



0006272



INFOR
Instituto Forestal



Informe Técnico N° 153

OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD RESISTENTE DE CERCHAS PREFABRICADAS DE MADERA

Concepción (CHILE), noviembre 2.000



Informe Técnico N° 153

**OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD RESISTENTE
DE CERCHAS PREFABRICADAS DE MADERA**

**Dr. Patricio Cendoya
Ingeniero Civil**

Concepción (CHILE), noviembre 2.000



Colaboradores:

Carlos Mancinelli Z.
Gonzalo Hernández C.
Alonso Quezada F.
Alfredo López V.
Ricardo Oyarzún O.

Registro de Propiedad Intelectual N° : 117.301

I.S.B. N. : 956-7727-55-4



INFOR

ÍNDICE

	Página
1. Introducción	1
2. Aspectos generales de la construcción de cerchas prefabricadas	2
2.1. Definiciones básicas	2
2.2. Tipos de cerchas	2
2.3. Manejo y montaje	4
2.4. Materiales empleados	6
2.5. Consideraciones de diseño	7
3. Análisis comparativo estructural entre cerchas prefabricadas y cerchas confeccionadas en obra	8
4. Conclusiones	9
5. Bibliografía	11
Anexo 1: Memoria de cálculo	13
Anexo 2: Planos de cerchas	29



1. INTRODUCCIÓN

La utilización de cerchas prefabricadas de madera como alternativa constructiva a las cerchas fabricadas en obra presenta una serie de ventajas de carácter técnico y económico que la transforman en una solución eficiente para la construcción de sistemas de techumbre. Si bien su utilización no es masiva en Chile, en países desarrollados éstas tienen una amplia aceptación y difusión debido a las grandes ventajas que conlleva su empleo.

El presente trabajo formó parte de las actividades desarrolladas en el marco de los proyectos INFOR/FDI-CORFO: "Estandarización y fabricación de piezas y componentes de madera destinados a la construcción de viviendas" y "La Madera en la Vivienda Social". El objetivo del mismo, es presentar las ventajas de las cerchas prefabricadas con respecto a las soluciones tradicionales, y mostrar cuales son las variables fundamentales de diseño.

El informe se divide en tres partes; en una primera, se definen conceptos previos, se presenta una clasificación estructural de las cerchas, se dan recomendaciones sobre su manejo, montaje, tipos de conexiones y se presentan las principales consideraciones de diseño. En una segunda, se desarrolla un estudio comparativo de la eficiencia estructural de dos soluciones para una luz predeterminada (cercha prefabricada vs. cercha fabricada en obra); finalmente en la tercera parte, se entregan las principales recomendaciones y conclusiones del presente trabajo.

2. ASPECTOS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE CERCHAS PREFABRICADAS

2.1 Definiciones básicas

Una cercha se puede definir como una estructura compuesta de miembros esbeltos contenidos en un plano, que resisten la acción de las cargas externas, fundamentalmente a través de mecanismos de tracción o compresión uniaxial. La unión de los miembros individuales se realiza en puntos concéntricos denominados nudos, los cuales pueden ser considerados para efectos de cálculo estructural como rotulas perfectas.

En la cercha es posible identificar la cuerda inferior, la cuerda superior, montantes, diagonales, uniones y elementos de arriostramiento longitudinal. Figura 1.

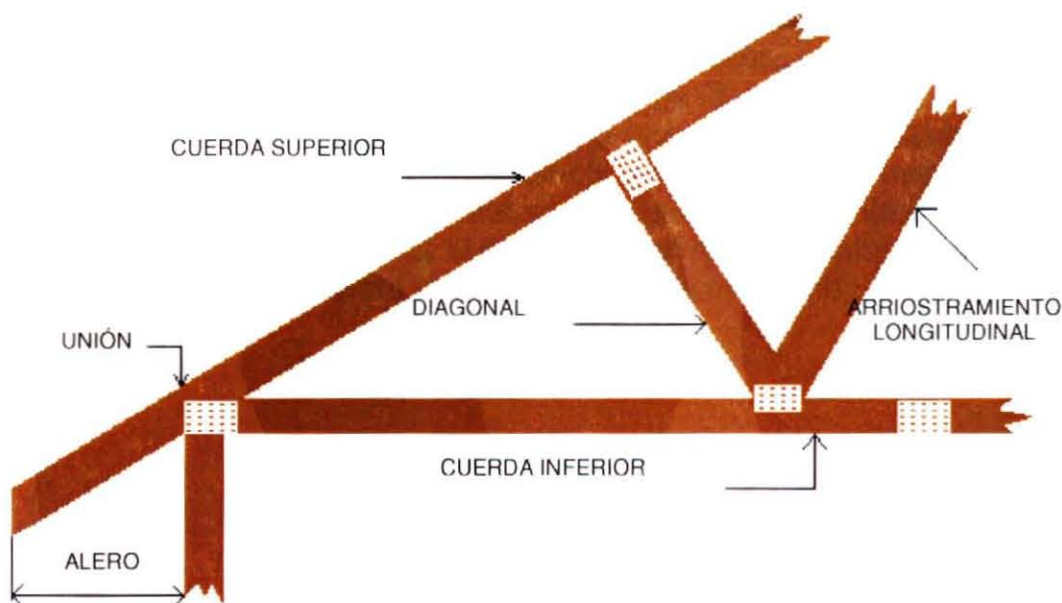


Figura 1. Principales partes de una cercha

2.2 Tipos de cerchas

En general, las cerchas se utilizan para salvar distancias, y a menudo se ven materializadas en puentes y estructuras de soporte de cielo, existiendo una infinidad de tipos y formas que se adecúan a las necesidades de un proyecto específico. Sin embargo, cuando se trata de estructuras utilizadas para soportar las cargas provenientes de

techumbres en forma triangular y luces medianas de hasta 10 m, se demuestra que las tipologías más eficientes corresponden a las cerchas denominadas Howe, Pratt y Fink. Figura 2. En general las cerchas del tipo triangular se recomiendan para luces pequeñas [A-1] y cuando las cargas se transmiten a la cercha en puntos específicos.

