

FORMULAS AND TABLES FOR USE IN NOVEMBER AND DECEMBER SAC3000 NOVEMBER/DECEMBER EXAMINATION (2019)

ND. BUILDING

ANY APPLICABLE FORMULA BELOW MAY BE USED FOR BEAM DESIGN

$$M = \sigma \times Z \qquad \bar{X} = \frac{\sum \bar{x}_i A_i}{A_T}$$

$$\frac{I_{NA}}{y} = Z_e \qquad \bar{Y} = \frac{\sum \bar{y}_i A_i}{A_T}$$

$$Z_e = \frac{BD^2}{6} \text{ for a rectangular section}$$

$$I_{XX} = \frac{bd^3}{12} \text{ For a rectangular shape}$$

$$I_{XX} = \left(I_{x1} + Ad_1^2 \right) + \left(I_{x2} + Ad_2^2 \right) + \left(I_{xi} + Ad_i^2 \right) \text{ Where d is the difference between } \bar{y} \text{ and } \bar{Y}$$

$$M_{\max} = \frac{PL}{4} \qquad M_{\max} = \frac{wl^2}{8} \qquad V_{ave} = \frac{V}{D \times t} \qquad V_{\max} = 0.6 \times \sigma_y$$

FORMULAE RECTANGULAR CONCRETE BEAM DESIGN IN BENDING

$$\frac{M}{f_{cu} b d^2} = k \qquad A_s = \frac{M}{0.87 f_y z} \qquad z = d \left[0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{k}{0.9}} \right] \qquad A_s' = \frac{(k - k') b d^2 f_{cu}}{f_{yc} (d - d')}$$

$$A_s = \frac{k' f_{cu} b d^2}{0.87 f_{yz}} + \frac{f_{yc}}{0.87 f_y} A_s' \qquad \frac{100 A_s}{bh} \leq 4\% \qquad K' = 0.156$$

FORMULAE FOR CONCRETE BEAM SHEAR DESIGN

$$v = \frac{V}{b \times d}$$

$$v_c = \frac{0.75}{\gamma_m} \left(\frac{f_{cu}}{25} \right)^{1/3} \left(\frac{100A_s}{bd} \right)^{1/3} \left(\frac{400}{d} \right)^{1/4}$$

$$\frac{A_{sv}}{S_v} = \frac{(v - v_c)b}{0.87 f_{yv}}$$

$$\gamma_m = 1.4$$

Table 3A – weights of materials

Material	Mass density KN/m ³
plaster cement & sand	23.0
gypsum	17.0
Reinforced concrete	25.0
Clay bricks	19.0
Natural aggregate concrete bricks	22.0
Light hollow concrete blocks	12.0
Timber	5.0
Steel	70.0
Aluminium	28.0
Glass	25.0

Table 3 B– weights of materials

Materials	Unit weight KN/m ²
Acoustic ceiling tiles	0.1
Asphalt(19mm)	0.45

Sand / cement screed (25mm)	0.6
Vinyl tiles	0.05
Slates	0.6
Steel roof sheeting	0.15
Timber floorboards	0.15

TABLES FROM SABS 0100-1

Table 4: Typical* partial factors of safety for loads γ_f

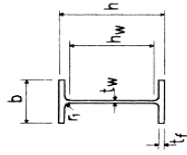
Load combination	Ultimate limit state			Serviceability limit state		
	Self-weight load	Imposed load	Wind load	Self-weight load	Imposed load	Wind load
Self-weight load	1.5 (0.9)	—	—	1.1 (1.0)	—	—
Self-weight load + live load	1.2 (0.9)	1.6 (0)	—	1.1 (1.0)	1.0 (0)	—
Self-weight load + live load + wind load	1.2 (0.9)	0.5 (0)	1.3 (1.3)	1.1 (1.0)	0.3 (0)	0.6 (0.6)
* See SABS 0160 (1989) for a complete discussion on loads and their combinations.						

