

3329

674.8
T 255
2002

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO

FONTEC - CORFO

PROYECTO FONTEC 201 – 2905

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MAQUINAS PARA UN
SISTEMA INTEGRAL DE FABRICACION DE CERCHAS
DE MADERA

INFORME FINAL.

TECNICO

19h

PATROCINADOR: TECSOL S.A.
EJECUTOR: TECSOL S.A.

674.8
T 255
2002

SANTIAGO, OCTUBRE 2002

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

INDICE

DESCRIPCION	PAG.
1.- RESUMEN EJECUTIVO	3
1.1 Antecedentes de la Empresa	3
1.2. Síntesis del Proyecto	4
1.3. Resultados del Proyecto y Conclusiones	4
2.- EXPOSICION DEL PROBLEMA	5
2.1 Justificación de la Ejecución del Proyecto	5
2.2 Objetivos Técnicos del Proyecto	6
3.- METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO	6
3.1 Metodología	6
3.2 Plan de Trabajo Ejecutado	7
4.- RESULTADOS OBTENIDOS	13
5.- IMPACTOS DEL PROYECTO	16
1.1. Impactos técnico- económicos	16
5.2. Implementación de los Resultados	17
6.- ANEXOS	18
ANEXO 1 Información Recopilada	19
ANEXO 2 Programa Computacional para Cálculo de Cerchas	20
ANEXO 3 Planos de Diseño, Fotografías	21
ANEXO 4 Manual de Uso	22
ANEXO 5 Cálculos y Fotografías de Cerchas	23

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La empresa TECSOL S.A. Rut: 96.888.610 – K, con domicilio en calle Santa Teresita N° 7582, comuna de Los Cerrillos nace de un taller metalmecánico instalado en el año 1982 por el Ingeniero mecánico Roberto Rivero, con el fin de dar servicios a terceros en el áreas de mantención, reparación y fabricación de piezas y repuestos especiales actividad que mantiene a la fecha con un significativo número de clientes, entre los que se encuentran CTI, CORESA, INDUGAS, DURATEC, VINIVIL.

En el año 1999, la empresa fue llevada a sociedad anónima, designando al señor Roberto Rivero Torres en el cargo de Gerente General y representante legal de la empresa.

Debido a las irregularidades en las ventas, la empresa, se decide fabricar una línea de productos de interés en la construcción para mantener un flujo constante de ingresos por venta.

Dentro de ésta línea la empresa desarrolla la fabricación de placas conectoras para unión en cerchas de madera, producto con el cual se ha posecionado de un 40% del mercado nacional, el resto del mercado es suministrado por la empresa INNPA en un 40% el cual es de origen nacional y el 20% restante lo abastece otras empresas con producto de origen importado.

Los ingresos actuales de la empresa están distribuidos en un 70% por ventas de placas conectoras y un 30% por prestaciones de servicios.

Los niveles de venta de la empresa, gracias al desarrollo de las placas conectoras, se han incrementado significativamente, alcanzando más de un 200% en el año 2002 respecto al año 1999.

1.2 SINTESIS DEL PROYECTO

La innovación que desarrollo la empresa fue el diseño y construcción de un conjunto de dos prototipos de máquinas destinadas a la fabricación de cerchas de madera, lo que incluye un software de diseño de cerchas, junto a un manual de uso. El desarrollo de este proyecto se basó en tecnología innovativa que se adapte como modelo para la fabricación en serie de los nuevos equipos.

El sistema propuesto, es automático, el cual requirió de la investigación y desarrollo de una mesa de alimentación de maderas para la dimensionadora, sierras de corte, carro de distribución de madera trozada, soporte computacional para diseño y cálculo de cerchas (software), y un roller hincador de placas.

1.3 RESULTADOS DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES

1.3.1. Resultados

El resultado obtenido en el proyecto es el sistema integral de fabricación de cerchas de madera compuesto por:

- **Máquina dimensionadora de madera automática.**
- **Soporte computacional para diseño y cálculo de cerchas.**
- **Roller hincador de placas.**

1.3.2. Conclusiones

En este proyecto se concluye que los objetivos propuestos fueron exitosos, ya que el sistema integral funciona correctamente, entregando un producto adecuado según normas establecidas para la construcción. Además se logró el desarrollo del sistema computacional lo que facilita la construcción de la cercha y a su vez la labor que desarrolla el Ingeniero calculista.

2.- EXPOSICION DEL PROBLEMA

2.1.- JUSTIFICACION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO

Debido al éxito obtenido en la línea productiva de cerchas, la empresa decidió en forma estratégica desarrollar un conjunto de máquinas destinadas a los fabricantes de cerchas de madera, que a su vez abastecen a las empresas constructoras del país.

Esto permitirá a la empresa entregar un servicio completo para los fabricantes de cerchas de madera, ya que la tecnología desarrollada, entrega un conjunto de dos máquinas con un manual y software de diseño para el cálculo de cerchas, incluyendo además el suministro de las placas conectoras.

Por lo tanto el plan estratégico de la empresa que justificó la ejecución de ésta investigación incluye los siguientes aspectos:

- Acceso a nuevas tecnologías que permitirá la fabricación de un conjunto de máquinas destinadas a la fabricación de cerchas de madera.
- Sustituir máquinas de origen importado, las cuales se venden condicionadas a la compra de grandes volúmenes de placas conectoras.
- Desarrollar un manual y software destinado a los fabricantes de cerchas.
- Incrementar las ventas de placas conectoras al entregar un conjunto de máquinas y un manual para la fabricación de cerchas, por medio de un convenio tipo Leasing propio.
- Garantizar al usuario de placas conectoras pequeños abastecimiento de las misma, según programas de fabricación.
- Posibilidad de exportar tanto la tecnología como las máquinas.
- Incremento de los ingresos de la empresa por la venta de los nuevos productos que entregará al mercado.

Desde el punto de vista país, el proyecto innovativo, llevado a un proceso comercial es de una estrategia significativa, porque permitirá sustituir importaciones y estandarizar la fabricación de cerchas de madera destinadas principalmente a viviendas económicas.

2.2.OBJETIVOS TECNICOS.

Los objetivos técnicos del proyecto fueron los siguientes:

- Diseño y construcción de dos máquinas prototipos, no existente en el mercado nacional, para un sistema integral de fabricación de cerchas de madera, para posteriormente implementar una línea de producción de estos equipos.
- Elaboración de software y manual para el diseño de cerchas de madera, tomando en consideración los diferentes tipos de maderas utilizadas en la elaboración de cerchas.

3.- METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

3.1. METODOLOGIA

El procedimiento seleccionado para la realizar el proyecto comenzó con una investigación bibliográfica orientada a la recopilación de antecedentes técnicos sobre equipos y métodos utilizados en la fabricación de cerchas de madera, especialmente de USA.

La información obtenida se sometió a un proceso de análisis y evaluación, lo que permitió ser usada en la etapa siguiente del proyecto de investigación, que consistió en el diseño de las máquinas con los sistemas auxiliares para ser integrados a un proceso semi continuo de fabricación de cerchas, incluyendo un software de diseño de cerchas, de acuerdo a la realidad del mercado Chileno.

Posteriormente se procedió a la construcción del prototipo propuesto lo que quedó cargo de la empresa patrocinadora y se llevó a cabo en los talleres de su industria.

Una vez concluida la etapa anterior, se desarrolló la etapa experimental para evaluar el grado de respuesta del sistema con las máquinas prototipos en estudio, respecto a las exigencias de uso.

Los resultados de las pruebas experimentales sirvieron para caracterizar técnicamente el sistema y poder elaborar el manual de uso.

3.2.-PLAN DE TRABAJO EJECUTADO

El plan de trabajo ejecutado en la realización del proyecto se pueden describir de la siguiente manera:

3.2.1. Recopilación de Antecedentes Técnicos y Evaluación

Se recurrió a proveedores con el fin de requisar características técnicas de materias primas y elementos para la fabricación de los prototipos.

Se revisaron las bibliotecas de universidades e internet y revisión de normas, tanto nacionales e internacionales.

Los antecedentes que sirvieron para seguir con el desarrollo del proyecto se encuentran en el anexo 1.

Los antecedentes recopilados, permitieron corroborar lo propuesto en la presentación del proyecto en cuanto a diseño del sistema integral para la fabricación de cerchas de madera.

De este análisis se concluyó que dada las distintas forma de las cerchas de madera, el diseño del sistema debe ser semiautomático compuesto de una dimensionadora y trozadora de madera, seguida por una máquina para hincar los conectores en las cerchas por medio de un rodillo movable (roller hincador de placas dentadas en las cerchas) y un programa computacional para el diseño de los distintos tipos de cerchas (Software).

Con las normas consultadas se definieron ciertos parámetros para el desarrollo del software.

3.2.2.- Diseño Básico del Proceso Propuesto.

El diseño del sistema semiautomático de fabricación de cerchas, concluido en el punto anterior, se desarrolló considerando tres etapas:

- A.- Dimensionadora y trozadora de madera.-
- B.- Roller hincador de placas dentadas en las cerchas.-
- C.- Programa computacional para el diseño de cerchas y placas dentadas o conectora.

A.- Dimensionadora y trozadora de madera.-

Este proyecto esta compuesto de cuatro partes:

- A1. -Mesa receptora
- A2. -Mesa alimentadora
- A3. -Cadena de alimentación y sensor de medida
- A4. -Sierras de corte dimensionadora

A1.- Mesa receptora.-

De acuerdo a los tamaños de madera mas usados en la construcción de cerchas se dimensionó la mesa de carga con las siguientes características:

- Largo: 2500 mm
- Ancho: 4.000 mm
- Alto: 1.500 mm
- Capacidad: 1.000 kilos de madera.

En la fabricación según la capacidad de carga que debe resistir, se ha considerado acero estructural con bases de fe ángulo de 5"x5" y cubiertas de plancha de 2 mm y con un plano inclinado de 30 grados para facilitar el deslizamiento de los palos.

A2.-Mesa alimentadora.-

Este equipo va a continuación de la mesa receptora y su función consiste en transportar la madera ordenadamente, palo por palo, hacia la cadena alimentadora de las sierras cortadoras.

La mesa alimentadora esta compuesta de tres cadenas de arrastre motorizadas por un moto- reductor que tiene como control un sensor de parada que opera de acuerdo con la cadena alimentadora de las sierras dimensionadoras.

Las características técnicas de la mesa son:

- Largo: 1.000 mm
- Ancho: 4.000 mm
- Alto: 1.500 mm
- Capacidad: 300 Kilos
- Moto-reductor: 1 Hp
- Avance cadena: 10 mt/min

A3.- Cadena de alimentación y sensor de medida.-

Estos equipos se diseñaron para que trabajen en combinación con el **Control Lógico Programable (P.L.C.)** que ordena las operaciones a ejecutar para el corte de la madera dimensionada.-

La cadena de alimentación opera mediante un moto-reductor y conduce la madera hasta el sensor de medida que está regulado para detener la cadena en el largo determinado.

Características técnicas de la cadena de alimentación considerada.-

- Potencia del moto-reductor: 2 HP. Trifasico
- Velocidad de avance: 10 mt/min
- Cadena Renold con topes de arrastre
- Largo de cadena: 4 mts.
- Ancho de portacadena: 120 cm.-

Características del Sensor de Medida.-

Las características consideradas para el sensor de medida corresponden a un detector fotoeléctrico del sistema de barrera que se compone esencialmente de un emisor de luz con un receptor fotosensible independiente (separado) adaptado para la detección de materiales opacos y con un ambiente contaminado (polvo). En este caso el sensor opera cuando la madera arrastrada por la cadena interrumpe su haz de luz y manda la señal para detener la cadena y activar el **P.L.C.** que programa:

- El aprete de las prensas para sujetar la madera.
- El avance de las sierras de corte.
- La detención y retroceso de las sierras de corte.
- El desaprete de las prensas para soltar el palo cortado.
- Activar la cadena de alimentación para el siguiente paso

A4.-Sierras de corte.-

En el diseño de este proyecto se determinó que se debe trabajar con dos sierras simultaneas y hacer dos cortes en la madera que se dimensiona.

Estas sierras son operadas mediante P.L.C. y trabajan en forma automática, cuyas características técnicas son:

- Diámetro disco de corte: 350 mm.
- Avance de las sierras en el corte: 800 mm.
- Potencia motor trifasico: 4 H.P.
- Revoluciones del disco: 2800 rpm.
- Profundidad de corte máximo: 110 mm
- Angulo max. de corte: 60 grados

Las sierras deben tener un cilindro neumático operado por una eletrovalvula 5/2 que a su vez recibe la orden del P.L.C., para efectuar el corte de la madera.

Mordazas de sujeción de la madera.-

Cuando la madera arrastrada por la cadena de alimentación es ubicada frente a las sierras, dos mordazas neumáticas se cierran por orden del P.L.C., para sujetar la madera antes del corte, de manera de ejecutar una operación limpia y precisa. Luego del corte, se abren (P.L.C.) y sueltan la madera trozada que es retirada por la cadena de alimentación para ser llevada al deposito correspondiente a su medida.

B.-Roller hincador de placas dentadas (conectores) en las cerchas.-

Este sistema fue seleccionado por contar con las siguientes ventajas:

- Clava los conectores y “plancha” las cerchas.
- Con solo una pasada sobre la cercha esta queda armada

- Es más simple en cuanto a operación que los otros sistemas
- Es económico en cuanto a repuestos.
- Es rápido y eficiente en relación la producción.

El conjunto que opera está compuesto de una mesa metálica de soporte y rodillo motorizado que rueda sobre la mesa aplastando la cercha armada para hincar las placas puestas para su fijación.

La masa del Roller se determinó según la presión (carga) que debe ejercer sobre las placas hincadoras basado en la norma ANSI/TPI 1-1995 (Anexo 1 pagina 38, 39, 40 de norma)

Las características técnicas determinadas para el diseño del **Roller hincador** son:

- Diámetro: 18 " (45 cm).
- Largo: 3.500 mm
- Peso: 500 Kilos
- Luz rodillo-mesa: de 0 a 100 mm.
- Motorizado mediante moto-reductor.
- Potencia del motor: 15 H.P.
- Avance sobre mesa: 12 mt/min.

C.- Programa computacional para el diseño de cerchas y placas dentadas o conectora.

El desarrollo del Programa computacional (Software), se baso en la resolución estructural de un conjunto de cerchas genéricas típicas, utilizadas en techumbres, cuyos parámetros de resolución estructural y condiciones de borde están contempladas en la Norma ANSI/TPI 1 – 1995 y la Norma NCH 1198.

El contenido de éste desarrollo (software), se encuentra en el anexo 2, incluyendo un ejemplo de cálculo estructural de cercha.