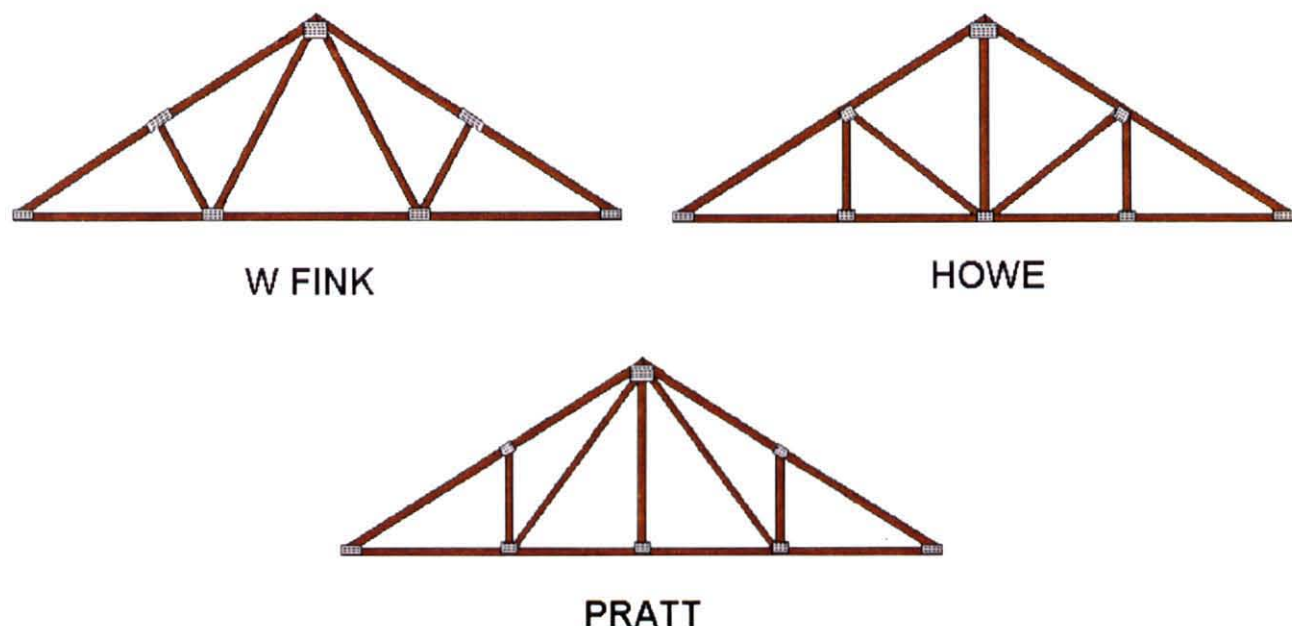


Figura 2. Tipos de cercha triangulares, [F-1], [M-1].

Las cuerdas son rectas, aunque la cuerda inferior puede tener una cierta curvatura o contraflecha. Los elementos del alma de la cercha (diagonales y montantes) se conectan concéntricamente a través del empleo de placas de madera unidas con clavos, con placas metálicas o con placas metálicas dentadas.

La distribución interior de elementos diagonales dependerá de factores arquitectónicos y estructurales, siendo posible en función de la luz libre entre apoyos (muros) definir la tipología más adecuada (Howe, W Fink, Pratt, etc.) que cumpla con los requisitos de resistencia y servicialidad definidos por las normas.

Muchas industrias de elementos prefabricados de madera, considerando la incidencia de ciertos parámetros básicos de diseño (separación entre cerchas, tipo de carga, tipo de uniones), definen tablas particulares de ayuda para arquitectos e ingenieros. Figura 3.

Tabla de dimensionamiento de Cerchas de Madera

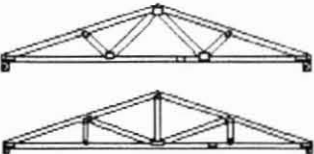
Las cerchas Alpine, pueden ser utilizadas para una amplia gama de condiciones de apoyo, configuraciones y tipos de cargas. Esta tabla contiene únicamente una fracción de los millones de formas y tipologías de cerchas existentes.	Carga total (PSF)	55			47			40			40		
	Factor de duración	1.15			1.15			1.15			1.15		
	Carga viva (PSF)	40 (Nieve)			30 (Nieve)			20 (Nieve)			20**		
	Tipo de cubierta	Teja asfáltica			Teja asfáltica			Teja asfáltica			Teja asfáltica ** Carga de construcción		
Configuración de la Cercha	Cuerda Superior	2x4	2x6	2x6	2x4	2x6	2x6	2x4	2x6	2x6	2x4	2x6	2x4
	Cuerda Inferior	2x4	2x4	2x6	2x4	2x4	2x6	2x4	2x4	2x6	2x4	2x4	2x4
	Pendiente	Luz del vano a salvar en pies											
	2/12	24	24	33	27	27	37	31	31	43	33	33	41
	2.5/12	29	29	39	33	33	45	37	38	52	39	40	51
	3/12	34	34	46	37	39	53	40	44	60	43	46	61
	3.5/12	39	39	53	41	44	61	44	50	65	47	52	71
	4/12	41	43	59	43	49	64	46	56	69	49	57	77
	5/12	44	52	67	46	58	69	49	66	74	53	66	81
	6/12	46	60	69	47	67	71	51	74	76	55	74	85
	7/12	47	67	70	48	72	72	52	77	77	56	80	88

Figura 3. Tabla de dimensionamiento de cerchas de madera (Figura extraída del catálogo de Alpine Engineered Products, Inc.)

2.3 Manejo y montaje

El manejo y montaje de la cercha prefabricada requiere de los mismos grados de seguridad que el resto de las obras asociadas a una construcción, en lo que respecta a la protección de las personas y el elemento estructural.

La mayoría de los accidentes que ocurren durante la instalación de la cercha, pueden ser evitados si se siguen las siguientes recomendaciones, [W-2]:

- Las cerchas se manejarán con cuidado después de su fabricación, trasladándolas a la obra sin que éstas sufran deformaciones excesivas.
- Las cerchas deberán descargarse del medio de transporte minimizando las deformaciones laterales y se almacenarán protegiéndolas del daño que podrían causarles las otras actividades de la obra y las condiciones ambientales.
- Cualquier daño previo, debe ser comunicado al fabricante y desechar su utilización sin el visto bueno del mismo.

- Cortes y perforaciones se encuentran restringidos y deben ser comunicados al proveedor de la cercha, el cual dará su aprobación o rechazo de los mismos.
- Se deberán proveer arriostramientos temporales durante su montaje (Figura 4), para prevenir el volcamiento de la misma.

