

29
115



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**"MANUAL PARA EL DISEÑO POR
COMPUTADORA DE CIMBRAS
DE MADERA"**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTAN:
ANGEL ALFONSO MILPAS CONTRERAS
JUAN ANTONIO RUBIO GARCIA
ALEJANDRO SANCHEZ BEDOLLA**



México, D. F.

1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

NOTACION	I
ABREVIATURAS	VII
RELACION DE TABLAS	VIII
CAPITULO 1	
1. - INTRODUCCION	1
1.1 GENERALIDADES	2
1.2 MATERIALES	2
1.3 COMPOSICION Y CARACTERISTICAS	2
1.4 PROGRAMACION	4
1.4.1 El diseño	4
1.4.2 La fabricación	6
1.4.3 Montaje o cimbrado	7
1.4.4 El descimbrado	10
1.4.4.1 Edad para descimbrar	10
1.4.4.2 Técnicas para descimbrar	11
CAPITULO 2	
2. - TIPOS, PROPIEDADES, CLASIFICACION Y ESFUERZOS DE LA MADERA	15
2.1 TIPOS	15
2.1.1 Madera aserrada	16
2.1.2 Tableros	20
2.1.2.1 Tableros de madera contrachapada o triplay	20
2.2 PROPIEDADES PRINCIPALES DE LA MADERA	21
2.2.1 Partes fundamentales de un árbol	21
2.2.2 Definición breve de las propiedades	22
2.2.2.1 Principales propiedades físicas	23
2.2.2.1.1 Contenido de humedad	23
2.2.2.1.2 Densidad o peso volumétrico	23

2.2.2.1.3	Densidad relativa o peso específico	23
2.2.2.2	Defectos	24
2.2.2.2.1	Defectos naturales	24
2.2.2.2.2	Defectos artificiales.	26
2.2.2.3	Importantes propiedades mecánicas	29
2.2.2.3.1	Tenacidad	30
2.2.2.3.2	Dureza	30
2.2.2.3.3	Resistencia a la hendidura	30
2.2.2.3.4	Módulo de rotura	30
2.2.2.3.5	Módulo de elasticidad.	31
2.2.2.3.6	Módulo de rigidez o módulo elástico a esfuerzo cortante promedio	31
2.3	CLASIFICACION Y ESFUERZOS PERMISIBLES DE LA MADERA	31
2.3.1	Generalidades	31
2.3.2	Métodos para clasificar la madera	35
2.3.2.1	Sistema 1. Madera clasificada según la norma DGN-C-1946 de la SECOFI, 1946	35
2.3.2.2	Sistema 2. Para madera seca de primera en función de su peso específico (γ), R.D.C.D.F. 1966	37
2.3.2.3	Sistema 3. Método visual especificado en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Madera, abril 1977, del R.D.C.D.F. diciembre de 1976.	39
2.3.2.4	Sistema 4. Calificación y clasificación para madera de pino de usos estructurales, según - LACITEMA del INREB, 1985	40
2.3.2.5	Sistema 5. Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Estructuras de Madera, 10 dic 87	57
CAPITULO 3		70
3. - CARGAS QUE INTERVIENEN EN LAS		
CIMBRAS		71

3.1	CARGAS SOBRE LAS CIMBRAS	71
3.1.1	Cargas verticales	71
3.1.1.1	Cargas muertas	71
3.1.1.2	Cargas vivas	72
3.1.2	Cargas horizontales	76
3.1.2.1	Para losas	76
3.1.2.2	Para muros	77
3.1.3	Presión lateral del concreto fresco	79
3.1.3.1	En muros	82
3.1.3.2	En columnas	84
3.1.3.3	Determinación del punto de aplicación de la máxima presión lateral del con- creto fresco	87
CAPITULO 4		90
4. - DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE UNA		
CIMBRA		91
4.1	GENERALIDADES	91
4.2	ESFUERZOS O ACCIONES QUE SE CONSIDERAN EN EL DISEÑO DE CIMBRAS	94
4.2.1	Flexión	94
4.2.1.1	Flexo-compresión	99
4.2.1.2	Flexo-tensión	100
4.2.2	Deflexión, deformación o flecha.	101
4.2.3	Fuerza cortante	104
4.2.4	Compresión paralela a las fibras	107
4.2.4.1	Miembros cortos	109
4.2.4.2	Miembros largos	109
4.2.5	Compresión perpendicular a las fibras (aplasta- miento)	111
4.2.6	Tensión	112
CAPITULO 5		115
5. - ACCESORIOS Y EQUIPOS PARA		
CIMBRAS		116

5.1	ELEMENTOS DE UNION	116
5.1.1	Tipos de clavos y manera en que trabajan	118
5.1.2	Dimensionamiento de uniones clavadas con madera maciza	120
5.1.2.1	Resistencia lateral	122
5.1.2.2	Resistencia a la extracción.	124
5.1.3	Dimensionamiento de uniones clavadas con madera contrachapada (triplay).	127
5.1.4	Dimensionamiento de uniones clavadas con madera maciza y contrachapada (triplay)	127
5.1.5	Recomendaciones generales para uniones clavadas	128
5.2	TIRANTES Y SEPARADORES.	128
5.3	YUGOS O ABRAZADERAS	137
5.4	ELEMENTOS PREFABRICADOS	137
5.4.1	Paneles o tableros	137
5.4.2	Puntales de acero ajustables	137
5.4.3	Anclajes	141
5.4.4	Colgadores	141
5.4.5	Elementos y herramientas auxiliares	141
C A P I T U L O 6		144
6 . - M A N U A L D E D I S E Ñ O		145
6.1	LOSAS	149
6.2	TRABES	169
6.3	COLUMNAS	193
6.4	MUROS	213
C A P I T U L O 7		237
7 . - E J E M P L O S		238
7.1	PROBLEMA 1	240
7.1.1	Diseño de una cimbra para losa (forma tradicional)	
7.1.2	Diseño de una cimbra para losa (con manual).	248
7.1.3	Secuencia de solución del ejemplo de losas con las tablas	249

7.2	PROBLEMA 2	250
7.2.1	Diseño de una cimbra para trabe en forma tradicional	250
7.2.2	Diseño de una cimbra para trabe con el manual	258
7.2.3	Secuencia de solución del ejemplo de trabe con las tablas	260
7.3	PROBLEMA 3	262
7.3.1	Diseño de una cimbra para columna en forma tradicional	262
7.3.2	Diseño de una cimbra para columna con el manual	268
7.3.3	Secuencia de solución del ejemplo de columna con las tablas	270
7.4	PROBLEMA 4	271
7.4.1	Diseño de una cimbra para muro en forma tradicional	271
7.4.2	Diseño de una cimbra para muro con el manual	278
7.4.3	Secuencia de solución del ejemplo de muros con las tablas	280
7.5	MODELOS DE FORMAS	282
	CAPITULO 8	291
	8. - CONCLUSIONES	292
	BIBLIOGRAFIA	294
	REFERENCIAS	295

NOTACION

A	área total de la sección transversal, cm ² .
AC	altura de la columna, cm o m.
Al	área efectiva de la sección transversal, cm ² .
ALM	área de apoyo entre larguero y madrina, cm ² .
AM	altura de muro, cm o m.
An	área neta de la sección transversal, cm ² .
Ap	área del puntal, cm ² .
aa	área de apoyo entre larguero y madrina, cm ² .
ac	área de contacto, cm ² .
ar	área requerida, cm ² .
BAP	ancho de la sección transversal de los apoyos, cm o pulg.
b	ancho de la sección transversal, cm.
bl	ancho efectivo de la sección transversal, cm.
C	factor de empuje para cimbras = 1.43
CAP	capacidad del puntal, kg o ton.
CH	contenido de humedad
CLL	carga lineal sobre largueros, kg/m o ton/m.
CLM	carga lineal sobre maderas, kg/m o ton/m.
CLY	carga lineal sobre yugos, kg/m o ton/m.
COL	sección transversal de la columna, cm.
CP	carga en puntal, kg o ton.
CT	capacidad del tensor, kg.
CVL	carga lateral uniformemente distribuida por la presión del viento, kg/m.
c	distancia de la fibra que está más alejada del plano neutro, cm
D	diámetro del clavo, mm.
DAP	peralte de la sección transversal de los apoyos, cm o pulg.
DC	diámetro de la cabeza del clavo, mm.
DPI	distancia recomendable para hincar un clavo lancero, mm o cm.
d	peralte de la sección transversal, cm.
dap	peralte de apoyos, cm.
deq	peralte de la sección transversal equivalente, cm.
dl	peralte efectivo de la sección transversal, cm.

dL	peralte de largueros, cm.
dM	peralte de madrinan, cm.
dr	profundidad de recorte, cm. inciso 2.3.2.5 (pag. 61)
E	módulo de elasticidad en flexión, kg/cm ² .
Ec	módulo de elasticidad en compresión, kg/cm ² .
EF	espesor del forro, mm o cm.
EL	espesor de la losa, cm.
ELeq	espesor de la losa equivalente, cm.
Emin	módulo de elasticidad en flexión mínimo, kg/cm ² .
EO.5	módulo de elasticidad en flexión promedio, kg/cm ² .
EO.05	módulo de elasticidad en flexión correspondiente al quinto percentil, kg/cm ² .
Ep	módulo de elasticidad en flexión promedio, kg/cm ² .
EST	estación del año.
ETF	espesor tablado de fondo, mm o cm.
e	espesor nominal del forro o tablado de fondo, mm o cm.
el	espesor efectivo del forro o tablado del fondo, mm o cm.
er	longitud del recorte, medido paralelamente a la viga desde el paño interior del apoyo más cercano hasta el extremo más alejado del recorte, inciso 2.3.2.5 (pag. 61)
F	fuerza o carga concentrada, kg.
FR	factor de reducción de resistencia para madera maciza contrachapada.
f	esfuerzo permisible de trabajo, kg/cm ² .
fbd	esfuerzo de diseño en flexión, kg/cm ² .
fbp	esfuerzo permisible en flexión, kg/cm ² .
fed	esfuerzo de diseño en compresión paralela a la fibra, kg/cm ² .
fcp	esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra, kg/cm ² .
fnd	esfuerzo de diseño en compresión normal a la fibra, kg/cm ² .
fnp	esfuerzo permisible en compresión normal a la fibra, kg/cm ² .
ftd	esfuerzo de diseño en tensión, kg/cm ² .
ftp	esfuerzo permisible en tensión, kg/cm ² .
fvd	esfuerzo de diseño en cortante, kg/cm ² .
fvp	esfuerzo permisible en cortante, kg/cm ² .
f'	esfuerzo básico o valor de resistencia, kg/cm ² .
f'bp	esfuerzo básico en flexión, kg/cm ² .
f'tp	esfuerzo básico en tensión, kg/cm ² .

f'cp	esfuerzo básico en compresión paralela a la fibra, kg/cm ² .
f'np	esfuerzo básico en compresión normal a la fibra, kg/cm ² .
f'vp	esfuerzo básico en cortante, kg/cm ² .
fcu	valor modificado de esfuerzo en compresión paralela a la fibra, kg/cm ² .
ffu	valor modificado de esfuerzo en flexión, kg/cm ² .
fnu	valor modificado de esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra, kg/cm ² .
ftu	valor modificado de esfuerzo en tensión, kg/cm ² .
fvgu	valor modificado de esfuerzo cortante a través del grosor, kg/cm ² .
fvu	valor modificado de esfuerzo cortante paralelo a la fibra, kg/cm ² .
f'cu	valor especificado de esfuerzo en compresión paralela a la fibra, kg/cm ² .
f'fu	valor especificado de esfuerzo en flexión, kg/cm ² .
f'nu	valor especificado de esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra, kg/cm ² .
f'tu	valor especificado de esfuerzo en tensión, kg/cm ² .
f'vgu	valor especificado de esfuerzo cortante a través del grosor kg/cm ² .
f'vu	valor especificado de esfuerzo cortante paralelo a la fibra, kg/cm ² .
GLR	módulo de rigidez longitudinal, kg/cm ² .
GTR	módulo de rigidez radial, kg/cm ² .
GTL	módulo de rigidez tangencial, kg/cm ² .
GO.5	módulo de rigidez promedio, kg/cm ² .
H	altura del muro o la columna, cm o m.
Hi	distancia de la base de la columna al yugo (i) considerado, cm o m.
I	momento de inercia de la sección, cm ⁴ .
I1	momento de inercia efectivo de la sección, cm ⁴ .
Ja	factor de modificación para clavos lanceros.
Jd	factor de modificación por duración de carga para uniones.
Jdp	factor de modificación por doblado de la punta en clavos,
Jgc	factor de modificación por grosor de piezas laterales en clavos.
Jh	factor de modificación por contenido de humedad para uniones.
Jp	factor de modificación para clavos hincados paralelamente a la fibra.
Jdi	factor de modificación para clavos para diafragma.

K	factor de topografía.
Ka	factor de modificación por tamaño de la superficie de apoyo.
Kc	factor de modificación por compartición de carga para sistemas de piso.
Kcl	factor de modificación por clasificación para madera maciza de coníferas.
KDC	factor de modificación por duración de carga.
Kd	factor de modificación por duración de carga para dimensionamiento de secciones.
KH	factor de modificación por contenido de humedad.
Kh	factor de modificación por contenido de humedad para dimensionamiento de secciones.
Kp	factor de modificación por peralte.
KR	factor de modificación por repartición de carga.
Kr	factor de modificación por recorte.
KTR	factor de modificación por tratamiento.
k	factor para determinar la longitud efectiva de columnas.
L	longitud del clavo, mm cm o pulg.
LARG	sección transversal de largueros, pulg.
LB	claro permitido por flexión, cm o m.
LF	claro permitido por deflexión o flecha, cm o m.
LP	longitud de puntales, cm o m.
LV	claro permitido por fuerza cortante, cm o m.
Lyi	separación entre el yugo anterior y el yugo (i) considerado, cm o m.
l	longitud del claro, cm o m.
lu	longitud sin soporte lateral para columnas y vigas o longitud efectiva del elemento, cm o m.
M	momento, kg-cm.
MAD	sección transversal de las madrinas, pulg.
Mmáx	momento máximo, kg - cm.
Mper	momento permisible, kg - cm.
Nru	resistencia lateral de diseño de una unión, kg.
Nu	resistencia lateral modificada por clavo, kg.
N'u	valor especificado de resistencia lateral por clavo, kg.
n	número de clavos.
P	carga axial de compresión, kg.

Pac	fuerza normal actuante o carga axial de compresión actuante, kg.
PK	tramo donde la presión lateral del concreto fresco es constante, tanto para muros como para columnas, cm o m.
PLC	presión lateral máxima del concreto fresco, kg/m ² .
PP	profundidad a la que se presenta la máxima presión lateral del concreto fresco en muros y columnas, cm o m.
Pre	fuerza normal resistente o carga axial de compresión resistente, kg.
PRES	presión lateral máxima del concreto fresco, kg/m ² .
PT	pie tablón.
PV	peso volumétrico del concreto, kg/m ³ .
PUNT	sección transversal del puntal, pulg.
ph	producción horaria de una revolvedora, m ³ /hr.
pv	presión del viento, kg/m ² .
Q	momento estático con respecto al eje neutro de la sección transversal del área hacia arriba (o hacia abajo) del punto en que se va a determinar al esfuerzo cortante horizontal, cm ³ (momento estático es una área multiplicada por la distancia de su centroide a un eje dado).
R	velocidad de colado, m/hr.
RE	relación de esbeltez.
r	reducción recomendada para obtener las dimensiones efectivas, mm.
S	módulo de sección, cm ³ .
SA	separación de apoyos, cm o m.
SEL	sección transversal de largueros, pulg.
Sl	módulo de sección efectivo, cm ³ .
SL	separación de largueros, cm o m.
SM	separación de madrinas, cm o m.
SP	separación de puntales, cm o m.
Sr	módulo de sección requerido, cm ³ .
ST	separación de tensores, cm o m.
SY	separación de yugos, cm o m.
T	fuerza axial de tensión, kg.
T	temperatura del medio ambiente, °C.
TR	capacidad de resistencia a la extracción, kg.
TRAB	sección de trabes.

TL	tablero de la losa, m.
t'	capacidad del tensor, kg.
t	grosor neto de la madera contrachapada o triplay, mm.
tp	grosor efectivo de la madera contrachapada o triplay, mm.
U	ubicación de la cimbra.
V	fuerza cortante, kg.
VD	velocidad de diseño del viento, km/hr.
VR	velocidad regional del viento, definida como la velocidad máxima probable en una zona o región determinada, km/hr.
w	acanalamiento.
x	arqueamiento.
y	encorvadura.
z	torcedura.
γ_c	peso volumétrico del concreto, kg/m ³ .
γ	peso específico o densidad relativa de la madera, kg/m ³ o gr/cm ³ .
w	carga uniformemente distribuida, kg/m , kg/cm o ton/m.
w _v	carga viva, kg/m ² .
w _H	carga horizontal, kg/m.
w _L	carga lineal sobre maderas, kg/m , kg/cm o ton/m.
$\delta_{par.}$	flecha permitida, mm o cm.
$\delta_{máx}$	flecha máxima, mm o cm.

ABREVIATURAS.

A.C.I.	American Concrete Institute. Box 19150, Redford station Detroit, Michigan 48219
IMCYC.	Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. México D. F.
C.F.E.	Comisión Federal de Electricidad. México, D. F.
INREB.	Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Jalapa, Ver., México.
LACITEMA.	Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera. Jalapa, Ver., México.
R.D.C.D.F.	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. México, D. F.
N.T.C.	Diseño y Construcción de Estructuras de Madera. Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. México, D. F.
SECOFI.	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. México, D. F.
D.G.N.	Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. México, D. F.
N.O.M.	Norma Oficial Mexicana Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. México, D. F.

RELACION DE TABLAS

TABLA	TITULO	PAG
T1.01	Edad del concreto para poder descimbrar.	13
AU.01	Cubicación de la madera.	17
T2.01	Medidas nominales para combinar las dimensiones de la madera aserrada.	18
T2.02	Tipo de esfuerzo o acción requerida para - dimensionar o revisar.	34
T2.03	Clasificación y especificación de la madera según norma C-18-1946 de la D.G.N., SECOFI.	36
T2.04	Esfuerzos permisibles para acciones permanentes, condición verde (contenido de humedad igual o superior a 18%).	37
T2.05	Esfuerzos permisibles para madera seca de primera.	38
T2.06	Factores por número de usos para incrementar los esfuerzos permisibles.	39
T2.07	Dimensiones máximas permisibles de los nudos presentes en un elemento estructural.	42
T2.08	Limitaciones a los defectos para calidades V-75, V-65, V-50 y V-40.	43
T2.09	Esfuerzos permisibles para acciones permanentes, condición verde, clasificación visual según N.T.C.	43
T2.10	Agrupamiento de piezas de madera, según su sección transversal.	48
T2.11	Resumen de reglas de calificación y clasificación y esfuerzos de diseño para madera de pino de usos estructurales.	50
T2.12	Factores de modificación para los esfuerzos básicos.	51
T2.13	Esfuerzos permisibles de trabajo para madera de pino de usos estructurales.	54
T2.14	Consideraciones generales para la clasificación visual de madera de pino para uso - estructural.	55
T2.15	Valores especificados de resistencias, módulo de elasticidad y módulo de rigidez.	59
T2.16	Factor de reducción de resistencia para <u>ma</u> dera maciza y madera contrachapada.	62

T2.17	Factor de modificación por contenido de humedad.	63
T2.18	Factor de modificación por duración de carga.	64
T2.19	Factor de modificación por peralte.	65
T2.20	Factor de modificación por clasificación para madera maciza de coníferas.	65
T2.21	Factor de modificación por tamaño de la superficie de apoyo.	66
T2.22	Valores modificados para cimbrar, módulo de elasticidad y módulo de rigidez.	67
T2.23	Grosos de las chapas y propiedades de la -- sección para placas de madera contrachapada -- sin pulir.	68
T3.01	Factor de topografía.	78
T3.02	Presión lateral máxima del concreto (PLC) en (kg/m ²) para el diseño de cimbras relacionadas con muros.	83
T3.03	Presión lateral máxima del concreto (PLC) en (kg/m ²) para el diseño de cimbras relacionadas con columnas.	89
T4.01	Reducciones recomendadas para obtener dimensiones efectivas.	93
T4.02	Factores de modificación por tamaño de la superficie de apoyo.	111
T5.01	Dimensiones de clavos "estandar" con cabeza -- en México.	120
T5.02	Resistencia lateral especificada para clavos de alambre tipo comunes o estandar.	125
T5.03	Resistencia lateral especificada para uniones con piezas laterales de madera contrachapada.	127
T5.04	Separación mínima entre clavos.	129
T5.05	Características y capacidad a la tensión de los tirantes o torones.	132
T7.01	Propiedades de piezas de madera maciza de -- las secciones más comunmente empleadas en -- cimbras.	239

CAPITULO

1

1. INTRODUCCION.

1.1. GENERALIDADES:

En nuestro país la industria de la construcción ha tenido un desarrollo muy importante, observándose por todo el paisaje urbano y rural la erección de estructuras cuyas formas, tamaños y tipos casi no tienen límite, pero en las cuales el concreto hidráulico interviene de alguna manera, ya que su empleo permite la creación de elementos ornamentales y estructurales con las más caprichosas formas, sobre todo en base a un sistema provisional integrado por: un molde y sus soportes que se conoce comúnmente con el nombre de cimbra.

1.2. MATERIALES:

Existen en el mercado diferentes materiales que se pueden emplear, por separado o en combinación, para la elaboración de cimbras pero los más comunes son: la fibra de vidrio, el acero, el poliestireno, el aluminio y la madera; siendo éste último, incluyendo el triplay, hasta la época actual - el que se emplea con mayor frecuencia en México para la fabricación de cimbras, quizá porque es un recurso natural - abundante y renovable, dotado de buenas propiedades estructurales, con la gran ventaja de que su proceso industrial para transformarla en material constructivo consume menos energía que el de otros materiales, como los plásticos o el acero; - además como sus desperdicios son biodegradables, la contaminación ambiental evidentemente es menor.

1.3 COMPOSICION Y CARACTERISTICAS:

Fundamentalmente las cimbras se componen de dos partes básicas: La primera se llama "cimbra de contacto" y es la que -

se encuentra directamente en contacto con el concreto para contenerlo y darle forma de acuerdo al proyecto estructural, o sea son los elementos llamados: paneles, tarimas, cachetes, etc.

El segundo fragmento es la llamada "obra falsa" cuya función es soportar estructuralmente a la cimbra de contacto y se compone por: pies derechos, vigas madrinas, largueros, contravientos, etc.

Una cimbra, además de ser económica, resistente y segura, - debe tener o alcanzar las siguientes propiedades o requisitos:

- a) Confinar el concreto hasta que éste adquiera la suficiente resistencia para contribuir estructuralmente y autoportarse.
- b) No debe permitir filtraciones de lechada o deformaciones mayores a las especificadas.
- c) Soportar las cargas y presiones que se presentan cuando se está erigiendo, así como durante el proceso de colocación del acero o vaciado del concreto.
- d) Debe dar facilidades: durante su erección, al descimbrar, para su limpieza y sobre todo permitir una sencilla colocación del concreto.
- e) Lograr el acabado final solicitado con la textura adecuada.
- f) Que los elementos ornamentales o estructurales adquieran la geometría requerida por proyecto.

- g) Proporcionar el número de usos preestimados en el diseño, con la exactitud y acabado final requerido.

1.4 PROGRAMACION:

Conviene realizar un programa; tomando en cuenta factores - como el clima, la época en que se va a realizar la obra, requisitos del cliente, etc.; que incluya, en conjunto o por - separado, todas las etapas que intervienen en una cimbra: el diseño, la fabricación, el montaje o cimbrado y el descimbrado.

1.4.1 EL DISEÑO:

Al diseñar una cimbra se debe combinar experiencia con teoría, propia y de todos los que participan en la -- elaboración del proyecto, para desarrollar una cimbra adecuada y práctica desde el punto de vista de la Ingeniería, sin embargo, antes de iniciar los trabajos conviene que el diseñador investigue los siguientes - factores para normarse un criterio básico:

- Magnitud del trabajo
- Políticas de la empresa constructora o propietario, con respecto a los Reglamentos de Construcción vigentes.
- Especificaciones estipuladas para la obra (tolerancias, textura de acabados, etc.).
- Aspectos económicos.
- Mano de obra que se tiene en la zona, ya sea artesanal (albañiles, carpinteros de obra negra, etc.) o supervisora (Técnicos, Ingenieros y/o Arquitectos).

- Materiales, equipos, instalaciones y demás recursos disponibles en la región o sus alrededores, así como, su factibilidad de uso o transportación a la obra, sin que se interfiera con la realización de otras obras cercanas.
- La información que exista de obras similares ejecutadas con anterioridad.

Una vez concluida la evaluación anterior, el diseñador debe avocarse a realizar su trabajo, y al terminar, elaborar los planos de fabricación y montaje que puedan ser comprendidos e interpretados fácilmente por los ejecutores de la obra, incluyendo sus detalles respectivos claros y concisos. Sin embargo, como la madera es un material relativamente fácil de trabajar con herramientas sencillas y personal poco calificado, tal vez se haya incrementado en México la mala costumbre de que el "diseño de cimbras" por lo general sólo se realice en casos muy especiales, o sea, que hasta el momento ha sido un aspecto sumamente descuidado en virtud de que prácticamente no se efectúa, dejándose la selección de secciones y sus espaciamientos al buen criterio del maestro de obra o experiencia del albañil; pero, aunque esta manera de trabajar ha sido normalmente segura, se puede intuir que ésto ocasiona un incremento en los costos y por lo tanto, sobre todo en esta época de crisis económica, se recomienda al técnico o Ingeniero la realización del diseño, porque el tiempo invertido no es desaprovechado en virtud de que se recompensa ampliamente al lograrse una cuidadosa selección de secciones con dimensiones óptimamente aprovechadas; así como una mejor localización y fijación de los miembros;

alcanzando con ello un abatimiento importante en los costos de materiales y mano de obra. Por tal motivo y para hacer más sencillo "el diseño de cimbras con madera", en el capítulo seis de este trabajo se proporciona un manual a base de tablas que se elaboraron por medio de computadoras PC y con el objeto de que se conozcan sus ventajas, en el séptimo capítulo se presentan los mismos ejemplos resueltos de las dos maneras: por la forma tradicional o empleando las tablas del manual.

1.4.2 LA FABRICACION:

Hay tres caminos a seguir, aunque en todos es fundamental que el artesano cuente con la herramienta adecuada y lo más completa posible para la realización de su trabajo.

El primero es poco usado y consiste en contratar un taller, con el objeto de prefabricar sobre todo la cimbra de contacto, que previamente debe ser visitado con el propósito de verificar: sus equipos, las aptitudes del personal, así como su capacidad técnica y de fabricación; para no llevarse sorpresas desagradables al momento de recoger o recibir el producto.

La segunda alternativa, es la más usada y tal vez la más conveniente porque permite una mayor facilidad para supervisar el proceso, consiste en limpiar una zona a pie de obra que tenga un piso apropiado, ya sea compactando la tierra o a base de concreto pobre y que no vaya a interferir con la edificación, para ahí hacer la cimbra sobre uno o varios bancos de tra

bajo formados con caballetes y un tablero que permita realizar la labor de manera cómoda; ahora bien, si se desea elevar el rendimiento es conveniente instalar una sierra circular que cumpla con todos los requisitos preventivos para evitar accidentes, así como también es de una importancia extraordinaria clasificar las existencias de madera antes de iniciar los trabajos por gruesos, anchos y longitudes, ya -- que el tiempo empleado en ello se recupera con creces a la hora de la fabricación; proceso que culmina cuando la cimbra se protege al aplicarle como pintura un recubrimiento que puede ser a base de aceite quemado, diesel, plásticos, lacas o resinas, para impedir la absorción del agua de la mezcla evitando el -- alabeo e hinchazón de la madera después del colado, y sobre todo facilitar el descimbrado.

La tercera opción es alquilar totalmente la cimbra -- con una persona o empresa especialista en ello.

1.4.3 MONTAJE O CIMBRADO:

En esta etapa, correspondiente a todas las maniobras que se realizan para instalar y levantar la cimbra -- según fue diseñada, debe de estudiarse en primer lugar qué elemento estructural va a ser cimbrado, ya -- que cada uno de ellos presenta detalles muy especiales, que requiere mayor atención, como por ejemplo:

a) En cimientos sobre todo hay que:

- Apuntalar para evitar derrumbes de la excavación
- Colocar una plantilla que facilita las operaciones y permite un trabajo mucho más limpio.
- Drenar el agua estancada o del nivel freático.

- Revisar que el acceso para trabajar sea fácil y que el espacio entre la cimbra y el talud o tabla estacado, permita ejecutar las maniobras de colocación y retiro.
- b) Las columnas son quizá los elementos más comunes y requieren:
- Prestar mucha atención al sellado de juntas.
 - Verificar la verticalidad casi al terminar el colado, antes de que fragüe el concreto.
 - Contar con un apoyo rígido que garantice la posición de desplante.
 - Fijarse adecuada y resistentemente.
- c) Las trabes necesitan que:
- Cuando sean trabes parcialmente ahogadas en la losa, la madera no vaya a quedar atrapada en el colado de la losa.
 - Cuando existan trabes unidas a la losa, cuidar que la liga entre ambas cimbras sea la adecuada para evitar fugas de lechada y material.
- d) Los detalles para un colado en muros son:
- La firmeza de la cimbra.
 - La continuidad en el alineamiento de sus paños.
 - Checar la velocidad de colado según proyecto.
 - Acceso con un andamio adecuado.
- e) Para las losas o entrepisos hay que cuidar:
- La continuidad en el alineamiento y su flecha.
 - La manera de poder descimbrar después del colado.

- f) La cimbra de escaleras requiere antes de iniciar los trabajos, que un ejecutor experimentado estudie detalladamente los planos para comprenderla totalmente y se la imagine "en el espacio" para lograr una cimbra adecuada a cada caso, y construirlos conforme avance la obra porque después de coladas nos pueden servir de andamio.
- g) Los silos son un acoplamiento muy especial y adecuado de las cimbras para columnas, trabes, muros, etc., que requieren de un operario consistente y con dominio del trabajo.
- h) Cualesquiera que sean la forma y el claro de un puente; así como los obstáculos que pueda ofrecer el agua, el subsuelo y las inclemencias climatológicas; la fabricación y montaje de cimbra siempre será posible si se cuenta con técnicas competentes.
- i) En depósitos, fosas o tanques cuyo principal fin es contener algún líquido, la consolidación de concreto y evitar la fuga de lechada son muy importantes.
- j) Estructuras especiales como: ductos, canales, cubos de elevador, etc., hay que atender a:
- Juntas de construcción.
 - Como normalmente tienen poco espesor conviene colocar y compactar el concreto con cuidado.

Resumiendo todos los casos anteriores, deben contar ante todo con un buen diseño y una supervisión adecuada para evitar errores; algunos aparentemente sin

consecuencias, pero que repercuten en: accidentes - leves, la mala calidad del trabajo, el comportamiento estructural de la cimbra y de la estructura terminada, los costos, etc., u otros que por su magnitud pueden provocar el colapso total sobre todo a la hora del colado.

Al finalizar de eregir la cimbra y después de una - última inspección es conveniente que con un cepillo, una escoba o si se dispone aire comprimido y de preferencia agua a presión, eliminar: basura, desperdicios u otros; en virtud de que es muy conveniente - limpiar y humedecer debidamente la cimbra antes de iniciar el vaciado del concreto.

1.4.4 EL DESCIMBRADO

Es una actividad sencilla si se toma en cuenta desde el diseño, pero desafortunadamente ésto provoca un - retiro, manejo y almacenaje sin ninguna precaución - que perjudica a la cimbra y en ocasiones hasta se daña a los elementos estructurales recién colados.

Por lo anterior conviene estudiar y seguir el método previsto para realizar esta última etapa, considerando sus dos partes fundamentales: edad del concreto - y técnica para su realización.

1.4.4.1 La edad para descimbrar los diferentes elementos de las estructuras de concreto suele especificarse en función de la resistencia-del proyecto a 28 días del concreto y normativamente anda más o menos entre el 50% y - 60% de la misma. Sin embargo, cuando se - emplea cemento tipo I (normal) y cuando la-

temperatura media es superior a 10° C el comité 347 del A.C.I. nos recomienda la tabla F1.01 (pág.13). Es posible reducir la edad para descimbrar que nos da la tabla anterior, si se emplean "pies derechos permanentes" o sea, que permanecen fijos en su lugar mientras se retiran todos los otros componentes de la cimbra, F1.01 (pág. 12).

- 1.4.4.2 Las técnicas para descimbrar deben ser previstas desde el diseño y con ello simplificar las maniobras del retiro de la cimbra, ya sean éstas ejecutadas únicamente con personal o contando además con el auxilio de implementos como: agua a presión, aire comprimido, gato de arena, etc.

Como medio preventivo de deformaciones excesivas o para transmitir la carga a otros niveles, es conveniente que después de descimbrar las losas o los fondos de las trabes, se les vuelvan a colocar a estos elementos algunos puntales o pies derechos en sitios prefijados por el diseñador y se dejen ahí hasta que el concreto adquiera la resistencia de diseño. Esto debe planearse cuidadosamente, tomando en cuenta que los fondos de las trabes deben reapuntarse primero que las losas y al hacerlo hay que controlar el ajuste de las cuñas para evitar la introducción de fuerzas imprevistas.



puntales o pies derechos permanentes que soportan al concreto de losas y/o trabes que aun no tiene la edad para ser descimbrado.

PIES DERECHOS PERMANENTES.

F1-01

TI-DI

EDAD DEL CONCRETO PARA PODER DESCIMBRAR
- días (hr.) -

ELEMENTO	CONDICION DE LA CARGA VIVA CON RESPECTO A LA - CARGA MUERTA	CLARO (1)		
		menor de 3.0 m	entre 3.0 m y 6.0 m	mayor de 6.0 m
Fondo de vigas o trabes (1)	menor	2 (48)	14 (336)	21 (504)
	mayor	4 (96)	7 (168)	14 (336)
Losas (1)	menor	4 (96)	7 (168)	10 (240)
	mayor	3 (72)	4 (96)	7 (168)
Muros, columnas y costados o - cachetes.	ninguna	de 0.41 (10) a 0.58 (14) sin importar el claro o altura		

- NOTAS:**
1. Tomando como claro la distancia entre apoyos estructurales, y no la separación de elementos de la cimbra como pueden ser los puntales o pies derechos.
 2. Las cantidades entre paréntesis son horas.
 3. Con cemento tipo III (alta resistencia) o con aditivo al concreto los tiempos son algo menores.
 4. A menor temperatura los tiempos se incrementan.

CAPITULO

2

2. TIPOS, PROPIEDADES, CLASIFICACION Y ESFUERZOS DE LA MADERA.-

2.1 TIPOS.-

Los bosques de México son principalmente de dos especies, - por lo que a la madera se le clasifica, dependiendo de la - clase de árbol que la origina, en :

- a) Coníferas o gimnospermas.- Es madera de árboles con hojas perennes en forma de aguja, constituida esencialmente por células denominadas traqueidas, y sus semillas se alojan en conos: pino, abeto, cedro blanco, oyamel, sabinino, cipres, etc.
- b) Latifoliadas o angiospermas.- Es madera de árboles con hoja caduca de forma ancha, constituida por células llamadas vasos, fibras y paréquima, además sus semillas se producen dentro de sus frutos: roble, nogal, caoba, arce, cedro rojo, encino, fresno, aile.

Las coníferas tienen sus células delgadas y porosas por lo que crecen más rápidamente, además sus troncos son rectos, - largos, y con pocas ramas; en cambio las latifoliadas tienen más compactas sus paredes celulares por lo que progresan lentamente provocando con esto, que sus troncos sean gruesos - y con demasiadas ramas; así como con mayor densidad. Principalmente por lo anterior, pero sobre todo por una mejor relación entre los esfuerzos permisibles y su peso, la madera de coníferas tiene mayor demanda para cimbras, estructuras, viviendas, etc., que la madera latifoliada.

Sin embargo, la madera también se clasifica, basándose en su proceso de manufactura:

- I. Rolliza.- Son los troncos a los cuales solamente se le han cortado las ramas. Se llega a emplear en cimbras, sobre todo como pies derechos.
- II. Labrada.- Muy rústicamente de manera manual se le da forma con hacha u otra herramienta. Su principal uso es en construcciones campesinas.
- III. Aserrada.- Cortando a lo largo de su eje a las trozas, con sierra manual o mecánica, se obtiene el producto. Se destina principalmente a cimbras, obras falsas y muebles rústicos, Fig. F2.01 (pag. 19)
- IV. Madera Contrachapada.- A través de un proceso industrial, en ocasiones complejo, se logra este producto, su ocupación principal es con fines estructurales o decorativos.

La madera aserrada y los tableros de madera contrachapada son los tipos de madera más empleados en cimbras.

2.1.1 MADERA ASERRADA

Se comercializa con una variedad muy amplia de combinaciones en sus medidas nominales, pero generalmente tomando como base la tabla T2.01 (pag. 18). Además su cubicación se hace en: pie-tablón (PT) que es un prisma rectangular que mide: una pulgada de grueso, por un pie de ancho, por un pie de largo, ver Tabla AU-01 (pag. 17)

AU·OI		CUBICACION DE MADERA unidades: Pie tablon = FT						
LARGO en pies y pulgadas	GRUESO POR ANCHO en pulgadas	8 (1/4" (2,51))	10 (2,54)	12 (3,05)	14 (3,57)	16 (4,08)	18 (5,49)	20 (6,10)
		1/2 (4	1,375	1,866	2,400	2,933	2,666	3,000
5	2,042	2,500	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000	
8	2,750	3,333	4,000	4,666	5,333	6,000	6,666	
10	3,437	4,166	5,000	5,833	6,666	7,500	8,333	
12	4,125	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	
3/4 (4	2,042	2,500	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000	
6	3,091	3,750	4,500	5,250	6,000	6,750	7,500	
8	4,125	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	
10	5,156	6,250	7,500	8,750	10,000	11,250	12,500	
12	6,187	7,500	9,000	10,500	12,000	13,500	15,000	
1 (4	2,750	3,333	4,000	4,666	5,333	6,000	6,666	
5	4,125	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	
8	5,500	6,666	8,000	9,333	10,666	12,000	13,333	
10	6,875	8,333	10,000	11,666	13,333	15,000	16,666	
12	8,250	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	
1 1/2 (4	4,125	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	
6	6,187	7,500	9,000	10,500	12,000	13,500	15,000	
8	8,250	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	
10	10,312	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	
12	12,375	15,000	18,000	21,000	24,000	27,000	30,000	
2 (4	5,500	6,666	8,000	9,333	10,666	12,000	13,333	
6	9,250	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	
8	11,000	13,333	16,000	18,666	21,333	24,000	26,666	
10	13,750	16,666	20,000	23,333	26,666	30,000	33,333	
12	16,500	20,000	24,000	28,000	32,000	36,000	40,000	

DEFINICION.- PIE TABLON (PT) es el volumen de madera contenido en un Prisma rectangular o cuadrado, que mide una pulgada de grueso, por un pie (12") de ancho, por un pie (12") de largo.

Para cubicar la madera, se puede emplear indistintamente, dependiendo del sistema de unidades, una de las siguientes formulas :

$$\text{Sistema Métrico Decimal : } PT = \frac{a'' \times b'' \times c(m)}{3,657}$$

$$\text{Sistema Ingles : } PT = \frac{a'' \times b'' \times c'}{12}$$

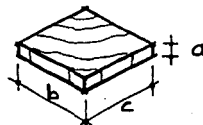
donde:

PT.- Pie Tablon.

a.- Grueso en pulgadas

b.- Ancho en pulgadas

c.- Largo en a, o en pies, según el sistema empleado.



T2-01	MEDIDAS NOMINALES PARA COMBINAR LAS DIMENSIONES DE LA MADERA ASERRADA	
DIMENSION	MEDIDA NOMINAL	UNIDAD
Grueso o espesor	1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2 y 4.	Pulg.
Ancho o peralte	4, 6, 8, 10 y 12	Pulg.
Largo	8 1/4, 10, 14, 16 y 20	Pie
<p>NOTAS:</p> <p>Por costumbre en México, hasta la fecha se continúa empleando el Sistema Ingles de Unidades para dimensionar comercialmente a la madera, mencionándose primero el grueso, después el ancho y por último el largo.</p>		

Como por ejemplo y utilizando los términos comunes:

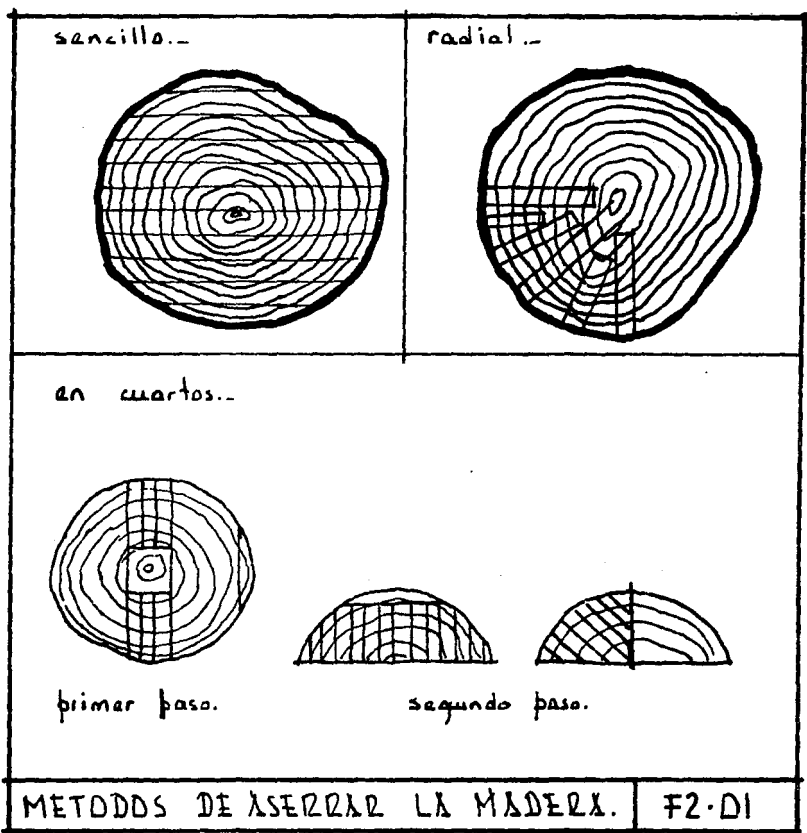
Duela : 1/2 x 4 x 8, 3/4 x 4 x 14
 Tabla : 1 x 6 x 10, 1 1/2 x 8 x 8
 Tablón : 2 x 10 x 10, 3 x 12 x 16
 Barrote : 2 x 3 x 8, 2 x 4 x 10
 Girón : 2 x 2 x 10, 3 x 2 x 8
 Polfn : 3 x 3 x 3, 4 x 4 x 10, 4 x 3 x 10
 Viga : 4 x 6 x 12, 4 x 8 x 14

Además dependiendo del grado de maquillación se divide en:

Madera áspera: tiene visiblemente las marcas de la sierra en los cuatro lados.

Madera cepillada: es aquella que en uno o más de -
sus caras que recibió un cepillado manual o con -
equipo.-

Madera maquilada: A parte del cepillado tiene un -
trabajo especial para su machimbrado.



2.1.2 TABLEROS

Los tableros o paneles se dividen en:

a) Tableros de madera contrachapada o triplay.

b) Tableros de fibra.

c) Tableros de partículas.

2.1.2.1 TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA O TRIPLAY

Son los únicos que se emplean en cimbra - por los acabados que proporcionan, la simplicidad para formar tarimas, el sistema sencillo de cimbrado y descimbrado, su disposición para hacer superficies curvas, su manejabilidad, etc. Pero también se aclara que los tableros de madera contrachapada o triplay son los que están constituidos por un número impar de capas o chapas de madera colocadas con la dirección de la fibra perpendicularmente entre sí y unidas con adhesivo; generalmente en el triplay - que se emplea para cimbra, tipo 3, marino se usa un pegamento a base de resinas fenólicas de gran resistencia a la humedad y a la intemperie, por lo que al comprarlo se debe especificar que su uso es para cimbra, ya que en México también se fabrican tableros de madera contrachapada para uso exclusivo en interiores.

Su calidad es en base a las propiedades y

defectos de sus capas exteriores y los distintos grados que hay son N, A, B, C, D, - siendo el último el de menor calidad. Además el triplay tipo 3, marino sólo se fabrica en México en los siguientes espesores: 9 mm (3/8"), 12 mm (1/2"), 16 mm (5/8") y 21 mm (7/8") y con una única medida en cada una de sus otras dimensiones: ancho 1.22 m (4'), largo 2.44 m (8').

2.2 PROPIEDADES PRINCIPALES DE LA MADERA.

2.2.1 PARTES FUNDAMENTALES DE UN ARBOL.-

La madera se compone de pequeñas células tubulares de sección rectangular cementadas entre sí, pero el árbol está constituido por:

- a) Raíces.- sirven de anclaje y es por donde el árbol absorbe humedad y minerales para su alimentación.
- b) El tronco.- Es la parte soportante y protector del árbol y su sección transversal se compone de:
 - b.1) Corteza exterior.- Lo protege de insectos y lesiones; y está formada por tejidos muertos.
 - b.2) Corteza inferior o liber.- Es impermeable, y además por ella circula la savia descendente.
 - b.3) Cambium.- Es una capa microscópica viscosa

donde se desarrollan las células nuevas.

- b.4) Albura.- Son las células activas, de color muy claro, que llevan la savia ascendente - desde la raíz hasta las hojas.
- b.5) Duramen o corazón.- Parte inactiva del - - tronco, de color más oscuro que la albura,- pero es el soporte estructural del tronco.
- b.6) Médula.- Es la sustancia más suave y anti- gua donde nacen las ramas.
- b.7) Rayos medulares.- Células que parten del - centro hacia el exterior uniendo y alimen- tando las diversas partes del árbol.
- b.8) Anillos anuales.- Son concéntricos y cada uno representa un año de crecimiento, pero, está completo cuando tiene sus dos seccio- nes: la interior con madera de primavera o temprana y la exterior con madera de verano o tardía.
- c) Ramas y hojas o corona.- Transforman las savias en alimento.

2.2.2 DEFINICION BREVE DE LAS PROPIEDADES.-

La madera tiene propiedades térmicas, eléctricas, - acústicas, pero las que interesan para el diseño de cimbras son las siguientes:

- a) Propiedades Físicas.- Dependen esencialmente -

de la cantidad, disposición y orientación del elemento básico de las paredes celulares, así como de la composición química de dicho elemento.- Además tienen la particularidad de que generalmente cambian aún dentro del mismo árbol.

- b) **Propiedades Mecánicas.**- La relación esfuerzo -- deformación en la madera depende de varios factores, tales como: método de prueba, peculiaridades de su crecimiento, tipo de acción y de cómo se aplique ésta con relación al sentido de las fibras, aunque para cimbras sólo se consideran dos direcciones: paralela y perpendicular.

2.2.2.1 PRINCIPALES PROPIEDADES FISICAS.-

2.2.2.1.1 **CONTENIDO DE HUMEDAD.**- Masa - del agua en la madera, expresada como un porcentaje de la masa de la madera anhidra, se expresa en porcentaje y el valor máximo admisible es del 50 por ciento.

2.2.2.1.2 **DENSIDAD O PESO VOLUMETRIC.**- Masa por unidad de volumen, por lo que sus unidades son ton/m³, Kg/m³ o gr/cm³. En el caso de la madera debe especificarse el contenido de humedad al que se determinaron la masa y el volumen.

2.2.2.1.3 **DENSIDAD RELATIVA O PESO ESPECÍFICO.**- Es función del espesor

de las paredes de las células huecas, así como de la disposición y tamaño de las mismas. Por definición es la razón de la masa anhidra de una muestra de material dividida entre su volumen saturado (PA/VV).- No tiene unidades, ya que es la relación de la densidad del material y la densidad del agua, que es igual a la unidad en el sistema métrico.

2.2.2.2 DEFECTOS.-

El comportamiento mecánico de la madera es modificado por la presencia de imperfecciones en la madera, ya sean naturales o artificiales, por lo que antes de estudiarlo es conveniente conocer los defectos que más lo alteran.

2.2.2.2.1 DEFECTOS NATURALES.- Son características orgánicas del crecimiento del árbol y los que interesan para el diseño de cimbras son:

1. Rapidez de crecimiento.- Sobre un eje radial de la sección transversal del tronco se cuantifica en número de anillos por una unidad de longitud.- Se refleja en la densidad.

2. Nudo.- Es una parte de la rama que queda incrustada al tronco y además se dividen en: vivos o fijos, cuando hay contnuidad con los tejidos del tronco, pero si no existe esta condición se denomina nudo muerto o flojo.- Es el defecto que más se presenta en la madera y como reduce y desvía el número de fibras, su presencia provoca una disminución en la resistencia.

3. Desviación de la fibra.- Es el ángulo que forma la dirección de la fibra con los cantos por detalles de su crecimiento. Reduce el comportamiento mecánico si es grande, pero sobre todo al módulo de rotura y al módulo elástico.

4. Bolsas de Resina.- Son --- aberturas paralelas a los anillos anuales de crecimiento que contienen resina, ya sea sólida o líquida.- Afectan los esfuerzos cortantes.

5. Rajaduras por crecimiento.- Se forman por ciertos esfuerzos que se presentan durante el desarrollo del árbol y son de dos

formas:

a) Anular.- Es la separación - que se presenta a lo largo del hilo, principalmente entre los anillos anuales de crecimiento.

b) Radical.- Es una separación de la madera a través de los - anillos anuales de crecimiento. Ambos casos afectan los esfuerzos cortantes, de flexión y tensión.

