

## **DEDICATORIA**

Este minúsculo trabajo de digitalizar esta Norma (aún vigente, pues no ha sido sustituida hasta hoy), está dedicado a todos aquellos Ingenieros vanguardistas que dieron los primeros pasos para guiar el diseño estructural en Venezuela, muchos de ellos relacionados con la prestigiosa, e inigualable, Sala Técnica del MOP.

Nombres como J. Sanabria, S. Epelboim, E. Arnal, H. Arnal, C. Fortoul, P. Lustgarten, B. Lamberti, C. Lobo, E. Olivares, entre muchos otros, nos son conocidos a muchos ingenieros. De algunos de ellos hemos tenido el Honor de ser sus alumnos.

A todos ellos nuestro mayor agradecimiento y aprecio por ser pioneros en la Normativa Estructural.

Espero le sea de utilidad a aquellos colegas que tengan la oportunidad de diseñar elementos con tan noble material como es la madera.

Ing° Antolín Martínez A.

CIV 25.082

Venezuela, Marzo 2009.

**NORMA PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA**

**MOP 1955**

## NOTAS

- Esta Norma, como las demás de la época, tiene como entorno de aplicación la teoría elástica (llamada más tarde “teoría clásica”, en la época de la “teoría de rotura”, antecesora de la actual “teoría de estados límites”). Se diseña con cargas de servicio y bajos coeficientes de trabajo de los materiales.
- La página 284 es una página en blanco.

P A R T E V

**ESTRUCTURAS DE MADERA**

**(M. O. P. - ED. V - 55)**

## INTRODUCCION

Pocas adiciones hubo que hacer a la anterior reglamentación, ya que, en general, sus pautas son aplicables por ser reducida la evolución habida en esta materia.

Caracas, Diciembre de 1955.

**Ingº José Sanabria**

Consultor Técnico General del Ministerio de Obras Públicas  
(Presidente de la Comisión)

**Ingº Francisco Ayala D.**

Jefe de la Div. de Cálculos de la Dirección de Edificios  
Médico-Asistenciales

**Ingº Pedro Tortosa Rodríguez**

Jefe de la Div. de Cálculos de la Dirección de Edificios  
e Instalaciones Industriales  
(Secretario de la Comisión)

**Ingº Blas Lamberti**

Delegado del Colegio de Ingenieros de Venezuela

**Arqº Ernesto Fuenmayor N.**

Delegado de la Sociedad Venezolana de Arquitectos

**Ingº Silvestre Castellanos**

Delegado de la Dirección de Obras Municipales del  
Distrito Federal

**Ingº Alberto E. Olivares**

**Ingº Víctor Sardi Socorro**

## ARTICULO 1

### CONDICIONES GENERALES

**1.—Condición general.**—La madera que se use debe llenar las condiciones generales exigidas en las Normas de Construcción de la Dirección de Edificios.

Todos los elementos se unirán de modo tal, que puedan tener en conjunto la rigidez necesaria para desarrollar los esfuerzos que soportarán; ningún elemento debe soportar esfuerzos mayores a los admisibles en estas Normas.

## ARTICULO 2

### SECCIONES MINIMAS

**2.**—Las piezas primarias enterizas no tendrán secciones inferiores a 60 cms<sup>2</sup>. ni dimensiones laterales menores de 6 cms. Cuando se trate de piezas compuestas, los valores anteriores se aplicarán para cada uno de los elementos componentes.

## ARTICULO 3

### COEFICIENTES DE TRABAJO

**3.**—Los coeficientes admisibles serán los especificados en la tabla N<sup>o</sup> 1. La madera no deberá tener defectos que afecten su resistencia y durabilidad.

TABLA Nº 1

COEFICIENTES DE TRABAJO DE LAS MADERAS

Nombre común de la madera	Nombre científico de la madera	Flexión		Compresión		Esfuerzo cortante
		Coefficiente de trabajo $R_{m1}$ Kg/cm <sup>2</sup> .	Módulo de elasticidad $E_m$ Kg/cm <sup>2</sup>	Paralela a las fibras $R_{m2}$ Kg/cm <sup>2</sup> .	Perpendicular a las fibras $R'_{m2}$ Kg/cm <sup>2</sup> .	Paralelo a las fibras $R_{m3}$ Kg/cm <sup>2</sup> .
		Factor de seguridad 15		Factor de seguridad 8	Factor de seguridad 2,50	Factor de seguridad 7
<b>A1 MADERAS MUY DURAS</b>						
Araguaney .....	Tecoma-Chrisantha ..	110	199000	110	100	13
Bálsamo .....	Myroxilum Toluiferum.	120	188000	120	60	15
Canalete .....	Cordia Spondioides ..	110	166000	110	90	13
Cartán .....	Centrolubium Orino- censi .....	90	132000	90	90	11
Curarí .....	Tecoma-Serratifolia ..	120	206000	120	60	15
Gateado .....	Astronium Graveolens.	100	178000	100	50	12
Granadillo (Ebano) ...	Libidibia Granadillo..	100	89000	100	50	12
Mora .....	Chlorophora Tinctoria.	100	148000	100	40	12
Pilón .....	Andira inermis .....	100	176000	100	50	12
Roble .....	Catalpa longisiliqua..	120	201000	120	60	15
Vera .....	Burmesia roborea ...	120	161000	120	60	15
<b>A2 MADERAS DURAS</b>						
Angelino .....	Homalium pedicella- tum .....	70	126000	70	30	12
Carreto .....	Sickingia eritroxylon.	80	118000	80	35	13
Orozul .....	Calatula Venezuelana.	80	168000	80	35	11
Pardillo .....	Cordia alliodora .....	70	117000	70	30	10
Pitchpine .....		75	145000	75	30	11
<b>A2 MADERAS SEMI-DURAS</b>						
Apamate .....	Tecoma. Pentaphilla..	55	114000	55	27	10
Caoba .....	Swietenia. Candollei..	50	92000	50	25	9
Jabillo .....	Hura crepitans .....	40	71000	40	20	6
Hueso de pescado ...	Enterolobium .....	55	91000	55	27	12
Samán .....		45	82000	45	22	9
<b>MADERAS BLANDAS</b>						
Balsa .....		15	38000	15	7	3
Cedro .....		35	71000	35	17	7
Mijague .....		35	56000	35	17	6

# S I N O N I M I A

A1 MADERAS MUY DURAS	1	2	3	4	5
Araguoney	Echahumo (Carabobo y Yaracuy)				
Bálsamo Canalete	Bálsamo de tolú (Miranda)	Estoraque (Tuy)	Roble maría (Trujillo)	Bálsamo de tolú (Colombia)	
Curari	Acapro (Guárico)	Curariguo (Portuguesa)	Curarire (Bolívar)	Pui (Miranda)	
Gateado	Algarrobo barcino	Tirigaro (Occidente)	Potro	Diomato (Colombia)	
Granadillo	Ebano (Zulia y Trujillo)	Quebra hacha (Cumaná y Los Andes)	Mecle (Falcón)	Jacaranda (Colombia)	
Mora	Muralisa (Barinas)	Mora de clavo (Colombia)	Morita. Charo (Colombia)	Dinde (Colombia)	
Pilón	Chirai (Costa de Neigueté)	Guayabo (Caracas)			
Roble	Roble Prieto	Roble de Olor			
Vero	Palo sano (Oriente)	Guayacán común (Colombia)			
A2 MADERAS DURAS	1	2	3	4	5
Angelino	Tuque (Lara)				
Cerroto	Paraguatén	Paragusto	Guatán	Aguatire	
Cortán.	Balaustre (Occidente)				
Orozul					
Pardillo	Alatrique (Oriente)	Cántero (Sucre)	Pardillo Negro (Occidente)	Pardillo de monte (Occidente)	
A3 MADERAS SEMIDURAS	1	2	3	4	5
Apemate	Roble	Roble negro	Ocobo (Colombia)		
Caoba	Cedro caoba (Miranda)	Caoba negro (Cojedes)	Orura (Portuguesa)	Caoba americana	
Jabillo	Jabillo (Falcón)	Mabillo (Falcón)	Ceiba blanca (Lara)	Ceiba Jabillo (Lara)	Mil pesos Arenillero
Hueso de pescado					Aguapar (Colombia)
Majomo					
Samán	Urero (Yaracuy)	Carabali (El Llano)			
MADERAS BLANDAS	1	2	3	4	5
Balso	Balsa tambor (Lara)	Pelo de lano	Lano	Tacariguo	
Cedro	Cedro amargo	Cedro caoba (Colombia)			Merey montañero Lacre Rosado (Guayana)
Mijague	Mijao (Aragua y Miranda)	Caracoli (Occidente)	Pauji (Carabobo)	Choruse (Mérida)	