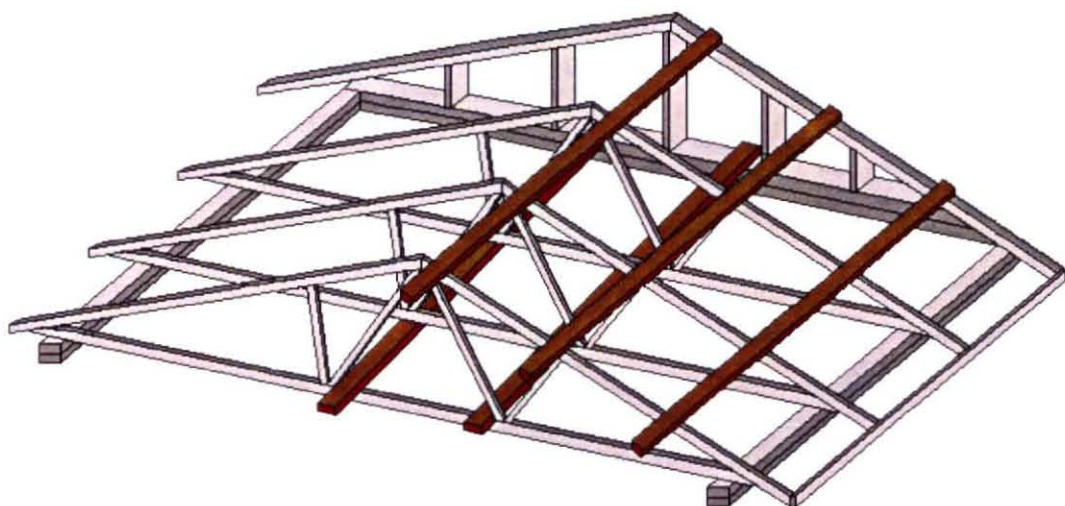


Figura 4. Ubicación de los arriostramientos temporales.

- Las cerchas se colocarán respetando las separaciones especificadas en los planos y asegurando un correcto alineamiento entre ellas.
- Las cerchas serán arriostradas en forma permanente, consistentemente con las buenas prácticas de construcción empleadas en Chile para resistir las cargas perpendiculares a su plano, provenientes de la acción del viento y del sismo. Estos arriostramientos deberán estar anclados a los muros terminales (frontones) en forma adecuada.
- Los materiales empleados como arriostramientos temporales y permanentes serán definidos por el fabricante.

2.4 Materiales empleados

2.4.1 Madera

- La madera empleada para la fabricación de cerchas prefabricadas deberá estar de acuerdo a los valores publicados en la norma NCh 1198 en el caso de tratarse de Pino radiata.
- El contenido de humedad de la madera al momento de su fabricación será menor de un 20 %, de forma tal que se garanticen sus propiedades mecánicas.
- Los ajustes debidos a la duración de la carga, al igual que los debidos a los tratamientos químicos, se harán de acuerdo a los valores señalados por la norma respectiva.

2.4.2 Conexiones

- En el caso de la utilización de placas dentadas (Figuras 5 y 7), éstas deberán ser de un espesor mayor a 0,91 mm, cumplir con las normas ASTM A653/A653M y ser galvanizadas. En el caso de trabajar en ambientes corrosivos, se deberán tomar las precauciones necesarias que eviten su deterioro.
- El tamaño de la placa metálica dentada se determinará a partir de la carga admisible que proponga el fabricante de las mismas. Estos valores se obtienen de curvas carga-desplazamiento obtenidas de ensayos de tracción de piezas de madera unidas a dos placas metálicas. Figura 6.

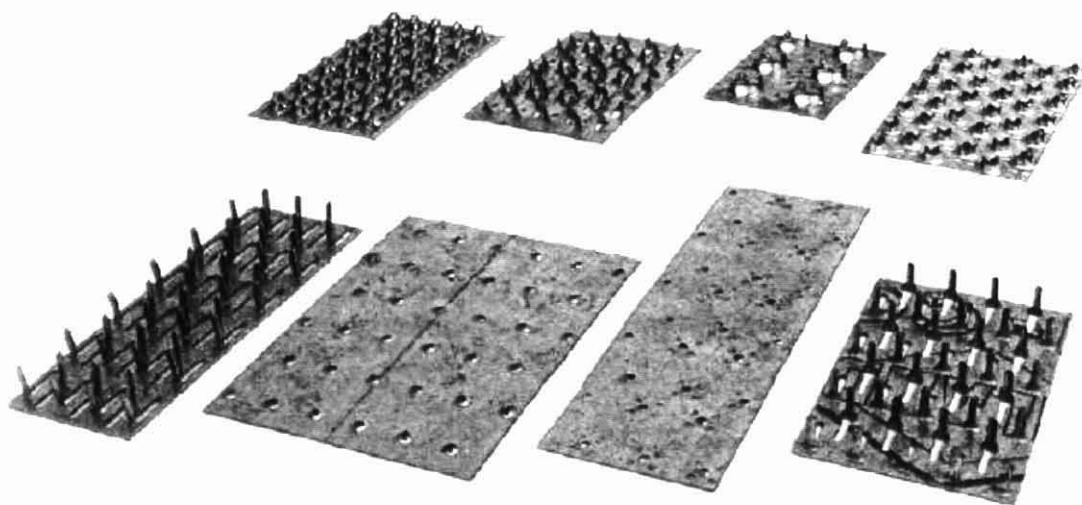


Figura 5. Conectores típicos de placa metálica dentada.

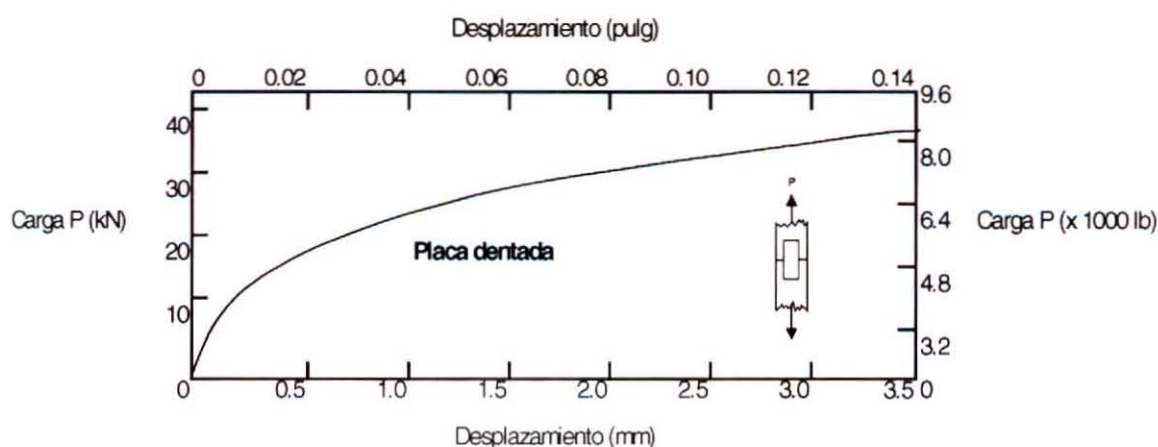


Figura 6. Curva fuerza axial versus desplazamiento para determinar la capacidad resistente de una placa dentada (figura extraída de ref. [W-1]).