Table 9: A_{sv}/s_v (mm²/mm) for links with two legs

Diameter (mm)	Link spacing (mm)										
	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
8	1.340	1.005	0.804	0.670	0.503	0.402	0.335	0.287	0.251	0.223	0.201
10	2.094	1.571	1.257	1.047	0.785	0.628	0.524	0.449	0.393	0.349	0.314
12	3.016	2.262	1.810	1.508	1.131	0.905	0.754	0.646	0.565	0.503	0.452
16	5.362	4.021	3.217	2.681	2.011	1.608	1.340	1.149	1.005	0.894	0.804

Table 31: Reinforcement areas (mm²).

No	Bar diameter (mm)							
	8	10	12	16	20	25	32	40
1	50.3	78.5	113.1	201.1	314.2	490.9	804.2	1256.6
2	101	157	226	402	628	982	1608	2513
3	151	236	339	603	942	1473	2413	3770
4	201	314	452	804	1257	1963	3217	5027
5	251	393	565	1005	1571	2454	4021	6283
6	302	471	679	1206	1885	2945	4825	7540
7	352	550	792	1407	2199	3436	5630	8796
8	402	628	905	1608	2513	3927	6434	10053
9	452	707	1018	1810	2827	4418	7238	11310
10	503	785	1131	2011	3142	4909	8042	12566
11	553	864	1244	2212	3456	5400	8847	13823
12	603	942	1357	2413	3770	5890	9651	15080
13	653	1021	1470	2614	4084	6381	10455	16336
14	704	1100	1583	2815	4398	6872	11259	17593
15	754	1178	1696	3016	4712	7363	12064	18850
16	804	1257	1810	3217	5027	7854	12868	20106
17	855	1335	1923	3418	5341	8345	13672	21363
18	905	1414	2036	3619	5655	8836	14476	22619
19	955	1492	2149	3820	5969	9327	15281	23876
20	1005	1571	2262	4021	6283	9817	16085	25133
21	1056	1649	2375	4222	6597	10308	16889	26389
22	1106	1728	2488	4423	6912	10799	17693	27646
23	1156	1806	2601	4624	7226	11290	18498	28903
24	1206	1885	2714	4825	7540	11781	19302	30159
25	1257	1963	2827	5027	7854	12272	20106	31416
26	1307	2042	2941	5228	8168	12763	20910	32673
27	1357	2121	3054	5429	8482	13254	21715	33929
28	1407	2199	3167	5630	8796	13744	22519	35186
29	1458	2278	3280	5831	9111	14235	23323	36442
30	1508	2356	3393	6032	9425	14726	24127	37699
31	1558	2435	3506	6233	9739	15217	24932	38956
32	1608	2513	3619	6434	10053	15708	25736	40212
33	1659	2592	3732	6635	10367	16199	26540	41469
34	1709	2670	3845	6836	10681	16690	27344	42726
35	1759	2749	3958	7037	10996	17181	28149	43982
36	1810	2827	4072	7238	11310	17671	28953	45239
37	1860	2906	4185	7439	11624	18162	29757	46496
38	1910	2985	4298	7640	11938	18653	30561	47752
39	1960	3063	4411	7841	12252	19144	31366	49009
40	2011	3142	4524	8042	12566	19635	32170	50265



I-sections (parallel flange)