2.2.2.2.2 DEFECTOS ARTIFICIALES.- El secado y aserrado de la madera - aunque se haga con el debido -- cuidado y técnica puede produ-- cir en ella defectos que también afectan la resistencia de la madera.

1. Rajadura por secado.- Tam-- bién pueden ser longitudinales o radiales, pero éstas se deben a la rapidez del método del secado.

2. Gema o decantillado.- Es la ausencia de madera en alguna o algunas de las aristas o esquina y es causa de un aserrado -- mal ejecutado. Disminuye el - área de la sección transversal

y por lo tanto su resistencia.

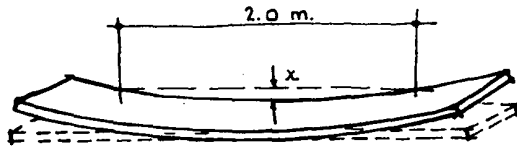
3. Desviación de la fibra.- El aserrado en ocasiones no se puede hacer paralelo al sentido de la fibra o hilo formándose un ángulo con las aristas o cantos.

4. Alabeo.- Por dejar la madera expuesta al viento, lluvia, sol, así como un secado desigual y abundante propician las deformaciones diferenciales que producen los cuatro tipos de alabeo, aunque también pueden ser originados por deficiencias en el sentido de las fibras, - fig. F2.02 (Pág. 28).

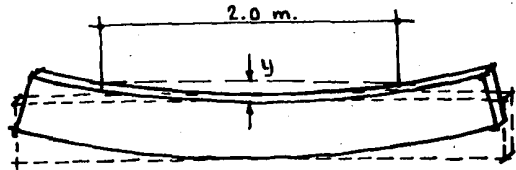
5. Colapso.- Un secado en estufa acelerado provoca la eliminación drástica del agua en la madera muy húmeda, ocasionando con ésto que las paredes celulares fallen o se colapsen y presenten una apariencia irregular.

6. Apanalamiento.- El secado en estufa a altas temperaturas forma cavidades internas al tallar la madera en sentido perpendicular a las fibras.- Se debe tener cuidado con este defecto ya que generalmente no se

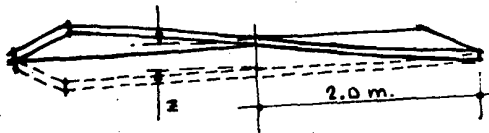
ARQUEAMIENTO



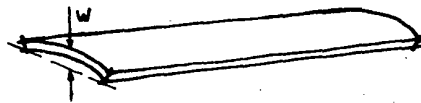
ENCORVADURA



TORCEDURA



ACANALAMIENTO



FORMA DE MEDIR LOS CUATRO TIPOS DE ALABEO. FZ-02

detecta a simple vista, sino hasta que se hace un corte transversal.- Afecta el esfuerzo cortante.

2.2.2.3 IMPORTANTES PROPIEDADES MECANICAS.-

Por ser sus partes de diversa naturaleza -- la madera cambia sus propiedades según el -- eje en que se les considere (longitudinal, - tangencial y radial) pero, en base a la ex-- periencia para el diseño de cimbras sólo se requiere conocer las propiedades en los sentidos paralelo y perpendicular a las fibras o hilo. Pero para estudiar y conocer el - comportamiento mecánico de la madera en los dos sentidos antes mencionados, tradicionalmente se efectúan pruebas de laboratorio con pequeñas piezas a escala, "libres de defec-- tos", llamadas probetas limpias, sin embargo, últimamente también se están realizando en-- sayos de piezas a tamaño natural con defec-- tos, para que personas e instituciones capaces y técnicas en base a la comparación de - los resultados obtenidos por ambos métodos -- fijen los "esfuerzos básicos", que posteriormente son reducidos por medio de factores -- que influyen en su comportamiento para obtener los "esfuerzos permisibles de diseño".

A continuación se enumeran algunas propie-- dades mecánicas e índices que se obtienen al efectuar las pruebas.

2.2.2.3.1 TENACIDAD.- Es la capacidad de absorber energía.

2.2.2.3.2 DUREZA.- Se mide por la prueba de Joinkg y es para determinar la fuerza en kilogramos que se necesita para hacer penetrar en la madera una esfera de acero - de 1.13 cm. (0.444 pulg.), hasta una profundidad de 0.28 cm., (0.111 pulg.). Nos indica la resistencia a la abrasión o desgaste de la madera, además nos permite calcular la resistencia a la compresión perpendicular - a las fibras.

2.2.2.3.3 RESISTENCIA A LA HENDIDURA.- Es la oposición de la madera a ser rajada en su sentido longitudinal o a propagar grietas, - como cuando por ejemplo se le hinca un clavo.

2.2.2.3.4 MODULO DE ROTURA.- Es la medida más común de la resistencia a la tensión de la madera y se obtiene al sustituir el momento que produjo la rotura en la fórmula de flexión:

$$f = M \left(\frac{c}{I} \right)$$

2.2.2.3.5. MODULO DE ELASTICIDAD.- (E) Es - la relación entre el esfuerzo unitario y la deformación unitaria - hasta el límite de proporcionalidad o límite de elasticidad, es - decir, mide en un material su "rigidez" y el que interesa para el diseño de cimbras es en el sentido longitudinal.

2.2.2.3.6 MODULO DE RIGIDEZ O MODULO ELASTICO A ESFUERZO CORTANTE PROMEDIO.- Es función del módulo de elasticidad en la dirección longitudinal (E) y se refiere a la deformación unitaria por cortante en los planos:

Longitudinal	:	GLR = 0.07	(E)
Radial	:	GTR = 0.012	(E)
Tangencial	:	GTL = 0.06	(E)

2.3. CLASIFICACION Y ESFUERZOS PERMISIBLES DE LA MADERA.

2.3.1 GENERALIDADES.-

La madera que normalmente se consume para la elaboración de las cimbras en México, a criterio del diseñador, se puede clasificar empleando cualquiera de los siguientes cinco sistemas de especificación presentados en orden cronológico, pero el último también incluye madera contrachapada (triplay).

1. Madera clasificada según la norma DGN C18-1946,- de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1946).
2. Madera seca de primero en función de su peso específico (★) Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, versión 1966.
3. Madera clasificada por el método visual especificando en las Normas Técnicas complementarias, para Diseño y Construcción de Estructuras de Madera, abril, 1977. Del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal diciembre 1976. (NTC★)
4. "Calificación y clasificación para Madera de Pino y Usos Estructurales" según el Laboratorio de Ciencias y Tecnología de la Madera, (LACITEMA★) Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INREB★), Jalapa, 1985.
5. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Madera, diciembre 1987.

Para clasificar la madera hay que tomar en cuenta los defectos naturales que tiene y sus características como son:

- a) Pendiente de las fibras.
- b) Fisuras o rajaduras
- c) Nudos
- d) Gemas, las partes redondeadas de los troncos que a veces aparecen en las aristas de la madera ase

rrada.

- e) Rapidez de crecimiento, medida con el número de - anillos por unidad de longitud paralela a un ra- - dio.

Las características anteriores influyen sobre la resistencia de la madera dependiendo de su naturaleza, tamaño y posición, así como del tipo de sollicitación que se esté analizando.

Hay dos formas para clasificar la madera:

- a) Visual.- Hasta ahora la más común y debe efectuarse a las piezas por personal calificado lo - que en la práctica conduce a que la clasificación se haga con poco rigor y además, presenta los siguientes inconvenientes:

1. Se requiere gran cantidad de personal adecuadamente entrenado.
2. No se logra uniformidad en las clasificaciones.
3. La observación visual no puede determinar ciertas características, como la densidad que es variable y puede hacer que una pieza con más nudos que otra, sea superior en resistencia - por su mayor densidad.

- b) Mecánica.- Se han desarrollado en los últimos años máquinas que se basan en el hecho de que en la madera hay una correlación directa entre la deformación bajo una carga dada de una pieza que exhibe defectos naturales y la resistencia última de la pieza; es decir existe una relación directa entre la rigidez, (módulo de elasticidad) y la

resistencia (módulo de rotura) de la madera con defectos.

Las NTC* (1977) recomiendan para diseñar los miembros de una estructura de madera como es el caso de las cimbras que se use el "método de esfuerzos permisibles" o de "esfuerzos de trabajo"; según el cual las acciones internas (esfuerzos, fuerzas cortantes, momentos, etc.), inducidas en los distintos elementos de las estructuras por las acciones de servicio o trabajo que actúan sobre éstos se calculan por medio de un análisis elástico, para después, basándose también en la teoría elástica, determinar los esfuerzos producidos en las diferentes secciones por las acciones internas, llamados esfuerzos de diseño que deben siempre ser menores que los esfuerzos permisibles fijados por los Reglamentos, en nuestro caso Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Los tipos de esfuerzos requeridos para cimbra son - los que se relacionan en la tabla T2.02 (pág. 34).

T2.02	TIPO DE ESFUERZO O ACCION	REQUERIDO PARA DIMENSIONAR O REVISAR
1. Compresión paralela a las fibras 2. Compresión perpendicular a las fibras. 3. Tensión paralela a las fibras. 4. Flexión. 5. Cortante paralelo a la fibra.		Puntales. Revisar los apoyos de vigas y ciertos detalles de conexiones. Miembros usados para contraventear. Vigas o maderas, superficies de contacto o sistema de piso, largueros. Vigas o maderas, superficies de contacto o sistema de piso, largueros.

Además se necesita el Módulo de Elasticidad que interviene en los cálculos de: la deflexión, el pandeo y la estabilidad lateral.

Hay que tomar en consideración que en la cuantificación de los esfuerzos permisibles influyen; las propiedades mecánicas que varían demasiado dependiendo del tipo de madera, aún dentro de la misma especie y/o árbol; la duración de la carga; el contenido de humedad; la orientación de las fibras; la forma, tamaño y defectos de la pieza.

2.3.2 METODOS PARA CLASIFICAR LA MADERA

2.3.2.1. SISTEMA 1.- MADERA CLASIFICADA SEGUN LA - NORMA DGN C18-1946 DE LA SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, 1946.

Este método es el que usan normalmente los comerciantes de la madera y aunque considera: nudos, fisuras y bolsas de resina, no toma en cuenta su posición para el comportamiento estructural de la pieza, es decir considera esencialmente los requisitos de aspecto y no los de resistencia. Además sólo se refiere a tablas y tablonés de la especie ocote, pino mexicano, ver tabla - T2.03 (pág. 36).

Los esfuerzos permisibles de este método son los de la tabla T2.04 (pág. 37).

T2-03		CLASIFICACION Y ESPECIFICACION DE LA MADERA SEGUN NORMA C-19-1946 DE LA DON. SECRET			
GRADO DE CALIDAD	A	B	C	D	E
REQUISITOS	Selecciona	Primera	Segunda	Tercera	Desecho
1.- NUDOS	De ninguna clase, ni huella de los nudos	Con diámetro no mayor de 2.0 cm. (Cabeza de alfiler)	Sanos, con o sin agujeros; encajados de tamaño normal y de clavo. Además se debe cumplir: la suma de los diámetros de los nudos debe ser menor que dos veces el diámetro de nudo máximo admisible. Y también solo se permite un nudo del tamaño máximo por cara.	Varios sanos pero la suma de sus diámetros no exceda del ancho de la cara, o uno, entero o defectuoso por cara.	
2.- CAMBIOS DE COLOR	No	Menores de 10 cm.	Ligero en cada cara	Con una área menor a la cuarta parte de la superficie de la cara donde están	
3.- MANCHAS, JETAS O LISTAS DE RESINA	No	Apenas perceptibles	Con una área máxima de 10.083 del ancho por 10.083 de la longitud de la cara).	Grandes, pero en una cara, el área no debe rebasar la cuarta parte de la superficie total de la cara.	
4.- SRIETAS	No	No mayores de 19 mm. de largo	Finas de 10 mm. como máximo		
5.- RAJADURAS	No		En los extremos hasta de 252 mm. de largo y 8 mm. de ancho.	De 252 mm. de largo, en los extremos o en el centro y nunca atraviesen la tabla.	
6.- PARTES PODRIDAS	No	No	No	En los extremos pero con área no mayor de un sexto de la anchura por un sexto de la longitud	
7.- SOLSAS DE RESINA	No		No mayor de 5 mm. de ancho y 150 mm. de largo	Grandes pero sin rebasar los 10 mm. en su ancho ni los 200 mm. en su largo.	
8.- EN CUANTO A SU MANUFACTURA.	Totalmente correcta y al trabajar parte no debe sacar ningún defecto.	Admite defectos de grano rasposo y grano desgarrado ligero.	Grano rasposo y desgarrado ligero y mediano	Grano levantado y desgarrado; además agujerados y quemaduras con áreas no mayores de una cuarta parte de la superficie de la cara, lo mismo que estrías y cortes imperfectos.	
9.- TOLERANCIAS	Ninguna	2.5 mm. en el espesor y 10 mm. en el ancho para tablonés; así como 1.5 mm. en el espesor y 10 mm. en el ancho para tablas.	de 2.5 a 5 mm. en el espesor y 10 mm. en el ancho, en ambos costos.		
10.- HUMEDAD CON RESPECTO A SU PESO TOTAL.	10%	15%	20%		
11.- TORCEDURAS	No	No	No	hasta de 19 mm.	

No cumple las especificaciones de tercera.

Solicitud	Unidades: kg/cm ²				
	Calidad	Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión		80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra.		70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra.		14	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra.		14	14	7	5
Módulo de elasticidad (en miles)					
Medio		70	70	70	70
Mínimo		40	40	40	40

2.3.2.2 SISTEMA 2. PARA MADERA SECA DE PRIMERA EN FUNCION DE SU PESO ESPECIFICO (γ) R.D.C. D. F. 1966.

En éste, los grados de las maderas son los que se especifican en la norma DGN C18 - - 1946 mencionada con anterioridad y en función de la densidad relativa, o peso específico de la madera seca y de primera admite esfuerzos permisibles para cargas de larga duración; además si se desconoce el peso específico de la madera que se empleará en la cimbra, recomienda que se tome - ($\gamma=0.4$), motivo por lo cual, éste es el

C O N C E P T O	Esfuerzos Permisibles									
	Unidades de Kg/cm ² .									
	Para cualquier Valor de: γ	Para $\gamma = 0.4$								
Esfuerzo en flexión o tensión, simple.	196.0(γ) ^{1.15}	60								
Módulo de elasticidad en flexión o tensión simple.	196 000.0(γ)	79 000								
Esfuerzo en compresión paralela a las fibras.	143.0(γ)	57								
Esfuerzo en compresión perpendicular a las fibras.	54.5(γ) ^{2.15}	7								
Módulo de elasticidad en compresión.	238 000.0(γ)	95 000								
Esfuerzo cortante	35.0(γ) ^{1.15}	10								
<p>NOTAS:</p> <p>1. Los valores anteriores se pueden modificar, dependiendo el tipo de madera con los siguientes factores:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MADERA</th> <th>FACTOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Selecta</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>Segunda</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>Tercera</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Tratándose de maderas saturadas o sumergidas, el esfuerzo de compresión paralela a la fibra, reducirse en un 10%, el de compresión perpendicular a la fibra 33%; y - los módulos de elasticidad 10%.</p>			MADERA	FACTOR	Selecta	1.3	Segunda	0.7	Tercera	0.5
MADERA	FACTOR									
Selecta	1.3									
Segunda	0.7									
Tercera	0.5									

T2.05

ESFUERZOS PERMISIBLES PARA MADERA SECA DE PRIMERA (DGN C18-1946) EN FUNCION DEL PESO ESPECIFICO (γ) SEGUN REGLAMENTO DDF-1966 (APLICABLES PARA CARGA DE LARGA DURACION).

método más empleado hasta la fecha para el diseño de cimbras, ya que generalmente el Ingeniero de obra desconoce la densidad relativa o peso específico de la madera que le llega a la obra; sus esfuerzos permisibles están en la tabla T2.05 (pág. 38).

Las cimbras son estructuras provisionales - por lo que deben diseñarse para cargas de - corta o mediana duración y como la resistencia de la madera aumenta a medida que disminuye el tiempo que permanece aplicada la -- carga, esta versión del Reglamento permite incrementar los esfuerzos permisibles en - función del tiempo de aplicación de la carga conforme a la Tabla T2.06 (pág. 39), - que está adaptada al número de usos de la - cimbra.

T2.06		FACTORES POR NUMERO DE USOS PARA INCREMENTAR LOS ESFUERZOS PERMISIBLES (R.D.C.D.F. 1966)	
Tiempo de Aplicación de la carga.	Número de usos de la cimbra.	Factor de Incremento.	Observaciones.
Dos meses	dos o tres	1.15	Estos incrementos no - se aplican a los módulos de elasticidad para el cálculo de las - deflexiones o flechas.
Siete días	uno	1.25	

2.3.2.3 SISTEMA 3.- METODO VISUAL ESPECIFICADO EN LAS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA - DISEÑO Y CONSTRUCCIONES DE ESTRUCTURAS DE

MADERA, ABRIL 1977. DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, DICIEMBRE 1976, (NTC*)

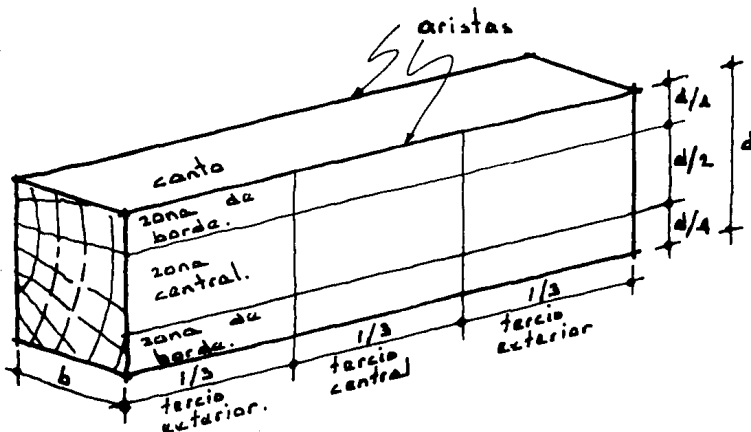
Este método toma en cuenta la influencia de los defectos naturales sobre el comportamiento estructural de la madera, por lo que considera los aspectos presentados en la Fig. F2.03 (pág.41) y Tabla T2.07, (42) T2.08 (pág. 43), como son:

- a) Tamaño y Posición de Nudos.
- b) Rapidez de crecimiento, medida por el número de anillos en una longitud de cinco centímetros.
- c) Tamaño de Fisuras o rajaduras.
- d) Inclinación de la fibra.
- e) Tamaño de las gemas.

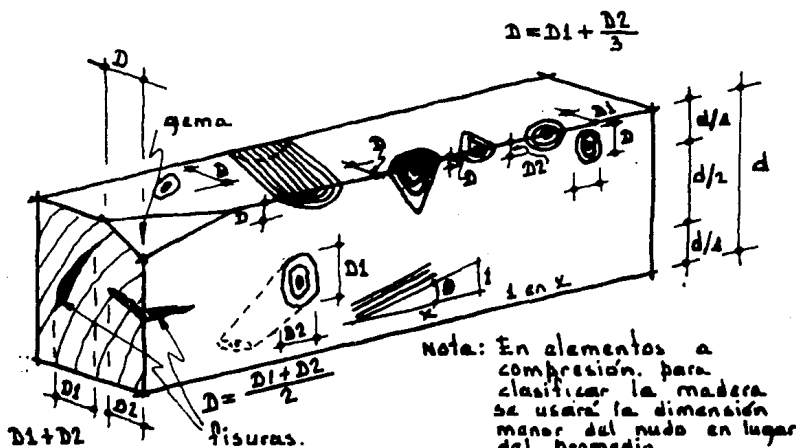
y los esfuerzos permisibles son los de la Tabla T2.09 (pág. 43).

2.3.2.4 CALIFICACION Y CLASIFICACION PARA MADERA DE PINO DE USOS ESTRUCTURALES SEGUN EL LABORATORIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LA MADERA (LACITEMA*) DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS BIOTICOS (INREB*) JALAPA 1985.

En base a las Normas Mexicanas NOM-C-224-1983 "Dimensiones de la madera aserrada para uso en la Construcción y NOM-C-239 - 1985 "Calificación y Clasificación Visual para Madera de Pino en usos Estructurales", ambas de la DGN* de SECOFI*; e investigacio



ZONAS EN UN ELEMENTO A FLEXION..



MEDICION DE NUDOS, INCLINACION DE FIBRA, GEM, VELOCIDAD DE CRECIMIENTO Y FISURAS.

CLASIFICACION ESTRUCTURAL VISUAL. F2-D3

T2.07		DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, en cm.							
Dimensión nominal de la cara considerada		Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión.				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión.			
		Calidad de la madera							
cm.	(pulg.)	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5	1	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8	1 1/2	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0	2	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5	2 1/2	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5	3	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0	3 1/2	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0	4	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0	5	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0	6	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0	8	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5	10	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5	12	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5
35.5	14	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

NOTAS:

- 1.- Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales.
- 2.- La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos.
- 3.- No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm., además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximas para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

T2.08	LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 y V-40			
	Tipo de defecto	Calidad V-75	Calidad V-65	Calidad V-50
Velocidad de crecimiento (mínima).	16 anillos /5 cm.	12 anillos /5 cm.	8 anillos /5 cm.	8 anillos /5 cm.
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina.	1/4 de la cara considerada.	1/3 de la cara considerada.	1/2 de la cara considerada.	3/5 de la cara considerada.
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de).	1/8 de la cara considerada.	1/8 de la cara considerada.	1/4 de la cara considerada.	1/4 de la cara considerada.

T2.09	ESFUERZOS PERMISIBLES PARA ACCIONES PERMANENTES, CONDICION VERDE (CONTENIDO DE HUMEDAD IGUAL O SUPERIOR A 18%), CLASIFICACION VISUAL SEGUN NTC -- (unidades: Kg/cm2)				
	Calidad	V-75	V-65	V-50	V-40
Solicitud					
Flexión y tensión		80	70	50	40
Compresión paralela a la fibra.		60	50	50	30
Compresión perpendicular a la fibra.		12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra.		11	9	7	6
Módulo de elasticidad (en miles)					
Medio		70	70	70	70
Mínimo		40	40	40	40

nes extensas llevadas a cabo en el Centro LACITEMA* del INREB*, éste último propone:

- a) Reglas para Calificar la Madera.
- b) Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural de Pino.

Las reglas permiten calificar y clasificar a la madera de pino mexicano de cualquier especie, con excepción del pino Ayacahuite, en tres niveles, clases o categorías de resistencia:

Clase A : Alta resistencia

Clase B : Mediana resistencia

Clase C : Baja resistencia

La clase "A" es la que permite los defectos de menores dimensiones y se emplea en estructuras significativas: armaduras con grandes claros, puentes, sistemas de piso importantes, etc.

La clase "B" tolera una mayor cantidad de defectos y corresponde a la madera de pino de mediana resistencia con aplicación en: construcciones ligeras, cimbras, obras falsas, etc.

La clase "C" en la cual no se limita el tamaño de los defectos y se destina a usos no estructurales que normalmente no requie

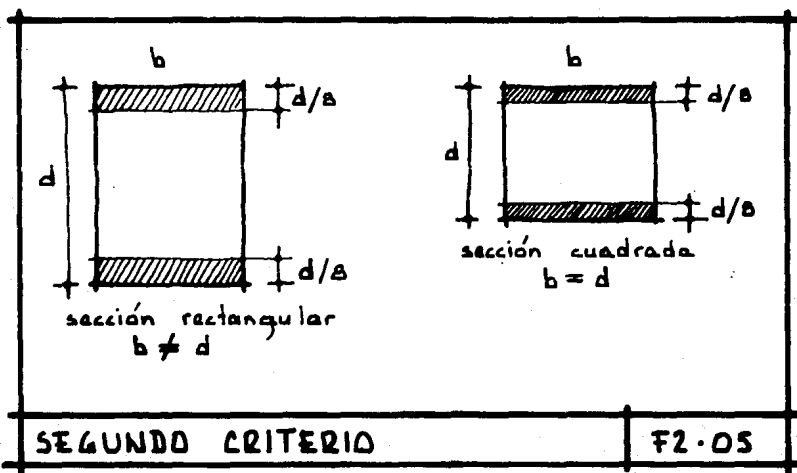
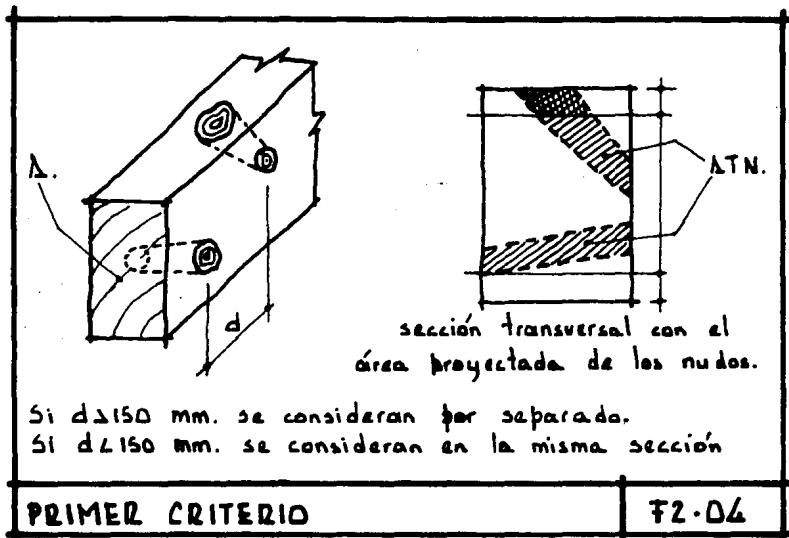
re un análisis de clasificación como empaques, formas, etc., por lo que no es considerada en las reglas.

La resistencia de la madera se basa fundamentalmente en los defectos que contiene y en los detalles de su crecimiento, así como en sus dimensiones ya que las piezas - muy peraltadas tienen una menor resistencia, por ello las reglas definen las características principales que se aceptan en - cada clase y limitan, en algunos casos, la localización de los defectos así como las dimensiones de los mismos para todos los - casos aplicando dos criterios.

El primer criterio para localizar y dimensionar defectos relaciona a lo que se define como área del nudo en la sección transversal (ATN), con el área total (A) de la misma, Fig. F2.04 (pág. 46).

El segundo criterio se refiere a los nudos que aparecen en las caras próximas a los - cantos (ANC) o sean las zonas adyacentes a la dimensión menor, con una longitud de un octavo ($1/8$) de la dimensión mayor, Fig. F2.05 (pág.46).

En ambos criterios, el área del nudo o el - área de los nudos próximos a los cantos, se refiere a el área total de o los nudos que se encuentran en todas las caras dentro de un tramo de 15 cm., sobre su eje longitudi-



nal proyectada o imaginada en un corte - - transversal.

Para determinar en cual calidad o clase de madera estructural queda una pieza, ya sea la clase "A" de alta resistencia o la clase "B" de mediana resistencia, hay que tomar en consideración todas las propiedades y características que afectan negativamente su rigidez y resistencia, así como aplicar cualquiera de las siguientes tres reglas en la sección transversal de la pieza que tiene los mayores defectos visuales - con un buen criterio.

1a. REGLA GENERAL.- Se aplica a madera de cualquier sección transversal y con un criterio sencillo pero muy conservador permiten en la madera estructural un tamaño máximo del área total del nudo (ATN) más considerable, por lo que sus esfuerzos básicos son bajos, pero si se pone el cuidado necesario para que la regla referente al tamaño máximo de nudos sobre el canto (ANC) se cumpla en la madera de clase "A", sus esfuerzos básicos pueden incrementarse hasta un 60%.

Como ya se dijo las piezas peraltadas son menos resistentes, por ello esta regla se divide en: cualquier sección y sección con anchura de 140 mm. o menos, fijando para ésta última esfuerzos básicos más altos que también pueden emplearse en piezas peralta-

das siempre y cuando se usen con la dimensión mayor de su sección transversal (ancho) en posición horizontal.

2a. REGLA ESPECIAL.- Apoyándose en una amplia información experimental se disminuye el factor de seguridad por lo que aunque aumenta el tamaño de los nudos permitidos, con esta regla se obtienen esfuerzos básicos mayores y además permite agrupar a las piezas de madera en base a las dimensiones de su sección transversal, según la Tabla T2.10 (pág.48), mejorando así su calidad estructural.

T2.10		
AGRUPAMIENTO DE PIEZAS DE MADERA, SEGUN SU SECCION TRANSVERSAL		
Pieza	Nomenclatura	Dimensiones de la Sección Transversal
Polín	P	87 x 87 mm.
Viga	V	87 x 190 mm.
Tablón	S	38 mm. de espesor y hasta 140 mm. de ancho.
Tablón	S	38 mm. de espesor y con un ancho mayor a 140 mm.

3a. REGLA INDUSTRIAL.- Son para piezas de madera muy especiales empleadas en estructuras que requieren grandes conocimientos técnicos. Sin embargo, se menciona que -

son muy sencillas y se incluye en el cuadro de resumen, Tabla T2.11 (pág. 50), en donde los esfuerzos básicos para madera de pino corresponden a madera seca, con un contenido de humedad (CH) menor al 18% y una duración normal de carga, definida como la suma de las cargas muertas y vivas de diseño actuando continuamente por diez años. Para otras condiciones de servicios y duración de carga se deben emplear los factores de modificación para obtener el esfuerzo permisible de trabajo, o sea la siguiente fórmula:

$$f = f' (K_H)(K_{DC})(K_R)(K_{TR}) \quad \text{--- E2.01}$$

donde:

- f .- Esfuerzo permisible de trabajo
- f' .- Esfuerzo básico
- (K_H) .- Factor por contenido de humedad*
- (K_{DC}) .- Factor por duración de carga*.
- (K_{TR}) .- Factor por tratamiento*
- (K_R) .- Factor por repartición de carga.*

* Resumidos en tabla T2.12 (pág. 51).

Pero en cimbras sólo es recomendable aplicar tres:

T2-11		RESUMEN DE REGLAS DE CALIFICACION Y CLASIFICACION Y ESFUERZOS DE DISEÑO PARA MADERA DE PINO DE USOS ESTRUCTURALES.										
Parte.	Tipo de Regla.	Sección Transversal.	Clase.	Regla de Calificación y Clasificación.		Esfuerzos Básicos de Diseño y Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)						
				Área Total máxima de nudos.	Tamaño Máximo de nudos sobre el canto.	f _b P	f _t P	f _c P	f _n P	f _v P	E P	E min
I	General.	Cualquier Sección Transversal	A	1/4	1/8	60	50	70	20	8	90 000	60 000
			B	1/4	Sin restricción	50	30	40	20	8	75 000	50 000
II	General.	Cualquier Sección con anchura de 140 mm o menos	A	1/4	1/8	100	60	90	20	8	100 000	65 000
			B	1/4	Sin restricción	60	40	50	20	8	30 000	55 000
III	Especial para polines y vigas.	Vigas 187 x 190 mm	VA	1/3	600 cm ² .	100	60	90	20	8	90 000	60 000
VB			1/3	1/5	60	40	50	20	8	75 000	50 000	
IV	Especial para piezas de 38 mm. de grosor.	Polinas 187 x 37 mm	FA	1/3	600 cm ² .	120	70	110	20	8	100 000	65 000
PB			1/3	1/5	70	50	60	20	8	60 000	55 000	
V	Especial para piezas de 38 mm. de grosor.	Piezas de 38 mm. de grosor 190 mm o más de anchura.	SA	1/2	600 cm ² .	100	50	90	20	8	100 000	65 000
SB			1/2	1/8	60	40	50	20	8	80 000	55 000	
VI	Especial para piezas de 38 mm. de grosor.	Piezas de 38 mm de grosor 140 mm de anchura o menos.	SA	1/2	0	120	75	115	20	8	110 000	70 000
SB			1/2	1/2	75	55	65	20	8	70 000	60 000	
VII	Industrial.	Secciones de 38 mm. de grosor. 190 y 240 mm de anchura.	AA	1/4	0	140	80	130	25	10	115 000	75 000
AB			1/4	1/8	80	50	70	25	10	90 000	60 000	
VIII	Industrial.	Pieza de 38 mm de grosor 140 y 37 mm. de anchura.	AA	1/4	0	150	100	140	25	10	120 000	80 000
			AB	1/4	1/8	100	60	90	25	10	100 000	65 000

T2.12

FACTORES DE MODIFICACION PARA LOS ESFUERZOS BASICOS

FACTOR POR CONTENIDO DE HUMEDAD (KH).

Contenido de humedad (CH)	Flexión	Cortante	Tensión	Compresión Paralela	Rigidez	Compresión Perpendicular
Seca (CH menor ó igual a 18%)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Húmeda (CH mayor de 18%)	1.0	0.85	1.0	0.8	1.0	0.45

FACTOR POR DURACION DE CARGA (KDC)

FACTOR POR REPARTICION DE CARGA (KR)

Combinación o tipo de carga		FACTOR POR REPARTICION DE CARGA (KR)	
Carga muerta	0.90	Sistemas con carga no compartida	1.00
Normal: carga muerta más carga viva	1.00	Sistema con carga compartida	1.15
Cimbra y obras falsas	1.25	FACTOR POR TRATAMIENTO (KTR)	
Carga muerta más carga viva más viento o sismo.	1.33	Tratamientos de preservación	1.00
Carga muerta más carga viva más impacto	1.60	Tratamiento con retardantes de fuego	0.90

Nota: No se deben aplicar a los dos valores del módulo de elasticidad (Ep) y (Emfn).

- a) Por contenido de humedad (KH).- Se aplica cuando el contenido de humedad es mayor al 18%, como normalmente sucede con la madera para cimbras.
- b) Por duración de carga (KDC).- En virtud de que aunque la cimbra tenga un número elevado de usos y la madera memorice cada vez que fue usada nunca acumula sus esfuerzos hasta llegar a una duración normal de carga, ya que generalmente se destruye o quema con anterioridad en las obras.
- c) Por repartición de carga (KR); cuando se presenta un sistema con carga compartida o acción solidaria, definida como una construcción compuesta de tres o más miembros esencialmente paralelos y separados 610 mm., centro a centro (c.a.c.) o menos, de tal forma arreglados o conectados, que soportan la carga actuando en conjunto como pueden ser los largueros, las madrinan y pies derechos o puntuales en las cimbras.

Por lo que para obtener el esfuerzo permisible, la ecuación E2.01 (pág. 52) se reduce a:

$$f = f' (KH) (KDC) (KR) \quad E2.01-A$$

donde ya se conoce el significado de los términos, pero al sustituir los correspondientes valores de los factores de modificación de la Tabla T2-12 (pág. 51), y de los esfuerzos básicos de diseño, Tabla -- T2.11 (pág. 50), se obtienen los esfuerzos permisibles de trabajo para cimbras, -- tabulados en la tabla T2-13 (pág. 54).

Ahora bien, para aplicar las reglas de calificación y clasificación también se deben tomar en cuenta las "Consideraciones Generales Adicionales", ver Tabla T2.14 (pág. 55) que se interpretan mejor al ver la Fig. -- F2.06 (pág. 56).

"El Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural de Pino" de LACITEMA*, recomienda seguir los pasos que a continuación se mencionan para realizar una buena clasificación:

- a) Revisar la pieza a conciencia en toda su longitud e identificar el defecto mayor que presente, en la mayoría de las piezas corresponden a los nudos.
- b) Una vez identificado el nudo más grande o nudos que se encuentren en una longitud menor de 15 cm., y que sumados proyecten un área mayor que la del nudo -- más grande en un corte transversal; revisando además el tamaño de los nudos en las zonas próximas a los cantos y midien

T2-13

ESFUERZOS PERMISIBLES DE TRABAJO PARA MADERA
DE PINO DE USOS ESTRUCTURALES
unidades Kg/cm².

Parte	Tipo de regla	Sección Transversal	Clase	Flexión	Tensión	Compresión paralela a las fi-- bras.	Compresión perpendicu lar a las fibras.	Cortante
				fbp	ftp	fcp	fnp	fvp
I	General	Cualquiera	A	115	72	81	13	10
			B	72	43	46	13	10
II		Con anchura de 140 mm. o me- nos.	A	144	86	104	13	10
			B	86	58	58	13	10
III	Especial - para polí- nes y vigas	Vigas (87 x 190 mm)	VA	144	86	104	13	10
VB			86	58	58	13	10	
IV		Polines (87 x 87 mm)	PA	173	101	127	13	10
			PV	101	72	69	13	10

NOTA: APLICABLES UNICAMENTE EN EL DISEÑO DE CIMBRAS.

T2-14

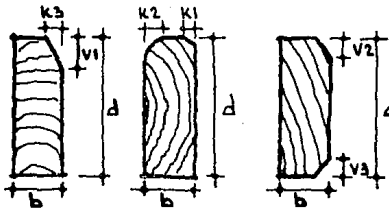
CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA CLASIFICACION VISUAL DE MADERA DE PINO PARA USO ESTRUCTURAL

CONCEPTO		CLASE "A"	CLASE "B"
1	Pendiente Máxima del hilo.	1:10	1:8
2	Gema máxima permisible	1/4 del grueso o del ancho	1/3 del grueso o del ancho
3	Ataque de insectos.	máximo: 10 agujeros en un cuadro de 6.0 x 6.0 cm. No debe haber infestación activa.	
4	Bolsas de resina.	Se consideran como si fueran nudos. Cuando la resina ocupa todo el grueso, \underline{x} se limita como las grietas y rajaduras.	
5	Grietas y rajaduras y acebolladuras	Longitud \underline{x} es menor al ancho \underline{d} de la pieza. Para la regla industrial la longitud debe ser menor a la mitad del ancho.	
6	Distorsión localizada del hilo.	En la zona adyacente al canto 1/8 de el ancho (d) como máximo. En la zona central 1/4 del ancho (d) como máximo.	
7	Pudrición	No se admite en ninguna forma.	
8	Combinación de defectos.	Cuando más de la mitad de la pieza tenga mancha azul, tenga ataque de insectos o sea sensiblemente más ligera, se clasifica como "C".	
9	Agujeros de larvas.	Se admite un tamaño máximo de 12 mm., y no más de dos en un cuadro de 6.0 x 6.0 cm.	
Defectos por secado : Máximos permisibles			
10	Acanalamiento (w)	Menos de 1 mm., por cada 50 mm., de ancho de la pieza.	
11	Arqueamiento (x) en una longitud de 2 m.	Menor de 20 mm., para madera de 38 mm., de grueso. Menor de 10 mm., para madera de 88 mm., de grueso.	
12	Encorvadura (y) en una longitud de 2 m.	Menor de 10 mm., para anchos de 88 mm. Menor de 5 mm., para anchos de 290 mm.	
13	Torcedura (z) en una longitud de 2 m.	Menos de 1.5 m. por cada 12 mm., de ancho de la pieza.	



pendiente: $\overline{BC}:\overline{AB}$

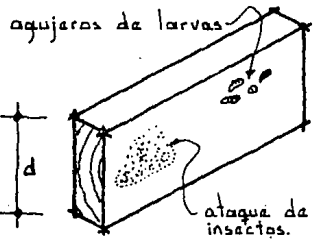
PENDIENTE DEL HILO.



$\frac{V1}{d} \text{ ó } \frac{K3}{b}$ $\frac{K2 + K1}{b}$ $\frac{V2 + V3}{d}$

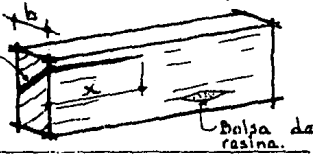
(al que sea mayor)

GEMA o ARISTA FALTANTE.

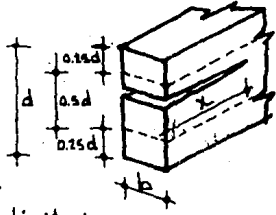


INSECTOS Y LARVAS.

Resina entra los anillos de crecimiento an toda al grueso.



BOLSAS DE RESINA.



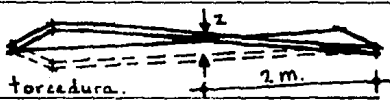
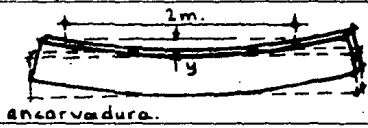
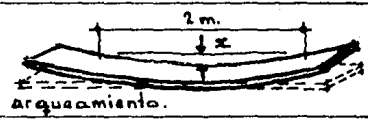
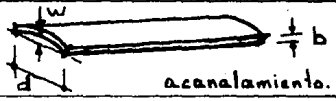
Limitaciones:

- Regla:
 General x \angle ancho (d)
 Polines. vigas x \angle ancho (d)
 90 mm. x \angle ancho (d)
 Industrial x \angle 0.5 ancho (d).
 Solo deben considerarse las que estan dentro de 0.5d.

GRIETAS Y RAJADURAS.



DISTORSION DEL HILO.



DEFECTOS POR SECCO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

F2-06

do las dimensiones de su sección transversal, se ve qué regla le corresponde.

- c) Ya determinada la regla que se le puede aplicar a la pieza se debe especificar a cual de las tres clases (A, B o C) - pertenece.
- d) Por último, ya revisada la pieza por los nudos, se deben aplicar las consideraciones generales y marcar la pieza con la clase que resulte (A, B, VA, VB, PA, PB, SA, SB, AA, BB,).

2.3.2.5 SISTEMA 5.- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MADERA (10.DICIEMBRE.1987).

Clasifica a la madera en dos tipos:

- a) Coníferas.- Según la Norma Oficial Mexicana NOM-C-239-195 "Calificación y Clasificación Visual para Madera de Pino en Usos Estructurales", se establecen dos - clases de madera estructural A y B (referencia 2).
- b) Latifoliadas.- Se subdividen en tres -- grupos, basándose en los valores de su - módulo de elasticidad, correspondiente - al quinto percentil, E0.05 para madera - seca ($C_H \leq 18 \pm 2 \%$). Además aplica la "Clasificación visual de maderas latifoliadas para Usos Estructurales" (referen

cia 3).

GRUPO	INTERVALO DE VALORES (E0.05) Kg/cm ²	
I	>	120,000
II	85,000 -	119,000
III	50,000 -	84,000

Se debe tomar en consideración que ambos tipos de madera son dimensionados según la Norma Oficial Mexicana NOM-C-224-1983 "Dimensiones de la madera aserrada para su uso en la construcción" (referencia 4). Además la Tabla T2.15 (pág.59) - proporciona los valores especificados - de resistencia y rigidez para madera: de especies coníferas, de especies latifoliadas y madera contrachapada (triplay) de especie coníferas que se debe sustituir en la ecuación E2.02 para obtener los esfuerzos permisibles.

$$f = f' (F_R) (k_n) (k_d) (k_c) (k_p) (k_{ci}) (k_r) (k_a)$$

E2.02

donde:

- f .- Esfuerzo permisible de trabajo.
- f' .- Valor especificado de resistencia o rigidez.
- F_R .- Factor de reducción de resistencia para madera maciza y -

T2-15

VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIAS, MODULO DE ELASTICIDAD
Y MODULO DE RIGIDEZ.unidades Kg/cm².

TIPO DE ESFUERZO O ACCION	NOTACION	MADERA MACIZA					MADERA CONTRACHAPADA
		CONIFERAS		LATIFOLIADAS			CONIFERAS
		CLASE		GRUPO			
		A	B	I	II	III	
1. Flexión	f'fu	170	100	300	200	100	190
2. Tensión paralela a la fibra.	f'tu	115	70	200	140	70	140
3. Tensión: fibra en las chapas exteriores perpendicular al esfuerzo (3 chapas).	f'tu	-	-	-	-	-	90
4. Compresión paralela a la fibra (1).	f'cu	120	95	220	150	80	160
5. Compresión perpendicular a la fibra (2).	f'nu	40	40	75	50	25	25
6. Cortante paralelo a la fibra (3).	f'vu	15	15	25	20	12	20
7. Cortante en el plano de las chapas.	f'ru	-	-	-	-	-	5
8. Módulo de elasticidad promedio.	Eo.50	100 000	80 000	160 000	120 000	75 000	105 000
9. Módulo de elasticidad correspondiente al quinto percentil.	Eo.05	65 000	50 000	120 000	85 000	50 000	-
10. Módulo de rigidez promedio.	Go.50	-	-	-	-	-	5 000

NOTAS: Las tres primeras se refieren a madera contrachapada y son con respecto a los nombres apropiados

- (1) Compresión en el plano de las chapas.
- (2) Compresión perpendicular al plano de las chapas.
- (3) Cortante a través del grosor.
- (4) La madera en todas las especies debe estar seca ($CH \leq 18 \pm 2\%$)

madera contrachapada. Tabla T2.16 (pág. 62).

- kh.**- Factor de modificación por -- contenido de humedad, sólo -- se aplica cuando CH 18[±] 2% Tabla T2.17 (pág. 63).
- kd.**- Factor de modificación por du ración de carga. Tabla T2.18 (pág. 64).
- kc.**- Factor de modificación por -- compartición de carga; igual a 1.15 Aplicable en sistemas formados por tres o más miembros paralelos, separados -- 61 cm., centro a centro, o me nos, dispuestos de tal manera que soporten la carga conjun tamente.
- kp.**- Factor de modificación por pe ralte.- Se aplica a seccio-- nes que tengan peralte. (d),-- menor o igual a 140 mm. Tabla T2.19 (pág. 65).
- kcl.**- Factor de modificación por -- clasificación únicamente para madera maciza de coníferas. Tabla T2.20 (pág. 65).
- kr.**- Factor de modificación por re corte.- Sólo se aplica en -- cortante y se calcula con las siguientes expresiones:

- a) Recorte en el apoyo en la cara de tensión.

$$K_r = \left(1 - \frac{dr}{d}\right)^2 \quad \text{---} \quad \text{E2.03}$$

- b) Recorte en el apoyo en la cara de compresión y

$$a_r \geq d$$

$$K_r = 1 - \frac{dr}{d} \quad \text{---} \quad \text{E2.04}$$

- c) Recorte en el apoyo en la cara de compresión, cuando:

$$a_r < d$$

$$K_r = 1 - \frac{d(a_r)}{d(d-d_r)} \quad \text{--- E2-05}$$

donde:

d_r ..Profundidad de recorte, en cm.

d ..Peralte de la sección en cm.

a_r .. Longitud del recorte medido paralelamente a la viga desde el paño interior del apoyo más cercano hasta el extremo más alejado del recorte en cm.

Como en cimbras normalmente no hay saques o recortes: $K_r = 1.0$

K_a .. Factor de modificación por tamaño de la superficie de apoyo. Tabla T2.21 (pág. 66).

Al aplicar los valores de las tablas en la expresión E2.02 (pág. 58) se obtiene el valor modificado para cimbras o sea que es el resultado de multiplicar el valor espe-

cificado correspondiente por los factores de modificación apropiados. Ver Tabla - T2.22 (pág. 67). Además éste es el único sistema que proporciona las propiedades para una sección de un metro de ancho de madera contrachapada T2.23 (pág. 68).

T2-16	FACTOR DE REDUCCION DE RESISTENCIA PARA MADERA MACIZA Y MADERA CONTRACHAPADA	
ACCION	PRODUCTO	
	MADERA MACIZA (FR)	MADERA CONTRACHAPADA (FR)
Flexión	0.8	0.8
Tensión paralela	0.7	0.7
Compresión paralela y en el plano de las chapas.	0.7	0.7
Compresión perpendicular.	0.9	0.9
Cortante paralelo, a través del espesor y en el plano de las chapas.	0.7	0.7
<p>NOTA:</p> <p>El factor de reducción de resistencia correspondiente a las uniones en estructuras de madera se tomará igual a 0.7 en todos los casos.</p>		

T2-17	FACTOR DE MODIFICACION POR CONTENIDO DE HUMEDAD (Kh)	
CONCEPTO		K _h
Madera maciza de coníferas.		
Compresión paralela a la fibra.	0.80	
Compresión perpendicular a la fibra.	0.45	
Cortante	0.85	
Madera maciza de latifoliadas		
Compresión paralela a la fibra	0.80	
Compresión perpendicular a la fibra.	0.45	
Cortante	0.85	
Módulo de elasticidad.	0.80	
Madera contrachapada		
Flexión, tensión, compresión paralela y perpendicular a la cara, cortante a través del grosor y en el plano de -- las chapas.	0.80	
Módulos de elasticidad y rigidez.	0.85	
<p data-bbox="229 987 289 1008">NOTA:</p> <p data-bbox="289 1041 671 1075">Aplicables cuando $CH \geq 18\% \pm 2\%$.</p>		

T2.18	FACTOR DE MODIFICACION POR DURACION DE CARGA	
	Condición de carga	k_d
	Carga continúa	0.90
	Carga normal: carga muerta más carga viva.	1.00
	Carga muerta más carga viva en cimbras obras falsas y techos (pendientes < 5%)	1.25
	Carga muerta más carga viva más viento o sismo, y carga muerta más carga viva en techos (pendiente \geq 5%)	1.33
	Carga muerta más carga viva más impacto.	1.60
<p>NOTA:</p> <p>(1) No se aplican a los módulos de elasticidad.</p> <p>Aplicables a madera maciza y madera contrachapada, pero no a los módulos de elasticidad.</p>		

T2-19	FACTOR DE MODIFICACION POR PERALTE	
Concepto		K _p
Flexión		1.25
Tensión y Compresión paralelas a la fibra.		1.15
Módulo de elasticidad		1.10
Todos los demás casos		1.00
NOTA: Aplicables a secciones que tengan peralte (d) menor o igual a 140 mm.		