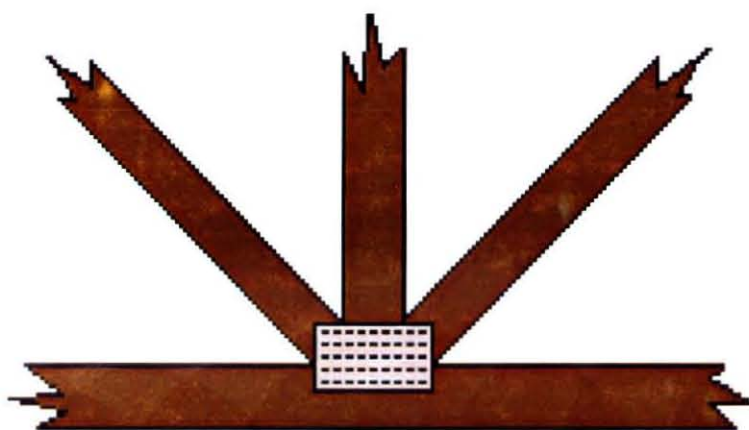


Figura 7. Conexión de placa dentada, en la unión entre la cuerda inferior, las diagonales y los montantes en cercha prefabricada.

2.5 Consideraciones de diseño

Los diseños de cerchas prefabricadas, antes de su fabricación deberán contar con el visto bueno de un ingeniero civil que apruebe las escuadrías y la capacidad de las conexiones empleadas.

La memoria de cálculo deberá contener a lo menos la siguiente información:

- Pendiente de la techumbre, luz del vano a salvar y espaciamiento entre cerchas.
- Cargas de diseño aplicadas, tales como:
 - (a) cargas vivas sobre la cuerda superior.
 - (b) cargas muertas sobre la cuerda superior.
 - (c) cargas vivas sobre la cuerda inferior.
 - (d) cargas muertas sobre la cuerda inferior.
 - (e) cargas concentradas y su punto de aplicación.
 - (f) cargas de viento, nieve y sismo.
- Escuadrías de las piezas de madera.
- Especie, grupo, grado y clase estructural de la madera.
- Tipos de conexiones entre elementos.
- Desplazamientos verticales tanto para cargas muertas como vivas.
- Fuerzas axiales máximas de compresión y tracción en cada una de las barras para todas las combinaciones de carga posible.
- Ubicación y dimensiones de los elementos utilizados como arriostramientos permanentes.

3. ANÁLISIS COMPARATIVO ESTRUCTURAL ENTRE CERCHAS PREFABRICADAS Y CERCHAS CONFECCIONADAS EN OBRA.

Se realiza análisis estructural comparativo de dos cerchas, una fabricada en obra y otra prefabricada. Una configuración del tipo **Howe** se emplea para la cercha fabricada en obra y una del tipo **W Fink**, para la solución prefabricada.

Ambas cerchas salvarán la misma luz, tienen igual separación longitudinal y se calculan considerando las mismas combinaciones de carga y duración. Para el análisis estructural se recurre al programa RAM Advanse versión 3.1 y el diseño de los elementos de la cercha se realiza empleando la normativa vigente.

Un resumen de la memoria de cálculo se presenta en el Anexo 1 y los planos resultantes en el Anexo 2.

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el capítulo anterior (presentados en Anexos 1 y 2) y considerando que ambas tipologías satisfacen tanto las condiciones de resistencia y servicialidad bajo las cargas de servicio, es posible realizar el siguiente análisis comparativo.

Dado que no se conocen las características técnicas de las placas dentadas empleadas en la unión de las cerchas prefabricadas, ni sus costos de fabricación; el análisis económico se centra en los volúmenes de madera empleados en cada una de las soluciones.

Cercha fabricada en obra:

Elemento	Largo (m)	Escuadrías aserradas (mm)	Volumen de madera aserrada (m3)
Cordón superior e inferior	1.382,6	38 x 125	6,57
Diagonales y montantes	676,4	2 de 25 x100	3,38
Total			9,95

Cercha Prefabricada:

Elemento	Largo (m)	Escuadrías aserradas (mm)	Volumen de madera aserrada (m3)
Cordón superior	706,2	38 x 88	2,36
Cordón inferior	676,4	38 x 75	1,93
Diagonales	461,0	38 x 63	1,10
Total			5,39

De las tablas anteriores se desprende que la solución fabricada en obra es de un 85% más cara, con respecto a la solución prefabricada; sólo por concepto de volumen de madera empleada.

En vista de lo anterior se puede concluir que:

- *El empleo de elementos prefabricados, tal como cerchas, permite disminuir los costos de una construcción al reducir la cantidad de madera empleada en su confección.*

Por otra parte, desde el punto de vista del análisis y diseño estructural que involucra una solución prefabricada, se concluye que los parámetros básicos que influyen en el costo y en la eficiencia de la cercha son:

- Cargas de diseño y requerimientos de servicialidad de la cercha. Estos valores vienen condicionados por las normas de cálculo de construcciones y la importancia del sistema estructural.
- Luz máxima a salvar por la cercha. Este valor influye directamente en el costo; a mayor luz, mayor costo; y viceversa.
- Separación entre cerchas. Generalmente un incremento en el espaciamiento entre cerchas se traduce en una disminución del número de las mismas. Sin embargo, puede aumentar en forma considerable el costo de sistema de techumbre al requerirse por ejemplo de una separación menor entre costaneras o mayores escuadrías de las mismas.
- Fundaciones y apoyos a los muros. La utilización de cerchas muy espaciadas puede dar como resultado reacciones de apoyo muy altas para ser absorbidas por los muros y por las fundaciones.
- Cargas sobre la cuerda inferior. Cargas concentradas provenientes de unidades mecánicas como ventiladores, lámparas colocadas cerca del centro de la cercha pueden requerir de refuerzos sobre el sistema de techumbre aumentando el costo de la misma.

Finalmente, el presente trabajo demuestra que la combinación de conocimientos ingenieriles acerca del comportamiento estructural de los elementos resistentes en sistemas de techumbre, unido a sistemas de manufactura industrializada permiten disminuir los costos asociados a una construcción.

Con relación a la estandarización de las mismas, ésta es factible en la medida que las luces de cálculo, al igual que las cargas actuantes sobre ellas estén dentro de ciertos límites definidos por el uso que se le quiere dar a la estructura (industrial, habitacional, etc.).

5. BIBLIOGRAFÍA

[A-1]: American Institute of Timber Construction. (Trusses and Bracing, Appendix A). Second Edition 1974.

