

ESTRUCTURAS I

CURSO
ESTRUCTURAS I

RESISTENCIA DE MATERIALES DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

- Profesor: Jing Chang Lou

RESISTENCIAS DE MATERIALES DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

CONCEPTO DE TENSIÓN UNITARIA

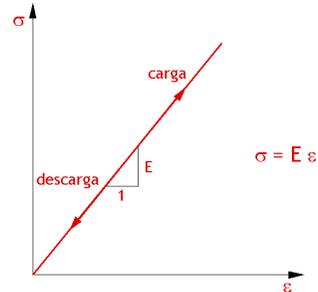
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

CONCEPTO DE DEFORMACIÓN UNITARIA

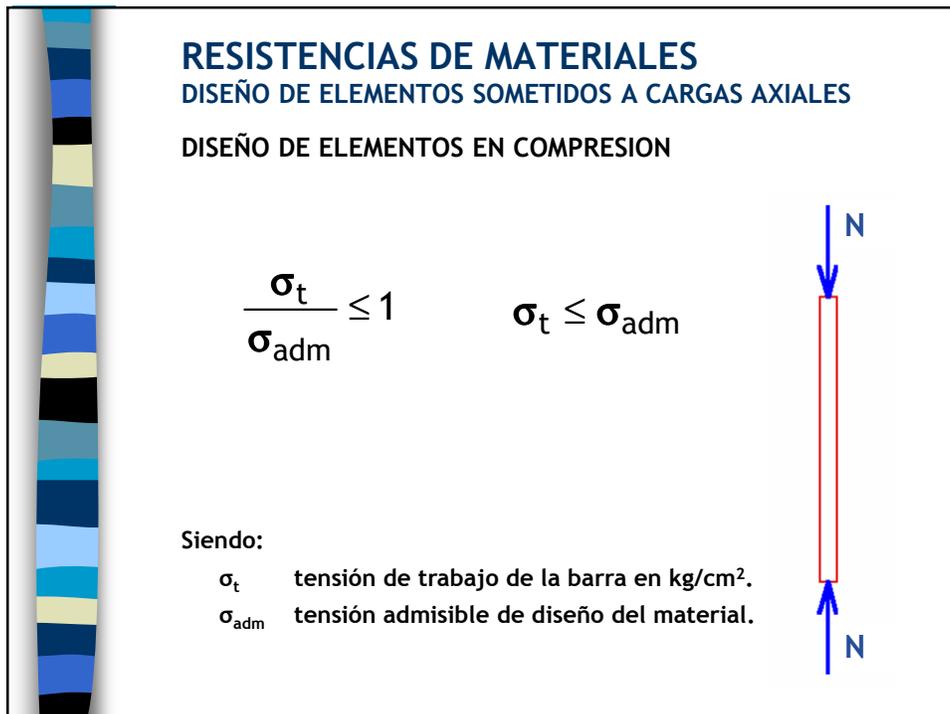
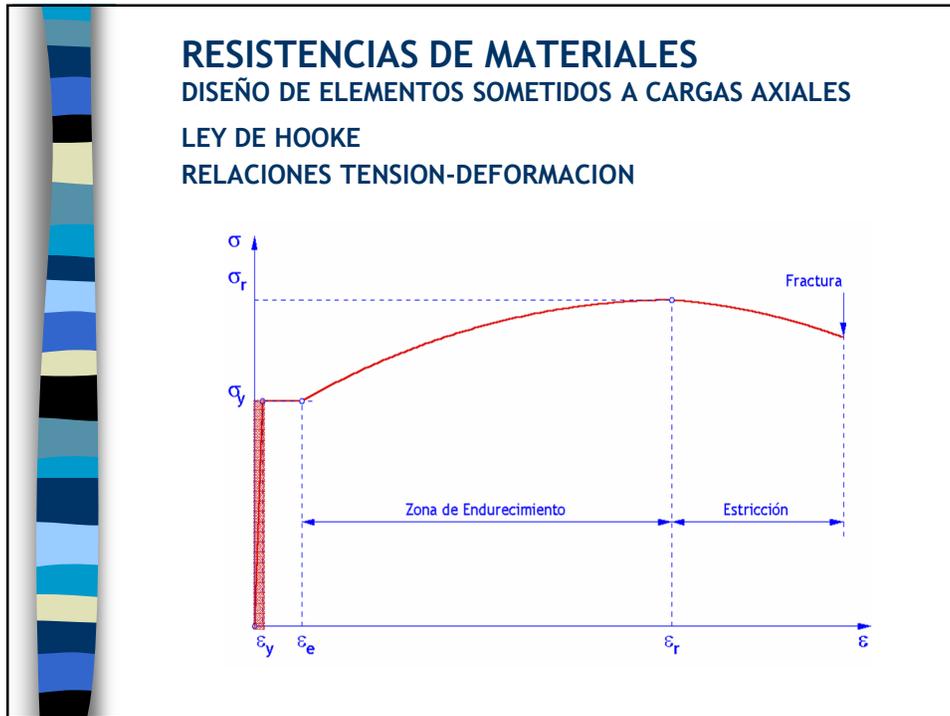
$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