T2-20	FACTOR DE MODIFICACION POR CLASIFICACION PARA MADERA MACIZA DE CONIFERAS	
Regla de clasificación (Según NOM-C-239-1985)		K _{c1}
I. PARA VALORES ESPECIFICADOS DE RESISTENCIA.		
Regla general (1)		0.80
Reglas especiales (2)		1.00
Regla industrial (3)		1.25
II. PARA VALORES DE MODULO DE ELASTICIDAD.		
Regla general (1)		0.90
Reglas especiales (2)		1.00
Regla industrial (3)		1.15
<p>(1) Aplicable a cualquier sección transversal especificada en la referencia 4. NOM-C-224-1983 "Dimensiones de la madera aserrada para su uso en la Construcción"</p> <p>(2) Aplicables a secciones transversales particulares: todas - las de 38 mm de grosor y las de 87 x 87 mm y 87 x 190 mm.</p> <p>(3) Aplicable a secciones transversales de 38 mm de grosor únicamente.</p>		

T2-21	FACTOR DE MODIFICACION POR TAMAÑO DE LA SUPERFICIE DE APOYO						
Longitud de apoyo o diámetro de - rondana (cm)	1.5 ó Menor	2.5	4.0	5.0	7.5	10.0	15.0 ó Más
K_a	1.80	1.40	1.25	1.20	1.15	1.10	1.00
<p>NOTA: Este factor es aplicable solamente cuando la superficie de apoyo diste por lo menos 8 cm del extremo del miembro.</p>							

T2-22

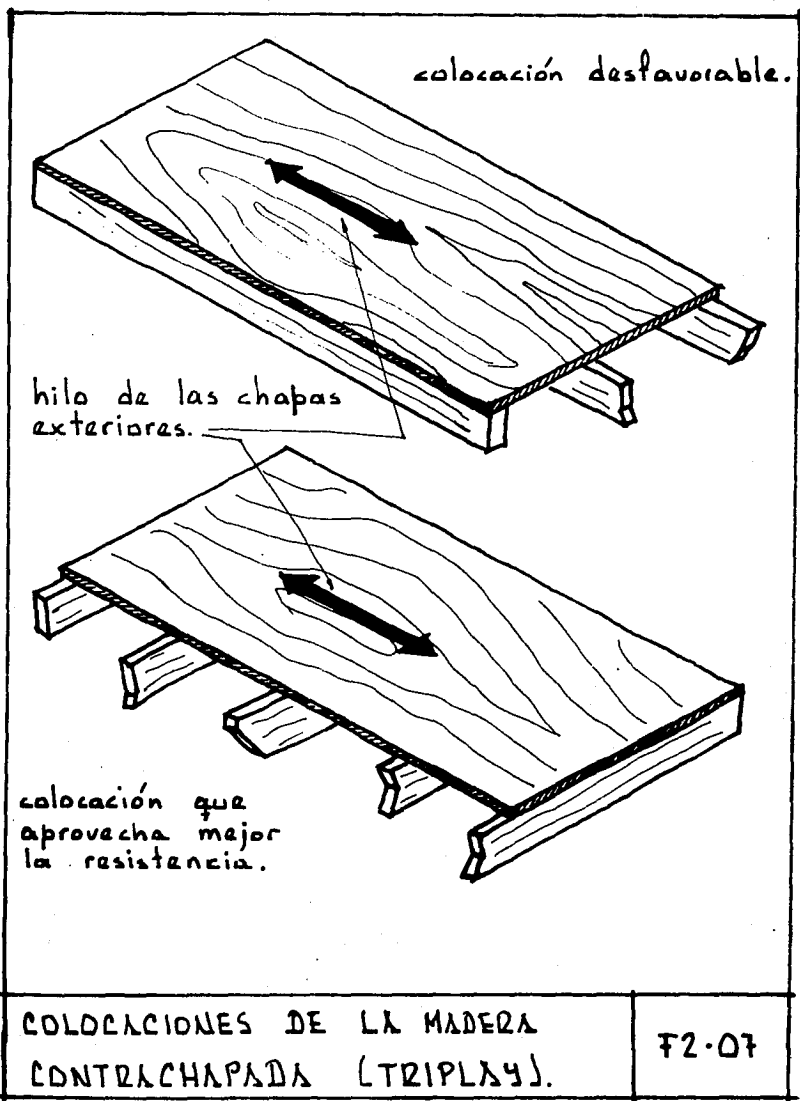
VALORES MODIFICADOS PARA CIMBRAS, MODULO DE ELASTICIDAD
Y MODULO DE RIGIDEZ
UNIDADES kg/cm²

TIPO DE ESFUERZO O ACCION	NOTACION	MADERA MACIZA					CONIFERAS MADERA CONTRACHAPADA
		CONIFERAS		LATIFOLIADAS			
		CLASE		GRUPO			
		A	B	I	II	III	
1. Flexión	f fu	170	100	300	200	100	152
2. Tensión paralela a la fibra	f tu	93	56	200	140	70	98
3. Tensión: fibra en las chapas exteriores perpendicular al esfuerzo (3 chapas)	f tu	-	-	-	-	-	63
4. Compresión paralela a la fibra (1)	f cu	77	61	142	97	52	112
5. Compresión perpendicular a la fibra (2)	f nu	16	16	30	20	10	23
6. Cortante paralelo a la fibra (3)	f vu	9	9	15	12	7	14
7. Cortante en el plano de las chapas	f ru	-	-	-	-	-	4
8. Módulo de elasticidad promedio	Eo.50	99 000	79 200	126 700	95 000	59 400	89 300
9. Módulo de elasticidad correspondiente al quinto percentil	Eo.05	64 300	49 500	95 000	67 300	39 600	-
10. Módulo de rigidez promedio	Go.50	-	-	-	-	-	5 000

NOTAS: Las tres primeras se refieren a madera contrachapada y son con respecto a los nombres apropiados

- (1) Compresión en el plano de las chapas
- (2) Compresión perpendicular al plano de las chapas
- (3) Cortante a través del grosor
- (4) La madera maciza se considera húmeda ($CH > 18 \pm 2\%$), pero la madera contrachapada seca ($CH \leq 18 \pm 2\%$)
- (5) Los factores aplicados para madera maciza son: FR, kh, kd, kp, kcl y para la contrachapada son : FR, kh, kd, según sus respectivas tablas
- (6) Para peraltes > 14 cm multiplicar los valores por el inverso de kp según la tabla respectiva
- (7) En el caso de que la condición de aplastamiento sea crítica, llevar a cabo una revisión detallada aplicando ka según tabla T2.21

T2-23		USOS DE LAS CHAPAS Y FRITESADES DE LA SECCION PARA PLACAS DE MADERA CONTRACHUADA SIN FILAS													
PROFEC NOMINAL	NUMERO DE CHAPAS	GROSOR DE LAS CHAPAS			GROSOR NETO	PROPIEDADES DE LA SECCION POR UN METRO DE ANCHO									
		CHAPAS EXTERIORES	CHAPAS TRANSVERSALES	CENTROS		CHAPAS EXTERIORES PARALELAS AL ESFUERZO					CHAPAS EXTERIORES PERPENDICULARES AL ESFUERZO				
						GROSOR EFECTIVO	AREA EFECTIVA	MODULO SECCION EFECTIVO	MOMENTO INERCIA EFECTIVO	CONSTANTE PARA COEFICIENTE DE FLEXION	GROSOR EFECTIVO	AREA EFECTIVA	MODULO SECCION EFECTIVO	MOMENTO INERCIA EFECTIVO	CONSTANTE PARA COEFICIENTE DE FLEXION
		t	t p	A I		S I	I I	$\frac{I b}{Q}$	t p	A I	S I	I I	$\frac{I b}{Q}$		
mm	mm	mm	mm	cm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ²	cm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ²		
7	2	2.18	2.54	--	8.10	0.43	42.88	8.57	3.20	56.11	0.17	17.46	1.52	0.07	--
9	2	2.18	3.18	--	8.74	0.56	55.68	12.14	5.31	63.96	0.24	23.86	2.85	0.17	--
9	5	1.59	1.59	2.54	8.10	0.49	49.26	7.44	3.02	61.17	0.24	23.86	4.19	1.03	46.32
9	5	2.12	2.12	1.59	9.27	0.50	50.26	10.85	5.03	73.77	0.24	24.46	4.91	1.24	43.34
12	2	2.18	5.35	--	11.90	0.56	55.68	20.08	11.97	94.16	0.56	55.55	15.43	2.14	--
12	5	2.54	2.54	1.59	10.95	0.59	58.76	15.55	8.52	97.20	0.43	42.86	6.77	1.99	49.72
12	5	2.54	2.12	2.54	11.66	0.68	68.26	15.96	8.83	95.19	0.24	24.46	5.52	1.98	53.94
12	5	2.18	2.12	1.59	11.29	0.72	71.56	18.81	10.72	97.11	0.24	24.46	4.91	1.24	43.34
16	5	2.54	2.18	3.97	14.61	0.82	92.58	22.75	12.26	113.18	0.56	55.66	16.88	8.05	85.63
16	5	2.54	2.97	2.54	14.75	0.68	68.26	23.53	12.37	121.23	0.71	71.46	18.43	8.92	81.71
16	5	2.18	2.97	1.59	15.08	0.72	71.56	28.47	21.49	123.15	0.71	71.46	15.17	6.63	71.85
16	5	2.18	2.18	3.18	15.08	0.87	87.46	28.81	21.76	118.12	0.56	55.60	14.56	6.37	76.75
19	5	3.97	3.97	3.97	19.05	1.11	111.16	46.29	44.11	148.86	0.71	71.46	23.59	13.11	97.29
19	7	2.54	2.54	3.18	18.26	1.06	106.16	35.96	32.76	149.86	0.68	68.26	24.23	16.94	126.92
19	7	2.54	2.18	2.54	18.90	0.94	93.66	36.71	24.70	137.56	0.87	87.46	30.55	21.12	126.97
19	7	2.18	2.54	3.18	19.54	1.19	119.26	46.25	45.20	139.41	0.68	68.26	24.23	16.94	126.92
22	5	2.54	5.56	5.56	20.95	0.99	99.46	32.74	32.26	164.61	1.63	193.26	46.31	38.37	138.62
22	5	3.18	4.76	6.25	21.43	1.19	119.16	47.50	50.91	164.24	0.97	87.26	42.06	31.71	136.66
22	7	2.18	2.54	3.97	21.12	1.35	153.96	53.62	56.64	147.31	0.68	68.26	23.53	20.95	145.47
22	7	2.54	2.97	2.54	21.27	0.94	93.66	42.34	45.05	156.57	1.11	111.16	44.08	35.70	145.58
25	5	3.18	5.35	5.35	24.61	1.19	119.16	55.92	68.83	194.30	1.19	119.06	53.85	58.28	159.16
25	7	2.54	4.76	3.18	24.92	1.36	136.46	57.23	56.24	179.13	1.35	134.86	66.90	65.50	178.91
25	7	2.18	3.97	3.18	25.83	1.19	119.26	59.72	70.70	175.86	1.11	111.16	49.19	42.98	160.21
25	7	2.18	2.18	4.76	24.62	1.51	150.36	67.86	95.35	165.51	0.87	87.46	44.65	40.79	178.80



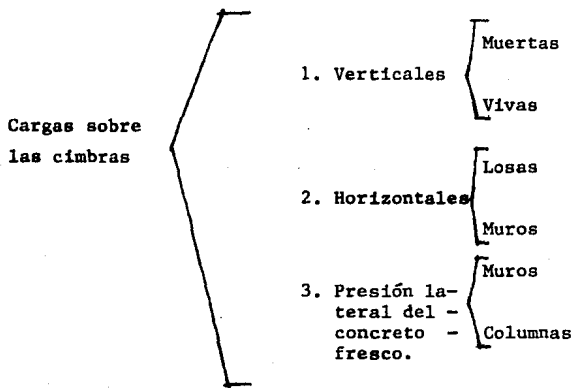
CAPITULO

3

3. CARGAS QUE INTERVIENEN EN LAS CIMBRAS

3.1 CARGAS SOBRE LAS CIMBRAS.

Hasta que las estructuras de concreto pueden auto-soportarse, las cimbras deben resistir todas las cargas actuantes - sobre ellas, como son:



3.1.1 CARGAS VERTICALES.- Son causa del peso de: los elementos estructurales y no estructurales; así como del equipo y personal, se dividen en:

3.1.1.1 CARGAS MUERTAS.- Su evaluación es en base a pesos unitarios especificados en los reglamentos y para cimbras se toman en cuenta las siguientes:

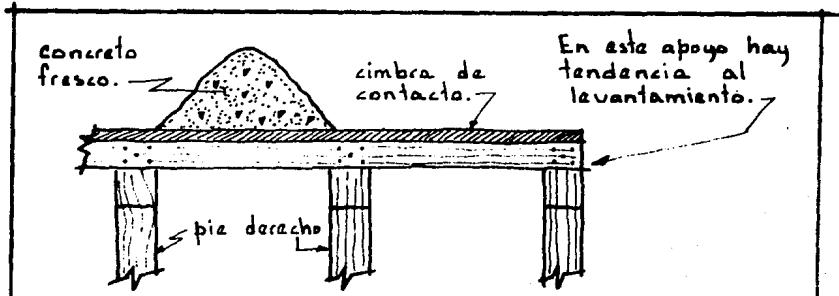
a) Peso propio de la cimbra.- Depende del tipo de estructura que se va a cimbrar, con un valor comprendido entre 15 a 75 -

kg/m².; sin embargo, suele despreciarse cuando en comparación con el peso del concreto más la carga viva es muy pequeño.

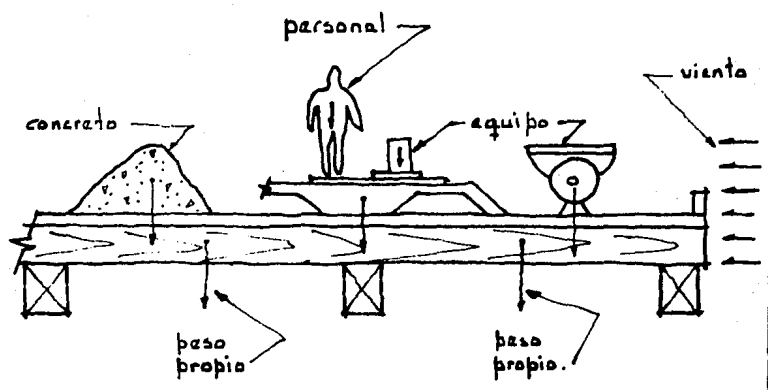
b) Peso de concreto reforzado.- Se estima entre 1,500 a 2,400 kg/m³ el primero se refiere a concretos ligeros y el último es para los normales. Pero un vibrado intenso puede casi duplicarlo sobre todo, en la zona donde se está ejecutando, por lo que al vibrar debe hacerse con cuidado.

3.1.1.2 CARGAS VIVAS.- En cimbras se incluye el peso de: trabajadores, equipo, vehículos para el transporte de materiales, tendidos diversos para la circulación, materiales almacenados temporalmente; así como las acciones dinámicas o de impacto que puedan presentarse. Además muy frecuentemente hay alternación de cargas, es decir se acumula por un instante concreto fresco sobre uno de los claros de un elemento continuo provocando un levantamiento en el siguiente apoyo por lo que el miembro continuo debe diseñarse para evitar esta tendencia a elevarse con una sujeción planeada. Si no se puede diseñar así, se debe hacer como simplemente apoyada, continúa con dos claros iguales y sólo un tramo cargado, Fig. F3.01 (pág.73).

Se observa que en las cargas vivas intervienen demasiados y diversos factores que impi



ALTERNANCIA DE CARGAS.



CARGAS VIVAS Y MUERTAS.

F3-01

den una cuantificación fácil y correcta, -- por lo tanto es preferible apoyarse en los reglamentos.

a) El comité 347 de ACI* recomienda una carga uniforme de 250 kg/m² cuando se ocupa equipo manual; si se usa equipo motorizado la carga se incrementa hasta 400 kg/m². También determina para los puntales una mínima carga uniforme total (carga muerta más carga viva) de 500 kg/m²; aunque en edificios de varios niveles es muy común apoyar los pies derechos en la losa inferior, aún cuando ésta no tenga la resistencia adecuada para soportarlos, motivando con ello un apuntalamiento en distintos pisos para evitar deformaciones o esfuerzos intolerables; pero estimar las cargas que actúan en el diseño de estos puntales, así como decidir el número de pisos que deben apuntalarse no es fácil por la cantidad de causas que intervienen y sólo se mencionan a continuación algunas de las principales:

1. la carga muerta del concreto y de la cimbra.
2. La carga viva de la construcción.
3. La resistencia del concreto en el momento de apuntalar.
4. La capacidad de carga de los sistemas de pisos.

Sin embargo el comité para estos casos

y cuando la obra requiere avanzar más rápido, recomienda que los puntales - se diseñen incrementando un cincuenta por ciento la suma de las cargas muertas más las de construcción en cada - piso.

- b) El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (versión 1976, capítulo XXXVI), especifica una carga uniforme de 100 kg/m² más una carga concentrada de - 100 kg., en el lugar más desfavorable e incluye todo lo relacionado en su capítulo XLVIII. Esta recomendación es más in - cómoda de aplicar que la anterior y sólo es conveniente emplearla si se toman las debidas precauciones para que durante el colado no se concentre material en exceso sobre alguna parte específica de la cim - bra y además cuando hay la certeza de que sobre la obra falsa no pasará equipo pesa - do, en virtud de que requieren adecuarse, con los refuerzos necesarios, las zonas, por donde transitará dicho equipo.

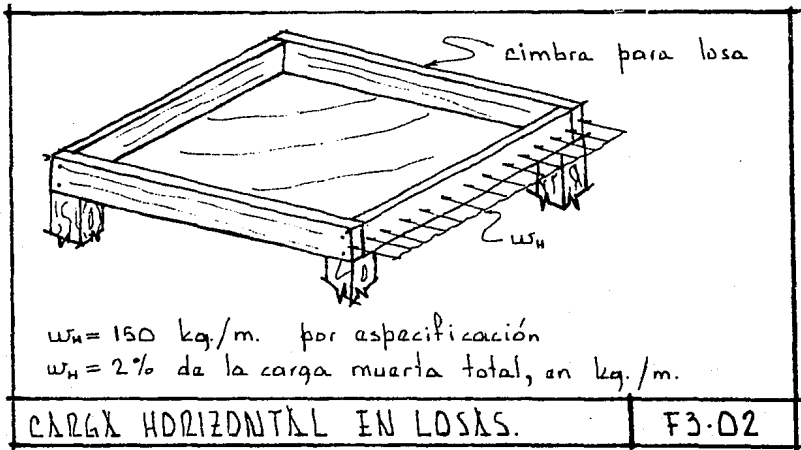
El diseñador, para decidir qué valor em - plear, debe tomar en cuenta entre otras - causas la importancia de la cimbra, las - posibles consecuencias en el caso de una falla, la supervisión que se tendrá en la obra, la capacidad de su personal, etc., aunque, en la práctica es más fácil apli - car una sola carga uniforme que incluya - las posibles cargas concentradas, como lo

recomienda el comité 347 del ACI*.

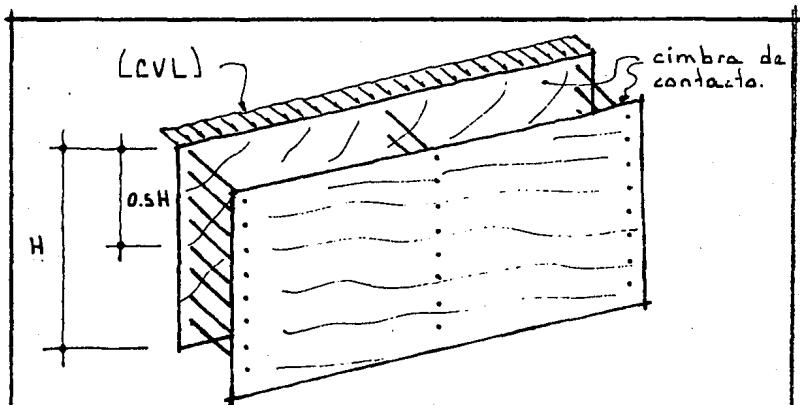
3.1.2 CARGAS HORIZONTALES.- Son causadas por: el viento, cables de tensión, movimientos horizontales del equipo, falta de "plomeo" en los soportes verticales, vaciado del concreto, etc., pero nuevamente es difícil tener información suficiente para calcularlas con exactitud por lo que el comité 347 del ACI* indicó - las siguientes cargas mínimas laterales:

3.1.2.1 PARA LOSAS.- Debe tomarse el mayor de los dos siguientes valores, aplicado como carga distribuida uniformemente, indistintamente en cualquiera de los lados de la cimbra para losa para losa, Figura F3.02.

- a) Por especificación: 150 kg/m.
- b) Dos por ciento de la carga muerta total - sobre la cimbra, en kg/m.



3.1.2.2 PARA MUROS.- Normalmente predomina la carga lateral uniformemente distribuida producida por la presión del viento pero aplicada en la parte superior del muro y respetando la expresión que está en la figura - - - (F3.03).



$$LVL = 0.5(H)(pv) \geq 150 \text{ kg./m.}$$

donde:

LVL .- Carga lateral, uniformemente distribuida, producida por la presión del viento, En ningún caso debe ser menor de 150 kg./m.

H .- Altura de la cimbra para el muro, en m.

pv .- Presión del viento, en kg./m². Si no hay datos se permite suponer una presión mínima de 50 kg./m².

EFFECTO DEL VIENTO EN MUROS.

F3-03

Sin embargo, como la presión del viento depende de la velocidad local del mismo, para su cálculo en la República Mexicana se puede emplear la expresión:

$$p_v = 0.0055 (C)(V_D)$$

Donde:

p_v = Presión del viento en kg/m².

C = Factor de empuje, sin dimensiones, pero, para cimbra de muros se puede tomar: $C = 1.43$.

$V_D = K (V_R)$.- Velocidad de diseño del viento en km/hr. Hasta una altura de 10 m; para alturas mayores consultar el manual de diseño por viento de C.F.E.*

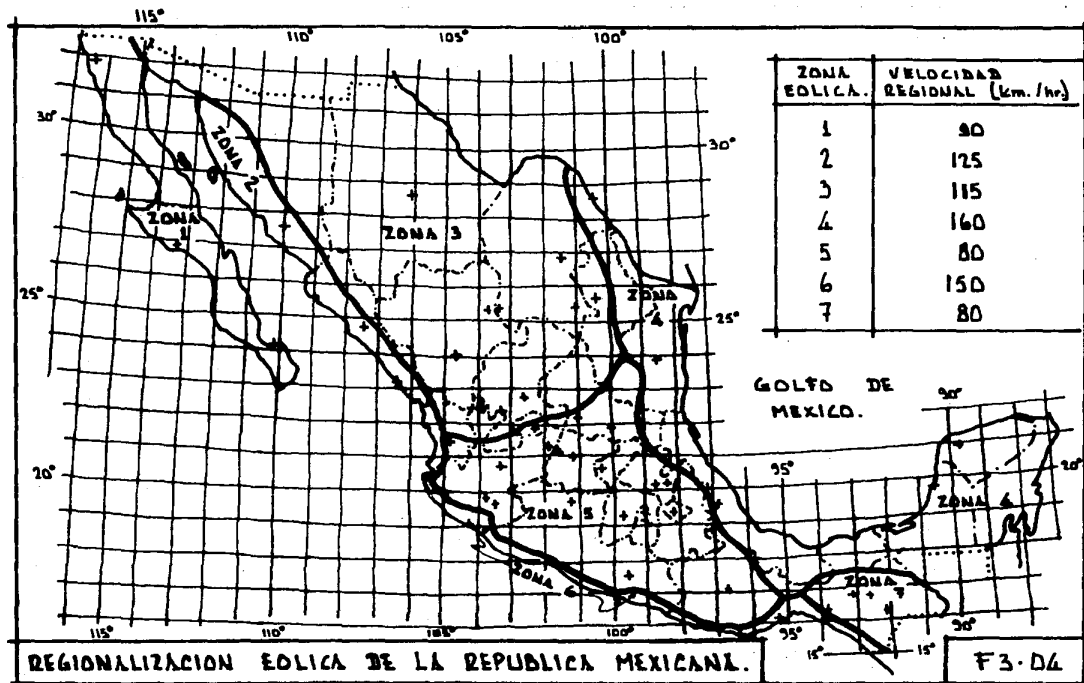
Pero (K) es un factor que depende de la topografía del lugar y su valor está especificado en la siguiente tabla:

T3.01		FACTOR DE TOPOGRAFIA	
TOPOGRAFIA		FACTOR K	
a)	Muy accidentada, como en el centro de ciudades importantes.	0.7	
b)	Zonas arboladas, lomeríos, barrios residenciales o industriales.	0.8	
c)	Campo abierto, terreno plano.	1.0	
d)	Promontorios.	1.2	

Además (VR) es la velocidad regional definida como la velocidad máxima probable en una zona o región determinada. La República Mexicana está dividida en las regiones eólicas de la Figura F3.04 (pág. 80) y en donde se especifican las velocidades regionales de cada zona para un período de recurrencia de 50 años, que se pueden emplear para el diseño de las cimbras, aunque sí existen registros confiables de vientos mayores, en la zona, éstos últimos deberán usarse para estimar la velocidad de diseño. Pero es muy conveniente revisar si los códigos locales no estipulan otra cosa.

3.1.3 PRESION LATERAL DEL CONCRETO FRESCO.- Es causada por el estado plástico del concreto, ya que al vaciarse en los moldes se comporta como un líquido de alta densidad provocando sobre la cimbra una presión perpendicular a ella, pero que se va reduciendo hasta desaparecer, a medida que el concreto fragua. Esta presión depende entre otras causas de:

- I. Peso propio del concreto.- Al considerarse como un líquido causa una presión de comportamiento similar a la del agua (hidrostática).
- II. Velocidad de colado.- Entre más rápido se efectúe un colado se provocará sobre el molde una mayor presión, ya que ésta es proporcional a la rapidez de colocación hasta un límite máximo igual a la presión hidrostática de la densidad del concreto.



III. Temperatura del medio ambiente.- El fraguado -- inicial del concreto a baja temperatura requiere de más tiempo que a temperatura alta y por lo -- tanto si no se desean presiones grandes, es muy conveniente evitar colar con poca temperatura y, aunque los límites especificados para ejecutar -- un colado van desde 5°C a 35°C, para diseño es -- más recomendable reducir el rango de 10°C a 30°C.

IV. Sistema de consolidación.- Hay dos maneras de -- consolidar dentro de la cimbra al concreto fresco, la primera manualmente con una barra (picado de varilla), y la segunda se hace con equipo (vibrador eléctrico o de combustión interna); sin -- embargo, este último procedimiento aunque es más recomendable, aumenta la presión lateral de 10 a 20% con respecto a la compactación manual. Además existen dos causas que producen presiones -- aún mayores y éstas son: el revibrado que es ca paz hasta de duplicarla y la vibración externa.

V. Otras variables.- Que intervienen en la presión lateral son: el revenimiento del concreto, la -- cantidad y la localización del acero de refuerzo, el tamaño de los agregados, el procedimiento de -- colado, la geometría y dimensiones del elemento -- por colar, etc., aunque con las prácticas usuales de colado su efecto es poco significativo.

Por los cinco puntos anteriores y considerando:

Un concreto con peso volumétrico normal de 2,400 kg/m³, un revenimiento máximo de 10 cm., así como un vibrado interno hasta una profundidad de 1.20 m; el comité 347 del ACI* proporciona las siguientes fórmulas

empíricas para calcular la presión lateral.

3.1.3.1 EN MUROS.- Tomando como base la velocidad del colado y la temperatura ambiente, el comité recomienda emplear las siguientes fórmulas:

cuando $R \leq 2.0$ m./hr.

$$L(PLC) = 730 + \frac{45000 (R)}{0.56(T) + 10} \quad E3-03$$

si $R > 2.0$ m./hr

$$L(PLC) = 730 + \frac{14000 (4.7 + R)}{0.56(T) + 10} \quad E3-04$$

Donde:

$L(PLC)$.- Presión lateral máxima en kg/m²

(R) .- Velocidad de colado en m/hr.-

Esta variable es muy difícil de cuantificar técnicamente por lo que generalmente se supone en base a la experiencia. Para muros se recomienda que no rebase el valor de 3.0 m/hr.

(T) .- Temperatura del medio ambiente, en grados centígrados (°C).

Las expresiones anteriores se tabularon en la tabla (T3.02), (pág. 83).

T3-02

**PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO ((PLC) EN KG/M2) PARA EL DISEÑO
DE CIMBRAS RELACIONADAS CON MUROS**

Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)							FORMULA TABULADA
	35	30	25	20	15	10	5	
0.20	1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306	1 433	E3.03
0.40	1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136	
0.60	1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839	
0.80	1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543	
1.00	2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246	
1.20	2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949	
1.40	2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652	
1.60	3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355	
1.80	3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058	
2.00	3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761	
2.20	3 994	4 334	4 755	5 287	5 980	6 922	8 277	E3.04
2.40	4 088	4 439	4 872	5 419	6 132	7 102	8 496	
2.60	4 183	4 543	4 988	5 551	6 284	7 281	8 714	
2.80	4 277	4 648	5 105	5 683	6 437	7 461	8 933	
3.00	4 372	4 752	5 222	5 814	6 587	7 640	9 152	

Las temperaturas ambiente promedio en la República Mexicana se encuentran en los mapas verano e invierno (F3.05 y F3.06) (pág. 85 y 86), pero, se recuerda tomar en cuenta que la menor es la crítica.

Si al calcular la presión lateral máxima del concreto, (PLC), con la fórmula anterior que corresponda el resultado rebasa cualquiera - de los dos valores que a continuación se especifican, la cimbra debe diseñarse con el - valor que resulte más bajo. Ver. tabla T3.02,

$$[PLC] \leq 10\ 000 \text{ kg./m}^2.$$

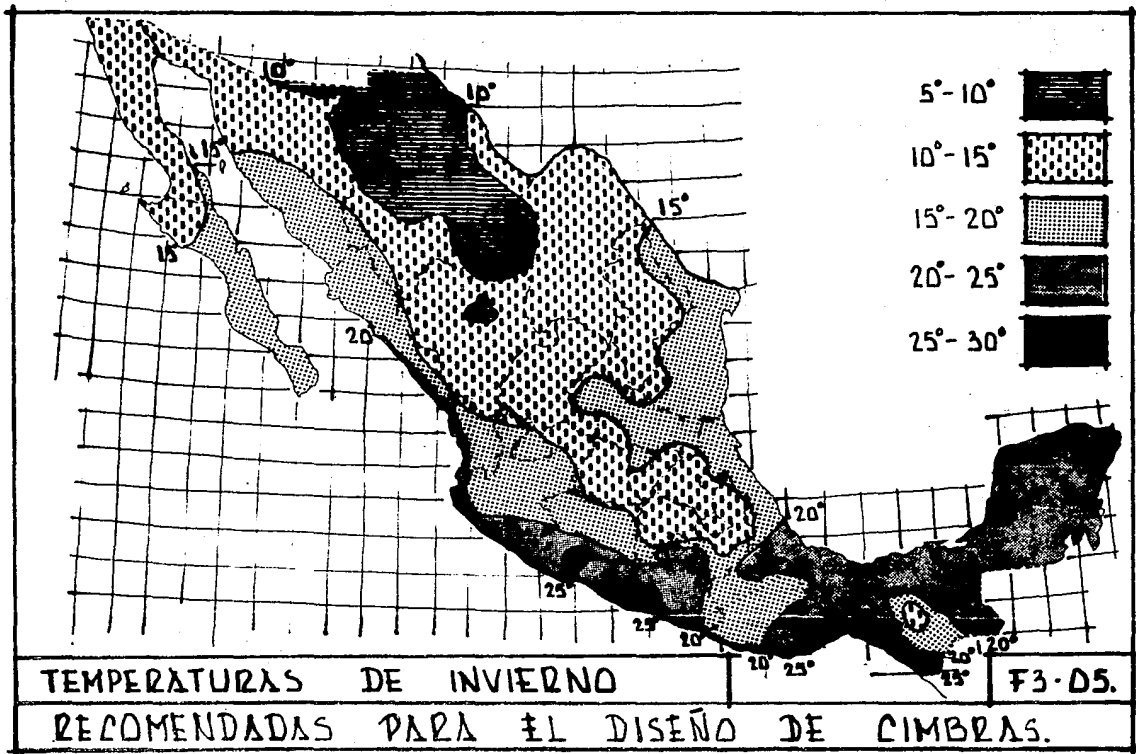
$$[PLC] \leq (\gamma C) H = 2\ 400 (H), \text{ en kg./m}^2.$$

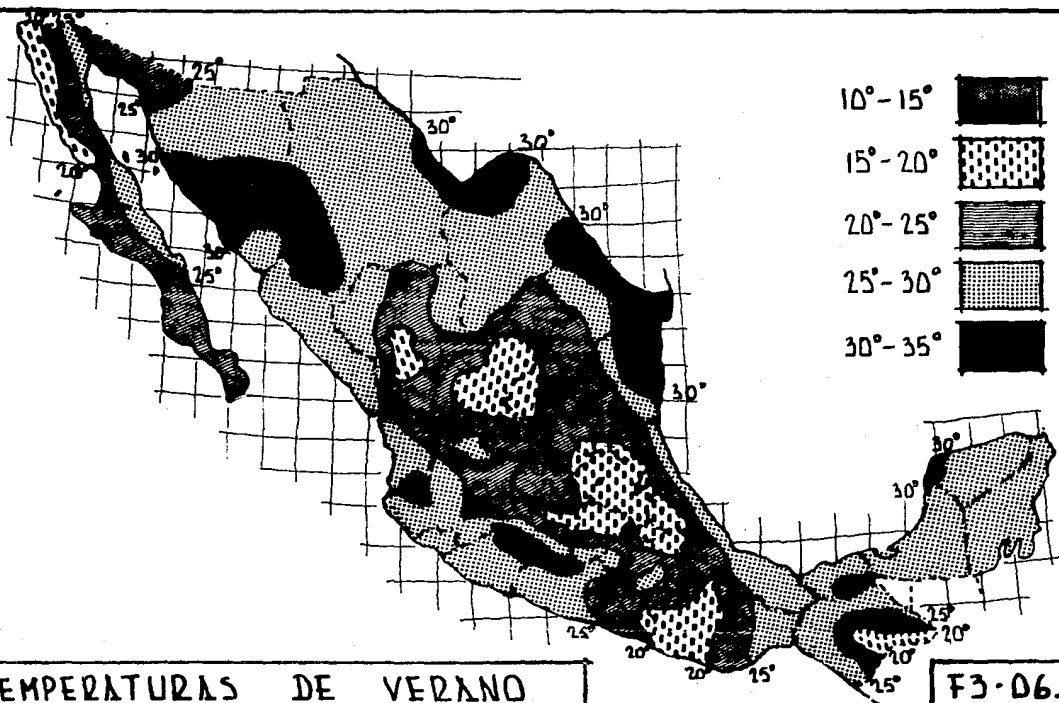
pero:

(γC) .- Peso volumétrico o densidad del concreto en kg/m³, normalmente es igual a 2,400 kg/m³.

H. - Altura del muro, en m.

3.1.3.2 EN COLUMNAS.- Por las dimensiones de las -- mismas, el colado a todo lo alto de la cim-- bra se termina en un tiempo menor al requeri-- do para el endurecimiento del concreto, oca-- sionando con ello que la presión lateral del concreto sea mayor que en los muros y por lo tanto el Comité 347 del ACI* recomienda que





TEMPERATURAS DE VERANO

F3-06.

RECOMENDADAS PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS.

se use la ecuación:

$$[PLC] = 730 + \frac{45000(R)}{0.56(T) + 10} \quad \text{E3-05}$$

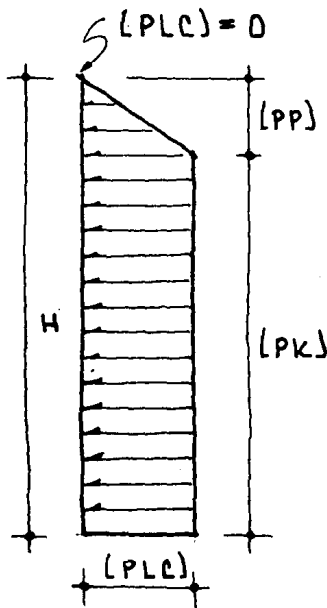
Tabulada en la tabla (T3.03) (pág.89), pero sólo se puede aplicar a columnas cuya altura no rebase los 5.50 m y la dimensión mayor de su base no sobrepase de 1.80 m., ya que si así sucediera se debe calcular empleando las ecuaciones para muros. En columnas los valores que no se pueden exceder para el diseño son:

$$[PLC] \leq 15000 \text{ kg./m}^2.$$

$$[PLC] \leq (YLC)H = 2400(H), \text{ en kg./m}^2.$$

3.1.3.3 DETERMINACION DEL PUNTO DE APLICACION DE LA MAXIMA PRESION LATERAL DEL CONCRETO FRESCO.-

Tanto en muros y columnas la profundidad en donde se presenta la máxima presión lateral del concreto fresco puede determinarse con la expresión que aparece en la figura (F3.07) (pág.88).



$$(PP) = \frac{(PLC)}{(\gamma C)} \quad \text{E3-06}$$

donde:

- (PP).- profundidad a la que se presenta la máxima presión lateral del concreto fresco, en m.
- (PLC).- presión lateral máxima, en kg./m².
- (γC).- densidad del concreto, en kg./m³.
- (H).- altura del muro o columna, en m.
- (PK).- tramo donde la presión lateral es constante.

PROFUNDIDAD DE LA PRESION LATERAL E3-07

T3·D3		PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO (PLC) EN Kg/m ² PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS RELACIONADAS CON COLUMNAS						
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)	35	30	25	20	15	10	5
	0.20		1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306
0.40		1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136
0.60		1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839
0.80		1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543
1.00		2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246
1.20		2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949
1.40		2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652
1.60		3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355
1.80		3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058
2.00		3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761
2.20		4 075	4 426	4 855	5 400	6 110	7 076	8 464
2.40		4 379	4 762	5 230	5 824	6 599	7 653	9 167
2.60		4 683	5 098	5 605	6 249	7 088	8 230	9 870
2.80		4 986	5 434	5 980	6 673	7 577	8 807	10 573
3.00		5 291	5 776	6 355	7 098	8 066	9 384	11 276
3.20		5 595	6 106	6 730	7 522	8 555	9 961	11 979
3.40		5 899	6 442	7 105	7 947	9 044	10 538	12 682
3.60		6 203	6 778	7 480	8 371	9 533	11 115	13 385
3.80		6 507	7 114	7 855	8 796	10 022	11 692	14 088
4.00		6 811	7 450	8 230	9 220	10 511	12 269	14 791
4.20		7 115	7 786	8 605	9 645	11 000	12 846	15 494
4.40		7 419	8 122	8 980	10 069	11 489	13 423	*
4.60		7 723	8 458	9 355	10 494	11 978	14 000	
4.80		8 027	8 794	9 730	10 918	12 467	14 577	
5.00		8 331	9 130	10 105	11 343	12 956	15 154	
5.20		8 635	9 466	10 480	11 767	13 445	*	
5.40		8 939	9 802	10 855	12 192	13 934		
5.60		9 243	10 138	11 230	12 616	14 423		

NOTAS:

A partir de estos valores se rebasa el límite de 15,000 kg./m².,
que es la primera condición del inciso 3.1.3.2.

Además no se tabuló para mayor velocidad de colado porque la fórmula
E3.05 solo es aplicable a columnas que no excedan una altura de
5.50 m.

CAPITULO

4

4. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE UNA CIMBRA

4.1 GENERALIDADES

Usualmente al diseñar los miembros o elementos de una cimbra y debido a que normalmente se utiliza la madera de la localidad donde se ejecuta la obra, se conoce la sección transversal o medidas nominales de los mismos, quedando como problema principal del diseño de cimbras la determinación del claro, espaciamiento o separación de sus componentes como son largueros, madrinas, puntales o pies derechos, etc.

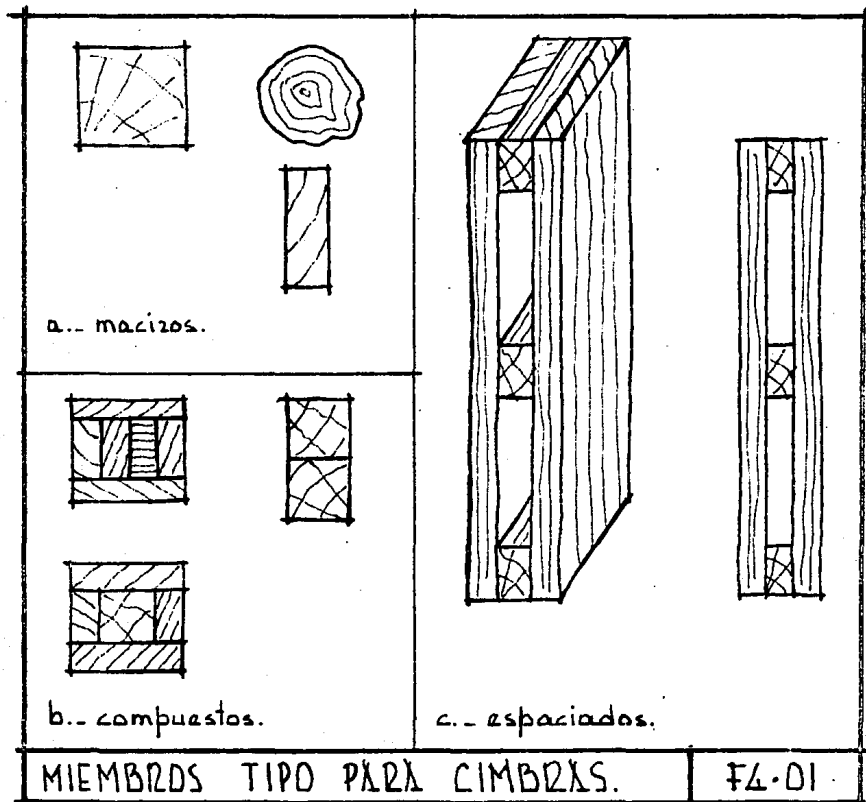
El claro (espaciamiento), en el caso de vigas libremente apoyadas y en el tramo extremo de vigas continuas, se debe considerar desde el punto medio del área requerida de apoyo en función de los esfuerzos de aplastamiento. Cuando se trata de tramos interiores en vigas continuas la separación (espaciamiento) se mide entre los centros de los apoyos.

Es importante hacer dos observaciones:

Primera.- Los elementos o miembros para cimbras se pueden clasificar en:

- a) Macizos.- Aquellos que están constituidos de una sola pieza, son los más empleados.
- b) Compuestos.- Formados con varias piezas, cara con cara, cuyos ejes longitudinales están dispuestos, paralelamente y conectados mediante elementos de unión (clavos, tornillos, fleje, etc.). También se llegan a usar.
- c) Espaciados.- Son los constituidos por dos o más piezas macizas separadas por bloques de madera y ligados también

por elementos de unión o conectores. Muy poco ocupados en la práctica.



Segunda.- Idealmente al diseñar se consideran las propiedades geométricas de las piezas correspondientes a las dimensiones que éstas tendrán en las condiciones de uso, o sea que se deben tomar en cuenta las diferencias que hay entre las dimensiones nominales y las dimensiones efectivas y finales, haciendo en su oportunidad y previamente las reducciones recomendadas por las normas, ver Tabla T4.01 (pág. 93). y tabuladas en la tabla T7.01 (pág. 239).

T4-D1

REDUCCIONES RECOMENDADAS
PARA OBTENER DIMENSIONES
EFECTIVAS

TIPO DE MADERA	DIMENSIONES NOMINALES		REDUCCION RECOMENDADA r	
	mm.	pulg.	mm.	pulg.
Verde aserrada, con un contenido de humedad bajo y con la superficie cepillada.	Hasta - 25.4	Hasta - 1"	4.8	3/16"
	25.4 - 31.8	1" - 1 1/4"	5.6	7/32"
	31.8 - 50.8	1 1/4" - 2"	6.3	1/4"
	50.8 - 101.6	2" - 4"	9.5	3/8"
	101.6 - 152.4	4" - 6"	12.7	1/2"
	152.4 - Adelante	6" - Adelante	19.0	3/4"
Triplay	De cualquier espesor		2.8	7/64"

NOTAS:

En los límites se recomienda aplicar la reducción mínima, por ejemplo:

para 2" (50.8 mm) la reducción recomendada es: $r = 6.3$ mm. y no 9.5 mm.

para 4" (101.6 mm) la reducción recomienda es: $r = 9.5$ mm. y no 12.7 mm.

4.2 ESFUERZOS O ACCIONES QUE SE CONSIDERAN EN EL DISEÑO DE CIMBRAS

Recordando que en diseño de cimbras el problema básico es - determinar la separación o espaciamiento de los elementos, - en cada esfuerzo o acción que se analice puede procederse - como se hará a continuación, aunque como ejemplo sólo se de sarrollarán los dos casos típicos más frecuentes: (Caso 1), (Caso 4), de la figura (F4.02), pero el procedimiento es el mismo para todos los casos que se presenten.

4.2.1 FLEXION

El diseño por flexión se hace con las fórmulas de Resistencia de Materiales:

$$f_{bp} = \frac{M}{I} y \quad \text{E4.01}$$

$$\text{Módulo de sección: } S = \frac{I}{c} \quad \text{E4.02}$$

$$\text{Haciendo: } y = c$$

Sustituyendo en (E4.02) y despejando:

$$S = \frac{I}{y} \quad y = \frac{I}{S}$$

Sustituyendo en (E4.01):

$$f_{bp} = \frac{M}{I} \left(\frac{I}{S} \right) = \frac{M}{S} \quad \text{E4.03}$$

Además, el momento de Inercia de una sección rectangular:

$$I = \frac{1}{12} (b)(d)^3$$

la distancia a las fibras extremas:

$$c = \frac{d}{2}$$

Sustituyendo en (E4.02) los valores anteriores:

$$S = \frac{\frac{1}{12} (b)(d)^3}{\frac{d}{2}} = \frac{b(d)^2}{6} \quad \text{E4.04}$$

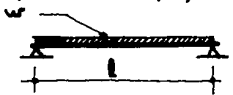


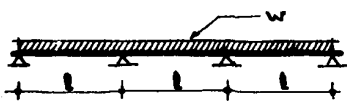
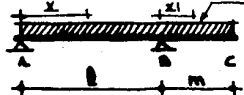
donde:

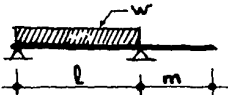

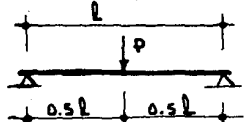
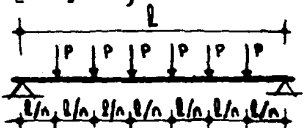
S. - Módulo de sección de una sección rectangular, cm³.

b. - Grueso o espesor, cm.

d. - Peralte o ancho o altura, cm.

Los esfuerzos calculados con las fórmulas (E4.01) y (E4.03) deben ser inferiores a los permisibles, sin embargo, el momento flexionante máximo para la viga apoyada simplemente y con carga uniforme distribuida (caso 1) (F4.02) es:

FORMULAS PARA VIGAS CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA (w).	MOMENTO FLEXIONANTE.	DEFLEXION.	FUERZA CORTANTE.
	M A X I M O S .		
	(M máx.)	(Δ máx.)	(V máx.)
	kg-cm.	cm.	kg.
1. Simplemente apoyada. 	$\frac{w \cdot l^2}{8}$	$\left(\frac{5}{384}\right) \cdot \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$	$\frac{w \cdot l}{2}$
2. En voladizo. 	$\frac{w \cdot l^2}{2}$	$\left(\frac{1}{8}\right) \cdot \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$	$w \cdot l$
3. Continua de dos claros iguales. 	$\frac{w \cdot l^2}{8}$	$\left(\frac{1}{185}\right) \cdot \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$	$\left(\frac{5}{8}\right) \cdot w \cdot l$
4. Continua de tres o más claros. 	$\frac{w \cdot l^2}{10}$	$\left(\frac{1}{145}\right) \cdot \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$	$(0.6) \cdot w \cdot l$
5. Apoyada con un extremo en voladizo. con carga. 	$\frac{w l^2 (l+m)^2}{8 E I} [l-m]^2$ cuando $x = \frac{l}{2} \left[1 - \frac{m^2}{l^2}\right]$		$\frac{w}{2l} (l^2 + m^2)$ en el punto B.
OBSERVACIONES: 1a. Conviene aplicar las fórmulas con las siguientes unidades: longitudes (L) _____ cm. momento de Inercia (I) _____ cm. ⁴ módulo de Elasticidad (E) _____ kg/cm. ² cargas uniformes (w) _____ kg/cm.		es conveniente convertirla: si dan kg/m. dividir entre 100; si son ton/m. multiplicar por 10 y en ambos casos se obtiene kg/cm. 2a. VIGA CONTINUA es aquella que descansa en más de dos apoyos, o tiene un voladizo	
CASOS TÍPICOS EN EL DISEÑO DE CIMBRAS.			F4-02

FORMULAS PARA VIGAS CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA (w) Y CON CARGAS CONCENTRADAS (P).	MOMENTO FLEXIONANTE.	DEFLEXION.	FUERZA. CORTANTE.
	M A X I M O S.		
	(M máx.)	(Δ máx.)	(V máx.)
	kg-cm.	cm.	kg
6.- Apoyada con un extremo en voladizo sin carga. 	$\frac{w \cdot l^2}{8}$	$\left(\frac{5}{384}\right) \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$	$\frac{w \cdot l}{2}$
7.- Continua de dos claros iguales. Solo un tramo cargado. 	$\left(\frac{49}{512}\right) w \cdot l$ cuando: $x = \frac{7}{16} l$	$(0.0092) \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$	$\frac{9}{16} w \cdot l$
8.- Simplemente apoyada con carga al centro. 	$\frac{P \cdot l}{4}$	$\frac{P \cdot l^3}{(48) E \cdot I}$	$\frac{P}{2}$
9.- Simplemente apoyada con (n-1) cargas. 	si (n) es impar: $\frac{[(n)^2 - 1] \cdot P \cdot l}{8 \cdot n}$ si (n) es par: $\frac{n \cdot P \cdot l}{8}$	si (n) es impar $\frac{P \cdot l}{192 E \cdot I} \left[n - \frac{1}{n} \right] \left[2 - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) \right]$ si (n) es par: $\frac{P \cdot l}{192 E \cdot I} \left[n \right] \left[2 - \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{n^2} \right) \right]$	$(n-1) \frac{P}{2}$
OBSERVACIONES: Aa. Conviene que las unidades para las cargas concentradas sean: kg.			
CASOS TÍPICOS EN EL DISEÑO DE CIMBRAS.			FL-02

$$M_{\max} = \frac{w \cdot l^2}{8} \quad \text{E4.05}$$

Además de (E4.03) el momento permisible es:

$$M_{\text{per}} = f_{bb} \cdot S \quad \text{E4.06}$$

Igualando y despejando (E4.05), (E4.06)

$$\frac{w \cdot l^2}{8} = f_{bb} \cdot S$$

$$l = LB = 2.83 \sqrt{\frac{f_{bb} \cdot S}{w}} \quad \text{E4.07}$$

Donde:

LB.- Claro permitido por flexión, en cm.

f_{bb} .- Esfuerzo permisible en flexión, en kg/cm.