La resolución estructural involucra un proceso iterativo que su cálculo manual es extremadamente largo y tedioso, ya que depende de cada elemento involucrado en la fabricación de cerchas.

Esta resolución estructural incorpora parámetros de las condiciones que prevalecen en Chile, como por ejemplo tipos de carga permisibles según normas y tipos de materias primas.

3.2.3. Diseño de la Planta Piloto.

Con los cálculos y razonamientos del punto anterior se procedió a la confección de los diseños de las máquinas y diagramas de procesos, con los cuales se ejecutó la construcción del sistema integral de fabricación de cerchas de madera.

Los diseños del sistema para la construcción se encuentran en el anexo 3.

3.2.4. Pruebas experimentales.

Los prototipos junto al sistema de fabricación de cerchas ya construido, se sometieron a pruebas de funcionamiento operativo, estudiando cualitativamente y cuantitativamente el comportamiento y los atributos especificados en los objetivos técnicos del proyecto, comprobándose que los sistemas neumáticos no cumplían los objetivos propuestos en la máquina Roller Hincador, ya que se producían cortes en las cadenas de transmisión y los tiempos de procesos eran demasiado largos, motivo por el cual fue necesario un nuevo diseño, cambiándose todo el sistema neumático por un sistema hidráulico.

3.2.5. Pruebas finales y elaboración del manual de uso.

Una vez concluido el rediseño y ajuste, el sistema de fabricación de cerchas se sometió a nuevas pruebas, similares a las de la etapa anterior, cuyos resultados permitieron establecer las características definitivas de los equipos en estudio junto al sistema de fabricación de cerchas, elaborándose el manual de uso del sistema de fabricación de cerchas (anexo 4).

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

ETAPAS/MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Investigación bibliográfica									
Diseño de prototipos de máquinas									
Informe de Avance									
Construcción de los prototipos de Máquinas.									
Pruebas experimentales									
Pruebas finales y elaboración del manual de uso									
Informe Final									

4.- RESULTADOS OBTENIDOS

El resultado obtenido en el proyecto es el sistema integral de fabricación de cerchas de madera, el cual está compuesto por:

- **Máquina dimensionadora de madera automática.**

Este equipo de diseño e investigación se desarrolló con los siguientes elementos, para lograr los objetivos del proyecto:

- a) Mesa de alimentación con cadenas de arrastre, parada y partida automática.
- b) Cadena alimentadora de las Sierras de Corte, partida y parada automática.
- c) Prensas neumáticas de apriete de maderas al corte.
- d) Sensores de proximidad con microswitch de control para dar medidas.
- e) Sierras de corte angular con parada y partida, bajada y avance automático.
- f) Carro de distribución de madera trozada.

- **Soporte computacional.**

Software de apoyo para Diseño y Cálculo de Cerchas, (desarrollo de esta investigación, anexo 2), permitiendo:

- a) Dimensionamiento de madera (Escuadría).
- b) Distribución de Montantes.
- c) Dimensionamiento de Placas conectoras.

El software fue elaborado para el cálculo de distintos modelos de cerchas entre las cuales podemos mencionar:

Cerchas Standard (2 aguas)

Cerchas Mono (1 agua)

Cerchas Especiales (Atico, Tijeras).

- **Roller hincador de placas.**

Este equipo, de diseño y construcción en esta investigación cuenta con:

- a) Rodillo de acero de 18" de diámetro(+/- 3,5 ton. de peso), con una capacidad de hincamiento de 20 toneladas.
- b) Motor trifásico.
- c) Sistema de arrastre con engranaje y cadena múltiple.
- d) Sistema de regulación de altura del rodillo para diferentes escuadrías.
- e) Avance con comando eléctrico.
- f) Mesa metálica de soporte con ranurado para plantillas.
- g) Velocidad de producción 60 cerchas por hora

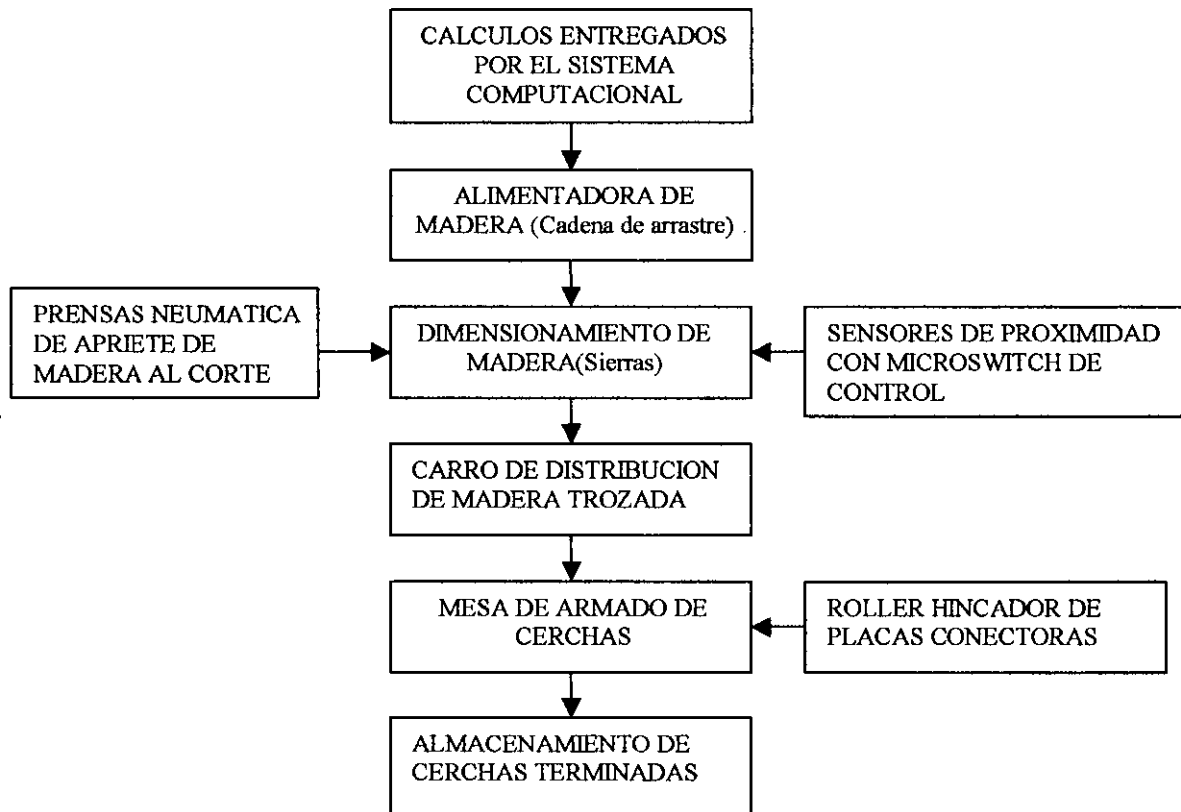
Los diseños y planos de construcción se muestran en el anexo 3, incluyendo fotografías de los equipos fabricados que componen el sistema.

Conclusiones

En este proyecto se concluye que los objetivos propuestos fueron exitosos, ya que el sistema integral funciona correctamente, entregando un producto adecuado según normas establecidas para la construcción. Además se logró el desarrollo del sistema computacional que facilita los cálculos de diseño de cerchas de madera y a su vez la labor que desarrolla el Ingeniero calculista.

El sistema desarrollado entrega todo lo necesario para instalar una fabrica de cerchas considerando el siguiente diagrama de flujo

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE FABRICACION DE CERCHAS DE MADERA



Las pruebas de funcionamiento ejecutadas en la etapa de puesta en marcha del sistema integral de la planta prototipo demuestra el éxito del proceso planteado. Estas pruebas consistieron en determinar cálculos de distintos tipos de cerchas, los que fueron llevados a su fabricación en los prototipos de máquinas desarrolladas en este proyecto.

Estos resultados permitieron la elaboración del manual de uso del sistema. Un listado de estos cálculos y fotografías de las cerchas construidas se muestran en el anexo 5.

5.- IMPACTOS DEL PROYECTO

1.2. IMPACTOS TÉCNICO- ECONÓMICOS

A continuación se detallan las razones técnicas y económicas que justificaron la implementación del proyecto innovativo.

- **Desarrollar una línea de maquinarias de uso en la construcción.**

Los resultados obtenidos, le permitirá a la empresa, implementar una línea de fabricación de máquinas con tecnología de punta para uso en la construcción de cerchas de madera.

- **Impacto económico.**

La puesta en marcha de esta nueva línea de productos tendrá un importante impacto económico tanto para la empresa como para el país, debido a que se sustituirán importaciones como, maquinarias y placas conectoras, ya que éstas, de origen importadas, sus compras están amarradas a la compra de maquinarias.

- **Mejoramiento de calidad de cerchas.**

La disponibilidad del fabricante de cerchas de tener acceso a maquinarias de bajo costo, permitirá normalizar la construcción de éstas con una calidad constante en cuanto a su elaboración y al producto final.

- **Factibilidad de poder exportar maquinarias.**

Con el desarrollo de estas máquinas la empresa se encuentra en condiciones técnicas avanzadas, lo que le permitirá en un futuro cercano estar en condiciones de exportar.

5.2. IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

La empresa patrocinadora del proyecto “TECSOL S.A.”, desarrollará como canales de distribución de Máquinas para la fabricación de cerchas de madera, la venta directa mediante Vendedores Técnicos que serán previamente capacitados. Además habilitará en su fábrica un local de venta exhibiendo los beneficios de los nuevos equipos, para lo cual se emplearán los siguientes medios para promover las ventas de las máquinas en estudio:

- Publicidad en revistas especializadas de la construcción.
- Exhibición en ferias nacionales e internacionales.
- Avisos en periódicos y paginas amarillas.
- Promoción directa a empresas, mediante un equipo de profesionales explicando las ventajas en la utilización de las nuevas máquinas.
- A través de Internet (Paginas Web).

ANEXOS

ANEXO 1

INFORMACIÓN RECOPIADA

ANNEX (MANDATORY INFORMATION)

requirements of Section 7.1.6.3.

A.7.1 DESIGN VALUE ADJUSTMENTS FOR ROLLER PRESSES**A.7.1.3 TEST SPECIMENS REQUIRED****A.7.1.1 SCOPE**

The test procedures contained in this Annex provide a basis to assign metal connector plate design value adjustment factors to joints assembled with roller presses by adjustment of design values determined with joints assembled with hydraulic presses. The Annex includes sampling, test and calculation procedure for evaluating lateral resistance strength properties of metal connector plate teeth embedded in matched samples of clear straight-grained wood and determining an adjustment factor, Q_R .

Five specimen pairs shall be tested for each combination of property (plate/wood orientation), species, plate type and roller press.

A.7.1.2 SAMPLING

A.7.1.3.1 Property Evaluated. Tests shall be done for lateral withdrawal resistance for V_{LRAA} (load parallel to grain, metal connector plate length parallel to load) (See Figure A.7.1-1). Additional plate/wood orientations are not prohibited from being tested.

A.7.1.2.1 Number of Samples. Five matched specimens shall be tested for each plate type, property (wood/plate orientation), roller type and diameter, and species combination evaluated.

A.7.1.3.2 Species. Tests shall be conducted with two species combinations: one species with a published average oven-dry specific gravity of 0.50 or greater and one species with a published average oven-dry specific gravity of 0.49 or less. Published average specific gravities are those included in an approved design standard or ASTM D2555. Additional species combinations are not prohibited to be tested.

A.7.1.2.2 Test Specimen Pairs. Each specimen pair shall consist of one joint with plates embedded with a hydraulic press and one matching joint with plates embedded with a roller press. Each 2x4 (38 x 89 mm) member selected for matched specimen sampling shall be coded (identified) as to member number, and whether it is used with roller pressed plates or hydraulic pressed plates.

A.7.1.3.3 Plate Type. Each plate type for which roller pressed design values are to be determined using a Q_R ratio shall be tested in accordance with Annex A.

A.7.1.2.3 Materials. All materials shall be matched between joints within each specimen pair. Plates used within a specimen pair shall be typical of production, shall be of identical sizes produced from the same solid steel coil or sheet stock, and shall comply with Section 7.1.6.1.2. Lumber within a specimen pair shall be cross-matched between joints in accordance with Figure A.7.1-2 and shall satisfy the

A.7.1.3.4 Roller Presses. Roller embedment equipment used for fabricating test joints shall be typical of equipment used in fabricating trusses. The smallest roller diameter used in fabricating trusses shall be used in fabricating test joints. Additional roller diameters are not prohibited from being tested. Results (Q_R values) from tests using either single-pass or double-pass roller presses shall not be used unless applied in accordance with Section 7.1.7.6(c)(1).

A.7.1.4 TEST SPECIMEN FABRICATION

A.7.1.4.1 Test specimen fabrication shall satisfy the requirements of Sections 7.1.7. Any

jigging required to maintain full wood contact across the joint shall be fully described in the test report. Any presetting techniques used to affix plates to the wood prior to roller pressing shall be typical of those used in fabrication of trusses and fully described in the test report.

A.7.1.4.2 All roller test specimens shall pass through the roller press with the length of the test specimen perpendicular to the length of the rollers, as shown in Figure A.7.1-3.

A.7.1.5 TEST PROCEDURE

A.7.1.5.1 Test procedures shall comply with the requirements of Section 7.1.8, except that tests of solid metal control specimens shall not be required.

A.7.1.5.2 Both joints within a matched pair shall be tested at the identical number of days from their respective dates of fabrication.

A.7.1.6 CALCULATIONS

A.7.1.6.1 Strength adjustment ratios for roller presses, Q_R , shall be determined at critical slip levels and at ultimate levels, for each combination of plate type, roller press type and diameter, plate/wood orientation, and species combination selected for matched specimen testing per section 7.1.6.4, as follows:

(a) $Q_{R@slip}$ shall be the average V_{LR} based on critical slip of the five roller pressed joints divided by the average V_{LR} based on critical slip of the five matched hydraulic pressed joints.

(b) $Q_{R@ultimate}$ shall be the average V_{LR} based on ultimate load of the five roller pressed joints divided by the average V_{LR} based on ultimate load of the five hydraulic pressed joints.

A.7.1.6.2 Basic plate design values for plates embedded by roller presses shall be limited to the lower of the following two quantities:

$$Q_{R@slip} \cdot V_{LRXX@slip} \quad \text{EA.7.1.6.2-1}$$

$$Q_{R@ultimate} \cdot V_{LRXX@ultimate} \quad \text{EA.7.1.6.2-2}$$

where the V_{LRXX} terms above shall be for the applicable species combination and plate/wood orientations to which the design values will be applied.

