HOJA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONADO DE VIGAS DE MADERA

Fecha: marzo de 2016
Adaptado al DB-SE-M-Madera y a DB-SI-Seguridad contra incendios.

Limitaciones:
Válido para secciones rectangulares en madera
Válido sólo para vigas o viguetas biapoyadas con carga lineal (o excepcionalmente continuas de dos vanos).

Las propiedades del material (madera) están en la hoja de cálculo (pestaña) "propiedades resistentes".
Introducir datos en casillas AMARILLAS.
Información y pasos intermedios en casillas BLANCAS
Resultados parciales en casillas VERDES
Los textos en letra azul se pueden cambiar (no se alteran fórmulas) para maquetar un documento justificativo.

gl24

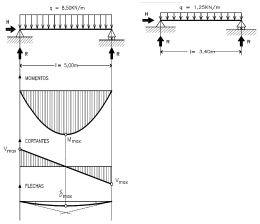
		Ejercicio tipo 1	Ejercicio tipo 1	Ejercicio tipo 2	Ejercicio tipo 2	Ejercicio tipo 3
Descripción.....		JÁCENAS GL24H	JÁCENAS D40	CUARTONES C24	CUARTONES C24	ALTERNATIVA JÁCENAS GL24h
Colocación.....		Viga CONTINUA	Viga biapoyada	Viga biapoyada	Viga biapoyada	Viga continua de 2 vanos
Base (cm).....		30,00	25,00	6,00	12,00	1,00
Canto (cm).....		10,00	35,00	20,00	18,00	50,00
1. DATOS DE GEOMETRÍA Y ACCIONES						
L	Luz de la viga o viguetta (m)	6,00	5,00	4,40	3,40	1,00
	Carga por metro cuadrado contando todo (KN/m2)	8,00	2,50	2,50	2,50	5,00
A	Ámbito de la viga/viguetta (zona que le carga) (m)	2,25	3,40	0,40	0,50	9,00
q1	Carga lineal a la viga/viguetta debida al forjado (KN/m)	8,00	8,50	1,25	1,25	45,00
q2	Carga lineal a la viga/viguetta directa (tabique p.e.) (KN/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q	Fiacha lineal a la viga/viguetta (suma q1 + q2) (KN/m)	8,00	8,50	1,25	1,25	45,00
γ único	Coeficiente de seguridad de las acciones (único) (adim.)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
2. DATOS DEL MATERIAL ESTRUCTURAL						
Copia y pega de la hoja "propiedades resistentes".						
γ m	Coeficiente de seguridad de la madera (T. 2.3) (adim.)	1,25	1,30	1,30	1,30	1,25
K mod	Factor de modificación (obtenido en T. 2.4) (adim.)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
f m,k	Resistencia a flexión característica (N/mm2)	24,00	40,00	24,00	24,00	24,00
f v,k	Resistencia a cortante característica (N/mm2)	2,70	3,80	2,50	2,50	2,70
E 0,medio	Módulo de elasticidad paralelo medio (KN/mm2)	11,60	11,00	11,00	11,00	11,60
f m,d	Resistencia a flexión de cálculo (N/mm2)	15,36	24,62	14,77	14,77	15,36
f v,d	Resistencia a cortante de cálculo (N/mm2)	1,73	2,34	1,54	1,54	1,73
3. CÁLCULO DE SOLICITACIONES						
Como viga biapoyada y carga lineal.						
Mmax	Momento máximo positivo (centro viga) (KN m)	36,00	26,56	3,03	1,81	5,63
Vmax	Cortante máximo (apoyos) (KN)	24,00	21,25	2,75	2,13	22,50
R=N	Reacción en apoyo = carga al apoyo (KN)	24,00	21,25	2,75	2,13	22,50
Como viga continua de dos vanos y carga lineal.						
	¿Es viga continua? (S/N)	S	N	N	N	S
Mmax	Momento máximo (KN m)	24,84	26,56	3,03	1,81	3,88
Vmax	Cortante máximo (apoyo central) (KN)	28,80	21,25	2,75	2,13	27,00
R=N	Reacción en apoyo central = carga al apoyo central (KN)	57,60	21,25	2,75	2,13	54,00
Solicitaciones máximas para el cálculo						
Mmax	Momento máximo (KN m)	24,84	26,56	3,03	1,81	3,88
Vmax	Cortante máximo (apoyo central) (KN)	28,80	21,25	2,75	2,13	27,00
	Coeficiente "alfa" de la flecha (adim)	0,415	1,000	1,000	1,000	0,415
4. DIMENSIONADO A E.L.U. DE FLEXIÓN SIMPLE (DB-SE-M/6.2.1)						
	Proposición canto/base a priori (adim)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
W	Módulo resistente necesario (cm3)	2426	1619	307	183	379
b	Base teórica (cm)	18,63	16,28	9,36	7,88	10,04
h	Canto teórico (para la proporción indicada) (cm)	27,95	24,42	14,04	11,82	15,05
Nota: A la vista de la sección teórica (en azul), adopta una sección existente.		↓	↓	↓	↓	↓
bv	BASE CONSTRUCTIVA ADOPTADA (cm)	10,00	25,00	10,00	12,00	20,00
hv	CANTO CONSTRUCTIVO ADOPTADO (cm)	20,00	35,00	15,00	18,00	28,00
Av	Área de la sección adoptada de la viga (cm2)	200	875	150	216	560
Iv	Momento de inercia de la sección adoptada de la v. (cm4)	6.667	89.323	2.813	5.832	36.587
Wv	Módulo resistente de la sección adoptada de la v. (cm3)	667	5.104	375	648	2.613
	¿CUMPLE A MOMENTO FLECTOR? SI/NO	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	% al que está trabajando la madera a flexión	364%	32%	82%	28%	16%
5. DIMENSIONADO A E.L.U. DE CORTANTE (DB-SE-M/6.1.8)						
Td	Tensión de cortadura solicitada (N/mm2)	2,16	0,36	0,28	0,15	0,72
f v,d	Resistencia a cortante de cálculo (N/mm2)	1,73	2,34	1,54	1,54	1,73
	¿CUMPLE A CORTANTE? SI/NO	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	% al que está trabajando la madera a flexión	125%	16%	18%	10%	42%

