0006221

INFORME TECNICO Nº 133

DISEÑO Y MONTAJE DE UN SECADOR DE MADERA DE BAJO COSTO



INFOR

infor
instituto forestal

CORPORACION
DE FOMENTO
DE LA PRODUCCION

División Industrias
Santiago, Octubre de 1994

INSTITUTO FORESTAL
División Industrias

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION
Gerencia de Desarrollo Tecnológico

INFORME TECNICO N° 133

DISEÑO Y MONTAJE DE UN SECADOR DE MADERA DE BAJO COSTO

Santiago, Octubre 1994
Registro Propiedad Intelectual N° 92.418

INFOR

PROLOGO

El presente Informe corresponde al proyecto **"Investigación en Secado Industrial de la Madera"** y ha sido desarrollado por el Departamento de Industrias VIII Región, de la División Industrias del Instituto Forestal - INFOR, por encargo de la Gerencia de Desarrollo Tecnológico de la Corporación de Fomento de la Producción - CORFO.

La organización que se le ha dado al informe es la siguiente: En primer lugar se presentan los antecedentes que llevan a desarrollar el presente estudio. Luego se detallan los antecedentes de la construcción del secador y una evaluación técnica práctica del funcionamiento. Finalmente se presentan conclusiones en base a la evaluación técnica del funcionamiento y en base a la experiencia práctica de la construcción.

El estudio se realizó en dos etapas: La primera correspondió al Diseño y fabricación de la cámara, siendo jefe de proyecto el ingeniero forestal industrial Sr. Juan Sanchez A. La segunda Etapa fue la puesta en marcha y evaluación y estuvo a cargo de los ingenieros civiles en industrias forestales Sr. Carlos Mancinelli Z. y Sr. Víctor Sagner.

La dirección y coordinación del estudio por parte de INFOR estuvo a cargo del Jefe de la División Industrias representado en las siguientes personas : Sr. Vicente Pérez G. (hasta Agosto 1991), Sr. Ramón Rosende B. (Septiembre 1991 - Marzo 1992), Sr. Nelson Vergara R., (desde Abril 1992).

La dirección y coordinación del estudio por parte de CORFO, estuvo a cargo del Ingeniero Forestal, Sr. Guillermo Guerra Marín.

INFOR

El Instituto Forestal desea expresar en forma especial su gratitud a la empresa Aserraderos Vista Alegre Ltda., por permitir la instalación de este Secador en su recinto industrial.

También INFOR agradece la colaboración de los Sres. Miguel Peredo L., Luis Insunza D. y Hernán Poblete N., profesores de la Universidad Austral de Chile, quienes colaboraron en la etapa de evaluación del secador.

INFOR

INDICE

		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA DE ELABORACION ...	3
2.1	La Industria del Aserrío	3
2.2	La Industria Secundaria	5
2.2.1	Barracas	6
2.2.2	Partes y Piezas de Muebles	7
2.2.3	Juguetes de Madera	8
2.2.4	Embalajes	9
2.2.5	Otros	9
2.3	Obstáculos	10
3.	DISEÑO DEL SECADOR	11
3.1	Antecedentes Básicos	11
3.1.1	Definición del Tipo de Secador	11
3.1.2	Definición Técnica del Secador	12
3.2	Descripción General del Secador	12
3.2.1	Obras Civiles	12
3.2.2	Partes Mecánicas	15
3.2.3	Unidad Generadora de Vapor	24
3.2.4	Infraestructura Complementaria	25

INFOR

Página

4.	EVALUACION TECNICA	27
4.1	Programas de Secado	27
4.2	Curvas de Secado	29
4.3	Respuestas del Secador	31
4.3.1	Ensayo de Secado de Pino	32
4.3.2	Ensayo de Secado de Coigüe	32
4.3.3	Ensayo de Secado de Roble	33
5.	INVERSIONES Y COSTOS	35
5.1	Cámara de Secado	35
5.1.1	Obras Civiles	35
5.1.2	Partes Mecánicas	35
5.1.3	Montaje	36
5.2	Costos de Operación	36
5.2.1	Costos Eléctricos	36
5.2.2	Depreciación	38
5.2.3	Mano de Obra	39
5.2.4	Mantención	39
5.2.5	Combustible para Calefacción	40
6.	CONCLUSIONES	41
7.	BIBLIOGRAFIA	46

INFOR

INDICE DE ANEXOS

Página

ANEXO N° 1 Fuentes Energéticas Utilizadas para el Calentamiento del Aire en el Secado Artificial a Temperaturas Normales 49

ANEXO N° 2 Mediciones de Velocidades de Aire 55

ANEXO N° 3 Costos Secador INFOR 65

INDICE DE CUADROS

Página

CUADRO N° 1 Listado de materiales para obra civiles de la cámara de secado 15

CUADRO N° 2 Programa de secado para madera de pino insigne 28

CUADRO N° 3 Programa de secado para madera de coigüe . 28

CUADRO N° 4 Programa de secado utilizado para madera de roble 29

CUADRO N° 5 Consumo de energía eléctrica según etapa de secado para ensayo de pino 36

CUADRO N° 6 Consumo de energía eléctrica según etapa de secado para ensayo de coigüe 37

CUADRO N° 7 Consumo de energía eléctrica según etapa de secado para ensayo de roble 38

CUADRO N° 8 Costos de depreciación 38

CUADRO N° 9 Resumen de los costos de operación 40

CUADRO N° 10 Tiempo de secado para las especies ensayadas 42

INFOR

INDICE DE FIGURAS

Página

FIGURA N° 1 Esquema del sistema de control semi-automático 21

INDICE DE GRAFICOS

Página

GRAFICO N° 1 Evolución de temperatura del aire y humedad de la madera en el secado. Especie Pino radiata 30

GRAFICO N° 2 Evolución de temperatura del aire y humedad de la madera en el secado. Especie coigüe 30

GRAFICO N° 3 Evolución de temperatura del aire y humedad de la madera en el secado. Especie roble 31

INFOR

INDICE DE FOTOGRAFIAS

		Página
FOTOGRAFIA N° 1	Vista frontal de secador	11
FOTOGRAFIA N° 2	Válvulas de regulación del peso de vapor	18
FOTOGRAFIA N° 3	Tubo humidificador con perforaciones.	19
FOTOGRAFIA N° 4	Ventilas y sistema de guías y palancas	20
FOTOGRAFIA N° 5	Ventiladores axiales laterales	22
FOTOGRAFIA N° 6	Motor y transmisión de ventiladores .	23

INFOR

1. INTRODUCCION

La actividad forestal en Chile ha alcanzado un sitial de vanguardia dentro de la economía nacional, mostrando en los últimos años un desarrollo sostenido. Las perspectivas a mediano y largo plazo indican niveles de producción que duplican o triplican los actuales, lo cual traerá consigo un importante aumento del número, tamaño y grado de modernización de la industria del aserrío y elaboración, con el fin de obtener productos con un mayor valor agregado (Olavarría y Cerda, 1991).

En Chile existen más de 1500 aserraderos y aproximadamente 400 barracas, que en su mayor porcentaje están clasificadas como de pequeña o mediana capacidad de producción. Este tipo de instalaciones no está en condiciones de solventar los costos tradicionales que involucra la adquisición de una cámara de secado, por lo que simplemente no realizan este proceso, recurriendo a la compra de madera "seca", o solicitando el servicio a terceros. Esta modalidad trae consigo un aumento en los costos operacionales y les limita su capacidad productiva y de gestión.

Por otra parte, el proceso y las técnicas de secado de maderas (con sus correspondientes variables), no son lo suficientemente conocidas, siendo notorias las deficiencias y desconocimiento respecto al tema de secado de maderas, diseño de cámaras de secado, comportamiento de la madera durante el secado, y los métodos de control de calidad del producto final. En muchas instalaciones, el secado de maderas se desarrolla sin una metodología establecida, llegando a ser un arte más que una ciencia.

INFOR

El escenario descrito refleja la importancia que debe asignarse al diseño de secadores de bajo costo y la capacitación de los operadores de estas cámaras. De esta manera se tendrá una adecuada potencialidad en el país para enfrentar el desafío que se aproxima.

Los objetivos del proyecto fueron :

- Obtener una cámara de secado técnica y económicamente atractiva, destinada al segmento que conforman la pequeña y mediana industria, aportando los antecedentes de diseño, instalación, montaje y costos involucrados, de manera tal que les permita conocer y ponderar la opción de construir sus propias cámaras de secado, con las consiguientes economías de inversión.
- Aportar algunos programas de secado de especies comerciales de interés, ensayados experimentalmente en la instalación diseñada y construida por INFOR.
- Definir líneas de investigación que resulten de interés a la luz de los resultados del presente estudio.

INFOR

2. ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA DE ELABORACION

2.1 La Industria del Aserrío

El secado de la madera está directamente relacionado con la industria del aserrío y de elaboración, tanto en los aspectos técnicos como también en aspectos de la capacidad instalada.

La industria del aserrío se caracteriza por una fuerte atomización en el número de establecimientos, propietarios y localización geográfica, como asimismo, en su heterogeneidad de tamaños, tipos y calidad de tecnología y productos.

En 1991, existían en el país 1.588 aserraderos entre grandes y pequeñas unidades productivas (Olavarría, Cerda, 1991). De estos establecimientos 1.271 corresponden a aserraderos de tipo móvil, cuya estructura, fácilmente desmontable, les permite desplazarse en busca de abastecimiento. Los restantes 317 son de tipo permanente.

En cuanto a los tamaños de producción, en el caso de los aserraderos permanentes, sólo 21 conformaban el grupo de las empresas más grandes, con producciones superiores a los 20 mil metros cúbicos anuales.

En el rango de tamaño medio (10 mil a 20 mil metros cúbicos), se ubicaban otras 21 unidades. En tanto que el resto, más todos los móviles, constituían el estrato de los pequeños a muy pequeños aserraderos que normalmente trabajan con dificultades de toda índole (técnico-económica, abastecimiento, comercialización y otras).

INFOR

En la actualidad la industria de aserrío se basa indiscutiblemente en el pino radiata, con una producción de 2.750.724 m^3, que representa el 85% del total nacional. El porcentaje restante se distribuye en especies nativas, con un 11% (324.686 m^3), y otras maderas exóticas, con el 4% (124.117 m^3).

Por tipo de aserradero, el 75,7% del pino radiata lo generan los aserraderos permanentes, mientras que la producción de especies nativas es compartida en proporciones casi iguales entre permanentes y móviles.

Respecto de la producción de especies nativas, se puede decir que su participación relativa continuará siendo baja. Sin embargo, en un proceso de incorporación de valor agregado, sus proyecciones pueden ser tanto o más interesantes que las de las plantaciones, si se considera la ventaja natural de estas maderas de tener una mayor valoración en el mercado internacional.

La situación tecnológica de los aserraderos muestra que ésta se encuentra íntimamente relacionada con tamaño. Los aserraderos clasificados como mecanizados, con producciones superiores a 50 mil m^3 anuales (8 aserraderos), orientan su producción a la exportación, sea como producto primario (madera aserrada) o secundario (madera elaborada). Estos aserraderos cuentan, en el 100% de los casos, con cierta capacidad de secado con cámaras importadas.

Los aserraderos del tipo tradicional semi-mecanizados, cuya producción anual es de 10 mil a 50 mil m^3 (34 aserraderos), orientan su producción tanto al mercado interno como externo, pero a este último en menor proporción. Este tipo de aserraderos cuenta,

en la mayoría de los casos, con cámaras de secado, tanto nacionales como importadas.

Los aserraderos de tipo temporal, cuya producción no supera los 10 mil m^3 anuales, conforman el mayor número de instalaciones (1.271 unidades) y, dada la alta atomización, en cuanto a tamaño, localización, tipos y diferentes tecnologías y calidades de productos, presentan condiciones bastante adversas en relación con el secado de la madera, ya que producen pequeños volúmenes y en lugares generalmente apartados de los centros de elaboración o consumo. Lógicamente no cuentan con los recursos para invertir en cámaras de secado. Se suma a esto, la deficiente gestión empresarial que realiza el pequeño productor y la escasa o nula capacitación en las distintas actividades del proceso productivo.

2.2 La Industria Secundaria

En la industria secundaria en Chile se distinguen principalmente los siguientes tipos de empresas:

- Empresas de dimensionamiento y elaboración de maderas (barracas).
- Fábricas de partes y piezas de muebles.
- Fábricas de juguetes y piezas menores.
- Fábrica de embalajes.
- Otros rubros de elaboración.

INFOR

2.2.1 Barracas

El dimensionado y elaboración de madera aserrada se realiza de acuerdo a las medidas más utilizadas en construcción, aunque cabe señalar que no existe una estandarización.

Dado el auge en el mercado externo de productos de mayor valor agregado, muchos de los mayores aserraderos del país han incorporado líneas de elaboración (molduras, partes y piezas, madera clear, otros).

Se estima que a este subsector se canaliza un 52% de la madera aserrada producida (aprox. 1,67 millones de m^3). De este total, un 65% se destina al mercado interno. El resto (35%) se exporta directamente (Cerda, Olavarría y Abalos, 1992).

Una de las limitantes para la producción de este subsector es la falta de normas respecto a los tipos y calidades de los productos y de una estandarización (dimensiones y espesores) para la construcción. Sin embargo, una de las más serias limitantes que enfrenta esta industria es la escasa capacidad de secado artificial propia, o bien, de centrales que ofrezcan este servicio, por lo cual éstas no pueden ofrecer productos de calidad para un uso final óptimo.

Dado el alto volumen que esta industria ofrece al mercado interno, la situación antes mencionada ha sido una de las principales causas que han llevado al usuario común a mantener una desfavorable opinión de la madera frente a otros materiales constructivos (INFOR, División Industrias, 1990).

INFOR

2.2.2 Partes y Piezas de Muebles

Este rubro elaborador ha cobrado gran importancia, por lo que se ha desarrollado un gran número de empresas de este tipo en el país.

Este rubro, según los analistas, es el que presenta mejores perspectivas, principalmente por su potencial exportador. Se detectan algunas dificultades en lo que se refiere a volúmenes a exportar y tecnología utilizada.

En lo que respecta al secado de la madera, estas empresas poseen, en su mayoría, sus propias cámaras de secado, realizándose este proceso con algunas deficiencias, derivadas del inadecuado conocimiento técnico del proceso y de la falta de capacitación de los operadores de estas cámaras. En este sentido se debieran profundizar los esfuerzos, dado que estos productos deben reunir altos estándares de calidad, ya que de lo contrario se corre el riesgo de perder estos mercados de ultramar.