A.7.1.6.3 Where matched pair testing is done at only the AA plate/wood orientation, resulting Q_R values shall be applied to all plate/wood orientations. Where only two species combinations of lumber in accordance with Section A.7.1.3.2 are tested with matched pairs, the Q_R value resulting from the lower specific gravity species combination shall apply to all species combinations with average published specific gravities of 0.49 or lower, and the Q_R value resulting from the higher specific gravity species combinations shall apply to all species combinations with average published specific gravities of 0.50 or higher. Published specific gravities are those included in an approved design standard or ASTM D2555.

A.7.1.7 REPORT

The report on tests conducted in accordance with this Annex shall comply with Section 7.1.10.1, with the exception that the items in Section 7.1.10.1(t) shall not be required.

7.2 STANDARD METHOD OF TEST FOR STRENGTH PROPERTIES OF METAL CONNECTOR PLATES UNDER PURE SHEAR FORCE

7.2.1 SCOPE

7.2.1.1 This method provides a basic procedure for evaluating the effective shear resistance of the net section of metal connector plates.

7.2.1.2 The test also provides a basis for determining the comparative performance of different types of metal connector plates resisting shear forces.

7.2.2 REFERENCED DOCUMENTS

7.2.2.1 ASTM Standards

ASTM A167 Standard Specification for Stainless and Heat-Resistant Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet and Strip

ASTM A653/653 M Standard Specification for Steel Sheet, Zinc Coated (Galvanized) by the Hot-Dip Process, Physical (Structural Quality - all Grades; High Strength/Low Alloy all Grades).

ASTM A924/924 M Standard Specification for Steel Sheet, Zinc Coated (Galvanized) by the Hot-Dip Process, General Requirements

ASTM A591 Standard Specification for Steel Sheet, Cold Rolled, Electrolytic Zinc Coated

ASTM A924/924 M Standard Specification for General Requirements for Steel Sheet, Aluminum-Zinc Alloy coated by the Hot Dip Process

ASTM E4 Standard Methods of Verification of Testing Machines

ASTM E8 Standard Methods of Tension Testing of Metallic Materials

7.2.3 TERMINOLOGY

7.2.3.1 For general definitions of terms used in this test method, see ASTM E 631.

7.2.3.2 The following definitions of terms are specific to this test method:

(a) **Length of metal connector plate** - the dimension of the metal connector plate parallel to the longitudinal axis of the area from which the metal connector plate teeth were sheared during metal connector plate fabrication (See Figures 7.2-1 - 7.2-4).

(b) **Metal connector plate** - is manufactured from ASTM A653/A 653M, A591, A924/A 924M and A167 structural quality steel protected with zinc or zinc-aluminum alloy coatings or its stainless steel equivalent. Other common terms include steel truss plate, truss plate or plate but henceforth it will be termed metal connector plate. The metal connector plate has integral teeth and is manufactured to various sizes (i.e. lengths and widths) and thicknesses or gauges and is designed to laterally transmit load between wood members.

(c) **Solid metal control specimen** - a solid plate sample (see Fig. 7.2-5) of the same material as the metal connector plate of dimensions large enough so as to fabricate solid metal control specimens in accordance with Methods E 8; without integral teeth.

(d) **Teeth** - integral metal projections of the metal connector plate formed perpendicular to the metal connector plate during the stamping process. Also called prongs, barbs, plugs, nails, etc., but henceforth they will be termed teeth.

(e) **Test Specimen** - is the final unit to be tested which is fabricated by joining two wood members together with two metal connector plates.

BIBLIOGRAFIA

Normas consultadas de interés para el proyecto.

Normas chilenas:

NCH 1198.OF 91: Madera Construcción en Madera-Cálculo

NCH 2122.OF 89: Madera Postes de Pino Radiata- Especificaciones
y Dimensiones

NCH 203.OF 77: Acero para uso estructural. Requisitos.

Normas Internacionales:

ANSI/TPI 1- 1995

ANEXO 2

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA CALCULO DE CERCHAS (SOFTWARE)

Programa de cálculo de cerchas

1. Ventana Ingreso Datos Geometría VI

Variables:

L
Dc
Sc
i

2. Ventana Selección Tipo de cercha VI-A

Variable:

TC

3 Ventana Ingreso de Cargas V2

Variables:

q1
q2
q3
q4
q5
q6
q7
q8

4 Ventana Ingreso de Cargas V3

Variables:

q9
q10
q11
q12

$$\alpha = \text{ATN} (i / 100)$$

$$q_{pcs} = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7) / \cos (\alpha) + q_8$$

$$q_{pci} = q_9 + q_{10} + q_{11} + q_{12}$$

$$q_p = q_{pcs} + q_{pci}$$

5. Ventana cargas eventuales

V4

Variables:

q_n

u

q_s

CÁLCULOS

$$q_v = (u / 3.6) ^ 2 / 16$$

$$c_{fe} = (1.2 * \sin (\alpha) - 0.4)$$

$$c_{fn} = -0.4$$

$$v_p = c_{fe} * q_v$$

$$v_s = c_{fn} * q_v$$

6. Ventana Factor modificación por duración carga

V5

Variables

D_{pp}

D_n

D_v

CÁLCULOS

$$KD_{pp} = (1.747 / (D_{pp} * 31536000) ^{0.0464}) + 0.295$$

$$KD_n = (1.747 / (D_n * 86400) ^{0.0464}) + 0.295$$

$$KD_v = (1.747 / (D_v * 3600) ^{0.0464}) + 0.295$$

$$PP_SOC = q_p * D_c$$

$$N = q_n * D_c$$

$$VP1 = v_p * D_c$$

$$VP2 = v_s * D_c$$

$$S1 = PP_SOC / KD_{pp}$$

$$S2 = N / KD_n$$

$$S3 = VP1 / KD_v$$

$$S4 = VP2 / KD_v$$

$$S5 = (PP_SOC + N) / KD_n$$

$$S6 = (PP_SOC + VP1) / KD_v$$

$$S7 = (PP_SOC + VP2) / KD_v$$

$$q = \max (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7)$$

$$\text{if } (q = S1 \text{ then } KD_u = KD_{pp})$$

$$\text{if } (q = S2 \text{ then } KD_u = KD_n)$$

$$\text{if } (q = S3 \text{ then } KD_u = KD_v)$$

$$\text{if } (q = S4 \text{ then } KD_u = KD_v)$$

$$\text{if } (q = S5 \text{ then } KD_u = KD_n)$$

$$\text{if } (q = S6 \text{ then } KD_u = KD_v)$$

$$\text{if } (q = S7 \text{ then } KD_u = KD_v)$$

$$p_{cs} = q - ((q_{pci} * D_c) / KD_u)$$

$$p_{ci} = (q_{pci} * D_c) / KD_u$$

$$\text{if } TC = C1$$

```

        ws = (pcs * L ) / 2
        wi = ( pci * L ) / 2
        GOTO ventana V6
    else

    if TC = C2

        ws = (pcs * L ) / 4
        wi = ( pci * L ) / 2
        GOTO ventana V6
    else

    if TC = C3

        ws = (pcs * L ) / 4
        wi = ( pci * L ) / 4
        GOTO ventana V6
    else

    if TC = C4

        ws = (pcs * L ) / 4
        wi = ( pci * L ) / 3
        GOTO ventana V6
    else

    if TC = C5

        ws = (pcs * L ) / 6
        wi = ( pci * L ) / 6
        GOTO ventana V6
    else

    if TC = C6

        ws = (pcs * L ) / 6
        wi = ( pci * L ) / 5
        GOTO ventana V6
    else

    Print Msg " Debe Seleccionar Cercha" GOTO Ventana V1

```

Variables.

Selección_Cordón
Selección_Montante

HS
ECS
ACS
ECI
ACI
EM
AM

CÁLCULO

```
if Selección_Cordón = CGS
    Ffadm_C = 110
    Fcpadm_C = 83
    Ftpadm_C = 66
    Efadm_C = 105000
```

else

```
if Selección_Cordón = CG1
    Ffadm_C = 75
    Fcpadm_C = 56
    Ftpadm_C = 45
    Efadm_C = 90000
```

else

```
if Selección_Cordón = CG2
    Ffadm_C = 40
    Fcpadm_C = 40
    Ftpadm_C = 20
    Efadm_C = 70000
```

```

if Selección_Montante = MGS
    Ffadm_M = 110
    Fcpadm_M = 83
    Ftpadm_M = 66
    Efadm_M = 105000

```

```

else

```

```

if Selección_Montante = MG1
    Ffadm_M = 75
    Fcpadm_M = 56
    Ftpadm_M = 45
    Efadm_M = 90000

```

```

else

```

```

if Selección_Montante = MG2
    Ffadm_M = 40
    Fcpadm_M = 40
    Ftpadm_M = 20
    Efadm_M = 70000

```

Cálculo

```

if HS > 20 Then Print MSG "Ingrese humedad menor a 20% " GOTO Ventana V6
else

```

```

if HS < 12 then KhFf=1,0

```

```

KhFf = 1,0 - 0.0205 * ( HS - 12 )

```

```

KhEf = 1.0 - 0.0148 * ( HS - 12 )

```

```

if ( L <=12 and ECS >= 38 ) GOTO CálculoI
else

```

```

Print MSG (Ingrese escuadria de espesor mayor a 38 mm), GOTO Ventana V6

```

```

if ( L <=12 and ACS >= 63 ) GOTO CálculoI
else

```

```

Print MSG (Ingrese escuadria de ancho mayor a 63 mm), GOTO Ventana V6

```

```

if ( L >12 and ECS >=50 ) GOTO CálculoI
else

```

```

Print MSG (Ingrese escuadria de espesor mayor a 50 mm), GOTO Ventana V6

```

```

if ( L >12 and ACS >= 63 ) GOTO CálculoI
else

```

```

Print MSG (Ingrese escuadria de ancho mayor a 63 mm), GOTO Ventana V6

```

Calculo I

$$F_{fdis_C} = F_{fadm_C} * KhFf * KDu$$

$$F_{cpdis_C} = F_{cpadm_C} * KhFf * KDu$$

$$F_{tpdis_C} = F_{tpadm_C} * KhFf * KDu$$

$$E_{fdis_C} = E_{fadm_C} * KhFf$$

$$F_{fdis_M} = F_{fadm_M} * KhFf * KDu$$

$$F_{cpdis_M} = F_{cpadm_M} * KhFf * KDu$$

$$F_{tpdis_M} = F_{tpadm_M} * KhFf * KDu$$

$$E_{fdis_M} = E_{fadm_M} * KhFf$$

IF TC = C1

$$L1_2 = L / (2 * \cos \alpha)$$

$$L1_4 = L / 2$$

$$L2_4 = (L * \tan \alpha) / 2$$

$$T1_2 = (ws + wi) / (2 * \sin \alpha)$$

$$T1_4 = (ws + wi) / (2 * \tan \alpha)$$

$$T2_4 = wi$$

rem diagonal traccionada

$$ftp_mt = L2_4 / (EM * AM / 100)$$

$$coef_mt = ftp_mt / Ftpdis_M$$

IF coef_mt > 1

print msg " debe aumentar escuadria para montantes " goto ventana V6
else

rem cordón superior

$$mto_cc = 100 * pcs * (0.9 * L1_2 * \cos \alpha)^2 / 8$$

$$WN = (ECS * ACS^2) / 6000$$

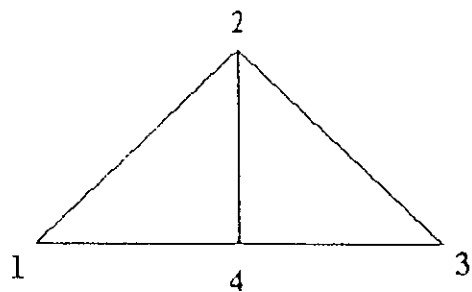

```

ff_cc = mto_cc / WN
lambda_v = sqrt ( ( 1.92 * 1000 * 111.2 * ACS ) / ECS ^ 2 )
lamda_vo = 0.811 * sqrt ( Efdis_C / Ffdis_C )
IF lambda_v < 10
coef_f = ff_cc / Ffdis_C
IF lambda_v > 10 and lambda_v < lamda_vo
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_v / lamda_vo ) ^ 4 ) )
else
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * 0.438 * Efdis_C / lambda_v ^ 2 )
IF coef_f > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto Ventana V6
else
fcp_cc = 111.2 / ( ECS * ACS / 100 )
lambda_h = 1000 * 111.2 / ACS
lamda_ho = 0.671 * sqrt ( Efdis_C / Fcpdis_C )
IF lamda_h < 10
coef_c = fcp_cc / Fcpdis_C
IF lamda_h > 10 and lamda_h < lamda_ho
coef_c = fcp_cc / ( Fcpdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_h / lamda_ho ) ^ 4 ) )
else
coef_c = fcp_cc / ( 0.3 * Efdis_C / lambda_h ^ 2 )
IF coef_c > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto ventana V6
IF ( coef_f + coef_c ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior " goto ventana V6
else

rem cordón inferior
mto_ct = 100 * pci * ( 0.9 * 111.2 ) ^ 2 / 8
WN = ECI * ACI ^ 2 / 6000
ff_ct = mto_ct / WN
coef_fi = ff_ct / Ffdis_C
IF coef_fi > 1
print MSG " escuadrias deben aumentarse para cordón inferior " goto ventana V6
ftp_ci = 111.2 / ( ECI * ACI / 100 )
coef_ti = ftp_ci / Ftpdis_C
IF coef_ti > 1
print msg " Debe aumentar escuadria cordón inferior
IF ( coef_fi + coef_ti ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadria para cordón inferior" goto ventana V6
else

```

rem resultados



BARRA	LONGITUD m	SOLICITACION kg	ESCUADRIAS mm		CARACTERISTICA
1 - 2	L1 2	T1 2	ECS	ACS	compresión
1 - 4	L1 4	T1 4	ECI	ACI	tracción
2 - 4	L2 4	T2 4	EM	AM	tracción

