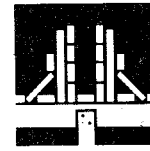
**1****NTE****Diseño**

Estructuras de Madera

www.geoteknia.com

Encofrados

Timber. Formwork for concrete. Design**1****EME****1975**

1. Ambito de aplicación

Cofres y cimbras de madera para realizar en obra elementos de hormigón en masa o armado, de directriz recta y sección constante.

2. Información previa

Elementos a hormigonar

Planos acotados de la estructura del edificio con indicación de los elementos a hormigonar.
Angulo de taludes naturales en elementos que se van a encofrar bajo el terreno.
Localización en cada elemento a hormigonar de piezas que deban quedar embebidas en el hormigón, como anclajes y manguitos.

Cargas gravitatorias

Cargas permanentes y sobrecargas previstas para cada elemento de hormigón que trabaje a flexión, como vigas y forjados, según NTF-FCG: Estructuras Cargas Gravitatorias.

De la localidad

Escuadrias de madera aserrada y diámetro de puntales utilizados comúnmente en la zona de ubicación del edificio.

3. Criterio de diseño

En apoyos sencillos o dobles de forjados sobre viga metálica según NTE-EHU: Estructuras de Hormigón Forjados Unidireccionales y sobre vigas mixtas según NTE-EXV: Estructuras Vigas Mixtas, para el cálculo del encofrado, salvo estudio especial, no se considerará el elemento metálico.

En elementos de hormigón con ángulo de inclinación no mayor de 30° y hormigones de consistencia seca no será necesario, en general, cerrar superiormente el cofre.

Se respetarán, en el encofrado, las juntas estructurales y articulaciones.

Orden de ejecución

Se planeará, en general, la ejecución de encofrados de forma que se hormigonen en primer lugar los elementos verticales, como soportes y muros, realizando los elementos de arriostramiento como núcleos rigidizadores, antes de hormigonar los elementos horizontales o inclinados que en ellos se apoyen, salvo estudio especial del efecto del viento en el conjunto del encofrado.

En elementos de hormigón inclinados, como vigas-zanca, tiros de escalera o rampas, será necesario que en sus extremos el encofrado, se apoye en elemento estructural que impida su deslizamiento.

Agresividad del medio

Cuando el elemento de hormigón se considere que va a estar expuesto a un medio agresivo, no se dejarán embebidos separadores o tirantes que sobresalgan de la superficie del hormigón.

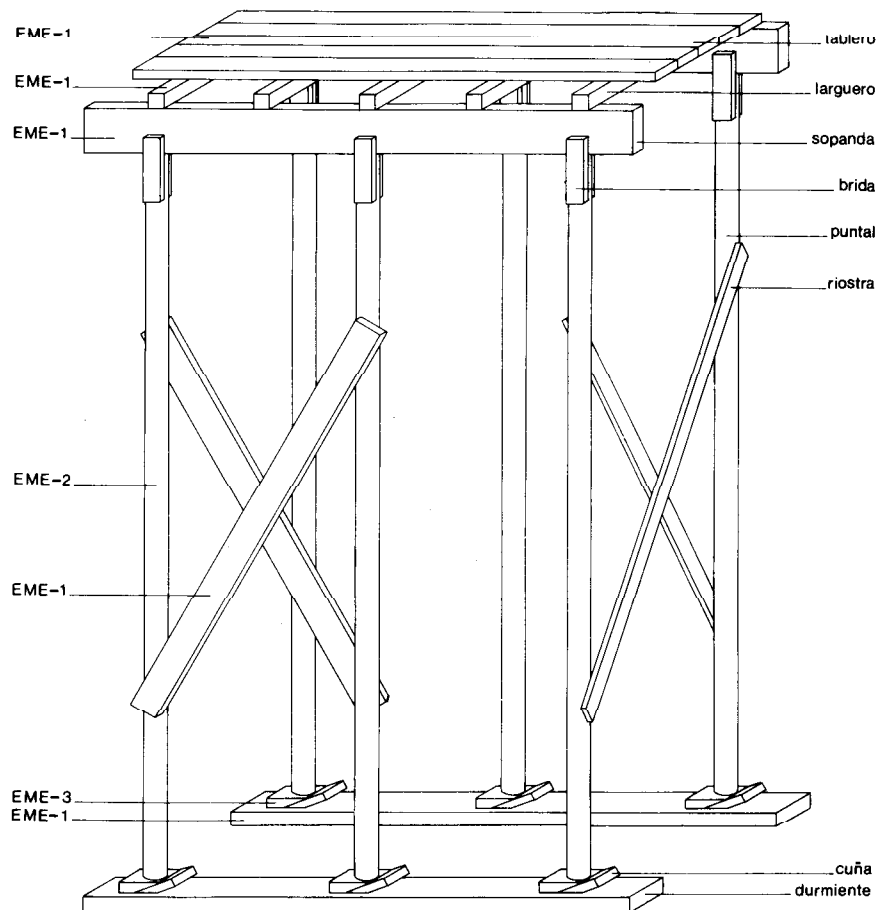
Especificación	Símbolo	Aplicación
EME- 6 Encofrado de costero bajo terreno-C-E F-G-H-I-M-S		Para elemento de hormigón, con predominio de superficie plana vertical como zapata, muro, cuando el apeo del tablero costero se realice bajo el terreno.
EME- 7 Encofrado de costero sobre terreno-C-E F-G-H-I-M-S		Para elemento de hormigón, con predominio de superficie plana vertical como zapata, muro, cuando el apeo del tablero costero se realice sobre el terreno.
EME- 8 Encofrado de costero sobre hormigón-C-E-F-G-H-I-M-S		Para elemento de hormigón, con predominio de superficie plana vertical como zapata, muro, cuando el apeo del tablero costero se realice sobre hormigón.
EME- 9 Encofrado de cuatro costeros-A-B-C-E-F-S		Para elementos de hormigón de directriz vertical y sección cuadrada o rectangular, como dados, soportes, de altura y lados no mayores, respectivamente de 400 y 70 cm.
EME-10 Encofrado de varios costeros-A-B-C-D-E-F-N-S		Para elementos de hormigón, de directriz vertical y sección poligonal inscripible en una circunferencia con un número N par de lados iguales o alternativamente iguales, como zapatas, soportes, de altura y lados no mayores, respectivamente de 400 y 70 cm.

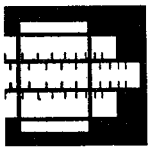
Especificación	Símbolo	Aplicación
EME-11 Encofrado de costeros y fondo-B.C.D.E.H.I.J.L.S.Z		Para elementos lineales de hormigón de directriz horizontal o inclinada y sección rectangular, apoyados en sus extremos, cuando su hormigonado no se realice a la vez que el del forjado o en vigas aisladas o de atado de altura no mayor de 1 m y luz de vano no mayor de 5 m. Cuando se hormigone simultáneamente con forjado unidireccional de viguetas o semiviguetas se utilizará juntamente con la especificación EME-13: Plano de apeo en borde de forjado.
EME-12 Encofrado de fondo-D.E.F.G.H.I.L.S		Para elementos planos de hormigón horizontales o inclinados, apoyados en soportes, vigas o muros como losas, o forjados reticulares.
EME-13 Plano de apeo en borde de forjado-D.H.I.L		En los apoyos de forjado unidireccionales de viguetas o semiviguetas cuando el elemento de apoyo y el forjado se hormigonen simultáneamente.
EME-14 Plano de apeo interior de forjado-D.H.I.L		En el interior de forjados unidireccionales de viguetas o semiviguetas. Se dispondrá normal a la dirección de las viguetas o semiviguetas y a separación entre planos de apeo no mayor de 2,5 m.

4. Planos de obra

Especificación	Descripción	Escala
EME-Plantas	Se representarán por su símbolo en plantas acotadas, las especificaciones, incluyendo los valores dados a los parámetros, partiendo de la línea de borde de los elementos a hormigonar, sin incluir las armaduras, pero incluyendo la línea frontera de atados y macizados.	1:100
EME-Alzados, secciones	Cuando no queden definidos en planta, se representarán en alzados y/o secciones acotadas, las especificaciones incluyendo los valores dados a sus parámetros.	1:100
EME-Detalles	Se representarán gráficamente los detalles para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.	1:20

5. Esquema





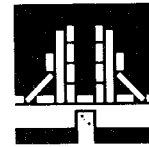
1

NTE

Cálculo

Encofrados

Timber. Formwork for concrete. Calculation



2

EME

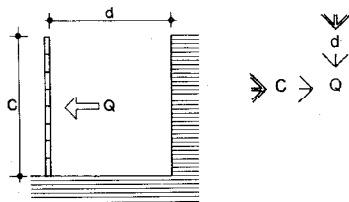
1975

1. Hipótesis de cálculo

- Peso específico del hormigón, en masa o armado, 2,5 t/m³.
- Peso específico de la madera 0,6 t/m³.
- Cuantía de acero, dosificación, consistencia y tipo de compactación del hormigón: Cualquiera.
- Velocidad máxima de llenado en muros 6 m/hora.
- Carga dinámica máxima por vertido de hormigón fresco en tableros costeros, 1 t/m².
- Sobrecarga de ejecución y/o nieve 150 kg/m²
- Flecha máxima admitida para elementos a flexión: 1/500 de la separación entre apoyos.
- Coeficiente de seguridad de minoración de la madera 5.

2. Acciones sobre los tableros y planos de apeo

Tableros costeros



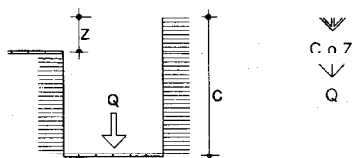
La Tabla 1 determina la presión máxima horizontal de hormigón fresco Q en kg/cm^2 , en función de la altura C , en cm , del tablero costero y de la separación d , en cm , al tablero o encofrado perdido opuesto. Para valores intermedios se interpolará linealmente.

Tabla 1

Altura C en cm	Separación d en cm					
	10	20	30	40	50	> 50
≤ 100	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
101-200	0,53	0,55	0,57	0,59	0,60	0,60
201-300	0,53	0,63	0,73	0,83	0,85	0,85
301-400	0,53	0,63	0,73	0,83	0,93	1,10

Carga Q en kg cm^2

Tableros de fondo y planos de apeo



La Tabla 2 determina la presión máxima vertical de hormigón fresco más la sobrecarga de ejecución y/o nieve Q en kg/cm^2 en función de la altura del elemento C o Z . Siendo C la altura del tablero costero de mayor altura de la viga y Z la altura de la losa o forjado reticular. Para valores intermedios se interpolará linealmente.

Tabla 2

Altura C o Z en cm	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q en kg/cm^2	0,032	0,045	0,070	0,095	0,120	0,145	0,170	0,195	0,220	0,245	0,270

La carga Q en kg/cm^2 de forjados de viguetas o semiviguetas para los planos de apeo se tomará de la NTE-ECG: Estructuras Cargas Gravitatorias añadiéndole $0,02 \text{ kg/cm}^2$.