**4.—Duración de la carga.**—Si por el tipo de estructura es de prever que la sobrecarga actúe permanentemente por más de 10 años, produciendo en un miembro cualquiera, en combinación con la carga muerta, el máximo esfuerzo admisible, el coeficiente de trabajo usado en el proyecto no excederá el 90% del que se permite en la Tabla N° 1.

**5.—Esfuerzo a la compresión en dirección inclinada con respecto a las fibras.**—Para calcular los coeficientes de trabajo a la compresión de las maderas, según un plano oblicuo con relación a la dirección de las fibras, se usará la siguiente fórmula:

$$R''_{mc} = \frac{R_{mc} \cdot R'_{mc}}{R_{mc} \sin^2 \theta + R'_{mc} \cos^2 \theta}$$

en la cual:

$R''_{mc}$  coeficiente de trabajo a la compresión en la dirección del esfuerzo.

$R_{mc}$  coeficiente de trabajo a la compresión paralela a la fibra. (Tabla N° 1.)

$R'_{mc}$  coeficiente de trabajo a la compresión perpendicular a la fibra.

$\theta$  ángulo formado por la fibra, con la dirección del esfuerzo.

Los valores correspondientes de  $R''_{mc}$  pueden deducirse fácilmente de la tabla N° 2 entrando con el valor de  $\theta$ .

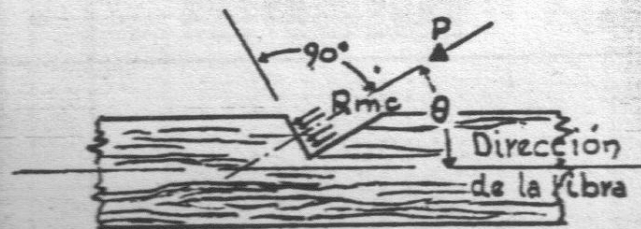


Fig. 1

## ARTICULO 4

### COLUMNAS

**6.—Columnas cortas.**—La carga de seguridad en columnas y otros elementos comprimidos, en los cuales la relación entre la longitud libre de la columna y su menor dimensión es menor de 11, se calcularán por la fórmula:

$$P = \Omega \cdot R_{mc}$$

significando:

P Carga de seguridad de la columna.

$\Omega$  El área de la sección transversal de la columna.

$R_{mc}$  El coeficiente de trabajo admisible a la compresión, en el sentido de las fibras de la madera, indicado en la tabla N° 1.

**7.—Columnas de longitud intermedia.**—Para columnas de una longitud o altura H, mayor de 11 veces la menor dimensión de su sección transversal, se usará la fórmula siguiente, la cual es

válida hasta  $\frac{H}{b} \leq K$

$$P = \Omega R_{mc} \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{H}{Kb} \right)^4 \right] = \Omega R_{mc1} \quad (\alpha)$$

Para el significado de los términos véase el número siguiente.

**8.—Columnas largas.**—Para columnas de una longitud mayor de K veces la menor dimensión transversal, se determinará la carga de seguridad aplicando la fórmula siguiente:

$$P = \frac{\Omega \pi^2 E_m}{36 \left( \frac{H}{b} \right)^2} = \frac{\Omega \cdot 0.274 E_m}{\left( \frac{H}{b} \right)^2} = \Omega R_{mc1} \quad (\beta)$$

En las fórmulas  $\alpha$  y  $\beta$ , los símbolos empleados tienen además de lo indicado en el N° 5, el siguiente significado:

$R_{mc1}$  coeficiente de trabajo a la compresión paralelo a la fibra, tomando en cuenta el pandeo, en Kg/cm<sup>2</sup>.

TABLA N° 2  
COEFICIENTES DE TRABAJO A LA COMPRESION EN LA MADERA SEGUN PLANOS OBLICUOS

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
<b>A1</b>																				
Araguaney .....	110	110	110	109	109	108	107	107	106	105	104	103	102	102	101	101	100	100	100	100
Balsamo .....	120	119	116	112	107	102	96	90	85	80	76	72	69	66	64	62	61	60	60	60
Canalete .....	110	110	109	108	107	106	104	102	101	100	98	96	94	93	92	91	91	90	90	90
Cartán .....	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Curarí .....	120	119	116	112	107	102	96	90	85	80	76	72	69	66	64	62	61	60	60	60
Gateado .....	100	99	97	94	91	85	80	75	70	67	63	60	57	55	53	52	51	50	50	50
Granadillo .....	100	98	96	94	91	85	80	75	70	67	63	60	57	55	53	52	51	50	50	50
Mora .....	100	98	96	94	91	85	80	75	70	67	63	60	57	55	53	52	51	50	50	50
Pilón .....	100	99	97	94	91	85	80	75	70	67	63	60	57	55	53	52	51	50	50	50
Roble .....	120	119	116	112	107	102	96	90	85	80	76	72	69	66	64	62	61	60	60	60
Vera .....	120	119	116	112	107	102	96	90	85	80	76	72	69	66	64	62	61	60	60	60
<b>A2</b>																				
Angelino .....	70	70	69	67	65	63	60	57	54	50	47	43	40	37	34	32	31	30	30	30
Carreto .....	80	80	79	77	74	72	69	66	62	57	54	50	46	43	40	38	36	35	35	35
Orozul .....	80	80	79	77	74	72	69	66	62	57	54	50	46	43	40	38	36	35	35	35
Pitchpine .....	75	75	74	72	69	67	64	60	57	53	49	45	42	38	35	33	31	30	30	30
<b>A3</b>																				
Apamate .....	55	55	54	52	50	47	44	41	39	37	34	33	31	30	29	28	28	27	27	27
Caoba .....	50	50	49	47	45	43	40	38	35	33	31	30	29	28	27	26	25	25	25	25
Jabillo .....	40	40	39	38	36	34	32	30	28	27	25	24	23	22	21	21	20	20	20	20
Hueso de pescado .....	55	55	54	52	50	47	44	41	39	37	34	33	31	30	29	28	28	27	27	27
Samán .....	45	45	44	42	41	38	36	34	32	30	28	27	26	25	24	23	23	23	23	22

$\frac{H}{b}$  relación entre la longitud de cálculo de la columna y la menor dimensión transversal de la misma.

$E_m$  módulo de elasticidad de la madera.