IF TC= C2

$$L1_2 = L / (4 * \cos \alpha)$$

$$L2_3 = L / (4 * \cos \alpha)$$

$$L1_6 = L / 2$$

$$L2_6 = L / (4 * \cos \alpha)$$

$$L3_6 = L * \tan \alpha / 2$$

$$T1_2 = (3 * ws + wi) / (2 * \sin \alpha)$$

$$T2_3 = (2 * ws + wi) / (2 * \sin \alpha)$$

$$T1_6 = (3 * ws + wi) / (2 * \tan \alpha)$$

$$T2_6 = ws / (2 * \sin \alpha)$$

$$T3_6 = ws + wi$$

rem diagonal traccionada

$$ftp_mt = T3_6 / (EM * AM / 100)$$

$$coef_mt = ftp_mt / Ftpdis_M$$

IF coef_mt > 1

print msg " debe aumentar escuadria para montantes " goto ventana V6

else

rem diagonal comprimida

$$fcp_mc = T2_6 / (EM * AM / 100)$$

$$\lambda_c = 0.8 * 1000 * L2_6 / EM$$

$$\lambda_co = 0.671 * \sqrt{ Efdis_M / Fcpdis_M }$$

IF $\lambda_c < 10$

$$coef_mc = fcp_mc / Fcpdis_M$$

IF $\lambda_c > 10$ and $\lambda_c < \lambda_co$

$$coef_mc = fcp_mc / (Fcpdis_M * (1 - 0.3333 * (\lambda_c / \lambda_co) ^ 4)$$

else

$$coef_mc = fcp_mc / (0.3 * Efdis_M / \lambda ^ 2)$$

IF coef_mc > 1

print msg " Debe aumentar escuadria de montante " goto ventana V6

rem cordón superior

$$mto_cc = 100 * pcs * (0.9 * L1_2 * \cos \alpha) ^ 2 / 8$$

$$WN = (ECS * ACS ^ 2) / 6000$$

$$ff_cc = mto_cc / WN$$

$$\lambda_v = \sqrt{ (1.92 * 1000 * L1_2 * ACS) / ECS ^ 2 }$$

$$\lambda_vo = 0.811 * \sqrt{ Efdis_C / Ffdis_C }$$

IF $\lambda_v < 10$

$$coef_f = ff_cc / Ffdis_C$$

IF $\lambda_v > 10$ and $\lambda_v < \lambda_vo$

$$coef_f = ff_cc / (Ffdis_C * (1 - 0.333 * (\lambda_v / \lambda_vo) ^ 4)$$

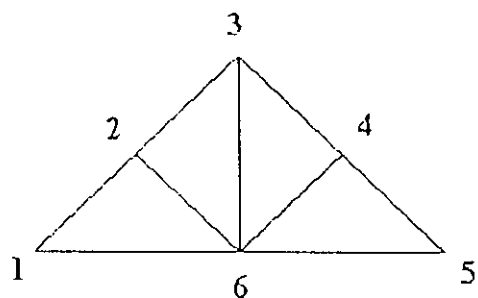
```

else
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * 0.438 * Efdis_C / lambda_v ^ 2 )
IF coef_f > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto Ventana.V6
else
fcp_cc = f11_2 / ( ECS * ACS / 100 )
lambda_h = 1000 * f11_2 / ACS
lambda_ho = 0.671 * sqr ( Efdis_C / Fcpdis_C )
IF lamda_h < 10
coef_c = fcp_cc / Fcpdis_C
IF lamda_h > 10 and lamda_h < lamda_ho
coef_c = fcp_cc / ( Fcpdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_h / lambda_ho ) ^ 4 )
else
coef_c = fcp_cc / ( 0.3 * Efdis_C / lambda_h ^ 2 )
IF coef_c > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto ventana V6
IF ( coef_f + coef_c ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordon superior " goto ventana V6
else

rem cordón inferior
mto_ct = 100 * pci * (0.9 * f11_6 ) ^ 2 / 8
WN = ECI * ACI ^ 2 / 6000
ff_ct = mto_ct / WN
coef_fi = ff_ct / Ffdis_C
IF coef_fi > 1
print MSG " escuadrias deben aumentarse para cordon inferior " goto ventana V6
ftp_ci = f11_6 / ( ECI * ACI / 100 )
coef_ti = ftp_ci / Ftpdis_C
IF coef_ti > 1
print msg " Debe aumentar escuadria cordón inferior
IF ( coef_fi + coef_ti ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadria para cordón inferior" goto ventana V6

```

REM RESULTADOS



BARRA	LONGITUD m	SOLICITACION kg	ESCUADRIAS mm		CARACTERISTICA
1 - 2	L1 2	T1 2	ECS	ACS	compresión
2 - 3	L2 3	T2 3	ECS	ACS	compresión
1 - 6	L1 6	T1 6	ECI	ECI	tracción
2 - 6	L2 6	T2 6	EM	AM	compresión
3 - 6	L3 6	T3 6	EM	AM	tracción

IF TC = C3

$$L1_2 = L / (4 * \cos \alpha)$$

$$L2_3 = L / (4 * \cos \alpha)$$

$$L1_8 = L / 4$$

$$L8_7 = L / 4$$

$$L2_8 = (L * \tan \alpha) / 4$$

$$L2_7 = L / (4 * \cos \alpha)$$

$$L3_7 = (L * \tan \alpha) / 2$$

$$T1_2 = 3 * (ws + wi) / (2 * \sin \alpha)$$

$$T2_3 = (ws + wi) / \sin \alpha$$

$$T1_8 = 3 * (ws + wi) / (2 * \tan \alpha)$$

$$T8_7 = 3 * (ws + wi) / (2 * \tan \alpha)$$

$$T2_8 = wi$$

$$T2_7 = (ws + wi) / (2 * \sin \alpha)$$

$$T3_7 = ws + 2 * wi$$

rem diagonal traccionada

$$ftp_mt = T3_7 / (EM * AM / 100)$$

$$coef_mt = ftp_mt / Ftpdis_M$$

IF coef_mt > 1

print msg " debe aumentar escuadria para montantes " goto ventana V6

else

rem diagonal comprimida

$$fcp_mc = T2_7 / (EM * AM / 100)$$

$$\lambda_c = 0.8 * 1000 * L2_7 / EM$$

$$\lambda_co = 0.671 * \sqrt{Efdis_M / Fcpdis_M}$$

IF $\lambda_c < 10$

$$coef_mc = fcp_mc / Fcpdis_M$$

IF $\lambda_c > 10$ and $\lambda_c < \lambda_co$

$$coef_mc = fcp_mc / (Fcpdis_M * (1 - 0.3333 * (\lambda_c / \lambda_co)^4))$$

else

$$coef_mc = fcp_mc / (0.3 * Efdis_M / \lambda^2)$$

IF coef_mc > 1

print msg " Debe aumentar escuadria de montante" goto ventana V6

rem cordón superior

$$mto_cc = 100 * pcs * (0.9 * L1_2 * \cos \alpha)^2 / 8$$

$$WN = (ECS * ACS^2) / 6000$$

$$ff_cc = mto_cc / WN$$

$$\lambda_v = \sqrt{(1.92 * 1000 * L1_2 * ACS) / ECS^2}$$

$$\lambda_vo = 0.811 * \sqrt{Efdis_C / Ffdis_C}$$

IF $\lambda_v < 10$

$$coef_f = ff_cc / Ffdis_C$$

```

IF lambda_v > 10 and lambda_v < lambda_vo
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_v / lambda_vo ) ^ 4 )
else
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * 0.438 * Efdis_C / lambda_v ^ 2 )
IF coef_f > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto Ventana V6
else
fcp_cc = fcc / ( ECS * ACS / 100 )
lambda_h = 1000 * fcc / ACS
lambda_ho = 0.671 * sqrt ( Efdis_C / Fcpdis_C )
IF lamda_h < 10
coef_c = fcp_cc / Fcpdis_C
IF lamda_h > 10 and lamda_h < lamda_ho
coef_c = fcp_cc / ( Fcpdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_h / lambda_ho ) ^ 4 )
else
coef_c = fcp_cc / ( 0.3 * Efdis_C / lambda_h ^ 2 )
IF coef_c > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto ventana V6
IF ( coef_f + coef_c ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior " goto ventana V6
else

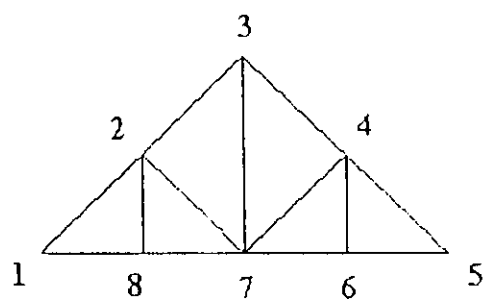
```

```

rem cordón inferior
mto_ct = 100 * pci * (0.9 * lcs)^2 / 8
WN = ECI * ACI^2 / 6000
ff_ct = mto_ct / WN
coef_fi = ff_ct / Ffdis_C
IF coef_fi > 1
print MSG " escuadrias deben aumentarse para cordón inferior " goto ventana V6
ftp_ci = fcc / ( ECI * ACI / 100 )
coef_ti = ftp_ci / Ftpdis_C
IF coef_ti > 1
print msg " Debe aumentar escuadria cordón inferior
IF ( coef_fi + coef_ti ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadria para cordón inferior" goto ventana V6

```

resultados



BARRA	LONGITUD m	SOLICITACION kg	ESCUADRIAS mm		CARACTERISTICA
1 - 2	L1 2	T1 2	ECS	ACS	compresión
2 - 3	L2 3	T2 3	ECS	ACS	compresión
1 - 8	L1 8	T1 8	ECI	ACI	tracción
8 - 7	L8 7	T8 7	ECI	ACI	tracción
2 - 8	L2 8	T2 8	EM	AM	tracción
2 - 7	L2 7	T2 7	EM	AM	compresión
3 - 7	L3 7	T3 7	EM	AM	tracción

IF TC = C4

$\beta = \text{ATN}(3 * \text{TAN } \alpha)$

$\alpha 1 = \beta$

$L1_2 = L / (4 * \text{COS } \alpha)$

$L2_3 = L / (4 * \text{COS } \alpha)$

$L1_7 = L / 3$

$L7_6 = L / 3$

$L2_7 = L / (12 * \text{COS } \beta)$

$L3_7 = L / (6 * \text{COS } \alpha 1)$

$T1_2 = (3 * ws / 2 + wi) / \text{SIN } \alpha$

$T2_3 = (5 * ws / 4 + wi) / \text{SIN } \alpha$

$T1_7 = (3 * ws / 2 + wi) / \text{TAN } \alpha$

$T7_6 = (3 * ws / 4 + 2 * wi / 3) / \text{TAN } \alpha$

$T2_7 = ws / (\text{COS } \beta * (4 * \text{TAN } \alpha))$

$T3_7 = (3 * ws / 4 + wi) / \text{SIN } \alpha 1$

rem diagonal traccionada

$f_{tp_mt} = 13_7 / (EM * AM / 100)$

$coef_mt = f_{tp_mt} / F_{tpdis_M}$

IF $coef_mt > 1$

print msg " debe aumentar escuadria para montantes " goto ventana V6

else

rem diagonal comprimida

$f_{cp_mc} = 12_7 / (EM * AM / 100)$

$\lambda_{c_c} = 0.8 * 1000 * 12_7 / EM$

$\lambda_{co_co} = 0.671 * \text{sqr}(E_{fdis_M} / F_{cpdis_M})$

IF $\lambda_{c_c} < 10$

$coef_mc = f_{cp_mc} / F_{cpdis_M}$

IF $\lambda_{c_c} > 10$ and $\lambda_{c_c} < \lambda_{co_co}$

$coef_mc = f_{cp_mc} / (F_{cpdis_M} * (1 - 0.3333 * (\lambda_{c_c} / \lambda_{co_co})^4))$

else

$coef_mc = f_{cp_mc} / (0.3 * E_{fdis_M} / \lambda_{c_c}^2)$

IF $coef_mc > 1$

print msg " Debe aumentar escuadria de montante" goto ventana V6

rem cordón superior

$m_{to_cc} = 100 * pcs * (0.9 * 111_3 * \text{cos } \alpha)^2 / 8$

$WN = (ECS * ACS^2) / 6000$

$f_{cc} = m_{to_cc} / WN$

$\lambda_{v_v} = \text{sqr}((1.92 * 1000 * 111_3 * ACS) / ECS^2)$

$\lambda_{vo_vo} = 0.811 * \text{sqr}(E_{fdis_C} / F_{fdis_C})$

IF $\lambda_{v_v} < 10$

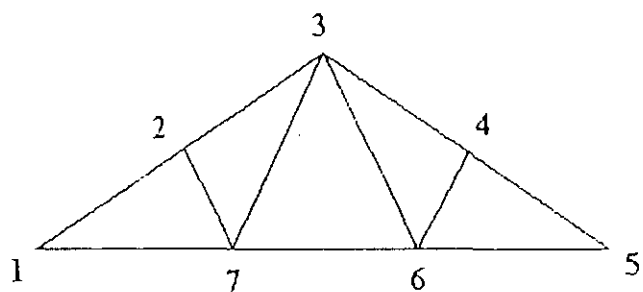
```

coef_f = ff_cc / Ffdis_C
IF lambda_v > 10 and lambda_v < lambda_vo
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_v / lambda_vo ) ^ 4 ) )
else
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * 0.438 * Efdis_C / lambda_v ^ 2 )
IF coef_f > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto Ventana V6
else
fcp_cc = 111.2 / ( ECS * ACS / 100 )
lambda_h = 1000 * 111.2 / ACS
lambda_ho = 0.671 * sqrt ( Efdis_C / Fcpdis_C )
IF lamda_h < 10
coef_c = fcp_cc / Fcpdis_C
IF lamda_h > 10 and lamda_h < lamda_ho
coef_c = fcp_cc / ( Fcpdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_h / lambda_ho ) ^ 4 ) )
else
coef_c = fcp_cc / ( 0.3 * Efdis_C / lambda_h ^ 2 )
IF coef_c > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto ventana V6
IF ( coef_f + coef_c ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior " goto ventana V6
else

rem cordón inferior
mto_ct = 100 * pci * (0.9 * L_i)^2 / 8
WN = ECI * ACI ^ 2 / 6000
ff_ct = mto_ct / WN
coef_fi = ff_ct / Ffdis_C
IF coef_fi > 1
print MSG " escuadrias deben aumentarse para cordón inferior " goto ventana V6
ftp_ci = 111.2 / ( ECI * ACI / 100 )
coef_ti = ftp_ci / Ftpdis_C
IF coef_ti > 1
print msg " Debe aumentar escuadria cordón inferior
IF ( coef_fi + coef_ti ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadria para cordón inferior" goto ventana V6

```

resultados



BARRA	LONGITUD m	SOLICITACION kg	ESCUADRIAS mm		CARACTERISTICA
1 - 2	L1 2	T1 2	ECS	ACS	compresión
2 - 3	L2 3	T2 3	ECS	ACS	compresión
1 - 7	L1 7	T1 7	ECI	ACI	tracción
7 - 6	L7 6	T7 6	ECI	ACI	tracción
2 - 7	L2 7	T2 7	EM	AM	compresión
3 - 7	L3 7	T3 7	EM	AM	tracción

