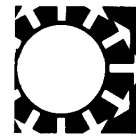


Cargas Térmicas



1. Ambito de aplicación

Cálculo del efecto de las variaciones dimensionales debidas a los cambios de temperatura, en estructuras cuya libre deformación se encuentre coaccionada en alguna dirección o sentido.

2. Juntas de dilatación

En estructuras de entramado metálico o de hormigón armado, se puede prescindir de la acción térmica si se crean juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 m.

3. Proceso de cálculo

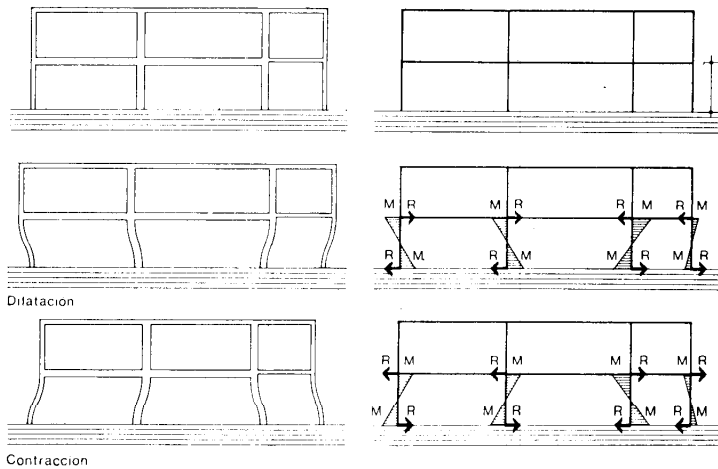
El desplazamiento por carga térmica de la cabeza superior de un soporte perteneciente a la planta baja de un pórtico, crea en él unos momentos flectores:

$$M = \pm a \cdot c \cdot d \text{ m} \cdot \text{kg}$$

y unas reacciones:

$$R = \pm \frac{b \cdot c \cdot d}{H} \text{ kg}$$

Siendo: H la altura del soporte en m
a, b, c y d los siguientes coeficientes:



Coefficientes a y b

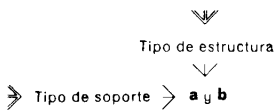


Tabla 1

Tipo de soporte		Tipo de estructura		
		Cualquiera protegida	Cualquiera a la intemperie	Metálica expuesta a radiación solar
Doblemente empotrado	a	0,33	0,67	1,00
	b	0,67	1,34	2,00
Empotrado-articulado	a	0,17	0,33	0,50
	b	0,17	0,33	0,50

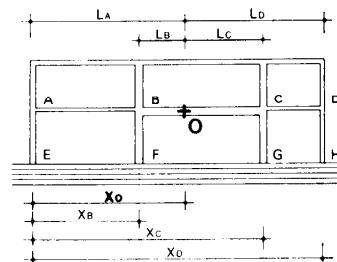
Coefficiente C

Las Tablas 2 y 3 dan los valores c
Siendo:

D = dimensión menor de la sección del dintel del pórtico, en caso de hormigón armado, en cm.

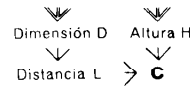
L = distancia en metros del soporte analizado al punto o, que se encuentra en el eje de simetría en caso de estructuras perfectamente simétricas y en caso contrario a una distancia:

$$X_o = \frac{d_B X_B + d_C X_C + \dots + d_N X_N}{d_A + d_B + d_C + \dots + d_N}$$