$K$  el valor de  $\frac{H}{b}$  en el punto de encuentro de las dos curvas representadas por las ecuaciones  $(\alpha)$  y  $(\beta)$  para el cual tenemos:

$$P = \Omega \frac{2}{3} R_{mc}$$

$$K = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{E_m}{6 R_{mc}}}$$

El máximo admisible es  $\frac{H}{b} = 50$ , para columnas sencillas, y  $\frac{H}{b} = 70$  para columnas compuestas; pero en las columnas compuestas la relación  $\frac{l}{b_1}$ , tomada entre los arriostramientos, no será mayor de 40. (Véase Fig. 2.)

**9.—Valores de  $R_{mc1}$ .**—La tabla N° 3 da los diversos valores

de  $R_{mc1}$  para distintos  $\frac{H}{b}$ . En esta tabla se ha tomado

$K = 27$  max. para columnas de largo intermedio.

**10.—Columnas redondas.**—La carga admisible para una columna de sección circular es igual a la que es capaz de soportar una columna de sección cuadrada de la misma longitud y de sección transversal equivalente en área.

TABLA Nº 3

COEFICIENTES DE TRABAJO ADMISIBLES EN LAS COLUMNAS SOMETIDAS A PANDEO

$\sigma$ / $\pi$	Bálsamo - Vera E = 175,100 K = 24	Corral - Roble E = 203,800 K = 27	Arguoney E = 199,000 K = 110	Canales E = 166,000 K = 34	García - Pila E = 177,000 K = 100	Mora E = 148,000 K = 100	Carda E = 132,000 K = 27	Carreto - Orezul E = 120,000 K = 80	Angelino - Pardillo E = 121,000 K = 27	Aparate - Hueso E = 100,000 K = 55	Caoba E = 92,000 K = 50	Santa E = 82,000 K = 45	Jabillo E = 87,000 K = 40
12	117	118	109	107	98	97	89	78	69	54	49	44	39
14	115	117	107	106	97	96	88	77	68	53	49	44	39
16	112	114	105	103	95	93	86	75	67	52	48	43	39
18	106	112	103	97	93	89	84	71	65	50	47	42	37
20	101	108	99	92	90	84	81	67	63	48	45	40	36
22	92	104	95	84	86	76	75	61	60	46	43	38	34
24	83	94	88	76	78	68	65	55	55	44	41	35	31
26	71	82	80	67	72	60	53	49	50	40	36	32	29
28	61	71	70	58	62	52	46	42	42	35	32	29	25
30	53	62	61	50	54	45	40	37	37	30	28	25	22
32	47	55	54	45	48	40	35	32	33	27	25	22	19
34	41	48	47	40	42	35	31	28	29	24	22	19	17
36	37	43	42	35	37	31	28	25	25	21	19	17	15
38	33	38	38	31	33	28	25	23	23	19	17	16	13
40	30	35	34	28	30	25	22	20	20	17	16	14	12
42	27	31	31	26	27	23	20	19	19	16	14	13	11
44	25	29	28	24	25	21	19	17	17	14	13	12	10
46	22	26	25	22	23	19	17	16	16	13	12	11	9
48	20	24	24	20	21	18	16	14	14	12	11	10	8
50	19	22	22	18	19	16	14	13	13	11	10	9	8
52	18	20	20	17	18	15	13	12	12	10	9	8	7
54	16	19	19	16	17	14	12	11	11	9	8	7	6
56	15	18	17	15	16	13	11	11	11	9	8	7	6
58	14	17	16	14	14	12	10	10	10	8	7	6	5
60	13	15	14	13	13	11	10	9	9	8	7	6	5
62	12	16	15	12	13	11	9	9	9	7	6	5	4
64	12	14	13	11	12	10	9	8	8	7	6	5	4
66	11	13	12	10	11	9	8	8	8	6	5	4	4
68	10	11	12	10	10	9	8	7	7	6	5	4	4
70	10	11	11	9	10	8	7	7	7	6	5	4	4

11.—Columnas sometidas a flexión y compresión.—Los elementos sometidos a flexión y compresión se comprobarán por la siguiente fórmula:

COEFICIENTES DE TRABAJO ADMISIBLES EN LAS COLUMNAS

E	Bálsamo - Vera		Corral - Babelo		Araguany		Canaleto		García - Pilián		Mora		Cortán	
	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K
12	117	24	118	27	109	27	107	24	98	27	97	24	89	27
14	115	24	117	27	107	27	106	24	97	27	96	24	88	27
16	112	24	114	27	105	27	103	24	95	27	93	24	86	27
18	106	24	112	27	103	27	97	24	93	27	89	24	84	27
20	101	24	108	27	99	27	92	24	90	27	84	24	81	27
22	92	24	104	27	95	27	84	24	86	27	76	24	75	27
24	83	24	94	27	88	27	76	24	78	27	68	24	65	27
26	71	24	82	27	80	27	67	24	72	27	60	24	53	27
28	61	24	71	27	70	27	58	24	62	27	52	24	46	27
30	53	24	62	27	61	27	50	24	54	27	45	24	40	27
32	47	24	55	27	54	27	45	24	48	27	40	24	35	27
34	41	24	48	27	47	27	40	24	42	27	35	24	31	27
36	37	24	43	27	42	27	35	24	37	27	31	24	28	27
38	33	24	38	27	38	27	31	24	33	27	28	24	25	27
40	30	24	35	27	34	27	28	24	30	27	25	24	22	27
42	27	24	31	27	31	27	26	24	27	27	23	24	20	27
44	25	24	29	27	28	27	24	24	25	27	21	24	19	27
46	22	24	26	27	25	27	22	24	23	27	19	24	17	27
48	20	24	24	27	24	27	20	24	21	27	18	24	16	27
50	19	24	22	27	22	27	18	24	19	27	16	24	14	27
52	18	24	20	27	20	27	17	24	18	27	15	24	13	27
54	16	24	19	27	19	27	16	24	17	27	14	24	12	27
56	15	24	18	27	17	27	15	24	16	27	13	24	11	27
58	14	24	17	27	16	27	14	24	14	27	12	24	11	27
60	13	24	15	27	14	27	13	24	13	27	11	24	10	27
62	12	24	16	27	15	27	12	24	13	27	11	24	9	27
64	12	24	14	27	13	27	11	24	12	27	10	24	9	27
66	11	24	13	27	12	27	10	24	11	27	9	24	8	27
68	10	24	11	27	12	27	10	24	10	27	9	24	8	27
70	10	24	11	27	11	27	9	24	10	27	8	24	7	27

11.—Columnas sometidas a flexión y compresión.—Los elementos sometidos a flexión y compresión se comprobarán por la siguiente fórmula:

TABLA N° 3

ADMISIBLES EN LAS COLUMNAS SOMETIDAS A PANDEO

Mora E = 148.000 R <sub>adm</sub> = 100 K = 24	Cartán E = 132.000 R <sub>adm</sub> = 90 K = 27	Carreto - Orezul E = 120.000 R <sub>adm</sub> = 80 K = 24	Angelino - Pardillo E = 121.000 R <sub>adm</sub> = 70 K = 27	Apamate - Hueso de pescado E = 100.000 R <sub>adm</sub> = 55 K = 27	Caoba E = 92.000 R <sub>adm</sub> = 50 K = 27	Samán E = 82.000 R <sub>adm</sub> = 45 K = 27	Jabillo E = 87.000 R <sub>adm</sub> = 40 K = 27
97	89	78	69	54	49	44	39
96	88	77	68	53	49	44	39
93	86	75	67	52	48	43	39
89	84	71	65	50	47	42	37
84	81	67	63	48	45	40	36
76	75	61	60	46	43	38	34
68	65	55	55	44	39	35	31
60	53	49	50	40	36	32	29
52	46	42	42	35	32	29	25
45	40	37	37	30	28	25	22
40	35	32	33	27	25	22	19
35	31	28	29	24	22	19	17
31	28	25	25	21	19	17	15
28	25	23	23	19	17	16	13
25	22	20	20	17	16	14	12
23	20	19	19	16	14	13	11
21	19	17	17	14	13	12	10
19	17	16	16	13	12	11	9
18	16	14	14	12	11	10	8
16	14	13	13	11	10	9	8
15	13	12	12	10	9	8	7
14	12	11	11	9	9	8	7
13	11	11	11	9	8	7	6
12	11	10	10	8	7	7	6
11	10	9	9	8	7	6	5
11	9	9	9	7	7	6	5
10	9	8	8	7	6	5	5
9	8	8	8	6	6	5	4
9	8	7	7	6	5	5	4
8	7	7	7	6	5	5	4

$$R_m = \frac{P}{\Omega} k + \frac{M}{W}$$

en la cual además de lo indicado en el N° 5:

$R_m$  no debe exceder al esfuerzo admisible a la flexión.