IF TC = C5

$\alpha l = \text{ATN} (2 * \text{TAN } \alpha)$

$L1_2 = L / (6 * \text{COS } \alpha)$

$L2_3 = L / (6 * \text{COS } \alpha)$

$L3_4 = L / (6 * \text{COS } \alpha)$

$L1_12 = L / 6$

$L12_11 = L / 6$

$L11_10 = L / 6$

$L2_12 = (L * \text{TAN } \alpha) / 6$

$L2_11 = L / (6 * \text{COS } \alpha)$

$L3_11 = (L * \text{TAN } \alpha) / 6$

$L3_10 = L / (6 * \text{COS } \alpha l)$

$L4_10 = (L * \text{TAN } \alpha) / 2$

$T1_2 = 5 * (ws + wi) / (2 * \text{SIN } \alpha)$

$T2_3 = 2 * (ws + wi) / \text{SIN } \alpha$

$T3_4 = 3 * (ws + wi) / (2 * \text{SIN } \alpha)$

$T1_12 = 5 * (ws + wi) / (2 * \text{TAN } \alpha)$

$T12_11 = 5 * (ws + wi) / (2 * \text{TAN } \alpha)$

$T11_10 = 2 * (ws + wi) / \text{TAN } \alpha$

$T2_12 = wi$

$T2_11 = (ws + wi) / (2 * \text{SIN } \alpha)$

$T3_11 = (ws + 3 * wi) / 2$

$T3_10 = (ws + wi) / \text{SIN } \alpha l$

$T4_10 = 2 * ws + 3 * wi$

rem diagonal traccionada

$ftp_mt = T4_10 / (EM * AM / 100)$

$coef_mt = ftp_mt / Ftpdis_M$

IF $coef_mt > 1$

print msg " debe aumentar escuadria para montantes " goto ventana V6

else

rem diagonal comprimida

$fcp_mc = T3_11 / (EM * AM / 100)$

$lambda_c = 0.8 * 1000 * fcp_mc / EM$

$lambda_co = 0.671 * \text{sqr} (Efdis_M / Fcpdis_M)$

IF $lambda_c < 10$

$coef_mc = fcp_mc / Fcpdis_M$

IF $lambda_c > 10$ and $lambda_c < lambda_co$

$coef_mc = fcp_mc / (Fcpdis_M * (1 - 0.3333 * (lambda_c / lambda_co) ^ 4)$

else

$coef_mc = fcp_mc / (0.3 * Efdis_M / lambda ^ 2)$

```

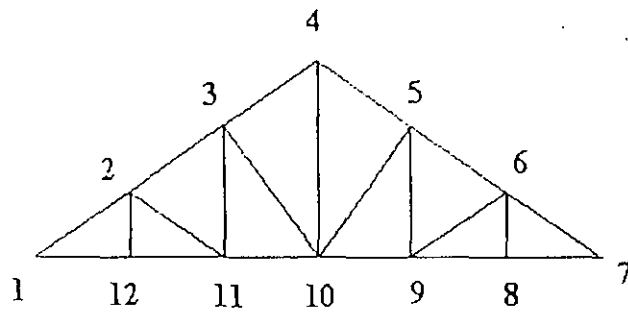
IF coef_mc > 1
print msg " Debe aumentar escuadria de montante" goto ventana V6

rem cordón superior
mto_cc= 100 * pcs * ( 0.9 * l1_2 * cos α ) ^ 2 / 8
WN = ( ECS * ACS ^ 2 ) / 6000
ff_cc = mto_cc / WN
lambda_v = sqr ( ( 1.92 * 1000 * l1_2 * ACS ) / ECS ^ 2 )
lamda_vo = 0.811 * sqr ( Efdis_C / Ffdis_C )
IF lambda_v < 10
coef_f = ff_cc / Ffdis_C
IF lambda_v > 10 and lambda_v < lamda_vo
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_v / lamda_vo ) ^ 4 ) )
else
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * 0.438 * Efdis_C / lambda_v ^ 2 )
IF coef_f > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto Ventana V6
else
fcp_cc = l1_2 / ( ECS * ACS / 100 )
lambda_h = 1000 * l1_2 / ACS
lambda_ho = 0.671 * sqr ( Efdis_C / Fcpdis_C )
IF lamda_h < 10
coef_c = fcp_cc / Fcpdis_C
IF lamda_h > 10 and lamda_h < lamda_ho
coef_c = fcp_cc / ( Fcpdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_h / lamda_ho ) ^ 4 ) )
else
coef_c = fcp_cc / ( 0.3 * Efdis_C / lambda_h ^ 2 )
IF coef_c > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto ventana V6
IF ( coef_f + coef_c ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior " goto ventana V6
else

rem cordón inferior
mto_ci = 100 * pci * ( 0.9 * l1_2 ) ^ 2 / 8
WN = ( ECI * ACI ^ 2 ) / 6000
ff_ci = mto_ci / WN
coef_fi = ff_ci / Ffdis_C
IF coef_fi > 1
print MSG " escuadrias deben aumentarse para cordón inferior " goto ventana V6
ftp_ci = l1_2 / ( ECI * ACI / 100 )
coef_ti = ftp_ci / Ftpdis_C
IF coef_ti > 1
print msg " Debe aumentar escuadria cordón inferior
IF ( coef_fi + coef_ti ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadria para cordón inferior" goto ventana V6

```

resultados



BARRA	LONGITUD m	SOLICITACION kg	ESCUADRIAS mm		CARACTERISTICA
1 - 2	L1 2	T1 2	ECS	ACS	compresión
2 - 3	L2 3	T2 3	ECS	ACS	compresión
3 - 4	L3 4	T3 4	ECS	ACS	compresión
1 - 12	L1 12	T1 12	ECI	ACI	tracción
12 - 11	L12 11	T12 11	ECI	ACI	tracción
11 - 10	L11 10	T11 10	ECI	ACI	tracción
2 - 12	L2 12	T2 12	EM	AM	tracción
2 - 11	L2 11	T2 11	EM	AM	compresión
3 - 11	L3 11	T3 11	EM	AM	tracción
3 - 10	L3 10	T3 10	EM	AM	compresión
4 - 10	L4 10	T4 10	EM	AM	tracción

IF TC = C6

$$\alpha 1 = \text{ATN}((5 * \text{TAN } \alpha) / 2)$$

$$\alpha 2 = \text{ATN}(5 * \text{TAN } \alpha)$$

$$\beta = \alpha 2$$

$$L1_2 = L / (6 * \text{COS } \alpha)$$

$$L2_3 = L / (6 * \text{COS } \alpha)$$

$$L3_4 = L / (6 * \text{COS } \alpha)$$

$$L1_11 = L / 5$$

$$L11_10 = L / 5$$

$$L10_9 = L / 5$$

$$L2_11 = L / (30 * \text{COS } \beta)$$

$$L3_11 = (2 * L) / (15 * \text{COS } \alpha 1)$$

$$L3_10 = L / (15 * \text{COS } \beta)$$

$$L4_10 = L / (10 * \text{COS } \alpha 2)$$

$$T1_2 = (5 * ws / 2 + 2 * wi) / \text{SIN } \alpha$$

$$T2_3 = (7 * ws / 3 + 2 * wi) / \text{SIN } \alpha$$

$$T3_4 = (7 * ws / 4 + 3 * wi / 2) / \text{SIN } \alpha$$

$$T1_11 = (5 * ws / 2 + 2 * wi) / \text{TAN } \alpha$$

$$T11_10 = (2 * ws / \text{TAN } \alpha) + (8 * wi / (5 * \text{TAN } \alpha))$$

$$T10_9 = (6 * ws / (4 * \text{TAN } \alpha)) + (6 * wi / (5 * \text{TAN } \alpha))$$

$$T2_11 = 5 * ws / (6 * \text{SIN } \beta)$$

$$T3_11 = (5 * ws / 6 + wi) / \text{SIN } \alpha 1$$

$$T3_10 = (5 * ws / 4 + wi / 2) / \text{SIN } \beta$$

$$T4_10 = (5 * ws / 4 + 3 * wi / 2) / \text{SIN } \alpha 2$$

rem diagonal traccionada

$$ftp_mt = L4_10 / (EM * AM / 100)$$

$$\text{coef_mt} = ftp_mt / \text{Ftpdis_M}$$

IF coef_mt > 1

print msg " debe aumentar escuadria para montantes " goto ventana V6

else

rem diagonal comprimida

$$fcp_mc = T3_10 / (EM * AM / 100)$$

$$\text{lambda_c} = 0.8 * 1000 * L3_10 / EM$$

$$\text{lambda_co} = 0.671 * \text{sqr}(\text{Efdis_M} / \text{Fcpdis_M})$$

IF lambda_c < 10

$$\text{coef_mc} = fcp_mc / \text{Fcpdis_M}$$

IF lambda_c > 10 and lambda_c < lambda_co

$$\text{coef_mc} = fcp_mc / (\text{Fcpdis_M} * (1 - 0.3333 * (\text{lambda_c} / \text{lambda_co})^4))$$

else

```

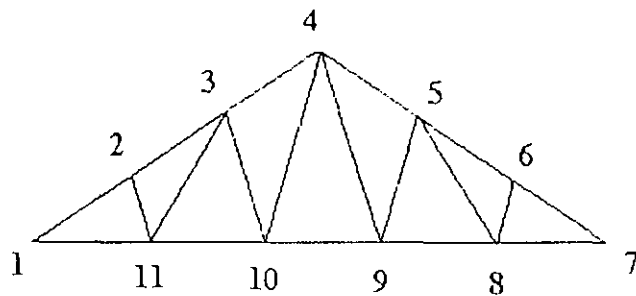
coef_mc = fcp_mc / ( 0.3 * Efdis_M / lambda ^ 2 )
IF coef_mc > 1
print msg " Debe aumentar escuadria de montante" goto ventana V6

rem cordón superior
mto_cc= 100 * pcs * ( 0.9 * : : : * cos α ) ^ 2 / 8
WN = ( ECS * ACS ^ 2 ) / 6000
ff_cc = mto_cc / WN
lambda_v = sqr ( ( 1.92 * 1000 * : : : * ACS ) / ECS ^ 2 )
lamda_vo = 0.811 * sqr ( Efdis_C / Ffdis_C )
IF lambda_v < 10
coef_f = ff_cc / Ffdis_C
IF lambda_v > 10 and lambda_v < lamda_vo
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_v / lamda_vo ) ^ 4 ) )
else
coef_f = ff_cc / ( Ffdis_C * 0.438 * Efdis_C / lambda_v ^ 2 )
IF coef_f > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto Ventana V6
else
fcp_cc = TI_2 / ( ECS * ACS / 100 )
lambda_h = 1000 * TI_2 / ACS
lambda_ho = 0.671 * sqr ( Efdis_C / Fcpdis_C )
IF lamda_h < 10
coef_c = fcp_cc / Fcpdis_C
IF lamda_h > 10 and lamda_h < lamda_ho
coef_c = fcp_cc / ( Fcpdis_C * ( 1 - 0.333 * ( lambda_h / lamda_ho ) ^ 4 ) )
else
coef_c = fcp_cc / ( 0.3 * Efdis_C / lambda_h ^ 2 )
IF coef_c > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordón superior" goto ventana V6
IF ( coef_f + coef_c ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadrias para cordon superior" goto ventana V6
else

rem cordón inferior
mto_ct = 100 * pci * ( 0.9 * : : : ) ^ 2 / 8
WN = ECI * ACI ^ 2 / 6000
ff_ct = mto_ct / WN
coef_fi = ff_ct / Ffdis_C
IF coef_fi > 1
print MSG " escuadrias deben aumentarse para cordon inferior " goto ventana V6
ftp_ci = TI_1 / ( ECI * ACI / 100 )
coef_ti = ftp_ci / Ftpdis_C
IF coef_ti > 1
print msg " Debe aumentar escuadria cordón inferior
IF ( coef_fi + coef_ti ) > 1
print msg " Debe aumentar escuadria para cordón inferior" goto ventana V6

```


RESULTADOS



BARRA	LONGITUD m	SOLICITACION kg	ESCUADRIAS mm		CARACTERISTICA
1 - 2	L1 2	T1 2	ECS	ACS	compresión
2 - 3	L2 3	T2 3	ECS	ACS	compresión
3 - 4	L3 4	T3 4	ECS	ACS	compresión
1 - 11	L1 11	T1 11	ECl	ACI	tracción
11 - 10	L11 10	T11 10	ECl	ACI	tracción
10 - 9	L10 9	T10 9	ECl	ACI	tracción
2 - 11	L2 11	T2 11	EM	AM	compresión
3 - 11	L3 11	T3 11	EM	AM	tracción
3 - 10	L3 10	T3 10	EM	AM	compresión
4 - 10	L4 10	T4 10	EM	AM	tracción

EJEMPLO DE CALCULO DE DISEÑO DE CERCHAS

MI PC Acceso directo a Fecha y hora

Mis documentos Entorno de red

Norton AntiVirus 2001 Pryda Solucio..