S.- Módulo de sección efectivo, en cm³.

w.- Carga uniformemente distribuida, en kg/cm.

Similarmente una viga continua de tres o más claros - y con carga uniforme distribuida (caso 4) (F4.02) tiene un momento máximo de:

$$M_{\text{máx}} = \frac{w \cdot l^2}{10} \quad \text{E4.08}$$

Igualando con (E4.06) y despejando:

$$\frac{w \cdot l^2}{10} = f_{bp} \cdot S$$

$$l = LB = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S}{w}} \quad \text{E4.09}$$

Donde: Las literales tienen el mismo significado de de la fórmula (E4.07).

NOTA: Generalmente la acción de flexión es la que PRE DOMINA en los miembros de las cimbras sometidos a car gas transversales como: largueros, vigas, etc.

4.2.1.1 Flexo - compresión, los miembros macizos que trabajan bajo esta situación deben revisarse para que en su sección crítica se cumpla:

$$\frac{P}{A} + \frac{M_{\text{máx.}}}{S} \leq 1$$

$$\frac{P}{f_{cp} \cdot A_n} + \frac{M_{\text{máx.}}}{f_{bp} \cdot S} \leq 1 \quad \text{E4.10}$$

Donde:

P . - Fuerza axial de compresión en kg.

f_{cp} . - Esfuerzo permisible en compresión paralela a las fibras, en kg/cm².

Δn . - Area neta de la sección transversal del elemento en cm².

$M_{m\acute{a}x}$. - Momento máximo de diseño que resulta de las cargas que producen flexión, se obtiene con las formulas de la (F4.02) en base al tipo de carga y la condición de sus apoyos o de algún otro formulario, en -- kg/cm.

f_{bp} . - Esfuerzo permisible en flexión en kg/cm².

S . - Módulo de sección en cm³.

4.2.1.2 Flexo - tensión: Los miembros macizos que trabajan así, deben diseñarse de tal forma que en su sección crítica se cumpla las -- expresiones siguientes:

$$\frac{T}{\Delta n \cdot f_{tp}} + \frac{M_{m\acute{a}x}}{S \cdot f_{bp}} \leq 1$$

$$\frac{T}{f_{tp} \cdot \Delta n} + \frac{M_{m\acute{a}x}}{f_{bp} \cdot S} \leq 1 \quad \text{--- E4.11}$$

donde:

T. - Fuerza axial de tensión en kg.

f_{tp} - Esfuerzo permisible en tensión, paralela a las fibras, en kg/cm².

Los otros términos ya se explicaron en la fórmula (E4.10).

4.2.2 DEFLEXION, DEFORMACION O FLECHA

Para calcular las deflexiones se emplean también las fórmulas de Resistencia de Materiales, pero como los claros entre largueros, madrinan y puntales de las cimbras normalmente no pasan de 3.50 m y además, por el tipo de acabado requerido se especifican dos límites para las deflexiones permitidas:

- 1o. Acabado Común.- Como el elemento colado posteriormente se le aplicará un acabado final (yeso, azulejo, etc.) las tolerancias son menos severas y por lo tanto se tomará como límite para la flecha máxima permitida el que fijan las NTC* (10 diciembre.87):

$$\delta_{per.} = F_{per.} = \frac{l}{250} = 0.004 l \quad - E4.12$$

- 2o. Acabado Aparente.- Para lograr este tipo de acabado la cimbra debe ser lo suficientemente rígida para evitar hasta el máximo posible movimientos y por lo tanto, el límite para flecha -

máxima permitida que se recomienda es;

$$\delta_{per} = F_{per} = \frac{l}{1000} = 0.001 l \quad \text{--- E4.13}$$

Sin embargo, ésta puede variar de acuerdo a especificaciones de cada proyecto en particular.

La deformación máxima de una viga simplemente apoyada con carga uniformemente distribuida (caso 1) (F4.02) es:

$$\delta_{máx} = F_{máx} = \left(\frac{5}{385} \right) \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I} \quad \text{--- E4.14}$$

Para acabado común, se iguala (E4.12) con (E4.14) y despejando:

$$0.001 l = \left(\frac{5}{385} \right) \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$$

$$l = LF = 0.675 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{w}} \quad \text{--- E4.15}$$

Para acabado aparente, se iguala (E4.13) con (E4.14), haciendo operaciones y despejando:

$$0.001 l = \left(\frac{5}{385} \right) \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$$

$$l = LF = 0.425 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{w}} \quad \text{--- E4.16}$$

donde:

LF. - Espaciamiento permitido por deflexión, en cm.

E. - Módulo de elasticidad en flexión simple, en kg/cm², en cimbra se permite usar el valor medio de las tablas.

I. - Momento de Inercia, en cm⁴.

w. - Carga uniformemente distribuida en kg/cm.

Por otra parte, la flecha máxima para una viga - continua de tres o más claros y con carga uniformemente distribuida (caso 4) (F4.02) es:

$$\delta_{\text{máx}} = F_{\text{máx}} = \left(\frac{1}{145} \right) \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I} \quad \text{E4.17}$$

Para acabado aparente, ahora se igualará (E4.13) con (E4.17) y despejando.

$$0.001 l = \left(\frac{1}{145} \right) \frac{w \cdot l^4}{E \cdot I}$$

$$l = LF = 0.525 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{w}} \quad \text{E4.18}$$

para acabado común:

$$l = LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{w}} \quad \text{E4.19}$$

NOTA: Como precaución conviene REVISAR SIEMPRE por deformación o flecha.

4.2.3 FUERZA CORTANTE

Los esfuerzos cortantes se revisan con la ecuación:

$$f_v = \frac{V \cdot Q}{I \cdot b}$$

Sin embargo, el esfuerzo cortante máximo de diseño - en vigas de madera con sección rectangular, se presenta a la altura del eje neutro y es:

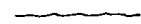
$$f_{vd} = \left(\frac{3}{2} \right) \left[\frac{V}{(bI) d} \right] \quad \text{E4.20}$$

Además la fuerza cortante (V) para una viga simplemente apoyada, con carga uniformemente distribuida - (caso 1) (F4.02) es:

$$V_{\text{máx}} = \frac{w \cdot l}{2} \quad \text{E4.21}$$

d .. Peralte nominal del elemento en cm.

w .. Carga uniformemente distribuida, en kg/cm.

f_{vp} ..  Esfuerzo cortante permisible, en kg/cm.

La fuerza cortante (V) que se presenta en una viga continua de tres o más claros y con carga uniformemente distribuida (caso 4) (F4.02) es:

$$V = 0.6 (w) l \quad \text{---} \quad \text{E4.25}$$

Sustituyendo (E4.25) en (E4.19)

$$f_{vd} = \left(\frac{3}{2} \right) \left[\frac{0.6 (w) l}{(b_1) d} \right] = 0.9 \left[\frac{w \cdot l}{(b_1) d} \right] \quad \text{---} \quad \text{E4.26}$$

Igualando (E4.26) con (E4.23) y despejando:

$$0.9 \left[\frac{w \cdot l}{(b_1) d} \right] = f_{vp}$$

$$l = LV = 1.11 \left[\frac{(b_1) d}{w} \right] f_{vp} \quad \text{---} \quad \text{E4.27}$$

Si se presentan esfuerzos cortantes horizontales las ecuaciones (E4.22) y (E4.26) se convierten respectivamente en:

$$f_{vd} = 0.75 \left[\frac{w \cdot l}{(b_1) d} \right] (l - 2d) \quad \text{E4.22.a}$$

$$f_{vd} = 0.9 \left[\frac{w \cdot l}{(b_1) d} \right] (l - 2d) \quad \text{E4.26.a}$$

NOTA: La acción de fuerza cortante puede volverse crítica cuando hay claros cortos con grandes cargas.

4.2.4 COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

Los puntales o pies derechos de las cimbras son comúnmente miembros del tipo macizos y en base a su tendencia al pandeo, que depende de la relación de esbeltez, se clasifican en miembros cortos y miembros largos según NTC*.

$$P_E = \frac{K l}{r}$$

Pero como la mayoría de los puntales de madera tienen sección cuadrada o rectangular, su relación de esbeltez se da en función de su dimensión efectiva mínima (b_1) o sea su espesor.

$$P_E = \frac{K l}{(b_1)} \quad \text{E4.2B}$$

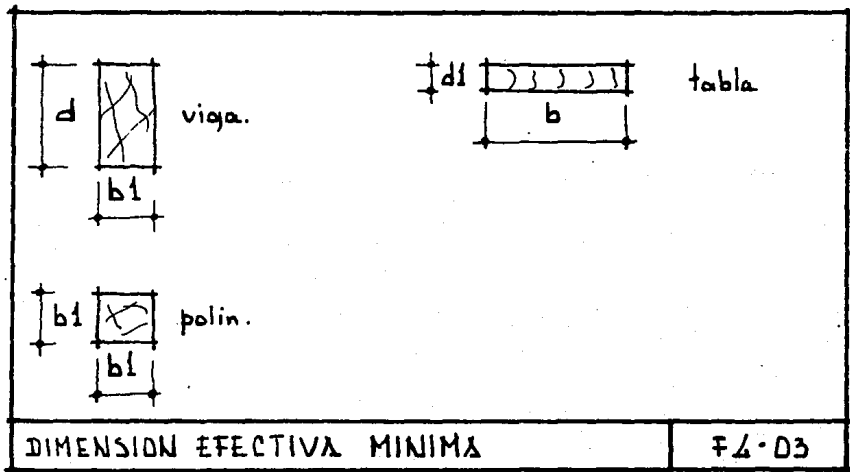
Sólo que (K) es el factor de longitud efectiva, que depende de las condiciones de apoyo en los extremos del elemento, sin embargo, para el cálculo de las -- cimbras invariablemente se considera bajo la condición de articulada en ambos extremos y restringida - al desplazamiento, por lo que su valor para dimensio namiento es la unidad ($K = 1$); quedando finalmente - la expresión de relación de esbeltez.

$$RE = \frac{l_u}{(b_1)} \quad \text{E 4.29}$$

Donde:

l_u - Longitud efectiva del elemento.

b_1 - Dimensión efectiva mínima (espesor)



4.2.4.1 MIEMBROS CORTOS.- Son aquellos en los que se desprecian los efectos del pandeo; normalmente fallan por aplastamiento y su capacidad se determina multiplicando a el área de la sección transversal del miembro por el es fuerzo permisible en compresión paralelo a las fibras f_{cp} .

Las NTC* 1977 consideran miembro corto cuando:

$$RE = \frac{R}{bl} \leq \sqrt{\frac{0.3 E}{f_{cp}}} \quad \text{E4-30}$$

4.2.4.2 MIEMBROS LARGOS.- Son los que fallan por inestabilidad, es decir por pandeo y la fórmula modificada de Euler, nos da el esfuerzo de diseño en compresión paralela a las fibras f_{cd} de un elemento que está sujeto a compresión como es el caso de los puntales en las cimbras.

$$f_{cd} = \frac{0.3 E}{\left(\frac{R}{bl}\right)^2} = \frac{0.3 E}{[RE]^2} \quad \text{E4-31}$$

Pero para revisar por esfuerzo se tiene:

$$f_{cd} = \frac{P}{A_n} \quad \text{E4-32}$$

Igualando:

$$f_{cd} = \frac{0.3 E}{\left[\frac{l}{b1} \right]^2} = \frac{0.3 E}{(RE)^2} = \frac{P}{\lambda n} \quad \text{--- E4.33}$$

Donde:

f_{cd} . - Esfuerzo de diseño en compresión paralela a las fibras, que debe emplear para dimensionar el miembro, en kg/cm².

E . - Módulo de elasticidad.- Como las cimbras normalmente están contraventeadas se puede utilizar el valor promedio que dan las tablas, en kg/cm².

P . - Fuerza normal en compresión, en kg.

λn . - Area neta o efectiva de la sección transversal, en cm².

RE . - Relación de esbeltez.

Las NTC* reconocen como miembro largo si se cumple:

$$\sqrt{\frac{0.3 E}{f_{cb}}} \leq RE = \frac{l}{b1} \leq 30 \quad \text{--- E4.34}$$

4.2.5 COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (APLASTAMIENTO)

Esta situación se presenta en los apoyos o bajo las cargas concentradas y sólo se debe revisar que el - esfuerzo obtenido de dividir la carga entre el área en que está aplicada llamado esfuerzo de diseño en compresión normal a las fibras (f_{nd}) no rebase al esfuerzo permisible en compresión normal a las fibras (f_{np}) sin embargo, las NTC* (1987) en el caso de apoyos de menos de 15 cm., de largo localizados a más de 8 cm., del extremo del elemento permiten que se incremente el esfuerzo permisible en compresión perpendicular a las fibras (f_{np}) Figura - (F4.04), de acuerdo con la siguiente tabla:

T4.02		FACTORES DE MODIFICACION POR TAMAÑO DE LA SUPERFICIE DE APOYO	
Longitud de apoyo o diámetro de la rondana, en cm.		Factor Ka	
1.5 ó menor		1.80	
2.5		1.40	
4.0		1.25	
5.0		1.20	
7.5		1.15	
10.0		1.10	
15.0 ó más		1.00	

La tabla anterior se basa en que las fibras inmediatas a la zona afectada contribuyen considerablemente a resistir la carga, ya que cuando el área está cargada, la resistencia es menor (F4.05)

NOTA: La madera resiste poco, bajo la acción de compresión perpendicular a las fibras.

4.2.6 TENSION

En cimbras se presenta esta acción solamente en el - contraventeo y para calcular la fuerza de tensión - que puede soportar un elemento de madera se emplea - la expresión:

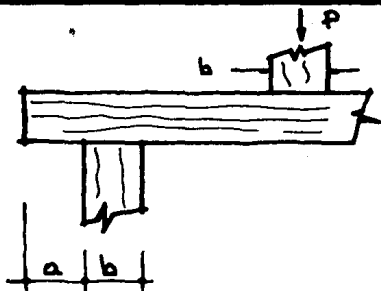
$$T = \Delta n (f_{tp}) \text{ ----- } \text{E4.55}$$

Donde:

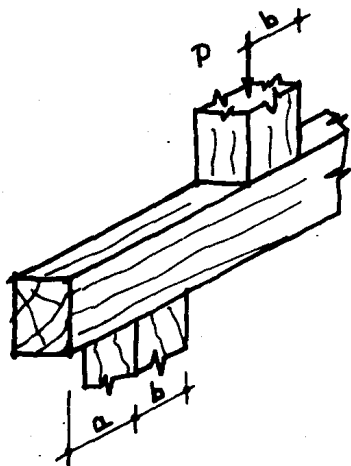
T. - Fuerza de tensión que puede soportar el - elemento, en kg.

Δn . - Area neta o efectiva de la sección del -- miembro y se define como la sección total menos las reducciones por las ranuras o - agujeros requeridos para alojar elementos de unión, en cm².

f_{tp} . - Esfuerzo permisible en tensión paralela a las fibras, en kg/cm².

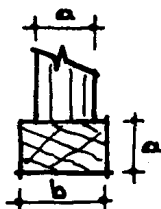
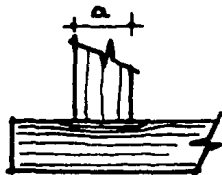


Condiciones
 $a \geq 8 \text{ cm.}$
 $b < 15 \text{ cm.}$



ESFUERZOS DE COMPRESION PERPENDICULAR
 A LAS FIBRAS (APLASTAMIENTO).

F4-04



MÁS RECOMENDABLE
 mayor resistencia,
 porque las fibras
 sobresalientes
 contribuyen.



menor resistencia,
 en virtud de que
 no existen fibras
 que contribuyen.

RESISTENCIA A LA COMPRESION NORMAL

F4-05

NOTA: Con frecuencia, las dimensiones de un miembro en tensión no están determinadas por la resistencia a tensión de la madera sino por los esfuerzos cortantes que se presentan en los detalles de conexión.

CAPITULO

5

5. ACCESORIOS Y EQUIPOS PARA CIMBRAS

5.1 ELEMENTOS DE UNION

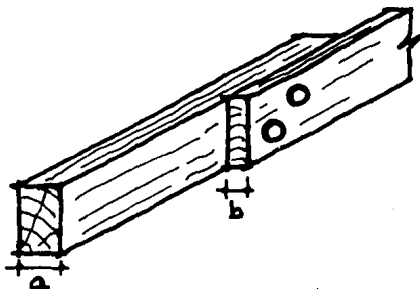
Las conexiones en las cimbras tienen dos funciones:

- a) Transmitir fuerzas de un elemento a otro, manteniendo su -- equilibrio.
- b) Sostener las deformaciones dentro de los límites previstos - para desarrollar la resistencia necesaria.

Se clasifican en:

- a) Directas.- Los elementos que la componen (pueden ser de diferente espesor) se traslapan uno sobre otro y los conectores la traspasan completamente, encargándose a la - vez de transmitir directamente la fuerza de un elemento a otro, Fig. F5.01 (pág.117).
- b) Con cachetes, placas o cartelas.- Los elementos por - unir son del mismo espesor y después de colocarlos a tope en un mismo plano se cubren con cachetes, placas o - cartelas (de triplay, madera maciza o metálicos) a una, dos o las cuatro caras, para que a través de los elementos de unión las cargas se transmitan del cachete al elemento y viceversa, Fig. F5.02 (pág. 117).

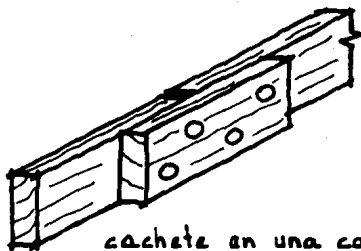
El dimensionamiento de conexiones entre madera, sobre todo para las cimbras, es difícil en virtud de que hay muy poca investigación experimental, sin embargo, para los conectores o elementos de unión como son: clavos, grapas, pernos, tornillos, pijas, - pegamentos y conectores metálicos patentados las NTC* nos dan - recomendaciones para cada uno de ellos, pero aquí se detallarán las referentes a los elementos de unión más empleados y conoci-



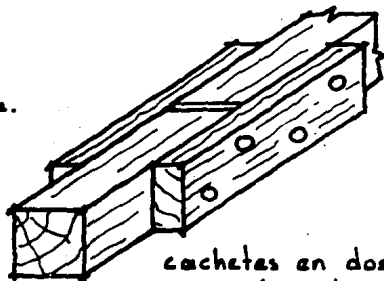
Puede ser:
 $a = b$
 $a \neq b$

UNION DIRECTA TIPO

F5-01



cachete en una cara.



cachetes en dos
 caras. (pueden
 ser en las cuatro
 caras).

UNIONES TIPO CON CACHETES.

F5-02

dos para unir dos o más piezas de madera que son los clavos, ya que su hincado o colocación es una operación fácil y por lo tanto para ejecutarla sólo se requiere equipo sencillo (martillo), así como personal poco calificado como el que normalmente se encuentra para la ejecución de las obras.

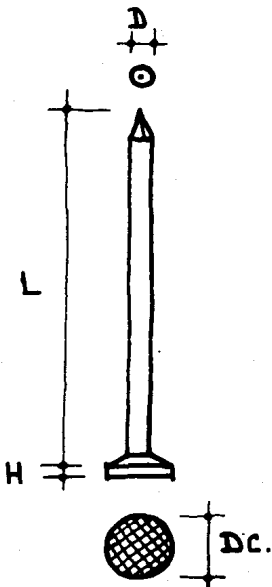
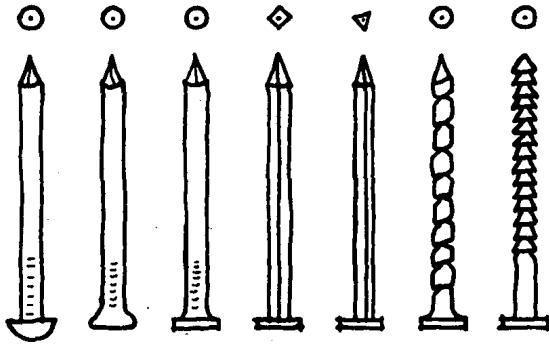
5.1.1 TIPOS DE CLAVOS Y MANERA EN QUE TRABAJAN

En México los tipos de clavos que se fabrican y se venden comercialmente se distinguen entre sí por: el tipo de cabeza, así como de la punta; la relación que hay entre su longitud y el diámetro; el material usado en su fabricación (alambre liso de acero bajo de carbono); el tratamiento de la superficie (estriás anulares ó helicoidales) y la naturaleza del acabado final (galvanizado); como se muestra en la Fig. F5.03 (página 119). Además basándose en la Norma NOM H-64-1960 "clavos cilíndricos" de la DGN* de SECOFI* se clasifican en:

- a) Comunes o Estándar con cabeza y sin cabeza.
- b) Americano con cabeza.

Sin embargo, los clavos más empleados para la elaboración de las cimbras son los: Comunes o Estándar con cabeza, sus dimensiones se dan en la tabla T5.01 (página 120) aunque las "longitudes del clavo" normalmente usadas en cimbras son: (2") 50.8 mm, (2 1/2") 63.5 mm., (3") 76.2 mm, (3 1/2") 88.9 mm. y (4") 102.0 mm.; con el comentario de que por costumbre los carpinteros de obra negra, comerciantes y en general por todos en México, los llaman o mencionan empleando la medida en pulgadas.

Por otra parte, los clavos en una unión clavada únicamente pueden trabajar y resistir fuerzas de dos maneras:



D.. diámetro del alambre.

L.. longitud del clavo.

DC.. Diámetro de la cabeza.

H.. altura de la cabeza.

TIPOS DE CLAVO.

F5-03

I) Resistencia lateral, Fig. F5.04 (pág.121).

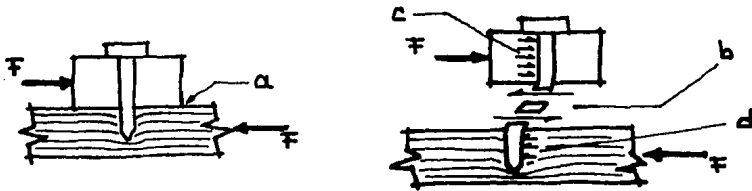
II) Resistencia a la extracción, Fig. F5.05 (pág. 121).

T5-01	DIMENSIONES DE CLAVOS "ESTANDAR" CON CABEZA EN MEXICO							
	MEDIDA COMERCIAL	DIAMETRO DEL ALAMBRE		LONGITUD DEL CLAVO		DIMENSIONES DE LA CABEZA		
		D		L		DC		H
		mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.
11-25	1.82	0.072	25.4	1	4.50	0.177	0.914	
11-30	1.82	0.072	31.8	1 1/4	4.50	0.177	0.914	
12-35	2.03	0.080	38.1	1 1/2	5.00	0.197	1.02	
14-45	2.32	0.091	44.5	1 3/4	5.77	0.228	1.16	
15-50	2.68	0.105	50.8	2	6.75	0.266	1.33	
16-65	3.06	0.120	63.5	2 1/2	7.50	0.295	1.52	
17-75	3.42	0.135	76.2	3	8.50	0.335	1.71	
19-90	4.11	0.162	88.9	3 1/2	10.30	0.406	2.06	
20-100	4.49	0.177	102.0	4	11.30	0.445	2.25	
21-115	4.49	0.177	114.0	4 1/2	11.30	0.445	2.25	
22-125	4.87	0.192	127.0	5	12.30	0.484	2.44	
22-140	4.87	0.192	140.0	5 1/2	12.30	0.484	2.44	
23-150	5.25	0.207	152.0	6	13.00	0.512	2.63	

5.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE UNIONES CLAVADAS CON MADERA MACIZA.

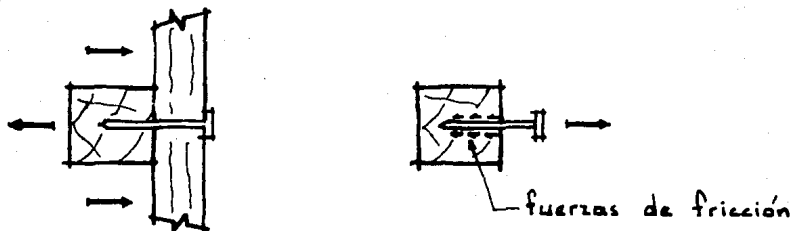
La capacidad de carga de una unión o conexión clavada es consecuencia entre otros factores:

- a) Del clavo: longitud, diámetro, forma, acabado superficial, dirección con que fue hincado y la longi



- a.- Un plano de cortante.
 b.- Esfuerzos de corte y flexión en el clavo.
 c.- Esfuerzos de aplastamiento perpendicular al sentido de la fibra.
 d.- Esfuerzos de aplastamiento paralelo al sentido de la fibra.

CLAVO TRABAJANDO BAJO FUERZA LATERAL. F5-04



CLAVO BAJO FUERZA DE EXTRACCIÓN. F5-05

tud de su penetración.

- b) De la madera: especie, peso específico, espesor de las piezas por unir, contenido de humedad en el momento del hincado como durante el tiempo que esté en servicio, el tratamiento previo y posterior recibido y la orientación entre sí de las piezas.
- c) De las cargas: dirección y rapidez de aplicación o duración.

5.1.2.1 RESISTENCIA LATERAL.

Es la forma más eficiente de trabajar los clavos, porque se aprovecha su resistencia a las fuerzas laterales independientemente de como se aplique la carga y del sentido de la fibra de la madera, en virtud de que el clavo trasmite la fuerza a través de los esfuerzos cortantes de su sección transversal y sus esfuerzos de flexión, Fig. F5.04 (pág. 121). Para obtener la capacidad de resistencia lateral de los clavos las NTC* (1987) recomiendan la siguiente expresión:

$$N_{ru} = F_R \cdot N_u \cdot n \quad \text{--- (Es-01)}$$

Donde:

N_{ru} = resistencia lateral de diseño de una unión, en kg.

F_R = Factor de reducción de resistencia
= 0.7, sin dimensiones.

N_u = Resistencia lateral modificada por -
clavo, en kg.

n = Número de clavos.

$$N_u = N'_u (J_h) J_d (J_{gc}) J_a (J_{dp}) J_p (J_{di})$$

E5-02

Donde:

N'_u = Valor especificado de resistencia la-
teral por clavo, Tabla T5.02, (pág.
125).

Factores de modificación para uniones y/o cla-
vos, con valores recomendados para cimbras y -
obtenidos de las NTC* (1987):

J_h = Por contenido de humedad = 0.67

J_d = Por duración de carga = 1.25

J_{gc} = Por grosor de piezas laterales = 0.75

J_a = Para clavos lanceros = 1.0

J_{dp} = Por doblado de la punta de los clavos
= 1.6

J_p = Para clavos hincados paralelamente a
la fibra = 0.6

J_{di} = Para clavos para diafragma = 1.0

sustituyendo en ecuación E5-02

$$N_u = N'_u (0.67)(1.25)(0.75)(1.0)(1.6)(0.6)(1.0) =$$

$$N_u = 0.603 N'_u$$

Sustituyendo valores y haciendo operaciones en (E5.01) se obtiene la expresión para aplicación directa en cimbras:

$$N_{ru} = 0.7 (0.603 N'u) n =$$

$$N_{ru} = 0.4221 (N'u) (n) \text{ ————— E5-03}$$

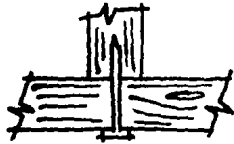
5.1.2.2 RESISTENCIA A LA EXTRACCION.

Al hincar un clavo se rompen o separan los hilos de la madera por lo que su resistencia a la extracción depende únicamente de las fuerzas de fricción paralelas a su eje longitudinal, sin embargo, cuando el clavo se coloca en forma paralela al sentido de las fibras, este tipo de resistencia se considera despreciable, por lo que se recomienda la colocación llamada: clavo lancero o sea que forme un ángulo aproximado de 30° con respecto al eje de la fibra, fig. F5.06 (pág.126). La capacidad de resistencia a la extracción (TR), según las NTC* (1987 se calcula con la ecuación:

$$TR = 0.1 (N_{ru}) \text{ ————— E5-04}$$

donde (N_{ru}) deberá ser calculada de acuerdo con la ecuación E5.03 (pág.124).

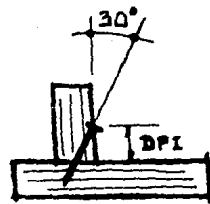
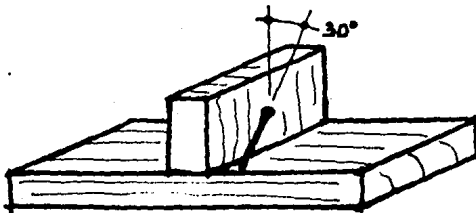
T5-D2		RESISTENCIA LATERAL ESPECIFICADA PARA CLAVOS DE ALAMBRE TIPO COMUNES O ESTANDAR				
		LONGITUD DEL CLAVO	DIAMETRO (D)	N' u		
CONIFERAS	GRUPO DE LATIFOLIADAS					
	I			II	III	
mm.	puig.	mm.	Kg. por clavo			
38.1	1 1/2	2.03	24	32	28	17
44.5	1 3/4	2.32	31	38	34	22
50.8	2	2.68	39	57	51	29
63.5	2 1/2	3.06	50	75	68	40
76.2	3	3.42	60	91	82	52
88.9	3 1/2	4.11	73	114	102	68
101.6	4	4.49	97	159	138	89
114.3	4 1/2	4.49	97	160	138	89
127.0	5	4.87	112	189	160	102
139.7	5 1/2	4.87	112	191	160	102
152.4	6	5.25	128	215	177	117



Forma INCORRECTA de clavar,
en virtud de que la resistencia
a la extracción es despreciable.
 $TR \approx 0$

Forma CORRECTA de clavar. - Se hace con un clavo
inclinado llamado "clavo lancero" cuya resistencia a la
extracción se calcula con la ecuación:

$$TR = 0.1(Nru) \quad \text{---} \quad \text{E5-D1}$$



donde:

TR.. Resistencia a la extracción de clavos lanceros, en kg.
Nru.. Resistencia lateral de diseño de una unión clavada
en kg. Se calcula con la ecuación E5-D3 (pag.)

DPI.. Distancia recomendable para hincar un clavo lancero

$$DPI = 0.33(L)$$

L.. longitud del clavo por clavar.

5.1.3 DIMENSIONAMIENTO DE UNIONES CLAVADAS CON MADERA CONTRACHAPADA (TRIPLAY).

5.1.3.1 La resistencia lateral en una unión clavada con piezas de madera contrachapada (N'_{ru}) se obtiene con la expresión de E5.03 (pág.124), pero con los valores de N'_{ru} que contiene la -- tabla T5.03 (pág. 127).

T5.03		RESISTENCIA LATERAL ESPECIFICADA PARA UNIONES CON PIEZAS LATERALES DE MADERA CONTRACHAPADA			
GRUESO DE LA MADERA CONTRACHAPADA		LONGITUD DEL CLAVO		N'ru	TIPO DE CLAVO
mm.	mm.	pulg.	kg.		
9	50.8	2	40	Común Estándar	
12 , 16	63.5	2 1/2	50		
19 , 21	72.2	3	60		

5.1.4 DIMENSIONAMIENTO DE UNIONES CLAVADAS CON MADERA MACIZA Y CONTRACHAPADA (TRIPLAY).

Este tipo de uniones es muy común en cimbras y aunque la madera contrachapada generalmente es delgada y por lo tanto no cumple con las recomendaciones de espesor; pero, por su forma de elaborarse tiene una mayor resistencia al agrietamiento o separación de las fibras que se manifiesta en un incremento de la capacidad de los clavos que se emplean en la unión, siempre y cuando haya una buena penetración del clavo en la madera maciza. Sin embargo, por falta de investigación experimental, hasta la fecha no hay datos confiables de su resistencia lateral especificada por lo que en cimbras se recomienda con

servar o incrementar un poco, a criterio o información - del diseñador, los valores de ($N'u$) especificados en la tabla T5.03 (pág.127).

5.1.5 RECOMENDACIONES GENERALES PARA UNIONES CLAVADAS.

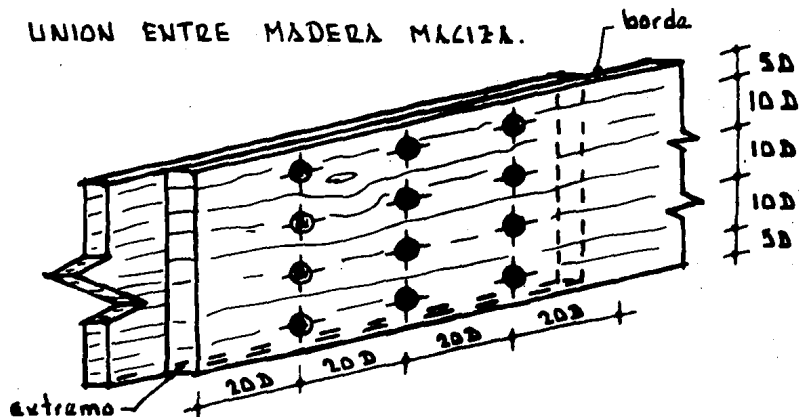
Para lograr un mejor rendimiento de la madera y los clavos las NTC* (1977) recomiendan los espaciamientos mínimos entre clavos en función de su forma en que fueron colocados y del tipo de madera empleada en la unión. Ver - tabla T5.04 (pág.129) y Figura F5.07 (pág. 130).

5.2 TIRANTES Y SEPARADORES

Los tirantes sirven para resistir el empuje del concreto fresco y en las obras se pueden hacer con alambroón, varilla, o el más empleado elaborado a base de alambres recocidos retorcidos conocido como torón, Fig. F5.09 (pág.131), todos con un esfuerzo - permisible a la tensión de 1000 kg/cm²., pero los primeros no - permiten que se tensen con facilidad y el último aunque económico presente el inconveniente de que al descimbrar normalmente - le sobresalen las puntas (barbas) y por lo mismo el acabado del concreto es muy burdo e imperfecto, que requiere más mano de obra para mejorar la apariencia al tener que efectuar el recorte de las barbas y ejecutar los resanes correspondientes. En ocasiones para obtener un mejor acabado, así como para su protección y facilidad de extracción, se protege o encamiza el tirante con un tubo que el mismo tiempo sirve de separador, impidiendo que la cimbra se junte y pierda las dimensiones requeridas - Fig. F5.09.6 (pág.131). Ahora bien los calibres de alambre - recocido y diámetros de varillas más comúnmente empleados en la elaboración de tirantes para cimbras, junto con sus características principales y capacidad a la tensión en función del número de ellos empleados en el tirante están en la Tabla T5.05 - (pág. 132).

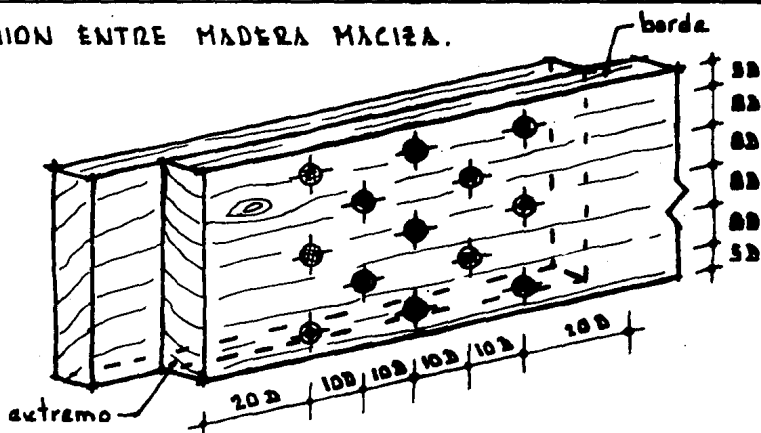
T5.04	SEPARACION MINIMA ENTRE CLAVOS		
PARA UNIONES ENTRE MADERA MACIZA	clavos colocados en:		
	alineación vertical	tresbolillo	
<ul style="list-style-type: none"> - entre hileras - al borde - al extremo - entre clavos 	<ul style="list-style-type: none"> 10 D 5 D 20 D 20 D 	<ul style="list-style-type: none"> 8 D 5 D 20 D 10 D 	
PARA UNIONES ENTRE MADERA MACIZA Y MADERA CONTRACHAPADA			
<ul style="list-style-type: none"> - entre clavos - al borde - al extremo - penetración 	<ul style="list-style-type: none"> 0.5 L 0.2 L 0.25 L 0.5 L 	<ul style="list-style-type: none"> 6 (1 cm.) 	
<p>NOTAS:</p> <p style="margin-left: 40px;">D.- diámetro del clavo</p> <p style="margin-left: 40px;">L.- longitud del clavo</p> <p style="margin-left: 40px;">* para una mejor comprensión ver las figuras F5.07 y F5.08.</p>			

UNION ENTRE MADERA MACIZA.



1. Caso.- Clavos alineados verticalmente.

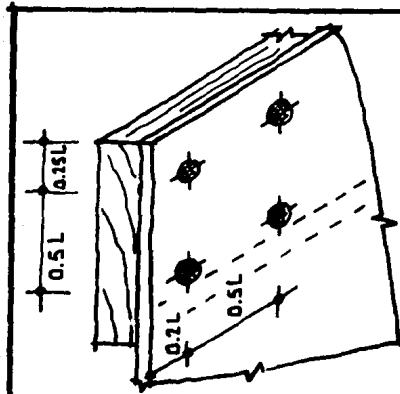
UNION ENTRE MADERA MACIZA.



2. Caso.- Clavos en tresbolillo..

NOTA: en ambos casos D.. diámetro del clavo..

ESPACIAMIENTOS MINIMOS PARA CLAVOS | fig. F5-07

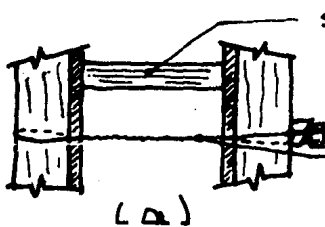


UNION ENTRE MADERA
MACIZA Y MADERA
CONTRACHAPADA
(TRIPLA).

L.. longitud del
clavo.

ESPACIAMIENTO MINIMO PARA CLAVOS.

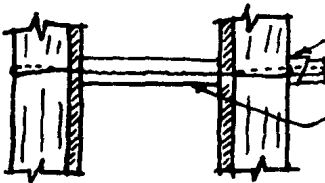
F5-08



separador de madera u otro
material que se puede
retirar al subir el concreto.

tirante o torón que queda
ahogado en el concreto.

(a)



cuña de madera.

tubo o camisa que queda
ahogado, pero sirve como
separador y facilita la
extracción del tirante o
torón.

(b)

El tirante se puede hacer con alambres torcidos.

TIRANTES Y SEPARADORES SIMPLES

F5-09

T5-05

CARACTERISTICAS Y CAPACIDAD A LA TENSION DE
LOS TIRANTES O TORONES

Calibre	Diámetro	Area	Peso	Capacidad a la tensión según el No. de alambres o varilla del torón									
				No.	cm.	cm ² .	Kg./m	1	2	3	4	5	6
alambre				kg.									
16	0.159	0.0198	0.0154	19.8	39.6	59.4	79.2	99.0	118.8	138.6	158.4	178.2	198.0
18	0.121	0.0115	0.0089	11.5	23.0	34.5	46.0	57.5	69.0	80.5	92.0	103.5	115.0
varilla													
2	0.64	0.3217	0.251	321.7	643.4	965.1	1286.8	1608.5	1930.2	2251.9	2573.6	2895.3	3217.0
2.5	0.79	0.4902	0.384	490.2	980.4	1470.6	1960.8	2451.0	2941.2	3431.4	3921.6		
3	0.95	0.7088	0.557	708.8	1417.6	2126.4	2835.2	3544.0					
4	1.27	1.2668	0.996	1266.8	2533.6	3800.4							

NOTAS:

1. Los diámetros de los alambres son con el calibrador de la "American Steel & Wire Co." (AS&W).
2. Los diámetros de las varillas son según "Manual de Construcción en Acero" del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A. C.

Sin embargo en la actualidad se consiguen elementos fabricados en dos modelos, que cumplen con las funciones de tirante y separador, figura F5.10 (pág. 134):

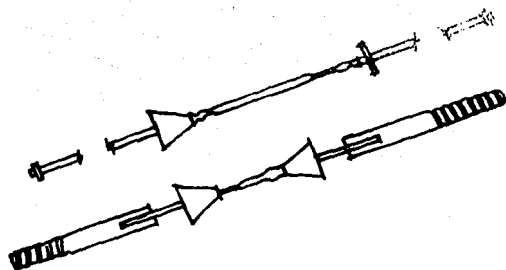
I) Contínuos.- Donde el elemento a tensión es de una pieza y pueden retirarse completamente o sólo los extremos al trozarlos en la muesca por medio de dobleces contínuos, quedando el centro dentro del concreto; para su tensado se pueden emplear cuñas o tuercas rondanas, Fig. F5.10 (pág. 135).

II) Roscados o desmontables.- A través de rosca se separan las puntas, permaneciendo la parte media también ahogada; su tensado es normalmente con tuercas rondanas, Fig. F5.10 (pág. 136).

Ambos tipos están diseñados para proporcionar las siguientes ventajas:

- Controlan los espesores o dimensiones geométricas.
- Tienen una capacidad a la tensión uniforme, variando desde 500 hasta 20 000 kg, indicada por el vendedor.
- Evitan la fuga de lechada con un cono plástico que cubre la perforación en la cimbra.
- No dejan barbas y la marca por resanar es tan uniforme (cónica) que permite su integración al acabado arquitectónico.
- Otorgan un mayor número de usos por tablero, con una calidad mejor en el acabado.
- La colocación y el retiro de la cimbra son más sencillos y consecuentemente hay ahorros en la mano de obra.
- Permiten reforzar la impermeabilidad, al facilitar que se les coloque en el centro una rondana de neopreno u otro material como el acero, pero esta última soldada en su totalidad alrededor de la parte central del tensor.

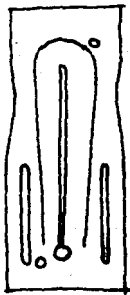
TIRANTES:



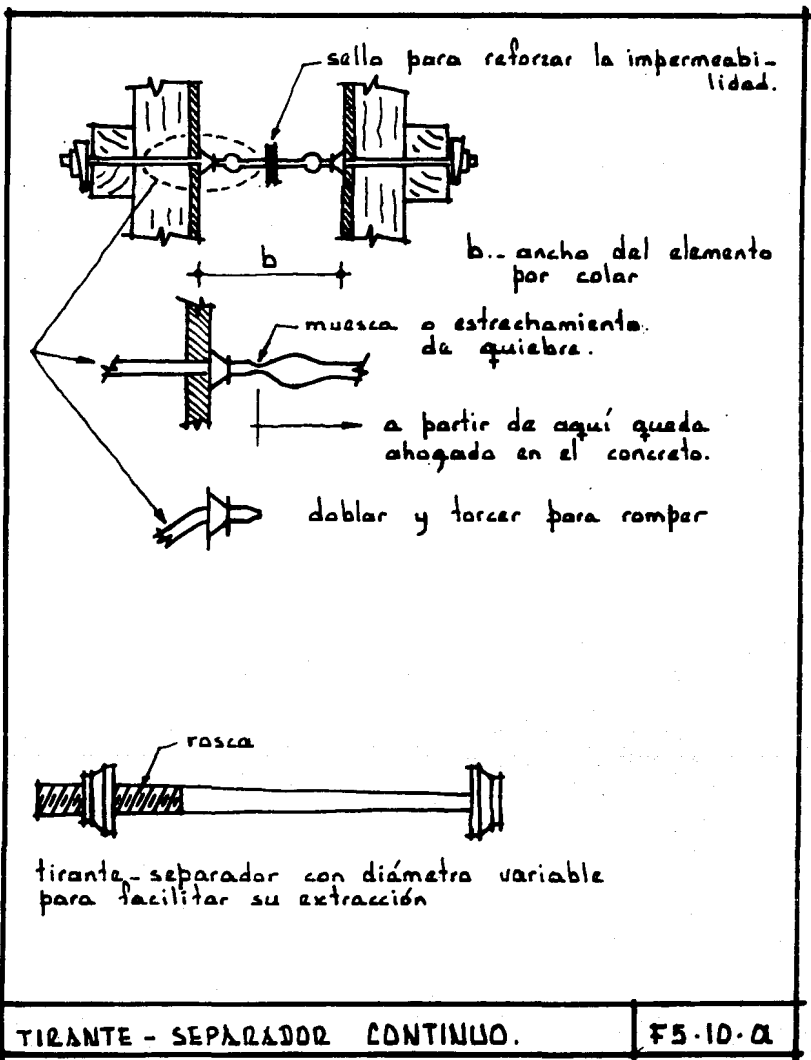
con cono y
rondana.

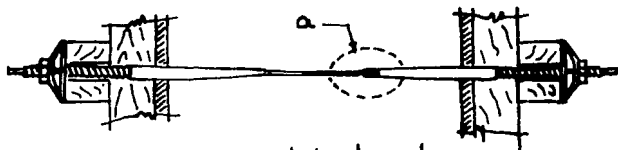
roscado.

CUÑA

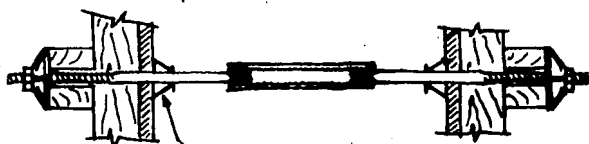


Cuña tipo recta. - Se inserta sobre las cabezas del tirante-separador con un leve golpe del martillo. Acuña hasta una pulgada.

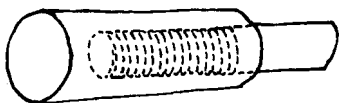




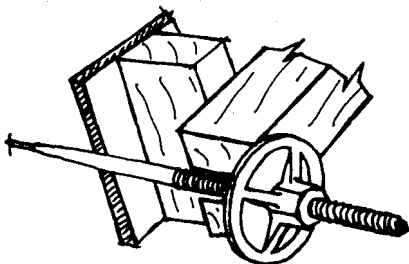
ancho del elemento
por colar.



cono plástico, evita fuga de lechada.



a... detalle de roscado



detalle de tuerca-rondana
ya colocada.

TIRANTE-SEPARADOR ROSCADO

F5-10-b

5.3 YUGOS O ABRAZADERAS.

Su utilidad práctica es en la cimbra de columnas y pueden ser de madera, metálicos o una combinación de ambos materiales; además se pueden hacer en la obra o emplear los prefabricados, Figura F5.11 (pág.138).