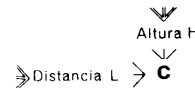
H = altura del soporte en m

Tabla 2. Estructuras de hormigón armado y estructuras mixtas

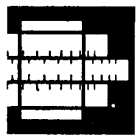


L = distancia del soporte al punto O en m	D = dimensión menor de la sección del dintel en cm								H = Altura del soporte en m																		
	15	20	25	30	35	40	45	50	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2
1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	7	9	11	13	16	21	29	41	64	
2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2	2	3	3	4	4	5	5	6	8	11	14	17	21	25	32	42	57	82	129
3	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3	3	4	5	5	6	6	8	10	12	16	21	26	31	38	48	63	86	124	193
4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4	4	5	6	7	8	10	13	16	22	29	34	41	51	64	84	115	165	258	
5	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5	6	7	8	9	11	13	16	20	27	36	43	51	64	80	105	143	206	322	
6	6,2	6,3	6,5	6,6	6,7	6,9	7,0	6	7	8	9	11	13	15	19	24	32	43	51	62	76	97	126	172	247	387	
7	7,2	7,4	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	7	8	9	11	13	15	18	22	28	38	50	60	72	89	113	147	201	289	451	
8	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3	8	9	11	12	14	17	21	26	32	43	57	68	82	102	129	168	229	330	515	
9	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,5	9	10	12	14	16	19	23	29	36	49	64	77	93	115	145	190	258	371	580	
10	10,2	10,5	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	10	12	13	15	18	21	26	32	41	54	71	86	103	128	161	211	287	412	644	
11	11,3	11,6	11,9	12,1	12,3	12,6	12,8	11	13	15	17	20	23	28	35	45	59	79	94	113	140	177	232	315	454	706	
12	12,3	12,6	12,9	13,2	13,4	13,7	14,0	12	14	16	18	22	25	31	39	49	65	86	103	124	153	193	253	344	495	773	
13	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	14,9	15,1	13	15	18	20	23	28	33	43	53	70	93	111	134	166	209	274	373	536	837	
14	14,4	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	14	16	19	22	25	30	36	45	57	76	100	120	144	179	225	295	401	577	902	
15	15,4	15,0	16,1	16,5	16,8	17,2	17,4	15	17	20	23	27	32	39	48	61	81	107	128	155	191	241	316	430	618	966	
16	16,5	16,8	17,3	17,6	17,9	18,3	18,6	16	19	22	25	29	34	41	51	65	87	114	137	165	204	258	337	459	660	1031	
17	17,5	17,9	18,3	18,7	19,1	19,5	19,8	17	20	23	26	31	36	44	55	69	92	122	146	175	217	274	358	487	701	1095	
18	18,5	18,9	19,4	19,8	20,2	20,6	21,0	18	21	24	28	32	38	46	58	73	97	129	154	185	230	290	379	516	742	1160	
19	19,5	20,0	20,5	20,8	21,3	21,8	22,1	20	22	26	29	34	40	49	61	77	103	136	163	196	242	306	400	545	785	1224	
20	20,6	21,0	21,6	22,0	22,4	23,0	23,3	21	23	27	31	36	42	51	64	81	108	143	171	206	255	322	421	573	823	1288	
21	21,0	22,1	22,7	23,1	23,5	24,0	24,5	22	24	28	32	38	45	54	68	86	114	150	180	216	268	338	440	609	865	1353	
22	22,6	23,1	23,7	24,2	24,7	25,2	25,6	23	25	30	34	40	47	57	71	89	119	157	188	227	281	354	463	631	907	1417	
23	23,7	24,2	24,8	25,3	25,8	26,3	26,8	24	27	31	36	41	49	59	74	93	124	164	197	237	293	370	484	660	948	1482	
24	24,7	25,2	26,0	26,4	27,0	27,5	28,0	25	28	32	37	43	51	62	77	97	130	172	206	247	306	386	506	688	990	1546	
25	25,7	26,3	27,0	27,5	28,0	28,6	29,1	26	30	34	39	45	53	64	80	101	135	179	214	258	319	403	527	717	1031	1611	
26	26,7	27,3	28,0	28,6	29,1	29,8	30,3	27	30	35	40	47	55	67	84	105	141	186	223	269	332	419	548	745	1072	1675	
27	27,8	28,4	29,1	29,7	30,3	30,9	31,5	28	31	36	42	49	57	70	87	110	146	193	231	278	344	435	569	774	1113	1739	
28	28,8	29,5	30,2	30,8	31,4	32,1	32,9	29	32	38	43	50	59	72	90	114	151	200	240	289	357	451	590	803	1153	1808	
29	29,8	30,5	31,3	31,9	32,5	33,2	33,8	30	34	39	46	52	62	75	93	118	157	207	249	298	370	467	611	831	1196	1868	
30	30,9	31,6	32,4	33,0	33,6	34,3	34,9	31	35	41	46	54	64	77	97	122	162	214	257	309	383	483	632	860	1237	1932	
31	31,9	32,6	33,4	34,1	34,7	35,5	36,1	32	36	42	48	56	66	80	100	126	168	222	266	320	395	499	653	889	1278	1997	
32	32,9	33,7	34,5	35,2	35,9	36,6	37,3	33	37	43	49	58	68	82	103	130	173	229	274	330	408	515	674	917	1319	2062	
33	34,0	34,7	35,6	36,3	37,0	37,8	38,4	34	38	45	51	59	70	85	106	134	179	236	283	340	421	531	696	946	1361	2126	
34	35,0	35,8	36,7	37,4	38,1	38,9	39,6	35	39	46	53	61	72	88	109	138	184	243	291	350	434	548	716	975	1402	2190	
35	36,0	36,8	37,8	38,5	39,2	40,1	40,8	36	41	47	54	63	74	90	113	147	199	259	309	361	449	564	737	1003	1443	2255	
36	37,0	37,9	38,8	39,6	40,4	41,2	41,9	37	42	49	56	65	76	93	116	146	195	257	308	371	459	580	758	1032	1454	2319	
37	38,1	38,9	39,9	40,7	41,5	42,4	43,1	38	43	50	57	67	79	96	119	150	200	265	317	381	472	596	779	1061	1526	2384	
38	39,1	40,0	41,0	41,8	42,6	43,5	44,3	39	44	51	59	68	81	98	122	154	206	272	326	392	485	612	801	1089	1567	2448	
39	40,1	41,0	42,1	42,9	43,7	44,7	45,4	40	45	53	60	70	83	100	126	158	211	279	334	402	497	628	822	1118	1608	2513	
40	41,2	42,1	43,2	44,0	44,8	45,8	46,5	41	46	54	62	72	85	103	129	162	216	286	343	412	510	644	843	1147	1649	2577	