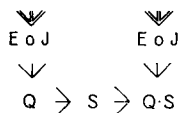
3. Cálculo de parámetros

Tableros E, J, S

La Tabla 3 determina para cada grueso E en cm la separación S, en cm, entre barrotes, costillas y largueros o viceversa, en función de la carga Q en kg/cm² obtenida en Tablas 1 y 2, así como el producto Q·S en kg/cm, para entrar en la Tabla 4.

Para la especificación EME-11: Encofrado de costeros y fondo, se entrará en la Tabla 3 con S igual a 70 cm, para obtener el grueso J del tablero de fondo que se precisa.

Tabla 3



E o J en cm						S en cm	E o J en cm					
2,0	2,5	3,0	5,2	6,5	7,6		2,0	2,5	3,0	5,2	6,5	7,6
0,51	0,80	1,15				25	12,75	20,00	28,75			
0,34	0,55	0,80				30	10,20	16,50	24,00			
0,21	0,40	0,58				35	7,35	14,00	20,30			
0,14	0,28	0,44	1,35			40	5,60	11,20	17,60	54,00		
0,10	0,19	0,34	1,06			45	4,50	8,55	15,30	47,70		
0,07	0,14	0,24	0,86			50	3,50	7,00	12,00	43,00		
0,05	0,10	0,18	0,71	1,11		55	2,75	5,50	9,90	39,05	61,05	
0,04	0,08	0,14	0,60	0,93	1,28	60	2,40	4,80	8,40	36,00	55,80	76,80
0,03	0,06	0,11	0,51	0,79	1,09	65	1,95	3,90	7,15	33,15	51,35	70,85
0,02	0,05	0,09	0,44	0,68	0,94	70	1,40	3,50	6,30	30,80	47,60	65,80

Q en kg/cm²

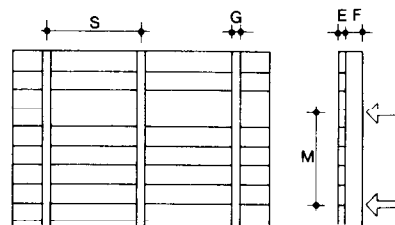
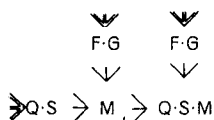
Q·S en kg/cm

Barrotes, costillas y largueros F·G, M

La Tabla 4 determina para cada escuadría F·G en cm de barrote, costilla o larguero, la separación M entre apoyos en cm o viceversa, en función de la carga Q·S en kg/cm, obtenida en la Tabla 3, así como el producto Q·S·M en kg, para entrar en la Tabla 5.

Para las especificaciones EME-9 y EME-10, se tomará M=A y/o B y para la especificación EME-12; M=70 cm.

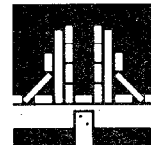
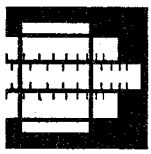
Tabla 4



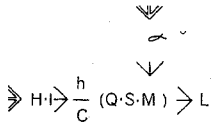
	F·G en cm						M en cm	F·G en cm					
	2-10	2,5-10	3-10	5,2-15	6,5-15	7,6-15		2-10	2,5-10	3-10	5,2-15	6,5-15	7,6-15
Barrote	5,12	8,00	11,52	51,91	78,00		25	128	200	288	1.298	1.950	
	3,41	5,55	8,00	36,05	56,33	76,00	30	102	167	240	1.082	1.690	2.280
	2,14	4,08	5,87	26,48	41,38	56,58	35	75	143	205	927	1.448	1.980
	1,44	2,81	4,49	20,27	31,68	43,31	40	58	112	180	811	1.267	1.732
		1,97	3,41	16,02	25,03	34,22	46		89	153	721	1.120	1.540
		1,44	2,48	12,97	20,28	27,72	50		72	124	649	1.014	1.386
			1,86	10,72	16,76	22,91	55			102	590	922	1.260
			1,43	9,01	14,08	19,25	60			86	541	845	1.155
				7,67	12,00	16,40	65				499	780	1.066
				6,62	10,34	14,14	70				463	724	990
Costilla	10-2	10-2,5	10-3	15-5,2	15-6,5	15-7,6		10-2	10-2,5	10-3	15-5,2	15-6,5	15-7,6
	16,00	20,00	24,00	62,40	78,00	91,20	25	400	500	600	1.560	1.950	2.280
	13,33	16,66	20,00	52,00	65,00	76,00	30	400	500	600	1.560	1.950	2.280
	11,42	14,28	17,14	44,57	55,71	65,14	35	400	500	600	1.560	1.950	2.280
	9,99	12,49	14,99	39,00	48,75	57,00	40	400	500	600	1.560	1.950	2.280
	7,90	9,87	11,85	34,66	43,33	50,66	45	355	444	534	1.560	1.950	2.280
	6,40	8,00	9,60	31,20	39,00	45,60	50	320	400	480	1.560	1.950	2.280
	5,28	6,61	7,93	28,36	35,45	41,45	55	290	364	436	1.560	1.950	2.280
	4,44	5,55	6,66	26,00	32,50	38,00	60	266	333	400	1.560	1.950	2.280
	3,78	4,73	5,68	22,15	27,69	32,37	65	246	307	370	1.440	1.800	2.104
3,26	4,08	4,89	19,10	23,87	27,91	70	228	286	342	1.337	1.671	1.954	
Larguero			5,2-5,2	6,5-6,5	7,6-7,6					5,2-5,2	6,5-6,5	7,6-7,6	
			17,99	33,80	46,20	25				450	845	1.155	
			12,49	24,41	38,50	30				375	732	1.155	
			9,18	17,93	28,66	35				321	628	1.003	
			7,03	13,73	21,94	40				281	549	878	
			5,55	10,84	17,34	45				250	488	780	
			4,49	8,78	14,04	50				225	439	702	
			3,71	7,26	11,60	55				204	399	638	
			3,12	6,10	9,75	60				187	366	585	
			2,66	5,20	8,31	65				173	338	540	
		2,29	4,48	7,16	70				160	314	501		

Q·S en kg/cm

Q·S·M en kg



Tornapuntas H-I



La Tabla 5 determina para cada escuadría H-I, en cm, de tornapuntas, la longitud máxima libre de pandeo L, en cm, o viceversa en función del ángulo α que forma la tornapunta con la vertical, de la profundidad h, en cm, a la que está situada la tornapunta, de la altura C, en cm, del tablero costero y del producto Q·S·M, en kg, obtenido en Tabla 4.

Se tomará para todas las tornapuntas de una misma especificación el mayor valor de H-I necesario.

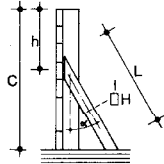


Tabla 5

H-I en cm	Angulo α°													L máximo en cm		
	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30			
10.2	504	502	496	486	473	456	436	412	386	356	323	289	252	50 75		
	219	218	215	211	205	198	189	179	167	155	140	125	109			
10.2.5	811	807	798	783	762	735	702	664	621	573	521	465	405	50 75 100		
	457	455	450	441	429	414	395	374	350	323	293	262	228			
	238	237	234	230	224	216	206	195	182	168	153	136	119			
10.3	1.104	1.099	1.087	1.066	1.037	1.000	956	904	845	780	709	633	552	50 75 100 125		
	756	753	744	730	710	685	654	619	579	534	485	433	378			
	436	434	429	421	409	395	377	357	333	308	280	250	218			
	259	258	255	250	243	234	224	212	198	183	166	148	129			
15.5.2	3.656	3.642	3.600	3.531	3.436	3.313	3.166	2.994	2.800	2.585	2.350	2.096	1.820	50 75 100 125 150 175 200 225		
	3.120	3.108	3.072	3.013	2.931	2.827	2.701	2.555	2.390	2.206	2.005	1.789	1.560			
	2.586	2.576	2.546	2.497	2.430	2.343	2.239	2.118	1.980	1.828	1.662	1.483	1.293			
	2.089	2.081	2.057	2.017	1.963	1.893	1.809	1.711	1.600	1.477	1.342	1.198	1.044			
	1.560	1.554	1.536	1.506	1.465	1.413	1.350	1.277	1.195	1.103	1.002	894	780			
	1.111	1.106	1.094	1.073	1.043	1.000	902	910	851	785	714	637	555			
	811	807	798	783	762	735	702	664	621	573	521	465	405			
	612	610	602	591	575	554	530	501	468	432	393	351	306			
	15.6.5	4.705	4.776	4.722	4.631	4.505	4.345	4.152	3.927	3.673	3.300	3.082	2.760		2.397	50 75 100 125 150 175 200 225 250 275
		4.301	4.284	4.235	4.154	4.041	3.898	3.724	3.523	3.294	3.041	2.764	2.466		2.150	
3.774		3.759	3.716	3.645	3.546	3.420	3.268	3.091	2.891	2.668	2.425	2.164	1.887			
3.232		3.219	3.182	3.121	3.037	2.929	2.798	2.647	2.475	2.285	2.077	1.853	1.616			
2.734		2.723	2.692	2.640	2.569	2.477	2.367	2.239	2.094	1.933	1.757	1.568	1.367			
2.224		2.216	2.190	2.148	2.089	2.015	1.926	1.821	1.703	1.572	1.429	1.275	1.112			
1.671		1.664	1.645	1.614	1.570	1.514	1.447	1.368	1.280	1.181	1.074	958	835			
1.286		1.281	1.266	1.242	1.203	1.165	1.113	1.053	935	909	826	737	643			
1.014		1.010	998	979	952	918	878	830	776	717	651	581	507			
815		811	802	787	765	738	705	667	624	576	524	467	407			
15.7.6	5.797	5.774	5.708	5.599	5.447	5.253	50.20	4.748	4.440	4.099	3.726	3.325	2.898	50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 325		
	5.302	5.281	5.221	5.121	4.982	4.805	4.591	4.343	4.061	3.749	3.408	3.041	2.651			
	4.750	4.732	4.677	4.588	4.463	4.305	4.113	3.890	3.638	3.358	3.053	2.724	2.375			
	4.248	4.231	4.183	4.103	3.991	3.849	3.678	3.479	3.254	3.003	2.730	2.436	2.124			
	3.738	3.723	3.681	3.610	3.512	3.387	3.237	3.061	2.863	2.643	2.402	2.144	1.869			
	3.196	3.183	3.147	3.087	3.003	2.896	2.767	2.618	2.448	2.259	2.054	1.833	1.598			
	2.693	2.682	2.652	2.601	2.530	2.440	2.332	2.205	2.062	1.904	1.731	1.544	1.346			
	2.131	2.122	2.098	2.058	2.002	1.931	1.845	1.745	1.632	1.506	1.369	1.222	1.065			
	1.680	1.682	1.663	1.631	1.587	1.530	1.462	1.383	1.293	1.194	1.085	963	844			
	1.368	1.362	1.347	1.321	1.285	1.239	1.184	1.120	1.047	967	879	784	684			
	1.105	1.100	1.088	1.067	1.038	1.001	956	905	846	781	710	633	552			
	923	919	908	891	867	836	799	756	707	652	593	529	461			

Carga $\frac{h}{C}$ (Q·S·M) en kg

Para valores de la carga entre barras deberán reforzarse las cuñas por peligro de aplastamiento.