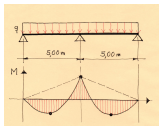
Tampoco cumple el E.L.U. de solicitación combinada de flexión y cortante (DB-SE-M/6.2.1)

6. E.L.S. DE COMPATIBILIDAD DE DEFORMACIONES						
LIMITACIÓN DE LA FLECHA POR ELTOS. CONSTRUCTIVOS						
	Quebrado adoptado de la luz (información)	300	300	300	300	300
	Flecha relativa (limite admisible) (mm)	20,00	16,67	14,67	11,33	3,33
FLECHA ELÁSTICA QUE SE PRODUCIRÍA EN LA VIGA						
	Flecha inicial (mm)	72,45	7,04	19,72	3,39	0,06
	Factor Kdef adoptado (adim.)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
FLECHA FINAL CONSIDERANDO LA DEFORMACIÓN DIFERIDA						
	Flecha final (mm)	130,40	12,67	35,49	6,10	0,10
	¿CUMPLE A FLECHA? SI/NO	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	Quebrado de la luz que resulta L/	46	395	124	557	9696
7. SITUACIÓN DE INCENDIO (SEGÚN DB-SI/6)						
t	Tiempo de resistencia al fuego para este elemento (minutos)	30,00	30,00	60,00	30,00	30,00
βn	Profundidad de carbonización por minuto (mm/min.)	0,55	0,55	0,80	0,80	0,70
d char,n	Profundidad de carbonización nominal (mm)	16,50	16,50	48,00	24,00	21,00
ko do	Profundidad adicional de carbonización SI/DB-SI (mm)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
d ef	Profundidad de carbonización final (cm)	2,35	2,35	5,50	3,10	2,80
VALORES RESISTENTES EN SITUACIÓN DE INCENDIO						
Kfi	Coef. multiplicador de la resistencia cca en incendio (Kfi) (adim)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,15
f md	Nueva res. flexión de cálculo con Kmod=1 Ym=1 y Kfi (N/mm2)	30,00	50,00	30,00	30,00	27,60
W	Nuevo módulo resistente necesario en s. incendio (cm3)	1.242,00	796,88	151,25	90,37	210,94
SECCIÓN CARBONIZADA A LOS -t- MINUTOS						
b ef	Base de la sección carbonizada (cm)	5,30	20,30	-1,00	5,80	14,40
h ef	Canto de la sección carbonizada (cm)	17,65	32,65	9,50	14,90	25,20
W ef	Módulo resistente de la sección carbonizada (cm3)	275,18	3.606,71	15,04	214,81	1.524,10
	¿CUMPLE EN SITUACIÓN DE INCENDIO? SI/NO	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	% al que está trabajando la madera a flexión en incendio. (%)	451%	22%	-1006%	42%	14%

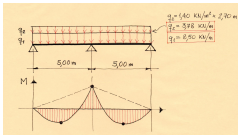
1,25 en madera maciza
1,15 en madera laminada encolada, 1,10 en madera microlaminada