LEY DE HOOKE

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \rightarrow \sigma = E \varepsilon$$



ESTRUCTURAS I



ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS EN COMPRESION

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_t$$

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$$

Siendo

- σ_{adm} (kg/cm²) la tensión admisible de diseño del material
- σ_t (kg/cm²) la tensión de trabajo
- P (kg) el esfuerzo normal que se transmite a través de la sección transversal.
- A (cm²) es el área en de la sección transversal.

RESISTENCIAS DE MATERIALES DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS DE ACERO EN COMPRESION

TABLA DE PERFILES CINTAC
Calidades normales: A42-27ES • A37-24ES • SAE 1010 • SAE 1008

PERFILES TUBULARES CUADRADOS

A	A	e	P	A	I	W	i
mm	mm	mm	Kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
40	40	3	3,30	4,21	9,28	4,64	1,48
50	50	3	4,25	5,41	19,41	7,76	1,89
		4	5,45	9,95	23,60	9,44	1,84
		5	6,56	8,36	26,78	10,71	1,79
		6	7,56	9,63	29,03	11,61	1,74
75	75	3	6,60	8,41	71,54	19,08	2,92
		4	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
		5	10,48	13,36	105,92	28,25	2,82
		6	12,27	15,63	119,48	31,86	2,76

PERFIL TUBULAR CUADRADO

PERFILES TUBULARES RECTANGULARES

A	B	e	P	A	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y
mm	mm	mm	Kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
50	30	3	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
60	40	3	4,25	5,41	25,31	8,44	2,16	13,38	6,69	1,57
	40	4	5,45	6,95	30,83	10,28	2,11	16,15	8,08	1,52
70	30	3	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
	30	4	5,45	6,95						
80	40	3	5,19	6,61						
	40	4	6,71	8,55						
100	50	3	6,60	8,41						
	50	4	8,59	10,59						
	50	5	10,48	13,36						
150	50	3	8,96	11,41						
	50	4	11,73	14,95						
	50	5	14,41	18,36						

PERFIL TUBULAR RECTANGULAR

PERFILES TUBULARES REDONDOS

Diametro Exterior	e	P	A	I	W	i
Pulgadas	mm	mm	Kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm
2"	50,8	3	3,54	4,51	12,92	5,09
2-1/2"	63,5	3	4,48	5,70	26,15	8,24
	63,5	4	7,12	9,07	59,30	15,56
3"	76,2	3	5,42	6,90	46,29	12,15
	76,2	4	8,26	11,17	113,04	22,25
3-1/2"	88,9	3	6,36	8,10	74,76	16,82
	101,6	4	9,63	12,26	146,28	28,80
4"	101,6	5	11,90	15,17	177,47	34,93
	127,0	4	12,10	15,46	292,61	46,08
5"	127,0	5	15,00	19,16	357,14	56,24
	127,0	5	15,00	19,16	357,14	56,24