La Tabla 6 determina para cada diámetro D, en cm, de puntal, la longitud máxima libre de pandeo L, en cm, o viceversa en función del ángulo α que forma la dirección del puntal con la vertical y de la carga aislada máxima admittida P en kg.

La Tabla 7 determina la escuadría mínima H-I, en cm, de las sopandas libres de aplastamiento en función del diámetro D en cm del puntal y de la carga aislada máxima admittida P en kg.

Para las tablas 7 y 8 se tomarán los siguientes valores de P:

Para la especificación EME-11: $P = Q \cdot B \cdot 70$

Para la especificación EME-12: $P = Q \cdot 70 \cdot 70$

Para la especificación EME-13: $P = 1/4 Q \cdot (L + 2K_1) \cdot 70$

Para la especificación EME-14: $P = 1/2 Q \cdot (K_1 + K_2) \cdot 70$

Siendo Q en kg cm² el valor obtenido en la Tabla 2, B ancho de la viga, en cm L altura del puntal en cm y K₁ y K₂ separaciones a planos de apeo en cm.

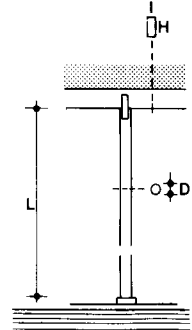
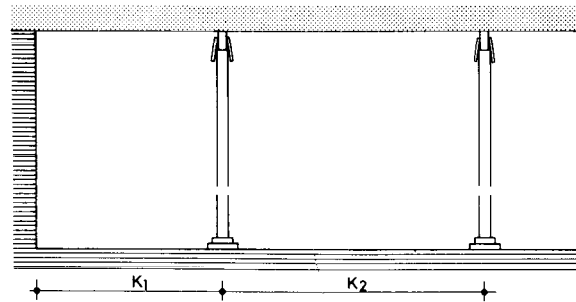
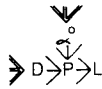


Tabla 6

D en cm	Angulo α°													L en cm máximo
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	≤ 60	
7	1.644	1.637	1.619	1.587	1.544	1.489	1.423	1.346	1.259	1.162	1.056	942	822	50
	1.456	1.450	1.433	1.406	1.368	1.319	1.260	1.192	1.115	1.029	935	835	728	75
	1.266	1.261	1.246	1.222	1.189	1.147	1.096	1.037	969	895	813	726	633	100
	1.073	1.068	1.056	1.036	1.008	972	929	878	821	758	689	615	536	125
	882	878	868	851	828	799	763	722	676	623	566	506	441	150
	679	676	668	655	638	615	588	556	520	480	436	389	339	175
	503	501	495	485	472	455	435	412	385	355	323	288	251	200
	378	376	372	365	355	342	327	309	289	267	242	216	189	225
	302	300	297	291	283	273	261	247	231	213	194	173	151	250
	8	2.512	2.502	2.473	2.426	2.360	2.276	2.175	2.057	1.924	1.776	1.614	1.440	1.256
2.250		2.241	2.215	2.173	2.114	2.039	1.948	1.843	1.723	1.590	1.446	1.290	1.125	75
2.010		2.002	1.979	1.941	1.888	1.821	1.740	1.646	1.539	1.421	1.292	1.152	1.005	100
1.752		1.745	1.725	1.692	1.646	1.587	1.517	1.435	1.342	1.238	1.126	1.004	876	125
1.507		1.501	1.484	1.455	1.416	1.365	1.305	1.234	1.154	1.065	968	864	753	150
1.245		1.240	1.226	1.202	1.169	1.128	1.078	1.019	953	880	800	714	622	175
1.005		1.001	989	970	944	910	870	823	769	710	646	576	502	200
759		756	747	733	713	687	657	621	581	536	487	435	379	225
603		600	593	582	566	546	522	493	461	426	387	345	301	250
479		477	471	462	450	434	414	392	366	338	307	274	239	275
394	392	388	380	370	357	341	322	301	278	253	225	197	300	
9	3.262	3.249	3.212	3.150	3.065	2.956	2.824	2.672	2.498	2.306	2.096	1.871	1.631	50
	2.982	2.970	2.936	2.880	2.802	2.702	2.582	2.442	2.284	2.108	1.916	1.710	1.491	75
	2.669	2.658	2.628	2.578	2.508	2.418	2.311	2.186	2.044	1.887	1.715	1.530	1.334	100
	2.385	2.375	2.348	2.305	2.241	2.161	2.065	1.953	1.827	1.686	1.533	1.367	1.192	125
	2.019	2.011	1.988	1.950	1.897	1.829	1.748	1.653	1.546	1.427	1.297	1.158	1.009	150
	1.835	1.828	1.807	1.772	1.724	1.663	1.589	1.503	1.405	1.297	1.179	1.052	917	175
	1.551	1.545	1.527	1.498	1.457	1.405	1.343	1.270	1.188	1.096	996	889	775	200
	1.272	1.267	1.252	1.228	1.195	1.152	1.101	1.041	974	899	817	729	636	225
	981	977	966	947	921	889	849	803	751	693	630	562	490	250
	701	787	778	764	743	716	685	647	605	559	508	453	395	275
649	646	639	626	609	588	562	531	497	458	417	372	324	300	
539	536	530	520	506	488	466	441	412	381	346	309	269	325	

Carga P en kg

Para valores de la carga entre barras, deberán reforzarse las cuñas por peligro de aplastamiento.

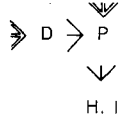


Tabla 7

D en cm	Carga máxima P en kg	
7	655	780
8	770	910
9	880	1.060
	15.5,2	15.6,5
	H. I en cm	
		15.7,6

Tiempo mínimo de desencofrado de tableros de fondo y planos de apeo

La Tabla 8 sirve para comprobar el tiempo mínimo de desencofrado de los tableros de fondo y planos de apeo, en función de la relación de cargas Q/G y de la media aritmética T °C de las temperaturas máximas y mínimas de los días transcurridos.

Siendo:

- G La carga que actúa sobre el elemento de hormigón en el momento de desencofrar (incluso peso propio y el de los elementos que acometan).
- Q Resto hasta la carga total (cargas permanentes más sobrecargas) previstas para el elemento de hormigón en las condiciones de servicio.

Tabla 8

Q/G	T °C													
	≤ 4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	≥ 30
≤ 0,05	62	46	41	37	34	31	28	26	25	23	22	21	20	19
0,10	48	42	38	34	31	28	26	24	23	21	20	19	18	17
0,15	44	39	35	31	28	26	24	22	21	20	19	18	17	16
0,20	41	36	32	29	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15
0,25	39	34	30	27	25	23	21	20	19	17	16	15	15	14
0,30	36	32	28	25	23	21	20	18	17	16	15	14	14	13
0,35	34	30	27	24	22	20	19	17	16	15	14	14	13	12
0,40	32	28	25	23	21	19	18	16	15	14	14	13	12	12
0,45	31	27	24	22	20	18	17	16	15	14	13	12	12	11
0,50	29	25	23	20	19	17	16	15	14	13	12	12	11	10
0,60	28	24	22	20	18	16	15	14	13	12	12	11	11	10
0,70	26	23	21	19	17	16	14	13	13	12	11	11	10	10
0,80	25	22	20	18	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9
0,90	24	21	19	17	16	14	13	12	12	11	10	10	9	9
≥ 1,00	23	20	18	16	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8

N.º mínimo de días

En los elementos en voladizo se aumentará en un 20% el número de días.

4. Ejemplo

EME-11 Encofrado de costeros y fondo 20·25·7·3·15·5,2·3·244,30·35·0

Datos	Tabla	Resultados
Encofrado para viga horizontal aislada (z=0) de hormigón armado de 20·25 cm, cuya base está situada a 270 cm del forjado inferior. Madera predominante en la localidad: Tablas de grueso E=3 cm y puntales de diámetro D=7 cm.	1	Tablero costero: Q=0,35 kg/cm ²
	3	S>40 cm Se toma S=35 cm para coordinar con la separación entre sopandas.
	2	Tablero de fondo: $Q = \frac{0,070 + 0,085}{2} = 0,0825 \text{ kg/cm}^2$
	3	Para S=70 cm; j=3 cm. Suficiente.
	6	Puntal: L=270-(3+15+2,5+5,2)=244,30 cm P=Q·B·70=115,50 < 302 kg. Suficiente
	7	Sopanda: Para P=115,50 kg < 655 kg H·l=15·5,2 cm

1. Características generales de la madera para encofrado

Tipo

Madera resinosa, de fibra recta, como pino, abeto.
Nomenclatura y terminología general según UNE: 56.501-56.506-56.507-56.508.

Defectos, anomalías y alteraciones

No presentará principio de pudrición.
Terminología, alteraciones y defectos según UNE: 56.509-56.510-56.520/72-56.521/72.
La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80, según UNE: 56.525/72.

Características fisicomecánicas

Contenido de humedad, no mayor del 15% según UNE: 56.529*.
Peso específico comprendido entre 0,40-0,60 t/m³ según UNE: 56.531*.
Higroscopicidad normal según UNE: 56.532*.
Coeficiente de contracción volumétrica entre 0,35-0,55% según UNE: 56.533*.
Dureza no mayor de 4 según UNE: 56.534*.

Resistencia a compresión:
Característica o axial $f_{mk} \geq 300$ kg/cm².
Perpendicular a las fibras ≥ 100 kg/cm².
Según UNE: 56.535*.

Resistencia a la flexión estática:
Con su cara radial hacia arriba ≥ 300 kg/cm².
Con su cara radial hacia el costado ≥ 300 kg/cm².
Según UNE: 56.537*.
Con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, se determinará el módulo de elasticidad E que no será inferior a 90.000 kg/cm².

Resistencia a la tracción:
Paralelo a la fibra ≥ 300 kg/cm².
Perpendicular a las fibras ≥ 25 kg/cm².
Según UNE: 56.538*.

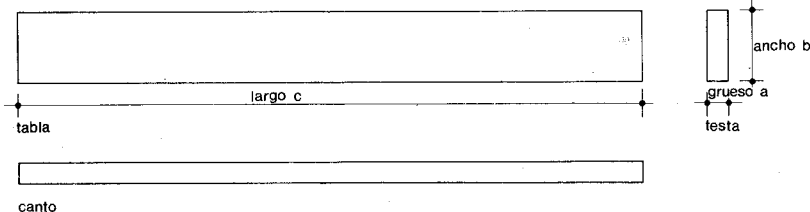
Resistencia a la hienda:
En dirección paralela a las fibras ≥ 15 kg/cm.
Según UNE: 56.539*.