Existe un número importante de unidades que realizan sus actividades en forma más artesanal o con tecnologías rudimentarias, destinando sus producciones al mercado nacional, donde se reflejan más acentuadamente los problemas y limitaciones que poseen las empresas de mayor envergadura.

INFOR

2.2.3 Juguetes de Madera

Existe escasa información acerca de los participantes en este subsector. No obstante, se sabe que en el último tiempo ha habido un impulso a esta actividad.

Como una aproximación al número de empresas que participan en este rubro, en 1991 sólo 5 empresas exportaron 31 toneladas por un valor de US$ 100.000 FOB sea como productoras o como comercializadoras. En este caso, existe un número indeterminado de pequeños talleres que se dedican a esta manufactura, a pedido o como productores directos.

Al igual que en el caso de los muebles, es importante el conocimiento acabado de los mercados de destino, a fin de orientarse con diseños adecuados a las preferencias, buena presentación, funcionalidad y atractivo.

Para la fabricación de juguetes se pueden emplear diferentes procesos, con diferentes intensidades de utilización de mano de obra y tecnología. En un extremo, existen talleres que utilizan principalmente herramientas simples, tales como: taladros, sierras y lijadoras; y en otro, fábricas con mayor grado de automatización. En ambos casos la disponibilidad de madera seca es requisito fundamental. Actualmente, la adquisición de madera seca es una de las mayores dificultades que presenta este subsector, ya sea en cuanto a su elevado precio, abastecimiento permanente incierto y calidad del secado. Estos problemas son mayores mientras más pequeñas son las unidades productivas.

INFOR

2.2.4 Embalajes

Se estima que en la actualidad, cerca de 400 mil metros cúbicos de madera aserrada y unos 190 mil metros cúbicos de madera en trozas para debobinado, se destinan a la producción de cajones. Esto representa cerca de 100 millones de cajas de exportación de productos hortofrutícolas, a lo que se deben agregar las utilizadas en el mercado interno.

En censo realizado por INFOR en 1984, se detectó la existencia de 103 establecimientos que fabricaban cajones de madera a partir de tablillas aserradas, ya sea dedicados exclusivamente a la fabricación de cajones (26 unidades), como establecimientos que producen cajones en forma complementaria a madera dimensionada y elaborada (77 unidades). A las anteriores se deben agregar más de 10 empresas últimamente incorporadas, con moderna tecnología.

Los principales problemas que presentan estas unidades se refieren a la eficiencia de producción, puesto que por la tecnología empleada y deficiencias en los mismos procesos, incurren en grandes pérdidas de madera.

El secado de maderas no presenta una limitante determinante en estas empresas, dado que las exigencias de calidad y de contenido de humedad de la madera, no son tan altas. A su vez, las cajoneras con proceso de debobinado, cuentan con los secadores adecuados para el contenido de humedad deseado (de malla).

2.2.5 Otros

Dentro de este grupo se encuentran las fábricas de marcos, puertas y ventanas, parquet y otros productos menores. Estos

INFOR

últimos años, estas áreas han estado un tanto deprimidas, principalmente debido a la competencia que han ejercido productos sustitutos, y debido a que no existe una adecuada disponibilidad de madera seca, factor importantísimo en la calidad de los productos mencionados.

2.3. Obstáculos

En resumen, tanto la industria del aserrío como la industria secundaria, muestran un promisorio índice de desarrollo, sin embargo, es posible detectar ciertos obstáculos que son comunes. Esto impide obtener productos con mayor valor agregado que cumplan con los estándares de calidad que el mercado exige. Las principales limitantes son :

- Insuficiente capacidad de secado, sea a través de empresas que ofrezcan el servicio, o de crear o ampliar la capacidad de secado propia.

- Insuficiente y en muchos casos nula capacitación técnica respecto del secado de la madera y de las variables que controlan el proceso.

- Inexistencia de alternativas de inversión en secadores, dirigidas a los pequeños y medianos propietarios, los cuales conforman el mayor porcentaje nacional y son los oferentes de grandes volúmenes de madera al mercado interno.

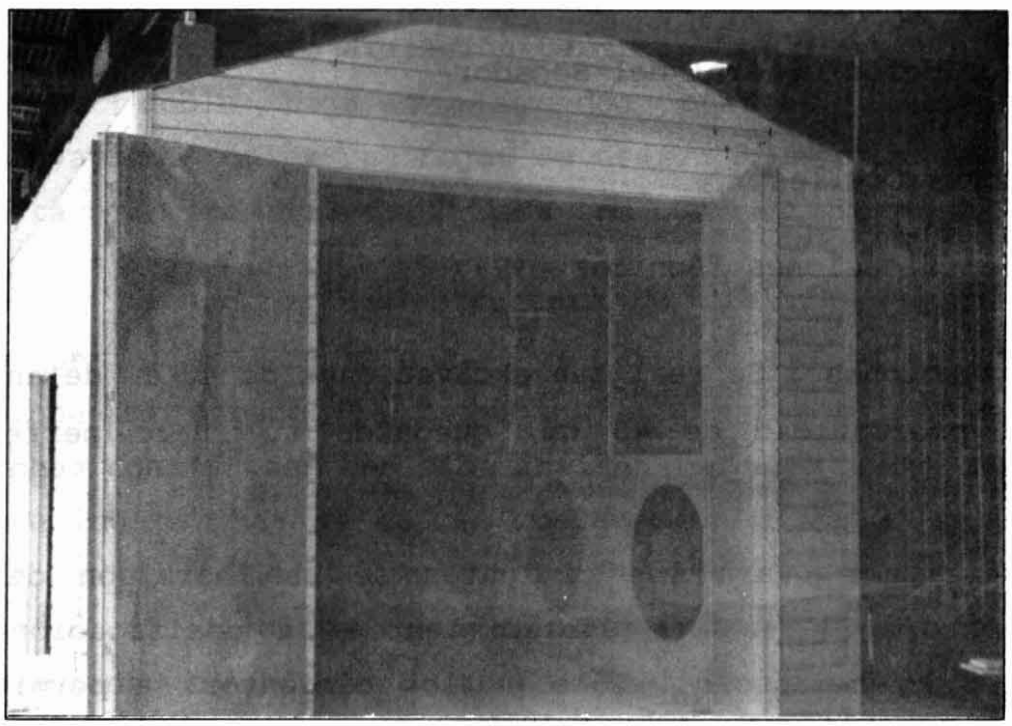
INFOR

3. DISEÑO DEL SECADOR

3.1 Antecedentes Básicos

3.1.1 Definición del Tipo de Secador

Se definió un secador de tipo convencional, con una capacidad nominal de 25 m^3, cuya cámara esta estructurada totalmente en madera de pino insigne. Esta estructura permite incrementar la capacidad de secado de la planta agregando otros módulos de características similares, con lo que se posibilita secar diferentes especies o espesores, tener mayor flexibilidad en el uso, etc. Se optó por la alternativa técnica de construir este secador con ventilación lateral, lo cual tiene la ventaja de no exigir una estructura de techo muy robusta (Fotografía N° 1).



Fotografía N° 1. **VISTA FRONTAL DEL SECADOR**

INFOR

3.1.2 Definición Técnica del Secador

Los factores condicionantes, que permitieron proyectar las dimensiones físicas de la cámara de secado y los sistemas fundamentales que la componen son entre otros, los siguientes:

- Tipo de secado: Convencional
- Especie a secar: Pino insigne, tepa, coigüe
- Capacidad nominal: 25 m^3
- Contenido de humedad inicial: Verde
- Contenido de humedad final: 8%
- Temperatura máxima de operación: 90 °C
- Humedad relativa máxima: 99%

3.2 Descripción General del Secador

3.2.1 Obras Civiles

a) Especificaciones Técnicas

Excavaciones : Se realizan excavaciones de 40 cm de ancho y de una profundidad de 45 cm, quedando su suelo perfectamente nivelado.

Fundaciones :Para los cimientos se uso hormigón de 170 kg cemento/m^3 y en los sobrecimientos la dosificación fue de 212,5 kg cemento/m^3. Sólo en los cimientos se permitió usar hasta un 20% de bolón desplazador limpio. Todo el hormigón de fundaciones fue vibrado por inmersión.

INFOR

Radier:El radier de la cámara de secado tiene 10 cm de espesor con un refuerzo de 5 cm extra bajo el sector de rieles, en el que se incorporó una malla de 8 mm. El hormigonado se efectuó sobre una capa de 5 cm de ripio compactado cubierto con una película de polietileno de 150 m^2. Como barrera de humedad se utilizó hormigón de 212,5 kg cemento/m^3 y se tuvo la precaución de dejar pendientes hacia los canales perimetrales de desagüe.

Tabiques y puertas: En la prefabricación de la tabiquería y puertas, se empleó exclusivamente madera de pino insigne impregnada con sales CCA. Se utilizaron paneles prefabricados con pies derechos, soleras, cadenetas y diagonales de 2" x 4". Para el armado en obra, los paneles se unieron con pernos de 3/8" de diámetro. Entre los elementos estructurales de toda la envolvente se colocó Aislapol de 50 mm perfectamente ajustado a los espacios como aislación térmica. Las puertas principales son de doble hoja y las dos puertas laterales para observación, son de una hoja. Se usaron 3 bisagras de 4" en la puerta principal y 3 de 3" para las puertas laterales.

Cielo y techumbre: La estructura de cielo, al igual que la tabiquería, está hecha a base de paneles prefabricados en pino insigne impregnado. La techumbre está estructurada en base a cerchas construidas con pino insigne impregnado con sales CCA. Sobre las cerchas se ubican costaneras de 2"x 3" cada 50 cm. Para la cubierta se usaron planchas de fierro ondulado tipo zinc aluminio clavadas a las costaneras de pino insigne impregnado, con clavos de techo corrugados.

Revestimientos :El revestimiento exterior consiste en traslapo de pino insigne impregnado en perfil RH 12 (1" x 6" nominal),

dispuesto horizontalmente sobre una capa de fieltro bituminado de 15 lbs. El revestimiento interior contempló tanto en muros como en cielo, el uso de Permanit de 8 mm de espesor atornillado convenientemente a la estructura, previa fijación de una lámina de Polietileno de 150 μ. Todas las uniones del revestimiento interior se sellaron con cordones de Silicona para asegurar total estanqueidad de la cámara.

Pinturas: Tanto el revestimiento exterior del secador como el exterior de las puertas recibió una mano de aceite de impregnación y dos manos de óleo sintético. Por su parte, al revestimiento interior se le aplicó una mano de impermeabilizante y dos manos de óleo sintético. Para el exterior se utilizó aceite AS[1] 1730 y dos manos de óleo sintético AS 45. El revestimiento interior de permanit recibió una mano de impermeabilizante AS 86-5 y dos manos de óleo sintético AS 42.

Hojalatería : Se contempló la instalación de cumbreras de 25 cm y terminales frontón de 16 cm, ejecutados con planchas galvanizadas de 0,5 mm de espesor.

b) Cubicación de Materiales

Los principales materiales necesarios para construir las obras civiles de la cámara de secado se indican en el siguiente cuadro.

---

[1] AS : Adolfo Stierling

INFOR

Cuadro N° 1

LISTADO DE MATERIALES PARA OBRAS CIVILES DE LA CAMARA DE SECADO

ITEM	REQUERIMIENTOS	
Hormigón cimientos	3	m^3
Hormigón sobrecimientos	1	m^3
Radier interior	30	m^2
Moldajes	13	m^2
Madera aserrada	3,85	m^3
Madera elaborada (RH 12)	3,0	m^3
Aislante	100	m^2
Fieltro bituminado	85	m^2
Polietileno	150	m^2
Planchas permanit	107	m^2
Planchas zinc aluminio	20	u
Clavos techo	240	u
Pernos 3/8"	80	u
Tubos silicona	8	u
Tornillos 1" x 8"	1924	u
Pares alcayatas	5	u
Picaportes	4	u
Hojalatería	4	m^2

3.2.2 Partes Mecánicas

a) Sistema de Calefacción

Los calefactores entregan la cantidad de calor necesario para obtener dentro de la cámara la temperatura requerida para el

INFOR

secado, compensando las pérdidas por transferencia con las paredes y carga.

Por esto, es necesario realizar un balance térmico calculando el flujo de calor correspondiente a:

- Calentamiento de partes mecánicas y paneles de muro y techo.
- Pérdidas a través de paredes, piso, puertas, ventilas y uniones de vértices.
- Calentamiento de la carga de madera para elevar la temperatura del agua y evaporarla.
- Calentamiento del aire de renovación.
- Calor para vencer las fuerzas de atracción entre la celulosa y el agua.

Esta información, junto con el flujo de aire circulante, flujo de vapor por los tubos y condiciones de temperatura requeridas permite conocer el área de transferencia de calor en base al cálculo de un intercambiador de calor de circulación transversal y cruzado del aire con respecto a los calefactores.

Se determinó un número de dos radiadores, uno por cada lado, formados por tubos de acero aleteados, dispuestos en forma horizontal, cuyo diámetro es de 1 1/4" conectados a dos colectores de 3" de diámetro. Las aletas de las tuberías son helicoidales con un espesor de 1,5 mm, 12 mm de altura y 3,5 vueltas/pulgada. El total de tubería alcanza a 81,0 metros.

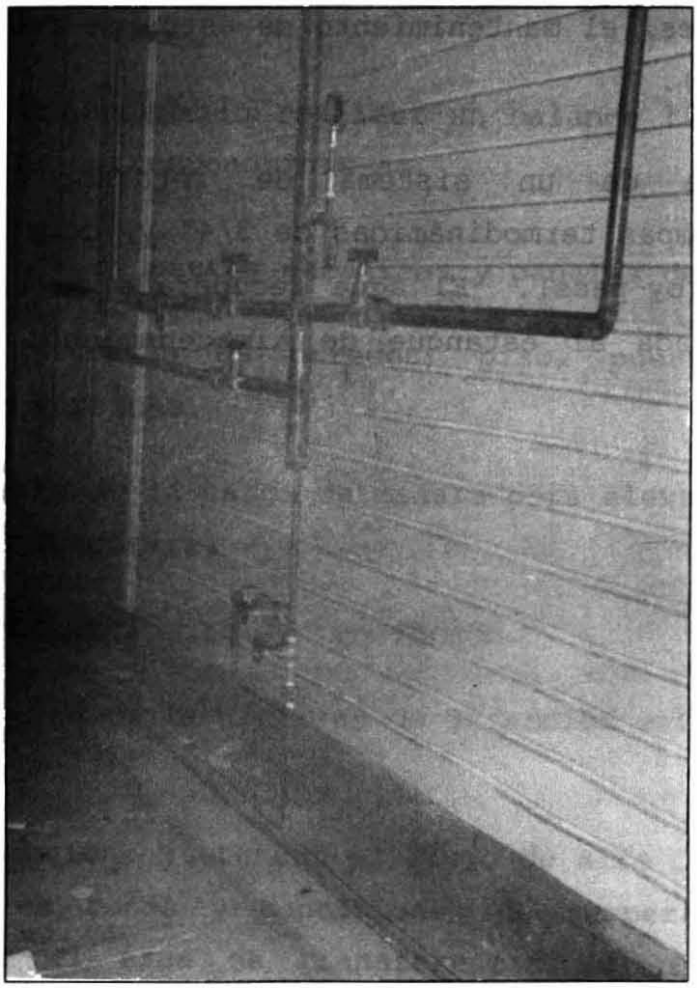
Ambos radiadores son alimentados en forma independiente, y cuentan con sus respectivas válvulas de regulación del paso de

INFOR

vapor. Es importante señalar que dada la ubicación interna de los tubos calefactores, el mantenimiento de estos se realiza fácilmente (Fotografía N° 2).