5.4 ELEMENTOS PREFABRICADOS.

En México últimamente se ha incrementado el empleo de elementos prefabricados, aunque se debe promover su uso, en virtud de los beneficios económicos que reportan, sin embargo, a continuación sólo se mencionan algunos de los más usados y que se encuentran en el país:

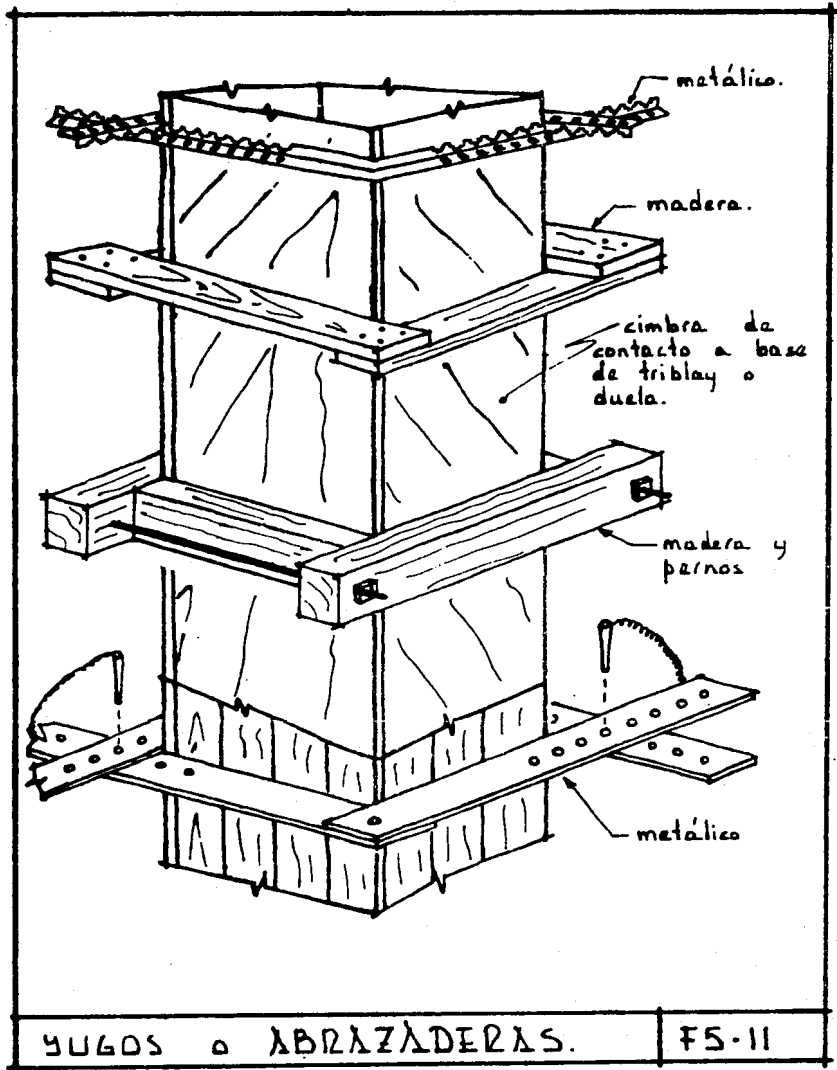
5.4.1 PANELES O TABLEROS

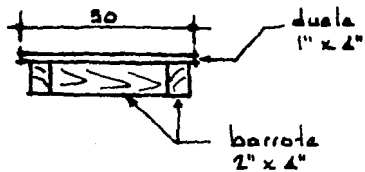
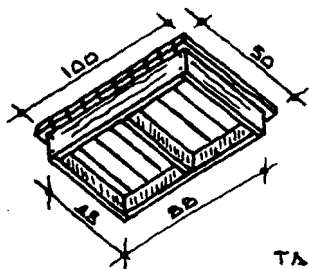
Diseñados para soportar un número elevado de usos y pueden ser de acero, plástico y madera, aunque los más populares son las conocidas tarimas hechas con madera de desperdicio y cuyas dimensiones se han estandarizado en - - 50 x 100 cm., pero también es muy frecuente el uso de tableros o base de triplay reforzado con madera o ángulos de acero, Figura F5.12 (pág.139).

5.4.2 PUNTALES DE ACERO AJUSTABLES

Probablemente el elemento con más variados usos, Figura F5.13 (pág.140), puede emplearse como pie derecho o para contraventear de muy diversas formas a las cimbras, pero para su mejor eficiencia hay que cuidar bastante los siguientes aspectos:

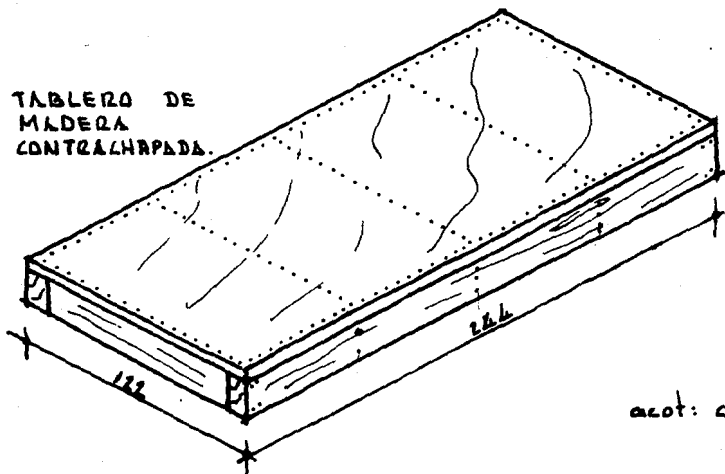
- El plomeo o verticalidad de los mismos.





TARIMA O
TABLEZOS DE DUALA
50 x 100 cm.

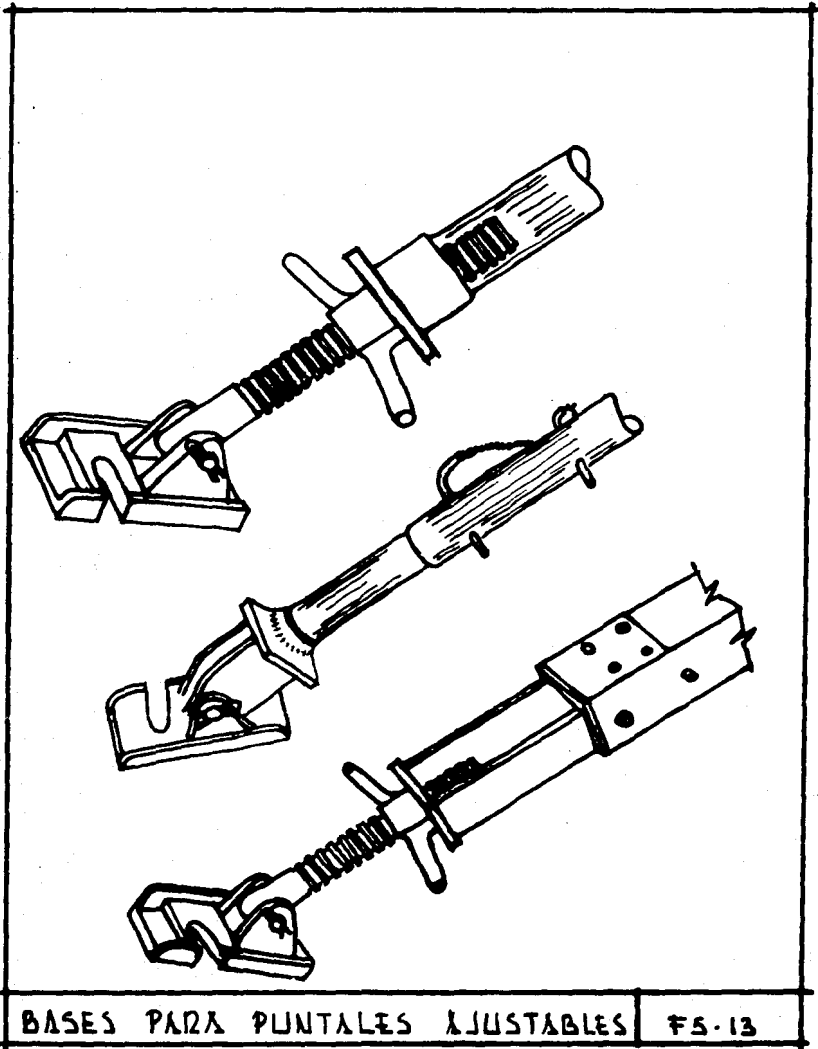
TABlero DE
MADERA
CONTRACHAPADA.



acot: cm.

PANELES O TABLEZOS.

F5-12



- Que sus conexiones estén debidamente aseguradas, con su pasador correspondiente.
- Su fijación o anclaje al piso.
- Evitar la excentricidad de cargas.

En la actualidad para mayor seguridad en lugar de emplear sólo los postes, es muy conveniente utilizar las torres soporte.

5.4.3 ANCLAJES

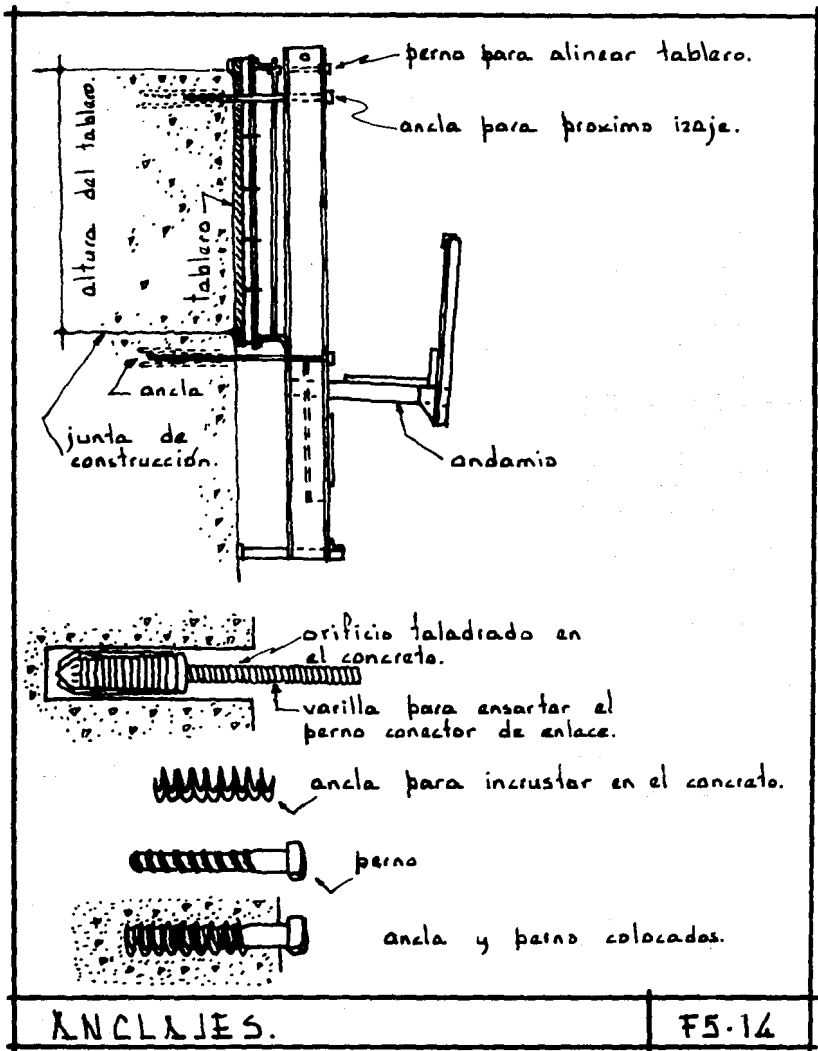
Algunas ocasiones, como cuando se emplea cimbra deslizante, es imprescindible fijar la cimbra a los elementos colados con anterioridad o en roca y para ello es muy conveniente utilizar anclas como las mostradas en la F5.14 (pag. 142).

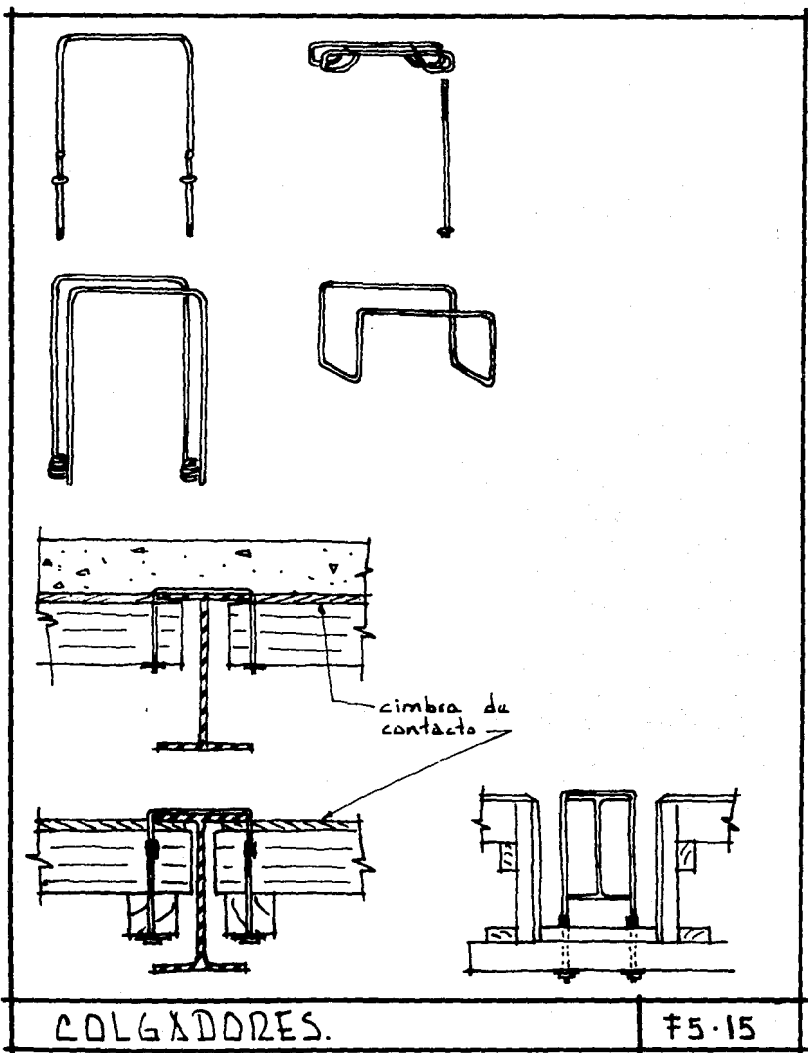
5.4.4 COLGADORES

Si la estructura principal es a base de elementos precolados o de acero es útil recurrir a dispositivos que permiten descansar la cimbra directamente sobre ellos, Fig. F5.15 (pag. 143).

5.4.5 ELEMENTOS Y HERRAMIENTAS AUXILIARES

Es muy importante que el diseñador y/o constructor de cimbres trate de introducir nuevos implementos, así como actualizarse en las novedades que hay en herramientas que permitan, con la debida capacitación del personal para la ampliación de ambos; un buen ahorro económico, como por ejemplo: máquinas engrapadoras o claveteadoras, anclas de balazo, espumas plásticas, hule preparado para vaciados, accesorios para amarres y sujeciones, tableros metálicos de un sólo uso, etc.



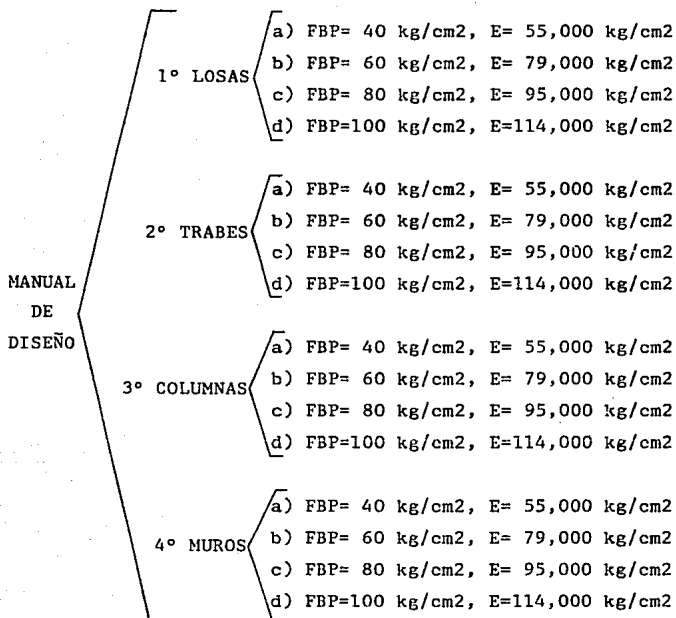


CAPITULO

6

6.- MANUAL DE DISEÑO.

El manual de diseño tiene como objetivo, resolver de manera sencilla, sistemática y rápida los problemas del diseño de cimbras usadas en los elementos estructurales de una obra. Este manual se encuentra dividido en cuatro secciones, que a su vez, cada una se subdivide en cuatro grupos de tablas dependiendo de las características de la madera a emplear:



Para la elaboración de todas las tablas del manual de diseño se consideró un concreto con peso volumétrico igual a 2,400 kg/ m³ que es el más comunmente empleado, además cuando en ellas no se encuentre algún valor se recomienda interpolar, sin embargo a continuación se hacen las aclaraciones pertinentes de cada sección:

1a. Sección.- Losas

Estas tablas se hicieron con las siguientes cargas:

carga viva = $wv = 250 \text{ kg/m}^2$ (inciso 3.1.1.2 pag. 72)

Para poder aplicarlas a otras condiciones es conveniente obtener un espesor de losa equivalente (EL)eq, cuyo valor se debe conservar a todo lo largo del cálculo, con la siguiente ecuación:

$$(EL)_{eq} = (EL) \frac{(\gamma C)}{2,400} \frac{wv}{250} \quad E6.01$$

donde:

(EL)eq espesor de losa equivalente, cm

(EL) espesor de losa, cm

(γC) peso volumétrico del concreto, kg/m^3

(wv) carga viva en losa, kg/m^2

ejemplo:

Obtener un espesor de losa equivalente, cuyo espesor es: $EL = 10 \text{ cm}$, si el peso volumétrico del concreto es igual a $2,000 \text{ kg/m}^2$ y además se va a colar con equipo motorizado por lo que la carga viva es, según el inciso 3.1.1.2 de 400 kg/m^2 .

solución:

sustituyendo valores en E6.01

$$(EL)_{eq} = 10 \frac{2,000}{2,400} \frac{400}{250} = 13.3 \text{ cm}$$

(EL) eq = 13.3 cm

Con éste valor entramos a todo lo largo del cálculo en todas las tablas que tengan como dato el espesor de la losa (EL).

En zonas donde el viento sea de consideración se pondrán - contravientos, o se hará un estudio mas detallado sobre los puntales, consultar inciso 3.1.2.1 (pag. 76)

2a. Sección.- Trabes

Cuando se requiera trabajar con un peso volumétrico (γC) diferente hay que obtener un peralte equivalente que unicamente se debe emplear en las tablas de separación de apoyos y peso de la trabe

$$d_{eq} = \frac{(\gamma C) d}{2,400} \quad E6.02$$

donde:

d_{eq} peralte equivalente de la trabe, cm

γC peso volumétrico del concreto, kg/m³

d peralte, cm

ejemplo:

Obtener el peralte equivalente de una trabe cuya sección (TRAB) es: 40 X 70 cm, para un peso volumétrico de $\gamma C=2,000$ kg/m³

$$d_{eq} = \frac{2,000 (70)}{2,400} = 58.34 \text{ cm}$$

como este valor no se encuentra en las tablas antes mencionadas se puede aproximar a 60 cm o interpolar.

3a. Sección.- Columnas

No hay aclaraciones

4a. Sección.- Muros

En regiones donde se requiera diseño por viento, ver inciso

3.1.2.2 (pag 77)

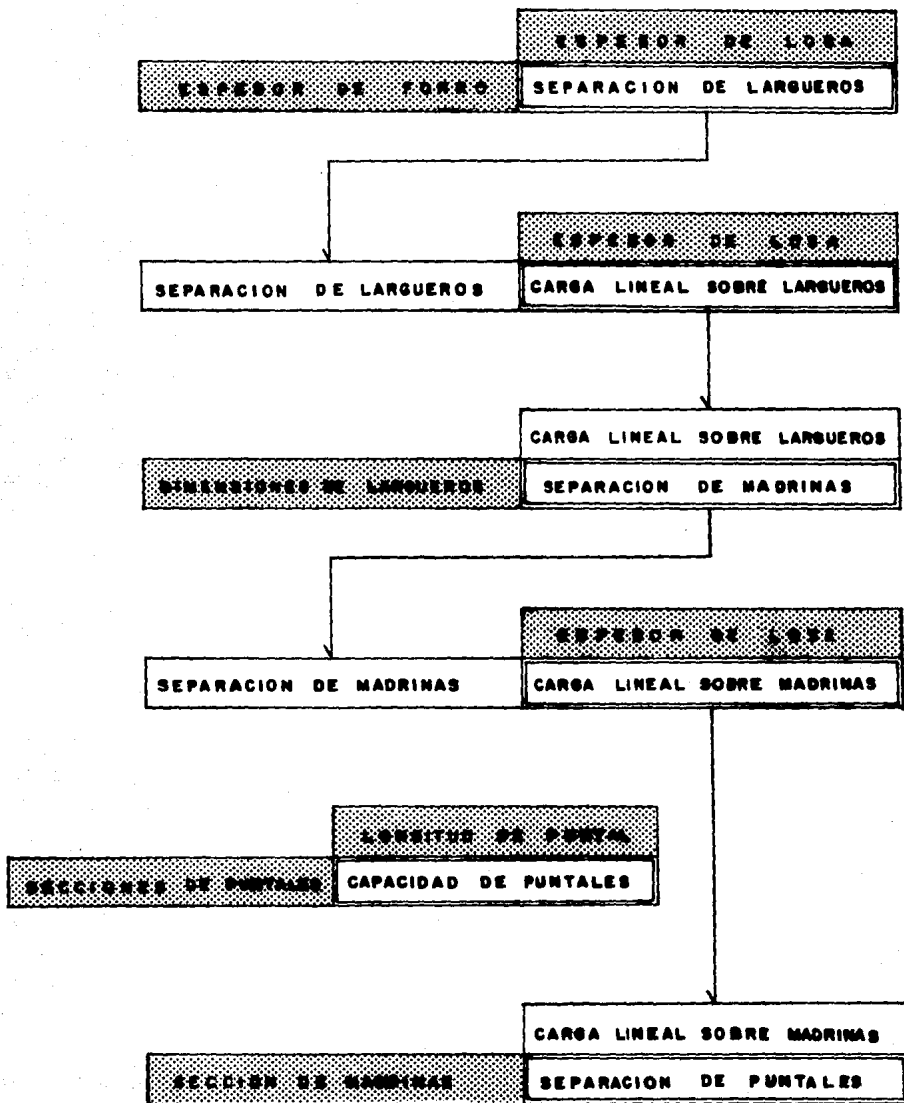
Por último, se estima que la forma de empleo es muy simple, ya que una vez definido el grupo de tablas a usar, para solucionar el problema, sólo hay que seguir la secuencia mostrada a través de las flechas del Diagrama de flujo que se encuentra al principio de cada sección y en donde los cuadros sombreados corresponden a los datos y los cuadros doblemente enmarcados son las variables que se deben diseñar, es decir, las tablas.

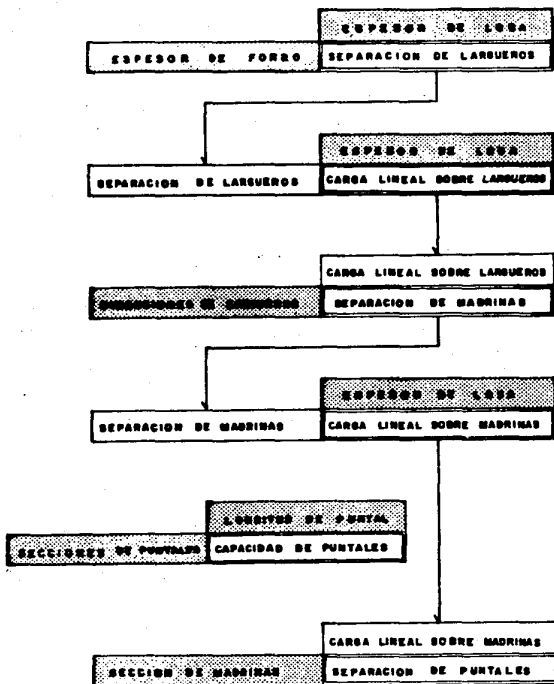
NOMENCLATURA DEL MANUAL

AC	altura de columna
AM	altura de muro
CLL	carga lineal sobre largueros
CLM	carga lineal sobre madrinas
CLY	carga lineal en yugos
COL	sección de columnas
CT	capacidad del tensor
EL	espesor de la losa
EF	espesor de forro
LARG	sección de largueros
LP	longitud de puntales
MAD	sección de madrinas
P	presión
PRES	presión lateral
PUNT	sección de puntales
PV	peso volumétrico del concreto
SA	separación de apoyos
SL	separación de largueros
SM	separación de madrinas
ST	separación de tensores
SY	separación de yugos
TRAB	sección de traves
W	presión lateral

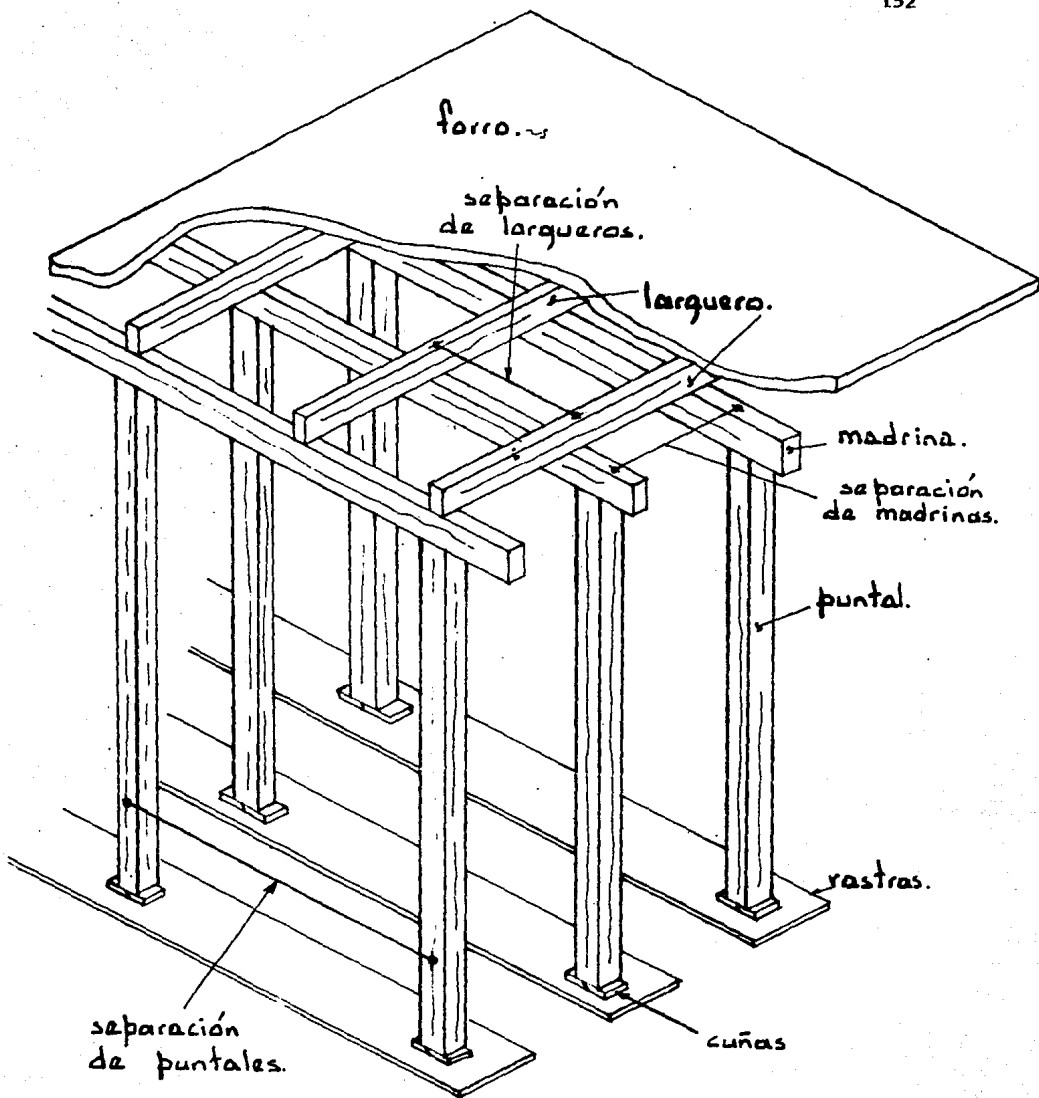
6.1

L O S A S





INDICE DE TABLAS			
FBP= 40 kg/cm2 E= 55,000 kg/cm2	FBP= 60 kg/cm2 E=79,000 kg/cm2	FBP= 80 kg/cm2 E=95,000 kg/cm2	FBP= 100 kg/cm2 E=114,000kg/cm2
T6.01	T6.07	T6.13	T6.19
T6.02	T6.08	T6.14	T6.20
T6.03	T6.09	T6.15	T6.21
T6.04	T6.10	T6.16	T6.22
T6.05	T6.11	T6.17	T6.23
T6.06	T6.12	T6.18	T6.24



CIMBRA PARA LDSA.

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 40 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 55,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6.01 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
EF-MM								
12.70		0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31
16.00		0.48	0.46	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40
19.00		0.58	0.56	0.54	0.52	0.51	0.50	0.49
22.20		0.68	0.66	0.64	0.62	0.61	0.59	0.58
25.40		0.79	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68	0.67

FBF=40
E=55,000

T6.02 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (kg / m)

SL-CM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
30		132.60	147.00	161.40	175.80	190.20	204.60	219.00
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00

T6.03 SEPARACION DE MADRINAS (m)

LARG-PULG	CLL-KG/m	200	300	400	500	600	700	800	900
2 X 4		1.21	0.98	0.85	0.76	0.70	0.64	0.60	0.57
3 X 3		0.66	0.61	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47	0.45
3 X 6		1.03	0.98	0.94	0.90	0.87	0.84	0.81	0.79
4 X 4		0.68	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	0.57	0.56

FBF=40
E=55,000

T6.04 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (kg/m)

SM-CM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00
130		574.60	637.00	699.40	761.80	824.20	886.60	949.00
140		618.80	686.00	753.20	820.40	887.60	954.80	1022.00
150		663.00	735.00	807.00	879.00	951.00	1023.00	1095.00
160		707.20	784.00	860.80	937.60	1014.40	1091.20	1168.00
170		751.40	833.00	914.60	996.20	1077.80	1159.40	1241.00
180		795.60	882.00	968.40	1054.80	1141.20	1227.60	1314.00
190		839.80	931.00	1022.20	1113.40	1204.60	1295.80	1387.00

T6.05 CAPACIDAD DE PUNTALES (ton)FBP=40
E=55,000

LP-CM	125	150	175	200	225	250	275	300
PUNT-FULG								
3 X 3	2.1	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4
3 X 6	7.0	4.5	3.1	2.3	1.7	1.4	1.1	0.9
4 X 4	11.9	7.6	5.3	3.9	3.0	2.3	1.9	1.6
4 X 6	18.4	11.8	8.2	6.0	4.6	3.6	2.9	2.4

T6.06	SEPARACION DE PUNTALES (m)										
	CLM-KG/m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
MAD-PUL											
2 X 4	1.69	1.19	0.98	0.84	0.75	0.62	0.54	0.47	0.42	0.37	
3 X 3	1.61	1.14	0.93	0.80	0.72	0.66	0.61	0.57	0.50	0.45	
4 X 4	2.52	1.78	1.45	1.26	1.13	1.03	0.95	0.89	0.84	0.80	
3 X 6	3.22	2.28	1.86	1.61	1.44	1.31	1.22	1.13	1.01	0.91	
4 X 6	3.78	2.67	2.18	1.89	1.69	1.54	1.43	1.34	1.26	1.19	
4 X 8	5.04	3.56	2.91	2.52	2.25	2.06	1.90	1.78	1.68	1.59	

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F B P = 60 \text{ KG / CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 79,000 \text{ KG / CM}^2$$

T6.07 SEPARACION DE LARGUEROS (m)FBP=60
E=79,000
20

	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
EF-MM								
12.70		0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35
16.00		0.54	0.52	0.50	0.49	0.48	0.46	0.45
19.00		0.65	0.63	0.61	0.59	0.58	0.56	0.55
22.20		0.77	0.74	0.72	0.70	0.68	0.67	0.65
25.40		0.89	0.86	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75

T6.08 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (kg/m)

	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
SL-CM								
30		132.60	147.00	161.40	175.80	190.20	204.60	219.00
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00

T6.09 SEPARACION DE MADRINAS (m)FBP=60
E=79,000

	CLL-KG/m	200	300	400	500	600	700	800	900
LARG-PULG									
2 X 4		1.48	1.21	1.04	0.93	0.85	0.79	0.74	0.70
3 X 3		0.81	0.75	0.70	0.66	0.63	0.60	0.57	0.55
3 X 6		1.26	1.20	1.15	1.10	1.06	1.03	1.00	0.97
4 X 4		0.83	0.81	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68

T6.10 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (kg/m)

SM-CM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00
130		574.60	637.00	699.40	761.80	824.20	886.60	949.00
140		618.80	686.00	753.20	820.40	887.60	954.80	1022.00
150		663.00	735.00	807.00	879.00	951.00	1023.00	1095.00
160		707.20	784.00	860.80	937.60	1014.40	1091.20	1168.00
170		751.40	833.00	914.60	996.20	1077.80	1159.40	1241.00
180		795.60	882.00	968.40	1054.80	1141.20	1227.60	1314.00
190		839.80	931.00	1022.20	1113.40	1204.60	1295.80	1387.00

T6.11 CAPACIDAD DE PUNTALES (ton)

 FBP=60
 E=79,000

LP-CM	125	150	175	200	225	250	275	300
PUNT-PULG								
3 X 3	3.0	2.1	1.5	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5
3 X 6	10.0	6.4	4.5	3.3	2.5	2.0	1.6	1.3
4 X 4	17.0	10.9	7.6	5.6	4.3	3.4	2.7	2.3
4 X 6	26.4	16.9	11.7	8.6	6.6	5.2	4.2	3.5

T6.12	SEPARACION DE FUNTALES (m)										
	CLM-KB/m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
MAD-FUL									FBP=60		
									E=79,000		
2 X 4	2.07	1.46	1.19	1.03	0.93	0.84	0.74	0.64	0.57	0.52	
3 X 3	1.97	1.39	1.14	0.99	0.88	0.80	0.74	0.70	0.66	0.62	
4 X 4	3.09	2.18	1.78	1.54	1.38	1.26	1.17	1.09	1.03	0.98	
3 X 6	3.94	2.79	2.28	1.97	1.76	1.61	1.49	1.39	1.31	1.25	
4 X 6	4.63	3.27	2.67	2.31	2.07	1.89	1.75	1.64	1.54	1.46	
4 X 8	6.17	4.36	3.56	3.09	2.76	2.52	2.33	2.18	2.06	1.95	

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 80 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 95,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6.13 SEPARACION DE LARGUEROS (m)FBP=80
E=95.000
20

EF-MM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
12.70		0.44	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37
16.00		0.57	0.55	0.53	0.52	0.51	0.49	0.48
19.00		0.69	0.67	0.65	0.63	0.61	0.60	0.58
22.20		0.82	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69
25.40		0.95	0.92	0.89	0.86	0.84	0.82	0.80

T6.14 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (kg/m)

SL-CM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
30		132.60	147.00	161.40	175.80	190.20	204.60	219.00
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00

T6.15 SEPARACION DE MADRINAS (m)FBP=80
E=95.000

LARG-FULG	CLL-KG/m	200	300	400	500	600	700	800	900
2 X 4		1.71	1.39	1.21	1.08	0.98	0.91	0.85	0.80
3 X 3		0.94	0.87	0.81	0.77	0.73	0.69	0.66	0.64
3 X 6		1.45	1.39	1.33	1.28	1.23	1.19	1.15	1.12
4 X 4		0.96	0.93	0.90	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

T6.16 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (kg/m)

SM-CM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00
130		574.60	637.00	699.40	761.80	824.20	886.60	949.00
140		618.80	686.00	753.20	820.40	887.60	954.80	1022.00
150		663.00	735.00	807.00	879.00	951.00	1023.00	1095.00
160		707.20	784.00	860.80	937.60	1014.40	1091.20	1168.00
170		751.40	833.00	914.60	996.20	1077.80	1159.40	1241.00
180		795.60	882.00	968.40	1054.80	1141.20	1227.60	1314.00
190		839.80	931.00	1022.20	1113.40	1204.60	1295.80	1387.00

T6.17 CAPACIDAD DE PUNTALES (ton)

LP-CM	125	150	175	200	225	250	275	300
PUNT-FULG								
3 X 3	3.6	2.5	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6
3 X 6	12.1	7.7	5.4	3.9	3.0	2.4	1.9	1.6
4 X 4	20.5	13.1	9.1	6.7	5.1	4.0	3.3	2.7
4 X 6	31.8	20.3	14.1	10.4	7.9	6.3	5.1	4.2

FBP=80
E=95,000

T0.10		SEPARACION DE PUNTALES (m)									
		FBP=80 E=95,000									
	CLM-KG/m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
MAD-PUL											
2 X 4		2.39	1.69	1.38	1.19	1.07	0.98	0.90	0.84	0.78	0.70
3 X 3		2.28	1.61	1.31	1.14	1.02	0.93	0.86	0.80	0.76	0.72
4 X 4		3.54	2.52	2.06	1.78	1.59	1.45	1.35	1.26	1.19	1.13
3 X 6		4.55	3.22	2.63	2.28	2.03	1.86	1.72	1.61	1.52	1.44
4 X 6		5.31	3.78	3.09	2.67	2.39	2.18	2.02	1.89	1.78	1.69
4 X 8		7.08	5.04	4.11	3.56	3.19	2.91	2.69	2.52	2.38	2.25

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 100 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 114,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6.10 SEPARACION DE LARGUEROS (m)FBF=100
E=114,000
20

	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
EF-MM								
12.70		0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.40	0.39
16.00		0.61	0.59	0.57	0.55	0.54	0.53	0.51
19.00		0.73	0.71	0.69	0.67	0.65	0.64	0.62
22.20		0.87	0.84	0.82	0.79	0.77	0.75	0.74
25.40		1.01	0.97	0.94	0.92	0.89	0.87	0.85

T6.20 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (kg/m)

SL-CM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
30		132.60	147.00	161.40	175.80	190.20	204.60	219.00
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00

T6.21 SEPARACION DE MADRINAS (m)FBF=100
E=114,000

LARG-FULG	CLL-KG/m	200	300	400	500	600	700	800	900
2 X 4		1.91	1.56	1.35	1.21	1.10	1.02	0.95	0.90
3 X 3		1.05	0.97	0.91	0.86	0.81	0.78	0.74	0.71
3 X 6		1.63	1.55	1.48	1.43	1.37	1.33	1.29	1.25
4 X 4		1.08	1.04	1.01	0.98	0.95	0.92	0.90	0.88

T0.22 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (kg/m)

SM-CM	EL-CM	8	10	12	14	16	18	20
40		176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50		221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60		265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70		309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80		353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90		397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100		442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110		486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120		530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00
130		574.60	637.00	699.40	761.80	824.20	886.60	949.00
140		618.80	686.00	753.20	820.40	887.60	954.80	1022.00
150		663.00	735.00	807.00	879.00	951.00	1023.00	1095.00
160		707.20	784.00	860.80	937.60	1014.40	1091.20	1168.00
170		751.40	833.00	914.60	996.20	1077.80	1159.40	1241.00
180		795.60	882.00	968.40	1054.80	1141.20	1227.60	1314.00
190		839.80	931.00	1022.20	1113.40	1204.60	1295.80	1387.00

T0.23 CAPACIDAD DE PUNTALES (ton)

 FBP=100
 E=114,000

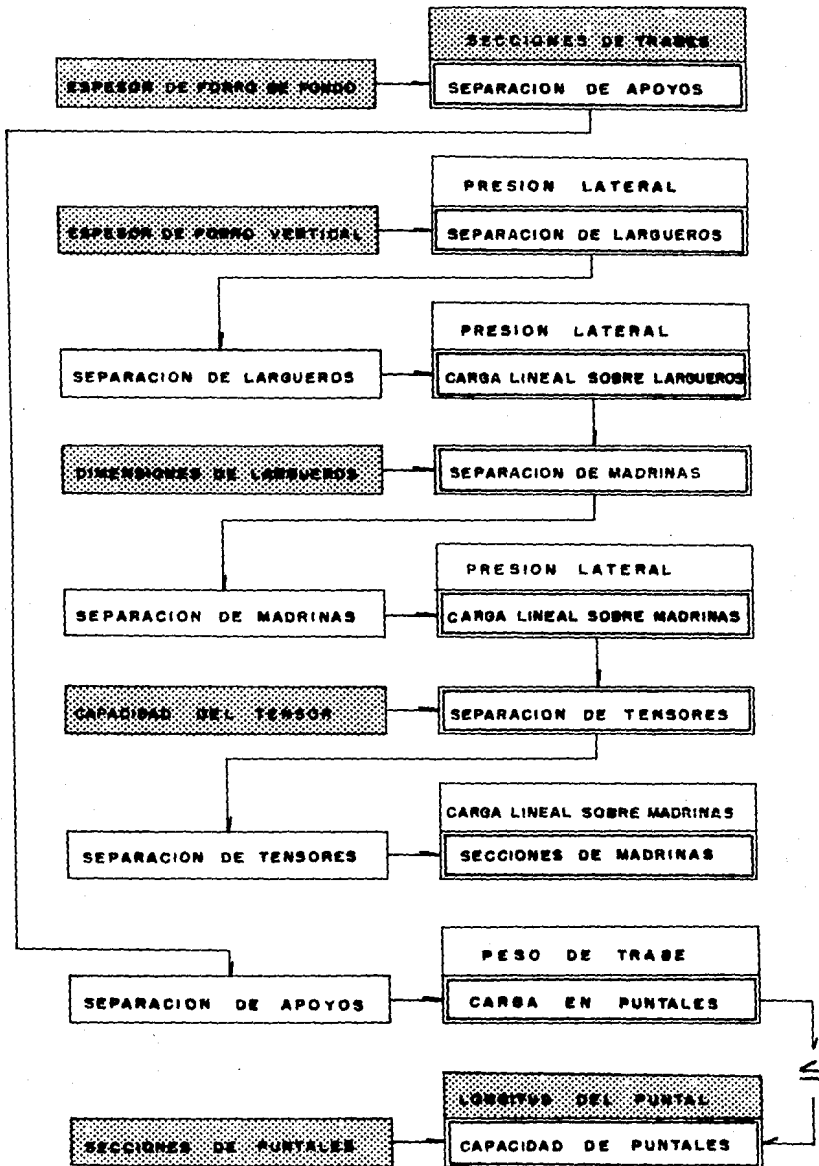
LP-CM	125	150	175	200	225	250	275	300
PUNT-PULG								
3 X 3	4.3	3.0	2.2	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
3 X 6	14.5	9.3	6.4	4.7	3.6	2.9	2.3	1.9
4 X 4	24.6	15.7	10.9	8.0	6.1	4.9	3.9	3.3
4 X 6	38.1	24.4	17.0	12.5	9.5	7.5	6.1	5.0

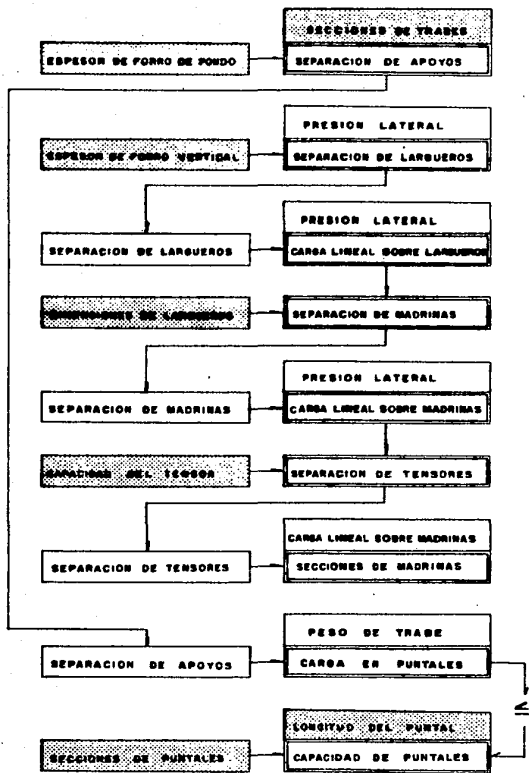
T6.24 SEPARACION DE PUNTALES (m)

MAD-PUL	CLM-KG/m	FBP=100 E=114,000									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
2 X 4		2.67	1.89	1.54	1.34	1.19	1.09	1.01	0.94	0.89	0.84
3 X 3		2.54	1.80	1.47	1.27	1.14	1.04	0.96	0.90	0.85	0.80
4 X 4		3.76	2.82	2.30	1.99	1.78	1.63	1.51	1.41	1.33	1.26
3 X 6		5.07	3.60	2.94	2.54	2.28	2.08	1.92	1.80	1.70	1.61
4 X 6		5.65	4.22	3.45	2.99	2.67	2.44	2.26	2.11	1.99	1.89
4 X 8		7.53	5.63	4.60	3.98	3.56	3.25	3.01	2.82	2.66	2.52

6.2

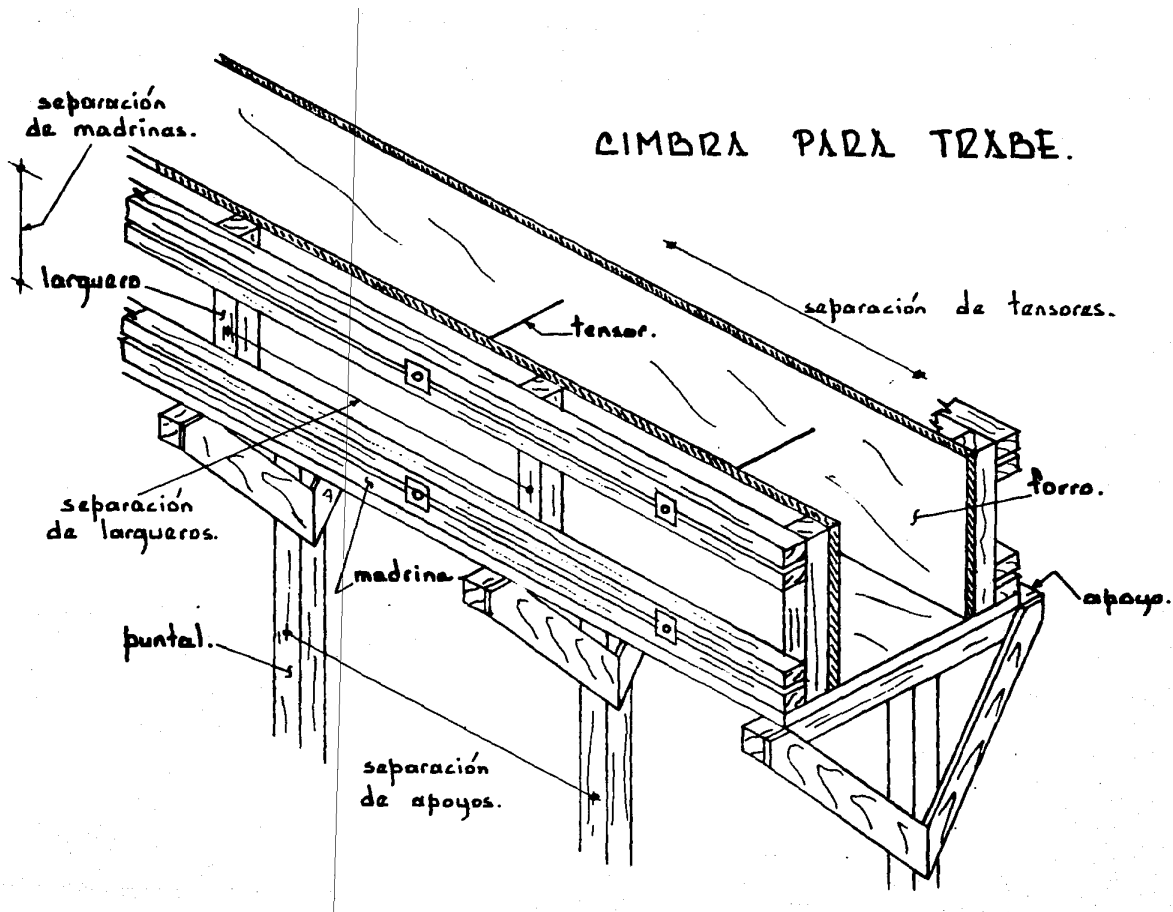
T R A B E S





INDICE DE TABLAS			
FBP= 40 kg/cm2 E=55,000 kg/cm2	FBP= 60 kg/cm2 E=79,000 kg/cm2	FBP= 80 kg/cm2 E=95,000 kg/cm2	FBP=100 kg/cm2 E=114,000kg/cm2
T6.25 a T6.28	T6.37 a T6.40	T6.49 a T6.52	T6.61 a T6.64
T6.29	T6.41	T6.53	T6.65
T6.30	T6.42	T6.54	T6.66
T6.31	T6.43	T6.55	T6.67
T6.32	T6.44	T6.56	T6.68
T6.33	T6.45	T6.57	T6.69
T6.34	T6.46	T6.58	T6.70
T6.35	T6.47	T6.59	T6.71
			171
T6.36	T6.48	T6.60	T6.72

CIMBRA PARA TRABE.



ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F B P = 40 \text{ KG / CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 55,000 \text{ KG / CM}^2$$

T6.25 SEPARACION DE APOYOS (m)

174

	TRAB-CM	15X30	15X40	20X30	20X40	20X50	20X60	25X30	25X 40
EF-MM									
12.70		0.28	0.26	0.28	0.26	0.24	0.22	0.28	0.26
16.00		0.37	0.34	0.37	0.34	0.31	0.29	0.37	0.34
19.00		0.44	0.41	0.44	0.41	0.37	0.35	0.44	0.41
22.20		0.53	0.49	0.53	0.49	0.44	0.41	0.53	0.49
25.40		0.61	0.56	0.61	0.56	0.51	0.48	0.61	0.56

FBP=40
E=55,000

T6.26 SEPARACION DE APOYOS (m)

	TRAB-CM	25X50	25X60	25X70	30X30	30X40	30X50	30X60	30X 70
EF-MM									
12.70		0.24	0.22	0.21	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21
16.00		0.31	0.29	0.27	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27
19.00		0.37	0.35	0.32	0.44	0.41	0.37	0.35	0.32
22.20		0.44	0.41	0.38	0.53	0.49	0.44	0.41	0.38
25.40		0.51	0.48	0.44	0.61	0.56	0.51	0.48	0.44

FBP=40
E=55,000

T6.27 SEPARACION DE APOYOS (m)

	TRAB-CM	30X80	40X30	40X40	40X50	40X60	40X70	40X80	40X 90
EF-MM									
12.70		0.19	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
16.00		0.25	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24
19.00		0.31	0.44	0.41	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29
22.20		0.36	0.53	0.49	0.44	0.41	0.38	0.36	0.34
25.40		0.42	0.61	0.56	0.51	0.48	0.44	0.42	0.40

FBP=40
E=55,000

T6.28 SEPARACION DE APOYOS (m)

	TRAB-CM	50X30	50X40	50X50	50X60	50X70	50X80	50X90	50X100
EF-MM									
12.70		0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18
16.00		0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23
19.00		0.44	0.41	0.37	0.35	0.32	0.31	0.29	0.28
22.20		0.53	0.49	0.44	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33
25.40		0.61	0.56	0.51	0.48	0.44	0.42	0.40	0.38

FBP=40
E=55,000

T6.29 SEPARACION DE LARGUEROS (m)
 TABLADO VERTICAL

 FBP=40
 E=55000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
EF-MM											
12.70	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18
16.00	0.43	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23
19.00	0.52	0.47	0.44	0.41	0.38	0.36	0.34	0.32	0.30	0.29	0.28
22.20	0.62	0.56	0.52	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38	0.36	0.34	0.33
25.40	0.71	0.65	0.60	0.56	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38

T6.30 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)
 TABLADO VERTICAL

 FBP=40
 E=55000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
SL-CM											
20.00	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52
30.00	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78
40.00	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	1.04
50.00	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
60.00	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
70.00	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
80.00	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
90.00	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
100.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
110.00	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86

T6.31 SEPARACION DE MADRINAS (m)
 TABLADO VERTICAL

 FBP=40
 E=55000

CLL-TON/m	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10
LAR-FULG										
2 X 4	0.98	0.76	0.64	0.57	0.51	0.47	0.44	0.41	0.39	0.37
3 X 3	0.94	0.73	0.61	0.54	0.49	0.45	0.42	0.39	0.37	0.35
3 X 6	1.88	1.45	1.23	1.08	0.98	0.90	0.84	0.79	0.75	0.71
4 X 4	1.47	1.14	0.96	0.85	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.56

T6.32 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (ton/m)
 TABLADO VERTICAL

 FBP=40
 E=55000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
SM-M											
0.50	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
0.60	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
0.70	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
0.80	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
0.90	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
1.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
1.10	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86
1.20	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68	1.92	2.16	2.40	2.64	2.88	3.12
1.30	0.78	1.04	1.30	1.56	1.82	2.08	2.34	2.60	2.86	3.12	3.38
1.40	0.84	1.12	1.40	1.68	1.96	2.24	2.52	2.80	3.08	3.36	3.64

T6.33 SEPARACION DE TENSORES (m)

 FBP=40
 E=55000

CLM-TON/m	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4			
CT-KG										2.7	3.0
500	1.67	0.83	0.56	0.42	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	
1000	3.33	1.67	1.11	0.83	0.67	0.56	0.48	0.42	0.37	0.33	
1500	5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50	
2000	6.67	3.33	2.22	1.67	1.33	1.11	0.95	0.83	0.74	0.67	
2500	8.33	4.17	2.78	2.08	1.67	1.39	1.19	1.04	0.93	0.83	
3000	10.00	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67	1.43	1.25	1.11	1.00	

T6.34 SECCION DE MADRINAS (pulg)

 FBP=40
 E=55000

CLM-TON/m	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4			
ST-M										2.7	3.0
0.3	1X1	1X1	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	
0.5	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	
0.7	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	
0.9	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4	
1.1	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	
1.3	2X2	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	4X4	4X4	

T6.34.1

PESO DE TRABE (kg)

FBP=40
E=55,000

PERALTE (d)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
ANCHO (b)										
15	72	90	108	144	180	216	252	288	324	360
20	96	120	144	192	240	288	336	384	432	480
25	120	150	180	240	300	360	420	480	540	600
30	144	180	216	288	360	432	504	576	648	720
40	192	240	288	384	480	576	672	768	864	960
50	240	300	360	480	600	720	840	960	1080	1200

T6.35

CARGA EN PUNTAL (kg)

FBP=40
E=55000

W-KG	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650
SA-CM											
30	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495
40	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
50	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825
60	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990
70	105	210	315	420	525	630	735	840	945	1050	1155
80	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320
90	135	270	405	540	675	810	945	1080	1215	1350	1485

T6.36

CAPACIDAD DE PUNTALES (ton)

FBP=40
E=55000

LP-CM	125	150	175	200	225	250	275	300
PUNT-PULG								
3 X 3	2.1	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4
3 X 6	7.0	4.5	3.1	2.3	1.7	1.4	1.1	0.9
4 X 4	11.9	7.6	5.3	3.9	3.0	2.3	1.9	1.6
4 X 6	18.4	11.8	8.2	6.0	4.6	3.6	2.9	2.4

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F B P = 60 \text{ KG / CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 79,000 \text{ KG / CM}^2$$

T6.37 SEPARACION DE APOYOS (m)FBP=60
E=79,000
25X 40

TRAB-CM	15X30	15X40	20X30	20X40	20X50	20X60	25X30	25X 40
EF-MM								
12.70	0.32	0.29	0.32	0.29	0.28	0.26	0.32	0.29
16.00	0.41	0.38	0.41	0.38	0.36	0.34	0.41	0.38
19.00	0.50	0.46	0.50	0.46	0.44	0.42	0.50	0.46
22.20	0.59	0.55	0.59	0.55	0.52	0.49	0.59	0.55
25.40	0.69	0.64	0.69	0.64	0.60	0.57	0.69	0.64

T6.38 SEPARACION DE APOYOS (m)FBP=60
E=79,000
30X 70

TRAB-CM	25X50	25X60	25X70	30X30	30X40	30X50	30X60	30X 70
EF-MM								
12.70	0.28	0.26	0.25	0.32	0.29	0.28	0.26	0.25
16.00	0.36	0.34	0.33	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33
19.00	0.44	0.42	0.40	0.50	0.46	0.44	0.42	0.40
22.20	0.52	0.49	0.47	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47
25.40	0.60	0.57	0.54	0.69	0.64	0.60	0.57	0.54

T6.39 SEPARACION DE APOYOS (m)FBP=60
E=79,000
40X 90

TRAB-CM	30X80	40X30	40X40	40X50	40X60	40X70	40X80	40X 90
EF-MM								
12.70	0.24	0.32	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23
16.00	0.31	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29
19.00	0.37	0.50	0.46	0.44	0.42	0.40	0.37	0.36
22.20	0.44	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42
25.40	0.51	0.69	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49

T6.40 SEPARACION DE APOYOS (m)FBP=60
E=79,000
50X100

TRAB-CM	50X30	50X40	50X50	50X60	50X70	50X80	50X90	50X100
EF-MM								
12.70	0.32	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22
16.00	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29	0.28
19.00	0.50	0.46	0.44	0.42	0.40	0.37	0.36	0.34
22.20	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40
25.40	0.69	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49	0.46

T6.41 SEPARACION DE LARGUEROS (m)
 TABLADO VERTICAL

 FBP=60
 E=79000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
EF-MM											
12.70	0.37	0.34	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22
16.00	0.49	0.44	0.41	0.38	0.37	0.35	0.34	0.32	0.31	0.29	0.28
19.00	0.59	0.53	0.50	0.47	0.44	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34
22.20	0.70	0.63	0.59	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.41
25.40	0.80	0.73	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54	0.51	0.49	0.47

T6.42 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)
 TABLADO VERTICAL

 FBP=60
 E=79000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
SL-CM											
20.00	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52
30.00	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78
40.00	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	1.04
50.00	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
60.00	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
70.00	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
80.00	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
90.00	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
100.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
110.00	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86

T6.43 SEPARACION DE MADRINAS (m)
 TABLADO VERTICAL

 FBP=60
 E=79000

ELL-TON _m	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10
LAR-PULG										
2 X 4	1.21	0.93	0.79	0.70	0.63	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46
3 X 3	1.15	0.89	0.75	0.66	0.60	0.55	0.51	0.48	0.46	0.43
3 X 6	2.30	1.78	1.51	1.33	1.20	1.10	1.03	0.97	0.91	0.87
4 X 4	1.80	1.40	1.18	1.04	0.94	0.87	0.81	0.76	0.72	0.68

T6.44 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (ton/m)
 TABLADO VERTICAL
 FBF=60
 E=79000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
SM-M											
0.50	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
0.60	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
0.70	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
0.80	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
0.90	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
1.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
1.10	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86
1.20	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68	1.92	2.16	2.40	2.64	2.88	3.12
1.30	0.78	1.04	1.30	1.56	1.82	2.08	2.34	2.60	2.86	3.12	3.38
1.40	0.84	1.12	1.40	1.68	1.96	2.24	2.52	2.80	3.08	3.36	3.64

T6.45 SEPARACION DE TENSORES (m)

CLM-TON/m	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	FBF=60 E=79000	
CT-KG									2.7	3.0
500	1.67	0.83	0.56	0.42	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17
1000	3.33	1.67	1.11	0.83	0.67	0.56	0.48	0.42	0.37	0.33
1500	5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50
2000	6.67	3.33	2.22	1.67	1.33	1.11	0.95	0.83	0.74	0.67
2500	8.33	4.17	2.78	2.08	1.67	1.39	1.19	1.04	0.93	0.83
3000	10.00	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67	1.43	1.25	1.11	1.00

T6.46 SECCION DE MADRINAS (pulg)

CLM-TON/m	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	FBF=60 E=79000	
ST-M									2.7	3.0
0.3	1X1	1X1	1X1	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
0.5	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
0.7	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3
0.9	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
1.1	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4
1.3	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4

T6.46.1

PESO DE TRABE

(kg)

FBP=60
E=79,000

PERALTE (d) ANCHO (b)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
15	72	90	108	144	180	216	252	288	324	360
20	96	120	144	192	240	288	336	384	432	480
25	120	150	180	240	300	360	420	480	540	600
30	144	180	216	288	360	432	504	576	648	720
40	192	240	288	384	480	576	672	768	864	960
50	240	300	360	480	600	720	840	960	1080	1200

T6.47

CARGA EN PUNTAL (kg)

FBP=60
E=79000

W-KG	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650
SA-CM 30	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495
40	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
50	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825
60	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990
70	105	210	315	420	525	630	735	840	945	1050	1155
80	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320
90	135	270	405	540	675	810	945	1080	1215	1350	1485

T6.48

CAPACIDAD DE PUNTALES (ton)

FBP=60
E=79000
300

LF-CM PUNT-PULG	125	150	175	200	225	250	275	300
3 X 3	3.0	2.1	1.5	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5
3 X 6	10.0	6.4	4.5	3.3	2.5	2.0	1.6	1.3
4 X 4	17.0	10.9	7.6	5.6	4.3	3.4	2.7	2.3
4 X 6	26.4	16.9	11.7	8.6	6.6	5.2	4.2	3.5

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 80 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 95,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6.49 SEPARACION DE APOYOS (m)

184
FBP=80
E=95,000
25X 40

TRAB-CM	15X30	15X40	20X30	20X40	20X50	20X60	25X30	25X 40
EF-MM								
12.70	0.34	0.31	0.34	0.31	0.30	0.28	0.34	0.31
16.00	0.44	0.41	0.44	0.41	0.38	0.37	0.44	0.41
19.00	0.53	0.49	0.53	0.49	0.47	0.44	0.53	0.49
22.20	0.63	0.59	0.63	0.59	0.55	0.52	0.63	0.59
25.40	0.73	0.68	0.73	0.68	0.64	0.61	0.73	0.68

T6.50 SEPARACION DE APOYOS (m)

FBP=80
E=95,000
30X 70

TRAB-CM	25X50	25X60	25X70	30X30	30X40	30X50	30X60	30X 70
EF-MM								
12.70	0.30	0.28	0.27	0.34	0.31	0.30	0.28	0.27
16.00	0.38	0.37	0.35	0.44	0.41	0.38	0.37	0.35
19.00	0.47	0.44	0.42	0.53	0.49	0.47	0.44	0.42
22.20	0.55	0.52	0.50	0.63	0.59	0.55	0.52	0.50
25.40	0.64	0.61	0.58	0.73	0.68	0.64	0.61	0.58

T6.51 SEPARACION DE APOYOS (m)

FBP=80
E=95,000
40X 90

TRAB-CM	30X80	40X30	40X40	40X50	40X60	40X70	40X80	40X 90
EF-MM								
12.70	0.26	0.34	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25
16.00	0.34	0.44	0.41	0.38	0.37	0.35	0.34	0.32
19.00	0.41	0.53	0.49	0.47	0.44	0.42	0.41	0.39
22.20	0.48	0.63	0.59	0.55	0.52	0.50	0.48	0.47
25.40	0.56	0.73	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54

T6.52 SEPARACION DE APOYOS (m)

FBP=80
E=95,000
50X100

TRAB-CM	50X30	50X40	50X50	50X60	50X70	50X80	50X90	50X100
EF-MM								
12.70	0.34	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24
16.00	0.44	0.41	0.38	0.37	0.35	0.34	0.32	0.31
19.00	0.53	0.49	0.47	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38
22.20	0.63	0.59	0.55	0.52	0.50	0.48	0.47	0.45
25.40	0.73	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54	0.52

T6.53 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

TABLADO VERTICAL

FBP=80
E=95000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
EF-MM											
12.70	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.29	0.27	0.27	0.26	0.25	0.24
16.00	0.52	0.47	0.44	0.41	0.39	0.37	0.36	0.35	0.33	0.32	0.32
19.00	0.62	0.57	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38
22.20	0.74	0.67	0.62	0.59	0.56	0.53	0.51	0.50	0.48	0.47	0.45
25.40	0.86	0.78	0.72	0.68	0.65	0.62	0.59	0.57	0.56	0.54	0.53

T6.54 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)

TABLADO VERTICAL

FBP=80
E=95000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
SL-CM											
20.00	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52
30.00	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78
40.00	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	1.04
50.00	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
60.00	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
70.00	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
80.00	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
90.00	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
100.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
110.00	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86

T6.55 SEPARACION DE MADRINAS (m)

TABLADO VERTICAL

FBP=80
E=95000

CLL-TON _m	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10
LAR-PULG										
2 X 4	1.39	1.08	0.91	0.80	0.73	0.67	0.62	0.58	0.51	0.47
3 X 3	1.33	1.03	0.87	0.77	0.69	0.64	0.59	0.56	0.53	0.50
3 X 6	2.65	2.06	1.74	1.53	1.39	1.28	1.19	1.12	1.05	1.00
4 X 4	2.08	1.61	1.36	1.20	1.09	1.00	0.93	0.87	0.83	0.79

T6.58.1

P E S O D E T R A B E

(kg)

FBP=80
E=95,000

PERALTE (d)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
ANCHO (b)										
15	72	90	108	144	180	216	252	288	324	360
20	96	120	144	192	240	288	336	384	432	480
25	120	150	180	240	300	360	420	480	540	600
30	144	180	216	288	360	432	504	576	648	720
40	192	240	288	384	480	576	672	768	864	960
50	240	300	360	480	600	720	840	960	1080	1200

T6.59

C A R G A E N P U N T A L (kg)

FBP=80
E=95000

W-KG	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650
SA-CM											
30	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495
40	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
50	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825
60	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990
70	105	210	315	420	525	630	735	840	945	1050	1155
80	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320
90	135	270	405	540	675	810	945	1080	1215	1350	1485

T6.60

C A P A C I D A D D E P U N T A L E S (ton)

FBP=80
E=95000
300

LP-CM	125	150	175	200	225	250	275	300
PUNT-FULG								
3 X 3	3.6	2.5	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6
3 X 6	12.1	7.7	5.4	3.9	3.0	2.4	1.9	1.6
4 X 4	20.5	13.1	9.1	6.7	5.1	4.0	3.3	2.7
4 X 6	31.8	20.3	14.1	10.4	7.9	6.3	5.1	4.2

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F B P = 100 \text{ KG / CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 114,000 \text{ KG / CM}^2$$

T6.61 SEPARACION DE APOYOS (m)

									FBP=100 E=114,000 25X 40
EF-MM	TRAB-CM	15X30	15X40	20X30	20X40	20X50	20X60	25X30	
12.70		0.36	0.33	0.36	0.33	0.31	0.30	0.36	0.33
16.00		0.47	0.43	0.47	0.43	0.41	0.39	0.47	0.43
19.00		0.57	0.53	0.57	0.53	0.49	0.47	0.57	0.53
22.20		0.67	0.62	0.67	0.62	0.59	0.56	0.67	0.62
25.40		0.78	0.72	0.78	0.72	0.68	0.64	0.78	0.72

T6.62 SEPARACION DE APOYOS (m)

									FBP=100 E=114,000 30X 70
EF-MM	TRAB-CM	25X50	25X60	25X70	30X30	30X40	30X50	30X60	
12.70		0.31	0.30	0.29	0.36	0.33	0.31	0.30	0.29
16.00		0.41	0.39	0.37	0.47	0.43	0.41	0.39	0.37
19.00		0.49	0.47	0.45	0.57	0.53	0.49	0.47	0.45
22.20		0.59	0.56	0.53	0.67	0.62	0.59	0.56	0.53
25.40		0.68	0.64	0.62	0.78	0.72	0.68	0.64	0.62

T6.63 SEPARACION DE APOYOS (m)

									FBP=100 E=114,000 40X 90
EF-MM	TRAB-CM	30X80	40X30	40X40	40X50	40X60	40X70	40X80	
12.70		0.27	0.36	0.33	0.31	0.30	0.29	0.27	0.26
16.00		0.36	0.47	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34
19.00		0.43	0.57	0.53	0.49	0.47	0.45	0.43	0.42
22.20		0.51	0.67	0.62	0.59	0.56	0.53	0.51	0.49
25.40		0.59	0.78	0.72	0.68	0.64	0.62	0.59	0.57

T6.64 SEPARACION DE APOYOS (m)

									FBP=100 E=114,000 50X100
EF-MM	TRAB-CM	50X30	50X40	50X50	50X60	50X70	50X80	50X90	
12.70		0.36	0.33	0.31	0.30	0.29	0.27	0.26	0.26
16.00		0.47	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33
19.00		0.57	0.53	0.49	0.47	0.45	0.43	0.42	0.40
22.20		0.67	0.62	0.59	0.56	0.53	0.51	0.49	0.48
25.40		0.78	0.72	0.68	0.64	0.62	0.59	0.57	0.55

T6.65 SEPARACION DE LARGUEROS (m)
 TABLADO VERTICAL
 FBP=100
 E=114000

W-KG	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
EF-MM											
12.70	0.42	0.38	0.36	0.33	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26
16.00	0.55	0.50	0.46	0.44	0.41	0.40	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34
19.00	0.66	0.60	0.56	0.53	0.50	0.48	0.46	0.44	0.43	0.42	0.41
22.20	0.79	0.71	0.66	0.62	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.50	0.48
25.40	0.91	0.83	0.77	0.72	0.69	0.66	0.63	0.61	0.59	0.57	0.56

T6.66 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)
 TABLADO VERTICAL
 FBP=100
 E=114000

W-KG SL-CM	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
20.00	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52
30.00	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78
40.00	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	1.04
50.00	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
60.00	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
70.00	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
80.00	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
90.00	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
100.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
110.00	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86

T6.67 SEPARACION DE MADRINAS (m)
 TABLADO VERTICAL
 FBP=100
 E=114000

CLL-TON LAR-PULG	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10
2 X 4	1.56	1.21	1.02	0.90	0.81	0.75	0.65	0.58	0.51	0.47
3 X 3	1.48	1.15	0.97	0.86	0.78	0.71	0.66	0.62	0.59	0.56
3 X 6	2.97	2.30	1.94	1.71	1.55	1.43	1.33	1.25	1.18	1.12
4 X 4	2.22	1.80	1.52	1.34	1.21	1.12	1.04	0.90	0.92	0.88

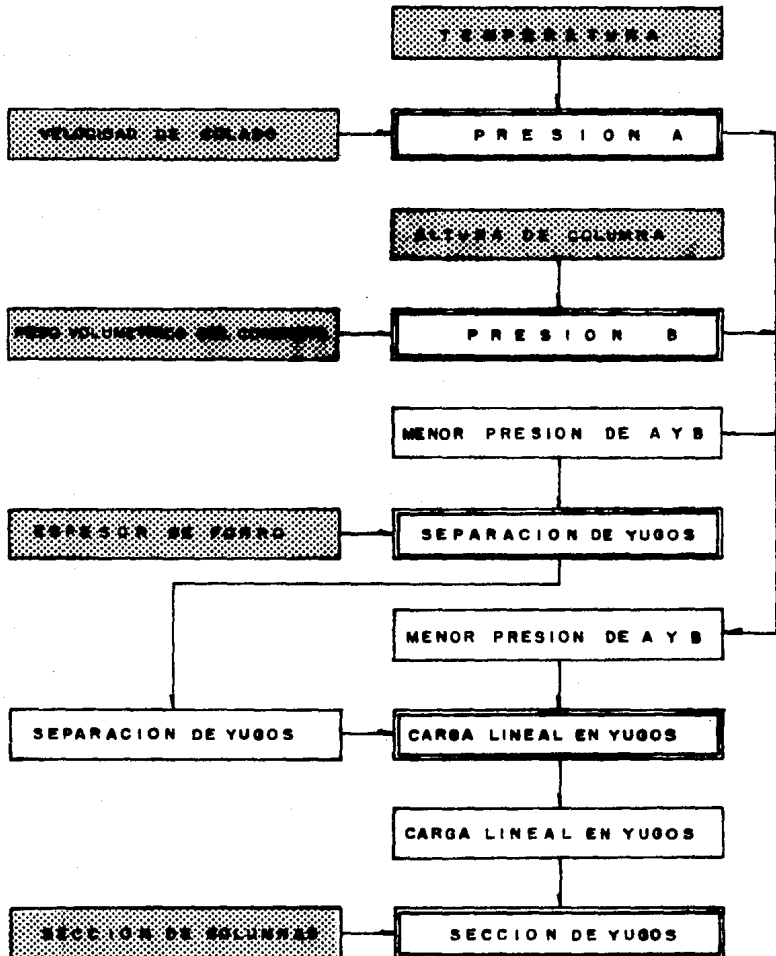
T6.70.1		PESO DE TRABAJO								(kg)	
		FBP=100 E=114,000									
PERALTE (d)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	
ANCHO (b)											
15	72	90	108	144	180	216	252	288	324	360	
20	96	120	144	192	240	288	336	384	432	480	
25	120	150	180	240	300	360	420	480	540	600	
30	144	180	216	288	360	432	504	576	648	720	
40	192	240	288	384	480	576	672	768	864	960	
50	240	300	360	480	600	720	840	960	1080	1200	

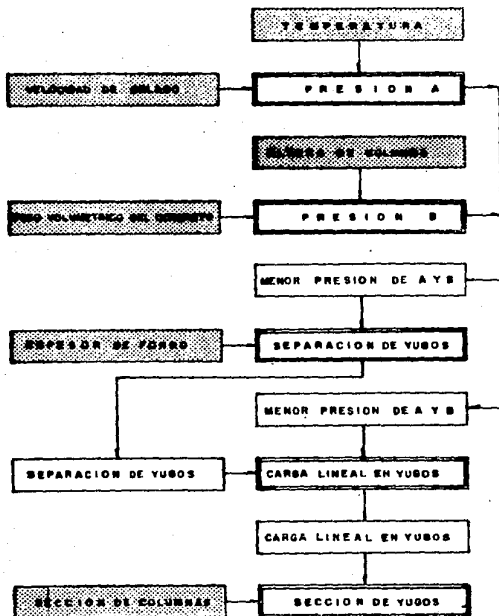
T6.71		CARGA EN PUNTAL (kg)									
		FBP=100 E=114000									
W-KG	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650
SA-CM											
30	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495
40	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
50	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825
60	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990
70	105	210	315	420	525	630	735	840	945	1050	1155
80	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320
90	135	270	405	540	675	810	945	1080	1215	1350	1485

T6.72		CAPACIDAD DE PUNTALES (ton)							
		FBP=100 E=114000							
LF-CM	125	150	175	200	225	250	275	300	
PUNT-PULG									
3 X 3	4.3	3.0	2.2	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8	
3 X 6	14.5	9.3	6.4	4.7	3.6	2.9	2.3	1.9	
4 X 4	24.6	15.7	10.9	8.0	6.1	4.9	3.9	3.3	
4 X 6	38.1	24.4	17.0	12.5	9.5	7.5	6.1	5.0	

6.3

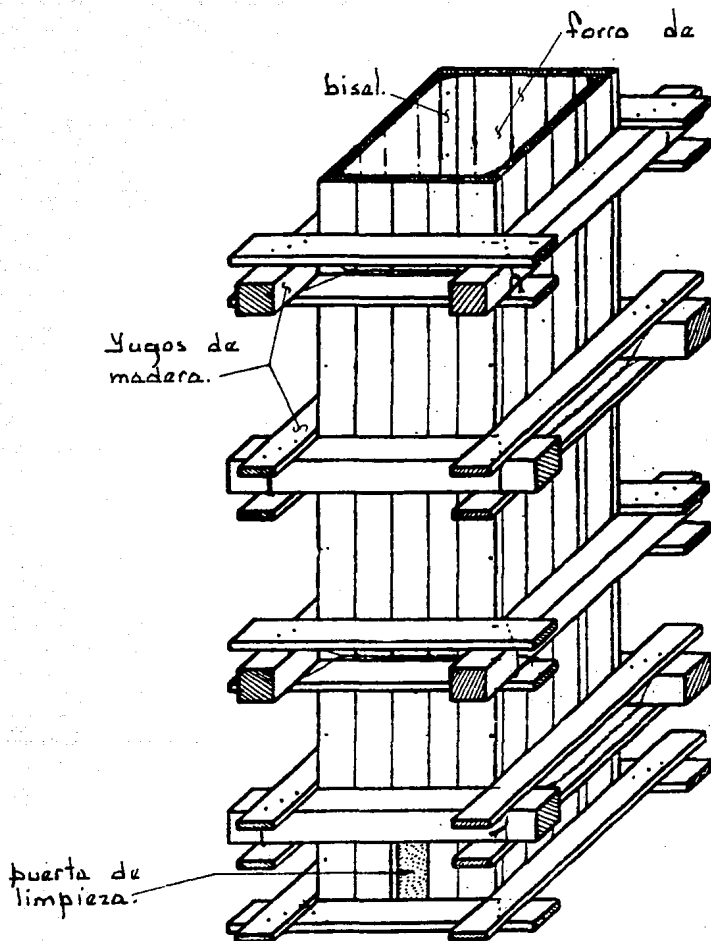
C O L U M N A S





INDICE DE TABLAS

FBP= 40 kg/cm ² E=55,000 kg/cm ²	FBP= 60 kg/cm ² E=79,000 kg/cm ²	FBP= 80 kg/cm ² E=95,000 kg/cm ²	FBP=100 kg/cm ² E=114,000kg/cm ²
T6.73	T6.78	T6.83	T6.88
T6.74	T6.79	T6.84	T6.89
T6.75	T6.80	T6.85	T6.90
T6.76	T6.81	T6.86	T6.91
T6.77	T6.82	T6.87	T6.92



CIMBRA PARA COLUMNA.

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 40 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 55,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6-73		PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO (PLC) EN Kg/m ² PARA EL DISEÑO DE CIBRAS RELACIONADAS CON COLUMNAS						
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)	35	30	25	20	15	10	5
	0.20		1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306
0.40		1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136
0.60		1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839
0.80		1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543
1.00		2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246
1.20		2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949
1.40		2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652
1.60		3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355
1.80		3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058
2.00		3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761
2.20		4 075	4 426	4 855	5 400	6 110	7 076	8 464
2.40		4 379	4 762	5 230	5 824	6 599	7 653	9 167
2.60		4 683	5 098	5 605	6 249	7 088	8 230	9 870
2.80		4 985	5 434	5 980	6 673	7 577	8 807	10 573
3.00		5 291	5 776	6 355	7 098	8 066	9 384	11 276
3.20		5 595	6 106	6 730	7 522	8 555	9 961	11 979
3.40		5 899	6 442	7 105	7 947	9 044	10 538	12 682
3.60		6 203	6 778	7 480	8 371	9 533	11 115	13 385
3.80		6 507	7 114	7 855	8 796	10 022	11 692	14 088
4.00		6 811	7 450	8 230	9 220	10 511	12 269	14 791
4.20		7 115	7 786	8 605	9 645	11 000	12 846	15 494
4.40		7 419	8 122	8 980	10 069	11 489	13 423	*
4.60		7 723	8 458	9 355	10 494	11 978	14 000	
4.80		8 027	8 794	9 730	10 918	12 467	14 577	
5.00		8 331	9 130	10 105	11 343	12 956	15 154	
5.20		8 635	9 466	10 480	11 767	13 445	*	
5.40		8 939	9 802	10 855	12 192	13 934		
5.60		9 243	10 138	11 230	12 616	14 423		

NOTAS:

A partir de estos valores se rebasa el límite de 15,000 kg./m²,
que es la primera condición del inciso 3.1.3.2.

Además no se tabuló para mayor velocidad de colado porque la fórmula
E3.05 solo es aplicable a columnas que no excedan una altura de
5.50 m.

T6.74 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)

 FBP=40
 E=55,000

AC-M	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
FV-KG/M3						
2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800

T6.75 SEPARACION DE YUGOS (m)

 FBP=40
 E=55,000

P-TON/m ²	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
EF-MM										
12.70	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
16.00	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
19.00	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
22.20	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
25.40	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

T6.76 CARGA LINEAL EN YUGOS (kg/m)

SY-M	P-KG/m ²	FBP=40 E=55,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
0.10		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.20		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
0.30		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
0.40		400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
0.50		500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
0.60		600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
0.70		700	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	7000
0.80		800	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	8000
0.90		900	1800	2700	3600	4500	5400	6300	7200	8100	9000
1.00		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000

T6.77 SECCIONES DE YUGOS (pulg)

CLY-TON/m ² COL-CM	FBP=40 E=55,000									
	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
25 X 25	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3
30 X 30	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
40 X 40	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4
50 X 50	2X2	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	4X4	5X5
75 X 75	3X3	3X3	4X4	4X4	5X5	5X5	5X5	6X6	6X6	6X6
100 X100	3X3	4X4	5X5	5X5	5X5	6X6	7X7	7X7	7X7	7X7

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 60 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 79,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6.78		PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO (PLC) EN kg/m ² PARA EL DISEÑO DE CIBRAS RELACIONADAS CON COLUMNAS						
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)	35	30	25	20	15	10	5
	0.20		1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306
0.40		1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136
0.60		1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839
0.80		1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543
1.00		2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246
1.20		2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949
1.40		2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652
1.60		3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 335
1.80		3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058
2.00		3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761
2.20		4 075	4 426	4 855	5 400	6 110	7 076	8 464
2.40		4 379	4 762	5 230	5 824	6 599	7 653	9 167
2.60		4 683	5 098	5 605	6 249	7 088	8 230	9 870
2.80		4 986	5 434	5 980	6 673	7 577	8 807	10 573
3.00		5 291	5 776	6 355	7 098	8 066	9 384	11 276
3.20		5 595	6 106	6 730	7 522	8 555	9 961	11 979
3.40		5 899	6 442	7 105	7 947	9 044	10 538	12 682
3.60		6 203	6 778	7 480	8 371	9 533	11 115	13 385
3.80		6 507	7 114	7 855	8 796	10 022	11 692	14 088
4.00		6 811	7 450	8 230	9 220	10 511	12 269	14 791
4.20		7 115	7 786	8 605	9 645	11 000	12 846	15 494
4.40		7 419	8 122	8 980	10 069	11 489	13 423	*
4.60		7 723	8 458	9 355	10 494	11 978	14 000	
4.80		8 027	8 794	9 730	10 918	12 467	14 577	
5.00		8 331	9 130	10 105	11 343	12 956	15 154	
5.20		8 635	9 466	10 480	11 767	13 445	*	
5.40		8 939	9 802	10 855	12 192	13 934		
5.60		9 243	10 138	11 230	12 616	14 423		

NOTAS:

A partir de estos valores se rebasa el límite de 15,000 kg./m².,
que es la primera condición del inciso 3.1.3.2.

Además no se tabuló para mayor velocidad de colado porque la fórmula
E3.05 solo es aplicable a columnas que no excedan una altura de
5.50 m.

T6.79 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)

 FBP=60
 E=79,000

AC-M	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
FV-KG/MS						
2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800

T6.80 SEPARACION DE YUGOS (m)

 FBP=60
 E=79,000

P-TON/m ²	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
EF-MM										
12.70	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
16.00	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
19.00	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
22.20	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
25.40	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2

T6.81 CARGA LINEAL EN YUGOS (kg/m)

SY-M	P-KG/ m ²	FBP=60 E=79,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
0.10		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.20		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
0.30		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
0.40		400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
0.50		500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
0.60		600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
0.70		700	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	7000
0.80		800	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	8000
0.90		900	1800	2700	3600	4500	5400	6300	7200	8100	9000
1.00		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000

T6.82 SECCIONES DE YUGOS (pulg)

CLY-TON/ COL-CM m	FBP=60 E=79,000									
	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
25 X 25	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3
30 X 30	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3
40 X 40	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
50 X 50	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4
75 X 75	2X2	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	5X5	5X5	5X5
100 X 100	3X3	4X4	4X4	5X5	5X5	5X5	5X5	6X6	6X6	6X6

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$FBP = 80 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 95,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6.83		PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO (PLC) EN Kg/m ² PARA EL DISEÑO DE CIMENTAS RELACIONADAS CON COLUMNAS						
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en oC)	35	30	25	20	15	10	5
	0.20		1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306
0.40		1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136
0.60		1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839
0.80		1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543
1.00		2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246
1.20		2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949
1.40		2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652
1.60		3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355
1.80		3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058
2.00		3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761
2.20		4 075	4 426	4 855	5 400	6 110	7 076	8 464
2.40		4 379	4 762	5 230	5 824	6 599	7 653	9 167
2.60		4 683	5 098	5 605	6 249	7 088	8 230	9 870
2.80		4 986	5 434	5 980	6 673	7 577	8 807	10 573
3.00		5 291	5 776	6 355	7 098	8 066	9 384	11 276
3.20		5 595	6 106	6 730	7 522	8 555	9 961	11 979
3.40		5 899	6 442	7 105	7 947	9 044	10 538	12 682
3.60		6 203	6 778	7 480	8 371	9 533	11 115	13 385
3.80		6 507	7 114	7 855	8 796	10 022	11 692	14 088
4.00		6 811	7 450	8 230	9 220	10 511	12 269	14 791
4.20		7 115	7 786	8 605	9 645	11 000	12 846	15 494
4.40		7 419	8 122	8 980	10 069	11 489	13 423	*
4.60		7 723	8 458	9 355	10 494	11 978	14 000	
4.80		8 027	8 794	9 730	10 918	12 467	14 577	
5.00		8 331	9 130	10 105	11 343	12 956	15 154	
5.20		8 635	9 466	10 480	11 767	13 445	*	
5.40		8 939	9 802	10 855	12 192	13 934		
5.60		9 243	10 138	11 230	12 616	14 423		

NOTAS:

A partir de estos valores se rebasa el límite de 15,000 kg./m², que es la primera condición del inciso 3.1.3.2.

Además no se tabuló para mayor velocidad de colado porque la fórmula E3.05 solo es aplicable a columnas que no excedan una altura de 5.50 m.

T6.84 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)

	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	FBP=80 E=95,000	
AC-M PV-KG/M ³ 2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000		
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700		
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400		
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100		
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800		

T6.85 SEPARACION DE YUGOS (m)

	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	FBP=80 E=95,000	
P-TON/ EF-MM 12.70 m ²	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
16.00	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
19.00	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
22.20	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
25.40	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2

T6.86 CARGA LINEAL EN YUGOS (kg/m)

SY-M	P-KB/m ²	FBP=80 E=95,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
0.10		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.20		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
0.30		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
0.40		400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
0.50		500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
0.60		600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
0.70		700	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	7000
0.80		800	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	8000
0.90		900	1800	2700	3600	4500	5400	6300	7200	8100	9000
1.00		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000

T6.87 SECCIONES DE YUGOS (pulg)

CLY-TON/m ² COL-CM	FBP=80 E=95,000									
	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
25 X 25	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
30 X 30	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3
40 X 40	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
50 X 50	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4
75 X 75	2X2	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	4X4	5X5
100 X 100	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	5X5	5X5	5X5	5X5	5X5

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 100 \text{ KG / CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 114,000 \text{ KG / CM}^2$$

T6-88		PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO (PLC) EN Kg/m ² PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS RELACIONADAS CON COLUMNAS						
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)	35	30	25	20	15	10	5
	0.20		1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306
0.40		1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136
0.60		1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839
0.80		1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543
1.00		2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246
1.20		2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949
1.40		2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652
1.60		3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355
1.80		3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058
2.00		3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761
2.20		4 075	4 426	4 855	5 400	6 110	7 076	8 464
2.40		4 379	4 762	5 230	5 824	6 599	7 653	9 167
2.60		4 683	5 098	5 605	6 249	7 088	8 230	9 870
2.80		4 986	5 434	5 980	6 673	7 577	8 807	10 573
3.00		5 291	5 776	6 355	7 098	8 066	9 384	11 276
3.20		5 595	6 106	6 730	7 522	8 555	9 961	11 979
3.40		5 899	6 442	7 105	7 947	9 044	10 538	12 682
3.60		6 203	6 778	7 480	8 371	9 533	11 115	13 385
3.80		6 507	7 114	7 855	8 796	10 022	11 692	14 088
4.00		6 811	7 450	8 230	9 220	10 511	12 269	14 791
4.20		7 115	7 786	8 605	9 645	11 000	12 846	15 494
4.40		7 419	8 122	8 980	10 069	11 489	13 423	*
4.60		7 723	8 458	9 355	10 494	11 978	14 000	
4.80		8 027	8 794	9 730	10 918	12 467	14 577	
5.00		8 331	9 130	10 105	11 343	12 956	15 154	
5.20		8 635	9 466	10 480	11 767	13 445	*	
5.40		8 939	9 802	10 855	12 192	13 934		
5.60		9 243	10 138	11 230	12 616	14 423		

NOTAS:

A partir de estos valores se rebasa el límite de 15,000 kg./m²,
que es la primera condición del inciso 3.1.3.2.

Además no se tabuló para mayor velocidad de colado porque la fórmula
E3.05 solo es aplicable a columnas que no excedan una altura de
5.50 m.

T6.89 FRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)

	FBP=100 E=114,000					
AC-M PV-KG/M ³	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800

T6.90 SEPARACION DE YUGOS (m)

	FBP=100 E=114,000									
P-TON/m ²	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
FF-MM 12.70	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
16.00	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
19.00	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
22.20	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
25.40	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

T6.91 CARGA LINEAL EN YUGOS (kg/m)

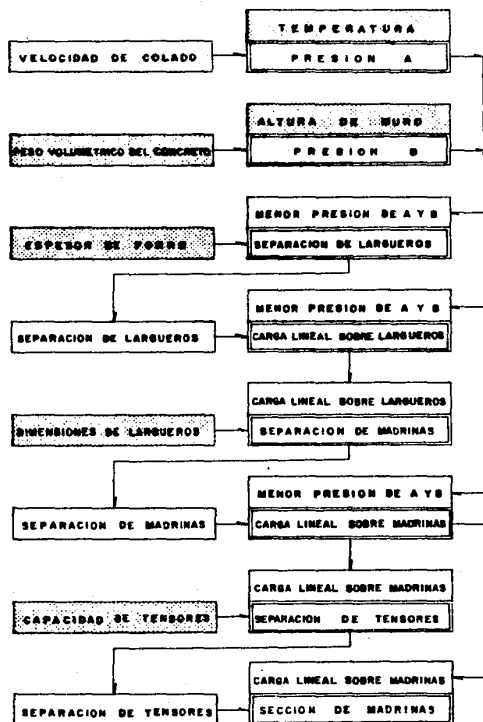
SY-M	P-KG/ m ²	FBP=100 E=114,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
0.10		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.20		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
0.30		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
0.40		400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
0.50		500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
0.60		600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
0.70		700	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	7000
0.80		800	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	8000
0.90		900	1800	2700	3600	4500	5400	6300	7200	8100	9000
1.00		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000

T6.92 SECCIONES DE YUGOS (pulg)

CLY-TON/ COL-CM	m	FBP=100 E=114,000									
		0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
25 X 25		1X1	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
30 X 30		1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
40 X 40		2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
50 X 50		2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
75 X 75		2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	4X4
100 X 100		3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	5X5	5X5	5X5	5X5

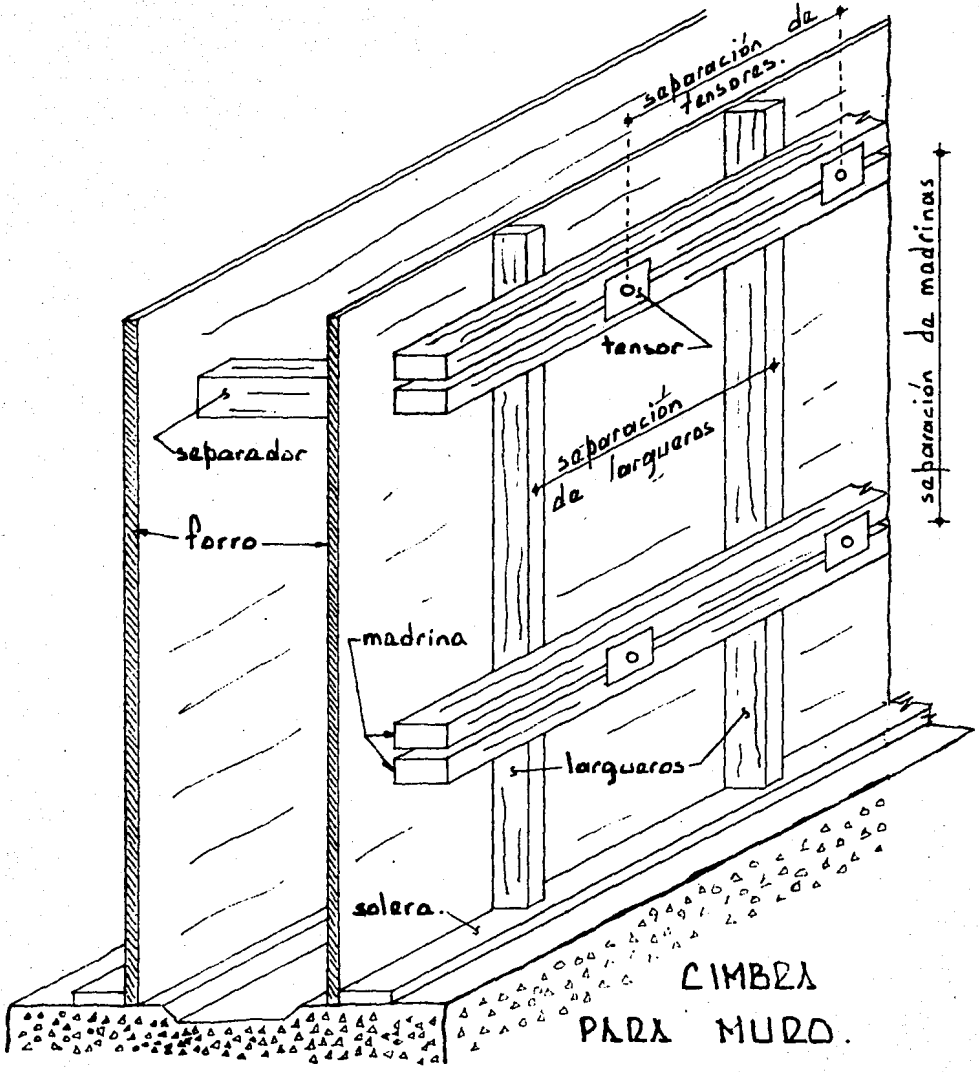
6.4

M U R O S



INDICE DE TABLAS

FBP= 40 kg/cm2 E=55,000 kg/cm2	FBP= 60 kg/cm2 E=79,000 kg/cm2	FBP= 80 kg/cm2 E=95,000 kg/cm2	FBP=100 kg/cm2 E=114,000 kg/cm2
T6.93	T6.100	T6.107	T6.114
T6.93.1	T6.100.1	T6.107.1	T6.114.1
T6.94	T6.101	T6.108	T6.115
T6.95	T6.102	T6.109	T6.116
T6.96	T6.103	T6.110	T6.117
T6.97	T6.104	T6.111	T6.118
T6.98	T6.105	T6.112	T6.119
T6.99	T6.106	T6.113	T6.120



ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F B P = 40 \text{ KG / CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 55,000 \text{ KG / CM}^2$$

T6-93 PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO ((PLC) EN KG/M2) PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS RELACIONADAS CON MUROS									
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)	35	30	25	20	15	10	5	FORMULA TABULADA
0.20		1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306	1 433	E3.03
0.40		1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136	
0.60		1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839	
0.80		1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543	
1.00		2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246	
1.20		2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949	
1.40		2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652	
1.60		3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355	
1.80		3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058	
2.00		3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761	
2.20		3 994	4 334	4 755	5 287	5 980	6 922	8 277	E3.04
2.40		4 088	4 439	4 872	5 419	6 132	7 102	8 496	
2.60		4 183	4 543	4 988	5 551	6 284	7 281	8 714	
2.80		4 277	4 648	5 105	5 683	6 437	7 461	8 933	
3.00		4 372	4 752	5 222	5 814	6 587	7 640	9 152	

16.93.1 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (Kg/m²)
**FBP=40
E=55,000**

AM - M	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
PV-KG/M ³						
2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800

T6.94 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

EF-MM	PRES-KG/m ²	FBP=40 E=55,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
12.70		0.28	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09
16.00		0.36	0.26	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
19.00		0.44	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
22.20		0.52	0.38	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17
25.40		0.60	0.44	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20

T6.95 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)

SL-CM	PRES-KG/m ²	FBP=40 E=55,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
10		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
20		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
30		0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
40		0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
50		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
60		0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
70		0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0

T6.96 SEPARACION DE MADRINAS (m)

CLL-TON/m LARG-PULG	FBP=40 E=55,000									
	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
2 X 2	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17
3 X 3	0.57	0.51	0.47	0.43	0.41	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32
3 X 6	1.15	1.03	0.94	0.87	0.81	0.77	0.73	0.69	0.66	0.64
4 X 4	0.90	0.81	0.74	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50

T6.07 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (ton/m)

PRES-KG/ SM-CM	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
30	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
40	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00
50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
60	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
70	0.70	1.40	2.10	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00
80	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00
90	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20	8.10	9.00
100	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
110	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	9.90	11.00
120	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00

T6.08 SEPARACION DE TENSORES (m)

CLM-TON/ CT-KB	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
500	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
1000	2.00	1.00	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20
1500	3.00	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38	0.33	0.30
2000	4.00	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40
2500	5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50
3000	6.00	3.00	2.00	1.50	1.20	1.00	0.86	0.75	0.67	0.60

T6.09 SECCION DE MADRINAS (pulg)

CLM-TON/ ST-M	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	FBP=40 E=55,000	
									4.5	5.0
0.5	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3
1.0	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4
1.5	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6
2.0	3X 3	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7
2.5	4X 4	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7	7X 7	7X 7	8X 8
3.0	4X 4	5X 5	6X 6	6X 6	7X 7	7X 7	8X 8	8X 8	8X 8	8X 8

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 60 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 79,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6-100

PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO ((PLC) EN KG/M2) PARA EL DISEÑO
DE CIMBRAS RELACIONADAS CON MUROS

Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)							FORMULA TABULADA
	35	30	25	20	15	10	5	
0.20	1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306	1 433	E3.03
0.40	1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136	
0.60	1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839	
0.80	1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543	
1.00	2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246	
1.20	2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949	
1.40	2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652	
1.60	3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355	
1.80	3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058	
2.00	3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761	
2.20	3 994	4 334	4 755	5 287	5 980	6 922	8 277	E3.04
2.40	4 088	4 439	4 872	5 419	6 132	7 102	8 496	
2.60	4 183	4 543	4 988	5 551	6 284	7 281	8 714	
2.80	4 277	4 648	5 105	5 683	6 437	7 461	8 933	
3.00	4 372	4 752	5 222	5 814	6 587	7 640	9 152	

16.100.1 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)

FBP=60
E=79,000

AM - M	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
PV-KG/M3						
2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800

T6.101 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

EF-MM	PRES-KG/ m ²	FBP=60 E=79,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
12.70		0.31	0.25	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11
16.00		0.41	0.32	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
19.00		0.50	0.39	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
22.20		0.59	0.46	0.38	0.33	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21
25.40		0.68	0.54	0.44	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24

T6.102 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)

SL-CM	PRES-KG/ m ²	FBP=60 E=79,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
10		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
20		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
30		0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
40		0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
50		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
60		0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
70		0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0

T6.103 SEPARACION DE MADRINAS (m)

CLL-TON/ LARG-PULG	FBP=60 E=79,000									
	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
2 X 2	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.00	0.00	0.00
3 X 3	0.70	0.63	0.57	0.53	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39
3 X 6	1.41	1.26	1.15	1.06	1.00	0.94	0.89	0.85	0.81	0.78
4 X 4	1.10	0.99	0.90	0.83	0.78	0.74	0.70	0.67	0.64	0.61

T6.104 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (ton/m)

PRES-KG/ SM-CM	m ² 1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
30	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
40	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00
50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
60	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
70	0.70	1.40	2.10	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00
80	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00
90	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20	8.10	9.00
100	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
110	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	9.90	11.00
120	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00

T6.105 SEPARACION DE TENSORES (m)

CLM-TON/ CT-KG	m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
500		1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
1000		2.00	1.00	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20
1500		3.00	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38	0.33	0.30
2000		4.00	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40
2500		5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50
3000		6.00	3.00	2.00	1.50	1.20	1.00	0.86	0.75	0.67	0.60

T6.106 SECCION DE MADRINAS (pulg)

CLM-TON/ ST-M	m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
0.5		1X 1	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3
1.0		2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4
1.5		3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5
2.0		3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6
2.5		3X 3	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7
3.0		4X 4	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7	7X 7	7X 7	7X 7

FBP=60
E=79,000

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$FBP = 80 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 95,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6-107

PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO ((PLC) EN KG/M2) PARA EL DISEÑO
DE CIMBRAS RELACIONADAS CON MUROS

Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)							FORMULA TABULADA
	35	30	25	20	15	10	5	
0.20	1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306	1 433	E3.03
0.40	1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136	
0.60	1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839	
0.80	1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543	
1.00	2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246	
1.20	2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949	
1.40	2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652	
1.60	3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355	
1.80	3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058	
2.00	3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761	
2.20	3 994	4 334	4 755	5 287	5 980	6 922	8 277	E3.04
2.40	4 088	4 439	4 872	5 419	6 132	7 102	8 496	
2.60	4 183	4 543	4 988	5 551	6 284	7 281	8 714	
2.80	4 277	4 648	5 105	5 683	6 437	7 461	8 933	
3.00	4 372	4 752	5 222	5 814	6 587	7 640	9 152	

16.107.1 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)
**FBF=80
E=95,000**

AN - M	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
FV-KG/MS						
2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800

T6.108 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

EF-MM	PRES-KG/m ²	FBP=80 E=95,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
12.70		0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13
16.00		0.44	0.35	0.30	0.26	0.24	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17
19.00		0.53	0.42	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20
22.20		0.62	0.50	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24
25.40		0.72	0.57	0.50	0.44	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28

T6.109 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)

SL-CM	PRES-KG/m ²	FBP=80 E=95,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
10		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
20		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
30		0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
40		0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
50		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
60		0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
70		0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0

T6.110 SEPARACION DE MADRINAS (m)

CLL-TON/m LARG-PULG	FBP=80 E=95,000									
	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
2 X 2	0.43	0.38	0.35	0.32	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 X 3	0.81	0.73	0.66	0.61	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47	0.45
3 X 6	1.63	1.45	1.33	1.23	1.15	1.08	1.03	0.98	0.94	0.90
4 X 4	1.27	1.14	1.04	0.96	0.90	0.85	0.81	0.77	0.74	0.71

T6.111 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (ton/m)

PRES-KG/ SM-CM	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
30	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
40	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00
50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
60	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
70	0.70	1.40	2.10	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00
80	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00
90	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20	8.10	9.00
100	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
110	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	9.90	11.00
120	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00

T6.112 SEPARACION DE TENSORES (m)

CLM-TON/ CT-KG	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
500	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
1000	2.00	1.00	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20
1500	3.00	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38	0.33	0.30
2000	4.00	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40
2500	5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50
3000	6.00	3.00	2.00	1.50	1.20	1.00	0.86	0.75	0.67	0.60

T6.113 SECCION DE MADRINAS (pulg)

CLM-TON/ ST-M	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
0.5	1X 1	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3
1.0	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4
1.5	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5
2.0	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5
2.5	3X 3	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6
3.0	3X 3	4X 4	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7	7X 7

FBP=80
E=95,000

ESFUERZO PERMISIBLE EN FLEXION

$$F_{BP} = 100 \text{ KG/CM}^2$$

MODULO DE ELASTICIDAD EN FLEXION

$$E = 114,000 \text{ KG/CM}^2$$

T6-114 PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO ((PLC) EN KG/M2) PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS RELACIONADAS CON MUROS									
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)	35	30	25	20	15	10	5	FORMULA TABULADA
0.20		1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306	1 433	E3.03
0.40		1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136	
0.60		1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839	
0.80		1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543	
1.00		2 250	2 410	2 605	2 853	3 176	3 615	4 246	
1.20		2 554	2 745	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949	
1.40		2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652	
1.60		3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355	
1.80		3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058	
2.00		3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761	
2.20		3 994	4 334	4 755	5 287	5 980	6 922	8 277	E3.04
2.40		4 088	4 439	4 872	5 419	6 132	7 102	8 496	
2.60		4 183	4 543	4 988	5 551	6 284	7 281	8 714	
2.80		4 277	4 648	5 105	5 683	6 437	7 461	8 933	
3.00		4 372	4 752	5 222	5 814	6 587	7 640	9 152	

16.114.1 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)

							FBP=100 E=114,000
AM - M	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	
FV-KG/M3							
2000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700	
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400	
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100	
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800	

T6.116 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

EF-MM	PRES-KG/ m ²	FBP=100 E=114,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
12.70		0.36	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
16.00		0.46	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19
19.00		0.56	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23
22.20		0.66	0.53	0.46	0.42	0.38	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27
25.40		0.77	0.61	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31

T6.116 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (ton/m)

SL-CM	PRES-KG/ m ²	FBP=100 E=114,000									
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
10		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
20		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
30		0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
40		0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
50		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
60		0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
70		0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0

T6.117 SEPARACION DE MADRINAS (m)

CLL-TON/m LARG-PULG	FBP=100 E=114,000									
	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
2 X 2	0.48	0.43	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 X 3	0.91	0.81	0.74	0.69	0.64	0.61	0.57	0.00	0.00	0.00
3 X 6	1.82	1.63	1.48	1.37	1.29	1.21	1.15	0.00	0.00	0.00
4 X 4	1.42	1.27	1.16	1.08	1.01	0.95	0.90	0.86	0.82	0.79

T6.118 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (ton/m)

PRES-KG/ SM-CM	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
30	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
40	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00
50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
60	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
70	0.70	1.40	2.10	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00
80	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00
90	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20	8.10	9.00
100	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
110	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	9.90	11.00
120	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00

T6.119 SEPARACION DE TENSORES (m)

CLM-TON/m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
CT-KG 500	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
1000	2.00	1.00	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20
1500	3.00	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38	0.33	0.30
2000	4.00	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40
2500	5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50
3000	6.00	3.00	2.00	1.50	1.20	1.00	0.86	0.75	0.67	0.60

T6.120 SECCION DE MADRINAS (pulg)

CLM-TON/m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	FBP=100 E=114,000		
									4.5	5.0	
ST-M 0.5	1X 1	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3
1.0	2X 2	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4
1.5	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5
2.0	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5
2.5	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6
3.0	3X 3	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7

CAPITULO

7

7.- EJEMPLOS :

En este capítulo, el diseño de cimbras para losas, trabes, columnas y muros, es decir, los casos más frecuentes, se - ejemplifican por separado, a través de un mismo problema - para cada ejemplo, pero resuelto por dos caminos :

- a) el tradicional, donde se muestra una explicación detallada del procedimiento que se realiza para obtener la solución del problema.
- b) empleando el " Manual de Diseño " (capítulo anterior), objeto principal de este trabajo y donde se presenta una secuencia de la manera en que se usan las tablas del manual para llenar las formas elaboradas con el fin de facilitar y sistematizar su aplicación.