Resistencia a esfuerzo cortante:
En dirección perpendicular a la fibra ≥ 50 kg/cm².

* Norma UNE en elaboración

2. Especificaciones

EME-1 Madera aserrada



Medidas nominales y tolerancias según UNE: 56.526/72.

Para la medición de las dimensiones de la madera aserrada recibida, cortada o cepillada en obra se tendrá en cuenta la UNE: 56.527/72.

A efectos de la presente NTE, se consideran las siguientes escuadrías:

	a·b en mm	c en mm
Tabla	20·100 25·100 30·100	1.000 y módulos de 100 en 100
Larguero	52·52 65·65 76·76	
Tablón	52·150 65·150 76·150	

EME-2 Puntal-D

www.geoteknia.com



Madera de rollizo con corteza o sin ella, exenta de ramas.

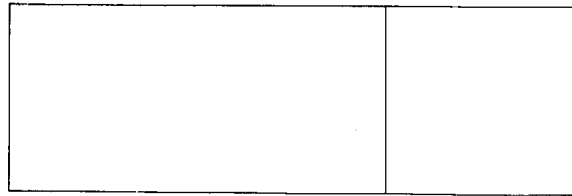
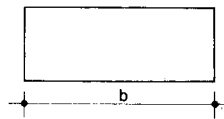
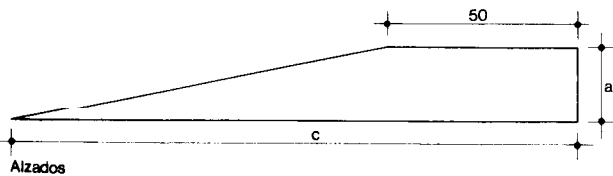
Se admitirán curvaturas y dobles curvaturas sensiblemente uniformes, siempre que la desviación respecto al eje teórico que une base y cogolla no sea superior a 5 mm.

Se considerará diámetro del puntal el menor que presente a lo largo de su longitud, sin incluir la corteza.

A efectos de la presente NTE se considerarán los siguientes diámetros de puntal:

D en mm: 70; 80; 90

EME-3 Cuña



Planta

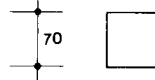
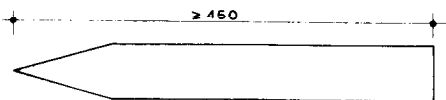
cotas en mm

De madera aserrada.

La siguiente Tabla permite obtener los valores mínimos a, b y c en mm para cada diámetro de puntal y escuadría de madera aserrada en mm.

		a	b	c
Diámetro de puntal	70	20	90	120
	80	20	100	130
	90	20	110	140
Escuadría	20-100	20	40	150
	25-100	20	45	150
	30-100	20	50	150
	52-150	30	75	200
	65-150	30	85	200
	76-150	30	95	200

EME-4 Piquete



Alzado

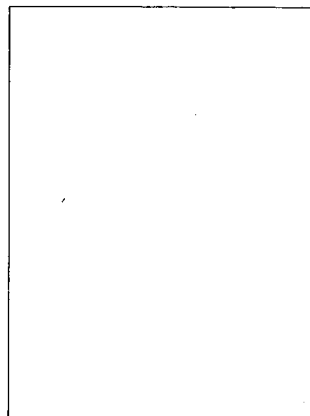
Secciones

cotas en mm

De madera de rollo o aserrada, de sección circular o cuadrada con diámetro o lado no menor de 70 mm y longitud total no menor de 450 mm.

Presentará uno de sus extremos aguzados, el otro será de sección normal al eje longitudinal, pudiendo llevar los extremos reforzados con acero.

EME-5 Tablero contrachapado



Alzado

Sección
cotas en mm

De chapas de madera encoladas entre sí.

El número de chapas no será inferior a cuatro, alternándose la dirección de la fibra para cada chapa.

La calidad del encolado no será inferior al que producen las colas fenol-formol, debiendo resistir al menos 72 horas al agua hirviendo y no menos de 100 días en agua fría, sin reblandecerse.

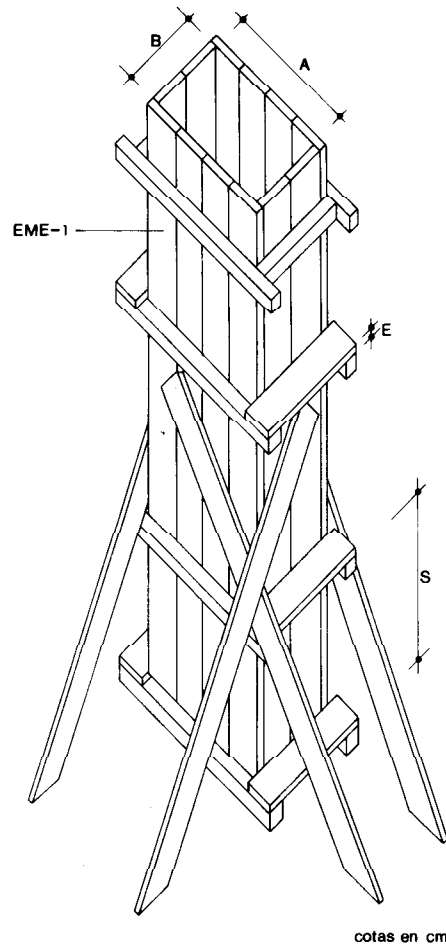
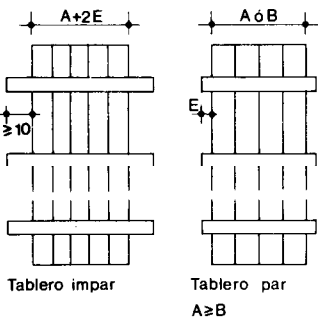
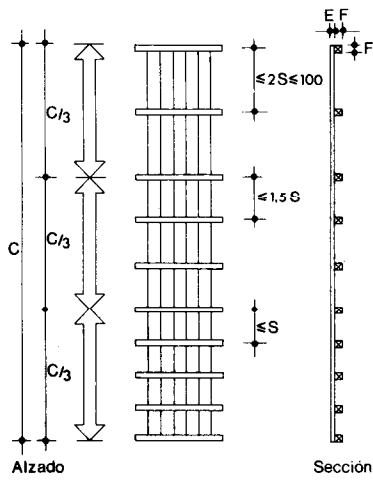
Cumplirá el ensayo físico de encolado según UNE 56.705/h2 con calificación igual o superior a 4 y el ensayo biológico según UNE 56.705/h2.

Espesor mínimo en mm: 20.

Tolerancias según UNE 56.706.

EME- 9 Encofrado de cuatro costeros A·B·C·E·F·S

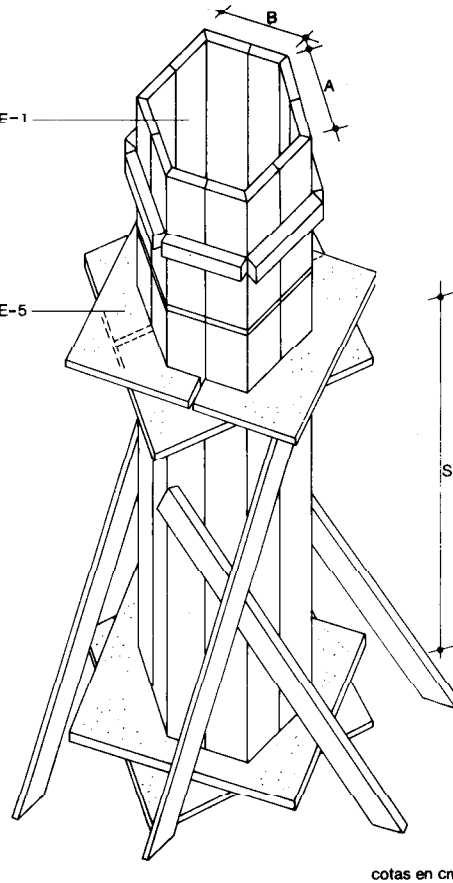
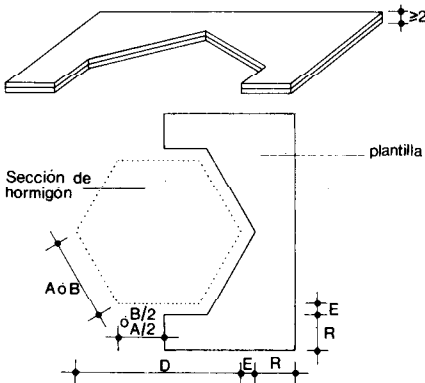
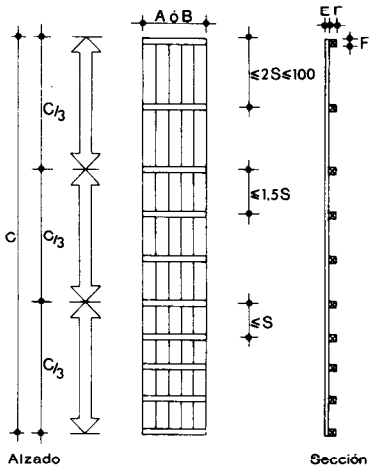
www.geoteknia.com



EME-1 Madera aserrada.

Se formarán cuatro tableros costeros para valores A, B, C, E, F y S en cm especificados en la Documentación Técnica. Los largueros de sección F·F en cm, tendrán una longitud no menor de $A + 2E + 20$ cm para los tableros impares y de $B + 2E$ cm para los pares. La separación entre largueros no será mayor de S cm en el tercio inferior de la altura C, de $1,5 S$ en el tercio intermedio y de $2 S$ en el superior sin que sea mayor de 100 cm. Se rigidizarán los marcos formados con tabla de grueso E no menor de 2,5 cm clavado a los largueros salientes y a lo largo del entrante. Para altura C mayor de $3B$ se dispondrán un mínimo de cuatro vientos, formados por tabloncillos de 52-150 mm, anclados al suelo y clavados en el tercio superior de la altura C.

EME-10 Encofrado de varios costeros A·B·C·D·E·F·N·S



EME-1 Madera aserrada.

Se formarán N tableros costeros, la mitad de ancho A y la otra mitad de ancho B, para valores A, B, C, D, E, F y S en cm especificados en la Documentación Técnica. Los largueros de sección F·F en cm tendrán una longitud A o B según se trate de tablero impar o par. La separación entre largueros no será mayor de S cm en el tercio inferior de la altura C, de $1,5 S$ en el tercio intermedio y de $2 S$ en el superior sin que sea mayor de 100 cm. Para altura C mayor de $3D$ se dispondrán un mínimo de cuatro vientos formados por tabloncillos de 52-150 mm, anclados al suelo y clavados en el tercio superior de la altura C.

EME-5 Tablero contrachapado.