Tabla 3. Estructuras metálicas



L = distancia del soporte al punto O en m	H = Altura del soporte en m																		
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2
1	12	14	16	18	21	25	30	38	48	63	84	100	121	150	189	247	336	484	756
2	24	27	32	36	42	50	60	76	95	127	168	201	242	290	378	494	673	968	1512
3	36	41	48	54	63	75	91	113	143	190	252	302	363	449	567	742	1009	1451	2268
4	48	54	63	72	85	100	121	151	190	254	336	402	484	599	756	989	1346	1935	3024
5	60	68	79	91	106	125	151	189	238	317	419	503	605	748	945	1236	1652	2419	3780
6	72	82	95	109	127	150	181	227	286	381	503	603	726	898	1134	1483	2018	2903	4536
7	85	95	111	127	148	175	212	265	333	444	587	704	847	1048	1323	1730	2355	3387	5292
8	97	109	127	145	169	200	242	302	381	508	671	804	968	1197	1512	1918	2591	3871	6045
9	109	122	143	163	191	225	272	340	429	572	753	909	1089	1347	1701	2225	3028	4355	6904
10	121	136	159	181	212	249	302	378	476	635	839	1005	1210	1497	1890	2472	3364	4838	7560
11	133	150	175	200	233	274	333	416	524	698	923	1106	1331	1647	2079	2719	3701	5322	8316
12	145	163	191	218	254	299	363	454	572	762	1007	1207	1451	1796	2268	2966	4037	5806	9072
13	157	177	206	236	277	324	393	491	619	826	1091	1307	1572	1946	2457	3214	4373	6290	9828
14	169	190	222	254	296	349	423	529	667	899	1175	1408	1693	2096	2646	3461	4710	6774	10584
15	181	204	238	272	317	374	454	567	714	953	1259	1508	1814	2245	2835	3703	5046	7258	11340
16	194	218	254	290	339	399	484	605	762	1016	1343	1609	1935	2395	3024	3955	5383	7741	12096
17	206	231	270	308	360	424	514	643	810	1080	1427	1709	2056	2545	3213	4203	5719	8225	12852
18	218	245	286	327	381	449	544	680	857	1143	1510	1810	2177	26					



2

NTE

Cálculo

Estructuras

Cargas Térmicas



2

ECT

1988 1.ª Revisión

Coeficiente d

Se encuentra tabulado para casos normales de soportes de estructuras de hormigón armado en las Tablas 4 y 5, para metálicas en las 6, 7 y 8 y para mixtas en la 9.

Tabla 4-Soportes rectangulares de hormigón armado

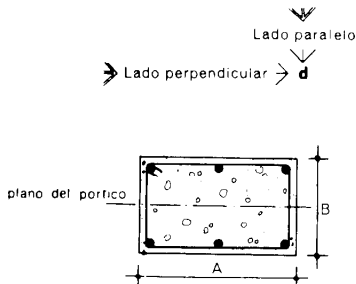


Tabla 5-Soportes circulares de hormigón armado

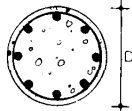


Tabla 6-Soportes metálicos de ala ancha

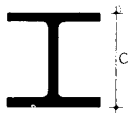


Tabla 7-Soportes metálicos

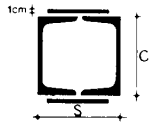


Tabla 8-Soportes metálicos

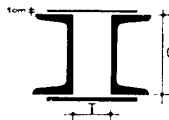
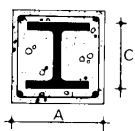