Se dispone de un sistema de retorno del condensado, utilizándose trampas termodinámicas de 3/4" y, como alternativa, un sistema manual (by-pass). El agua recuperada de esta forma (agua blanda) es enviada al estanque de almacenamiento de agua de la caldera.

INFOR

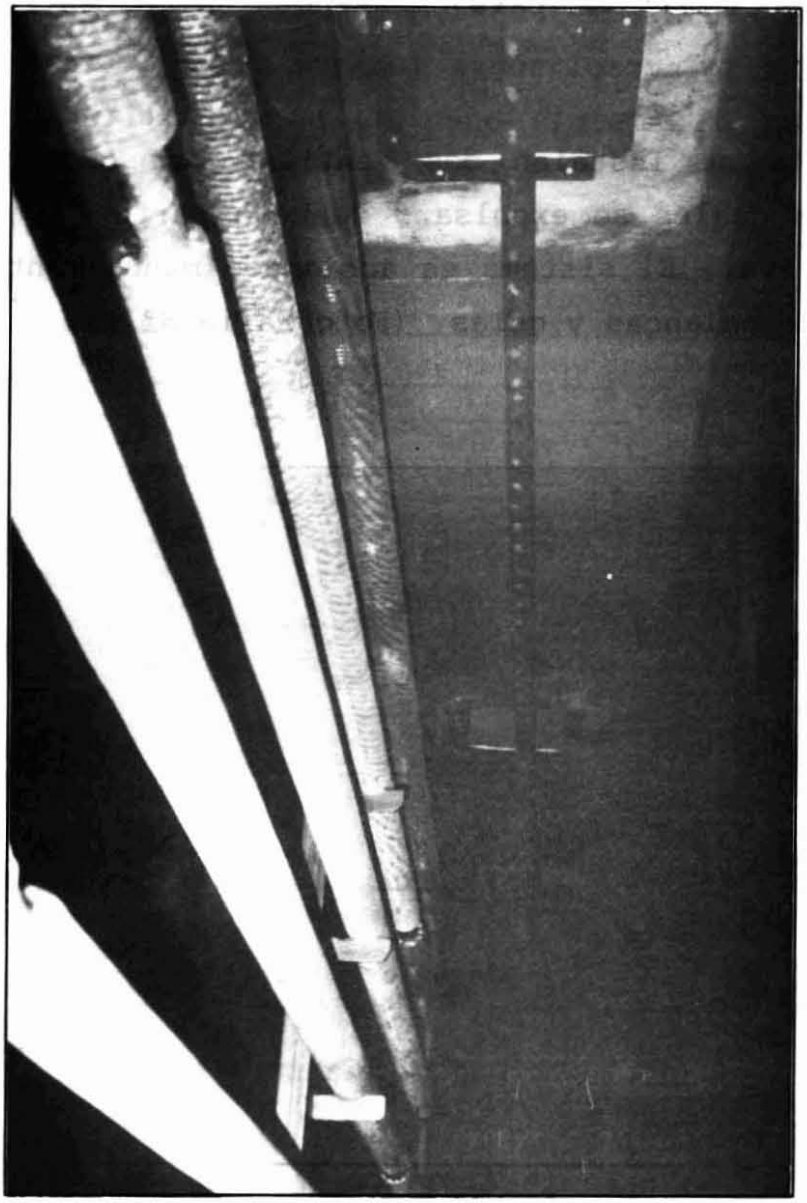


Fotografía N° 2 **VALVULAS DE REGULACION DEL PESO DE VAPOR**

b) Sistema de Humidificación

Para humidificar el ambiente al interior de la cámara se utiliza un tubo ubicado en la parte lateral interior de ésta, provisto de perforaciones a través de las cuales se inyecta el vapor hacia el interior de la cámara. El vapor se mezcla con el aire y aumenta su humedad relativa (Fotografía N° 3).

INFOR



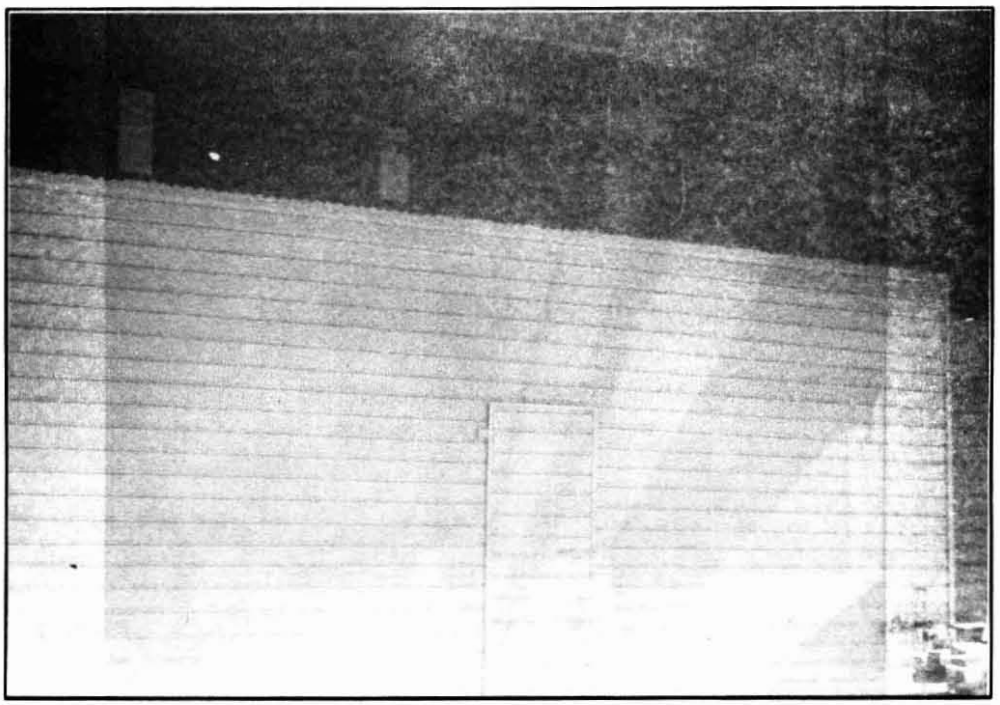
Fotografía N° 3 **TUBO HUMIDIFICADOR**

c) Sistema de Renovación del Aire Húmedo

El aire saturado en el interior de la cámara a consecuencia de la evaporación del agua que contiene la madera, debe ser

constantemente removido para mantener un potencial de secado adecuado.

Para esto se instalan dos ventilas por cada ventilador, a través de las cuales se expulsa y renueva parte del aire con alta humedad relativa. El sistema es accionado manualmente a través de un conjunto de palancas y guías (Fotografía N° 4).



Fotografía N° 4 **VENTILAS Y SISTEMA DE GUIAS Y PALANCAS**

d) Sistema de Control

Se contempla un control de tipo manual para los calefactores y humidificación. Este sistema funciona mediante el accionamiento de válvulas de paso y consiste básicamente en un control que registra

INFOR

en una carta circular las condiciones de temperatura del bulbo seco y húmedo del interior de la cámara, según los valores prefijados en el instrumental. Un esquema de este sistema se presenta en la Figura N° 1.

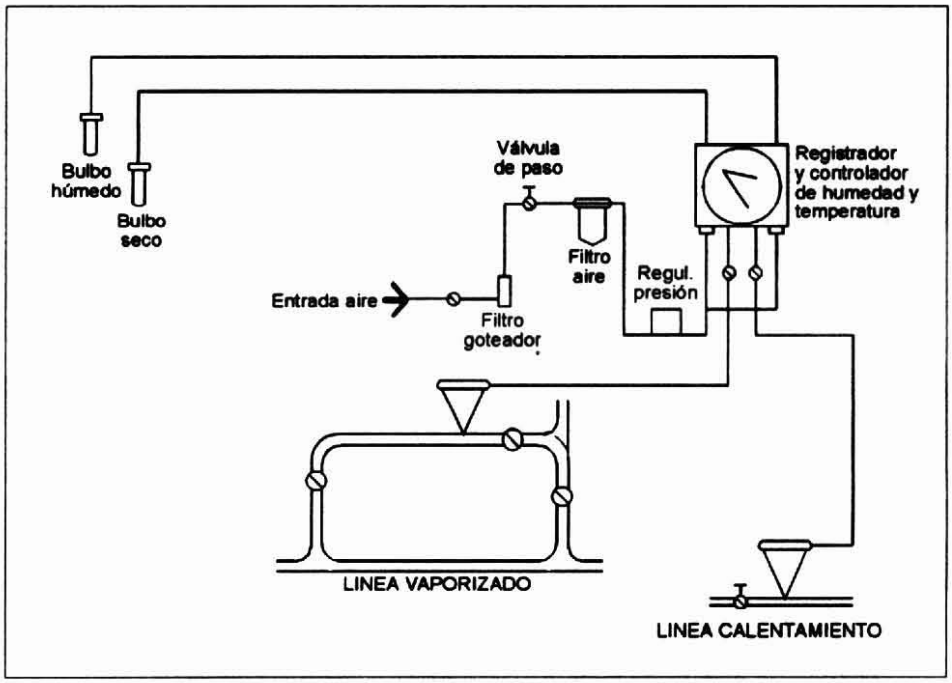


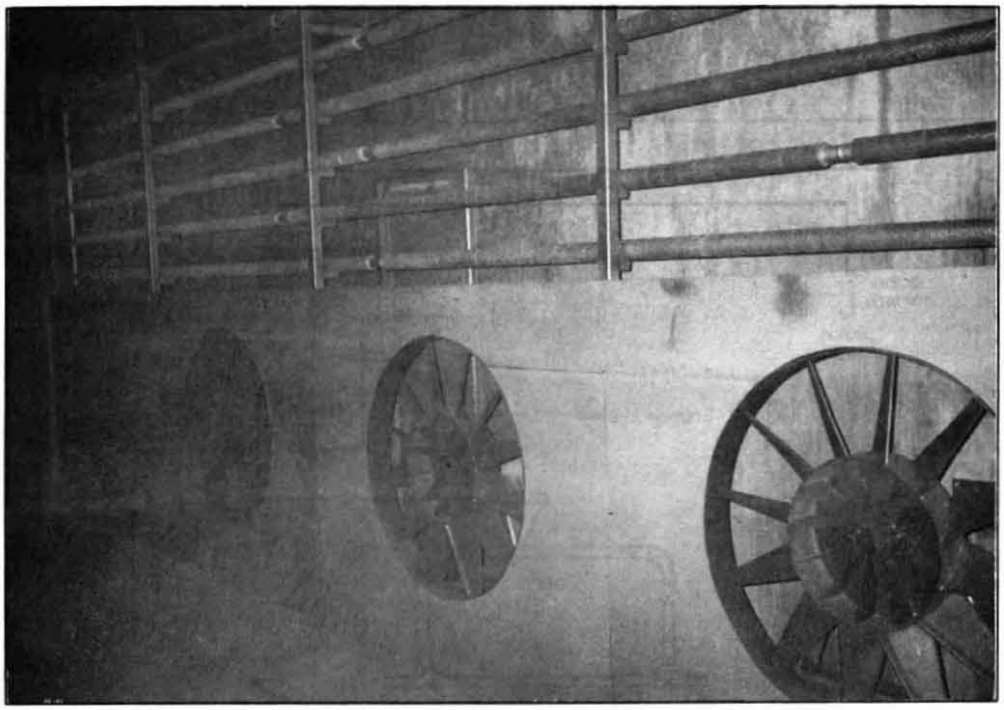
Figura N° 1 **ESQUEMA DEL SISTEMA DE CONTROL SEMI-AUTOMATICO**

El sistema es neumático y controla el paso de vapor hacia los calefactores y tubo humidificador a través de válvulas de membrana que abren o cierran de acuerdo a las necesidades.

e) Sistema de Ventilación

Lo componen 4 ventiladores axiales reversibles, de diámetro 100 cm, dispuestos a un solo lado del secador y en la parte inferior. El flujo de aire, según el diseño, permite una velocidad

de 1,5 a 2,5 m/s entre madera empleando separadores de 20 mm (Fotografía N° 5).



Fotografía N° 5 **VENTILADORES AXIALES LATERALES**

Cada ventilador dispone de su propia transmisión y motor eléctrico individual de 3 HP, ubicado en la parte lateral exterior de la cámara. Los soportes del eje son dos del tipo oscilante de doble hilera de rodamientos (SKF tipo SNH 510-608). (Fotografía N° 6).

INFOR



Fotografía N° 6 **MOTOR Y TRANSMISION DE VENTILADORES**

Las poleas son de hierro de doble ranura tipo B, de diámetro 9" en el eje del ventilador y 4,5" en el eje del motor.

El sistema de ventilación lateral considerado en el diseño del secador INFOR, posee las siguientes ventajas respecto del sistema

INFOR

de ventilación localizado sobre las pilas de madera (formando el llamado cielo falso).

- Las deficiencias en el apilado de la madera no afectan mayormente el flujo de aire.

- Con un consumo relativamente bajo de energía se alcanzan flujos de aire aceptables.

- Como los ventiladores y sus motores impulsores, así como los elementos calefactores, se instalan sobre el piso. No se necesitan techos resistentes, lo cual reduce el costo en obras civiles.

- La altura de las cámaras se reduce bastante, a pesar de utilizar ventiladores de diámetros mayores.

- Las operaciones de mantenimiento y reparación son más fáciles por la mejor accesibilidad de los equipos.

Se realizaron mediciones de velocidad de aire a través de las tablas de madera, homogenizando posteriormente la distribución de velocidades con la implementación de deflectores de aire. Los resultados de estas mediciones están adjuntos en el Anexo N° 2.