Dimensions and properties

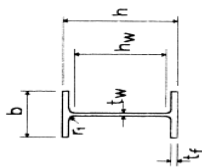
Designation	m	h	b	t _w	t _f	r ₁	h _w	A
mm x mm x kg/m	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10 ³ mm ²
IPE _M 100	6,72	97,6	55	3,6	4,5	7	74,6	,856
IPE 100	8,10	100	55	4,1	5,7	7	74,6	1,03
IPE _M 120	8,36	117	64	3,8	4,8	7	93,4	1,06
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	93,4	1,32
IPE _M 140	10,1	136,6	73	3,8	5,2	7	112	1,28
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	112	1,64
IPE _M 160	12,3	156,4	82	4	5,6	9	127	1,57
IPE 160	15,8	160	82	5	7,4	9	127	2,01
IPE _M 180	14,9	176,4	91	4,3	6,2	9	146	1,90
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8	9	146	2,39
IPE _M 200	18	196,4	100	4,5	6,7	12	159	2,29
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	159	2,85
152 x 89 x 16	16,1	152,4	88,9	4,6	7,7	7,6	122	2,05
178 x 102 x 19	19	177,8	101,6	4,7	7,9	7,6	147	2,42
203 x 133 x 25	25,3	203,2	133,4	5,8	7,8	7,6	172	3,22
30	29,8	206,8	133,8	6,3	9,6	7,6	172	3,80
254 x 146 x 31	31,3	251,5	146,1	6,1	8,6	7,6	219	3,99
37	37,2	256	146,4	6,4	10,9	7,6	219	4,74
43	43,2	259,6	147,3	7,3	12,7	7,6	219	5,50
305 x 102 x 25	24,5	304,8	101,6	5,8	6,8	7,6	276	3,12
29	26,6	308,9	101,9	6,1	8,9	7,6	276	3,64
33	32,8	312,7	102,4	6,6	10,8	7,6	276	4,18



I-sections (parallel flange)

Dimensions and properties

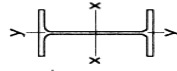
About x-x				About y-y				J	C _w
I	Z _e	Z _{pl}	r	I	Z _e	Z _{pl}	r	10 ⁸ mm ⁴	10 ⁸ mm ⁶
10 ⁸ mm ⁴	10 ³ mm ³	10 ³ mm ³	mm	10 ⁸ mm ⁴	10 ³ mm ³	10 ³ mm ³	mm		
1,36	27,8	31,9	39,8	,126	4,57	7,23	12,1	7,33	,272
1,71	34,2	39,4	40,7	,159	5,79	9,15	12,4	12,1	,354
2,44	41,7	47,6	47,9	,211	6,59	10,4	14,1	9,55	,663
3,18	53	60,7	49	,277	8,65	13,6	14,5	17,4	,894
4,07	59,7	67,6	56,4	,338	9,27	14,5	16,3	12	1,46
5,41	77,3	88,3	57,4	,449	12,3	19,2	16,5	24,6	1,99
6,59	84,3	95,2	64,8	,517	12,6	19,7	18,1	18,2	2,94
8,69	109	124	65,8	,683	16,7	26,1	18,4	36,2	3,98
10,2	116	130	73,2	,781	17,2	26,7	20,3	24,9	5,66
13,2	146	166	74,2	1,01	22,2	34,6	20,5	48,1	7,46
15,3	156	176	81,9	1,12	22,4	35	22,1	38,7	10,1
19,4	194	221	82,6	1,42	28,5	44,6	22,4	70,2	13,1
8,38	110	124	64	,904	20,3	31,4	21	36,1	4,73
13,6	153	171	74,9	1,38	27,2	41,9	23,9	43,8	9,98
23,5	231	259	85,4	3,09	46,3	71,2	31	62,1	29,5
28,9	279	313	87,2	3,84	57,4	88	31,8	103	37,3
44,3	352	395	105	4,48	61,3	94,2	33,5	88,2	66
55,5	433	485	108	5,71	78	119	34,7	155	85,7
65,5	505	568	109	6,77	92	141	35,1	242	103
43,6	286	336	118	1,19	23,5	37,8	19,6	48	26,5
54,4	352	408	122	1,58	30,9	49,2	20,8	78,3	35,5
65	416	481	125	1,94	37,9	60	21,5	123	44,2



I-sections (parallel flange)