PERFIL TUBULAR REDONDO

PROFESOR: JING CHANG LOU

3

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS MADERA EN COMPRESION

Denominación	Escuadrías			Tolerancia	
	esp. mm	ancho mm	largo m	esp. mm	ancho mm
2 x 2	41	41	2,4	-0/+2	-0/+2
2 x 3	41	65	2,4	-0/+2	-0/+2
2 x 4	41	90	2,4	-0/+2	-0/+2
2 x 6	41	138	4,0	-0/+2	-0/+2
2 x 6	41	138	4,88	-0/+2	-0/+2
2 x 8	41	185	4,0	-0/+2	-0/+2
2 x 8	41	185	4,88	-0/+2	-0/+2
2 x 10	41	230	4,0	-0/+2	-0/+2

NCh 2824 Unidades, dimensiones y tolerancias

Clase o Grado Estructural	F _f MPa	F _{tp} MPa	F _{cp} MPa	F _{cn} MPa	F _v MPa	E _{prom} MPa	E _k MPa	
BS EN 338	C16	5,3	3,2	6,8	2,2	0,67	8.000	5.400
	C24	7,5	4,5	7,9	2,4	0,71	10.800	7.200
NCh1207	G2	4,0	2,0	4,0	2,5	0,4	7.000	4.690

Condiciones: Contenido de humedad 12%, duración carga 50 años, altura viga 300mm.

Fuente: Catálogos MSD Estructural - Madera Arauco

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS EN COMPRESION

EN ACERO

A37-24-ES $\sigma_{adm} = 1440 \text{ kg/cm}^2$

A42-37-ES $\sigma_{adm} = 1620 \text{ kg/cm}^2$

EN MADERA

Especie	Tipo de Tensión	$\sigma_{admisible}$
Coigüe, Roble	Compresión paralela	66 kg/cm ²
	Compresión normal	28 kg/cm ²
Álamo	Compresión paralela	41 kg/cm ²
Pino radiata	Compresión normal	19 kg/cm ²
Madera Pino Arauco	Compresión paralela	40 kg/cm ²
	Compresión normal	25kg/cm ²

ESTRUCTURAS I



RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DETERMINACION DE VARIACION DE LONGITUD DE LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN

DEFORMACIÓN UNITARIA

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

TENSIÓN UNITARIA

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

LEY DE HOOKE

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \rightarrow \sigma = E \varepsilon$$

VARIACION DE LOGITUD

$$\frac{N}{A} = E \frac{\delta}{L}$$

$$\delta = \frac{NL}{AE}$$


RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS ESBELTOS

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_t$$

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$$

Siendo

- σ_{adm} (kg/cm²) la tensión admisible de compresión según esbeltez
- σ_t (kg/cm²) la tensión de trabajo
- P (kg) el esfuerzo normal que se transmite a través de la sección transversal.
- A (cm²) es el área en de la sección transversal.

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS
INESTABILIDAD

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS
CARGA CRITICA DE EULER (1750)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 E I}{(KL)^2 A}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E i^2}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{i}\right)^2}$$

$$\lambda = \frac{KL}{i}$$

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS

FACTOR DE ESBELTEZ

$$\lambda = \frac{KL}{i}$$

Siendo

- λ Esbeltez
- k Coeficiente de longitud efectiva de pandeo
- L (cm) longitud del elemento
- i (cm) radio de giro de la sección

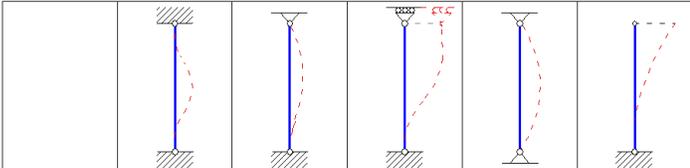


Esbeltez máxima

para acero	$\lambda < 240$	Según Tabla → $\lambda < 199$
para madera	$\lambda < 170$	→ $\lambda < 169$