3.2.3 Unidad Generadora de Vapor

Para satisfacer las necesidades de calentamiento y rangos de temperatura convencional de una cámara de 25 m^3 de capacidad, la unidad generadora de vapor debe mantener una presión de trabajo de 3,5 kg/cm^2 y una producción de vapor de 350 kg/hora.

La unidad considerada, cuenta con una planta de tratamiento de agua, con lo cual se ablanda el agua de alimentación, evitándose la corrosión e incrustaciones. Dispone también de un estanque de

INFOR

almacenamiento de agua, desde donde se alimenta la caldera y se descarga el agua condensada. Como se indicó, este secador se construyó en el aserradero Vista Alegre Ltda., conectándose a la caldera de su propiedad, para lo cual se instaló una válvula reguladora de presión, de manera tal de obtener las condiciones deseadas del vapor.

Sin embargo, son variadas las formas o fuentes energéticas utilizadas para el calentamiento del aire en el secado artificial a temperaturas normales. En Anexo N° 1 se presentan las principales características de estas fuentes, las cuales pueden ser apropiadas según el tipo de industria, los costos del combustible y su disponibilidad.

3.2.4 Infraestructura Complementaria

a) Patio de Carga y Descarga

Como el diseño de la cámara de secado contempla sólo una puerta para carga y descarga, debe disponerse de un patio construido sobre radier y que cuente además con 14 metros de rieles proyectados a continuación de los de la cámara de secado.

b) Uso de carros manuales, para carguío de lingas

Se recomienda tener a lo menos 4 carros de carguío de madera, de modo que mientras dos estén en el interior de la cámara, los otros dos estén siendo armados en el patio. Los carros tienen incorporado un sistema de tensores para reemplazar el método

INFOR

tradicional de pesos que deben ser puestos sobre las lingas, para reducir los defectos del secado.

INFOR

4. EVALUACION TECNICA

Para la evaluación técnica del secador, se recurre a los servicios de la Universidad Austral de Chile, a través de un subcontrato que contempla ensayos con tres especies y la definición de los costos asociados al proceso.

4.1 Programas de Secado

Los programas de secado aplicados a las maderas de pino, coigüe y roble se muestran en los cuadros N°s 2, 3 y 4. Estos han sido aplicados anteriormente, obteniéndose buenos resultados en la calidad del secado. Para el presente estudio tienen la finalidad de evaluar la calidad del secador para desarrollar un programa de secado prefijado.

INFOR

CUADRO N° 2

PROGRAMA DE SECADO PARA MADERA DE PINO INSIGNE

Humedad	T.B.S.	T.B.H.	Tiempo
Calentamiento	40	38	05
Verde	55	48	13.5
>= 80	55	48	08
>= 40	60	50	08
>= 30	65	54	08
>= 20	70	54	61

Humedad = Humedad promedio de la madera en (%)

T.B.S. = Temperatura del bulbo seco en °C

T.B.H. = Temperatura del bulbo húmedo en °C

Tiempo = Horas de aplicación de las condiciones de secado.

CUADRO N° 3

PROGRAMA DE SECADO PARA MADERA DE COIGUE

Humedad	T.B.S.	T.B.H.	Tiempo
Calentamiento	45	44	08
Verde	45	43	48
>= 80	50	47	103
>= 40	55	50	76
>= 30	57	50	47
>= 20	60	53	197

Humedad = Humedad promedio de la madera en (%)

T.B.S. = Temperatura del bulbo seco en °C

T.B.H. = Temperatura del bulbo húmedo en °C

Tiempo = Horas de aplicación de las condiciones de secado.

INFOR

CUADRO N° 4

PROGRAMA DE SECADO UTILIZADO PARA MADERA DE ROBLE

Humedad	T.B.S.	T.B.H.	Tiempo
Calentamiento	48	46	03
Verde	48	45	12
>= 80	50	47	24
>= 40	50	45	72
>= 30	52	48	48
>= 20	53	50	06

Humedad = Humedad promedio de la madera en (%)

T.B.S. = Temperatura del bulbo seco en °C

T.B.H. = Temperatura del bulbo húmedo en °C

Tiempo = Horas de aplicación de las condiciones de secado.

4.2 Curvas de Secado

Los resultados obtenidos de la aplicación de programas de secado a las tres especies, se presentan a través de gráficos de tiempo de secado v/s temperatura de bulbo seco y húmedo, contenido de humedad de la madera y humedad de equilibrio. Se observa aquí la variación del contenido de humedad de la madera bajo las condiciones de temperatura de bulbo seco y húmedo. Además se observa como el contenido de humedad de la madera tiende a alcanzar el valor de humedad de equilibrio para cada condición psicrométrica.

INFOR

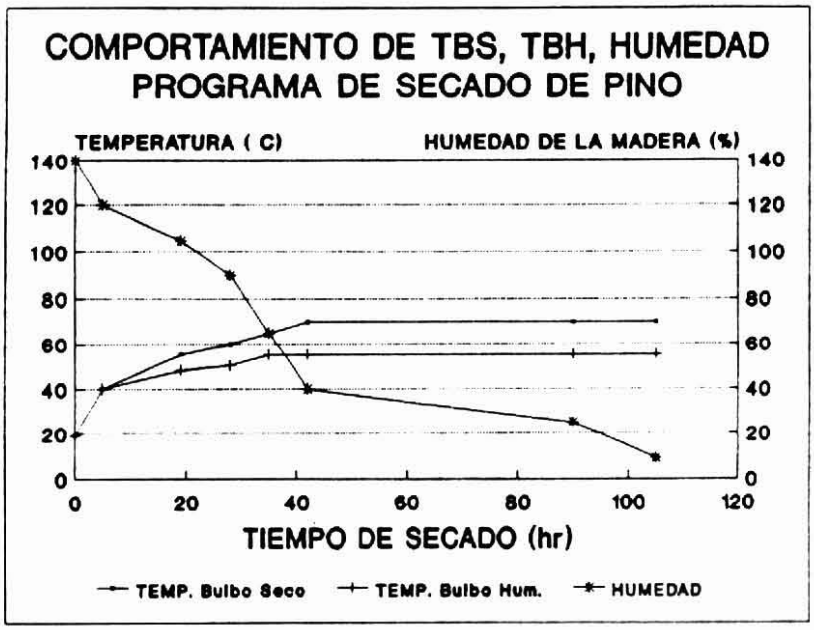


Gráfico N° 1 **EVOLUCION DE TEMPERATURA DEL AIRE Y HUMEDAD DE LA MADERA EN EL SECADO. ESPECIE PINO RADIATA**

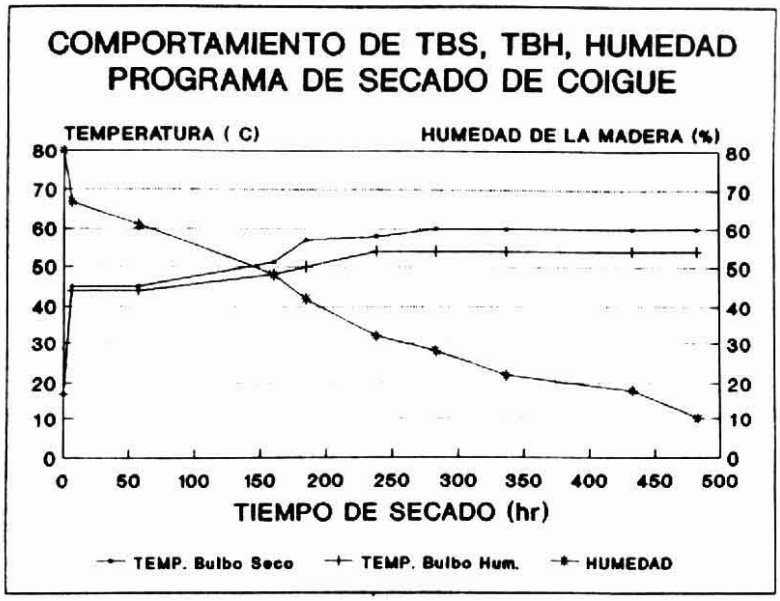


Gráfico N° 2 **EVOLUCION DE TEMPERATURA DE AIRE Y HUMEDAD DE LA MADERA EN EL SECADO. ESPECIE COIGÜE**

INFOR

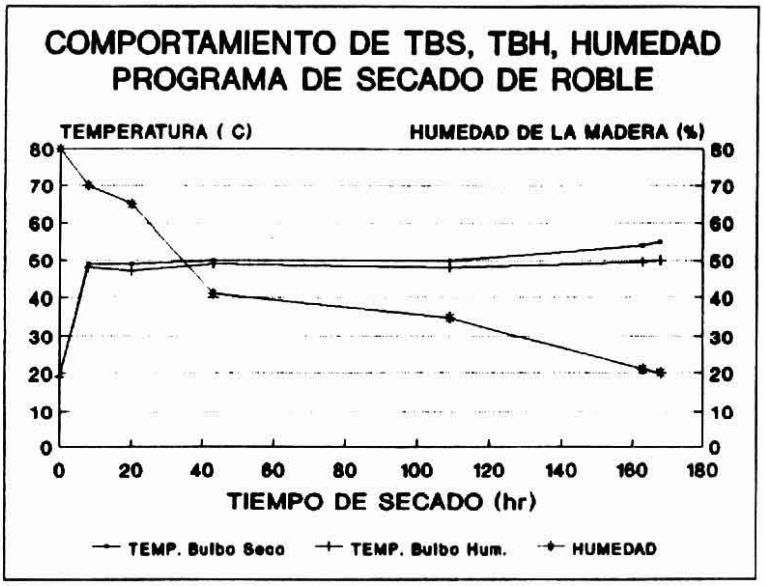


Gráfico N° 3 **EVOLUCION DE TEMPERATURA DEL AIRE Y HUMEDAD DE LA MADERA EN EL SECADO. ESPECIE ROBLE**

4.3 Respuesta del Secador

Se presenta la respuesta del secador para los tres ensayos realizados, frente a la aplicación de un programa de secado conocido, y su adecuación para controlar las variables que participan en el proceso. Además se indica el tiempo total de secado, los defectos generados en la madera debidos al propio proceso, y se clasifica el resultado general de acuerdo al nivel y frecuencia de los defectos.

INFOR

4.3.1 Ensayo de Secado de Pino

El secador industrial responde a los requerimientos de un programa de secado habitual para madera de **Pinus radiata D. Don.**

La infraestructura construida y la instrumentación del equipo son adecuadas para controlar las variables que participan en este proceso.

El tiempo total de secado, para bajar el contenido de humedad de la madera desde 137 % a 12 %, es de 103,5 horas.

No se observan defectos del secado cuya intensidad desclasifique o disminuya el valor comercial de la madera.

Las condiciones del secado obtenidas permiten clasificar la calidad del secado como buena.

4.3.2 Ensayo de Secado de Coigüe

La calidad de secado evaluada de acuerdo a una pauta previamente establecida en función de los defectos del secado, fue insatisfactoria debido a la alta incidencia de la encorvadura como defecto del secado.

Sumado a una alta intensidad de defectos se presentó una alta frecuencia de éstos, debido principalmente a la ausencia de una etapa adecuada de reacondicionado, que no es factible de ser realizada en este secador.

Los defectos con un más alto índice en la desclasificación de la madera, fueron: grietas en las caras y encorvadura.

INFOR

Si se hubiera aplicado un reacondicionado con vapor saturado a 100 °C, se podría haber logrado una recuperación dimensional significativa en la madera.

El secador industrial responde con limitaciones a los requerimientos de un programa de secado para madera de coigüe.

La infraestructura construida y la instrumentación del equipo son adecuados para controlar las variables que participan en este proceso.

El tiempo total de secado para bajar el contenido de humedad de la madera desde 73,5 a 10,3 %, fue de 479 horas.

4.3.3 Ensayo de Secado de Roble

La calidad de secado evaluada de acuerdo a una pauta previamente establecida en función de los defectos del secado, fue buena a muy buena debido a la baja frecuencia e intensidad con que se presentaron los defectos del secado.

Más que una alta intensidad de defectos se presentó una regular frecuencia de éstos, debido principalmente a la ausencia de sobrepeso adecuado y reacondicionado.

Los defectos con más alto índice en la desclasificación de la madera, fueron: grietas en las caras y arqueadura.

INFOR

El secador industrial responde adecuadamente a los requerimientos de un programa de secado para madera de albura de roble.

La infraestructura construida y la instrumentación del equipo son adecuados para controlar las variables que participan en este proceso.

El tiempo total de secado, para bajar el contenido de humedad de la madera desde 79,6 a 20.0 % fue de 170 horas.

INFOR

5. INVERSIONES Y COSTOS

Las inversiones realizadas en este estudio incluyen cámara de secado, partes mecánicas, e infraestructura complementaria. No se incluyen inversiones en terreno, aportes, urbanización y estudios.

La valorización se ha hecho en moneda de Septiembre de 1993 (IVA incluido).

5.1 Cámara de Secado

5.1.1 Obras Civiles

- Fundaciones y radier	$ 306.868.-
- Estructura y muros	$ 1.119.435.-
- Estructura y cielo	$ 74.036.-
- Techumbre	$ 190.576.-
- Estructuras internas	$ 189.625.-
	$ 1.880.540.-

5.1.2 Partes Mecánicas

- Tuberías	$ 1.089.653.-
- Estructura soporte	$ 449.484.-
- Válvulas	$ 615.268.-
- Fittings	$ 255.504.-
- Ventiladores y transmisión	$ 1.505.319.-
- Motores eléctricos	$ 308.811.-
- Sistema eléctrico	$ 363.919.-
	$ 4.587.958.-
TOTAL	$ 6.468.498.-

5.1.3 Montaje $ 1.999.316.-

5.2 Costos de Operación

Como se mencionó anteriormente, el secador diseñado y construido por INFOR, se encuentra ocupando una superficie de terreno perteneciente al aserradero Vista Alegre en Valdivia, y está conectado a la red de alimentación de vapor generado por la caldera que alimenta los otros secadores que posee el aserradero, por lo cual no se tienen valores reales de todos los costos de operación de la cámara de secado.

Sin embargo, se entregan parámetros de referencia de estos costos, que son los siguientes :

5.2.1 Costos Eléctricos

Se presenta el detalle del consumo eléctrico en cada etapa del secado. Además, a través del tiempo total de secado y el consumo total, se determina un consumo medio para cada especie ensayada.