Papelera de Reciclaje AutoCAD 2000

WinZip Cerchol

DISEÑO DE CERCAS

Luz de la Cerca m

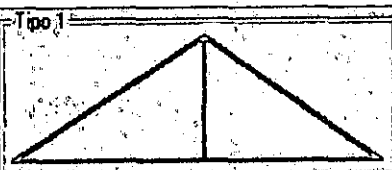
Distancia entre Cercas m

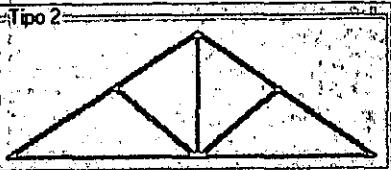
Separación entre costaneras m

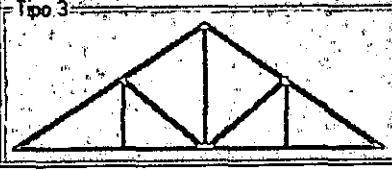
Pendiente %

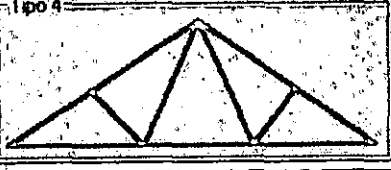
Cerca **Terminar**

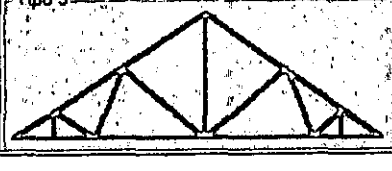
SELECCION DE SERCHA

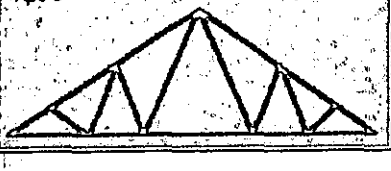
Tipo 1 

Tipo 2 

Tipo 3 

Tipo 4 

Tipo 5 

Tipo 6 

CARGAS PERMANENTES Y EVENTUALES

Nº Sección Seleccionada: 3

Cordon Superior	Cubierta	<input type="text"/> Kg/m2	Aislación	<input type="text"/> Kg/m2
	Entablado	<input type="text"/> Kg/m2	OSB	<input type="text"/> Kg/m2
	Contrachapado	<input type="text"/> Kg/m2	Costanera	<input type="text"/> Kg/m2
	Cerca	<input type="text"/> Kg/m2	Sobrecarga	<input type="text"/> Kg/m2
Cordon Inferior	Aislación	<input type="text"/> Kg/m2	Entablado	<input type="text"/> Kg/m2
	Cielo	<input type="text"/> Kg/m2	Cerca	<input type="text"/> Kg/m2
Cargas Eventuales	Nieve	<input type="text"/> Kg/m2	Viento	<input type="text"/> Km/hr
	Sismo	<input type="text"/> Kg		
Factor Modificación	Duración Peso	<input type="text"/> Años	Duración Nieve	<input type="text"/> Días
	Duración Viento	<input type="text"/> Horas		

Terminar **Aceptar** **Volver**

0.- Antecedentes

Pendiente Techumbre 57,735 [%]

Luz Mayor = L = 5,5 [m]

Piso 1°

Superficie 36,519 [m²]

L_x 5,55 [m]

L_y 6,58 [m]

Piso 2°

Superficie 36,519 [m²]

L_x 5,55 [m]

L_y 6,58 [m]

1. Peso Estimado de Techumbre

Teja 47 [Kg / m²]

Piezas de madera 50mm x 50mm @ 39 cm. 6 [Kg / m²]

Contrachapado 16 mm. 12 [Kg / m²]

Aislación 6 [Kg / m²]

Cielo y costaneras 10 [Kg / m²]

Cercha 16 [Kg / m²]

Sobre el plano de techumbre 122,46 [Kg / m²]

Angulo 26,91 [°]

Sobre un plano horizontal 137,3 [Kg / m²]

Superficie estimada 2° piso 36,519 [m²]

Superficie estimada 1er piso 36,519 [m²]

CARGA DE VIENTO

Velocidad del viento considerada . (km/h) = 100.00
Presión básica (kg/m²) = 48.23

COEFICIENTES DE FORMA

Tech. que enfrenta al viento (kg/m²) = 0.29
Tech. que no enfrenta al viento . (kg/m²) = -0.40

PRESIONES Y/O SUCCIONES

Tech. que enfrenta al viento (kg/m²) = 13.90
Tech. que no enfrenta al viento . (kg/m²) = -19.29

FACTORES DE MODIFICACION POR DURACION DE CARGA

Por peso propio KDpp = 0.98
Por nieve KDn = 1.27
Por viento KDv = 1.43

TIEMPO APLICACION DE LA CARGA

Tiempo aplicación peso propio KDpp = 20.00 Años
Tiempo aplicación nieve KDn = 3.00 Días
Tiempo aplicación viento KDv = 3.00 Horas

COMBINACION DE CARGA MAS DESFAVORABLE

TIPO DE ACCION cargas (kg/ml)

Peso Propio + Sobre Carga PP+SC= 122.46
Nieve N = 21.88
Viento presión Vp = 13.90
Viento succión Vs = -19.29
Peso Propio + Nieve PP+N = 144.34
Peso Propio + Viento presión PP+Vp= 136.36
Peso Propio + Viento succión PP+Vs = 103.17

TIPO DE ACCION

KD menor duración

Peso Propio + Sobre Carga	KDmd = 0.98
Nieve	KDmd = 1.27
Viento presión	KDmd = 1.43
Viento succión	KDmd = 1.43
Peso Propio + Nieve	KDmd = 1.27
Peso Propio + Viento presión	KDmd = 1.43
Peso Propio + Viento succión	KDmd = 1.43

TIPO DE ACCION

cargas/KDmd (kg/ml)

Peso Propio + Sobre Carga	PP+SC	= 125.25
Nieve	N	= 17.16
Viento presión	Vp	= 9.72
Viento succión	Vs	= 13.49
Peso Propio + Nieve	PP+N	= 113.23
Peso Propio + Viento presión	PP+Vp	= 95.33
Peso Propio + Viento succión	PP+Vs	= 72.13

La combinación más desfavorable es $q = 125.25$

Factor de modificación utilizado $KDu = 0.98$

Carga total cordón superior (kg/ml) = 92.97

Carga total cordón inferior (kg/ml) = 16.02

CARACTERISTICAS DE DISEÑO PARA LA MADERA

MADERA A UTILIZAR

Especie maderera = PINO RADIATA

GRADO ESTRUCTURAL

Grado estructural = G1

TENSIONES ADMISIBLES PINO RADIATA

Flexión	$F_{f,adm}$ (kg/cm ²)	=	75
Compresión paralela	$F_{cp,adm}$ (kg/cm ²)	=	56
Tracción paralela	$F_{tp,adm}$ (kg/cm ²)	=	45
Mód. elast. en flexión	$E_{f,adm}$ (kg/cm ²)	=	90000

TIPO DE ELABORACION

Grado de elaboración = ASERRADA

HUMEDAD DE SERVICIO

Humedad de servicio (%) = 18.000

FACTORES DE MODIFICACION

Por cont. de humedad en flexión	$K_h F_f$	=	0.877
Por cont. de humedad en mód. elast. .	$K_h E_f$	=	0.911
Por duración de carga	K_d	=	0.978

TENSIONES DE DISEÑO

Flexión	$F_{f,dis}$ (kg/cm ²)	=	64.311
Compresión paralela	$F_{cp,dis}$ (kg/cm ²)	=	48.019
Tracción paralela	$F_{tp,dis}$ (kg/cm ²)	=	38.587
Mód. elast. en flexión	$E_{f,dis}$ (kg/cm ²)	=	82008.000

DISEÑO ESTRUCTURAL DE DIAGONALES TRACCIONADAS

T	(kg)	=	22.708	177.201
Espesor	(cm)	=	5.000	5.000
Ancho	(cm)	=	6.300	6.300
Ftp,dis	(kg/cm ²)	=	38.587	38.587
Ftp	(kg/cm ²)	=	0.721	5.625
Rr		=	0.019	0.146 < 1.0 OK

E (cm) = 50 mm

H (cm) = 63 mm

DISEÑO ESTRUCTURAL DIAGONALES COMPRIMIDAS

C	(kg)	=	134.702	
Lp	(cm)	=	173.028	
Lp red	(cm)	=	138.422	
Landa e		=	27.684	
Landa h		=	21.972	
Landa		=	27.684	
Landa 0		=	23.200	
Espesor	(cm)	=	5.000	
Ancho	(cm)	=	6.300	
Fcp,dis	(kg/cm ²)	=	48.019	
Ef,dis	(kg/cm ²)	=	82008.000	
Fcp,l,d	(kg/cm ²)	=	22.470	
Fcp	(kg/cm ²)	=	4.276	
Rr		=	0.190 < 1.0	OK

E (cm) = 5

H (cm) = 6.3

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CORDON TRACCIONADO (FLEXO-TRACCION)

T	(kg)	=	331.055
M	(kg·cm)	=	402.364
Kh _f		=	1.000
F _{tp}	(kg/cm ²)	=	7.439
F _{tp,dis}	(kg/cm ²)	=	38.587
R _{rl}		=	0.177
W _n	(cm ³)	=	66.008
F _f	(kg/cm ²)	=	6.096
F _{f,dis}	(kg/cm ²)	=	64.311
R _{rr1}		=	0.093
R _{rrr1}		=	0.270
R _{rrr2}		=	-0.032
Ancho C.I.	(cm)	=	8.900
Espesor C.I.	(cm)	=	5.000

$$E \text{ (cm)} = 5$$

$$H \text{ (cm)} = 8.9$$

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CORDON COMPRIMIDO (FLEXO-COMPRESION)

C	(kg)	=	404.104	Landa vo	=	28.960
M	(kg·cm)	=	1891.390	Ff,dis (kg/cm²)	=	64.311
Le apoyos	(cm)	=	155.725	J	=	0.375
Lp	(cm)	=	39.000	J cal	=	0.375
Landa h		=	15.573	Rrr	=	0.370
Landa Lp		=	7.800	Rrrr	=	0.597
Landa		=	15.573	Ancho C.S. (cm)	=	10.000
Landa 0		=	23.200	Espesor C.S. (cm)	=	5.000
Dist. costa.	(cm)	=	77.863			
Fcp,l,d	(kg/cm²)	=	22.470			
Fcp	(kg/cm²)	=	8.082			
Rr		=	0.126			
Wn	(cm³)	=	83.333			
Ff	(kg/cm²)	=	22.697			
Lu	(cm)	=	39.000			
Landa v		=	5.473	E (cm)	=	5

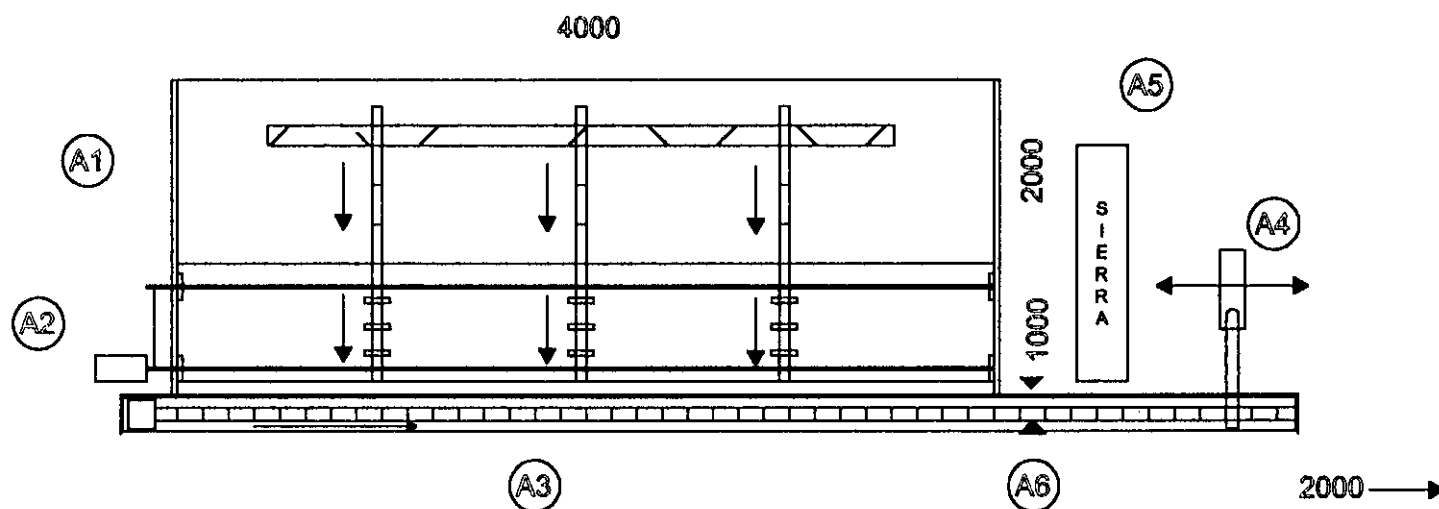
$$E \text{ (cm)} = 5$$

$$H \text{ (cm)} = 10$$

ANEXO 3

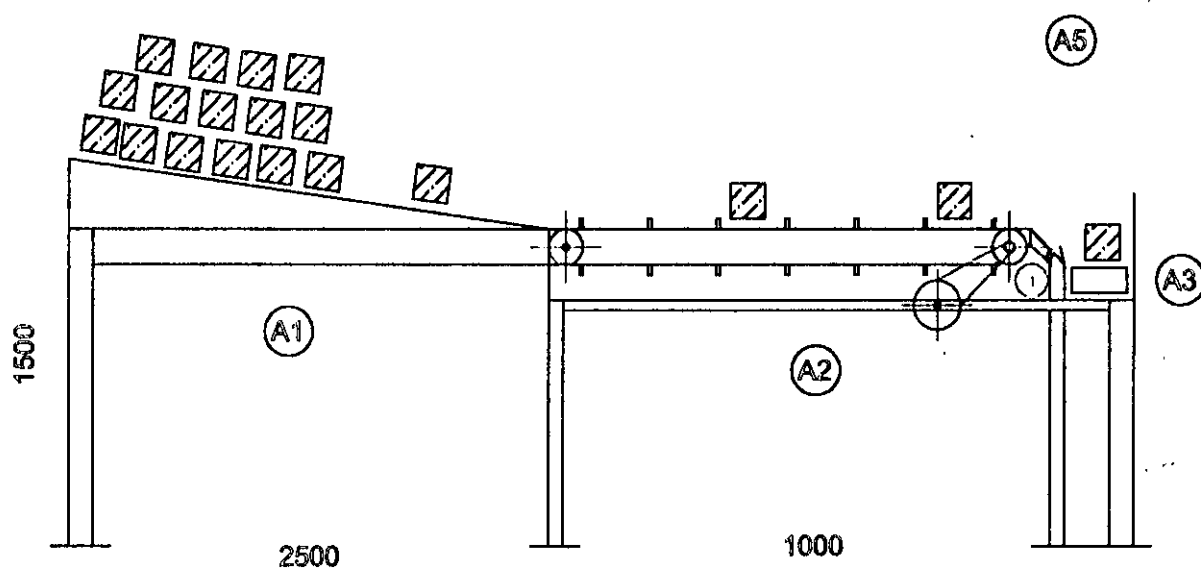
PLANOS DE DISEÑO, FOTOGRAFIAS

SISTEMA ALIMENTADOR



- A.1.- Mesa Receptora.
- A.2.- Mesa Alimentadora.
- A.3.- Cadena de Alimentación y sensor de medida.
- A.4.- Sensor de medida.
- A.5.- Sierras de Corte.
- A.6.- Mordazas de sujeción de la madera.