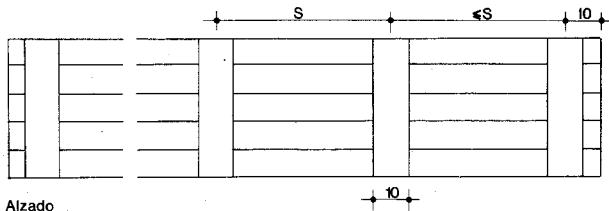
Se formarán semiabrazaderas para cada valor de A, B, D y E en cm especificados en la Documentación Técnica. Para cada escuadría de larguero F·F en cm la dimensión R en cm no será menor de:

F·F	5,2-5,2	6,5-6,5	7,6-7,6
R	7	11	15

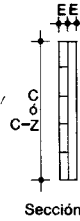
Se clavarán en cada nivel de larguero 2 semiabrazaderas superior y 2 inferiores desplazando las juntas entre 30 y 90°.



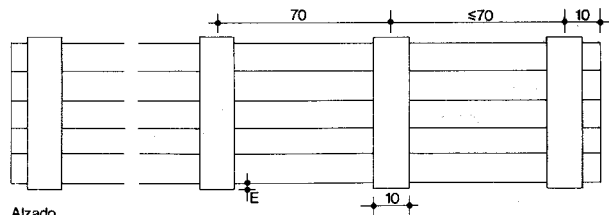
EME-11 Encofrado de costeros y fondo-B·C·D·E·H·I·J·L·S·Z



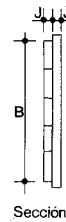
Alzado
Tablero costero



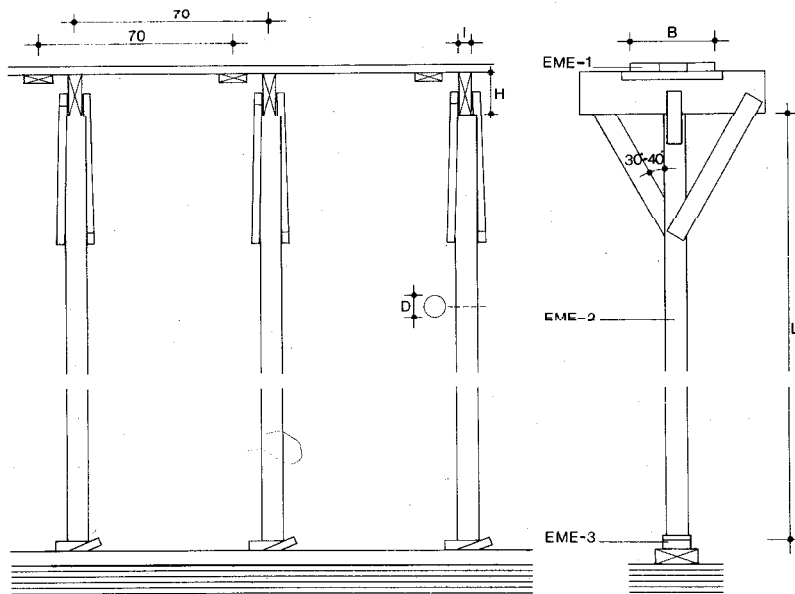
Sección



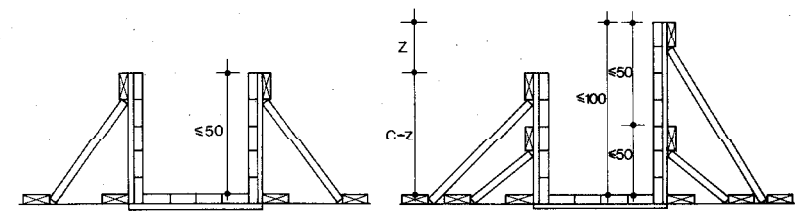
Alzado
Tablero de fondo



Sección



Alzados



Secciones

cotas en cm

EME-1 Madera aserrada.

Se formarán los tableros costeros para valores C, E, S y Z en cm especificados en la Documentación Técnica, así como el tablero de fondo para valores B y J en cm con separación entre barrotos de 70 cm.

Se aparearán los tableros costeros con tornapuntas entre correas a su paso por las sopandas.

Tornapuntas y correas con tablas de grueso E no menor de 2,5 cm.

La tornapunta superior formará con el barrote del tablero un ángulo no menor de 30°.

Se apareará el tablero de fondo disponiendo sopandas sobre puntales, de escuadría H·I cm especificados en la Documentación Técnica a separación de 70 cm.

Las bridas y jalabalcones serán de sección no menor de H·I/2 cm².

La separación inferior entre brida y puntal no será mayor de 10 mm, recebando la sopanda cuando sea necesario. Tablón-durmiente bajo las cuñas de escuadría no menor de 52·150 mm.

EME-2 Puntal.

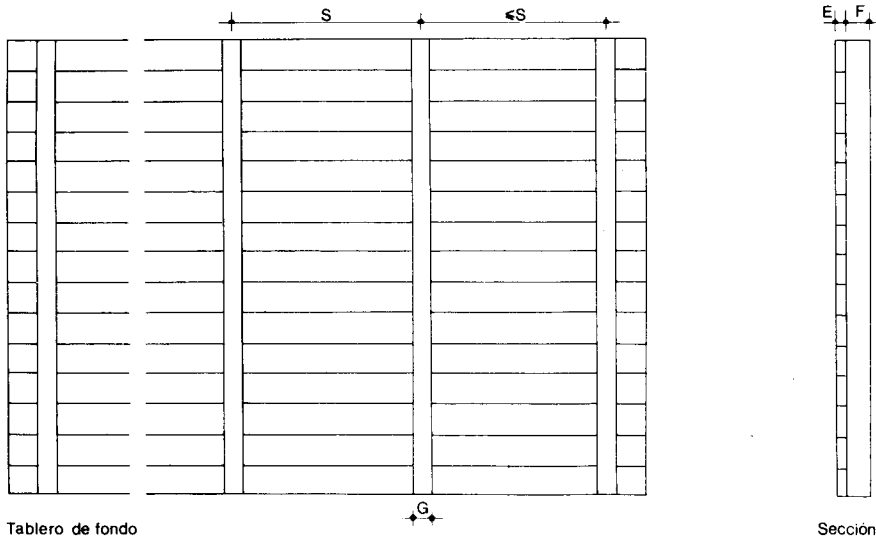
De diámetro D y altura L en cm especificados en la Documentación Técnica.

Se dispondrá centrado en dirección normal al tablero de fondo y a las cuñas, con separaciones entre sí de 70 cm.

EME-3 Cuña.

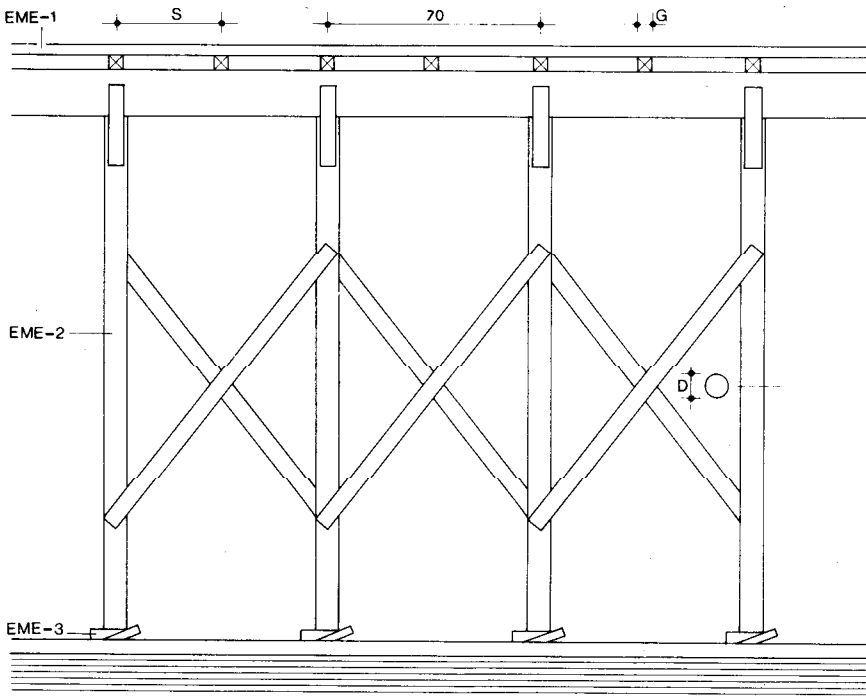
Para puntal de diámetro D. Se colocarán dos por cada puntal clavadas con dos puntas al durmiente. Uno de los dos planos inclinados de la cuña quedará apoyado en el durmiente.

EME-12 Encofrado de fondo-D-E-F-G-H-I-L-S

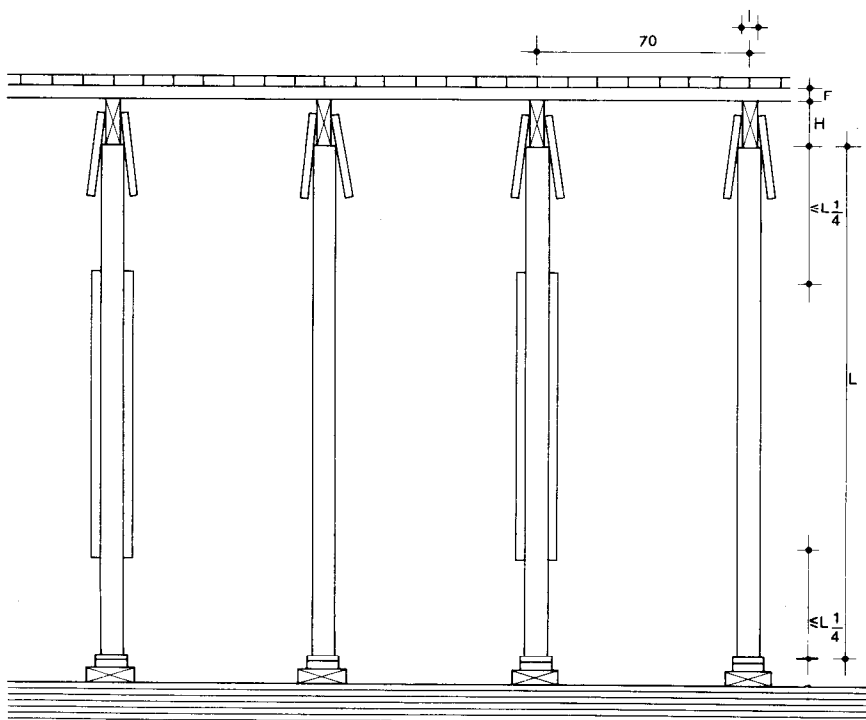


Tablero de fondo

Sección



Alzado



Alzado

cotas en cm

EME-1 Madera aserrada.