Cuadro N° 5 **CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA SEGUN ETAPA DE SECADO PARA ENSAYO DE PINO**

ETAPA SECADO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (h)	CONSUMO ENERGIA (kWh)
Calentamiento	Ambiente - 55	18,5	59,1
1ª Etapa Sec.	55 - 70	24,0	282,0
2ª Etapa Sec.	70	61,0	553,7
3ª Etapa Sec.	70 - Ambiente	--	69,7
Total Consumo (kWh): 964,5			

Si se considera que el tiempo total de secado fue de 103.5 horas, se puede estimar el consumo de energía por hora de secado para disminuir el contenido de humedad, desde 137,2 % hasta 11,7 %, en 9,32 kW.

Cuadro N° 6 **CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA SEGUN ETAPA DE SECADO PARA ENSAYO DE COIGUE**

ETAPA SECADO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (h)	CONSUMO ENERGIA (kWh)
Calentamiento	Ambiente - 45	8,0	67,6
1ª Etapa Sec.	43 - 45	48,0	449,5
2ª Etapa Sec.	45 - 49	103,2	928,5
3ª Etapa Sec.	49 - 54	75,5	679,5
4ª Etapa Sec.	54 - 56	47,0	423,0
5ª Etapa Sec.	56 - 60	197,0	1746,4
Enfriamiento	60 - Ambiente	---	78,0
Total Consumo (kWh) : 4372,5			

Si se considera que el tiempo total de secado fue de 479 horas, se puede estimar un consumo de energía por hora de secado para disminuir el contenido de humedad, desde 73,5% hasta 10,3% en 9,13 kW.

INFOR

Cuadro N° 7 **CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA SEGUN ETAPA DE SECADO PARA ENSAYO DE ROBLE**

ETAPA SECADO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (h)	CONSUMO ENERGIA (kWh)
Calentamiento	Ambiente - 48	08	145,8
Verde	48 - 50	12	293,4
>= 50 %	50 - 49	24	217,5
>= 40 %	50 - 54	72	524,5
>= 30 %	50 - 54	48	451,9
>= 20 %	50 - 54	06	102,4
Enfriamiento	54 - Ambiente	--	4,2
Total consumo (kWh) : 1739,7			

Si se considera que el tiempo total de secado fue de 170 horas, se puede estimar un consumo de energía por hora de secado para disminuir el contenido de humedad, desde 79,6% hasta 20,0% en 10,23 kW.

5.2.2 Depreciación

La depreciación de los diferentes elementos y equipos que constituyen la unidad de secado se ha considerado lineal, con un valor residual de 15% (Cuadro N° 8).

Cuadro N° 8 **COSTOS DE DEPRECIACION**

ITEM	VIDA UTIL (año)	INVERSION ($)	DEPRECIACION ANUAL ($/año)	DEPRECIACION MENSUAL ($/mes)
Obras civiles	8	1.880.540	199.807	16.650
Partes mecánicas	15	4.587.958	259.984	21.665
TOTAL			459.791	38.315

INFOR

5.2.3 Mano de Obra

Para la operación de la cámara de secado, se requiere de caldereros y cargadores. Así los costos por concepto de mano de obra son variables, dependiente del tiempo de utilización del secador y el número de cargas secadas.

a) Caldereros

Los caldereros (cuatro) trabajan en tres turnos y atienden simultáneamente 3 secadores.

Su costo estimado para el secador, esta dado por un tercio del costo total que tienen los cuatro caldereros, en función del tiempo mensual de funcionamiento efectivos del secador.

b) Cargadores

Los cargadores trabajan en un turno y son 2 trabajadores que cargan y descargan las lingas tomando cada una de estas etapas, un turno completo.

Su costo estimado para el secador, está dado por un turno de carga y un turno de descarga con 2 trabajadores, por cada carga secada.

5.2.4 Mantención

Para la mantención de la unidad de secado se ha considerado un costo equivalente al 60% del valor de la depreciación, lo que implica un valor de $ 22.989/mes.

INFOR

5.2.5 Combustible para Calefacción

El consumo de combustible para la caldera propuesta es en base a aserrín y a despuntes, a los cuales no se les asigna un valor comercial.

Cuadro N° 9 **RESUMEN DE LOS COSTOS DE OPERACION**

ITEM	REQUERIMIENTO	COSTO (UF/mes)
Consumo eléctrico medio (1)	9,56 kW	9,4
Depreciación (2)	-	3,8
Mano de obra (3)	Cargadores y caldereros	27,1
Mantención (4)	-	2,3
Costo secado (5)	15 m^3/carga	0,63 UF/m^3
Combustible (6)	Subproductos	-

(1) Consumo promedio para los 3 ensayos
(2) Obras civiles y partes mecánicas
(3) Promedio de 3 ensayos realizados
(4) 60% de la depreciación
(5) Costo secado de pino en 100 h
(6) Corteza, aserrín y despuntes.

6. CONCLUSIONES

Los antecedentes presentados en el presente informe respecto de la disponibilidad futura de maderas para la Industria del Aserrío y la relación existente entre el secado de maderas y la obtención de un mayor valor agregado de los productos, realzan la importancia que tiene el presente estudio para la pequeña y mediana empresa del aserrío, como una vía posible de solución de uno de los grandes problemas que enfrenta actualmente este sector.

De acuerdo a los antecedentes técnicos, económicos y de mercado, se decide la fabricación de un secador convencional con las siguientes características :

- Tipo de secador: Convencional.
- Costo total: $ 8.467.814 (8,5 millones).
- Capacidad nominal: 25 m^3
- Ventilación: 4 ventiladores laterales.
- Material: Pino insigne impregnado, aislapol 50 mm, paneles de pino impregnado, permanit 8 mm.
- Calefacción: Vapor a 3,5 kg/cm^2.

El desarrollo del estudio aporta importantes antecedentes de diseño, instalación, montaje y costos, que permiten ponderar la opción de construir cámaras de secado propias, de bajo costo de fácil fabricación que además permiten ser ampliadas en su capacidad.

Respecto a la evaluación técnica del secador, los ensayos realizados no permiten calificar la calidad de los programa de

INFOR

secado aplicados, sin embargo entregan antecedentes importantes para otros estudios en cuanto a los resultados obtenidos.

La evaluación técnica arrojó como resultado, los tiempos de secado que se presentan en el Cuadro N° 10.

Cuadro N° 10 **TIEMPOS DE SECADO PARA LAS ESPECIES ENSAYADAS**

ESPECIE	TIEMPO DE SECADO (h)	CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL (%)
Pino	103,5	137,0	12,0
Coigüe	479,0	73,5	10,3
Roble	170,0	79,6	20,0

En cuanto a la ponderación de la calidad del secado de acuerdo a los defectos generados se tiene que:

La calidad final del secado fue adecuada para pino y roble.
La calidad final del secado fue inadecuada para coigüe.

En este último caso es de gran importancia notar que:

- El sistema de tensores para el cargado de la madera durante el secado fue deficiente debido a que no se logró mantener a la madera bajo una carga constante y de la magnitud requerida. Esto no significa que el método sea deficiente. Por el contrario, ofrece una buena alternativa para aumentar la capacidad de las cámaras de secado con una aplicación adecuada.

INFOR

- El sistema de ventilas presenta dos problemas principales que inciden directamente sobre los defectos generados en el secado de coigüe :

  a) Mal ajuste de la tapa de las ventilas a la sección, no cierran en forma suficientemente hermética. Esto provoca una caída en la temperatura de bulbo húmedo, lo que significa que no se alcanzan las condiciones psicrométricas adecuadas estipuladas en el programa de secado. Además, debido al mal ajuste, se producen fugas de vapor por lo cual no se alcanza la humedad relativa requerida durante la etapa de vaporizado.

  b) Inadecuado sistema de guías y palancas para el manejo de las ventilas. Se detectó un desfase en la posición de una de las ventilas de evacuación de aire húmedo respecto a las otras tres, correspondiente a 90°. Esto sugiere que una de las ventilas estaría en funcionamiento inverso con respecto a las otras tres, lo que acrecentaría el problema de falta de cierre hermético de las tapas de las ventilas, impidiendo lograr las condiciones psicrométricas requeridas según el programa aplicado.

- El secado de coigüe requiere de una etapa de reacondicionado con vapor saturado a alta temperatura para reducir los defectos del secado. Las características técnicas del secador no permiten aplicar esta etapa del programa de secado que es fundamental para la recuperación del colapso y liberación de tensiones del secado. Una alternativa

INFOR

propuesta sería la de reacondicionar la madera en una cámara diseñada especialmente para este fin. Esto sin embargo implica un aumento del tiempo de secado debido a la manipulación de la madera desde una cámara a la otra.

El consumo eléctrico medio por hora de secado para las tres especies ensayadas fue de 9,56 kW. El consumo eléctrico estará dado por el tiempo de secado y el consumo medio.

Los costos de operación permiten ofrecer un servicio de secado con costos dentro de los valores de mercado en función del tiempo de secado, dado por el programa a aplicar para cada especie.

El deterioro presentado por la cámara de secado en cuanto a : corrosión, ruptura de las puertas, paredes interiores, mal funcionamiento de las ventilas, deterioro de bisagras y perforaciones de las separación de los ventiladores para el tensado de las lingas, denota la nula capacitación del personal encargado del funcionamiento del secador. Esto último realza la importancia del proyecto desarrollado, por la posibilidad de ofrecer cursos de capacitación de secado a personal sin el conocimiento técnico adecuado.

Por último debe mencionarse que el presente estudio corresponde a una primera etapa en la búsqueda de un perfeccionamiento del diseño y fabricación de cámaras de secado de bajo costo, como una alternativa de inversión para los productores de la pequeña y media industria del aserrío. Las líneas de investigación que resultan de interés a la luz de los resultados del presente estudio son :

Capacitación del personal que debe manejar los secadores, para hacer un correcto uso de los mismos en base al conocimiento de

INFOR

la teoría del secado y de las variables involucradas en el proceso.

Optimización del funcionamiento de cada unidad de construir, mediante ajuste de los parámetros involucrados en el proceso.

7. BIBLIOGRAFIA

Alvarez, H.; Fernández, K.I, 1992. Fundamentos Teóricos del Secado de la Madera. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, INIA, Madrid, España N° 82, 193 p.

Ananías A.R.; 1992. Nociones Básicas de Teoría del Secado de la Madera. Apuntes de clases Universidad del Bío Bío.

Cerda, V.I; Olavarría U.J; Abalos R.M, 1992. El Sector Forestal en Chile. Logros y Desafíos. INFOR. Santiago, CHile, División Estudios Económicos, 166 p. Informe Técnico N° 129.

Cubillos, C.G; Retamal P. G; Gutiérrez, D.M, 1987. Secado por Deshumidificación de Especies Madereras de Interés Comercial. Parte I. Pino insigne, Coigüe, Tepa, Lenga. INFOR. Santiago, Chile, División Industrias, 111 p. Informe Técnico N° 100.

Culpepper, Larry, 1990. High Temperature Drying.

Gutiérrez, D.M, 1990. Secado de Pino Radiata en Chile. Alternativas. En Actas Seminario Uso de la Madera en la Construcción, INFOR, División Industrias, Concepción. pp 123-135.

INFOR, División Estudios Económicos, 1985. Directorio de Productores y Exportadores Forestales 1984, Santiago, Chile, Serie Informática N° 24.

INFOR, 1988. Diseño de un Secador de Maderas para la Zona de Aysén. Informe Técnico N°112. (No publicado).

INFOR

INFOR, 1988. Diseño de un Secador de Maderas para la Zona de Aysén. Informe Técnico N°112. (No publicado).

INFOR, División Industrias, 1990. Actas Seminario Uso de la Madera en la Construcción. Concepción 181 p.

INFOR, CIREN, Banco del Estado de Chile, 1991. Directorio Forestal, Santiago, Chile, 340 p.

Mancinelli, C.V., 1989. Metodología para la Evaluación de Secadores para Madera tipo Batch, Universidad del Bío Bío, Concepción, tesis.

Manual del Grupo Andino para el Secado de madera, 1989. Lima Perú, Junta de Acuerdo de Cartagena.

Neumann, Rodolfo, 1992. Criterios para Evaluar y seleccionar Secadores de Madera. Universidad de Concepción. Curso de actualización. (No publicado).

Olavarría U.J; Cerda V.I, 1991. La Industria del Aserrío 1990. (CENSO). Santiago, Chile, INFOR, División Estudios Económicos, 193 p. Boletín Estadístico N° 23.

Peredo, Miguel, 1990. Secado de Madera Nativa, Revista CORMA N° 212.

Sánchez, A.R.; Díaz H.J., 1991. Secado por Vacío : Alternativa Diferente para Madera Nativa, VII Reunión sobre Investigación

INFOR

y Desarrollo de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, pp. 289-301.

United States Departament of Agriculture, 1991. Dry Kiln Operators Manual, Agric. Handbook N° 188.

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 1990. Secado de Pino a Alta Temperatura.

INFOR

ANEXO N°1

FUENTES ENERGETICAS UTILIZADAS PARA EL CALENTAMIENTO DEL AIRE EN EL SECADO ARTIFICIAL A TEMPERATURAS NORMALES

INFOR

FUENTES DE CALOR PARA SECADORES

Vapor a baja presión : Según la clasificación americana el vapor de 15 psi o menos se denomina de baja presión. Este sistema es recomendado para secado a bajas temperaturas, especialmente de maderas latifoliadas. Sus principales ventajas son la facilidad de obtener humedades relativas altas, su fácil operación y la facilidad de diseño en los intercambiadores de calor. Sin embargo, sólo permite alcanzar aprox. 85°C en las mejores condiciones de aislamiento.

Vapor a mediana y alta presión : Es quizás el sistema más apropiado para la industria del secado de la madera. Se pueden conseguir temperaturas superiores a los 115°C con 150 psi de presión, pero también se puede trabajar a más bajas presiones según los requerimientos. Precisan de líneas de vapor y válvulas más pequeñas que las requeridas a bajas temperaturas, obteniéndose un calentamiento más rápido de las cámaras con un control menos complicado.

Agua caliente a baja presión : Es similar a los sistemas de baja presión en cuanto a manipulación, niveles de humedad y diseño de los radiadores. Se alcanzan temperaturas cercanas a 120°C con 50 psi de presión. Su instalación es más costosa que las calderas a vapor de baja presión, ya que se requieren tuberías de mayor diámetro, bombas para la circulación de agua y una mayor cantidad de superficies de calefacción (radiadores). En las cámaras sólo se alcanzan temperaturas hasta de 85 °C:

INFOR

Calentamiento directo con desperdicios de madera : El calentamiento directo con gases de humo provenientes de la combustión de desperdicios de madera o de carbón, no es recomendable en este caso, pues este sistema no permite un control eficaz de la temperatura y de la humedad relativa del aire dentro del secador y aumenta el peligro de daños de secado. Además, el hollín producido ensucia la madera en forma considerable y se depositan partículas de ceniza que tapan la superficie de las tablas a secar, demorando en consecuencia el secado.