SISTEMA ALIMENTADOR

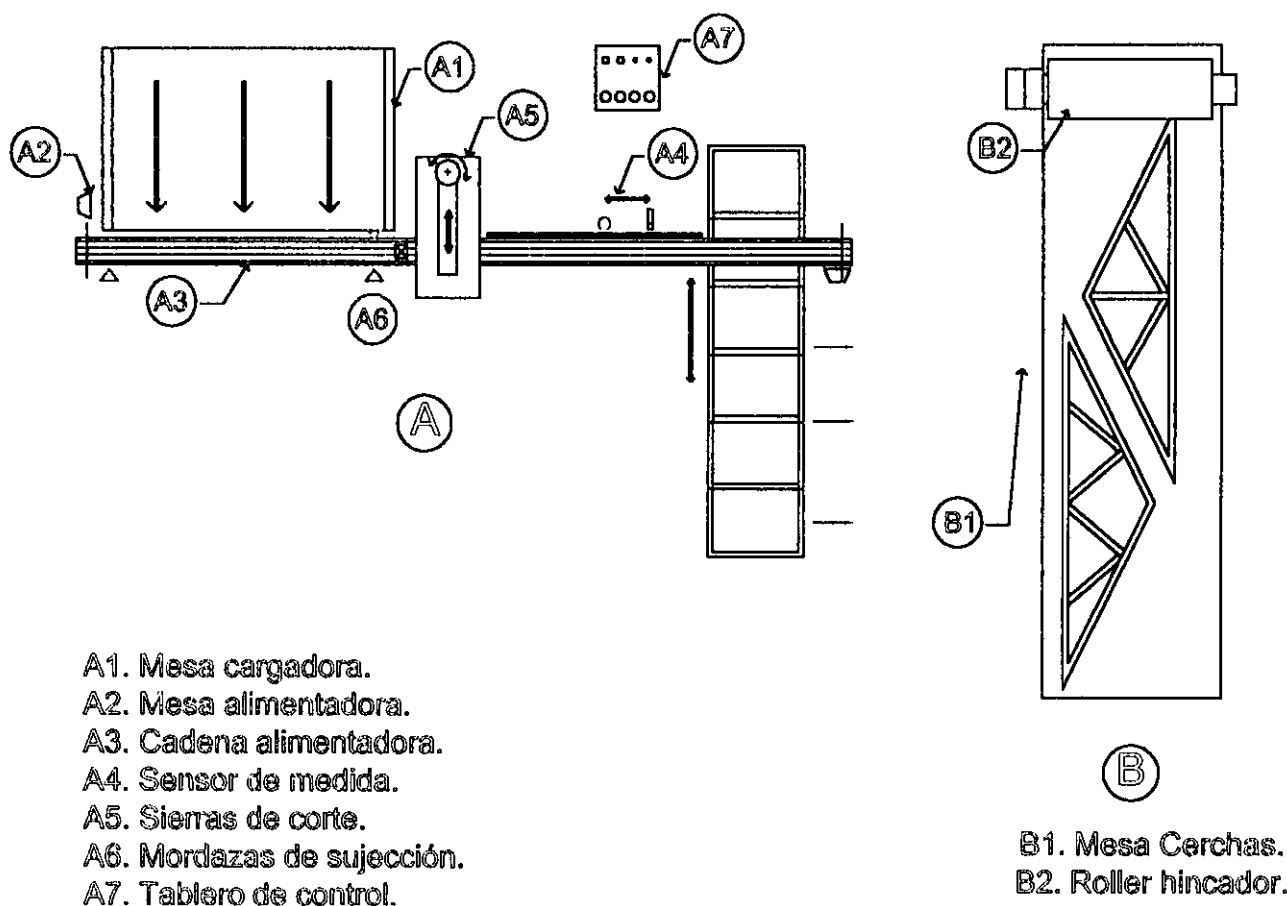


A.1.- Mesa Receptora.

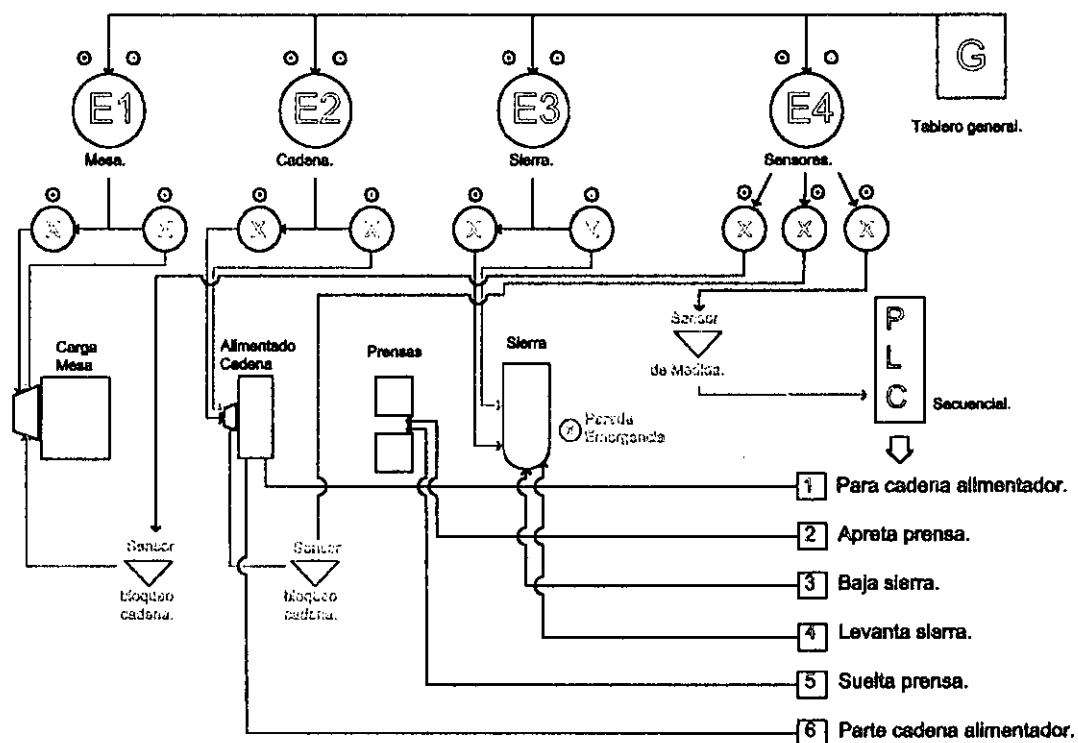
A.2.- Mesa Alimentadora.

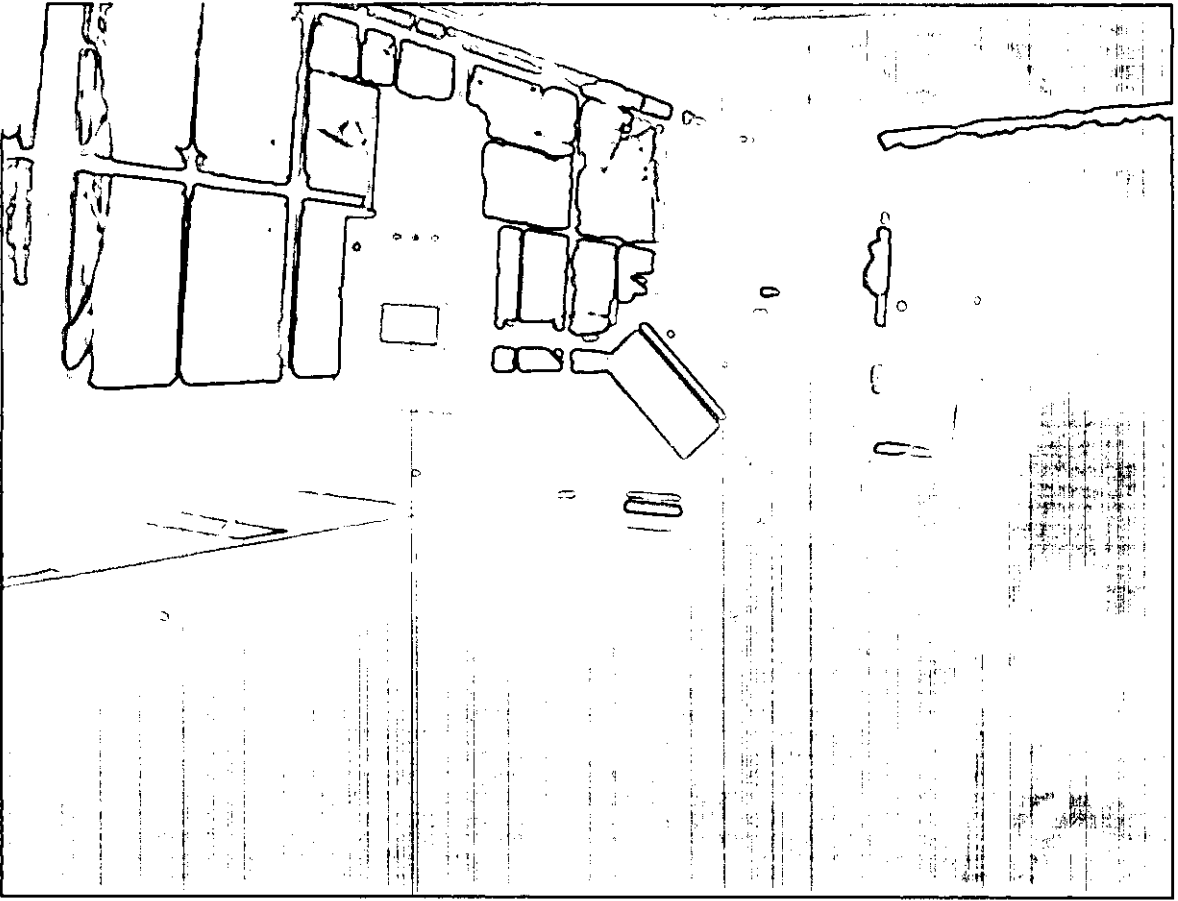
A.3.- Cadena de Alimentación.

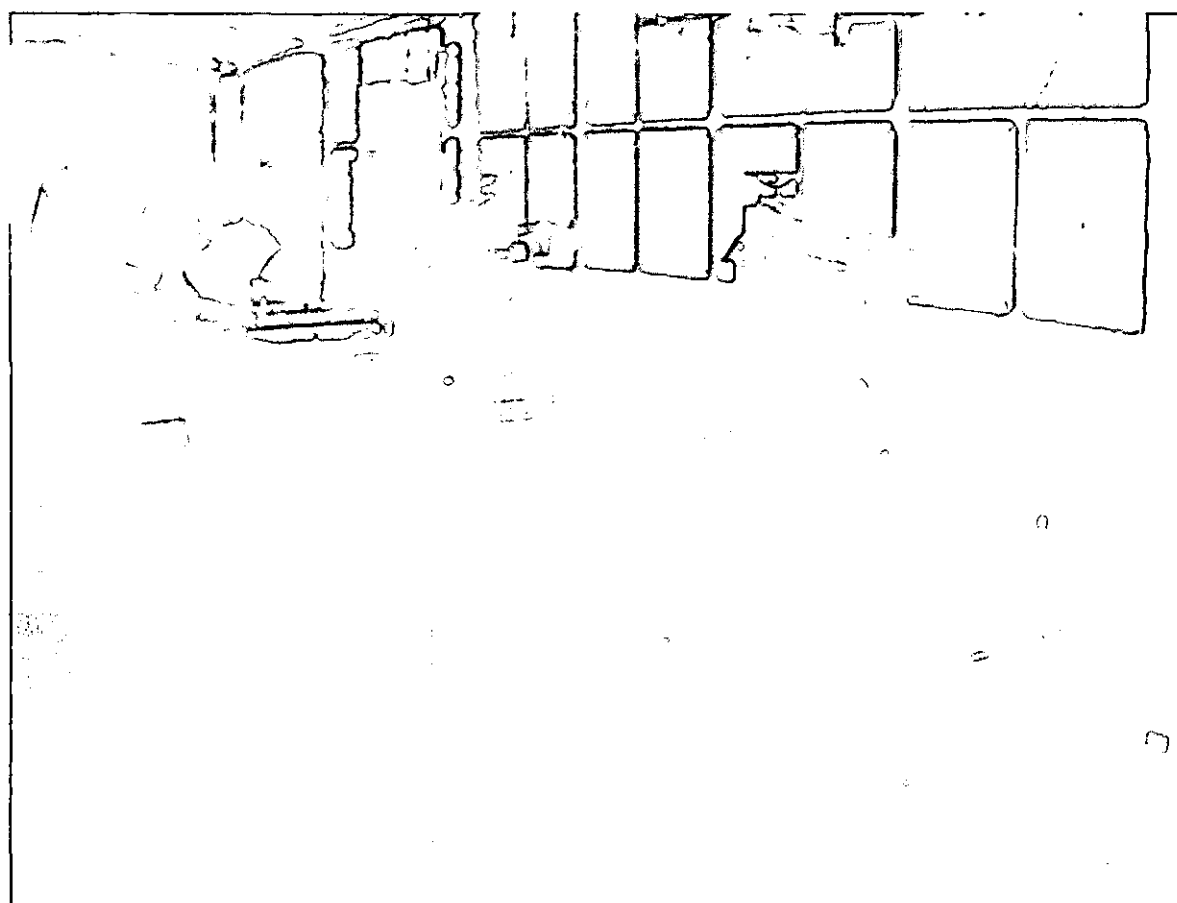
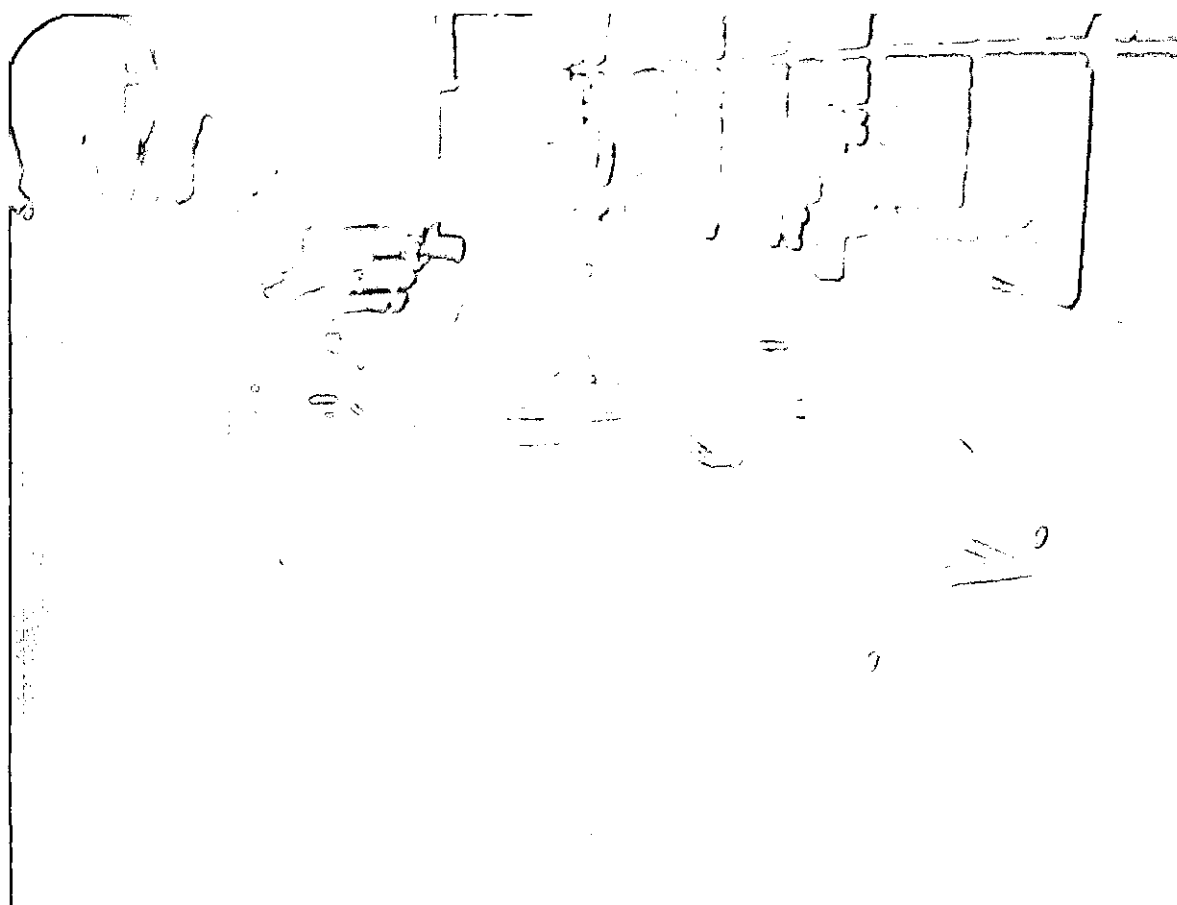
SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO DE FABRICACION DE CERCHAS.