Tablero de fondo de barrotes o largueros para valores E, F, G y S en cm especificados en la Documentación Técnica. Sopanda entre puntales, de escuadría H·I en cm según Documentación Técnica, fijada con bridas de sección no menor de $H/2 \text{ cm}^2$.

La separación inferior entre brida y puntal no será mayor de 10 mm, recebando la sopanda cuando sea necesario. La sopanda se colocará preferentemente en dirección normal a los nervios principales del forjado.

Tablón-durmiente bajo las cuñas de escuadría no menor de 52·150 mm.

Riostras entre puntales, con tabla de grueso no menor de 2,5 cm para L no mayor de 2,75 m y de tablón para alturas mayores. Se arriostrarán todos los puntalca de planos alternativos en ambas direcciones, así como los perimetrales.

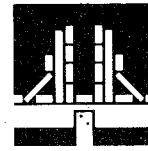
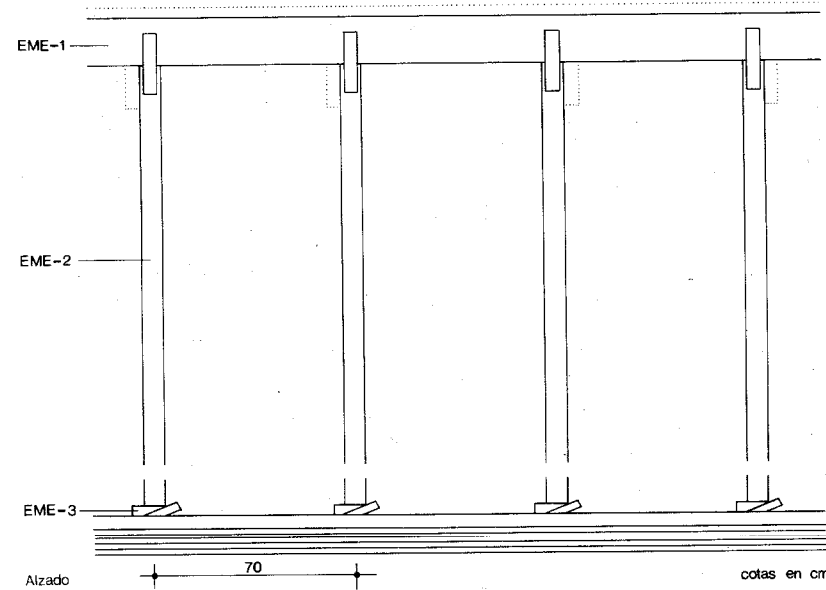
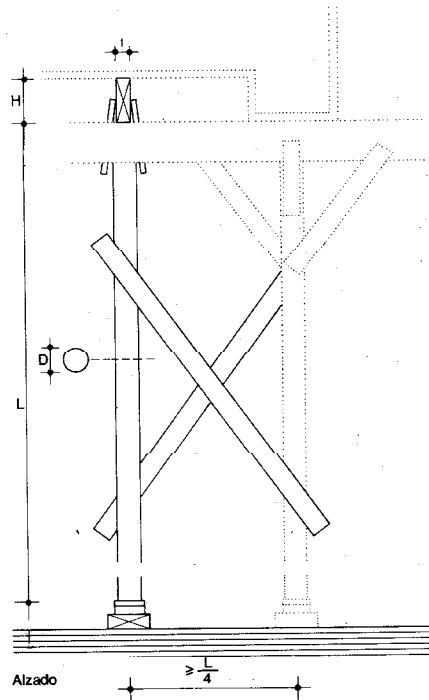
EME-2 Puntal.

De diámetro D y longitud L en cm, según Documentación Técnica.

Se dispondrán con su dirección normal a la sopanda y a las cuñas, sobre un tablón durmiente, a separación entre sí de 70 cm.

EME-3 Cuna.

Para puntal de diámetro D. Se colocarán dos por cada puntal clavadas con dos puntas al durmiente. Uno de los dos planos inclinados de la cuña quedará apoyado en el durmiente.

**EME-13 Plano de apeo en borde de forjado-D-H-I-L****EME-1** Madera aserrada.

Sopanda, entre puntales, de escuadría H-I en cm según Documentación Técnica, fijada con bridas de sección no menor de $H \cdot I / 2 \text{ cm}^2$.

La separación inferior entre brida y puntal no será mayor de 10 mm, recibando la sopanda cuando sea necesario. Tablón durmiente bajo las cuñas de escuadría no menor de 52-150 mm.

Riostras entre puntales con tabla de grueso no menor de 2,5 cm para L no mayor de 2,75 m y de tablón para alturas mayores.

Se arriostrarán cada puntal del plano de apeo con el correspondiente del elemento de borde.

En encadenados de borde de voladizo de forjados con viguetas o semiviguetas se arriostrarán, además, los puntales entre sí del plano de apeo.

La separación entre el plano de apeo en borde de forjado y los puntales de la viga de borde no será menor de $L/4$.

EME-2 Puntal.

De diámetro D y longitud L en cm, según Documentación Técnica.

Se dispondrán con su dirección normal a la sopanda y a las cuñas, sobre un tablón durmiente, a separación entre sí de 70 cm.

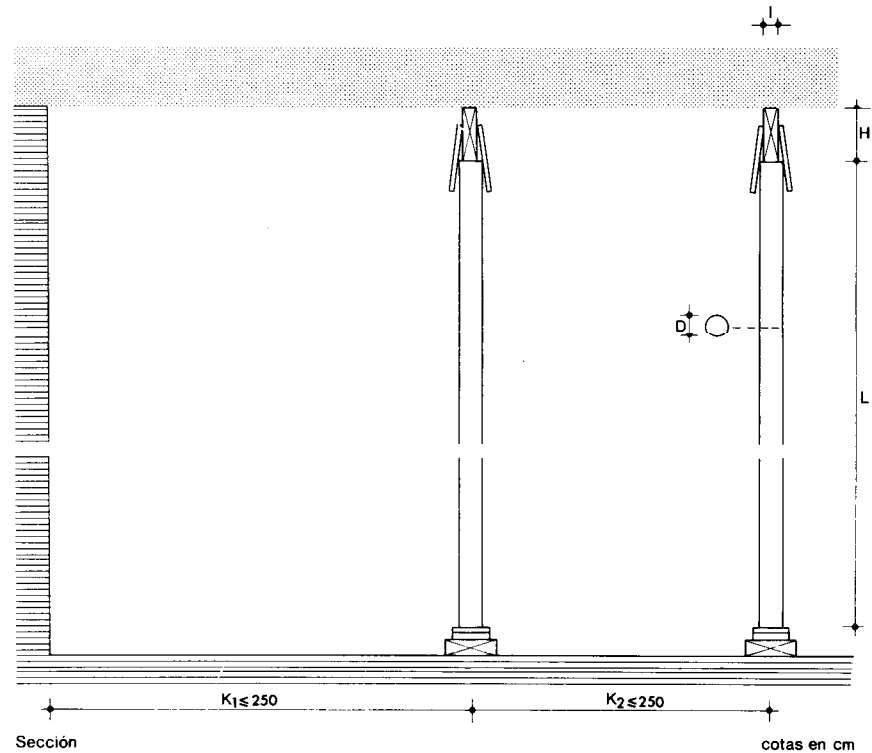
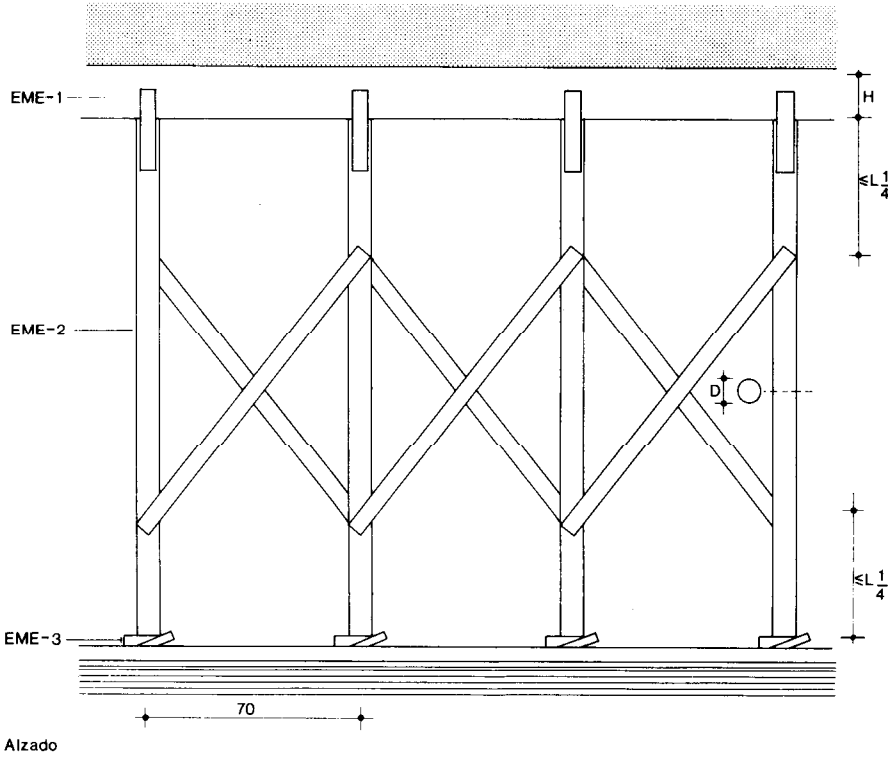
EME-3 Cuña.

Para puntal de diámetro D.

Se colocarán dos por cada puntal clavadas con dos puntas al durmiente.

Uno de los dos planos inclinados de la cuña quedará apoyado en el durmiente.

EME-14 Plano de apeo interior de forjado-D·H·I·L



EME-1 Madera aserrada.
 Sopanda, entre puntales, de escuadría H·I en cm según Documentación Técnica, fijada con bridas de sección no menor de $H \cdot I / 2 \text{ cm}^2$.
 La separación inferior entre brida y puntal no será mayor de 10 mm, recibando la sopanda cuando sea necesario. Durmiente bajo las cuñas de escuadría no menor de 52·150 mm.
 Riostras entre puntales con tabla de grueso no menor de 2,5 cm para L no mayor de 2,75 m y de tablón para alturas superiores.
 Se arriostrará cada puntal con el inmediato del mismo plano. La separación entre el plano de apeo interior de forjado u otros planos paralelos interiores o de borde del mismo elemento a hormigonar no será mayor de 2,5 m.

EME-2 Puntal.
 De diámetro D y longitud L en cm, según Documentación Técnica.
 Se dispondrán con su dirección normal a la sopanda y a las cuñas, sobre un tablón durmiente, a separación entre sí de 70 cm.