$W$  módulo de sección de la columna.

$k$  la relación existente entre el coeficiente de trabajo a la flexión y el admisible a la compresión en la columna con-

siderada, tomando en cuenta el pandeo ( $k = \frac{R_{mf}}{R_{mc1}}$ ).

$M$  momento de flexión.

**12.—Columnas compuestas.**—Las columnas y otros elementos comprimidos, formados por dos o más miembros, ensamblados o unidos por pernos u otros medios, sin arriostramientos de solidaridad, se calcularán como compuestas de varias columnas individuales y la suma de las cargas soportadas dará la carga máxima admisible en la columna; pero si se colocan tacos de arriostramientos con elementos de unión suficientes de modo de impedir el pandeo de un miembro, podrán calcularse como de una sola pieza y con una carga de seguridad igual a 80% de la que resistiría la columna entera.

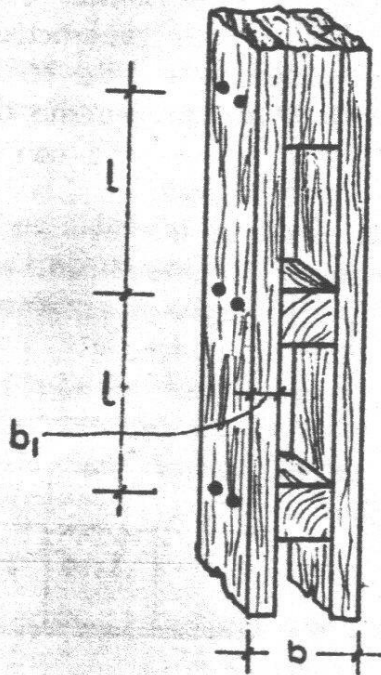


Fig. 2



## ARTICULO 5

### VIGAS

**13.—Luz de cálculo.**—La luz de cálculo se tomará igual a la luz libre aumentada en 5%. Para las vigas continuas se tomará igual a la distancia entre centros de apoyo. Se comprobará si el apoyo de la viga es suficiente para resistir la presión unitaria en dicho apoyo.

**14.—Ancho mínimo.**—Ninguna viga tendrá un ancho inferior a 6 cms.

**15.—Esfuerzo cortante.**—En general no es necesario comprobar el esfuerzo cortante en secciones perpendiculares a la dirección de las fibras, pero sí debe comprobarse en el sentido paralelo a dichas fibras.

Para secciones rectangulares se usará la fórmula:

$$R_{ms} = \frac{3 S}{2 bh}$$

**16.—Esfuerzos a compresión perpendiculares a las fibras de la madera.**—Los valores de los coeficientes de trabajo son los indicados en la tabla N° 1; pero para repartición de cargas en áreas pequeñas con una dimensión máxima de 15 cms. (6") y situadas a distancias mayores de 7,5 cm. del extremo de la madera, podrán aumentarse estos coeficientes de acuerdo con los factores de multiplicación contenidos en la tabla N° 4.

TABLA No. 4

Dimensión máxima del área comprimida	1/2"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"
Factor.....	1,75	1,38	1,25	1,19	1,13	1,10	1

Para las áreas circulares, como las arandelas por ejemplo, se tomará como dimensión máxima el diámetro correspondiente.

**17.—Áreas de las arandelas.**—Las arandelas tendrán el área conveniente a fin de que el esfuerzo de compresión en la madera no sobrepase el coeficiente de trabajo permisible. El espesor de la

arandela no será inferior a  $\frac{1}{10}$  del diámetro de la misma si

ésta es redonda o a  $\frac{1}{10}$  del lado mayor si ésta es cuadrada.

**18.—Arriostramientos transversales.**—En las vigas rectangulares se seguirán las siguientes indicaciones en cuanto al arriostramiento para evitar la flexión lateral:

- a) Si la relación del alto al ancho de la sección es igual a 2 no se necesita arriostramiento transversal.
- b) Si la relación es igual a 3, deben asegurarse los extremos de la viga de modo que no puedan desviarse lateralmente.
- c) Si la relación es igual a 4, debe asegurarse bien su posición en sus extremos, tal como sucede en las piezas de armaduras.
- d) Si la relación es igual a 5, debe arriostarse un borde de la viga.
- e) Si la relación es igual a 6, deben colocarse arriostramientos a distancias no mayores de 2,40 mts. en los dos bordes de la viga.
- f) Si la relación es mayor de 6, deben colocarse arriostramientos a distancias no mayores de 6 veces el ancho de la viga en los dos bordes de la viga.

Los arriostramientos podrán hacerse con piezas de madera de  $2,5 \times 6$  cm. de sección, con dos clavos a lo menos en cada extremo, formando cruces de San Andrés. Si se usan arriostramientos metálicos tendrán a lo menos la misma resistencia que los indicados.

**19.—Flechas.**—Para las vigas que llevan cielo-raso enlucido con mortero, la flecha no será mayor de  $\frac{1}{360}$  L. Cuando no

hay cielo-rasos, o éstos no llevan enlucidos, la flecha máxima podrá ser de

$$\frac{1}{300} L.$$

**20.—Apoyos de las vigas.—**a) Cuando las vigas se apoyen sobre paredes, se introducirán en ellas a lo menos 10 cm.; y los extremos se protegerán contra la putrefacción por uno de los medios siguientes:

- 1) Si es madera muy dura. (A1), se colocará sin otra precaución.
- 2) Si es madera dura o semidura, se pintarán sus extremos con pinturas creosotadas o con pinturas patentadas de uso garantizado.

En lugar de pintar, podrán colocarse chapas metálicas alrededor del apoyo, de modo que quede un espacio para aeración con una luz libre mínima de 1 cm. En vez de las chapas metálicas pueden dejarse huecos en la mampostería, de modo que quede un espacio para aeración con una luz libre no inferior de 2 cms. tanto en la parte superior como en los lados de la viga.

- b) Cuando se apoya de tope en otra viga, se colocarán los medios de unión convenientes: pernos, pletinas, estribos, que permitan un apoyo no inferior a 10 cm.
- c) Cuando los extremos de dos vigas a tope, se apoyan sobre otra, deben unirse con pletinas y pernos convenientemente dispuestos, o bien ensamblarse a media madera con pletinas en una longitud no inferior a 30 cm., uniéndose siempre con pernos; para correas de techos podrá simplificarse el ensamble.
- d) Cuando una viga se apoya sobre una columna, debe fijarse a ésta con pletinas u otros elementos de acero, a menos que el capitel de la columna tenga un dispositivo que permita anclarla convenientemente.

**21.—Anclajes y amarres.—**Cuando se usan entresijos, techos u otras construcciones de madera, apoyadas sobre paredes de ladrillo, mampostería o similares, deberán unirse convenientemente a dichas paredes, por medio de anclajes de acero.