Lo anterior es con el deseo de que el lector pueda efectuar una comparación entre ambas alternativas y compruebe lo cómodo y efectivo del segundo método.

T7-01		PROPIEDADES DE PIEZAS DE MADERA MACIZA DE LAS SECCIONES MAS COMUNMENTE EMPLEADAS EN CIMBRAS. (en el eje x-x)							
TAMAÑO			AREA EFFECTIVA	MODULO DE SECCION	MOMENTO DE INERCIA	CROQUIS			
NOMINAL		EFFECTIVO	A1	S1	I1				
pulg.	cm.	cm.	cm ² .	cm ³ .	cm ⁴ .				
a).- ANCHO EFFECTIVO (b1) CON PERALTE NOMINAL (d)									
b	d	b	d	b1	d	$A1 = b1 \cdot d$	$S1 = \frac{b1 \cdot d^2}{6}$	$I1 = \frac{b1 \cdot d^3}{12}$	
2	x 2	5.08 x 5.08		4.45 x 5.08		22.61	19.14	48.61	
	3	7.62	7.62	7.62		33.91	43.06	164.08	
	4	10.16	10.16	10.16		45.21	76.56	388.92	
3	x 3	7.62 x 7.62		6.67 x 7.62		50.83	64.55	245.93	
	6	15.24	15.24	15.24		101.65	258.19	1967.43	
3 1/2	x 3 1/2	8.89 x 8.89		7.94 x 8.89		70.59	104.59	464.88	
	4	10.16 x 10.16		9.21 x 10.16		93.57	158.45	804.93	
	6	15.24	15.24	15.24		140.36	356.52	2716.65	
	8	20.32	20.32	20.32		187.15	633.81	6439.46	
b).- ANCHO NOMINAL (b) CON PERALTE EFFECTIVO (d1)									
b	d	b	d	b	d1	$A1 = b(d1)$	$S1 = \frac{b(d1)^2}{6}$	$I1 = \frac{b(d1)^3}{12}$	
2	x 2	5.08 x 5.08		5.08 x 4.45		22.61	16.77	37.30	
	3	7.62	7.62	6.67		33.88	37.67	125.62	
	4	10.16	10.16	9.21		46.79	71.82	330.72	
3	x 3	7.62 x 7.62		7.62 x 6.67		50.83	56.50	188.43	
	6	15.24	15.24	13.97		106.45	247.85	1731.26	
3 1/2	x 3 1/2	8.89 x 8.89		8.89 x 7.94		70.59	93.41	370.84	
	4	10.16 x 10.16		10.16 x 9.21		93.57	143.64	661.44	
	6	15.24	15.24	13.97		141.94	330.47	2308.35	
	8	20.32	20.32	18.42		187.15	574.54	5291.53	
c).- FRANJA DE 100 cm. DE ANCHO (b) CON ESPESOR EFFECTIVO (e1)									
b	a	b	a	b	a1	$A1 = b(a1)$	$S1 = \frac{b(a1)^2}{6}$	$I1 = \frac{b(a1)^3}{12}$	
39 3/8	x 1/2	100.00 x 1.27		100.00 x 0.79		79.00	10.40	4.11	
	3/4	1.90	1.90	1.42		142.00	33.61	23.86	
	1	2.54	2.54	2.06		206.00	70.73	72.85	
	1 1/2	3.81	3.81	3.18		318.00	168.54	267.98	
	2	5.08	5.08	4.45		445.00	330.04	734.34	

7.1.-

PROBLEMA 1.-

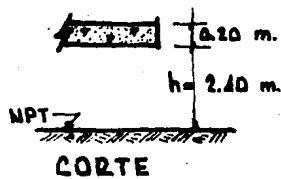
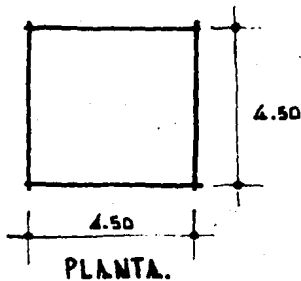
7.1.1.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA..

1.- DATOS.-

- 1.1.- espesor de la losa = $e = 20 \text{ cm.} = 0.20 \text{ m.}$
- 1.2.- concreto normal con: $\gamma_c = 2400 \text{ kg./m}^3.$
- 1.3.- cimbra: madera de pino, con varios usos.
- 1.4.- altura libre de piso a techo = $h = 2.4 \text{ m.}$
- 1.5.- tablero de la losa: $4.5 \times 4.5 \text{ m.}$

2.- CROQUIS.-



3.- ESFUERZOS PERMISIBLES.-

Como no se conoce la clase de la madera, se supone $\gamma = 0.4$ (inciso 2.3.2.2., pag. 37) y de la tabla T2-05 (pag. 38) se obtienen los esfuerzos permisibles:

flexión = $f_{bp} = 60 \text{ kg./cm}^2.$

cortante = $f_{vp} = 10$

compresión \parallel = $f_{cp} = 57 \text{ kg./cm}^2.$

compresión \perp = $f_{np} = 7$

módulo de elasticidad en flexión = $E = 79\,000 \text{ kg./cm}^2.$

compresión = $E_c = 95\,000 \text{ kg./cm}^2.$

como la madera tiene varios usos no se aplica

la tabla T2-06 (pág. 39).

4.- SOLUCION.-

4.1.- CARGAS DE DISEÑO.-

$$\begin{aligned} \text{peso propio losa} &= (\gamma_c)(L_c) = 2400(0.2) = 480 \text{ kg./m}^2. \\ \text{carga viva Linciso 3.1.1.2. pag. 72} &= 250 \\ &= \frac{250}{730} \text{ kg./m}^2 \end{aligned}$$

considerando una franja de un metro de ancho:
 $W = 730(1) = 730 \text{ kg./m.} = 7.3 \text{ kg./cm.}$

4.2.- ENTARIMADO O CIMBRA DE CONTACTO.-

Los tabloncitos que hay para cimbra de contacto tienen un espesor nominal: $a = 2.54 \text{ cm. (1")}$

espesor efectivo = $a_1 = a - r$

de tabla T4-01 (pág. 93): $r = 4.8 \text{ mm.}$

$$a_1 = 25.4 - 4.8 = 20.6 \text{ mm.} = 2.06 \text{ cm.}$$

momento de Inercia:

$$I = \frac{b(La_1)^3}{12} \quad b = 1.0 \text{ m.} = 100 \text{ cm.}$$

$$I = \frac{100(2.06)^3}{12} = 72.85 \text{ cms}^4.$$

módulo de Sección:

$$S_1 = \frac{b(La_1)^2}{6} = \frac{100(2.06)^2}{6} = 70.73 \text{ cms}^3.$$

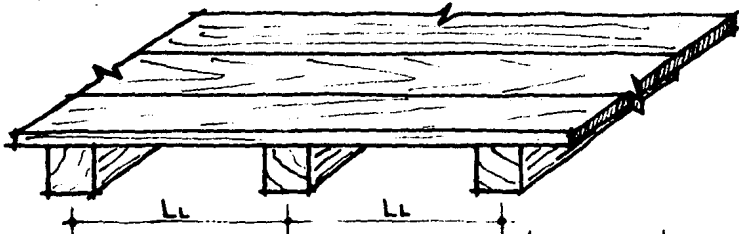
como comprobación ver tabla T7-01 (pág. 239)

4.3.- SEPARACION DE LARGUEROS.-

4.3.1.- Por flexión.. ecuación E4-09 (pág. 99)

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S_1}{W}} = 3.16 \sqrt{\frac{60(70.73)}{7.3}} = 76.19 \text{ cm.}$$

4.3.2.- Por flecha o deflexión:



de la figura anterior, se ve que los tablonas trabajan como viga continua. Por otro lado, como no se especifica el tipo de acabado se considera que será común y por lo tanto se aplica la ecuación 24-19 (pag. 103 J).

$$LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I'}{wF}} = 0.834 \sqrt[3]{\frac{79\,000 (72.85)^3}{7.3}} = 77.05 \text{ cm.}$$

La separación de largueros es la menor de los dos valores anteriores, en este caso $L_B < L_F$, la separación será: $L_B = 76.19 \text{ cm.}$

Como la losa mide 4.5 m.

$$\frac{4.5}{0.76} = 5.92 \approx 6.0 \text{ espacios}$$

en la práctica se hace con seis espacios de 75 cm.

\therefore Separación de largueros = $L_L = 75 \text{ cm.} = 5L$

4.4. DIMENSIONAMIENTO DE LARGUEROS Y ESPACIAMIENTO DE MADRINAS.-

4.4.1. Dimensionamiento de largueros.

Se tienen largueros de 2" x 4" (50.8 x 101.6 mm.)

ancho efectivo = $b_1 = b - r$
de tabla T4-01 (pag. 93): $r = 6.3 \text{ mm.}$

$$b_1 = 50.8 - 6.3 = 44.5 \text{ mm.} = 4.45 \text{ cm.}$$

Momento de Inercia:

$$I = \frac{b \cdot d^3}{12} = \frac{4.45 (10.16)^3}{12} = 388.92 \text{ cm}^4.$$

Módulo de Sección:

$$S = \frac{b \cdot d^2}{6} = \frac{4.45 (10.16)^2}{6} = 76.56 \text{ cm}^3$$

para comprobar
ver tabla T7-01
(pag. L239)

Carga lineal sobre largueros:

$$w_L = w_{LL} = 730 \times 0.75 = 547.5 \text{ kg./m.} = 5.48 \text{ kg./cm.}$$

4.4.2.. Separación de maderas:

4.4.2.1.. Por flexión.. ecuación E4-09 (pag. 99)

$$L_B = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S}{w_L}} = 3.16 \sqrt{\frac{60 (76.56)}{5.48}} = 91.49 \text{ cm.}$$

4.4.2.2.. Por flecha.. ecuación E4-19 (pag. 103)

$$L_F = 0.834 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{w_L}} = 0.834 \sqrt[3]{\frac{79\,000 (388.92)}{5.48}} = 148.2 \text{ cm.}$$

4.4.2.3.. Por cortante.. ecuación E4-27 (pag. 106)

$$L_V = 1.11 \left[\frac{b \cdot d}{w_L} \right] f_{vp} = 1.11 \left[\frac{4.45 (10.16)}{5.48} \right] 10 = 91.58 \text{ cm.}$$

nuevamente predomina la separación por flexión, en virtud de ser la menor: $L_B = 91.49 \text{ cm.}$, aunque por cortante $L_V = 91.58 \text{ cm.}$ que es propiamente igual: como la losa mide 4.50 m.

$$\frac{4.5}{0.91} = 4.94 \approx 5 \text{ espacios}$$

en la práctica conviene cinco espacios de 90 cm. , o sea, que la separación de maderas queda:

$$L_M = 90 \text{ cm.} = 3M$$

4.5.- DIMENSIONAMIENTO DE MADRINAS Y ESPACIAMIENTO DE PUNTALES.

4.5.1.- Dimensionamiento de madrinas:

Existen en la obra polinas de $1" \times 1"$ (101.6×101.6 mm) que se pueden emplear como madrinas.

ancho efectivo $= b_1 = b - r = 101.6 - 9.5 = 92.1$ mm. $= 9.21$ cm.

Momento de Inercia

$$I = \frac{b \cdot d^3}{12} = \frac{9.21 (10.16)^3}{12} = 804.93 \text{ cm}^4.$$

Módulo de Sección

$$S = \frac{b \cdot d^2}{6} = \frac{9.21 (10.16)^2}{6} = 158.46 \text{ cm}^3.$$

para comprobar
ver tabla T7.01
(pág. 239)

carga lineal en madrinas

$$w_m = w_r (L_M) = 730 (0.90) = 657 \text{ kg./m.} = 6.57 \text{ kg./cm.}$$

4.5.2.- Espaciamiento de puntales:

4.5.2.1.- Por flexión.- ecuación E4.09 (pág. 99)

$$L_B = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S}{w_m}} = 3.16 \sqrt{\frac{60 (158.46)}{6.57}} = 120.21 \text{ cm.}$$

4.5.2.2.- Por flecha.- ecuación E4.19 (pág. 103)

$$L_F = 0.834 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{w_m}} = 0.834 \sqrt[3]{\frac{79000 (804.93)}{6.57}} = 177.73 \text{ cm.}$$

4.5.2.3.- Por corte.- ecuación E4.27 (pág. 106)

$$L_V = 1.11 \left[\frac{b_1 \cdot d}{w_m} \right] f_{vp} = 1.11 \left[\frac{9.21 (10.16)}{6.57} \right] 10 = 158.26 \text{ cm.}$$

otra vez, el espaciamiento menor es el debido a la flexión: $L_B = 120.21$ cm.

pero:

$$\frac{4.50}{1.2} = 3.75 \approx 4 \text{ espacios}$$

para uniformizar espacios: $\frac{4.50}{4} = 1.125 \text{ m.}$

separación de puntales = $L_p = 1.125 \text{ m.} = 112.5 \text{ cm.} = 5P$

4.6.- DIMENSIONAMIENTO DE PUNTALES..

4.6.1.. Se emplearán como puntales: polines de $4'' \times 4''$
(101.6 x 101.6 mm.)

Relación de esbeltez: $(RE) = \frac{l}{d_i}$

donde:

$$l = h - a - d_L - d_M$$

h = altura libre de piso a techo = 240 cm.

a = espesor del entarimado = 2.54 cm.

d_L = peralte de largueros = 10.16 cm.

d_M = peralte de maderas = 10.16 cm.

sustituyendo valores:

$$l = 240 - 2.54 - 10.16 - 10.16 = 217.14 \text{ cm.}$$

$$d_i = d - r = 101.6 - 9.5 = 92.1 \text{ mm} = 9.21 \text{ cm.} \quad (\text{Tabla TA-01 pag. 95})$$

$$RE = \frac{217.14}{9.21} = 23.58 < 30 \quad \text{correcto como miembro largo, var inciso 4.2.4.2 (pag. 109) y ecuación E4-34 (pag. 110)}$$

4.6.2.. Esfuerzo de diseño.. ecuación E4-31 (pag. 109)

$$f_{ed} = \frac{0.9 \cdot E_c}{(RE)^2} = \frac{0.9(295000)}{(23.58)^2} = 51.26 \text{ kg./cm}^2.$$

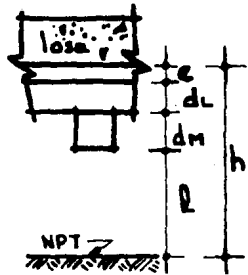
pero, se debe cumplir: $f_{ed} \leq f_{cp}$

en este caso: $51.26 < 57 \text{ kg./cm}^2$. está correcto.

4.6.3.. Revisión de fuerza normal actuante y resistente.

$$\text{Fuerza normal actuante} = P_{ac} = h \cdot w = L_M \cdot L_p \cdot w$$

$$P_{ac} = 0.9(1.125)730 = 739.12 \text{ kg. (en el puntal)}$$



Fuerza normal resistente = $P_{rc} = \lambda_p \cdot f_{cd}$.
 área puntal = $\lambda_p = d_1(d_2) = 9.21(9.21) = 84.82 \text{ cm}^2$.
 $P_{rc} = 84.82(42.62) = 3615 \text{ kg}$. (en el puntal)
 como $3615 \geq 739.12 \text{ kg}$, el puntal soporta
 adecuadamente la carga tributaria sobre él.

4.7.. REVISIÓN DE ESFUERZOS DE COMPRESIÓN EN LOS APUNTES.

Entre viga madrina y puntal:
 esfuerzo de diseño en compresión normal a las fibras:

$$f_{nd} = \frac{P_{ac}}{\lambda_p} = \frac{739.12}{84.82} = 8.71 \text{ kg./cm}^2.$$

esfuerzo permisible en compresión normal a las fibras:
 tabla T2.05 (pág. 38)

$$f_{np} = 7.0 \text{ kg./cm}^2.$$

como $f_{nd} \geq f_{np}$ ($8.71 \geq 7.0 \text{ kg./cm}^2$), ocurre penetración,
 por lo que se requiere colocar una placa de acero
 entre la madrina y el puntal, que requiera un
 área de: $A_r = \frac{P_{ac}}{f_{np}} = \frac{739.12}{7.0} = 105.59 \text{ cm}^2$.

que debe tener las siguientes dimensiones:

$$9.21(z) = 105.59 \neq 106 \text{ cm}^2.$$

$$z = \frac{106}{9.21} = 11.51 \text{ cm}.$$

la placa será de $9 \times 12 \text{ cm}$.

que nos da un área de: $108 \text{ cm}^2 \geq 105.59 \text{ cm}^2$.

Entre larguero y madrina:

esfuerzo de diseño en compresión normal a las fibras:

$$f_{nd} = \frac{P_{ac}}{\lambda_{LM}} =$$

donde:

Pac.. fuerza normal ocasionada por el área tributaria en larquero y madrina.

$$Pac = L_L(L_M)w = 0.75(0.90)730 = 492.75 = 493 \text{ kg}$$

ΔL_M .. área de apoyo entre larquero y madrina.

$$\Delta L_M = b_1(L_b)_r = 1.15(9.21) = 10.98 \text{ cmz.}$$

sustituyendo valores

$$f_{nd} = \frac{493}{10.98} = 12.03 \text{ kg./cmz.}$$

nuevamente: $f_{nd} \geq f_{np}$ ($12.03 \geq 7.0 \text{ kg./cmz.}$) por lo que ocurra penetración y para evitarla hay que colocar una placa de acero entre la madrina y el larquero, pero con un área requerida de:

$$A_r = \frac{Pac}{f_{np}} = \frac{493.0}{7.0} = 70.43 \text{ cmz} = 71.0 \text{ cmz.}$$

con las siguientes dimensiones:

$$A_r = (b_1)Z = 71$$

$$= 1.15(Z) = 71$$

$$\therefore Z = 15.96 \text{ cm.}$$

por facilidad de construcción y seguridad se toma:
 $Z = 16.5 \text{ cm.}$, por lo que la placa será de:

$$A_d = 16.5 \text{ cm. con un área de: } 72.6 \text{ cmz} \geq 71.0$$

7.1.2.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA.

Hoja 01 de 01.

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

1.00.- DATOS:

1.01.- Espesor de la losa = (EL) = 20.0 cm.1.02.- Espesor del ferrocemento = (EF) = 25.4 mm.1.03.- Esfuerzo permisible en flexión = (FBP) = 60.0 kg./cm².1.04.- módulo de elasticidad en flexión = (E) = 79,000.0 kg./cm².

Con estos dos últimos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a emplear: T6.07 a T6.12 .

2.00.- SOLUCION:

2.01.- Separación de largueros = (SL).- En tabla T6.07 , con (EL) y (EF):(SL) = 0.75 m. \pm 75.0 cm.; observaciones: ninguna2.02.- Carga lineal sobre largueros = (CLL).- En tabla T6.06 , con (EL) y (SL):(CLL) = 343.5 \pm 350.0 kg.; observaciones: se interpoló.2.03.- Separación de maderas = (SM).- En tabla T6.09 , con (CLL) y eligiendo una sección de largueros = (LARG) = (SEL) = 2 x 4 pulg.:(SM) = 0.89 m. \pm 90 cm.; observaciones: se interpoló2.04.- Carga lineal sobre maderas = (CLM).- En tabla T6.10 , con (EL) y (SM):(CLM) = 657.0 kg./m. \pm _____ kg./m.; observaciones: _____2.05.- Separación de puntales = (SP).- En tabla T6.12 , con (CLM) y eligiendo unasección de maderas = (MAD) = (SEM) = 4 x 4 pulg. :(SP) = 1.22 m.; observaciones: _____

3.00.- OPERACIONES Y/O NOTAS:

T8.07 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

FSP=40
E=79,000
20

EF-PM	EL-CH	8	10	12	14	16	18	20
12.70		0.41	0.40	0.39	0.39	0.37	0.36	0.35
16.00		0.54	0.52	0.50	0.49	0.48	0.46	0.45
19.00		0.65	0.63	0.61	0.59	0.58	0.56	0.55
22.20		0.77	0.74	0.72	0.70	0.68	0.67	0.65
25.40		0.89	0.86	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75

249

T8.08 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (kg/m)

EL-CH	8	10	12	14	16	18	20
30	132.60	147.00	161.40	175.80	190.20	204.60	219.00
40	176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50	221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60	265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70	309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80	353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90	397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100	442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110	486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120	530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00

T8.09 SEPARACION DE MADRINAS (m)

FSP=40
E=79,000

LARG-PUL	200	300	400	500	600	700	800	900
2 X 4	1.48	1.21	1.04	0.93	0.85	0.79	0.74	0.70
3 X 3	0.81	0.75	0.70	0.66	0.63	0.60	0.57	0.55
3 X 6	1.26	1.20	1.15	1.10	1.06	1.02	1.00	0.97
4 X 4	0.83	0.81	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68

T8.10 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (kg/m)

EL-CH	8	10	12	14	16	18	20
40	176.80	196.00	215.20	234.40	253.60	272.80	292.00
50	221.00	245.00	269.00	293.00	317.00	341.00	365.00
60	265.20	294.00	322.80	351.60	380.40	409.20	438.00
70	309.40	343.00	376.60	410.20	443.80	477.40	511.00
80	353.60	392.00	430.40	468.80	507.20	545.60	584.00
90	397.80	441.00	484.20	527.40	570.60	613.80	657.00
100	442.00	490.00	538.00	586.00	634.00	682.00	730.00
110	486.20	539.00	591.80	644.60	697.40	750.20	803.00
120	530.40	588.00	645.60	703.20	760.80	818.40	876.00
130	574.60	637.00	699.40	761.80	824.20	886.60	949.00
140	618.80	686.00	753.20	820.40	887.60	954.80	1022.00
150	663.00	738.00	807.00	879.00	951.00	1023.00	1098.00
160	707.20	784.00	860.80	937.60	1014.40	1091.20	1168.00
170	751.40	833.00	914.60	996.20	1077.80	1159.40	1241.00
180	795.60	882.00	968.40	1054.80	1141.20	1227.60	1314.00
190	839.80	931.00	1022.20	1113.40	1204.60	1295.80	1387.00

T8.11 SEPARACION DE PUNTALES (m)

FSP=40
E=79,000

CLM-KB/m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
2 X 4	2.07	1.46	1.19	1.03	0.93	0.84	0.74	0.64	0.57	0.52
3 X 3	1.97	1.39	1.14	0.99	0.88	0.80	0.74	0.70	0.66	0.62
4 X 4	3.09	2.18	1.78	1.54	1.38	1.26	1.17	1.09	1.03	0.98
3 X 6	3.94	2.79	2.28	1.97	1.76	1.61	1.49	1.39	1.31	1.25
4 X 6	4.63	3.27	2.67	2.31	2.07	1.89	1.75	1.64	1.54	1.46

7.1.3 SECUENCIA DE SOLUCION DEL EJEMPLO DE LOSAS CON LAS TABLAS

7.2.-

PROBLEMA 2.-

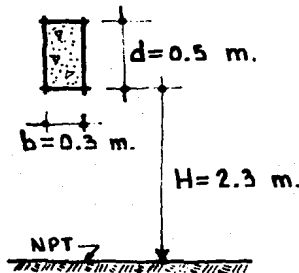
7.2.1.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE..

1.- DATOS.-

- 1.1.- sección transversal de la trabe: 0.3×0.5 m (b)(d)..
- 1.2.- altura del piso al paño inferior de la viga:
 $H = 2.3$ m.
- 1.3.- concreto normal: $(\gamma_c) = 2400$ kg./m³.
- 1.4.- madera de pino, con varios usos..
- 1.5.- tensores con torones de alambre recozido..
- 1.6.- temperatura probable para el día del colado:
 $T = 20$ °C.

2.- CROQUIS



3.- ESFUERZOS PERMISIBLES.-

Como no se conoce la clase de la madera, se supone: $\lambda = 0.4$ (inciso 2.3.2.2., pag. 37) y de la tabla T1.05 (pag. 38) se obtienen los esfuerzos permisibles:

$$\text{flexión} = f_{bp} = 60 \text{ kg./cm}^2.$$

$$\text{cortante} = f_{vp} = 10$$

$$\text{compresión} \parallel = f_{cp} = 57 \text{ kg./cm}^2.$$

compresión $\perp = f_{np} = 7 \text{ kg./cm}^2$.
 módulo de elasticidad en flexión $= E = 79000 \text{ kg./cm}^2$.
 compresión $= E_c = 95000$
 como la madera tiene varios usos no se aplica la
 tabla T2.06 (pag. 39)

Δ.. SOLUCION..

Δ.1.. Carga de diseño..

$$\text{carga muerta: } bLd) \times C = 0.3(0.5)2000 = 360 \text{ kg./m.}$$

$$\text{carga viva (inciso 3.1.1.2.. pag. 72)} \\ (0.3)250 = \frac{75}{435}$$

$$w = 435 \text{ kg./m.} = 4.35 \text{ kg./cm.}$$

Δ.2.. Tablado del fondo y espaciamiento de apoyos.

Δ.2.1.. Tablado del fondo..

En la obra hay duela con espesor: $a = 19 \text{ mm } (3/4")$

$$\text{espesor efectivo} = a_1 = a - r$$

de la tabla TΔ.01 (pag. 93) $r = 4.8 \text{ mm.}$

$$a_1 = 19 - 4.8 = 14.2 \text{ mm} = 1.42 \text{ cm.}$$

momento de Inercia:

$$I = \frac{b(a_1)^3}{12} = \frac{30(1.42)^3}{12} = 7.16 \text{ cm}^4$$

módulo de Sección:

$$S = \frac{b(a_1)^2}{6} = \frac{30(1.42)^2}{6} = 10.08 \text{ cm}^3$$

para comprobar ver la tabla T7.01 (pag. 239)
 que se puede aplicar directamente.

4.2.2.. Espaciamiento de apoyos..

Por flexión.. ecuación EA-09 (pag. 99)

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S I}{w}} = 3.16 \sqrt{\frac{60(10.08)}{4.35}} = 37.26 \text{ cm.}$$

Por flecha.. ecuación EA-19 (pag. 103)

$$LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{w}} = 0.834 \sqrt[3]{\frac{79000(7.16)}{4.35}} = 42.25 \text{ cm.}$$

Por cortante.. ecuación EA-27 (pag. 106)

$$LV = 1.11 \left[\frac{b(Ld)}{w} \right] f_{vp} = 1.11 \left[\frac{30(1.42)}{4.35} \right] 10 = 108.70 \text{ cm.}$$

los apoyos se tendrían que colocar a 37 cm. (por ser el menor), pero como cada apoyo lleva un puntal, este espaciamento es muy incomodo ya que los puntales no permitirían maniobras, por lo que es recomendable cambiar el espesor de la dula:

comprando dula con espesor: $d = 38.1 \text{ mm}$ ($1\frac{1}{2}''$)

y aplicando la tabla T7-01 (pag. 239)

$$d_1 = 31.8 \text{ mm} = 3.18 \text{ cm.}$$

$$I = 80.39 \text{ cm}^4.$$

$$S = 50.56 \text{ cm}^3.$$

los nuevos espaciamentos serían:

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{60(50.56)}{4.35}} = 83.45 \text{ cm.}$$

$$LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{79000(80.39)}{4.35}} = 94.61 \text{ cm.}$$

$$LV = 1.11 \left[\frac{30(3.18)}{4.35} \right] 10 = 243.43 \text{ cm.}$$

∴ espaciamiento de apoyos: $L_a = 83 \text{ cm.} = 3h$
 como los apoyos son de 30 cm. de longitud, no es necesario efectuar un cálculo para su dimensionamiento y en este problema se toma una sección transversal de: $1" \times 1"$ (101.6 x 101.6 mm.)

4.3.. Tablado lateral o vertical y espaciamiento de largueros.

Usando la duela de $3/4"$ (19 mm.)..

Presión lateral máxima del concreto (PLC)..

Se desconoce la velocidad de colado (R), pero se supone $R = 0.6 \text{ m./hr.}$ y con el dato de la temperatura se busca en la tabla T3-03 (pag. 89) y se obtiene:

$$PLC = 2004 \text{ kg./m}^2$$

pero se deben cumplir las siguientes dos condiciones (inciso 3.1.3.2., pag. 84):

1a.. $PLC \leq 10000 \text{ kg./m}^2$.. no hay problema se cumple ya que $2004 < 10000 \text{ kg./m}^2$.

2a.. $PLC \leq (L \times C) H$

$$(L \times C) H = 2400(0.5) = 1200 \text{ kg./m}^2$$

como $1200 < 2004 \text{ kg./m}^2$. la presión lateral máxima será: $(PLC) = 1200 \text{ kg./m}^2$

para un metro de ancho:

$$PLC = 1200(1) = 1200 \text{ kg./m.} = 12.0 \text{ kg./cm.}$$

Espaciamiento de largueros:

Por flexión:

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{60(16.80)}{12}} = 28.96 \text{ cm.}$$

Por flecha: $LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{79000(11.93)}{12}} = 35.72 \text{ cm.}$

Por cortante: $LV = 1.11 \left[\frac{50(1.42)}{12} \right] 10 = 65.68 \text{ cm.}$

\therefore espaciamiento de largueros: $LL = 29 \text{ cm.} = 5L$

4.4. Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de maderas.

4.4.1. Dimensionamiento de largueros.

suponiendo una sección de $2" \times 4"$ (50.8 x 101.6 mm) de la tabla T7-01 (pag. 239)

$$CL = 4.45 \text{ cm.}$$

$$S1 = 76.56 \text{ cm}^3.$$

$$I = 388.92 \text{ cm}^4.$$

carga lineal en el larguero:

$$wL = (PLC)(LL) = 1200(0.29) = 348 \text{ kg./m.} = 3.48 \text{ kg./cm.}$$

4.4.2. Espaciamiento de maderas

Por flexión: $LB = 3.16 \sqrt{\frac{60(76.56)}{3.48}} = 114.81 \text{ cm.}$

Por flecha: $LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{79000(388.92)}{3.48}} = 172.37 \text{ cm.}$

Por cortante: $LV = 1.11 \left[\frac{4.45(10.16)}{3.48} \right] 10 = 144.21 \text{ cm.}$

\therefore separación de maderas: $LM = 115 \text{ cm.}$, pero como el peralte de la trabe es: $d = 50 \text{ cm.}$, en la práctica se coloca una madera en la base y otra en la parte superior de la trabe y por lo tanto:

espaciamiento de maderas: $LM = 50 \text{ cm.} = 5M$

4.5.- Separación de tensores y diseño de maderas.-

4.5.1.- Espaciamiento de tensores:

Como los tensores son a base de alambres recozidos retorcidos (toronas), formados con ocho alambres, calibre 16, viendo la tabla TS-05 (pag. 132) se obtiene su capacidad: $t' = 158.4 \text{ kg.}$, pero normalmente se colocan formando una LU por lo que:

$$t = 2(t') = 2(158.4) = 316.8 \approx 317 \text{ kg.}$$

carga lineal en maderas = $WM = LPLC(LM) = 1200(0.5) =$
 $WM = 600 \text{ kg/m.} = 6.0 \text{ kg./cm.}$

espaciamiento de tensores: $LT = \frac{t}{WM} = \frac{317}{600} = 0.53 \text{ m.}$

$$LT = 53 \text{ cm.} = 5M$$

4.5.2.- Diseño de maderas:

Por flexión.- ecuación E4.09 (pag. 99)

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S}{WM}}$$

$$\text{despejando: } S = \frac{(LB)^2 (WM)}{(3.16)^2 (f_{bp})}$$

tomando $LB = LT$ y sustituyendo valores:

$$S = \frac{(53)^2 (60)}{(3.16)^2 (60)} = 28.13 \text{ cms.}$$

Por cortante.- ecuación E4.27 (pag. 106)

$$LV = 1.11 \left[\frac{(Lb) d}{WM} \right] f_{vp}$$

$$\text{despejando: } [(Lb) d] = \frac{(LV) WM}{1.11 (f_{vp})}$$

sustituyendo valores y tomando $LV = LT$
 $(b1)d = \frac{83(6)}{1.11(10)} = 28.65 \text{ cm}^2.$

por práctica es conveniente colocar dos maderas juntas y así evitar perforaciones para los tensores, por lo que:
 módulo de Sección requerido:

$$S_r = \frac{S}{2 \text{ pza.}} = \frac{28.65}{2} = 14.07 \text{ cms.}$$

área requerida:

$$A_r = \frac{(b1)d}{2 \text{ pza.}} = \frac{28.65}{2} = 14.33 \text{ cm}^2.$$

con estos resultados se busca en la tabla T7-01 (pag. 239) que sección práctica o comercial cumple: se eligen barras de 2" x 2" (50.8 x 50.8 mm.) que tienen:

$$S = 19.12 \geq 14.07 \text{ cms. sobrado.}$$

$$A = 22.61 \geq 14.33 \text{ cm}^2. \quad \checkmark$$

la sección elegida es adecuada..

4.6.- Diseño de puntales.-

Se cuenta con polinas de 4" x 4" (10.16 x 10.16 cm.) con una separación igual a los apoyos: $L_p = 83 \text{ cm.}$

Relación de esbeltez: $2E = \frac{l}{d}$

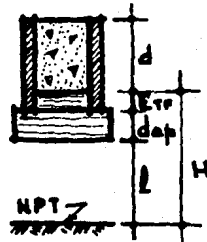
donde:

$$l = H - (2E_T + d_{ap})$$

E_T .. espesor tablado de fondo = 3.81 cm.

d_{ap} .. peralte de apoyos = 10.16 cm.

$$l = 2.50 - (0.0381 + 0.1016) \approx 2.16 \text{ m.}$$



$d_1 = d - r = 101.6 - 9.5 = 92.1 \text{ mm} = 9.21 \text{ cm.}$ (tabla TA.01)
sustituyendo valores:

$$RE = \frac{216}{9.21} = 23.46 < 30 \quad \text{correcto como miembro largo, inciso 4.2.4.2 y ecuación 2A.34 (pág. 110)}$$

Esfuerzo de diseño.. ecuación 2A.31 (pág. 109)

$$f_{cd} = \frac{0.3(E_c)}{(R)^2} = \frac{0.3(95\,000)}{(23.46)^2} = 51.78 \text{ kg./cm}^2$$

se debe cumplir: $f_{cd} \leq f_{ap}$
como $51.78 < 57.0 \text{ kg./cm}^2$.

la sección es correcta.

Revisión por fuerza normal actuante y resistente:

Fuerza Normal actuante:

$$P_{ac} = w_r(L_p) = 495(0.83) = 361.05 \text{ kg.}$$

Fuerza Normal resistente:

$$P_{ra} = f_{cd} \cdot A_p$$

donde:

$$A_p = (d_1)(d_1) = 9.21(9.21) = 84.82 \text{ cms.}$$

$$P_{ra} = 51.78(84.82) = 4391.98 \text{ kg.}$$

se debe cumplir: $P_{ra} \geq P_{ac}$

como $4392 \geq 361 \text{ kg.}$

el puntal es correcto.

7.2.2.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE.

Hoja 01 de 02.

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

1.00.- DATOS:

1.01.- Sección transversal de la trabe = (TRAB) = (b)(d) = 30 x 50 cm.1.02.- Espesor del tablado lateral = (EF) = 19.0 mm.1.03.- Carga de diseño = (w) = 450.0 kg./m.1.04.- Capacidad de tensores = (CT) = 500.0 kg. (ver tabla T5.05, pag. 132)1.05.- Altura del piso al paño inferior de la viga = (H) = 2.3 m.1.06.- Espesor del tablado o forro del fondo = (ETF) = 25.4 mm.1.07.- Esfuerzo permisible de flexión = (FBP) = 60.0 kg./cm².1.08.- Módulo de elasticidad en flexión = (E) = 79,000.0 kg./cm².

Con estos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a emplear: T6.3B a T6.4B.

2.00.- SOLUCION:

2.01.- Separación de apoyos = (SA).- En tabla T6.3B, con (TRAB) y (ETF):(SA) = 0.44 m $\hat{=}$ 45.0 cm., observaciones: ninguna

Pero, si el espaciamiento resultante es incomodo o sea muy corto, es conveniente cambiar: (ETF) = 25.4 mm. y volverlo a calcular con la misma tabla:

(SA) = 0.6 m. $\hat{=}$ 60.0 cm., observaciones: ninguna

Por otro lado, como los apoyos son de una longitud muy corta (ancho de la trabe 'b') normalmente su sección se determina en base a la experiencia de casos anteriores similares: Sección de apoyos = (BAP)(DAP) = 4 x 4 pulg.

2.02.- Para tablado o forro vertical:

a.- Separación de largueros = (SL).- en tabla T6.41, con (w) y (EF):(SL) = 0.8 m $\hat{=}$ 80.0 cm., observaciones: se toma la menor w

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE.

Hoja 02 de 02.

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

b.- Carga lineal sobre largueros = (CLL).- En tabla T6.42, con (w) y (SL):(CLL) = 0.48 + 0.5 ton./m., observaciones: se toma la menor w c.- Separación de maderas = (SM).- En tabla T6.43, con (CLL) y eligiendo una sección de largueros = (LAR) = 2 x 4 pulg. :(SM) = 0.93 m = 95.0 cm., observaciones: ninguna, pero ver nota (1)d.- Carga lineal sobre maderas = (CLM).- En tabla T6.44, con (w) y (SM):(CLM) = 300.0 kg./m. = 0.3 ton./m., observaciones: se toma la menor w e.- Separación de tensores = (ST).- En tabla T6.45, con (CLM) y (CT):(ST) = 1.67 = 1.10 m., observaciones: por construcción de la cimbra.f.- Sección de maderas (SEM).- En tabla T6.46, con (ST) y (CLM):(SEM) = 2 x 2 pulg., Observaciones: se interpola

2.03.- Para puntales:

a.- Carga en puntal = (CF).- En tabla T6.47, con (w) y (SA):(CF) = 270.0 = _____ kg., observaciones: ninguna.b.- Capacidad del puntal = (CAF).- En tabla T6.48, eligiendo una seccióndel puntal = (PUN) = 4 x 4 pulg. y con el largo real de puntal = (LP):(LP) = H - (ETF + DAF) = 2.3 - (0.025 + 0.102) = 2.173 m. = 220 cm.(CAF) = 4176.0 kg., observaciones: se interpolaSiempre se debe cumplir: (CAF) \geq (CF) ; 4176 \geq 270, correcto.

3.00.- OPERACIONES Y/O NOTAS:

NOTA 1.- Como el paralte de la trabe (b) = 50 cm. \angle 95 cm., se se pondrá una madera en la base y otra en la parte superior \therefore SM = b = 50 cm.

T6.37 SEPARACION DE APOYOS (m)

FPP=60
E=77,000

TRAB-CH	15X30	15X40	20X30	20X40	20X50	20X60	25X30	25X 40
EF-MM								
12.70	0.32	0.29	0.32	0.29	0.28	0.26	0.32	0.29
16.00	0.41	0.38	0.41	0.38	0.36	0.34	0.41	0.38
19.00	0.50	0.46	0.50	0.46	0.44	0.42	0.50	0.46
22.20	0.59	0.55	0.59	0.55	0.52	0.49	0.59	0.55
25.40	0.67	0.64	0.67	0.64	0.60	0.57	0.67	0.64

T6.38 SEPARACION DE APOYOS (m)

FPP=60
E=77,000

TRAB-CH	25X50	25X60	25X70	30X30	30X40	30X50	30X60	30X 70
EF-MM								
12.70	0.28	0.26	0.28	0.32	0.29	0.28	0.36	0.28
16.00	0.36	0.34	0.33	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33
19.00	0.44	0.42	0.40	0.50	0.46	0.44	0.42	0.40
22.20	0.52	0.49	0.47	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47
25.40	0.60	0.57	0.54	0.69	0.64	0.60	0.57	0.54

T6.39 SEPARACION DE APOYOS (m)

FPP=60
E=77,000

TRAB-CH	30X80	40X30	40X40	40X50	40X60	40X70	40X80	40X 90
EF-MM								
12.70	0.24	0.32	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23
16.00	0.31	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29
19.00	0.37	0.50	0.46	0.44	0.42	0.40	0.37	0.36
22.20	0.44	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42
25.40	0.51	0.69	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49

T6.40 SEPARACION DE APOYOS (m)

FPP=60
E=77,000

TRAB-CH	50X30	50X40	50X50	50X60	50X70	50X80	50X90	50X100
EF-MM								
12.70	0.32	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22
16.00	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29	0.28
19.00	0.50	0.46	0.44	0.42	0.40	0.37	0.36	0.34
22.20	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40
25.40	0.67	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49	0.46

T6.41 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

TABLADO VERTICAL

FPP=60
E=79000

M-KB	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
EF-MM											
12.70	0.37	0.34	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22
16.00	0.49	0.44	0.41	0.38	0.37	0.35	0.34	0.32	0.31	0.29	0.28
19.00	0.59	0.53	0.50	0.47	0.44	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34
22.20	0.70	0.63	0.59	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.41
25.40	0.80	0.73	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54	0.51	0.49	0.47

T6.42 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (kg/m)

TABLADO VERTICAL

FPP=60
E=79000

M-KB	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
EL-CH											
20.00	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52
30.00	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78
40.00	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	1.04
50.00	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
60.00	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
70.00	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
80.00	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
90.00	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
100.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
110.00	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86

7.2.3 SECUENCIA DE SOLUCION DEL EJEMPLO DE TRABES CON LAS TABLAS

T8.43 SEPARACION DE MADRINAS (M)
TABLADO VERTICAL

FBP=60
E=79000

CLL-TDN _M	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10
2 X 4	1.21	0.93	0.79	0.70	0.63	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46
3 X 3	1.15	0.89	0.75	0.66	0.60	0.55	0.51	0.48	0.46	0.43
3 X 6	2.30	1.78	1.51	1.33	1.20	1.10	1.03	0.97	0.91	0.87
4 X 4	1.80	1.40	1.18	1.04	0.94	0.87	0.81	0.76	0.72	0.68

261

T8.44 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (100/M)
TABLADO VERTICAL

FBP=60
E=79000

M-KB	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
BM-H											
0.50	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
0.60	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44	1.56
0.70	0.42	0.56	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	1.68	1.82
0.80	0.48	0.64	0.80	0.96	1.12	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.08
0.90	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62	1.80	1.98	2.16	2.34
1.00	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60
1.10	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	2.86
1.20	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68	1.92	2.16	2.40	2.64	2.88	3.12
1.30	0.78	1.04	1.30	1.56	1.82	2.08	2.34	2.60	2.86	3.12	3.38
1.40	0.84	1.12	1.40	1.68	1.96	2.24	2.52	2.80	3.08	3.36	3.64

T8.46 SEPARACION DE TENSORES (M)

FBP=60
E=79000

CLM-TDN _M	0.3	0.4	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
CT-KB										
500	1.67	0.83	0.56	0.42	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17
1000	3.33	1.67	1.11	0.83	0.67	0.56	0.48	0.42	0.37	0.33
1500	5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50
2000	6.67	3.33	2.22	1.67	1.33	1.11	0.98	0.83	0.74	0.67
2500	8.33	4.17	2.78	2.08	1.67	1.39	1.19	1.04	0.93	0.83
3000	10.00	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67	1.43	1.25	1.11	1.00

T8.48 SECCION DE MADRINAS (pulg)

FBP=60
E=79000

CLM-TDN _M	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
BT-H										
0.3	1X1	1X1	1X1	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
0.5	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
0.7	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3
0.9	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
1.1	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4
1.3	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4

T8.47 CARGA EN PUNTALE (kg)

FBP=60
E=79000

M-KB	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650
BA-CR											
30	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495
40	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660
50	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825
60	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990
70	105	210	315	420	525	630	735	840	945	1050	1155
80	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320
90	135	270	405	540	675	810	945	1080	1215	1350	1485

T8.49 CAPACIDAD DE PUNTALES (1000)

FBP=60
E=79000

LP-CR	125	150	175	200	225	250	275	300
PUNT-PULG								
3 X 3	3.0	2.1	1.5	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5
3 X 6	10.0	6.4	4.8	3.3	2.8	2.0	1.6	1.3
4 X 4	17.0	10.9	7.6	5.6	4.3	3.4	2.7	2.3

7.3.-

PROBLEMA 3.-

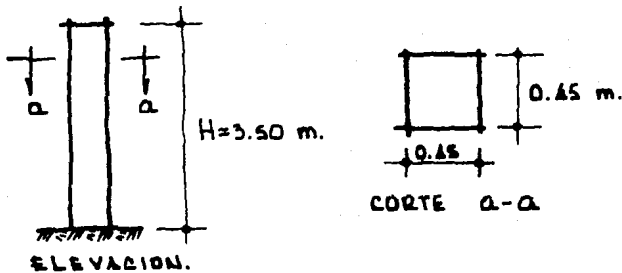
7.3.1.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA.-

1.- DATOS.-

- 1.1.- madera de pino (coníferas) con varios usos.-
- 1.2.- sección de la columna = $(b)(d) = 15 \times 15 \text{ cm.}$
- 1.3.- ubicación = $(LU) = \text{Cd. Victoria, Tamps.}$
- 1.4.- estación del año = $(EST) = \text{durante el invierno.}$
- 1.5.- peso volumétrico del concreto = $(\gamma_c) = 2400 \text{ kg./m}^3.$
- 1.6.- altura de la columna = $H = 3.50 \text{ m.}$
- 1.7.- para forro, madera maciza con espesor = $EF = 25.4 \text{ mm. (1")}$.