CONTROL DE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y CORTE.







ANEXO 4
MANUAL DE USO

MANUAL DE USO

Este manual de pruebas se presenta en dos secciones:

1.- Controles y comandos

2.- Procesos

1.- Controles y comandos

El control eléctrico (para operación manual) y electrónico (para operación automática) de la máquina está compuesta de:

Tablero de potencia 380 Volts – 30 Amperes.

- Interruptor Térmico General
- Un contactor para emergencia.
- Un contactor para cada motor de las sierras.
- Un contactor para cada cilindro neumático de las sierras.
- Un contactor para la electroválvula de las mordazas

Tablero del PLC (Control Lógico Programable).

- Controla la secuencia de operaciones con que debe operar automáticamente la trozadora, además recibe las señales de los sensores de medida.

Tablero de control para el operador de la máquina que consta de:

- Botoneras para control manual de la mesa, cadena, sierra 1, sierra 2, mordaza 1, mordaza 2, interruptor general y cambiador manual a automático.

Parada de emergencia ubicada en uno de los extremos de la mesa de alimentación.

2.- Procesos

La máquina trozadora de madera esta fabricada para ejecutar las siguientes operaciones:

- Dimensionar la madera (palos) de acuerdo a las medidas reguladas por el operador.
- Trozarlas manual o automáticamente con dos cabezales de sierra.

- Ejecutar uno o dos cortes simultáneos, según necesidad de producción.
- Cortar en ángulo según requerimientos.

Control de operaciones:

Para operar esta máquina se debe seguir el siguiente proceso:

- a) De acuerdo al dimensionamiento dado con anterioridad a la madera por el sistema computacional, el operador debe preparar la máquina en sistema manual, ajustando las partes como sigue:
 - 1.- Ajustar las sierras en ángulo de corte requerido.
 - 2.- Ajustar las sierras a la distancia aproximada para largo de corte.
 - 3.- Ajustar el sensor de medida para que la cadena se detenga al largo solicitado.
 - 4.- Ajustar las mordazas de aprete 1 y 2 de acuerdo al ancho de la madera.
 - 5.- Una vez hecho los ajustes, se procede a sacar la primera muestra de corte.
 - 6.- Con las muestras debidamente controladas, se conecta el Automático para la producción en serie.

Productividad

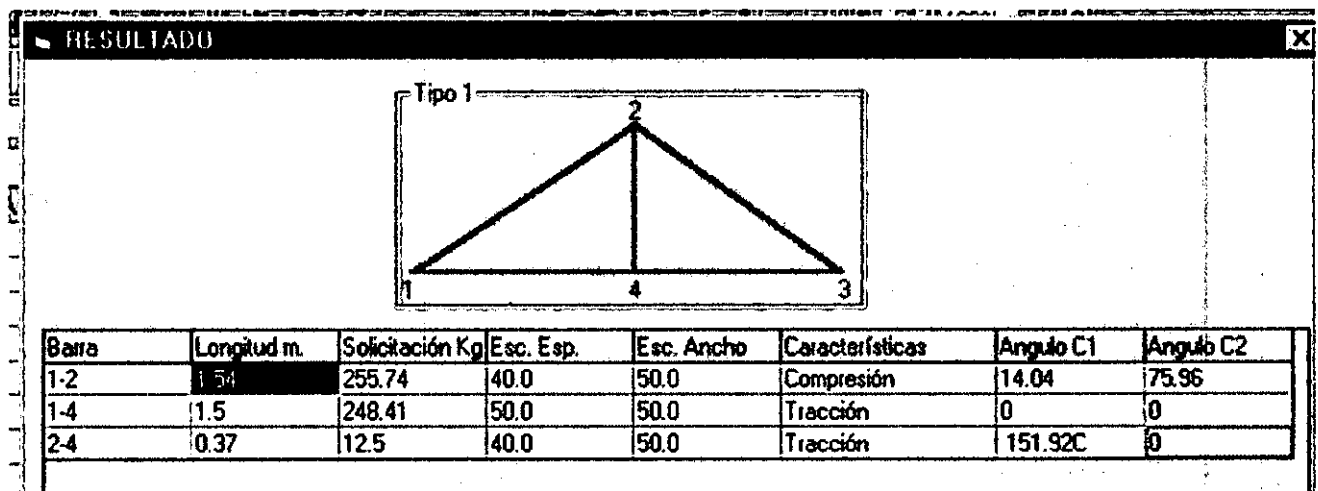
Es importante aprovechar el máximo de la capacidad de esta máquina cortando con las dos sierras simultáneamente, para lo cual solo es necesario ajustar el sensor de medida en un extremo y correr la sierra 2 en sentido contrario para dar el largo requerido, así la madera es cortada en los dos extremos simultáneamente.

Los ángulos de corte de los extremos de la madera también son regulados en ambas sierras y una vez controladas las muestras, debe conectarse el Sistema Automático para una producción seriada de alto rendimiento.

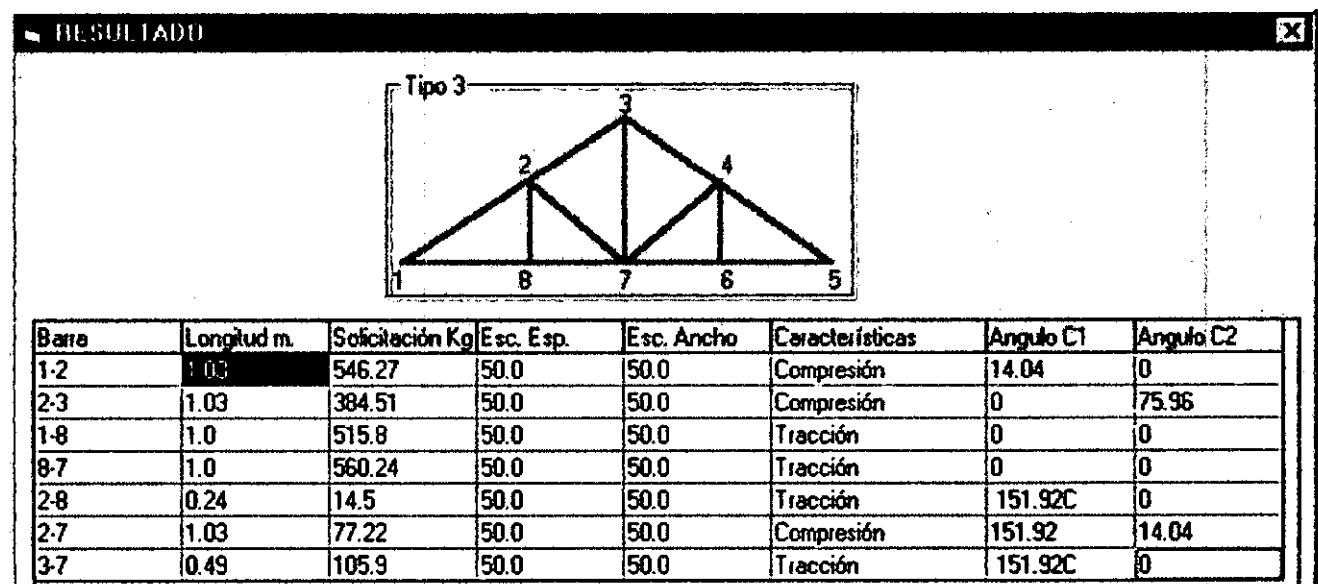
ANEXO 5

CÁLCULOS Y FOTOGRAFÍAS DE CERCHAS

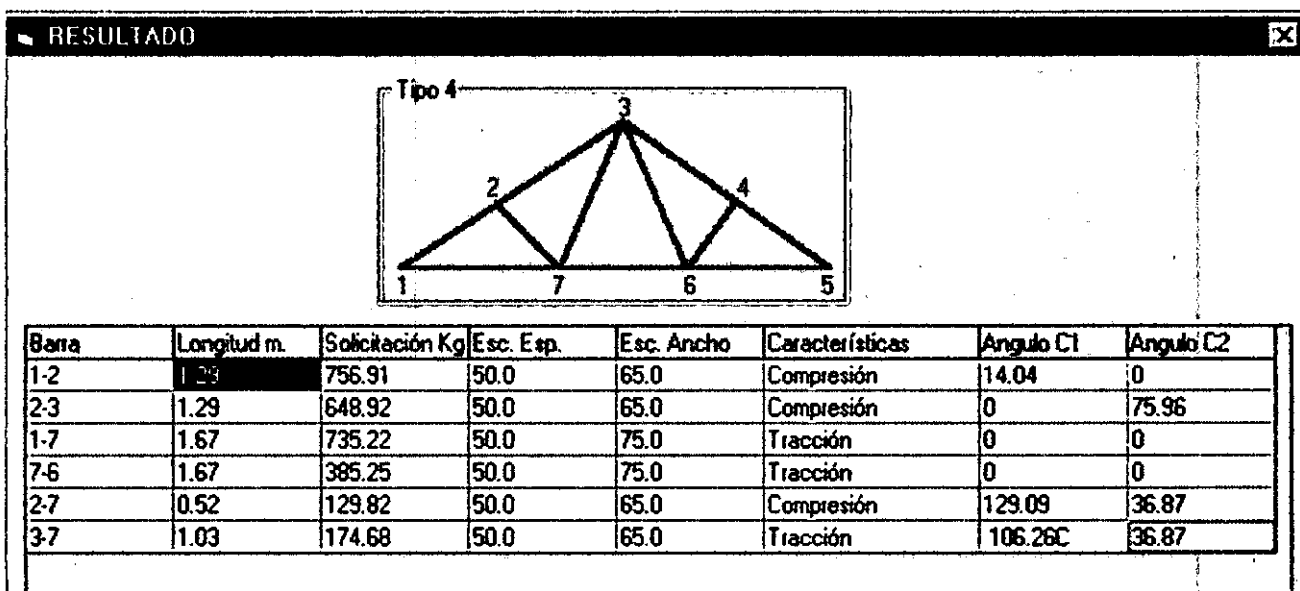
Cercha 1- 3m



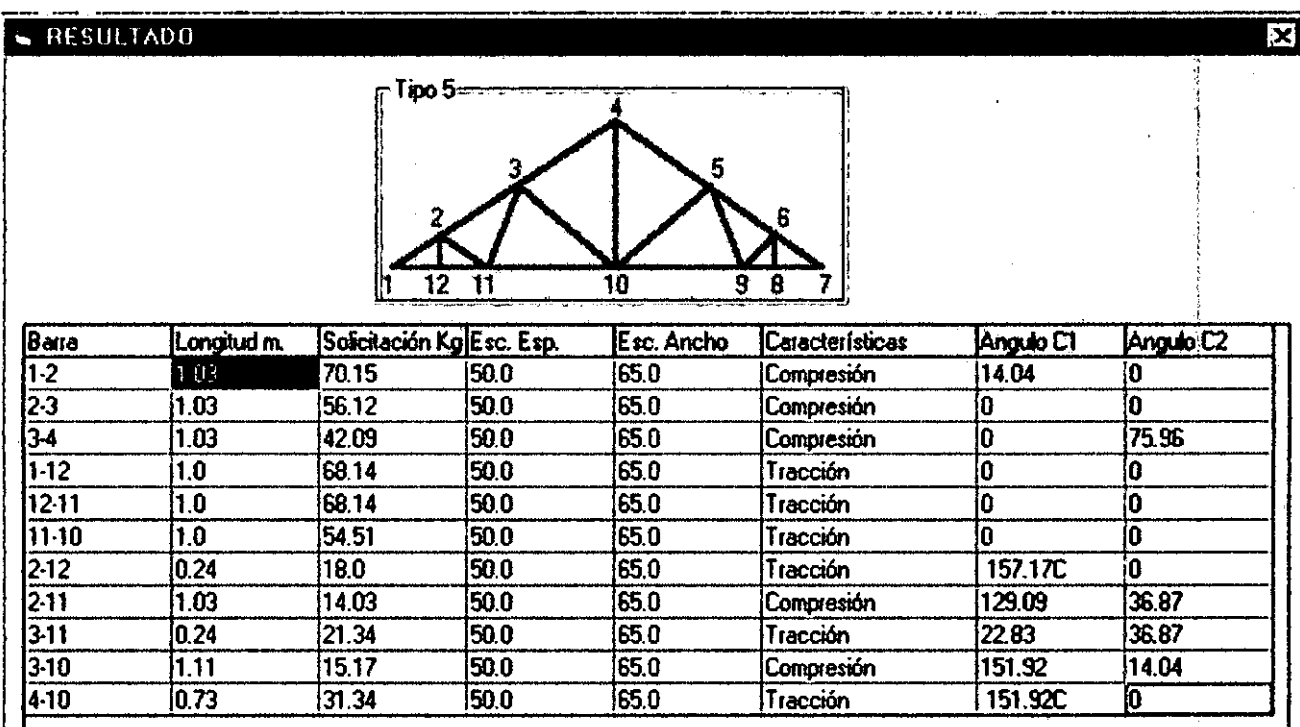
Cercha 2- 4m



Cercha 3- 5m



Cercha 4- 6m



Cercha 5- 7m