Si se trata de una serie de vigas horizontales, las vigas deberán anclarse de tal modo que entre los anclajes no haya distancia mayor de 1,50 mts., y que ningún anclaje tenga una sección inferior a 2,50 cm<sup>2</sup>. En las soleras de techo los anclajes se colocarán a distancia no mayor de 2,50 m. centro a centro y podrá reducirse la sección del anclaje a 1,25 cm<sup>2</sup>.

**22.—Pisos de tablonés.**—Los entrepisos formados por elementos colocados uno al lado del otro, se clavarán firmemente en sus extremos, cada uno a lo menos con dos clavos. La separación mínima entre clavos será de 45 cm.; la longitud de los clavos no será inferior a dos y media veces el espesor del elemento que se clava. En vez de clavos pueden usarse tornillos, u otros elementos de unión convenientes.

Cuando las tablas o tablonés cubren más de una luz, los empates deben hacerse de modo que a lo menos las dos terceras partes de las piezas sean continuas sobre un apoyo. Los empates de los elementos sobre los apoyos no estarán entre sí a una distancia inferior a  $\frac{1}{4}$  de la luz entre apoyos.

Cuando los tablonés tienen un apoyo sobre paredes de mampostería o similares, se colocarán soleras ancladas a los muros, con pernos  $\varnothing \frac{3}{4}$ " a distancias no mayores de 1,50 m. y sobre las cuales se clavarán los tablonés.

## ARTICULO 6

### UNIONES CON PERNOS

**23.—Calidad del material de los pernos.**—Los pernos serán de acero con una carga de rotura no inferior a 4.500 Kgs/cm<sup>2</sup>.

**24.—Esfuerzos admisibles**—Las uniones con pernos, que trabajan a esfuerzo cortante y a la flexión resultante correspondiente, como indica la fig. 3, se calcularán ateniéndose a lo indicado en los números siguientes y a la tabla N<sup>o</sup> 5.

**25.—Pernos sometidos a esfuerzo cortante doble.**—La tabla N<sup>o</sup> 5 da las cargas admisibles para pernos sometidos a esfuerzo cortante doble; se han calculado tomando en cuenta la flexión resultante en el perno y la compresión en el borde del agujero, determinándose así el valor máximo admisible que puede soportar el perno. Se tomarán en cuenta las indicaciones siguientes:

- a) Las tablas dan la carga admisible en el perno, suponiendo que la pieza central tiene un espesor igual a la suma de los de las otras dos.

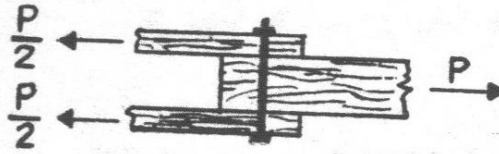


Fig. 3

- b) Si los elementos laterales son de mayor espesor que la mitad del espesor de la central, no se permitirá mayor esfuerzo que el indicado en las tablas.



Fig. 4

- c) Si los elementos laterales tienen menor espesor que la mitad del central, la carga para los pernos se deducirá de la tabla, para una pieza central de espesor igual al doble del de los elementos laterales.

**26.—Pernos sometidos a esfuerzo cortante simple.**—Cuando el perno une dos elementos como los de las figs. 5 y 6 de modo que tiene una sola sección sometida a esfuerzo cortante, se entrará en la tabla con un valor  $b$  igual a dos veces el espesor del elemento más delgado, y se tomará como carga admisible la mitad del valor así encontrado.



Fig. 5



Fig. 6

**27.—Uniones múltiples.**—Cuando se unen más de tres piezas de igual espesor, Fig. 7, la carga admisible en un perno, será proporcional al número de planos que cortan el perno. La carga admisible por cada sección cortada será igual a la mitad de la carga correspondiente en la tabla, a un elemento igual a los que se enlazan.

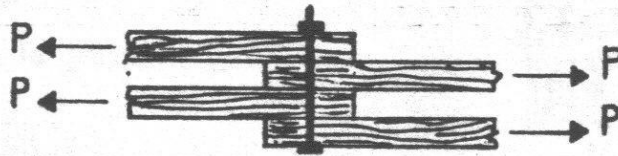


Fig. 7

Si las piezas que se unen son de diverso espesor, se seguirá la misma regla anterior, tomando para cada sección cortada, la mitad de la carga correspondiente a la pieza de menor espesor.

**28.—Cubrejuntas metálicas.**—Cuando se usen cubrejuntas metálicas, las cargas admisibles en los pernos, podrán aumentarse en 25% sobre las indicadas en la tabla para los esfuerzos paralelos a las fibras, tomando siempre, para entrar en la tabla, el espesor de la pieza central.

**29.—Uniones en lugares expuestos a la humedad.**—La madera que se use tendrá a lo menos 60 días de secada al aire. Cuando las uniones estén expuestas a la humedad ocasional, se rebajarán los esfuerzos admisibles indicados en la tabla N° 1, en un 25%. Si las uniones han de estar permanentemente expuestas a la humedad, se reducirán en un tercio los esfuerzos admisibles señalados en la tabla anteriormente citada.

**30.—Cargas inclinadas con respecto a la dirección de las fibras.**— Cuando una fuerza se transmite por medio de pernos, en una dirección que forma un ángulo  $\theta$  con la dirección de los fibras de la

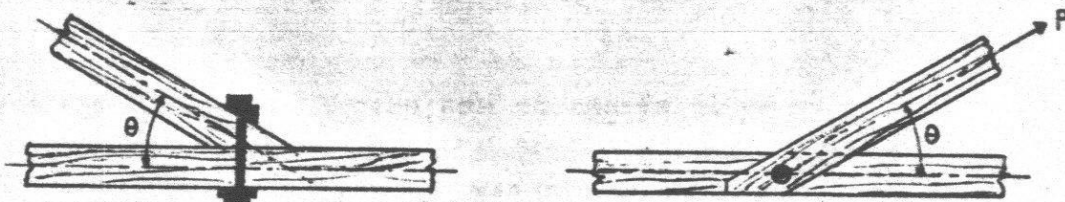


Fig. 8

madera, la carga que puede soportar el perno se calculará por la fórmula:

$$F_{\theta} = \frac{F_0 \cdot F_{90}}{F_0 \sin^2 \theta + F_{90} \cos^2 \theta}$$

En la cual:

$F_{\theta}$  = Carga de seguridad soportada por el perno en la dirección  $\theta$ .

$F_0$  = Carga de seguridad soportada por el perno paralela a la fibra.

$F_{90}$  = Carga de seguridad soportada por el perno perpendicular (a  $90^\circ$ ) a la fibra.

$\theta$  = Angulo de la dirección del esfuerzo con la dirección de las fibras de la madera.

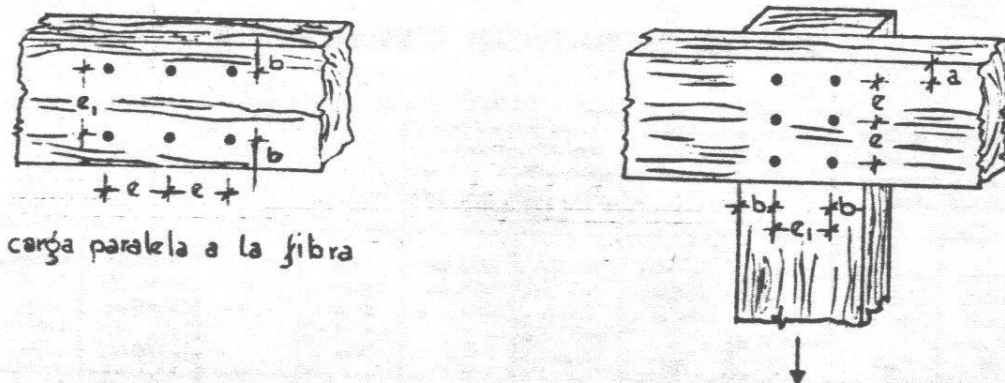
Si la carga se transmite por esfuerzo cortante simple, como indica la Fig. 8, la carga admisible en una dirección perpendicular al eje del perno, será igual a la mitad de la carga admisible en la Tabla N° 5 para una pieza de espesor igual a  $2b$ , siendo  $b$  el espesor de la pieza más delgada. Se usarán arandelas de amplitud suficiente para que la compresión producida por la componente de la carga según el eje del perno no produzca en la madera esfuerzos mayores a los admisibles.