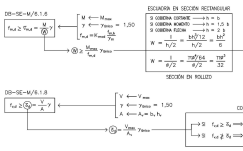
8. RESUMEN DEL DIMENSIONADO						
bv	BASE CONSTRUCTIVA ADOPTADA (cm)	10,00	25,00	10,00	12,00	20,00
hv	CANTO CONSTRUCTIVO ADOPTADO (cm)	20,00	35,00	15,00	18,00	28,00
	¿CUMPLE A MOMENTO FLECTOR?	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	¿CUMPLE A CORTANTE?	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	¿CUMPLE A FLECHA?	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	¿CUMPLE EN SITUACIÓN DE INCENDIO?	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE





ANCHO (mm)	ESCUADRÍA (mm)	LARGO 12,0 m	LARGO 13,5 m	LARGO 16,5 m
60	60 x 120	X	X	
80	80 x 160	X	X	
100	100 x 100	X	X	
	100 x 160	X	X	
	100 x 200	X	X	X
	100 x 240	X	X	X
120	120 x 120	X	X	
	120 x 200	X	X	X
	120 x 240	X	X	X
160	160 x 160	X	X	
	160 x 200	X	X	X
	160 x 240	X	X	X
	160 x 280	X	X	X
	160 x 320	X	X	X
	160 x 360	X	X	X
	160 x 400	X	X	X
200	200 x 200	X	X	
	200 x 280	X	X	X
	200 x 320	X	X	X
	200 x 360	X	X	X
	200 x 400	X	X	X
	200 x 440	X	X	X





HOJA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONADO DE PUNTALES DE MADERA

Fecha: marzo de 2016

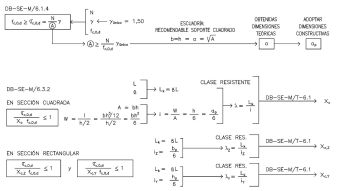
Adaptado al DB-SE-M-Madera y a DB-SI-Seguridad contra incendios.

Limitaciones:

Válido para secciones cuadradas en madera

Las propiedades del material (madera) están en la hoja de cálculo (pestaña) "propiedades resistentes".
Introducir datos en casillas AMARILLAS.
Información y pasos intermedios en casillas BLANCAS
Resultados parciales en casillas VERDES
Los textos en letra azul se pueden cambiar a voluntad (no se alteran fórmulas) para maquetar un documento justificativo.