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS

LONGITUD EFECTIVA DE PANDEO K



TEORICO	0,50	0,70	1,00	1,00	2,00
ACERO	0,65	0,80	1,20	1,00	2,10
MADERA	0,70	0,85	1,50	1,00	2,50

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

TABLAS DE TENSIONES ADMISIBLES DE COMPRESION EN kg/cm²

PARA ELEMENTOS DE ACERO A37-24ES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1440	1437	1434	1432	1429	1426	1423	1420	1417	1414
10	1411	1408	1405	1401	1398	1394	1391	1387	1384	1380
20	1376	1372	1368	1364	1360	1356	1352	1348	1343	1339
30	1335	1330	1326	1321	1316	1312	1307	1302	1297	1292
40	1287	1282	1277	1272	1267	1262	1256	1251	1246	1240
50	1235	1229	1223	1218	1212	1206	1201	1195	1189	1183
60	1177	1171	1165	1159	1152	1146	1140	1134	1127	1121
70	1114	1108	1101	1095	1088	1081	1074	1068	1061	1054
80	1047	1040	1033	1026	1019	1012	1004	997	990	982
90	975	968	960	953	945	937	930	922	914	906
100	898	891	883	875	866	858	850	842	834	825
110	817	809	800	792	783	775	766	757	748	740
120	731	722	713	704	695	686	676	667	658	648
130	639	630	620	611	602	593	584	576	567	559
140	551	543	536	528	521	514	507	500	493	487
150	480	474	468	461	455	450	444	438	433	427
160	422	417	412	407	402	397	392	387	383	378
170	374	369	365	361	357	353	349	345	341	337
180	333	330	326	322	319	315	312	309	305	302
190	299	296	293	290	287	284	281	278	275	273