**31.—Agujeros para pernos.**—Los agujeros para pernos en la madera, serán hechos del mismo diámetro del perno, a menos que se especifique otra cosa en los planos. Los agujeros podrán hacerse con un diámetro 1,50 mm. (1/16") mayor que el diámetro del perno, en cuyo caso la carga admisible indicada en las tablas deberá reducirse 10%.

**32.—Fila de pernos.**—Se entiende por "Fila de pernos", a un número de pernos situados en una recta paralela a la dirección del esfuerzo.

**33.—Separación entre pernos de una misma fila.**—La separación centro a centro entre los pernos de una misma fila no será menor de 4 veces el diámetro del perno, para esfuerzos paralelos o perpendiculares a las fibras.

34.—Separación entre filas de pernos.—La distancia mínima entre dos filas de pernos, medida de centro a centro de pernos será:



carga paralela a la fibra

- a ..... distancia al extremo  
 b ..... distancia al borde  
 e ..... distancia entre pernos  
 e<sub>1</sub> ..... distancia entre filas de pernos

Fig. 9

- a) Para esfuerzos paralelos a la fibra, dos veces el diámetro del perno.
- b) Para esfuerzos perpendiculares a las fibras, no serán menores de las que siguen, elegidas de acuerdo con la relación de la longitud **b** del perno en la pieza principal al diámetro **d** del mismo.

$$\frac{b}{d} = 2 \quad \text{Separación mínima} \quad 2,50 d$$

$$\frac{b}{d} = 3 \quad \text{Separación mínima} \quad 3,12 d$$

$$\frac{b}{d} = 4 \quad \text{Separación mínima} \quad 3,75 d$$

$$\frac{b}{d} = 5 \quad \text{Separación mínima} \quad 4,34 d$$



$$\frac{b}{d} = 6 \quad \text{Separación mínima} \quad 5 \quad d$$

$$\frac{b}{d} > 6 \quad \text{Separación mínima} \quad 5 \quad d$$

**35.—Distancia al extremo.**—Se designa con ese nombre la distancia del centro del perno al borde más cercano de la pieza, medida en la dirección del esfuerzo.

Las distancias al extremo para esfuerzos de tracción y compresión paralelas a la dirección de la fibra, serán como sigue:

Clase de madera	Distancia al extremo
Maderas muy duras y duras	5d
Maderas blandas	7d
Para esfuerzo de compresión paralelo a la fibra en cualquier clase de madera	4d

Para esfuerzos perpendiculares a la dirección de las fibras, la distancia mínima al extremo será 4 veces el diámetro del perno para cualquier madera.

**36.—Distancia al borde.**—Se designa con este nombre la distancia del perno al borde más cercano, en dirección perpendicular al esfuerzo.

La distancia al borde no será inferior a vez y media el diámetro del perno para esfuerzos paralelos a la dirección de la fibra; pero

para  $\frac{b}{d} \geq 6$  se tomará como mínimo una y media vez

la separación entre filas. Para esfuerzos perpendiculares a la fibra, la distancia al borde no será inferior a cuatro veces el diámetro del perno.

**37.—Pernos al tresbolillo.**—Puede emplearse la disposición de pernos conocida como al tresbolillo, teniendo cuidado de comprobar que la sección de madera que existe en la sección más desfavorable, es suficiente para soportar las cargas admisibles.

**38.—Pernos para esfuerzos inclinados con respecto a la fibra.**—Se procurará que el centro de gravedad de los pernos corresponda a la línea de acción del esfuerzo.

TABLA No. 5

**CARGA EN KGS. ADMISIBLE EN UN PERNO SOMETIDO  
A ESFUERZO CORTANTE DOBLE**

				Maderas muy duras: Araguaney, Bálsamo, Canalet, Cartán, Curari, Gateado, Mora, Pilon, Roble, Vera.		Maderas muy duras: Angelino, Carreto, Orozul, Pardillo.		Maderas semiduras: Apamate, Caoba, Hueso de pescado, Jabillo, Samán.	
Esesor de la pieza central b	Diámetro del perno pulgadas d	$\frac{b}{d}$	Area comprimida cm <sup>2</sup> .	Esfuerzo paralelo a la fibra Kg.	Esfuerzo perpen- dicular a la fibra Kg.	Esfuerzo paralelo a la fibra Kg.	Esfuerzo perpen- dicular a la fibra Kg.	Esfuerzo paralelo a la fibra Kg.	Esfuerzo perpen- dicular a la fibra Kg.
1 1/2"	1/2"	3,30	5,25	520	300	355	145	280	110
	5/8"	2,60	6,56	660	340	440	170	355	125
	3/4"	2,20	7,87	795	380	535	185	430	140
	7/8"	1,90	9,18	930	415	620	210	495	155
	1"	1,60	10,50	1060	455	710	225	570	170
2"	1/2"	4,0	6,45	605	365	425	185	350	135
	5/8"	3,2	8,06	810	415	545	210	435	155
	3/4"	2,7	9,67	975	465	655	225	520	175
	7/8"	2,3	11,30	1145	510	765	255	610	190
	1"	2,0	12,90	1310	555	870	280	700	210
2 3/4"	1/2"	5,3	8,46	655	480	485	240	430	180
	5/8"	4,2	10,58	970	545	685	275	570	180
	3/4"	3,5	12,68	1245	605	850	305	685	225
	7/8"	3,0	14,80	1490	660	1005	330	800	250
	1"	2,6	16,92	1710	725	1145	365	920	275
3"	1/2"	6,0	9,68	660	525	495	275	445	210
	5/8"	4,8	12,10	1015	620	740	310	634	235
	3/4"	4,0	14,50	1360	690	955	350	780	265
	7/8"	3,4	16,90	1670	765	1140	380	920	280
	1"	3,0	19,35	1940	825	1310	415	1045	310
3 3/4"	1/2"	7,3	11,70	660	555	495	330	445	250
	5/8"	5,8	14,60	1035	730	770	377	700	280
	3/4"	4,8	17,50	1470	835	1070	430	920	320
	7/8"	4,1	20,45	1900	925	1340	460	1100	345
	1"	3,6	23,40	2290	1000	1570	500	1265	380
4"	1/2"	8,0	12,90	660	550	495	350	445	270
	5/8"	6,4	16,10	1030	770	770	415	700	310
	3/4"	5,3	19,35	1480	920	1110	465	975	350
	7/8"	4,6	22,60	1960	1015	1420	510	1190	380
	1"	4,0	25,80	2430	1110	1700	555	1390	415
4 1/2"	1/2"	9,0	14,50	660	535	495	355	445	295
	5/8"	7,2	18,15	1030	785	770	470	700	350
	3/4"	6,0	21,80	1480	1000	1120	520	1010	385
	7/8"	5,1	25,40	2025	1145	1495	575	1305	430
	1"	4,5	29,00	2560	1250	1850	625	1540	470
1 1/8"	4,0	32,80	3070	1360	2150	675	1755	510	
5"	1/2"	10,0	16,10	660	510	495	350	445	295
	5/8"	8,0	20,20	1030	770	770	495	700	385
	3/4"	6,7	24,20	1480	1040	1120	575	1010	430
	7/8"	5,7	28,30	2025	1250	1520	630	1370	475
	1"	5,0	32,30	2620	1390	1890	690	1665	520
1 1/8"	4,4	36,30	3240	1510	2325	755	1935	570	