[F-1]: Faherty K.F. and Williamson T.G., Wood Engineering and Construction Handbook. McGraw-Hill, Inc. 1989.

[M-1]: Manual de cálculo de construcciones en madera. Instituto Forestal, Corporación de Fomento de la Producción. AF 90/02, 1990.

[W-1]: Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. United States Department of Agriculture. General Technical Report FPL-GTR-113. 1999.

[W-2]: Sample Truss specification for architects and engineers. Wood Truss Council of America, 1995.

Anexo 1

MEMORIA DE CÁLCULO



ÍNDICE

1. Descripción de la estructura	17
2. Cargas y criterios de diseño	17
2.1. Pesos propios y cargas muertas	17
2.2. Sobrecargas de uso	17
2.3. Nieve	17
2.4. Viento	17
3. Características de los materiales y límites tensionales	18
4. Hipótesis y combinaciones de carga	19
4.1. Hipótesis básicas	19
4.1.1. D : Peso propio + carga muerta	19
4.1.2. L : Carga viva	19
4.1.3. W: Viento	19
4.2. Combinaciones de carga	19
4.2.1. Combinación 1: D+L	19
4.2.2. Combinación 2: D+L+W	19
5. Características de los elementos estructurales	19
6. Análisis y diseño estructural	20
6.1. Modelo estructural cercha en obra	20
6.1.1. Envolvente de desplazamientos	20
6.1.2. Envolvente de esfuerzos axiales	21
6.2. Modelo estructural cercha prefabricada	22
6.2.1. Envolvente de desplazamientos	22
6.2.2. Envolvente de esfuerzos axiales	23
7. Diseño de escuadrías y conexiones	24
7.1 Cercha fabricada en obra	24
7.2 Cercha prefabricada	25
8. Normativa utilizada	27

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Las dimensiones entre ejes de la cercha a estudiar son las siguientes:

$$\begin{aligned}\text{Altura de cumbrera} &= 101,5 \text{ [cm]} \\ \text{Largo} &= 676,4 \text{ [cm]}\end{aligned}$$

La estructura es de madera aserrada de Pino radiata. En un caso se fabrica in situ y el ensamble de los elementos estructurales se realiza utilizando conexiones clavadas; y en el caso de ser prefabricada el ensamble de los elementos se realiza mediante procedimientos mecánicos, utilizando conectores metálicos de placa dentada.

La cercha, se modela considerando que los nudos son rótulas perfectas y que se encuentra simplemente apoyada en los muros de albañilería.

La estructura se empleará en la construcción de la techumbre de una vivienda económica en la ciudad de Concepción.

2. CARGAS Y CRITERIOS DE DISEÑO

2.1. Pesos propios (NCh 1537 of. 86)

$$\begin{aligned}2.1.1. \text{ Cubierta de techumbre} &= 0,012 \text{ [ton/m}^2\text{]} \\ 2.2.2. \text{ Cercha} &= 0,018 \text{ [ton/m}^2\text{]} \\ 2.2.3. \text{ Cubierta de cielo} &= 0,010 \text{ [ton/m}^2\text{]}\end{aligned}$$

2.2. Sobrecargas de uso (NCh 1537 of. 86)

$$2.2.1. \text{ En cubiertas} = 30 \text{ [Kg/m}^2\text{]}$$

2.3. Viento (NCh 432 of. 77): La estructura se considera emplazada en Concepción centro.

$$\begin{aligned}\text{Velocidad del viento} &= 80,00 \text{ [km/hr]} \\ \text{Presión básica} &= 30,86 \text{ [kg/m}^2\text{]}\end{aligned}$$

2.4. Nieve (NCh 431 of. 71)

No se considera la acción de la nieve debido al emplazamiento considerado para la estructura.

2.5. Desplazamientos máximos

$$\begin{aligned} d_{\max} \text{ (cargas vivas)} &= L/360 \\ d_{\max} \text{ (cargas vivas+cargas muertas)} &= L/240 \end{aligned}$$

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y LÍMITES TENSIONALES

3.1. Materiales utilizados

3.1.1. Madera de Pino radiata (NCh 1198)

Utilizado en cordón superior, inferior, diagonales y montantes.

Tensión de Diseño:

Grupo Estructural.....: ES 5
Grado Estructural.....: G1
Clase Estructural.....: F 7

ÍTEM	Flexión Ff	Compresión Paralela Fcp	Tracción Paralela Ftp	Módulo de Elasticidad Ef	OBSERVACIÓN
Tensión Admisible	6,9 MPa	5,2 MPa	4,1 MPa	7.930 MPa	Ef(F7)*1,3
Kh	0,999	0,999	0,999	0,999	Contenido de humedad
Kd	0,977	0,977	0,977	-	Duración de carga (20 años)
Kq	0,900	0,900	0,900	0,900	Ignífugos
Khf	Khf	-	-	-	Altura
Kl	-	Kl	-	-	Esbeltez
Tensión de Diseño	6,06Khf MPa	4,57Kl MPa	3,60 MPa	7130 MPa	

3.1.2. Uniones

Clavos (NCh 1269) en cercha fabricada en obra y placas dentadas gang-nail M-20 en cercha prefabricada.

4. HIPOTESIS Y COMBINACIONES

4.1. Hipótesis básicas

Hipótesis básicas	Descripción
D	Peso propio de la cercha más cargas muertas
L	Sobrecarga de uso en cubiertas
W	Viento según eje principal X

4.2. Combinaciones de carga

4.2.1. Combinación número 1: $C1 = D + L$

4.2.2. Combinación número 2: $C2 = D + L + W$

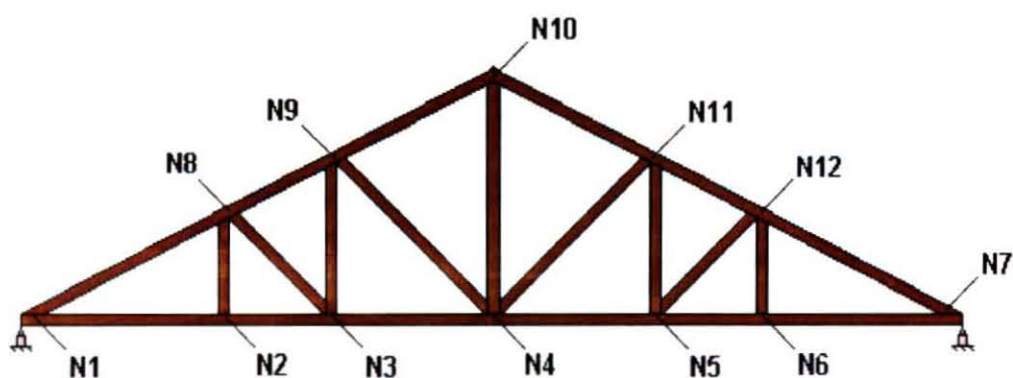
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En ambas soluciones se consideran piezas de Pino radiata de sección rectangular.

6. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

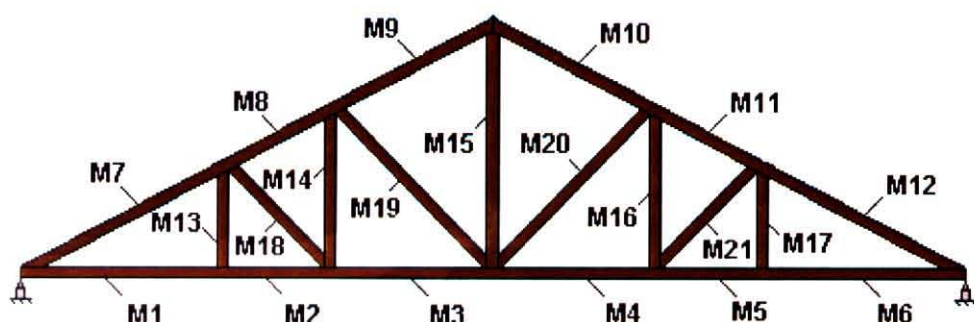
6.1 MODELO ESTRUCTURAL CERCHA FABRICADA EN OBRA

6.1.1 Envolvente de desplazamientos



Nudo	C1=D+L	L
	Desplazamiento vertical (cm)	Desplazamiento vertical (cm)
1	0,00	0,00
2	-0,29	-0,12
3	-0,35	-0,15
4	-0,36	-0,15
5	-0,35	-0,15
6	-0,29	-0,12
7	0,00	0,00
8	-0,29	-0,12
9	-0,35	-0,15
10	-0,35	-0,15
11	-0,35	-0,15
12	-0,29	-0,12

6.1.2 Envolvente de esfuerzos axiales



RESUMEN DE LAS SOLICITACIONES: CERCHA FABRICADA EN OBRA

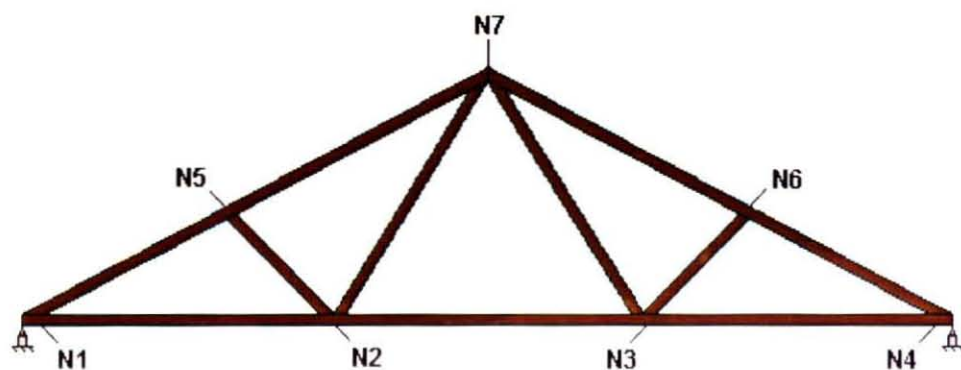
ELEMENTO	C1=D+L Esfuerzo Axial [kg]	C2=D+L+W Esfuerzo Axial [kg]
M1(CI)	605,81	582,05
M2(CI)	608,46	584,06
M3(CI)	509,78	484,92
M4(CI)	509,78	459,80
M5(CI)	608,46	536,10
M6(CI)	605,81	530,82
M7(CS)	-633,98	-596,03
M8(CS)	-538,51	-499,23
M9(CS)	-411,72	-371,99
M10(CS)	-411,72	-373,11
M11(CS)	-538,51	-478,67
M12(CS)	-633,98	-553,28
M13(M)	-9,66	-9,29
M14(M)	39,75	39,83
M15(M)	156,77	141,32
M16(M)	39,75	31,25
M17(M)	-9,66	-9,9
M18(D)	-98,96	-99,66
M19(D)	-137,62	-138,78
M20(D)	-137,62	-109,15
M21(D)	-98,96	-75,84

(CS): Cordón superior
(CI) : Cordón inferior

(M) : Montante
(D) : Montante

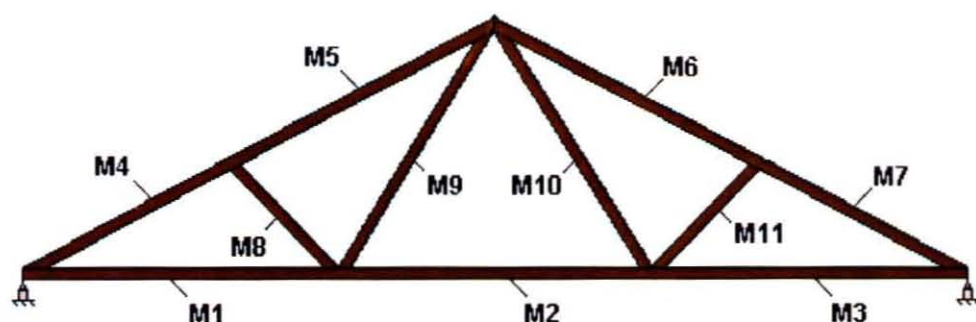
6.2 MODELO ESTRUCTURAL CERCHA PREFABRICADA

6.2.1 Envolverte de desplazamientos



Nudo	C1=D+L	L
	Desplazamiento vertical [cm]	Desplazamiento vertical [cm]
1	0,00	0,00
2	-0,29	-0,12
3	-0,35	-0,15
4	-0,36	-0,15
5	-0,35	-0,15
6	-0,29	-0,12
7	0,00	0,00

6.2.2 Envolvente de esfuerzos axiales



RESUMEN DE LAS SOLICITACIONES: CERCHA PREFABRICADA

ELEMENTO	C1=D+L Esfuerzo Axial [kg]	C2=D+L+W Esfuerzo Axial [kg]
M1(CI)	578,86	554,36
M2(CI)	395,86	386,71
M3(CI)	578,86	508,30
M4(CS)	-605,20	-566,41
M5(CS)	-543,18	-504,56
M6(CS)	-543,18	-473,99
M7(CS)	-605,20	-528,64
M8(D)	-111,32	-112,51
M9(D)	156,87	159,60
M10(D)	156,87	120,41
M11(D)	-111,32	-86,23

(CS) : Cordón superior
(CI) : Cordón inferior

(E): Diagonal

7. DISEÑO DE ESCUADRÍAS Y CONEXIONES

7.1 Cercha fabricada en obra

7.1.1 Cuerda superior

Si se supone el empleo de una pieza de escuadría de 38 x 125 [mm] y costaneras a 60 [cm] de separación, se tiene:

Carga máxima compresiva	= 633,98 [kg]
Longitud entre apoyos	= 133,36 [cm]
Esbeltez máxima	= 61 (<170)
Tensión de diseño	= 28,41 [kg/cm ²]
Tensión de trabajo	= 13,34 [kg/cm ²]
Razón de tensiones	= 0,47 (<1)

Luego, si se utiliza una pieza de escuadría 38 x 125 [mm] como elemento de cuerda superior, se cumple con los requerimientos de resistencia.