Calefacción eléctrica : Generalmente resulta antieconómica la calefacción eléctrica directa o indirecta, dado los altos costos de la instalación eléctrica, armarios y transformadores, así como de la energía eléctrica.

Secadores con intercambiador de calor calentado con desperdicios de madera : Son comunes e indispensables en la industria maderera y funciona en forma similar a los sistemas de gas, con la diferencia que la materia prima es más asequible. La inversión inicial es relativamente alta, pero el funcionamiento es muy económico, considerando que el combustible resulta barato y está disponible en toda la industria maderera.

Calentamiento a base de aceite térmico : El calentamiento se hace con radiadores similares a los utilizados con vapor y con agua caliente. El aceite se calienta con desperdicios de madera como combustible. Se puede llegar hasta unos 180°C utilizando tubería de baja presión, puesto que este sistema permite temperaturas muy elevadas de hasta 220°C sin una sobrepresión dentro del sistema cerrado de calefacción. El flujo del

INFOR

aceite a la cámara se controla en forma similar al del agua caliente en un circuito cerrado. El vapor necesario para controlar la humedad relativa del aire se genera en intercambiadores calentados con el mismo aceite.Este sistema es muy útil en el secado a bajas temperaturas. Es ventajoso porque no es contaminante, puede ser controlado automáticamente al igual que los sistemas de vapor y no requiere personal especializado para su manejo.

ANEXO N°2

MEDICIONES DE VELOCIDADES DE AIRE

INFOR

1. RESUMEN

Se presentan los resultados de un trabajo de medición de velocidades de aire en una cámara de secado de madera. La cámara corresponde a una unidad de tipo convencional, sin marca identificable, de propiedad del Instituto Forestal, ubicada en Aserraderos Vista Alegre de Valdivia.

Las mediciones se efectuaron los días 12 y 14 de Mayo de 1993. Se explica el método utilizado, mediciones realizadas y pautas de medición.

2. METODO

2.1 Preparación Cámara

La cámara de secado posee una capacidad nominal de 25 m^3 y tiene las siguientes dimensiones generales: largo 7,30 m, ancho 3,24 m, alto 3,05 m.

Se procede a llenar las cámaras con cuatro castillos de las siguientes dimensiones.

- 2 Castillos de 3,63 x 1 m
- 1 Castillo de 3,07 x 1 m.
- 1 Castillo de 3,22 x 1 m.

Todos los castillos tienen una altura total de 48" y en ellos se utilizan separadores de 1" x 2" x 1 m. En el esquema de Figuras

INFOR

N° 1 y 2 se indica la ubicación relativa de los castillos en la cámara.

2.2 Puntos de Medición

En la figura anterior se indican los puntos de medición considerados en la toma de información.

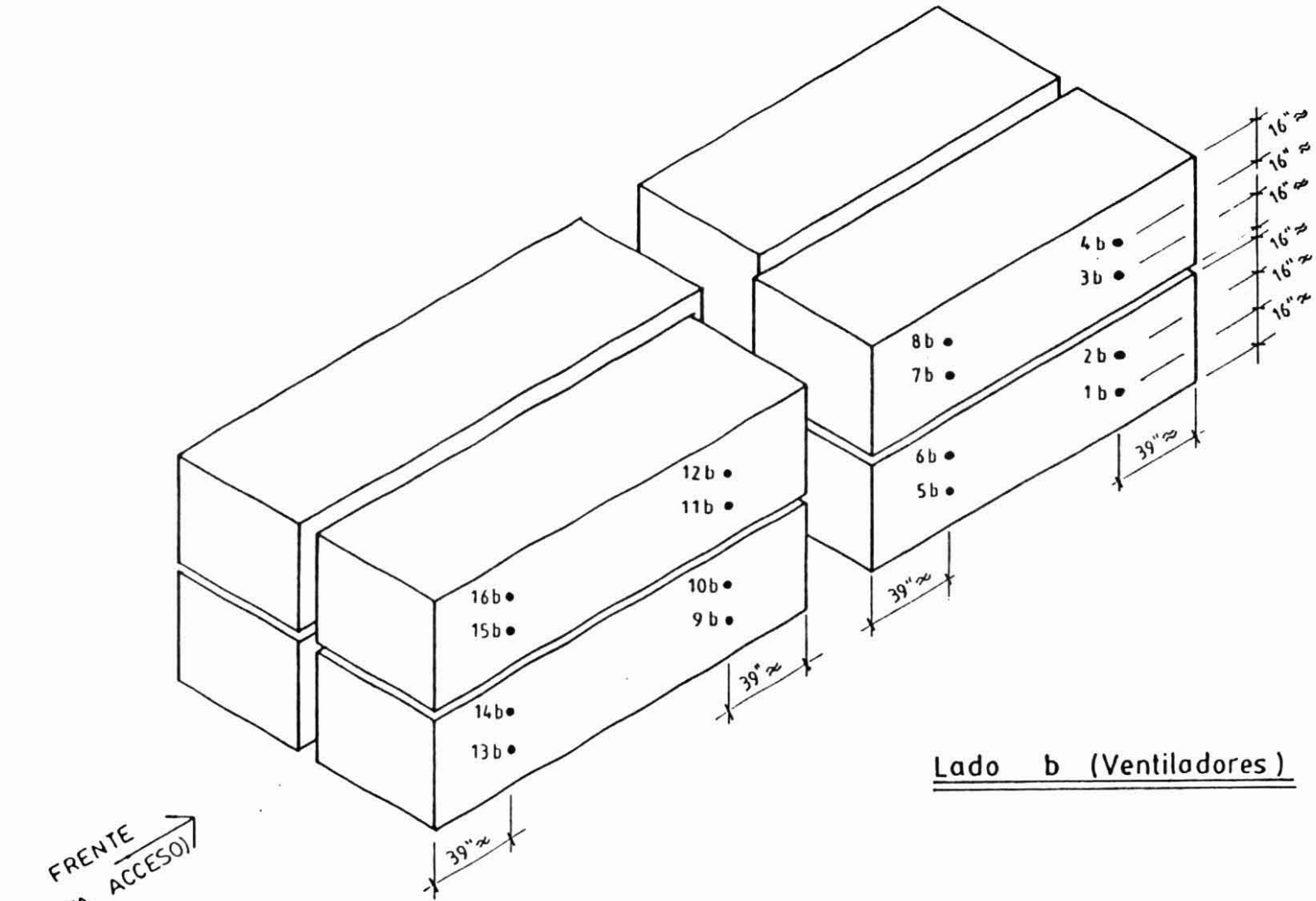
2.3 Mediciones

Se efectuaron mediciones bajo dos condiciones, sin perjuicio de otras mediciones exploratorias que no se informan :

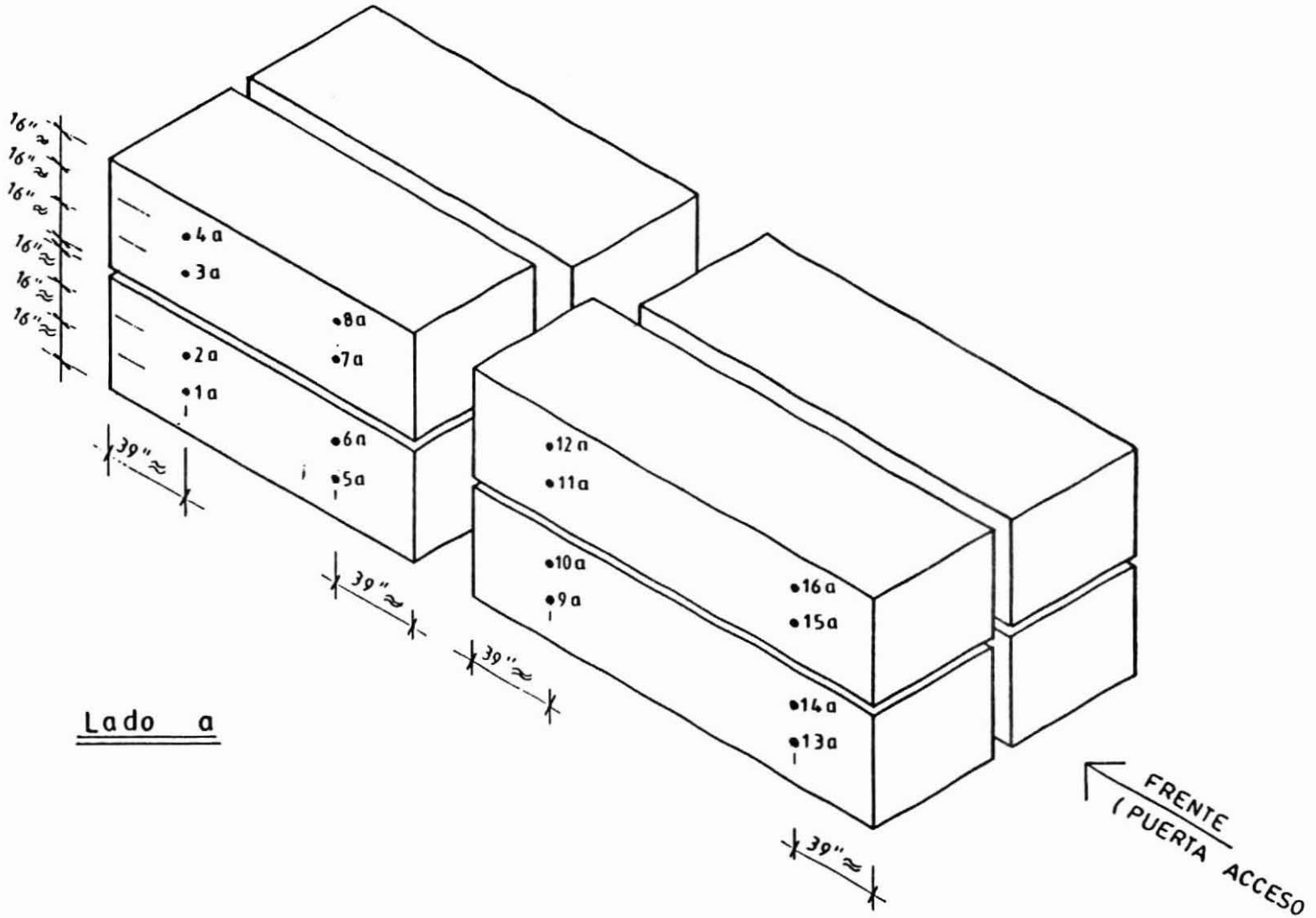
Condición N° 1: Medición sin deflectores

Condición N° 2: Medición con deflectores centrales y con espacios libres cubiertos (parte inferior, superior y parte intermedia de los castillos).

INFOR



Lado b (Ventiladores)


16" ≈
16" ≈
16" ≈
16" ≈
16" ≈
16" ≈
4a
3a
8a
2a
7a
1a
6a
5a
12a
11a
10a
9a
16a
15a
14a
13a
39" ≈
39" ≈
39" ≈
39" ≈
Lado a
FRENTE
(PUERTA ACCESO

La temperatura del aire en las cámaras durante las mediciones fue la ambiental, sin funcionamiento del sistema de provisión de calor.

Las mediciones se efectuaron en forma puntual en los lugares indicados bajo condiciones supuestas de régimen.

2.4 Instrumentación

Para los propósitos de las mediciones, se utilizó un instrumento termoanemómetro marca TSI modelo 150, con las siguientes escalas.

Rango escala baja : 0-3,0 m/s, 0,1 m/s precisión
Rango escala media : 2,5-12 m/s, 05 m/s precisión
Rango escala alta : 10-30 m/s, 05 m/s precisión

3. RESULTADOS

A continuación se resumen los resultados obtenidos, las letras y otras indicaciones se refieren a las Figuras N° 1 y 2.

1.- **Medición de velocidades sin colocar deflectores lado "b" (lado ventiladores).**

Punto - velocidad m/s

1b = 5,0 m/s 5b = 3,2 m/s 9b = 10,0 m/s 13b = 7,5 m/s

2b = 6,2 m/s 6b = 4,0 m/s 10b = 3,5 m/s 14b = 10 m/s

3b = 2,2 m/s 7b = 2,2 m/s 11b = 1,2 m/s 15b = 1,4 m/s

4b = 1,5 m/s 8b = 1,2 m/s 12b = 0,7 m/s 16b = 0,8 m/s

1a = 1,0 m/s 5a = 0,3 m/s 9a = 0,4 m/s 13a = 0,8 m/s

2a = 0,5 m/s 6a = 0.9 m/s 10a = 0,3 m/s 14a = 0,3 m/s

3a = 0,8 m/s 7a = 0,7 m/s 11a = 0,7 m/s 15a = 0,65 m/s

4a = 0,8 m/s 8a = 0,8 m/s 12a = 0,6 m/s 16a = 0,5 m/s

2.- **Medición de velocidades con deflectores centrales y cubriendo espacios libres (parte inferior, superior y separación intermedia de los castillos).**

Los deflectores construidos en forma provisoria en facilplac de 4mm.

Lado "b": (Esta medición se realizó solamente en los castillos superiores, debido a la imposibilidad de acceder a la parte inferior por la proximidad de los ventiladores).

Punto - velocidad m/s

3b = 5,2 m/s 7b = 4,6 m/s 11b = 4,4 m/s 15b = 4,2 m/s

4b = 4,8 m/s 8b = 4,4 m/s 12b = 4,6 m/s 16b = 4,4 m/s

3.- Medición de velocidades deflectores centrales y cubriendo espacios libres (parte inferior, superior y separación intermedia entre los castillos).