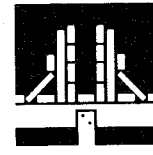
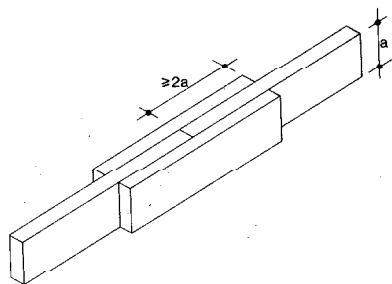
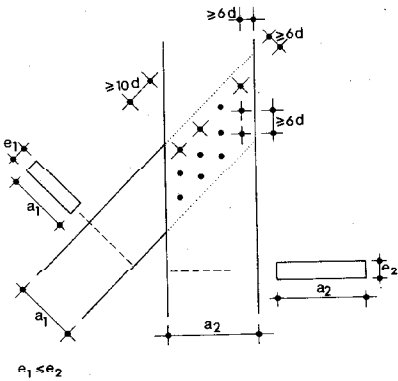
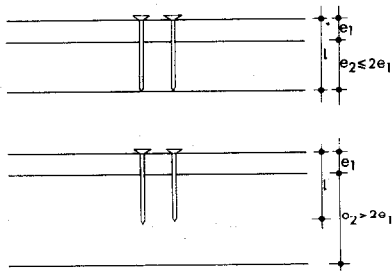
EME-3 Cuña.
 Para puntal de diámetro D. Se colocarán dos por cada puntal clavadas con dos puntas al durmiente. Uno de los dos planos inclinados de la cuña quedará apoyado en el durmiente.



3. Condiciones generales de ejecución

Antes de realizar el encofrado

Durante la realización del encofrado



Se planificará el encofrado de cada planta, salvo orden en contra de la Dirección Técnica, realizando en primer lugar el encofrado de elementos verticales como soportes y muros. Posteriormente se realizará el encofrado de elementos horizontales o inclinados como vigas y forjados cuando el hormigón de los elementos verticales tenga un envejecimiento no menor de 3 días y se hayan realizado, inferiormente, los elementos previstos de arriostramiento, como muros de fábrica o núcleos rigidizadores en estructuras metálicas.

Para el control, por la Dirección Técnica, del tiempo de desencofrado, se anotarán en obra las temperaturas máximas y mínimas diarias mientras duren las obras de encofrado y desencofrado así como la fecha en la que se hormigonó cada elemento.

La madera aserrada nueva, que vaya a estar en contacto con el hormigón, se encalará o lavará previamente con agua caliza, la que provenga de reusos se presentará limpia de hormigón e impurezas, exenta de alabeos y grietas cumpliendo las mismas condiciones generales que en la recepción de madera para encofrados. Cuando no se compruebe este punto el número de puestas no será mayor de 6.

Condiciones de la clavazón.

La disposición general de las uniones se realizará favoreciendo el trabajo a compresión de la madera.

La calidad de las puntas no será inferior a la definida en la Norma UNE-17033.

La longitud l mínima de las puntas en la unión de los elementos de madera, se tomará de la Tabla 1 en función de los espesores de las maderas a unir, siendo e_2 la de espesor mayor o igual a la de e_1 .

Tabla 1

	$e_2 \leq 2e_1$	$e_2 > 2e_1$
l en mm	$e_1 + e_2$	$3e_1$

El número N mínimo de puntas a disponer en uniones de fuerza para secciones agotadas encomendadas sólo a la acción de las puntas de diámetro 2,5 mm se obtiene en la Tabla 2 para cada escuadría $e_1 \cdot a_1$ de la madera aserrada de menor sección.

Tabla 2

$e_1 \cdot a_1$ mm	20.100	25.100	30.100	52.150	65.150	76.150
N	15	20	25	30	40	50

Para diámetros ϕ mayores de 2,5 mm se reducirá el número N en $2,5/\phi$

Las puntas se distribuirán uniformemente en la superficie de contacto de ambas piezas a unir, y lo más alejadas posible entre sí, con separación a los bordes y entre ejes no menor de 6 diámetros d de la punta en la dirección de la madera de espesor mayor y de 10 diámetros en la dirección de la madera de espesor menor.

Siempre que se pueda los cubrejuntas serán dobles.

Siempre que quepan en la superficie a clavar se tenderá a puntas de diámetro pequeño en maderas duras.

Las puntas se introducirán con ligera inclinación y distinta de una a otra.

Cuando se vayan a remachar por el lado opuesto, serán de longitud tal, que sobresalga como mínimo, tres veces su diámetro, doblándolas en el sentido de la fibra de la madera.

Los empalmes de tablas en tableros se realizarán sin que las colaterales estén empalmadas en el mismo punto.

Los empalmes de costillas, tornapuntas y sopandas se realizarán con doble cubrejunta de igual escuadría y longitud a cada lado de la junta, no menor de dos veces el lado mayor de la escuadría que se empalma.

Los cofres serán suficientemente estancos, para lo cual la madera aserrada en contacto con el hormigón se dispondrá a tope.

En los costeros de muros se dispondrán aberturas provisionales de 250 cm² de superficie, a separación vertical y horizontal no mayor de 1 y 2 m respectivamente para limpieza eventual y comprobación de que el hormigón llena el cofre.

Se dispondrá al menos una abertura en la parte inferior de los soportes.

Los extremos de los tableros irán cosidos a otros tableros o a elementos auxiliares como collarines en la parte superior de los soportes.

Las tolerancias del cofre, en replanteo, dimensiones, planeidad y aplomado serán las que se deduzcan de la norma correspondiente del elemento a hormigonar, sin que la variación en soportes y vigas pueda ser mayor de 5 mm para movimientos locales ni menor de la milésima de la luz para los de conjunto.

El cofre se independizará de medianerías, en las juntas de dilatación y articulaciones para no coartar el libre movimiento del elemento de hormigón al endurecer.

Cuando entre tableros o entre tablero y encofrado perdido se dispongan separadores o tirantes, se cuidará de poder retirarlos, sin que puedan quedar embebidos en el hormigón, salvo especificación en contra de la Dirección Técnica.

Se dispondrán los tirantes abrazando exteriormente las costillas de los tableros, tensando hasta que den un sonido metálico limpio.

Se dispondrán retales de tablonos bajo las cuñas de las tornapuntas, cuando el terreno sea blando.

Cuando no se disponga de puntales que salven la altura L, se podrán realizar planos intermedios de entramado rígido formado por tablonos colocados ortogonalmente formando retícula al paso de puntal. El plano definido será normal a los puntales y tendrá, al menos, un borde anclado a la línea fija a distancia del borde exterior no mayor de 2 m; en otro caso todos los puntales inferiores o castillejos irán arriostrados entre sí.

Antes de verter el hormigón se comprobará que la superficie del cofre se presenta limpia y húmeda y que se han colocado correctamente, además de las armaduras, las piezas auxiliares que deban ir embebidas en el hormigón, como manguitos y patillas de anclaje.

El vertido de hormigón fresco en los cofres se realizará a la menor altura posible de los fondos o de la tongada anterior, evitando impactos y acumulación de hormigón fresco en puntos.

La velocidad de llenado de hormigón fresco en metro por hora en muros no será mayor de 6.

Después de la realización del encofrado

En general no se desencofrarán los tableros costeros hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y de 3 días en los demás casos y previa aprobación de la Dirección Técnica.

Para desencofrar los tableros de fondo y planos de apeo se tomará el tiempo fijado en la NTE-EH: Estructura de Hormigón correspondiente y previa aprobación de la Dirección Técnica una vez comprobado que el tiempo transcurrido es no menor que el fijado en la Tabla 8 de Cálculo. Se aflojarán las cuñas dejando el fondo a 2 o 3 cm del elemento hormigonado, durante las doce horas siguientes, comprobándose si la flecha producida es la admisible para la viga o forjado.

Cuando los tableros ofrezcan resistencia al desencofrar se humedecerá abundantemente antes de forzarlos o se habrá aplicado en su superficie un desencofrante de acción superficial que cumpla las condiciones particulares establecidas para cada NTE-EH: Estructuras de Hormigón.

Se almacenará la madera utilizada limpia y libre de clavos, protegida del sol y de la lluvia y apilada permitiendo su ventilación.

No se rellenarán las coqueras o defectos que se aprecien en el hormigón al desencofrar, sin previa autorización de la Dirección Técnica.

Cuando el tiempo transcurrido entre la realización del encofrado y el hormigonado sea superior a 3 meses se hará una revisión total del encofrado.

4. Condiciones generales de seguridad en el trabajo

No se permitirá la circulación de operarios entre puntales una vez terminado el encofrado, en todo caso se realizará junto a puntales arriostrados sin golpearlos.

La circulación, sobre tableros de fondo, de operarios y/o carretillas manuales se realizará repartiendo la carga sobre tablonos o elementos equivalentes.

No se transmitirá al encofrado vibraciones de motores.

Los operarios cuando trabajen en alturas superiores a 3 m estarán protegidos contra la caída eventual, mediante red de protección y/o con cinturón de seguridad anclado a punto fijo.

En épocas de fuertes vientos, se atirantarán con cables o cuerdas, al menos, los encofrados de elementos verticales de hormigón con esbeltez mayor de 10.

En épocas de fuertes lluvias, se protegerán los fondos de vigas y forjados con lonas impermeabilizadas o plásticos.

No se trabajará en encofrados sometidos a viento superior a 50 km/h ni en la proximidad a líneas eléctricas que conduzcan corriente de alta tensión, ni en la misma vertical que otros operarios sin protección.

No se acumularán junto a los encofrados de madera sustancias inflamables y se dispondrá en la obra, al menos de un extintor manual contra incendios.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



1

NTE

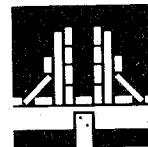
Control

Estructuras de Madera

www.geoteknia.com

Encofrados

Timber. Formwork for concrete. Control



10

EME

1975

1. Materiales de origen industrial

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial o en su defecto, las normas UNE que se indican.