TABLA No. 5

(Continuación)

				Maderas muy duras: Araguaney, Bálsamo, Canalete, Cartán, Curari, Gateado, Mora, Pílon, Roble, Vera.		Maderas muy duras: Angelino, Carreto, Orozul, Pardillo.		Maderas semiduras: Apamate, Caoba, Hueso de pescado, Jabillo, Samán.	
Espeor de la pieza central b	Diámetro del perno pulgadas d	b d	Área compri- mida cm <sup>2</sup> .	Esfuerzo paralelo a la fibra Kg.	Esfuerzo perpen- dicular a la fibra Kg.	Esfuerzo paralelo a la fibra Kg.	Esfuerzo perpen- dicular a la fibra Kg.	Esfuerzo paralelo a la fibra Kg.	Esfuerzo perpen- dicular a la fibra Kg.
5½"	¾"	8,8	22,20	1030	760	770	510	700	410
	¾"	7,3	26,60	1480	1060	1120	630	1010	470
	¾"	6,3	31,20	2025	1315	1520	700	1370	520
	1"	5,5	35,50	2630	1510	1970	765	1755	570
	1½"	4,9	39,90	3300	1660	2420	825	2070	620
6"	¾"	9,6	24,20	1030	735	770	500	700	415
	¾"	8,0	29,00	1480	1040	1120	665	1010	520
	¾"	6,9	33,80	2025	1340	1520	765	1370	570
	1"	6,0	38,70	2640	1600	1980	825	1800	620
	1½"	5,3	43,50	3340	1810	2480	905	2200	675
6½"	¾"	10,4	26,20	1030	700	770	485	700	410
	¾"	8,7	31,50	1480	1010	1120	670	1010	545
	¾"	7,4	36,60	2025	1355	1520	820	1370	620
	1"	6,5	41,90	2640	1660	1990	900	1800	680
	1½"	5,8	50,80	3340	1910	2500	980	2250	735
7"	¾"	11,2	28,20	1030	685	770	480	700	405
	¾"	9,3	33,90	1480	1000	1120	670	1010	555
	¾"	8,0	39,50	2025	1340	1520	855	1370	665
	1"	7,0	45,20	2640	1680	1990	975	1800	725
	1½"	6,2	50,80	3340	2010	2530	1060	2270	790
7½"	¾"	12,0	30,20	1030	665	770	470	700	400
	¾"	10,0	36,30	1480	960	1120	655	1010	550
	¾"	8,6	42,20	2025	1320	1520	870	1370	700
	1"	7,5	48,40	2640	1690	1990	1030	1800	780
	1½"	6,7	54,40	3340	2050	2530	1135	2270	850
8"	¾"	12,8	32,30	1030	630	770	470	700	390
	¾"	10,7	38,70	1480	930	1120	650	1010	545
	¾"	9,1	45,10	2025	1300	1520	865	1370	715
	1"	8,0	51,60	2640	1660	1990	1065	1800	825
	1½"	7,1	58,00	3340	2070	2530	1205	2270	905
9½"	¾"	12,8	32,30	1030	630	770	470	700	390
	¾"	10,7	38,70	1480	930	1120	650	1010	545
	¾"	9,1	45,10	2025	1300	1520	865	1370	715
	1"	8,0	51,60	2640	1660	1990	1065	1800	825
	1½"	7,1	58,00	3340	2070	2530	1205	2270	905
9"	¾"	12,7	45,20	1480	855	1120	620	1010	520
	¾"	10,9	53,60	2025	1180	1520	820	1370	690
	1"	9,5	61,20	2640	1580	1990	1070	1800	880
	1½"	8,4	68,70	3340	2030	2530	1335	2270	1060
	1¾"	7,6	76,60	4130	2460	3110	1520	2810	1155
10"	¾"	11,4	56,40	2025	1170	1520	820	1370	690
	1"	10,0	64,50	2640	1530	1990	1060	1800	880
	1½"	8,9	72,50	3340	1990	2530	1330	2270	1070
	1¾"	8,0	80,60	4130	2430	3110	1555	2810	1220
11½"	1"	11,5	74,20	2640	1450	1990	1015	1800	870
	1½"	10,2	83,50	3340	1860	2530	1285	2270	1080
	1¾"	9,2	5,94	4130	2350	3110	1570	2810	1290
12"	1½"	12,0	77,50	2640	1420	1990	1010	1800	855
	1¾"	10,7	87,10	3340	1830	2530	1265	2270	1070
	1"	9,6	61,90	4130	2290	3110	1555	2810	1355

## ARTICULO 7

### UNIONES CON TORNILLOS

**39.—Tornillos metálicos.**—Los tornillos de acero para madera presentarán una resistencia a la rotura no inferior a 4.500 Kgs/cm<sup>2</sup>.

Cuando el metal tenga menor resistencia, los valores indicados en los Nos. 43 a 48 se ajustarán proporcionalmente a la resistencia a la ruptura para los esfuerzos de arrancamiento, y proporcionalmente a la raíz cuadrada del límite de fluencia para los esfuerzos cortantes.

**40.—Carga admisible.**—Para un tornillo se adoptarán las cargas indicadas en los Nos. 43 a 48.

Para varios tornillos se sumarán las cargas admisibles en cada uno, siempre que la distancia entre ellos y los bordes de la madera, llene los requisitos exigidos en este artículo.

**41.—Condición de la madera.**—La madera se supone seca, es decir, con la sequedad que se obtiene con secado al aire durante 60 días. Si la madera no está bien seca o está permanentemente expuesta a humedad, deberán reducirse los coeficientes de trabajo admisibles en 1/3. Cuando la madera se humedece sólo ocasionalmente, se reducirán los coeficientes de trabajo en 1/4.

**42.—Penetración de los tornillos en la madera.**—Los tornillos deberán penetrar a lo menos 7 veces el diámetro de la caña en las maderas muy duras y duras, 10 veces su diámetro en maderas semiduras y 12 veces en las maderas blandas, cuando están sometidos a esfuerzos paralelamente al eje del tornillo. Con esa penetración puede tomarse en cuenta que el tornillo es capaz de soportar la carga que permite el acero, de acuerdo con la sección del tornillo.

Cuando el acero está sometido a esfuerzo cortante, deberá penetrar en la pieza en donde se fija, a lo menos 2/3 del espesor de la pieza que atraviesa.

**43.—Cargas admisibles al arrancamiento en tornillos colocados perpendicularmente a las fibras.**—Las cargas admisibles en los tornillos sometidos a esfuerzos de arrancamiento, según el eje de los mismos, se calcularán con la fórmula siguiente:

$$Q = 820 D^{3/4} \sqrt{G^2}$$

Q = carga admisible en el tornillo en Kg. por pulgada de penetración.

D = diámetro de la caña del tornillo en pulgadas.

G = densidad de la madera seca (secada en la estufa).

**44.—Cargas admisibles al arrancamiento en tornillos colocados paralelamente a las fibras.**—Siempre que se pueda se evitará que los tornillos insertados paralelamente a la fibra estén sometidos a esfuerzos de arrancamiento. Cuando sea indispensable usarlos, se admitirá una carga igual a 0,75 de la carga admisible en los tornillos colocados perpendicularmente a las fibras.

