,06	134	27	2,51
UPN 280	95	280	10.0	15.0	7.5	53,40	41,90	398,00	57,20	2,73	6276,00	448,00	10,84
HEB 100	100	100	6.0	10.0	12	26,0	20,4	450	90	4,16	167	33	2,53
UPN 300	100	300	10.0	16.0	8.0	58,80	46,10	493,00	67,60	2,90	8028,00	535,00	11,68
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	16,4	12,9	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65
HEA 120	114	120	5.0	8.0	12	25,3	19,9	606	106	4,89	231	38	3,02
HEB 120	120	120	6.5	11.0	12	34,0	26,7	864	144	5,04	318	53	3,06
IPE 160	160	82	5	7,4	9	20,1	15,8	869	109,0	6,58	68,3	16,7	1,84
HEA 140	133	140	5.5	8.5	12	31,4	24,7	1033	155	5,74	389	56	3,52
IPE 180	180	91	5,3	8	9	23,9	18,8	1317	146,0	7,42	101	22,2	2,06
HEB 140	140	140	7.0	12.0	12	43,0	33,7	1509	216	5,92	550	79	3,58
HEA 160	152	160	6.0	9.0	15	38,8	30,4	1673	220	6,57	616	77	3,98
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	28,5	22,4	1943	194,0	8,26	142	28,5	2,23
HEB 160	160	160	8.0	13.0	15	54,3	42,6	2492	311	6,77	889	111	4,05
HEA 180	171	180	6.0	9.5	15	45,3	35,5	2510	294	7,44	925	103	4,52
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	33,4	26,2	2772	252,0	9,11	205	37,3	2,48
HEA 200	190	200	6.5	10.0	18	53,8	42,3	3692	389	8,28	1336	134	4,98
HEB 180	180	180	8.5	14.0	15	65,3	51,2	3831	426	7,66	1363	151	4,57
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	39,1	30,7	3892	324,0	9,98	284	47,3	2,70
HEA 220	210	220	7.0	11.0	18	64,3	50,5	5410	515	9,17	1955	178	5,51
HEB 200	200	200	9.0	15.0	18	78,1	61,3	5696	570	8,54	2003	200	5,06
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	45,9	36,1	5790	429,0	11,23	420	62,2	3,02
HEA 240	230	240	7.5	12.0	21	76,8	60,3	7763	675	10,05	2769	231	6,00
HEB 220	220	220	9.5	16.0	18	91,0	71,5	8091	736	9,43	2843	258	5,59
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	53,8	42,2	8356	557,0	12,46	604	80,5	3,35
HEA 260	250	260	7.5	12.5	24	86,8	68,2	10455	836	10,97	3668	282	6,50
HEB 240	240	240	10.0	17.0	21	106,0	83,2	11259	938	10,31	3923	327	6,08
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	62,6	49,1	11770	713,0	13,71	788	98,5	3,55
HEA 280	270	280	8.0	13.0	24	97,3	76,4	13673	1010	11,85	4763	340	7,00
HEB 260	260	260	10.0	17.5	24	118,4	93,0	14919	1150	11,23	5135	395	6,59
IPE 360	360	170	8	12,7	18	72,7	57,1	16270	904,0	14,96	1043	123	3,79
HEA 300	290	300	8.5	14.0	27	112,5	88,3	18263	1260	12,74	6310	421	7,49
HEB 280	280	280	10.5	18.0	24	131,4	103,0	19270	1380	12,11	6595	471	7,08
HEA 320	310	300	9.0	15.5	27	124,4	97,6	22928	1480	13,58	6985	466	7,49
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	84,5	66,3	23130	1160,0	16,54	1318	146	3,95
HEB 300	300	300	11.0	19.0	27	149,1	117,0	25166	1680	12,99	8563	571	7,58
HEA 340	330	300	9.5	16.5	27	133,5	105,0	27693	1680	14,40	7436	496	7,46
HEB 320	320	300	11.5	20.5	27	161,3	127,0	30823	1930	13,82	9239	616	7,57
HEA 360	350	300	10.0	17.5	27	142,8	112,0	33090	1890	15,22	7887	526	7,43
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	98,8	77,6	33740	1500,0	18,48	1676	176	4,12
HEB 340	340	300	12.0	21.5	27	170,9	134,0	36656	2160	14,65	9690	646	7,53
HEB 360	360	300	12.5	22.5	27	180,6	142,0	43193	2400	15,46	10141	676	7,49
HEA 400	390	300	11.0	19.0	27	159,0	125,0	45069	2310	16,84	8564	571	7,34
IPE 500	500	200	10,2	16	21	116	90,7	48200	1930,0	20,38	2142	214	4,30



Nome	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	r (mm)	S (cm ²)	P (kg/m)	I _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	I _x (cm)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	I _y (cm)
HEB 400	400	300	13,5	24,0	27	197,8	155,0	57680	2880	17,08	10819	721	7,40
HEA 450	440	300	11,5	21,0	27	178,0	140,0	63722	2900	18,92	9465	631	7,29
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	134	106	67120	2440,0	22,38	2668	254	4,46
HEB 450	450	300	14,0	26,0	27	218,0	171,0	79887	3550	19,14	11721	781	7,33
HEA 500	490	300	12,0	23,0	27	197,5	155,0	86975	3550	20,99	10367	691	7,25
IPE 600	600	220	12	19	24	156	122	92080	3070,0	24,30	3387	308	4,66
HEB 500	500	300	14,5	28,0	27	238,6	187,0	107176	4290	21,19	12624	842	7,27
HEA 550	540	300	12,5	24,0	27	211,8	166,0	111932	4150	22,99	10819	721	7,15
HEB 550	550	300	15,0	29,0	27	254,1	199,0	136691	4970	23,19	13077	872	7,17
HEA 600	590	300	13,0	25,0	27	226,5	178,0	141208	4790	24,97	11271	751	7,05
HEB 600	600	300	15,5	30,0	27	270,0	212,0	171041	5700	25,17	13530	902	7,08