RESISTENCIAS DE MATERIALES

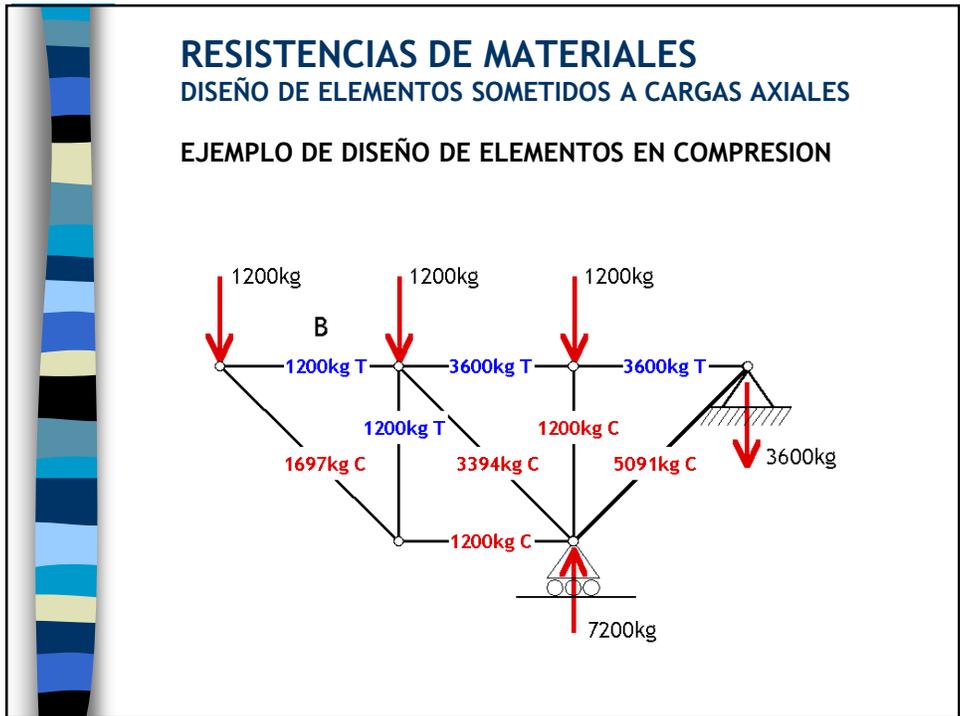
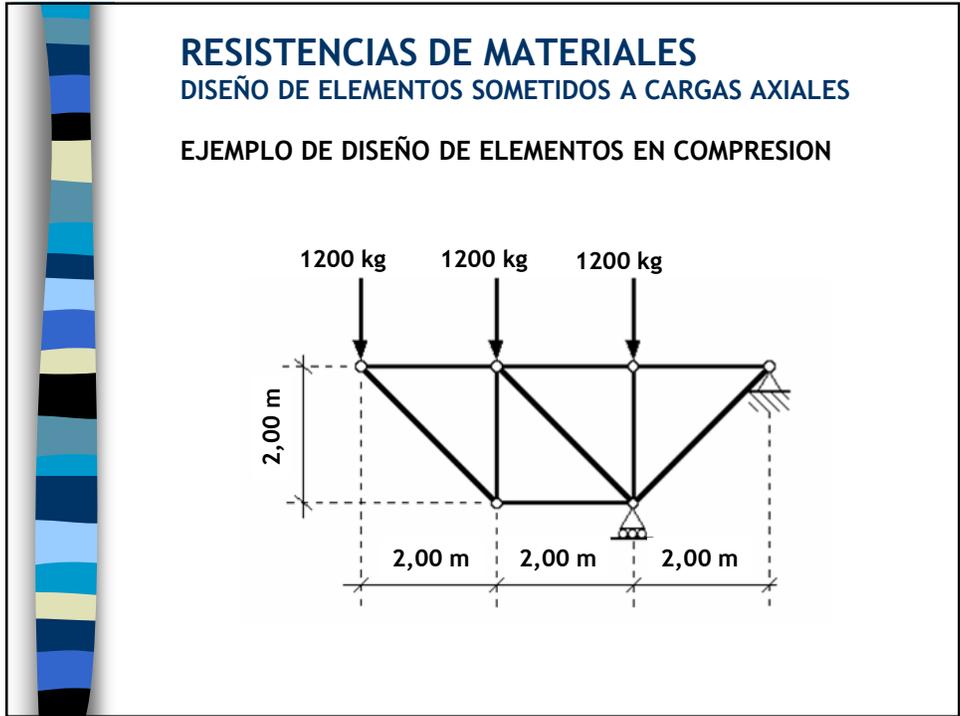
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

TABLAS DE TENSIONES ADMISIBLES DE COMPRESION EN kg/cm²

PARA ELEMENTOS DE MADERA PINO - ARAUCO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	40,0	39,8	39,6	39,4	39,2	39,0	38,8	38,6	38,4	38,2
10	37,9	37,7	37,5	37,3	37,1	36,8	36,6	36,4	36,2	35,9
20	35,7	35,5	35,2	35,0	34,7	34,5	34,2	34,0	33,7	33,5
30	33,2	32,9	32,7	32,4	32,1	31,9	31,6	31,3	31,0	30,7
40	30,4	30,2	29,9	29,6	29,3	29,0	28,7	28,4	28,1	27,8
50	27,5	27,2	26,9	26,6	26,3	26,0	25,7	25,4	25,1	24,8
60	24,5	24,2	23,9	23,6	23,3	23,0	22,7	22,4	22,1	21,8
70	21,5	21,3	21,0	20,7	20,4	20,1	19,9	19,6	19,3	19,1
80	18,8	18,6	18,3	18,1	17,8	17,6	17,3	17,1	16,9	16,6
90	16,4	16,2	15,9	15,7	15,5	15,3	15,1	14,9	14,7	14,5
100	14,3	14,1	13,9	13,7	13,5	13,4	13,2	13,0	12,8	12,7
110	12,5	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,6	11,4	11,3	11,1
120	11,0	10,8	10,7	10,6	10,4	10,3	10,2	10,1	9,9	9,8
130	9,7	9,6	9,5	9,3	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7
140	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,8
150	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	7,0	7,0
160	6,9	6,8	6,7	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	6,3