7.1.2 Cuerda inferior

Si se emplea una pieza de escuadría de 38 x 125 [mm] como elemento de cuerda inferior, se tiene:

Carga máxima de tracción	= 605,81 [kg]
Tensión de diseño	= 36,00 [kg/cm ²]
Tensión de trabajo	= 12,75 [kg/cm ²]
Razón de tensiones	= 0,35 (<1)

Luego, si se utiliza una pieza de escuadría 38 x 125 [mm] se cumple con los requerimientos de resistencia.

7.1.3 Montantes

Si se supone una escuadría de formada por 2 piezas de 25 x 100 [mm] se tiene:

Carga máxima de tracción	= 156,77 [kg]
Tensión de diseño	= 36,00 [kg/cm ²]
Tensión de trabajo	= 12,75 [kg/cm ²]
Razón de tensiones	= 0,35 (<1)

Luego, si se utiliza una escuadría formada por 2 piezas de 25 x 100 [mm] se cumple con los requerimientos de resistencia.

7.1.4 Diagonales

Si se supone una escuadría de formada por 2 piezas de 25 x 100 [mm] se tiene:

Carga máxima compresiva]	= 138,78 [kg]
Longitud entre apoyos	= 126,20 [cm]
Esbeltez máxima	= 44 (<170)
Tensión de diseño	= 33,80 [kg/cm ²]
Tensión de trabajo	= 2,80 [kg/cm ²]
Razón de tensiones	= 0,1 (<1)

Luego, si se utiliza una escuadría formada por 2 piezas de 25 x 100 [mm] se cumple con los requerimientos de resistencia.

7.1.5 Deformaciones

Cargas vivas

Desplazamiento admisible	= 1,88 [cm]
Desplazamiento nodo central	= 0,15 [cm]

Cargas muertas+cargas vivas

Desplazamiento admisible	= 2,81 [cm]
Desplazamiento nodo central	= 0,36 [cm]

7.2 Cercha Prefabricada

7.2.1 Cuerda superior

Si se supone el empleo de una pieza de escuadría de 38 x 88 [mm] y costaneras a 60 [cm] de separación, se tiene:

Carga máxima compresiva	= 605,20 [kg]
Longitud entre apoyos	= 170,34 [cm]
Esbeltez máxima	= 67 (<170)
Tensión de diseño	= 27,00 [kg/cm ²]
Tensión de trabajo	= 17,90 [kg/cm ²]
Razón de tensiones	= 0,66 (<1)

Luego, si se utiliza una pieza de escuadría 38 x 88 [mm] como elemento de cuerda superior, se cumple con los requerimientos de resistencia.

7.2.2 Cuerda inferior

Si se emplea una pieza de escuadría de 38 x 75 [mm] como elemento de cuerda inferior, se tiene:

Carga máxima de tracción	= 578,86 [kg]
Tensión de diseño	= 36,00 [kg/cm ²]
Tensión de trabajo	= 20,31 [kg/cm ²]
Razón de tensiones	= 0,56 (<1)

Luego, si se utiliza una pieza de escuadría 38 x 75 [mm] se cumple con los requerimientos de resistencia.

7.2.3 Diagonales en compresión

Si se supone una pieza de escuadría 38 x 63 [mm] se tiene:

Carga máxima compresiva	= 112,51 [kg]
Longitud entre apoyos	= 60,11 [cm]
Esbeltez máxima	= 55 (<170)
Tensión de diseño	= 30,62 [kg/cm ²]
Tensión de trabajo	= 4,70 [kg/cm ²]
Razón de tensiones	= 0,15 (<1)

Luego, si se utiliza una pieza de escuadría 38 x 63 [mm] se cumple con los requerimientos de resistencia.

7.2.4 Deformaciones

Cargas vivas

Desplazamiento admisible	= 1,88 [cm]
Desplazamiento nodo central	= 0,22 [cm]

Cargas muertas+cargas vivas

Despl. admisible	= 2,81 [cm]
Despl. nodo central	= 0,50 [cm]

8. NORMATIVA UTILIZADA

NCh 1537. Diseño Estructural de Edificios-Cargas Permanentes y Sobrecargas de uso. Santiago, Chile, 1986.

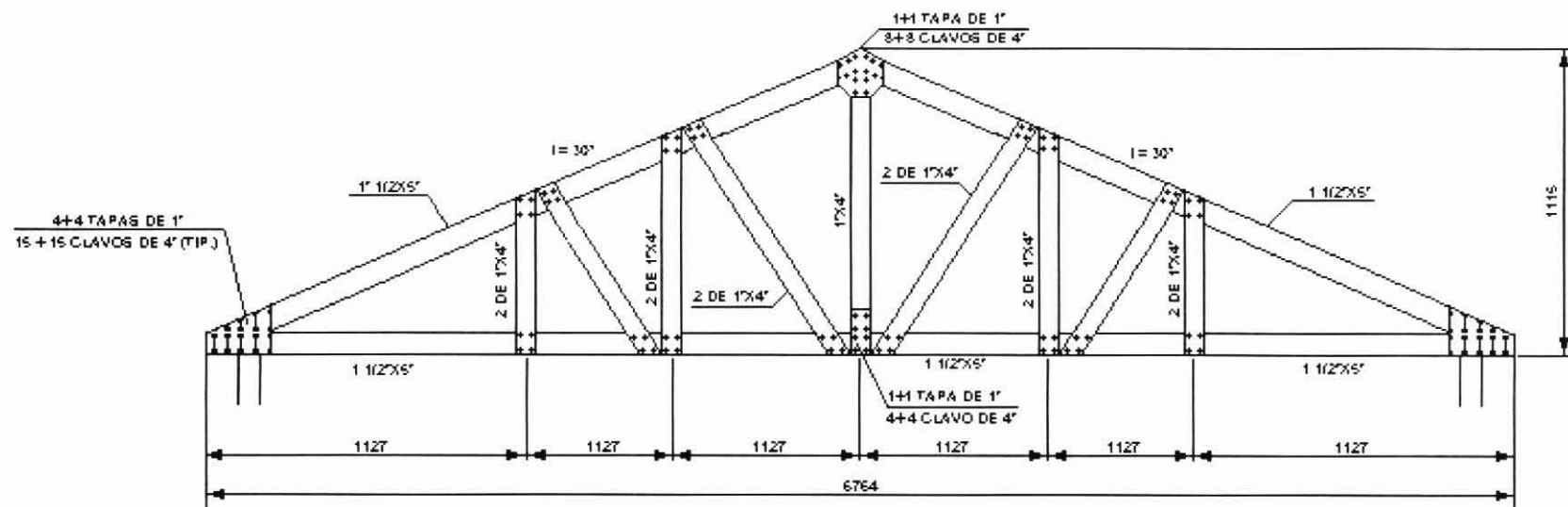
NCh 432. Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones. Santiago, Chile, 1971.