2.- CRDQUIS.-



3.- ESFUERZOS PERMISIBLES.-

Como en este problema se logro determinar el peso específico de la madera: $\gamma = 0.48828$ se aplican las fórmulas de la tabla T2.05 (pag. 38). para obtener los esfuerzos permisibles:

flexión o tensión = $f_{bp} = f_{tp} = 196(LX)^{1.25} = 80 \text{ kg./cm}^2$.

compresión $\parallel = f_{cp} = 123(LX) = 70 \text{ kg./cm}^2$.

compresión $\perp = f_{np} = 54.5(LX)^{2.25} = 11.0 \text{ kg./cm}^2$.

cortante = $f_{vp} = 35(LX)^{1.25} = 14 \text{ kg./cm}^2$.

módulo de elasticidad en flexión = $E = 196000(LX)$

$$E = 95700 \text{ kg./cm}^2$$

módulo de elasticidad en compresión = $E_c = 238000(LX)$

$$E_c = 116210 \text{ kg./cm}^2$$

Como la madera tiene varios usos no se aplica la tabla T2.06 (paq. 39).

4. SOLUCION.-

4.1.- Velocidad de colado y temperatura.

Se desconoce la velocidad de colado (R), sin embargo el volumen de un metro de columna es:

$$\text{vol.} = (b)(d)(l) = 0.45 \times 0.45 \times 1.0 = 0.2025 \text{ m}^3/\text{m}.$$

Por otro lado, la producción horaria de concreto con una revoladora de un saco con motor de gasolina con 8 HP es: $1.8 \text{ m}^3/\text{hr.} = p_h$

$$\therefore R = \frac{p_h}{\text{vol.}} = \frac{1.8}{0.2025} = 8.9 \text{ m./hr.}$$

lo que nos indica que por las dimensiones de su sección, las columnas normalmente se castan muy rápido y por lo tanto no se puede aplicar la ecuación E3.05 (paq. 87)

Con la ubicación (LU) y la estación del año (EST) en la figura E3.03 (paq. 85) se obtiene la temperatura $T = 15^\circ \text{C}$.

4.2.- Presión lateral máxima del concreto (LPLC)..

Con la temperatura (T) y la velocidad de colado (R) en la tabla T3.03 se obtiene un primer

de la (PLC), sin embargo, como ya se menciona la velocidad de colado es muy alta y por lo tanto se sale del rango especificado, o sea que no se puede aplicar dicha tabla, o sea que no se toma ningún valor. Pero como además se deben cumplir las dos condiciones del inciso 3.1.3.2 (pag. 84).

$$1^{\circ} \text{ (PLC)} \leq 15000 \text{ kg./m}^2. \quad \therefore \text{ (PLC)} = 15000 \text{ kg./m}^2.$$

$$2^{\circ} \text{ (PLC)} \leq (\gamma_c) H = 2400(3.5) = 8400 \text{ kg./m}^2.$$

Se toma el menor de los tres valores:

$$\text{ (PLC)} = 8400 \text{ kg./m}^2.$$

4.3.- Espaciamiento de yugos o abrazaderas.-

Propiedades:

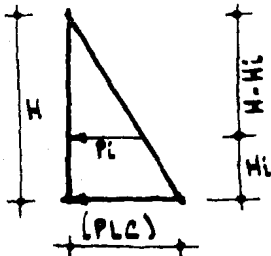
Como el espesor del forro = $a = e_f = 25.4 \text{ mm}$ ($1''$), de la tabla T7.01, parte C (pag. 239) se obtienen las siguientes propiedades:

$$\text{espesor efectivo} = a_1 = 2.06 \text{ cm.}$$

$$\text{modulo de seccion efectivo} = S_1 = 70.73(0.45) = 31.83 \text{ cms.}$$

$$\text{momento de Inercia efectivo} = I_1 = 72.85(0.45) = 32.78 \text{ cm}^4.$$

Espaciamiento de yugos



Como (PLC) que se emplea se debe a la 2ª condición, ésta tiene un comportamiento similar a la hidrostática, es decir no tendrá un tramo de presión constante y por lo tanto la presión lateral del concreto en el yugo (L_i) considerado es: (P_i)

$$\frac{H}{PLC} = \frac{H - H_i}{P_i}$$

$$P_i = (PLC) \left[\frac{H - H_i}{H} \right]$$

donde:

H_i .- distancia de la base de la columna al yugo (L_i) considerado.-

Por otro lado, la carga lineal sobre el yugo (L_i) considerado: (w_i)

$$w_i = P_i (b)$$

b .- lado más largo de la sección de la columna.

Primer yugo.

Por costumbre este yugo se coloca dentro del siguiente rango: $0.1 \leq H_i \leq 0.20$ m.

se elige $H_i = 0.15$ m.

además y únicamente en el primer yugo.

$$H_i = L_{y1} \quad \text{o sea} \quad H_i = L_{y1}$$

L_{y1} .- espaciamiento entre el yugo anterior y el yugo (L_i) considerado.-

Por lo que sustituyendo valores y haciendo operaciones

$$P_i = 8000 \left[\frac{3.5 - 0.15}{3.5} \right] = 8040 \text{ kg./m}^2.$$

$$w_i = 8040 (0.45) = 3618 \text{ kg./m} = 36.18 \text{ kg./cm.}$$

análisis de espaciamientos:

por flexión.- ecuación E.4.99 (pag. 99)

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp}(S)}{w_i}} = 3.16 \sqrt{\frac{80(31.83)}{36.18}} = 26.51 \approx 27 \text{ cm.}$$

por flecha.- ecuación E.4.19 (pag. 103)

$$LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{E(I)}{w_i}} = 0.834 \sqrt[3]{\frac{95700(52.78)}{36.18}} = 36.91 \approx 37 \text{ cm.}$$

por cortante.- ecuación E.4.27 (pag. 106)

$$L_v = 1.11 \left[\frac{b(L_{z1})}{w_1} \right] f_{vp} = 1.11 \left[\frac{15(2.06)}{16.18} \right] 11 = 39.82 \approx 40 \text{ cm.}$$

por lo que el segundo yugo debe colocarse a una distancia del primero igual a: $L_{y2} = 27 \text{ cm.}$ por ser el menor de los tres resultados anteriores y por costumbre al calculo para los demás yugos ya no se realiza y se conserva para todos al mismo, o sea: espaciamiento entre yugos: $S_y = 27 \text{ cm.}$

4.3.- Diseño de yugos.

Sólo se diseña la abrazadera más crítica o sea el primer yugo, y como éstos trabajan a flexo-tensión hay que aplicar la ecuación E1-11 (pag. 100)

$$\frac{T}{f_{tp} \cdot A_n} + \frac{M_{\text{máx}}}{f_{bp} \cdot S} \leq 1$$

Carga lineal en el yugo:

$$w_y = P_1 \left[\frac{L_{y1} + L_{y2}}{2} \right] = 8000(21) = 1688 \approx 1700 \text{ kg./m.}$$

$$w_y = 17 \text{ kg./cm.}$$

Considerando al yugo como una viga simplemente apoyada Fd. 02. caso 1 (pag. 96) y calculando las reacciones y el momento:

$$R = T = \frac{w_y \cdot l}{2}$$

$$R = T = 15 \text{ cm.}$$

$$T = \frac{17(15)}{2} = 382.5 \text{ kg.}$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{w_y \cdot l^2}{8} = \frac{17(15)^2}{8} = 4303 \text{ kg.-cm.}$$

módulo de sección requerido:

$$S_r = \frac{M_{\text{máx}}}{f_{bp}} = \frac{4303}{80} = 53.78 \text{ cm}^3$$

con este dato se busca en la tabla T7.01. parte (a) (pág. 239) la sección práctica o comercial que más conviene. Para este problema se eligió una sección de 2" x 4" L50.8 x 101.6 mm.) que tiene las siguientes propiedades:

$$I_n = I_x = 45.21 \text{ cm}^2$$

$S = S_x = 76.56 \text{ cm}^3 > 53.78 \text{ cm}^3$. cumple.
sustituyendo valores en la ecuación 4.11

$$\frac{382.5}{80(45.21)} + \frac{4303}{80(76.56)} = 0.11 + 0.70 = 0.81 < 1.0$$

esta correcto, por lo que la sección elegida para los yugos es adecuada.

7.3.2.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA

Hoja 01 de 02.

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

1.00.- DATOS:

1.01.- Ubicación = (U) : Cd. Victoria, Tamps.

1.02.- Estación - (EST).- El colado se efectuará durante o cercano a una de las dos

siguientes temporadas: Invierno fig. F3.05 (pag. 85)Verano fig. F3.06 (pag. 86)1.03.- Velocidad de colado = (R) = 8.9 m./hr.1.04.- Altura de columna = (H) = (AC) = 3.5 m.1.05.- Peso volumétrico del concreto = (γ_c) = (PV) = 2400 kg./m³.1.06.- Espesor del forro = (EF) = 25.4 mm.1.07.- Sección transversal de la comuna = (COL) = (b) (d) = 45 x 45 cm.1.08.- Esfuerzo permisible de compresión = (FBP) = 80 kg./cm².1.09.- Módulo de elasticidad en flexión = (E) = 95 000 kg./cm².

Con estos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a

emplear: T6. 83 a T6. 87.

2.00.- SOLUCION:

2.01.- Temperatura = (T) .- De la fig. F3. 05 .- con (U) y (R).(T) = 15 °C.2.02.- Presión lateral máxima del concreto = (PLC) = (P) .- De la tabla T6. B3 (pag. 206)con (T) y (R) : (PLC) = rebasa. kg./m². Observaciones: no hay valor
pero se deben cumplir las dos condiciones del inciso 3.1.3.2. (pag. 84)1ª.- (PLC) \leq 15,000 kg./m²., como: rebasa ∴ PLC = 15000 kg./m².2ª.- (PLC) \leq (γ_c) (H) = (PV) (AC) .- En tabla T6. B4 , con (AC) y (PV):(PLC) = 8400 kg./m²., como: _____Se toma el menor de los tres valores: (PLC) = 8400 kg./m². = 8.4 ton./m².

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA

Hoja 02 de 02.

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

2.03.- Separación de yugos = (SY).- En tabla T6-85, con (P) y (EF):

(SY) = 0.26 m. ÷ 26 cm., observaciones: se interpola

2.04.- Carga lineal en yugos = (CLY).- En tabla T6-86, con (P) y (SY):

(CLY) = 218A ÷ _____ kg./m., observaciones: se interpola

2.05.- Sección de yugos = (SEY).- En tabla T6-87, con (CLY) y (COL):

(SEY) = 3 x 3 pulg., observaciones: se interpola

3.00.- OPERACIONES Y/O NOTAS:

T6-B3

PRESION LATERAL MAXIMA DEL CONCRETO (PSI) EN Kg/m²
 PARA EL DISEÑO DE COLUMNAS RELACIONADAS CON COLUMNAS

Velocidad de viento (ft or m/hr.)	Temperature (F or C)	Wind Direction							
		35	30	25	20	15	10	5	
0.30	1 034	1 044	1 105	1 170	1 219	1 304	1 433		
0.40	1 339	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136		
0.60	1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 441	2 839		
0.80	1 944	2 074	2 230	2 426	2 667	3 038	3 513		
1.00	2 250	2 410	2 605	2 853	3 156	3 615	4 266		
1.20	2 554	2 746	2 980	3 277	3 645	4 191	4 989		
1.40	2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652		
1.60	3 162	3 418	3 730	4 136	4 643	5 326	6 303		
1.80	3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 008		
2.00	3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761		
2.20	4 075	4 426	4 855	5 400	6 110	7 076	8 464		
2.40	4 379	4 762	5 230	5 824	6 599	7 687	9 167		
2.60	4 683	5 099	5 605	6 249	7 089	8 230	9 870		
2.80	4 988	5 434	5 980	6 672	7 577	8 807	10 573		
3.00	5 291	5 776	6 355	7 099	8 066	9 384	11 276		
3.20	5 595	6 108	6 730	7 522	8 553	9 961	11 979		
3.40	5 899	6 442	7 105	7 947	9 044	10 538	12 682		
3.60	6 203	6 778	7 480	8 371	9 535	11 113	13 385		
3.80	6 507	7 114	7 855	8 796	10 022	11 692	14 088		
4.00	6 811	7 450	8 230	9 230	10 511	12 269	14 791		
4.20	7 115	7 786	8 605	9 645	11 000	12 846	15 494		
4.40	7 419	8 122	8 980	10 049	11 489	13 423	16 197		
4.60	7 723	8 458	9 355	10 494	11 978	14 000	16 899		
4.80	8 027	8 794	9 730	10 918	12 447	14 577	17 602		
5.00	8 331	9 130	10 105	11 343	12 956	15 154	18 305		
5.20	8 635	9 446	10 460	11 747	13 445	15 731	19 008		
5.40	8 939	9 802	10 885	12 172	13 954	16 308	19 711		
5.60	9 243	10 138	11 230	12 616	14 473	16 885	20 414		

7.3.3 SECUENCIA DE SOLUCION DEL EJEMPLO DE COLUMNAS CON LAS TABLAS

T6.84 PRESION POR COLUMNA DE CONCRETO (kg/m²)

AC-M	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
PV-KG/MS	2000	3000	4000	5000	6000	7000
2200	2200	3300	4400	5500	6600	7700
2400	2400	3600	4800	6000	7200	8400
2600	2600	3900	5200	6500	7800	9100
2800	2800	4200	5600	7000	8400	9800

T6.86 SEPARACION DE YUGOS (#)

P-TON/MS	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
EF-MM	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12.70	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
16.00	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
19.00	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
22.20	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
25.40	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2

T6.88 CARGA LINEAL EN YUGOS (kg/m)

P-KG/M	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
BY-M	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.10	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
0.20	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
0.30	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
0.40	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
0.50	600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
0.60	700	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	7000
0.70	800	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	8000
0.80	900	1800	2700	3600	4500	5400	6300	7200	8100	9000
1.00	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000

T6.87 SECCIONES DE YUGOS (#x#)

CLY-TON/M	0.3	0.4	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
COL-CH	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2
25 X 25	1X1	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3
30 X 30	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
40 X 40	2X2	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3
50 X 50	2X2	2X2	2X2	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	3X3	4X4
75 X 75	2X2	3X3	3X3	3X3	4X4	4X4	4X4	4X4	4X4	5X5

7.4.-

PROBLEMA 4.-

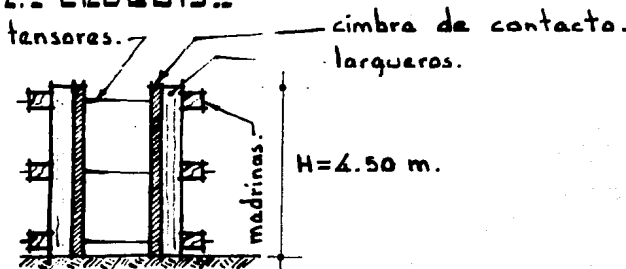
7.4.1.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.-

1.- DATOS.-

- 1.1.- altura de muro = $H = 4.50$ m.
- 1.2.- en el colado se empleará vibrador y se hará a razón de $Q = 0.9$ m./hr. Además se efectuará durante el Invierno en la Cd. de San Luis Potosí, S.L.P.
- 1.3.- la madera de pino se empleará una sola vez.
- 1.4.- se tiene triplay de $3/4"$ (19 mm.) de espesor por 1.20 m. de ancho y 2.40 m. de largo.
- 1.5.- capacidad de los tensores = $T = 2000$ kg.

2.- CROQUIS.-



3. ESFUERZOS PERMISIBLES.

Como no se conoce la clase de la madera, se supone No. 4 (inciso 2.3.2.3. pag. 37) y de la tabla T2-05 (pag. 38) se obtienen los esfuerzos permisibles de la madera maciza.-

Además como la madera va a tener un solo uso, éstos se pueden incrementar un 25%, según tabla T2-06 (pag. 39)

$$\text{flexión} = f_{bp} = 60(1.25) = 75 \text{ kg./cm}^2.$$

$$\text{compresión} \parallel = f_{cp} = 57(1.25) = 71 \text{ kg./cm}^2.$$

compresión $\perp = f_{np} = 7(1.25) = 9 \text{ kg./cm}^2.$

cortante $= f_{vp} = 10(1.25) = 12 \text{ kg./cm}^2.$

módulo de elasticidad en flexión $= 79\,000 \text{ kg./cm}^2. = E$

compresión $= E_c = 95\,000 \text{ kg./cm}^2.$

Para la madera contrachapada (triplay), sólo se dispone de los esfuerzos de la tabla T2-22 (pag. 67). Sin permitir ningún factor de incremento, porque para su elaboración ya fueron incluidos todos los factores posibles.

flexión $= f_{fu} = 166 \text{ kg./cm}^2.$

compresión $\parallel = f_{cu} = 140 \text{ kg./cm}^2.$

$\perp = f_{nu} = 28$

cortante $\parallel = f_{vu} = 18$

$\perp = f_{ru} = 4$

módulo de elasticidad promedio $= E_{0.5} = 105\,000 \text{ kg./cm}^2.$

4.- SOLUCION.-

4.1.- Determinación de la presión lateral máxima.

Como el colado se efectuara en la Cd. de Sn. Luis Potosí, S.L.P., en invierno, de la figura F3-06 (pag. 86) se obtiene la temperatura: $T \approx 20^\circ \text{C}.$

Con la razón $R = 0.9 \text{ m./hr.}$ y la temperatura anterior se entra en la tabla T3-02 (pag. 85) e interpolando se obtiene la presión lateral máxima del concreto:

para $R = 0.8 \longrightarrow \text{PLC} = 2420 \text{ kg./m}^2$

para $R = 1.0 \longrightarrow \text{PLC} = 2853$

interpolando para $R = 0.9 \longrightarrow \text{PLC} = 2641 \text{ kg./m}^2.$

pero se deben cumplir las dos siguientes condiciones (inciso 3.1.3.1. pag. 82.)

1º $\text{PLC} \leq 10\,000 \text{ kg./m}^2.$ - se cumple ya que:

$2641 \text{ kg./m}^2 < 10\,000 \text{ kg./m}^2.$

$$2^{\circ} \text{ PLC} \leq (\gamma C) H = 2400 (2.5) = 10800 \text{ kg./m}^2.$$

como $2641 < 10800$, también se cumple.

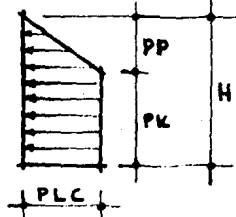
por lo que el valor de: $\text{PLC} = 2641 \text{ kg./m}^2$. es correcto;
tomando un metro de ancho:

$$(\text{PLC})_1 = 2641 \text{ kg./m}^2 [1.0\text{m}] = 2641 \text{ kg./m.} = 26.41 \text{ kg./cm.}$$

La profundidad (PP) a la que se presenta ésta presión lateral del concreto (PLC) se obtiene aplicando la ecuación

E3.06 (pag. 88)

$$PP = \frac{\text{PLC}}{(\gamma C)} = \frac{2641}{2400} = 1.1 \text{ m.}$$



4.2.- Cimbra de contacto y separación de largueros.

4.2.1.- Por flexión.. ecuación E4.09 (pag. 99)

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S}{\text{PLC}}} = \sqrt{\frac{166(46.29)}{26.41}} = 53.90 \text{ cm.}$$

el módulo de sección (S), se obtiene en la tabla T2.23 (pag. 68), para el triplay.

4.2.2.- Por flecha.. ecuación E4.19 (pag. 103)

$$LF = 0.834 \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{\text{PLC}}} = 0.834 \sqrt[3]{\frac{105000(44.11)}{26.41}} = 46.68 \text{ cm.}$$

el momento de Inercia (I), también se obtiene en la tabla T2.23. para el triplay.

como $LF < LB$, la separación debe ser:

$$LF = 46 \text{ cm.}$$

∴ separación de largueros:

$$LL = 46 \text{ cm.} = SL$$

4.3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamento de maderas.

4.3.1.- Dimensionamiento de largueros:

Se pueden fijar las medidas de la sección transversal de los largueros y calcular el claro máximo admisible que sería el espaciamento de maderas; o se puede fijar este último y calcular las medidas que se requieran para la sección transversal de los largueros. Se recomienda investigar las medidas de las secciones transversales que hay disponibles en las madererías cercanas a la obra o en el inventario de la empresa y en base a la madera existente efectuar el diseño.

Suponiendo que se tienen largueros de 2" x 4"
 ancho efectivo = $b_1 = b - r$ (50.8 x 101.6 mm)

de tabla T4-01 (pág. 93): $r = 6.3$ mm.

$b_1 = 50.8 - 6.3 = 44.5$ mm = 4.45 cm.

momento de Inercia:

$$I = \frac{(b_1) d^3}{12} = \frac{4.45 (10.16)^3}{12} = 388.92 \text{ cm}^4.$$

módulo de Sección:

$$S_1 = \frac{(b_1) d^2}{6} = \frac{4.45 (10.16)^2}{6} = 76.56 \text{ cm}^3.$$

como comprobación ver tabla T7-01 (pág. 239)

carga lineal sobre largueros:

$$w_L = w(L_L) = (P L_L) / (L_L) = 2641 (0.45) = 1188.45 \text{ kg./m.}$$

$$w_L = 11.9 \text{ kg./cm.}$$

4.3.2.- Separación de maderas.-

4.3.2.1.- Por flexión. - ecuación E4-09 (pág. 99)

$$L_B = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S_1}{w_L}} = 3.16 \sqrt{\frac{75 (76.56)}{11.9}} = 69.41 \text{ cm.}$$

4.3.2.2.- Por deflexión.. ecuación E4-19 (pág. 103)

$$LF = 0.83d \sqrt[3]{\frac{E \cdot I}{wL}} = 0.83d \sqrt[3]{\frac{79000 (388.92)}{11.9}} = 114.41 \text{ cm.}$$

4.3.2.3.- Por cortante.. ecuación E4-27 (pág. 106)

$$LV = 1.11 \left[\frac{(6b) d}{wL} \right] f_{up} = 1.11 \left[\frac{4.85 (10.16)}{11.9} \right] 12 = 50.61 \text{ cm.}$$

la separación menor de las tres anteriores es: $LV = 50.6$
 \therefore espaciamento de maderas = $LM = 50.0 \text{ cm.} = SM$

4.4.- Espaciamento de tensores y dimensionamiento de maderas.

4.4.1.- Espaciamento de tensores:

carga lineal en maderas = $w_m = w(LM) = 264 (0.5) =$

$w_m = 132 \text{ kg./m} = 13.21 \text{ kg./cm.}$

$$\text{espaciamento de tensores} = \frac{t}{w_m} = \frac{2800}{13.21} = 212 \text{ cm.}$$

como la madera contrachapada mide 120 cm. de ancho, aunque trabajen holgadamente es conveniente que el espaciamento de tensores sea: $LT = 120 \text{ cm.} = ST$

4.4.2.- Dimensionamiento de maderas:

4.4.2.1.- Por flexión.. ecuación E4-09 (pág. 99)

$$LB = 3.16 \sqrt{\frac{f_{bp} \cdot S}{wL}}$$

$$\text{despejando: } S = \frac{(LB)^2 (w_m)}{f_{bp} \cdot (3.16)^2}$$

tomando $LB = LT$ y sustituyendo valores

$$S = \frac{(120)^2 (13.21)}{75 (3.16)^2} = 254 \text{ cms.}$$

4.4.2.2.- Por cortante... ecuación E4-27 (pág. 106)

$$LV = 1.11 \left[\frac{(b1)d}{wM} \right] f_{vp}$$

despejando, tomando $LV=LT$ y sustituyendo valores:

$$[(b1)d] = \frac{(LV)(wM)}{1.11 (f_{vp})} = \frac{120 (13.21)}{1.11 (12)} = 119 \text{ cm}^2.$$

por práctica es conveniente colocar dos maderas juntas y así evitar perforaciones para los tensores: módulo de sección requerido:

$$S_r = \frac{S}{2 \text{ pza.}} = \frac{254}{2} = 127 \text{ cm}^3.$$

área requerida:

$$A_r = \frac{[(b1)d]}{2 \text{ pza.}} = \frac{119}{2} = 60 \text{ cm}^2.$$

buscando en la tabla T7-01 sección (a), (pág. 239)

que sección práctica cumple con ambos requisitos: se toma 4" x 4" (10.16 x 10.16 cm.) (9.21 x 10.16 cm.)

$$S = 158.45 \geq 127 \text{ cm}^3 \text{ .. sobrado}$$

$$A = 93.57 \geq 60 \text{ cm}^2 \text{ .. ✓}$$

por lo tanto, la sección es adecuada.

4.5.- Revisión por compresión en los apoyos.-

Los puntos críticos que se deben revisar son:

a) entre largueros y maderas.

b) entre maderas y rondanas de tensores.

4.5.1.- Entre largueros y maderas

$$\text{área de apoyo} = A_a = (b1L) [2(b1M)]$$

$$A_a = 4.45 [2(9.21)] = 81.97 \text{ cm}^2.$$

$$\text{carga transmitida} = w(L_L)(L_M) = (PLC)(L_L)(L_M)$$

$$w_T = 264(0.4)(0.5) = 528.2 \text{ kg.}$$

$$\text{esfuerzo de diseño} = f_{nd} = \frac{W_T}{A_a} = \frac{528.2}{81.97} = 6.44 \text{ kg./cm}^2.$$

como $6.44 < 9.0 \text{ kg./cm}^2 = f_{np}$ = esfuerzo permisible de compresión perpendicular a las fibras (L), no hay penetración y por lo tanto no se requiera placa entre largueros y maderas.

4.5.2.- Entre maderas y rondanas de los tensores.-

La capacidad del tensor es: $t' = 2800 \text{ kg.}$, pero por ser su separación: $L_T = 120 \text{ cm.}$, sólo estarán trabajando a la siguiente tensión:

$$t_d = L_T (W_M) = 120 (15.21) = 1825.2 \text{ kg.}$$

$$\text{área requerida} = A_r = \frac{t_d}{f_{np}} = \frac{1825.2}{9} = 202.8 \text{ cm}^2.$$

usando rondanas cuadradas, con un área de:

$$A_r = l^2 = l \cdot l = 202.8 \text{ cm}^2.$$

$$l = \sqrt{202.8} = 14.24 \approx 14 \text{ cm.}$$

que da un área de contacto con las maderas de:

$$A_c = l^2 = (14)^2 = 196 \text{ cm}^2 > 202.8 \text{ cm}^2$$

por lo que el esfuerzo de diseño es:

$$f_{nd} = \frac{t_d}{A_c} = \frac{1825.2}{196} = 9.31 \text{ kg./cm}^2.$$

como $f_{nd} = 9.31 > 9.0 = f_{np}$, no hay penetración, o sea que el tamaño elegido para las rondanas es correcto.

7.4.2.-

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

Hoja 01 de 02

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

1.00.- DATOS:

1.01.- Ubicación = (U): San Luis Potosí, S.L.P.1.02.- Estación = (EST).- El colado se efectuará durante o cercano a una de las dos siguientes temporadas: Invierno fig. F3.05 (pag. 85)
Verano fig. F3.06 (pag. 86)1.03.- Velocidad del colado = (R) = 0.9 m./hr.1.04.- Peso volumétrico del concreto = (γ_c) = 2,400.0 kg./m³.1.05.- Altura del muro = (H) = 4.5 m.1.06.- Espesor del forro = (EF) = 19.0 mm.1.07.- Capacidad del tensor = (CT) = 2,800.0 kg.1.08.- Esfuerzo permisible de compresión = (FBP) = 60.0 kg./cm².1.09.- Módulo de Elasticidad en flexión = (E) = 79,000.0 kg/cm².Con estos dos últimos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a emplear: T6. 100 a T6. 106.

2.00.- SOLUCION.

2.01.- Temperatura = (T).- De la fig. F3.05 (pag. 85), con (U) y (EST):

(T) = 20.0 °C.2.02.- Presión lateral máxima = (PLC) = (PRES).- De la tabla T3.02 (pag. 83), con (R) y (T): (PLC) = 2,641.0 = 3,000.0 kg./m².; observaciones: se interpoló pero se deben cumplir las dos condiciones del inciso 3.1.3.1 (pag. 82):1ª.- (PLC) \leq 10,000.0 kg./m²., como: 3,000.0 \leq 10,000.0 kg./m²., se cumple.2ª.- (PLC) \leq (γ_c) H = 2,400 (4.5) = 10,800 kg./m².,como 3,000 < 10,800 kg/m²., se cumpleSe toma el menor de los tres valores: (PLC) = 3,000.0 kg./m².2.03.- Separación de largueros = (SL) = En la tabla T6.101, con (PLC) y (EF):(SL) = 32 = 32 cm.; observaciones: ninguna2.04.- Carga lineal sobre largueros = (CLL).- De la tabla T6.102, con (PLC) y (SL):(CLL) = 0.96 ton., observaciones: se interpoló2.05.- Separación de madrinas = (SM).- en la tabla T6.103, con (CLL) y eligiendo una sección de largueros = (SEL) = (LARG) = 3 x 3 pulg.(SM) = 0.65 m. = 65 cm., observaciones: se interpoló

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

Hoja 02 de 02

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

2.06.- Carga lineal sobre maderas = (CLM).- en la tabla T6-104, con (PLC) y (SM):

(CLM) = 1.95 ton. = _____ ton.; observaciones: se interpoló

2.07.- Separación de tensores = (ST).- En la tabla T6-105, con (CLM) y (CT):

(ST) = 1.4 m. = 140 cm.; observaciones: se interpoló

2.08.- Sección de maderas = (SEM).- En tabla T6-106, con (CLM) y (ST):

(SEM) = Δ x Δ pulg., observaciones: se interpoló

3.00.- OPERACIONES Y/O NOTAS:

T6-100 PRESION LATRAL MAXIMA DEL CONCRETO ((FLC) EN KG/M2) PARA EL DISEÑO DE CIMENTAS RELACIONADAS CON MUROS								
Velocidad de colado (R en m/hr.)	Temperatura (T en °C)							FORMULA TABULADA
	35	30	25	20	15	10	5	
0.20	1 034	1 066	1 105	1 155	1 219	1 306	1 433	E3.03
0.40	1 338	1 402	1 480	1 579	1 708	1 884	2 136	
0.60	1 642	1 738	1 855	2 004	2 197	2 461	2 839	
0.80	1 946	2 074	2 230	2 428	2 687	3 038	3 543	
1.00	2 250	2 410	2 605	2 833	3 176	3 615	4 266	
1.20	2 554	2 746	2 980	3 277	3 665	4 191	4 949	
1.40	2 858	3 082	3 355	3 702	4 154	4 768	5 652	
1.60	3 162	3 418	3 730	4 126	4 643	5 345	6 355	
1.80	3 466	3 754	4 105	4 551	5 132	5 922	7 058	
2.00	3 770	4 090	4 480	4 975	5 621	6 499	7 761	
2.20	3 994	4 334	4 735	5 287	5 980	6 922	8 277	E3.04
2.40	4 088	4 439	4 872	5 419	6 132	7 102	8 496	
2.60	4 183	4 543	4 988	5 551	6 284	7 281	8 714	
2.80	4 277	4 648	5 105	5 683	6 437	7 461	8 933	
3.00	4 372	4 752	5 222	5 814	6 587	7 640	9 152	

T6.101 SEPARACION DE LARGUEROS (m)

EF-MM	PREB-KG/m ²									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
12.70	0.31	0.25	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11
16.00	0.41	0.32	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
19.00	0.50	0.39	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
22.20	0.59	0.46	0.38	0.33	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21
25.40	0.68	0.54	0.44	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24

T6.102 CARGA LINEAL SOBRE LARGUEROS (lbs/m)

SL-CM	PREB-KG/m ²									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
10	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
20	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
30	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
40	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
50	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
60	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
70	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0

T6.103 SEPARACION DE MADRINAS (m)

CLL-TDN/m ² LARG-PLUS	PREB-KG/m ²									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
2 X 2	0.37	0.35	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.00	0.00	0.00
3 X 3	0.70	0.63	0.57	0.53	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39
3 X 6	1.41	1.26	1.15	1.06	1.00	0.94	0.89	0.85	0.81	0.78
4 X 4	1.10	0.99	0.90	0.83	0.78	0.74	0.70	0.67	0.64	0.61

7.4.3 SECUENCIA DE SOLUCION DEL EJEMPLO DE MUROS CON LAS TABLAS

T8.104 CARGA LINEAL SOBRE MADRINAS (1000#)

PRES-KG/CM ²	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
30	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
40	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00
50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
60	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
70	0.70	1.40	2.10	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00
80	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00
90	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20	8.10	9.00
100	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
110	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	9.90	11.00
120	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00

T8.105 SEPARACION DE TENSORES (m)

CLM-TON/m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
500	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
1000	2.00	1.00	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20
1500	3.00	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38	0.33	0.30
2000	4.00	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40
2500	5.00	2.50	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50
3000	6.00	3.00	2.00	1.50	1.20	1.00	0.86	0.75	0.67	0.60

T8.106 SECCION DE MADRINAS (pulg)

BT-M	CLM-TON/m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	FBP=40	
										4.5	5.0
0.5	1X 1	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3
1.0	2X 2	2X 2	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4
1.5	3X 3	3X 3	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5
2.0	3X 3	4X 4	4X 4	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6
2.5	3X 3	4X 4	5X 5	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7
3.0	4X 4	5X 5	5X 5	6X 6	6X 6	6X 6	6X 6	7X 7	7X 7	7X 7	7X 7

7.5 MODELOS DE FORMAS

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA.

Hoja 01 de

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

1.00.- DATOS:

1.01.- Espesor de la losa = (EL) = _____ cm.

1.02.- Espesor del forro = (EF) = _____ mm.

1.03.- Esfuerzo permisible en flexión = (FBP) = _____ kg./cm².1.04.- módulo de elasticidad en flexión = (E) = _____ kg./cm².

Con estos dos últimos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a emplear: T6. _____ a T6. _____.

2.00.- SOLUCION:

2.01.- Separación de largueros = (SL).- En tabla _____, con (EL) y (EF):

(SL) = _____ m. \cong _____ cm.; observaciones: _____

2.02.- Carga lineal sobre largueros = (CLL).- En tabla _____, con (EL) y (SL):

(CLL) = _____ \cong _____ kg.; observaciones: _____

2.03.- Separación de mdrinas = (SM).- En tabla _____, con (CLL) y eligiendo una

sección de largueros = (LARG) = (SEL) = _____ pulg.:

(SM) = _____ m. \cong _____ cm.; observaciones: _____

2.04.- Carga lineal sobre mdrinas = (CLM).- En tabla _____, con (EL) y (SM):

(CLM) = _____ kg./m. \cong _____ kg./m.; observaciones: _____

2.05.- Separación de puntales = (SP).- En tabla _____, con (CLM) y eligiendo una

sección de mdrinas = (MAD) = (SEM) = _____ pulg. :

(SP) = _____ m.; observaciones: _____

3.00.- OPERACIONES Y/O NOTAS:

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE.

Hoja 01 de

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

1.00.- DATOS:

1.01.- Sección transversal de la trabe = (TRAB) = (b)(d) = _____ cm.

1.02.- Espesor del tablado lateral = (EF) = _____ mm.

1.03.- Carga de diseño = (ω) = _____ kg./m.

1.04.- Capacidad de tensores = (CT) = _____ kg. (ver tabla T5.05, pag. 132)

1.05.- Altura del piso al paño inferior de la viga = (H) = _____ m.

1.06.- Espesor del tablado o forro del fondo = (ETF) = _____ mm.

1.07.- Esfuerzo permisible de flexión = (FBP) = _____ kg./cm².1.08.- Módulo de elasticidad en flexión = (E) = _____ kg./cm².

Con estos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a emplear: T6. _____ a T6. _____.

2.00.- SOLUCION:

2.01.- Separación de apoyos = (SA).- En tabla _____, con (TRAB) y (ETF):

(SA) = _____ m \approx _____ cm., observaciones: _____

Pero, si el espaciamiento resultante es incomodo o sea muy corto, es conveniente cambiar: (ETF) = _____ mm. y volverlo a calcular con la misma tabla:

(SA) = _____ m. \approx _____ cm., observaciones: _____

Por otro lado, como los apoyos son de una longitud muy corta (ancho de la trabe 'b') normalmente su sección se determina en base a la experiencia de casos anteriores similares: Sección de apoyos = (BAP)(DAP) = _____ pulg.

2.02.- Para tablado o forro vertical:

a.- Separación de largueros = (SL).- en tabla _____, con (ω) y (EF):(SL) = _____ m \approx _____ cm., observaciones: _____

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE.

Hoja 02 de

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

b.- Carga lineal sobre largueros = (CLL).- En tabla _____, con (L_{r}) y (SL):

(CLL) = _____ \pm _____ ton./m., observaciones: _____

c.- Separación de maderas = (SM).- En tabla _____, con (CLL) y eligiendo una sección de largueros = (LAR) = _____ pulg. :

(SM) = _____ m \pm _____ cm., observaciones: _____

d.- Carga lineal sobre maderas = (CLM).- En tabla _____, con (L_{r}) y (SM):

(CLM) = _____ kg./m. \pm _____ ton./m., observaciones: _____

e.- Separación de tensores = (ST).- En tabla _____, con (CLM) y (CT):

(ST) = _____ \pm _____ m., observaciones: _____

f.- Sección de maderas (SEM).- En tabla _____, con (ST) y (CLM):

(SEM) = _____ pulg., Observaciones: _____

2.03.- Para puntales:

a.- Carga en puntal = (CP).- En tabla _____, con (L_{r}) y (SA):

(CP) = _____ \pm _____ kg., observaciones: _____

b.- Capacidad del puntal = (CAP).- En tabla _____, eligiendo una sección del puntal = (PUNT) = _____ pulg. y con el largo real de puntal = (LP):

(LP) = H - (ETF + DAP) = _____

(CAP) = _____ kg., observaciones: _____

Siempre se debe cumplir: (CAP) \geq (CP) ; _____

3.00.- OPERACIONES Y/O NOTAS:

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA

Hoja 01 de

Elaboró: _____

Revisó: _____

Fecha: _____

1.00.- DATOS:

1.01.- Ubicación = (U) : _____

1.02.- Estación - (EST).- El colado se efectuará durante o cercano a una de las dos siguientes temporadas: Invierno fig. F3.05 (pag. 85)
Verano fig. F3.06 (pag. 86)

1.03.- Velocidad de colado = (R) = _____ m./hr.

1.04.- Altura de columna = (H) = (AC) = _____ m.

1.05.- Peso volumétrico del concreto = (γ_c) = (PV) = _____ kg./m³.

1.06.- Espesor del forro = (EF) = _____ mm.

1.07.- Sección transversal de la comuna = (COL) = (b) (d) = _____ cm.

1.08.- Esfuerzo permisible de compresión = (FBP) = _____ kg./cm².1.09.- Módulo de elasticidad en flexión = (E) = _____ kg./cm².

Con estos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a emplear: T6. _____ a T6. _____.

2.00.- SOLUCION:

2.01.- Temperatura = (T) .-De la fig. F3. _____ .con(U) y (R).

(T) = _____ °C.

2.02.- Presión lateral máxima del concreto = (PLC) = (P) .- De la tabla T6.83(pag.206)

con(T) y (R) : (PLC)= _____ kg./m²., Observaciones: _____

pero se deben cumplir las dos condiciones del inciso 3.1.3.2. (pag. 84)

1ª.- (PLC) \leq 15,000 kg./m²., como: _____2ª.- (PLC) \leq (γ_c) (H) = (PV)(AC).- En tabla _____ , con (AC) y (PV):(PLC) = _____ kg./m²., como: _____Se toma el menor de los tres valores: (PLC) = _____ kg./m². = _____ ton./m².

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA

Hoja 02 de

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

2.03.- Separación de yugos = (SY).- En tabla _____, con (P) y (EF):

(SY) = _____ m. $\hat{=}$ _____ cm., observaciones: _____

2.04.- Carga lineal en yugos = (CLY).- En tabla _____, con (P) y (SY):

(CLY) = _____ $\hat{=}$ _____ kg./m., observaciones: _____

2.05.- Sección de yugos = (SEY).- En tabla _____, con (CLY) y (COL):

(SEY) = _____ pulg., observaciones: _____

3.00.- OPERACIONES Y/D NOTAS:

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

Hoja 01 de

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

1.00.- DATOS:

- 1.01.- Ubicación = (U): _____
- 1.02.- Estación = (EST).- El colado se efectuará durante o cercano a una de las dos siguientes temporadas: Invierno fig. F3.05 (pag. 85)
Verano fig. F3.06 (pag. 86)
- 1.03.- Velocidad del colado = (R) = _____ m./hr.
- 1.04.- Peso volumétrico del concreto = (γ_c) = _____ kg./m³.
- 1.05.- Altura del muro = (H) = _____ m.
- 1.06.- Espesor del forro = (EF) = _____ mm.
- 1.07.- Capacidad del tensor = (CT) = _____ kg.
- 1.08.- Esfuerzo permisible de compresión = (FBP) = _____ kg./cm².
- 1.09.- Módulo de Elasticidad en flexión = (E) = _____ kg./cm².

Con estos dos últimos datos, se eligen en el capítulo seis las tablas que se van a emplear: T6. _____ a T6. _____.

2.00.- SOLUCION.

- 2.01.- Temperatura = (T).- De la fig. F3.05 (pag. 85), con (U) y (EST):
(T) = _____ °C.
- 2.02.- Presión lateral máxima = (PLC) = (PRES).- De la tabla T3.02 (pag. 83), con (R) y (T): (PLC) = _____ \leq _____ kg./m².; observaciones: _____
pero se deben cumplir las dos condiciones del inciso 3.1.3.1 (pag. 82):
1ª.- (PLC) \leq 10,000.0 kg./m²., como: _____ \leq 10,000.0 kg./m²., _____
2ª.- (PLC) \leq (γ_c) H = _____ kg./m²., _____
como _____
Se toma el menor de los tres valores: (PLC) = _____ kg./m².
- 2.03.- Separación de largueros = (SL) = En la tabla _____, con (PLC) y (EF):
(SL) = _____ \leq _____ cm.; observaciones: _____
- 2.04.- Carga lineal sobre largueros = (CLL).- De la tabla _____, con (PLC) y (SL):
(CLL) = _____ ton., observaciones: _____
- 2.05.- Separación de madrinás = (SM).- en la tabla _____, con (CLL) y eligiendo una sección de largueros = (SEL) = (LARG) = _____ pulg.
(SM) = _____ m. \leq _____ cm., observaciones: _____

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

Hoja 02 de

Elaboró: _____

Revisó: _____

fecha: _____

2.06.- Carga lineal sobre maderas = (CLM).- en la tabla _____, con (PLC) y (SM):

(CLM) = _____ ton. ÷ _____ ton.; observaciones: _____

2.07.- Separación de tensores = (ST).- En la tabla _____, con (CLM) y (CT):

(ST) = _____ m. ÷ _____ cm.; observaciones: _____

2.08.- Sección de maderas = (SEM).- En tabla _____, con (CLM) y (ST):

(SEM) = _____ pulg., observaciones: _____

3.00.- OPERACIONES Y/O NOTAS:

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA _____

Hoja	de
Elaboró:	_____
Revisó:	_____
fecha:	_____

CAPITULO

00

8. CONCLUSIONES

Como se mencionó en el primer capítulo, el diseño de cimbras sólo recibe la atención adecuada para casos especiales por lo que el presente trabajo ha tratado de simplificar el procedimiento hasta presentar en el capítulo seis un "Manual de Diseño" que se recomienda estudiar y entenderlo en virtud de que su aplicación tiene las siguientes ventajas:

- Presenta una secuencia lógica, y práctica.
- No se requiere tener experiencia en el diseño para su aplicación.
- Con cálculos sencillos se logra el objetivo deseado.
- Es aplicable a los diferentes tipos y secciones comerciales de la madera del país, así como para elementos de concreto con distintas secciones y espesores.
- Permite obtener varios diseños de cimbra para un mismo elemento, dependiendo de la madera a utilizar.
- La rapidez y sencillez con que se logra obtener el diseño, en comparación con la manera tradicional, es significativa.
- Conduce a diseños en que aprovecha óptimamente la madera y en consecuencia de más bajo costo.

Por lo que se espera que el presente trabajo y sobre todo el manual sean de gran utilidad para obtener diseños eficientes, económicos y seguros de las cimbras de madera.

Para finalizar, las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de

Construcciones para el Distrito Federal, referentes al diseño y construcción de estructuras de madera y del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., modificadas a raíz del temblor de 1985 y publicadas el 10 de diciembre de 1987 en la Gaceta Oficial, estipulan emplear la teoría plástica (esfuerzos al límite), para el diseño estructural de la madera, sin embargo, por ser la cimbra una estructura completamente provisional, se considera que la teoría elástica (esfuerzos de trabajo) empleada en este trabajo es adecuada.

BIBLIOGRAFIA.

- * F. Alcaraz Lozano.- " APUNTES DE DISEÑO DE CIMBRAS DE MADERA. "
Facultad de Ingeniería, U. N. A. M.
- * F. Robles Fernández - V. R. Echenique M.- " ESTRUCTURAS DE MADERA. "
Editorial Limusa, 1983.-
- * H. Parker.- " DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA. "
Editorial Limusa, 1978.-
- * R. Meli Piralla.- " DISEÑO ESTRUCTURAL. "
Editorial Limusa, 1985.-
- * J. G. Richardson.- " SERIE CIMBRAS IMCYC. " Tomos I, II, III y IV.
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., 1980.-
- * J. G. Richardson.- " CIMBRAS Y MOLDES. "
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., 1981.-
- * C. Kupfer.- " LA CONSTRUCCION DE HORMIGON. ENCOFRADOS " "
Editorial Gustavo Gili, 1944.-
- * Gaceta Oficial del Departamento del D. F.- " NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS
PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MADERA. "
10 de diciembre de 1987.-
- * R. Dávalos.- " DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA."
Instituto Nacional de Recursos Bióticos, Laciterna., 1984.-
- * J. J. Salinas.- " CONEXIONES CON CLAVOS, PERNOS Y PIJAS. "
Instituto Nacional de Recursos Bióticos, Laciterna., 1983.-
- * V.R. Ordoñez C. - R. Dávalos S. " MANUAL DE CLASIFICACION
VISUAL PARA MADERAS ESTRUCTURALES DE PINO "
Instituto Nacional de Recursos Bióticos, Laciterna, 1985

R E F E R E N C I A S

- 1.- Dirección General de Normas.- "Norma oficial de calidad para tablas y tablonés de Ocote" NOM - C - 18 - 1946 .- México , D.F. 1946
- 2.- Dirección General de Normas.- "Calificación y clasificación visual para madera de pino en usos estructurales" NOM - C - 239 - 1985, México, D.F. 1985
- 3.- Gaceta Oficial del D.F.- "Clasificación visual de maderas - latifoliadas para usos estructurales", Apéndice I, México , D.F. 1987
- 4.- Dirección General de Normas.- "Dimensiones de la madera - aserrada para su uso en la construcción" NOM - C - 224 - - 1983, México, D.F. 1983
- 5.- Dirección General de Normas.- "Madera contrachapada de Pino" NOM - c - 326 - 1978, México, D.F. 1978