ESTRUCTURAS I



ESTRUCTURAS I



RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO EN COMPRESION

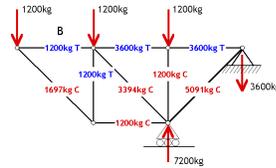
DISEÑO EN ACERO
Comprobar la factibilidad de un perfil

Para un Perfil \angle 80/40/3 $A = 4,50\text{cm}^2$

$$1440 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{5091\text{kg}}{4,50\text{cm}^2}$$

$$1440 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 1131 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

ES FACTIBLE. Pero falta verificar su factibilidad por pandeo.



ESFUERZOS MÁXIMOS

$T_{\text{max}} = 3600 \text{ kg}$

$C_{\text{max}} = 5091 \text{ kg}$

FORMULA

$\sigma_{\text{adm}} \geq \frac{N}{A}$



RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO EN COMPRESION

DISEÑO EN ACERO
Comprobar la factibilidad de un perfil

Para un Perfil \angle 80/40/3 $A = 4,50\text{cm}^2$

P	A	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y	X
kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
3,54	4,50	43,88	10,97	3,12	7,01	2,45	1,25	1,14

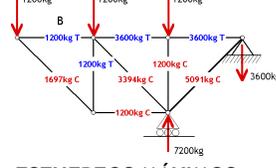
$$\lambda = \frac{1 \times 282\text{cm}}{3,12\text{cm}} = 90,38 \approx 91$$

$\sigma_{\text{adm}} = 968 \text{ kg/cm}^2$

$$\lambda = \frac{1 \times 282\text{cm}}{1,25\text{cm}} = 225,60 \approx 226$$

$\sigma_{\text{adm}} = ?$

NO ES FACTIBLE por pandeo.



ESFUERZOS MÁXIMOS

$T_{\text{max}} = 3600 \text{ kg}$

$C_{\text{max}} = 5091 \text{ kg}$

FORMULA

$\sigma_{\text{adm}} \geq \frac{N}{A}$

$\lambda = \frac{KL}{i}$

ESTRUCTURAS I



RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO EN COMPRESION

DISEÑO EN ACERO

Buscar el perfil correcto

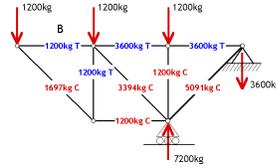
si $\lambda = 199 \rightarrow \sigma_{adm} = 273 \text{ kg/cm}^2$

$$A = \frac{5091 \text{ kg}}{273 \text{ kg/cm}^2} = 18,64 \text{ cm}^2$$

$$i = \frac{1 \cdot 282 \text{ cm}}{199} = 1,41 \text{ cm}$$

SOLUCIÓN:

Perfil $\square 150/50/5 \quad A = 18,36 \text{ cm}^2 \quad i_y = 2,15 \text{ cm}$



ESFUERZOS MÁXIMOS

$T_{max} = 3600 \text{ kg}$

$C_{max} = 5091 \text{ kg}$

FORMULA

$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

$\lambda = \frac{KL}{i}$



RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO EN COMPRESION

DISEÑO EN ACERO

Comprobar la factibilidad del perfil

Para un Perfil $\square 150/50/5$

P	A	Ix	Wx	ix	Iy	Wy	iy
kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
14,41	18,36	455,54	60,74	4,98	77,40	30,96	2,05

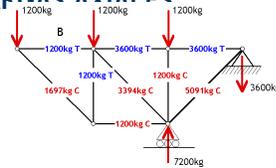
$$\lambda = \frac{1 \times 282 \text{ cm}}{2,05 \text{ cm}} = 137,56 \approx 138$$

$$\sigma_{adm} = 567 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$567 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{5091 \text{ kg}}{18,36 \text{ cm}^2}$$

$$567 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 277,28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