		Ejercicio tipo 4	Ejercicio tipo 4	Ejercicio tipo 4	Ejercicio tipo 4B	Ejercicio tipo 4B
Descripción……		PUNTALES D40	PUNTALES D40	PUNTALES D40	PUNTALES D40	PUNTALES D40
Colocación……		Biarticulados	Biarticulados	Biarticulados	Biarticulados	Biarticulados
Lado (cm)……		12,00	15,00	18,00	15,00	18,00
1. DATOS DE GEOMETRÍA Y ACCIONES						
L	Altura del pilar (entre apoyos reales, quitar zapatas)	(m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
ß	Coeficiente de pandeo	(adim.)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lk	Altura de pandeo	(m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Carga que recibe el puntal de su planta	(KN)	42,50	42,50	42,50	51,00	51,00
	Carga que recibe el puntal de otros puntales superiores.	(KN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	Carga centrada que recibe el puntal (suma)	(KN)	42,50	42,50	42,50	51,00	51,00
ɣ único	Coeficiente de seguridad de acciones	(adim.)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
2. DATOS DEL MATERIAL ESTRUCTURAL							
f c,0,k	Res. cca. de la madera a compresión paralela	(N/mm2)	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
	Res. cca. de la madera a compresión paralela	(KN/cm2)	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
ɣ m	Coeficiente de seguridad de la madera	(adim.)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Kmod	Factor de modificación	(adim.)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
f c,0,d	Resistencia a compresión paralela de cálculo	(N/mm2)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
	Resistencia a compresión paralela de cálculo	(KN/cm2)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
3. DIMENSIONADO A E.L.U. DE COMPRESIÓN CENTRADA (DB-SE-M/6.1.4)							
A	Área de la sección teórica del puntal	(cm2)	39,84	39,84	39,84	47,81	47,81
a	Lado de la sección teórica del puntal	(cm)	6,31	6,31	6,31	6,91	6,91
Nota: A la vista de la sección teórica (en azul), adopta una sección existente.			↓	↓	↓	↓	↓
ap	Lado del pilar ADOPTADO (mínimo 12 cm)	(cm)	12,00	15,00	18,00	15,00	18,00
Ap	Área de la sección ADOPTADA del puntal	(cm2)	144,00	225,00	324,00	225,00	324,00
4. DIMENSIONADO A E.L.U. DE COMPRESIÓN CON PANDEO (DB-SE-M/6.3.2)							
Lk	Altura de pandeo	(m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
i	Radio de giro de la sección	(cm)	2,00	2,50	3,00	2,50	3,00
λ	Esbeltez mecánica	(adim.)	150,00	120,00	100,00	120,00	100,00
			↓	↓	↓	↓	↓
Xc	Coeficiente de pandeo (obtenido en el ÁBACO)	(adim.)	0,15	0,22	0,31	0,22	0,31
σ c,0,d	Tens. solicitada compresión paralela de cálculo	(KN/cm2)	0,44	0,28	0,20	0,34	0,24
	FÓRMULA DE COMPROBACIÓN		1,84	0,80	0,40	0,97	0,48
	% al que está trabajando la madera a compresión.		184%	80%	40%	97%	48%
	¿CUMPLE A COMPRESIÓN CON PANDEO?		NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
5. SITUACIÓN DE INCENDIO (SEGÚN DB-SI/6.3)							
t	Tiempo de resistencia a fuego para este elemento	(minutos)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
ßn	Profundidad de carbonización por minuto	(mm/min.)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
d char,n	Profundidad de carbonización nominal	(mm)	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50
ko do	Profundidad adicional de carbonización S/DB-SI	(mm)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
d ef	Profundidad de carbonización final	(cm)	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
VALORES RESISTENTES EN SITUACIÓN DE INCENDIO							
Kfi	Coef. multiplicador de la resistencia cca en incendio (Kfi)	(adim)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
f´c0d	Nueva res. flexión de cálculo con Kmod=1 Ym=1 y Kfi	(N/mm2)	32,50	32,50	32,50	32,50	32,50
SECCIÓN CARBONIZADA A LOS -t- MINUTOS							
a ef	Lado de la sección carbonizada	(cm)	7,30	10,30	13,30	10,30	13,30
i ef	Radio de giro de la sección carbonizada	(cm)	1,22	1,72	2,22	1,72	2,22
λ ef	Esbeltez mecánica de la sección carbonizada	(adim.)	247	175	135	175	135
	Esbeltez mecánima máxima: 200		NO CUMPLE				
Nota: A la vista de la esbeltez mecánica, adoptar X´c			↓	↓	↓	↓	↓
X´c	Nuevo coeficiente "CHI" de pandeo con la sec. carbonizada	(adim.)	0,01	0,11	0,18	0,11	0,18
σ´c,0,d	Tens. solicitada compresión paralela de cálculo	(KN/cm2)	1,20	0,60	0,36	0,72	0,43
	FÓRMULA DE COMPROBACIÓN		36,81	1,68	0,62	2,02	0,74
	La madera está trabajando al ……..		3681%	168%	62%	202%	74%
	¿CUMPLE CON PANDEO EN SIT. DE INCENDIO?		NO CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE
6. RESUMEN DEL DIMENSIONADO							
ap	Lado del pilar ADOPTADO (mínimo 12 cm)	(cm)	12,00	15,00	18,00	15,00	18,00
	¿CUMPLE A COMPRESIÓN CON PANDEO?		NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
	¿CUMPLE CON PANDEO EN SIT. DE INCENDIO?		NO CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE



Esbeltez mecánica de la pieza

Clase Resistente	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
C14	0,96	0,93	0,89	0,74	0,60	0,48	0,39	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07
C16	0,99	0,94	0,87	0,71	0,64	0,51	0,41	0,34	0,28	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07
C18	0,99	0,94	0,93	0,79	0,65	0,53	0,43	0,35	0,29	0,24	0,21	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
C20	0,99	0,94	0,93	0,79	0,66	0,54	0,43	0,35	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
C22	0,99	0,94	0,93	0,79	0,66	0,53	0,43	0,35	0,29	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
C24	0,99	0,95	0,93	0,80	0,66	0,55	0,45	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08
C27	0,99	0,95	0,93	0,80	0,69	0,57	0,46	0,38	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08
C30	0,99	0,95	0,93	0,79	0,67	0,56	0,44	0,36	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
C35	0,99	0,95	0,93	0,79	0,67	0,55	0,45	0,38	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
C40	0,99	0,95	0,93	0,80	0,69	0,56	0,46	0,38	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08
C45	0,99	0,95	0,93	0,81	0,69	0,57	0,47	0,38	0,32	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09
C50	0,99	0,95	0,93	0,81	0,69	0,57	0,47	0,38	0,32	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09	0,09
D30	0,99	0,95	0,93	0,79	0,67	0,55	0,44	0,36	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
D35	0,99	0,95	0,93	0,79	0,67	0,55	0,45	0,36	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
D40	0,99	0,95	0,93	0,80	0,69	0,56	0,46	0,38	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08
D50	1,00	0,96	0,91	0,83	0,73	0,61	0,50	0,42	0,35	0,29	0,25	0,21	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09
D60	1,00	0,96	0,92	0,85	0,76	0,65	0,54	0,45	0,38	0,32	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10
D70	1,00	0,97	0,93	0,87	0,79	0,69	0,58	0,49	0,41	0,35	0,30	0,26	0,22	0,20	0,17	0,16	0,14	0,13	0,11
GL24h	1,00	0,98	0,97	0,89	0,80	0,69	0,54	0,44	0,36	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09
GL28h	1,00	0,98	0,95	0,89	0,79	0,65	0,53	0,43	0,35	0,29	0,25	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09
GL32h	1,00	0,98	0,94	0,89	0,79	0,65	0,53	0,43	0,35	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09
GL36h	1,00	0,98	0,94	0,89	0,79	0,65	0,53	0,43	0,35	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09
GL24c	1,00	0,98	0,96	0,91	0,84	0,72	0,60	0,49	0,41	0,34	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
GL28c	1,00	0,98	0,95	0,91	0,82	0,70	0,57	0,47	0,39	0,32	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
GL32c	1,00	0,98	0,95	0,90	0,82	0,69	0,57	0,46	0,38	0,32	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
GL36c	1,00	0,98	0,95	0,90	0,81	0,68	0,56	0,45	0,37	0,31	0,27	0,22	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10

Adoptar en la tabla del DB-SE-M en función del valor anterior

HOJA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONADO DE MADERA

Fecha: marzo de 2016
Adaptado al DB-SE-M-Madera y a DB-SI-Seguridad contra Incendios.

VALORES DE LAS PROPIEDADES DE LA MADERA SEGÚN DB-SE-Mrenejo
Casos más comunes.

Copiar los cuadros indicados en color sobre los programas de VIGA o PUNTAL.

				D30	D40	C18	C24	GL24h
PARA VIGAS	f m,k	Resistencia a flexión característica.	(N/mm2)	30,00	40,00	18,00	24,00	24,00
	f v,k	Resistencia a cortante característica	(N/mm2)	3,00	3,80	2,00	2,50	2,70
	E 0,medio	Módulo de elasticidad paralelo medio	(KN/mm2)	10,00	11,00	9,00	11,00	11,60
PARA PUNTALES	f c,0,k	Resistencia a compresión paralela característica	(N/mm2)	23,00	26,00	18,00	21,00	24,00
				FRONDOSA MÍNIMA DE CTE (CASTAÑO MALO)	EJERCICIO DE CLASE FRONDOSA DE CARACTERÍSTICAS MEDIAS (CASTAÑO BUENO O ROBLE MALO)	IGUAL EN TODOS LOS PINOS NACIONALES (UNE 56544) DE CALIDAD ME-2 (MÍNIMA)	MÍNIMO EN TODOS LOS PINOS NACIONALES (UNE 56544) DE CALIDAD ME-1 (MÁXIMA)	MADERA LAMINADA ENCOLADA HOMOGÉNEA, DE CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS CTE

Propiedades		Clase Resistente					
		D30	D35	D40	D50	D60	D70
Resistencia (caracteristica), en N/mm²							
- Flexión	$f_{m,k}$	30	35	40	50	60	70
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	18	21	24	30	36	42
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	23	25	26	29	32	34
-Compresión perpendicular.	$f_{c,90,k}$	8,0	8,4	9,0	9,7	10,5	12,5
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Rigidez, kN/mm²							
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	10	10	11	14	17	20
- Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	$E_{0,05}$	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Densidad, kg/m³							
- Densidad característica	ρ_k	530	560	590	650	720	900
- Densidad media	ρ_{medio}	640	670	700	780	840	1080

Propiedades		Clase resistente												
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (caracteristica) en N/mm²													
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
- Compresión perpendicular.	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8
Rigidez, en kN/mm²													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	12	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentil	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m³													
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Propiedades		Clase Resistente			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Resistencia (caracteristica), en N/mm²					
- Flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
- Tracción paralela	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Rigidez, en kN/mm²					
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,g,medio}$	11,6	12,6	13,7	14,7
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentil	$E_{0,g,k}$	9,4	10,2	11,1	11,9
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,g,medio}$	0,39	0,42	0,46	0,49
- Módulo transversal medio	$G_{g,medio}$	0,72	0,78	0,85	0,91
Densidad, en kg/m³					
Densidad característica	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450