Lado "a" :

Punto - velocidad m/s

1a = 3,0 m/s 5a = 2,5 m/s 9a = 2,4 m/s 13a = 1,2 m/s

2a = 2,2 m/s 6a = 2,2 m/s 10a = 2,1 m/s 14a = 1,2 m/s

3a = 2,0 m/s 7a = 1,7 m/s 11a = 2,5 m/s 15a = 2,0 m/s

4a = 3,0 m/s 8a = 3,2 m/s 12a = 3,0 m/s 16a = 2,5 m/s

INFOR

ANEXO N° 3

COSTOS SECADOR INFOR

INFOR

COSTOS SECADOR

1. SECADOR DE 25 m³ CORFO - INFOR

VALORIZACION DE MATERIALES A NOVIEMBRE 1992
OBRAS CIVILES

ITEM	PRECIO ($)
1. FUNDACIONES	
1.1 Moldajes (13 m²)	
25" Pino (tapas 3/4" x 4")	3.726
1.2 Hormigón cimientos y sobrecimientos (4 m³)	
05 m³ ripio	22.324
18 bolsas de cemento	33.754
2. RADIER INTERIOR (94 m³)	
08 m³ ripio	31.254
01 m³ gravilla	8.019
26 bolsas de cemento	48.755
60 Kg fe ó 8 mm	18.748
32 m² polietileno 150 13,3 Kg)	11.666
3. TABIQUERIAS (60 m²)	
82 piezas pino impregnado 2" x 4"	
31 piezas pino impregnado 2" x 3"	
13 piezas pino impregnado 1" x 4"	
(89,4")	158.345
4. ESTRUCTURA DE CIELO (30.5 m²)	
40 piezas pino impregnado 2" x 4" (32")	56.678
5. ESTRUCTURA DE TECHUMBRE	
12 piezas pino impregnado (2" x 5" x 2.7)	
05 piezas pino impregnado (1" x 8" x 2.7)	
15 piezas pino impregnado (1" x 5") (20.3")	35.955
6. CUBIERTA (36 m²)	
19 piezas pino impregnado (2" x 4") (12.8")	22.671
19 lanchas techo ondulado (04 x 2.1/2 m)	83.652
03 paquetes de clavos de techo	3.615
7. REVESTIMIENTO EXTERIOR (85 m²)	
03 rollos bituminado 15 lbs	24.678
220 piezas RH 12 impregnado (132")	288.057

ITEM	PRECIO ($)
8. REVESTIMIENTO INTERIOR (100 m²)	
120 m² polietileno 150 (48 kg)	42.424
27 planchas permanit 8 mm	253.452
14 gruesas tornillos 1" x 8"	6.606
9. PUERTAS	
12 piezas pino impregnado (2" x 4")	
04 piezas pino impregnado (2" x 3")	
04 piezas pino impregnado (1" x 4") (13.6")	24.088
10. AISLACION TERMICA	
100 m² aislapol 50 mm	64.260
11. SELLADO INTERIOR	
04 tubos de silicona	6.581
12. PINTURAS (185 m²)	
02 galones aceite AS1730	4.481
06 galones óleo sintético AS45	22.138
04 galones impermeabilizante AS86-5	16.019
06 galones óleo sintético AS42	22.764
02 brochas 3"	1.769
02 brochas 4"	2.561
20 pliegos lija Nº 1	632
09 litros aguarrás mineral	4.808
13. HOJALATERIA	
02 planchas fe galvanizado liso Nº 26 1x2 m	9.389
14. MATERIALES VARIOS	
12 kg clavos 2"	4.346
02 kg clavos 2.1/2"	708
30 kg clavos 4"	101.139
40 pernos 3/8" x 5"	3.469
40 pernos 3/8" x 7"	6.122
05 pares alcayatas	9.067
04 picaportes	2.627
VALOR NETO	1.461.347
VALOR TOTAL IVA INCLUIDO	1.724.389

INFOR

2. SECADOR DE 25 m³ INFOR - CORFO

VALORIZACION DE MATERIALES
PARTE MECANICA

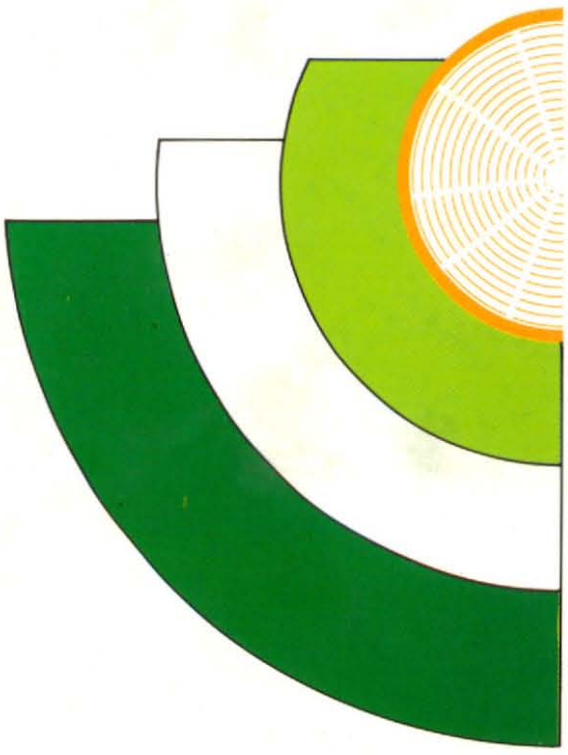
CANTIDAD	DETALLE	PRECIO ($)
16	Abrazaderas para cable 3/16	1.369
27	Bolsas de cemento	56.669
1	Brushing galvanizado 1.1/2" x 1"	433
1	Brushing galvanizado 1.1/2" x 3/4"	356
1	Brushing galvanizado 1.1/2" x 1/2"	343
2	Brushing 1.1/2" x 1/4"	676
6	Brocas HSS 4 mm	1.313
1	Broche cóndor 5/16 x 2"	293
8	Codos 90 soldar SCH 40 2"	7.816
3	Codos 90 soldar SCH 40 2"	3.344
9	Codos 90 soldar SCH 40 1.1/2"	8.208
4	Codos 90 soldar SCH 40 1"	2.686
1	Codo 90 soldar SCH 40 40 1"	788
14	Codos 90 soldar SCH 40 3/4"	10.436
5	Codos 90 soldar SCH 40 1/2"	3.773
1	Copla reducción soldar 2" - 1"	1.596
2	Coplas reducción soldar 1" - 3/4"	2.280
2	Coplas reducción soldar 3/4" - 1/2"	1.824
8	Correas B-73	23.421
8	Descansos SKF SNH 510 - 608	110.634
2	Discos corte Nº 3209	1.937
10	Discos de corte 7"	6.783
1	Disco desbaste 7"	1.151
4	Ejes acero SAE1045 o 45 x 980 mm c/chavetero	263.349
1	Filtro vapor 1" PN - 6 Fe Inox.	4.459
4	Flancheres soldar 2"	11.947
4	Flancheres soldar 1"	7.296
6	Flancheres DIN 1"	20.977
1	Galón anticorrosivo e/gris verdoso	2.741
1	Galón color kote aluminio	5.736
4	Guardamotor SURSUM, 6 amperes	68.395
1	Huincha aisladora 3 m Nº 23	1.536
1	Huincha aisladora Nº 265123	895
74.7	Kg de ángulo 30 x 30 x 5	21.715
133	Kg plancha A3724 ES 8 mm (2 x 1 m)	36.540
5	Kg klingerit 1/8"	8037
25	Kg soldadura 6010 1/8"	22.154
25	Kg soldadura 7018 1/8"	25.194
1	Kg soldadura estaño en barras	348
0.5	Kg soldadura Nº 328	458
20	Kg platina 38 x 5	6.703
1	Litro diluyente piroxilina	52

INFOR

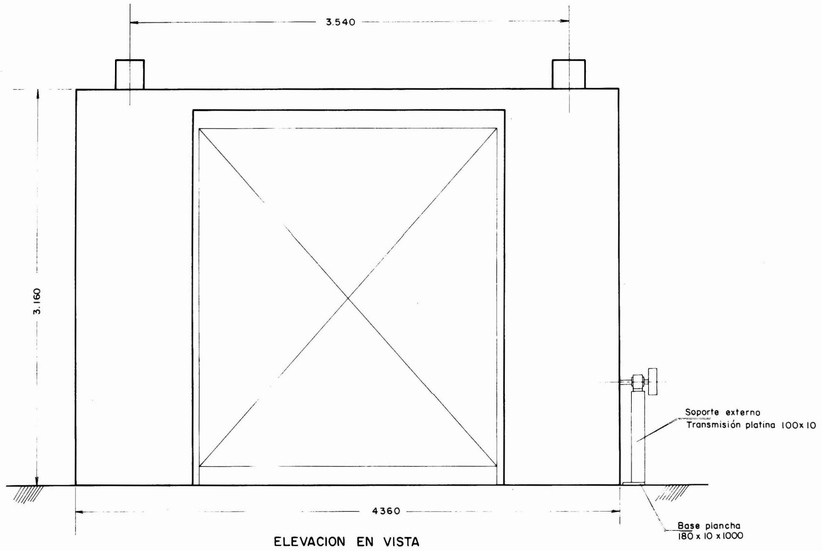
CANTIDAD	DETALLE	PRECIO ($)
1	Pintura anticorrosiva gris verdosa (lt)	831
2	Color colorkote aluminio (lt)	3.192
4	Luces piloto Pbx Roja	5.604
1	Manómetro 0 - 200 lb esfera 2.1/2"	5.130
1	Manómetro 0 - 100 lb esfera 2.1/2"	5.130
1	Medidor act. 10/40A 41235036 - 90	97.907
84	Cañer=a c/aletas, h-12 mm e=1.5 mm, vp=3 (m)	425.410
14	Amarra plástica p/cables 120 mm, negro (m)	144
100	Alambre eléctrico NYSA Rojo, 6 mm (m)	27.246
50	Alambre eléctrico NYSA № 6 (m)	12.654
50	Alambre eléctrico NYSA Blanco 2,5 mm (m)	6.498
200	Alambre TAHN № 14 (m)	15.732
5	Cable p/veh=culo № 18 Rojo (m)	410
25	Cable acero 3/16 (m)	8.135
4	Spaguetti 4 mm (m)	543
2	Hilo 1/2"(m)	1.351
0.5	Riel DIN (m)	531
4	Motores VEM trifásico 3 HP, 1350 r.p.m.	236.408
2	Niples negro 1.1/2"	2.098
1	Niple negro 1"	747
4	Perforaciones polea	19.083
8	Pernos 1/2" x 2"/nc. grado 2	912
8	Pernos 5/8" x 2 1/2" NC	1.660
24	Pernos hexagonales 1/2" x 2.1/2"	1.865
16	Pernos M 10 x 50 c/tuercas y golilla	2.210
8	Piezas complement. descansos TSNA 510 - 6	15.792
8	Piezas complement. descansos 1210 EKTN9	74.631
8	Piezas complement. descansos H210	34.428
1	Plancha galvanizada lisa 1000 x 3000 x 04	4.758
5	Planchas galv. lisa 1000 x 3000 x 0.5	23.370
5	Planchas internit 5 mm	28.600
1	Punta hilo 1 1/2" x 4"	1.441
5	Puntas hilo 1 1/2" x 3"	6.756
3	Punta hilo 1.1/2" x 6"	5.434
2	Puntas hilo 1" x 3"	1.754
2	Puntas hilo 1" x 3"	2.027
2	Puntas hilo 1" x 4"	2.280
5	Puntas hilo 1" acero SCH 40 negro NPT	4.560
7	Puntas hilo 3/4" acero SCH 40 negro NPT	5.880
3	Puntas hilo 3/2" x 6"	3.270
5	Puntas hilo 1/2" x 4"	3.378
2	Puntas hilo 1/4" x 4"	1.496
2	Reducciones soldar 1 1/2" - 1" SCH 40	1.938
500	Remaches pop 4 x 8	2.793
3	Regletas 04410	3.187
1	Regleta 6 mm	365
12	Rollos teflón chesterton 1/2"	30.643

INFOR

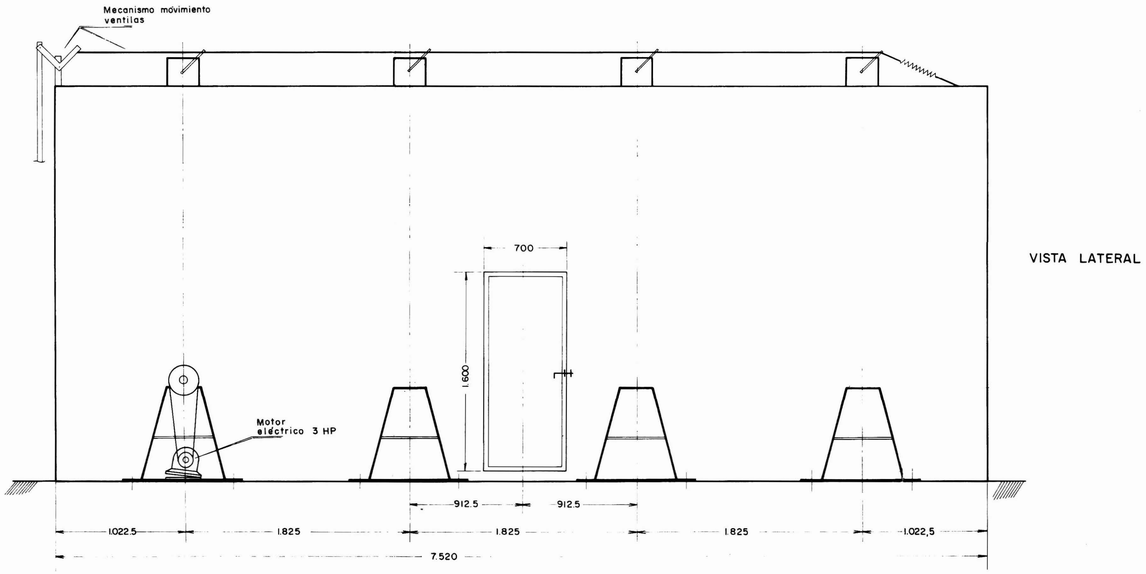
CANTIDAD	DETALLE	PRECIO ($)
14	Roscalata 3/4" x 8"	64
2	Sifones 1/2" para manómetro	5.928
1	Tablero eléctrico LARSEN 600 x 500	30.524
1	Tee SCH 40 1.1/2" soldar	1.778
2	Tee SCH 40 3/4" soldar	2.522
3	Tee SCH 40 3/4"	4.822
2	Tee SCH 40 1/2" soldar	1.562
1	Tee SCH 40 1/4" soldar	781
4	Tiras perfil U 100 x 50 x 5	53.977
2	Tiras tuber=a ASTM A53, Fe negro 3"	47.762
1	Tira tuber=a ASTM A53, Fe negro 2"	10.693
9	Tiras tuber=a ASTM SCH 40, Fe negro 2"	125.905
2	Tiras tuber=a ASTM A53, Fe negro 1.1/2"	15.570
6.5	Tiras tuber=a ASTM SCH 40, Fe negro 1.1/2	66.146
14	Tiras tuber=a ASTM A53, Fe negro 1.1/4	99.312
2	Tiras tuber=a ASTM A53, Fe negro 1"	9.776
3	Tiras tuber=a ASTM SCH 40, Fe negro 3/4"	20.347
3	Tuber=as ASTM A53, Fe negro 3/4"	10.678
1	Tiras tuber=a ASTM A53, Fe negro 1/2"	2.499
6	Tiras perfil 50 x 50 x 3	74.713
3	Tiras tubo conduit PVC 1"	1.842
2	Trampas termodinámica 3/4"	19.090
1	Trampa termodinámica 1/2"	8.208
1	Trampa termodinámica SARCO 1/2"	31.350
6	Turbos silicona alta temperatura PERMATEX	15.512
60	Tuercas 1/2" NC	2.027
1	Unión americana negra 1"	3.629
1	Unión americana 1"	4.391
6	Unión americana negra 3/4"	15.174
2	Unión americana negra 1/2"	3.981
1	Válvula reg. presión 1" CASHCO 100 - 25 psi	261.516
2	Válvulas SBUER 1/4" lb. de bola	3.192
1	Válvula bola 1/2" para manómetro	1.454
1	Válvula bola 1/4"	1.322
1	Válvula globo 2"	25.627
2	Válvulas globo 1.1/2"	1.634
1	Válvula globo 1"	16.845
1	Válvula globo 1"	10.740
1	Válvula globo con flanche 1"	24.976
4	Válvulas globo 3/4"	30.752
1	Válvula globo 3/4"	10.393
4	Válvulas globo 1/2"	23.918
4	Ventiladores rever, 0 100 mm 12 aspas	581.081
	VALOR NETO	3.580.886
	VALOR TOTAL IVA INCLUIDO	4.225.445