ES FACTIBLE



ESFUERZOS MÁXIMOS

$T_{max} = 3600 \text{ kg}$

$C_{max} = 5091 \text{ kg}$

FORMULA

$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

$\lambda = \frac{KL}{i}$

ESTRUCTURAS I



RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO EN COMPRESION

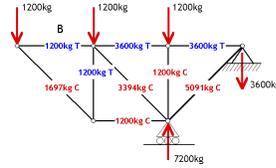
DISEÑO EN MADERA

Comprobar la factibilidad de una sección

Para una sección 2x 2"x10" cepillado
A = 188,60 cm²

$$40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{5091 \text{ kg}}{188,60 \text{ cm}^2}$$

$$40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 26,99 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



ESFUERZOS MÁXIMOS

T_{max} = 3600 kg

C_{max} = 5091 kg

FORMULA

$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

$\lambda = \frac{KL}{i}$

ES FACTIBLE.

Pero falta verificar su factibilidad por pandeo.



RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO EN COMPRESION

DISEÑO EN MADERA

Comprobar la factibilidad de una sección

Para una sección 2x 2"x10"

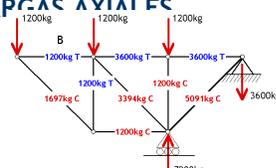
b	h	A	I _x	i _x	I _y	i _y
8,2	23,0	188,6	8314,1	6,6	1056,8	2,4

$$\lambda = \frac{1 \times 282\text{cm}}{2,4\text{cm}} = 117,5 \approx 118$$

$$\sigma_{adm} = 11,30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$11,30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{5091 \text{ kg}}{188,60 \text{ cm}^2}$$

$$11,30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 26,99 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



ESFUERZOS MÁXIMOS

T_{max} = 3600 kg

C_{max} = 5091 kg

FORMULA

$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

$\lambda = \frac{KL}{i}$

NO ES FACTIBLE por pandeo.

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO EN COMPRESION

DISEÑO EN MADERA

Comprobar la factibilidad de una sección

Para la sección de 3x 2"x10"

b	h	A	ix	ix	ly	iy
12,3	23,0	282,9	12471,2	6,6	3566,7	3,6

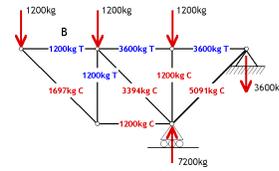
$$\lambda = \frac{1 \times 282\text{cm}}{3,6\text{cm}} = 78,3 \approx 79$$

$$\sigma_{\text{adm}} = 19,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$19,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{5091 \text{ kg}}{282,90 \text{ cm}^2}$$

$$19,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 17,99 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

ES FACTIBLE.



ESFUERZOS MÁXIMOS

$$T_{\text{max}} = 3600 \text{ kg}$$

$$C_{\text{max}} = 5091 \text{ kg}$$

FORMULA

$$\sigma_{\text{adm}} \geq \frac{N}{A}$$

$$\lambda = \frac{KL}{i}$$

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

BIBLIOGRAFIA

▪ DISEÑO Y CALCULO DE ESTRUCTURAS

•Bernardo Villasuso (1994) - El Ateneo - Buenos Aires - Argentina.

▪ MECANICA VECTORIAL PARA INGENIEROS - ESTATICA

•Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr (1990) - Ediciones McGraw-Hill.

▪ MECANICA DE MATERIALES

•Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr , John T. DeWolf (2004) - Ediciones McGraw-Hill.

▪ DISEÑO ESTRUCTURAL

Rafael Riddell C., Pedro Hidalgo O. (2002) 3ª Ed. Ediciones PUC de Chile.

▪ FUNDAMENTOS DE INGENIERIA ESTRUCTURAL PARA ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA

Rafael Riddell C., Pedro Hidalgo O. (2000) Ediciones PUC de Chile.