Manual de Cálculo de Construcciones en Maderas. Instituto Forestal. Manual 13, (Segunda Edición). Santiago, Chile, 1990.

Anexo 2

PLANOS DE CERCHAS





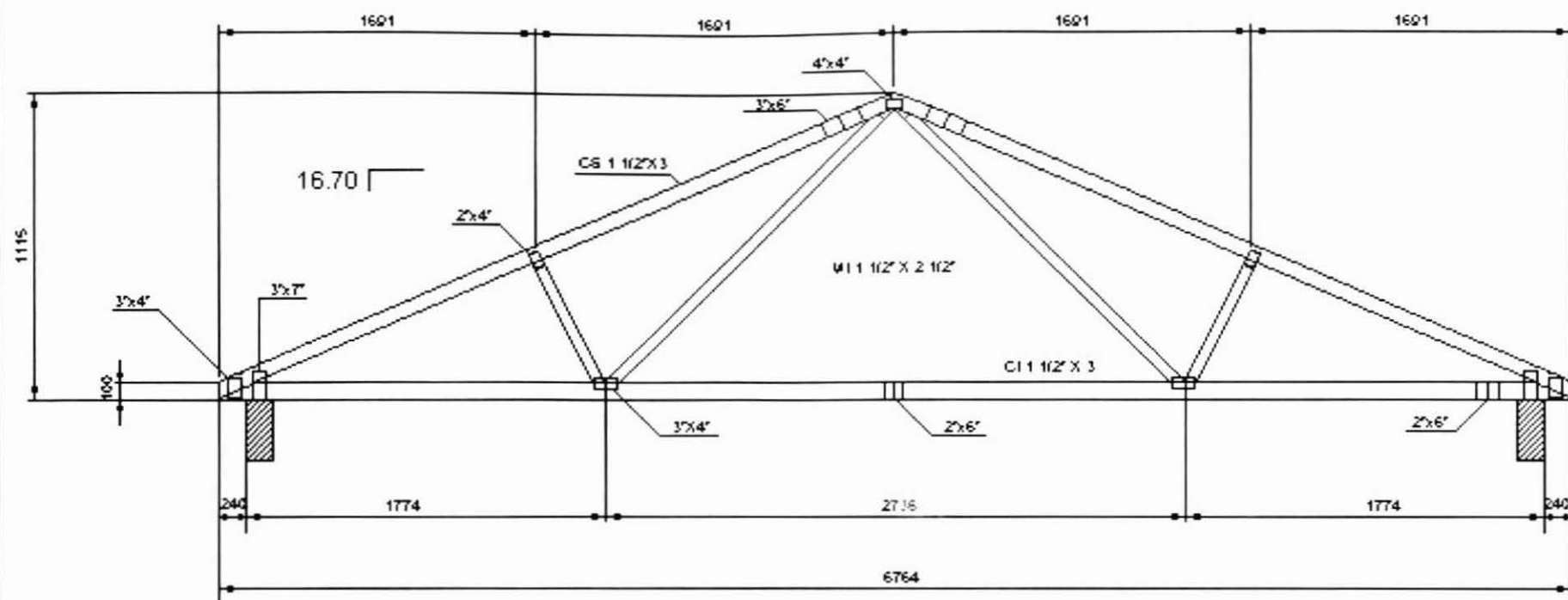
CERCHA FABRICADA EN OBRA

ESPECIFICACIONES

PINO RADIATA GRADO ESTRUCTURAL SEG. NCH. 1207 OF.90
CARGA DE DISEÑO: 70 KG/M ²
NUDOS G1
RANT < 0.50 < 0.33 RANT CON CB
RANB < 0.50
RANI SIN RESTRICCIÓN
CONECTORES METÁLICOS GANG-NAIL M-20
CLAVOS DE 4" SEGÚN NORMA NCH. 1269

PROYECTO CERCHAS

DIBUJÓ : SERGIO ARAVENA E.
REVISÓ : PATRICIO CENDOYA H.
APROBÓ : PATRICIO CENDOYA H., INGENIERO CIVIL
LAMINA : N° 1
FECHA : MAYO DE 2000



CERCHA PREFABRICADA

ESPECIFICACIONES

PINO RADIATA GRADO ESTRUCTURAL SEG. NCH. 1207 OF.90
CARGA DE DISEÑO: 70 KG/M ²
NUDOS G1
RANT < 0.50 < 0.33 RANT CON CB
RANB < 0.50
RANI SIN RESTRICCIÓN
CONECTORES METÁLICOS GANG-NAIL M-20
CLAVOS DE 4" SEGÚN NORMA NCH. 1269

PROYECTO CERCHAS

DIBUJÓ : SERGIO ARAVENA E.
REVISÓ : PATRICIO CENDOYA H.
APROBÓ : PATRICIO CENDOYA H., INGENIERO CIVIL
LAMINA : N° 2
FECHA : MAYO DE 2000



INFOR

Instituto Forestal

SANTIAGO

Huérfanos 554

Casilla 3085

Fono: (56-2) 693 0700

Fax: (56-2) 693 0880

693 0890 - 638 1286

e-mail: info@infor.cl

<http://www.infor.cl>

CONCEPCION

Camino a Coronel

km 7,5 - Casilla 109C

Fono: (56-41) 37 0027-28-29-30

Fax: (56-41) 37 0031

VALDIVIA

Fundo Teja Norte

Casilla 385

Fono: (56-63) 21 1476

Fax: (56-63) 21 8968

COYHAIQUE

Baquedano 645

Fono: (56-67) 23 3585

Fax: (56-67) 23 3585