Tabla 9-Soportes mixtos



B = Lado de la sección del soporte perpendicular al plano del pórtico, en cm

A = Lado de la sección del soporte paralelo al plano del pórtico, en cm

	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
25	3,2	5,6	8,9	13,3	18,9	26,0	34,6	45,0	57,2	71,4	87,8	106,6
30	3,9	6,8	10,7	16,0	22,7	31,2	41,5	54,0	68,6	85,7	105,4	129,0
35	4,5	7,8	12,5	18,6	26,5	36,4	48,5	63,0	80,0	100,0	123,0	149,3
40	5,2	9,0	14,2	21,3	30,3	41,6	55,4	72,0	91,5	114,3	140,6	170,6
45	5,8	10,1	16,0	24,0	34,1	46,8	62,3	81,0	102,9	128,6	158,2	192,0
50	6,5	11,2	17,8	26,6	37,9	52,0	69,3	90,0	114,4	142,9	175,7	213,3
55	7,1	12,3	19,6	29,3	41,7	57,2	76,2	99,0	125,8	157,2	193,3	234,6
60	7,8	13,5	21,4	32,0	45,5	62,5	83,1	108,0	137,3	171,5	210,9	256,0
65	8,4	14,6	23,2	34,6	49,3	67,7	90,1	117,0	148,7	185,7	228,5	277,3
70	9,1	15,7	25,0	37,3	53,1	72,9	97,0	126,0	160,2	200,0	246,0	298,6
75	9,7	16,8	26,7	40,0	56,9	78,1	103,9	135,0	171,6	214,3	263,6	320,0
80	10,4	18,0	28,5	42,6	60,7	83,3	110,9	144,0	183,0	228,6	281,2	341,3

Diámetro en cm D	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
d	1,9	4,0	7,4	12,5	20,1	30,7	44,9	63,6	87,6	117,9	155,3	201,0

C = Altura del perfil, en cm	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	40
Plano del pórtico - H - d	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,5	1,9	2,5	3,1	3,7	4,3	5,8
Plano del pórtico - I - d	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1

C = Altura del perfil, en cm	10	12	14	16	18	20	22	24	25/8	25/10	26	28	30
S = Separación en cm	13	15	18	20	22	24	26	28	29	30	30	32,5	33
d	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	2,1	2,0	2,5	3,1

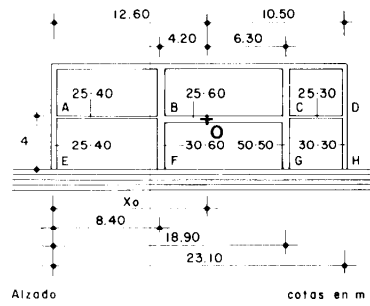
C = Altura del perfil, en cm	10	12	14	16	18	20	22	24	25/8	25/10	26	28	30
T = Separación en cm	5	6	7,5	9	10	12	13	15	15,5	14,5	16	18	20
d	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0	1,3	1,8	1,9	2,3	2,3	2,9	3,6

A = Lado del soporte, en cm	35	35	35	40	40	45	45	45	50	50
C = Altura del perfil, en cm	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Plano del pórtico - H - d	13,8	14,8	16,2	27,1	29,9	46,3	51,1	56,6	81,0	90,0
Plano del pórtico - I - d	13,0	13,3	13,8	23,4	24,3	38,4	40,1	41,9	62,0	65,0

Para otros tipos de soportes basta tomar para **d** el valor de momento de inercia correspondiente en dm^4

4. Ejemplo

Datos	Tabla	Coefficientes
Estructura de hormigón armado, protegida, soportes doblemente empotrados	1	a = 0,33 b = 0,67
Estructura no simétrica $X_A = 0$ $X_B = 8,4 \text{ m}$ $X_C = 18,9 \text{ m}$ $X_D = 23,1 \text{ m}$ $X_o = \frac{54 \cdot 8,40 + 52 \cdot 18,90 + 6,8 \cdot 23,10}{13,3 + 54 + 52 + 6,8}$	4	$d_A = 13,3$ $d_B = 54$ $d_C = 52$ $d_D = 6,8$ $X_o = 12,60 \text{ m}$
D = 25 cm H = 4 m $L_A = 12,60 \text{ m}$ $L_B = 4,20 \text{ m}$ $L_C = 6,30 \text{ m}$ $L_D = 10,50 \text{ m}$	2	$c_A = 193$ $c_B = 64$ $c_C = 95$ $c_D = 159$



Momentos flectores

$$M_A = \pm 0,33 \cdot 193 \cdot 13,3 = \pm 847 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_E$$

$$M_B = \pm 0,33 \cdot 64 \cdot 54,0 = \pm 1140 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_F$$

$$M_C = \pm 0,33 \cdot 95 \cdot 52,0 = \pm 1630 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_G$$

$$M_D = \pm 0,33 \cdot 159 \cdot 6,8 = \pm 357 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_H$$

Reacciones

$$R_A = \pm \frac{0,67 \cdot 193 \cdot 13,3}{4} = \pm 430 \text{ kg} = R_E$$

$$R_B = \pm \frac{0,67 \cdot 64 \cdot 54}{4} = \pm 578 \text{ kg} = R_F$$

$$R_C = \pm \frac{0,67 \cdot 95 \cdot 52}{4} = \pm 827 \text{ kg} = R_G$$

$$R_D = \pm \frac{0,67 \cdot 159 \cdot 6,8}{4} = \pm 181 \text{ kg} = R_H$$