Dimensions and properties

Designation	m	h	b	t _w	t _f	r ₁	h _w	A
mm x mm x kg/m	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10 ³ mm ²
305 x 165 x 41	40,5	303,8	165,1	6,1	10,2	8,9	266	5,16
46	46,1	307,1	165,7	6,7	11,8	8,9	266	5,88
54	53,5	310,9	166,8	7,7	13,7	8,9	266	6,82
355 x 171 x 45	44,8	352	171	6,9	9,7	10,2	312	5,70
51	50,7	355,6	171,5	7,3	11,5	10,2	312	6,46
57	56,7	358,6	172,1	8	13	10,2	312	7,22
67	67,2	364	173,2	9,1	15,7	10,2	312	8,55
406 x 140 x 39	38,6	397,3	141,8	6,3	8,6	10,2	360	4,92
46	46,3	402,3	142,4	6,9	11,2	10,2	359	5,90
406 x 178 x 54	53,8	402,6	177,6	7,6	10,9	10,2	360	6,86
60	59,7	406,4	177,8	7,8	12,8	10,2	360	7,61
67	67,1	409,4	178,8	8,8	14,3	10,2	360	8,55
75	74,8	412,8	179,7	9,7	16	10,2	360	9,53
457 x 191 x 67	67,1	453,6	189,9	8,5	12,7	10,2	408	8,55
75	74,7	457,2	190,5	9,1	14,5	10,2	408	9,51
82	82	460,2	191,3	9,9	16	10,2	408	10,5
90	89,7	463,6	192	10,6	17,7	10,2	408	11,4
98	98,4	467,6	192,8	11,4	19,6	10,2	408	12,5
533 x 210 x 82	82,2	528,3	208,7	9,6	13,2	12,7	476	10,5
93	92,5	533,1	209,3	10,2	15,6	12,7	476	11,8
101	101	536,7	210,1	10,9	17,4	12,7	476	12,9
109	109	539,5	210,7	11,6	18,8	12,7	476	13,9
122	122	544,6	211,9	12,8	21,3	12,7	477	15,6



I-sections (parallel flange)

Dimensions and properties

About x-x					About y-y				J	C _w
I	Z _e	Z _{pl}	r	I	Z _e	Z _{pl}	r			
10 ⁸ mm ⁴	10 ³ mm ³	10 ³ mm ³	mm	10 ⁸ mm ⁴	10 ³ mm ³	10 ³ mm ³	mm		10 ⁸ mm ⁴	10 ⁶ mm ⁶
85,5	563	626	129	7,66	92,8	142	38,5	149	165	
99,3	647	722	130	8,96	108	166	39	223	195	
117	752	843	131	10,6	127	195	39,4	345	234	
121	686	773	146	8,10	94,7	146	37,7	160	237	
142	796	895	148	9,68	113	174	38,7	238	287	
161	896	1010	149	11,1	129	198	39,1	334	330	
195	1070	1210	151	13,6	157	243	39,9	560	413	
124	625	718	159	4,10	57,8	90,7	28,9	108	155	
157	779	889	163	5,40	75,9	119	30,3	194	207	
187	927	1050	165	10,2	115	178	38,6	233	391	
215	1060	1200	168	12	135	209	39,7	332	465	
243	1190	1350	169	13,6	153	237	39,9	465	533	
274	1330	1510	170	15,5	173	268	40,3	642	610	
294	1300	1470	185	14,5	153	237	41,2	376	706	
334	1460	1660	187	16,7	176	273	42	527	820	
371	1610	1830	188	18,7	196	304	42,3	699	923	
411	1770	2020	190	20,9	218	339	42,8	921	1040	
458	1960	2230	191	23,5	243	379	43,3	1220	1180	
475	1800	2060	213	20	192	300	43,8	527	1330	
553	2080	2370	217	23,9	228	356	45	772	1600	
616	2300	2620	218	27	257	400	45,7	1030	1820	
668	2480	2830	219	29,4	279	435	46	1280	1990	
762	2800	3200	221	33,9	320	500	46,6	1810	2320	