Especificación	Normas UNE
EME-1 Madera aserrada	UNE 56.501, 56.506, 56.507, 56.508, 56.509, 56.510, 56.520/72, 56.521/72, 56.525/72, 56.526/72, 56.527/72, 56.529*, 56.531*, 56.532*, 56.533*, 56.534*, 56.535*, 56.537*, 56.538*, 56.539*
EME-2 Puntal	UNE 56.501, 56.506, 56.507, 56.508, 56.509, 56.510, 56.520/72, 56.521/72, 56.525/72, 56.527/72, 56.529*, 56.531*, 56.532*, 56.533*, 56.534*, 56.535*, 56.537*, 56.538*, 56.539*
EME-3 Cuña	UNE 56.501, 56.506, 56.507, 56.508, 56.509, 56.510, 56.520/72, 56.521/72, 56.525/72, 56.526/72, 56.527/72, 56.529*, 56.531*, 56.532*, 56.533*, 56.534*, 56.535*, 56.537*, 56.538*, 56.539*
EME-4 Piquete	UNE 56.501, 56.506, 56.507, 56.508, 56.509, 56.510, 56.520/72, 56.521/72, 56.525/72, 56.526/72, 56.527/72, 56.529*, 56.531*, 56.532*, 56.533*, 56.534*, 56.535*, 56.537*, 56.538*, 56.539*
EME-5 Tablero contrachapado	UNE 56.513, 56.703/h ² , 56.704/h ² , 56.705, 56.706

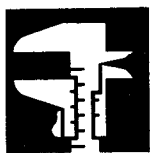
* Norma UNE en elaboración

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

2. Control de la ejecución

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
EME- 6 Encofrado de costero bajo terreno-C-E-F-G-H-I-M-S	Planeidad y aplomado	Uno cada 50 m ²	Defectos de planeidad superiores a 5 mm/m Defectos de aplomado superiores a 5 mm/m no acumulativos
	Escuadrías, separaciones y posición	Uno cada 50 m ²	Las escuadrías, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica
	Tiempo de desencofrado	Uno cada 50 m ²	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica
EME- 7 Encofrado de costero sobre terreno-C-E-F-G-H-I-M-S	Planeidad y aplomado	Uno cada 50 m ²	Defectos de planeidad superiores a 5 mm/m Defectos de aplomado superiores a 5 mm/m no acumulativos
	Escuadrías, separaciones y posición	Uno cada 50 m ²	Las escuadrías, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica
	Tiempo de desencofrado	Uno cada 50 m ²	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica
EME- 8 Encofrado de costero sobre hormigón-C-E-F-G-H-I-M-S	Planeidad y aplomado	Uno cada 50 m ²	Defectos de planeidad superiores a 5 mm/m Defectos de aplomado superiores a 5 mm/m no acumulativos
	Escuadrías, separaciones y posición	Uno cada 50 m ²	Las escuadrías, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica
	Tiempo de desencofrado	Uno cada 50 m ²	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
EME- 9 Encofrado de cuatro costeros-A.B.C.E.F.S	Aplomado	Uno por encofrado	Defectos de aplomado superiores a 5 mm/m no acumulativos
	Escuadrias, separaciones y posición	Uno por encofrado	Las escuadrias, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica
	Tiempo de desencofrado	Uno por encofrado	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica
EME-10 Encofrado de varios costeros-A.B.C.D.E.F.N.S	Aplomado	Uno por encofrado	Defectos de aplomado superiores a 5 mm/m no acumulativos
	Escuadrias, separaciones y posición	Uno por encofrado	Las escuadrias, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica
	Tiempo de desencofrado	Uno por encofrado	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica
EME-11 Encofrado de costeros y fondo-B.C.D.E.J.H.I.L.S.Z	Planeidad	Uno por encofrado	Defectos de planeidad superiores a 5 mm/m
	Escuadrias, diámetro de puntal, separaciones y posición	Uno por encofrado	Las escuadrias y diámetros de puntal, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica
	Tiempo de desencofrado	Uno por encofrado	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica
EME-12 Encofrado de fondo-D.E.F.G.H.I.L.S	Planeidad	Uno por encofrado	Defectos de planeidad superiores a 5 mm/m
	Escuadrias, diámetro de puntal, separaciones y posición	Uno por encofrado	Las escuadrias y diámetros de puntal, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica No se han arriostrado los puntales de planos alternativos en ambas direcciones y los perimetrales
	Tiempo de desencofrado	Uno por encofrado	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica
EME-13 Plano de apeo en borde de forjado-D.H.I.L	Aplomado	Uno por plano de apeo	Defectos de aplomado superiores a 10 mm/m no acumulativos
	Escuadrias, diámetro de puntal, separaciones y posición	Uno por plano de apeo	Las escuadrias y diámetros de puntal, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica No se han arriostrado cada puntal del plano de apeo con el correspondiente del elemento de borde
	Tiempo de desencofrado	Uno por plano de apeo	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica
EME-14 Plano de apeo interior de forjado-D.H.I.L	Aplomado	Uno por plano de apeo	Defectos de aplomado superiores a 10 mm/m no acumulativos
	Escuadrias, diámetro de puntal, separaciones y posición	Uno por plano de apeo	Las escuadrias y diámetros de puntal, separaciones y/o posición son inferiores, superiores y/o distinta respectivamente a las especificadas en la Documentación Técnica No se han arriostrado todos los puntales del plano de apeo
	Tiempo de desencofrado	Uno por plano de apeo	Se ha desencofrado sin la aprobación de la Dirección Técnica

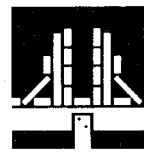


2

NTE

Control

Estructuras de Madera

www.geoteknia.com**Encofrados***Timber. Formwork for concrete. Control*

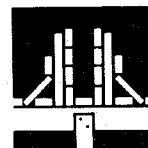
11

EME

1975

3. Criterio de medición

Especificación	Unidad de medición	Forma de medición
EME- 6 Encofrado de costero bajo terreno-C·E·F·G·H·I·M·S	m	Longitud total ejecutada de igual altura y separación media al talud natural
EME- 7 Encofrado de costero sobre terreno-C·E·F·G·H·I·M·S	m	Longitud total ejecutada de igual altura
EME- 8 Encofrado de costero sobre hormigón-C·E·F·G·H·I·M·S	m	Longitud total ejecutada de igual altura
EME- 9 Encofrado de cuatro costeros-A·B·C·E·F·S	ud	Unidad ejecutada de iguales dimensiones
EME-10 Encofrado de varios costeros-A·B·C·D·E·F·N·S	ud	Unidad ejecutada de iguales dimensiones
EME-11 Encofrado de costeros y fondo-B·C·D·E·J·H·I·L·S·Z	m	Longitud total ejecutada de igual sección y a igual altura situada
EME-12 Encofrado de fondo-D·E·F·G·H·I·L·S	m ²	Superficie total ejecutada, a igual altura situada
EME-13 Plano de apeo en borde de forjado-D·H·I·L	m	Longitud total ejecutada de igual altura
EME-14 Plano de apeo interior de forjado-D·H·I·L	m	Longitud total ejecutada de igual altura

**1****NTE
Valoración****Encofrados***Timber. Formwork for concrete. Cost***12****EME****1975****1. Criterio de valoración**

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios, correspondientes a las especificaciones recuadradas que la componen, por sus coeficientes de medición sustituidos los parámetros por sus valores numéricos en centímetros, siendo V, R y T la longitud media de la tornapunta, el recrecido del tablero contrachapado y el número de correas respectivamente.

En los precios unitarios irán incluidos, además de los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta incluso obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
EME- 6 Encofrado de costero bajo terreno-C·E·F·G·H·I·M·S	m		
Incluso cortes, regado y clavazón.	m ³	EME-1	$\frac{C \cdot E \cdot S + (C + 15) F \cdot G + \left[\left(1 + \frac{C}{M} \right) V + 50 \right] H \cdot I}{10.000 \cdot S}$
	ud	EME-3	$\frac{200 \cdot C}{S \cdot M}$
	ud	EME-4	$\frac{200}{S}$
EME- 7 Encofrado de costero sobre terreno-C·E·F·G·H·I·M·S	m		
Incluso cortes, regado y clavazón.	m ³	EME-1	$\frac{C \left[E \cdot S + F \cdot G + \frac{V \cdot H \cdot I}{M} \right]}{10.000 \cdot S}$
	ud	EME-4	$\frac{200}{S}$
EME- 8 Encofrado de costero sobre hormigón-C·E·F·G·H·I·M·S	m		
Incluso cortes, regado y clavazón.	m ³	EME-1	$\frac{C \left[E \cdot S + F \cdot G + \frac{V \cdot H \cdot I}{M} + 50 \right]}{10.000 \cdot S}$
EME- 9 Encofrado de cuatro costeros-A·B·C·E·F·S	ud		
Incluso cortes, regado, clavazón y riostras.	m ³	EME-1	$\frac{C}{2.000.000 \cdot S} \left[4 E \cdot S (A + B + 2E) + 3 F^2 (A + B + 4E + 20) + 75 (B + 2E + 2F) \right]$
EME-10 Encofrado de varios costeros-A·B·C·D·E·F·N·S	ud		
Incluso cortes, regado, clavazón y riostras.	m ³	EME-1	$\frac{(A + B) (4 E \cdot S + 3 F^2) \cdot C \cdot N}{8.000.000 \cdot S}$
	m ³	FMF-5	$\frac{3 C (D + 2R)^2}{2 \cdot S}$

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
EME-11 Encofrado de costeros y fondo-B.C.D.E.H.I.J.L.S.Z	m		
Incluso cortes, regado, clavazón y bridas.	m³	EME-1	$10 \cdot E \left[\frac{70}{S} + 7(2C - Z) + 2V + 70T \right] + \frac{+ 10J (8B + 2E) + + 2H \cdot I (1,20 + B + 2E + 10) + 5250}{700.000}$
	m³	EME-2	$\frac{0,8 \cdot L \cdot D^2}{700.000}$
	ud	EME-3	$\frac{200}{70}$
EME-12 Encofrado de fondo-D.E.F.G.H.I.L.S	m³		
Incluso cortes, regado, clavazón, bridas y riostras.	m³	EME-1	$\frac{70E + FG + HI + 75}{7.000}$
	m³	EME-2	$\frac{0,8 \cdot LD^2}{490.000}$
	ud	EME-3	$\frac{200}{49}$
EME-13 Plano de apeo en borde de forjado-D.H.I.L	m		
Incluso cortes, clavazón, bridas y arriostramiento.	m³	EME-1	$\frac{HI + 75}{10.000}$
	m³	EME-2	$\frac{0,8 \cdot LD^2}{700.000}$
	ud	EME-3	$\frac{200}{70}$
EME-14 Plano de apeo interior de forjado-D.H.I.L	m		
Incluso cortes, clavazón, bridas y arriostramiento.	m³	EME-1	$\frac{HI + 75}{10.000}$
	m³	EME-2	$\frac{0,8 \cdot LD^2}{700.000}$
	ud	EME-3	$\frac{200}{70}$

2. Ejemplo

EME-11 Encofrado de costeros y fondo

Datos: M/L de viga
 B=20 H=15 S=35
 C=25 I=5,2 T=6
 D=7 J=3 Z=0
 E=3 L=2,44 V=30
 Número de puestas=6

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición	Precio unitario	Coefficiente de medición	
m³	EME-1	$\times \frac{10E \left[\frac{70}{S} + 7(2C - Z) + 2V + 70T \right] + \frac{+ 10J (8B + 2E) + + 2H \cdot I (1,2C + B + 2E + 10) + 5250}{700.000}}$	= 9.996	$\times 0,06$	= 599,76
m³	EME-2	$\times \frac{0,8 \cdot LD^2}{700.000}$	= 4.013,00	$\times \frac{0,8 \cdot 244,30 \cdot 7^2}{700.000}$	= 40,60
ud	EME-3	$\times \frac{200}{70}$	= 1,00	$\times \frac{200}{70}$	= 2,80

Total Pts/m = 643,16