**45.—Cargas admisibles al esfuerzo cortante en tornillos insertados perpendicularmente a las fibras.**—Las cargas admisibles al esfuerzo cortante se tomarán iguales a 75% de la del perno del mismo diámetro sometido a esfuerzo cortante simple, siguiendo las indicaciones de la tabla N° 5 y del N° 24 y suponiendo para el cálculo una pieza de espesor igual a vez y media el espesor de la pieza que el tornillo atraviesa.

**46.—Uso de pletinas de acero.**—Cuando se usan pletinas de acero fijadas con tornillos para transmitir esfuerzos cortantes, las cargas admisibles, según el número anterior, podrán aumentarse en 25%; pero este aumento no será admisible cuando los tornillos se colocan paralelamente a las fibras de la madera.

**47.—Esfuerzos inclinados con respecto a la dirección de las fibras.**—Cuando el esfuerzo transmitido por los tornillos actúa formando un ángulo con la dirección de las fibras, se aplicará lo indicado en el N° 30 para pernos.

**48.—Esfuerzo cortante admisible en tornillos insertados paralelamente a las fibras.**—En tornillos sometidos a esfuerzo cortante e insertados paralelamente a las fibras, se admitirá una carga igual a  $\frac{2}{3}$  de la carga admisible a esfuerzo cortante en los colocados perpendicularmente a las fibras de la madera.

**49.—Colocación de los tornillos.**

a) Se hará un agujero para la caña con el mismo diámetro y longitud de dicha caña.

- b) Se hará un agujero de guía para la rosca, con un diámetro variable entre 40 y 85% del diámetro de la caña del tornillo, según la dureza de la madera; si es necesario se usará jabón u otro lubricante.
- c) Las separaciones entre los centros de tornillos y las distancias de los bordes serán las mismas indicadas para los pernos en los Nos. 33 a 38.

## ARTICULO 8

### UNIONES CON CONECTORES

**50.—Condición general.**—Las uniones con conectores se podrán usar siguiendo las indicaciones de los fabricantes; cuando haya duda deben hacerse experiencias previas en el Laboratorio de Ensayo de Materiales del M. O. P.

## ARTICULO 9

### UNIONES CON CLAVOS

**51.—Cargas de seguridad al arrancamiento.**—La carga de seguridad al arrancamiento se determinará con la siguiente fórmula:

$$Q = 627 \sqrt{G^5} \cdot D$$

En la cual:

Q es la carga en Kgs. por pulgada de penetración del clavo en la madera.

G el peso específico de la madera secada en la estufa.

D el diámetro del clavo en pulgadas.

Se supone que los clavos se insertan perpendicularmente a las fibras de la madera. No se tomará en cuenta la resistencia al arrancamiento de los clavos insertados paralelamente a las fibras.

**52.—Carga de seguridad al esfuerzo cortante.**—La carga admisible al esfuerzo cortante en los clavos corrientes insertados perpendicularmente a las fibras de la madera, en maderas secas, será

determinada según los datos de la tabla N° 6. Estos valores se rán aplicables siempre que el clavo penetre a lo menos  $\frac{1}{2}$  de su longitud en la pieza en donde se inserta para maderas muy duras y duras, y a lo menos  $\frac{2}{3}$  de su longitud en maderas semiduras.

En las maderas expuestas constantemente a la humedad, las cargas admisibles serán 0,75 de las dadas en la tabla N° 6.

Cuando los clavos se insertan paralelamente a las fibras de la madera, la carga admisible será  $\frac{2}{3}$  de la indicada en la tabla.

Cuando se usan pletinas de acero, la resistencia del clavo podrá aumentarse en 25%.

**53.—Separación de los clavos.**—Los clavos colocados a sólo martillo, deben estar a una separación no inferior a media vez su longitud; la distancia a los bordes de la madera no será inferior a  $\frac{1}{4}$  de su longitud; si se clavan a distancias menores, deberán taladrarse previamente agujeros. Los agujeros que se hagan para colocar los clavos y evitar desgarramientos, deben tener un diámetro inferior al del clavo.

TABLA N° 6

ESFUERZO CORTANTE MAXIMO ADMISIBLE EN LOS CLAVOS INSERTADOS PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

Peso en "pennyweight" .. ..	6	8	10	12	16	20	30	40	50	60
Longitud en pulgadas	2	2½	3	3½	3½	4	4½	5	5½	6
Diámetro en pulgadas	0.113	0.131	0.148	0.148	0.162	0.192	0.207	0.225	0.244	0.263

CARGA ADMISIBLE EN KILOGRAMOS

MADERAS DURAS (A2) . . . .	350	440	530	530	600	780	875	990	1120	1250
MADERAS SEMIDURAS (A3) . . .	285	355	425	425	490	630	705	800	905	1010

Para otras maderas de acuerdo con experiencias.

# INDICE ALFABETICO

## PARTE V

	Página
<b>A</b>	
Agujeros para pernos .....	300
Anclajes y amarres .....	296
Ancho mínimo en vigas .....	294
Apoyos de las vigas .....	296
Arandelas .....	295
Arrancamiento, clavos .....	307
Arrancamiento, tornillos .....	305
Arriostramientos transversales en vigas .....	295

## C

Cargas admisibles en pernos .....	303, 304
Cargas admisibles en tornillos .....	305
Cargas inclinadas con respecto a la dirección de las fibras.	299
Clavos .....	307
Clavos, cargas de seguridad al arrancamiento .....	307
Clavos, separación de los .....	308
Coefficientes de trabajo a la compresión según planos oblicuos .....	290
Coefficientes de trabajo .....	285
Colocación de los tornillos .....	306
Columnas .....	289
Columnas compuestas .....	293
Columnas sometidas a pandeo .....	292
Columnas redondas .....	291
Compresión inclinada con respecto a las fibras .....	288
Condiciones generales .....	285
Conectores .....	307
Cubrejuntas metálicas .....	299



**D**

Distancia al borde de pernos .....	302
Distancia al extremo de pernos .....	302
Duración de la carga .....	288

**E**

Esfuerzo cortante .....	294
Esfuerzo cortante doble en pernos .....	297
Esfuerzo cortante en clavos .....	307
Esfuerzo cortante en tornillos .....	306
Esfuerzo cortante simple en pernos .....	298
Esfuerzos a compresión perpendiculares a las fibras ..	294
Esfuerzos admisibles en pernos .....	297

**F**

Fila de pernos .....	300
Flechas .....	295
Flexión compuesta en columnas .....	292

**H**

Humedad, precauciones contra la .....	299
---------------------------------------	-----

**L**

Luz de cálculo en vigas .....	294
-------------------------------	-----

**M**

Madera, estructuras de .....	285
------------------------------	-----

**P**

Pandeo .....	292
Penetración de los tornillos en la madera .....	305
Pernos .....	297
Pernos al tresbolillo .....	302
Pernos, cargas inclinadas .....	299
Pisos de tablones .....	297
Pletinas de acero para tornillos .....	306
Precauciones contra la humedad .....	299

**S**

Secado de la madera .....	299
Secciones mínimas .....	285
Separación de los clavos .....	308
Separación entre pernos .....	300, 301
Sinonimia .....	287

**T**

Tablones .....	297
Tornillos .....	305
Tornillos, cargas admisibles al arrancamiento .....	305, 306
Tornillos, colocación de .....	306
Tresbolillo, pernos al .....	302

**U**

Uniones con clavos .....	307
Uniones con conectores .....	307
Uniones con pernos .....	297
Uniones con tornillos .....	305
Uniones múltiples con pernos .....	299

**V**

Vigas .....	294
-------------	-----