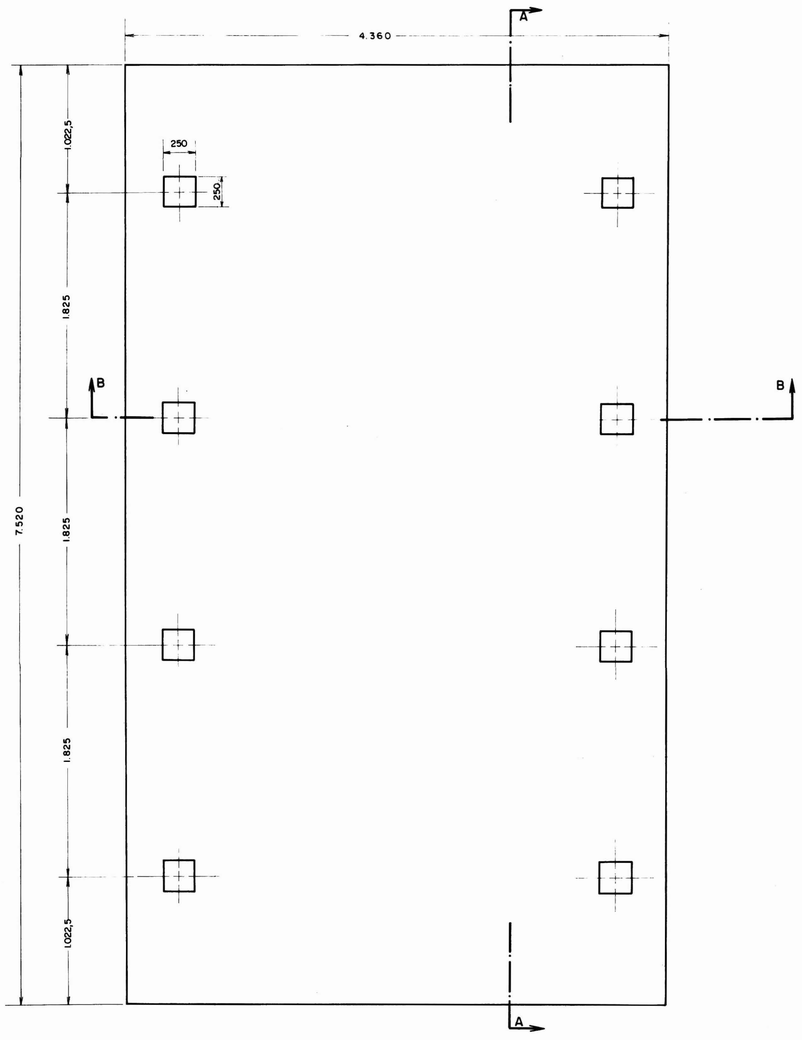
instituto forestal



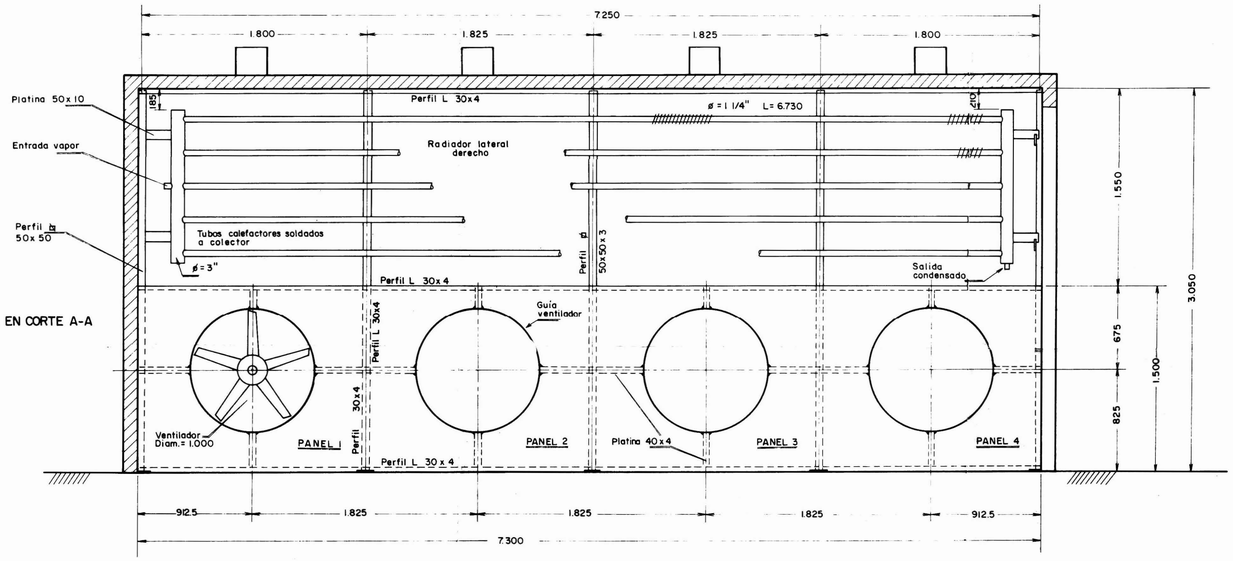
ELEVACION EN VISTA



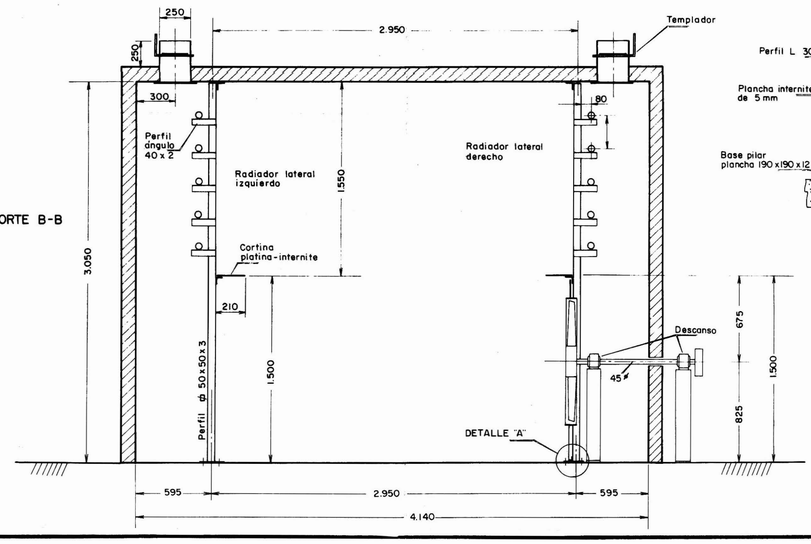
VISTA LATERAL



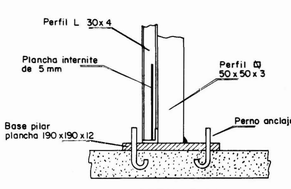
VISTA EN PLANTA



VISTA EN CORTE A-A



VISTA EN CORTE B-B



DETALLE "A"
Escala 1:5

RESUMEN MATERIALES

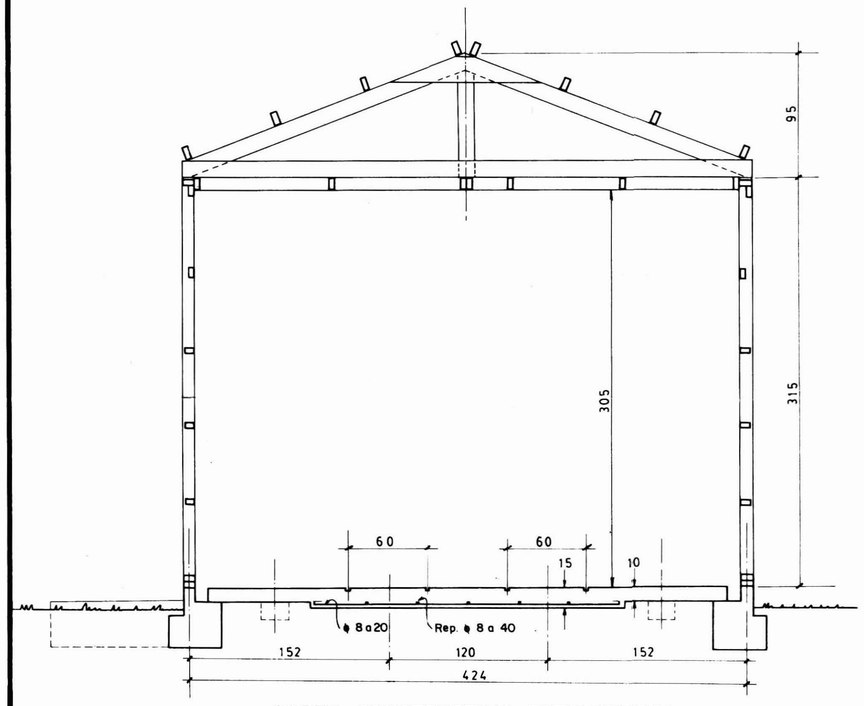
ITEM Nº	IDENTIFICACION	CANTIDAD
1	Perfil ⊓ 50 x 50 x 3	3 tiras
2	Fierro ángulo 30 x 4	6 "
3	Platina 40 x 4	1 "
4	Base plancha 190x190x12	5 unidades
5	Perno con tuerca 5/8" x 180	20 "
6	Plancha internite de 5 mm	16 m2
7	Perno fijación internite	130 unidad.

SECADOR DE 25m³ INFOR - CORFO

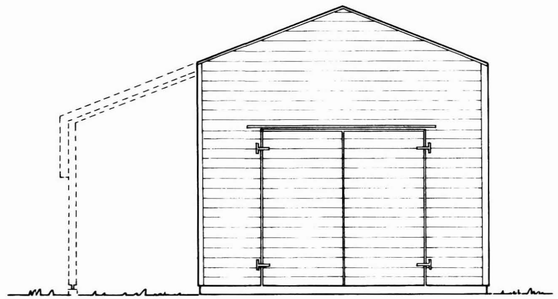
VISTA GENERAL PARTE MECANICA - DISTRIBUCION

	Fecha	Escala	Plano Nº
PROPIEDAD CORFO	Julio 1990	1:20 1:5	1

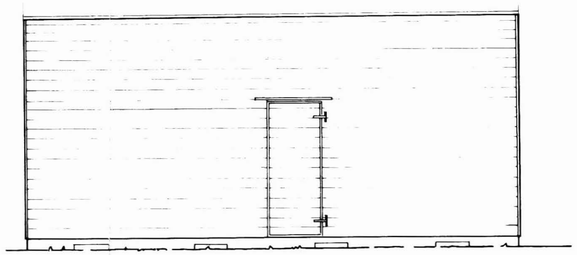
Inf. Tec. 133 c 2



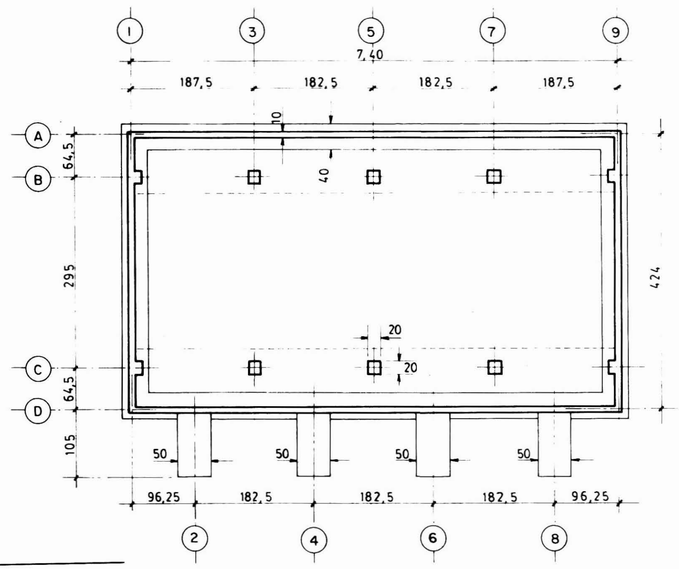
CORTE CONSTRUCTIVO ESTRUCTURAL



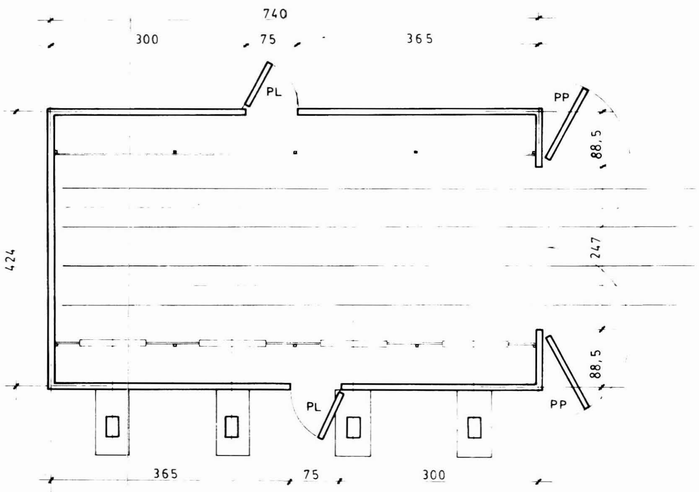
FACHADA FRONTAL



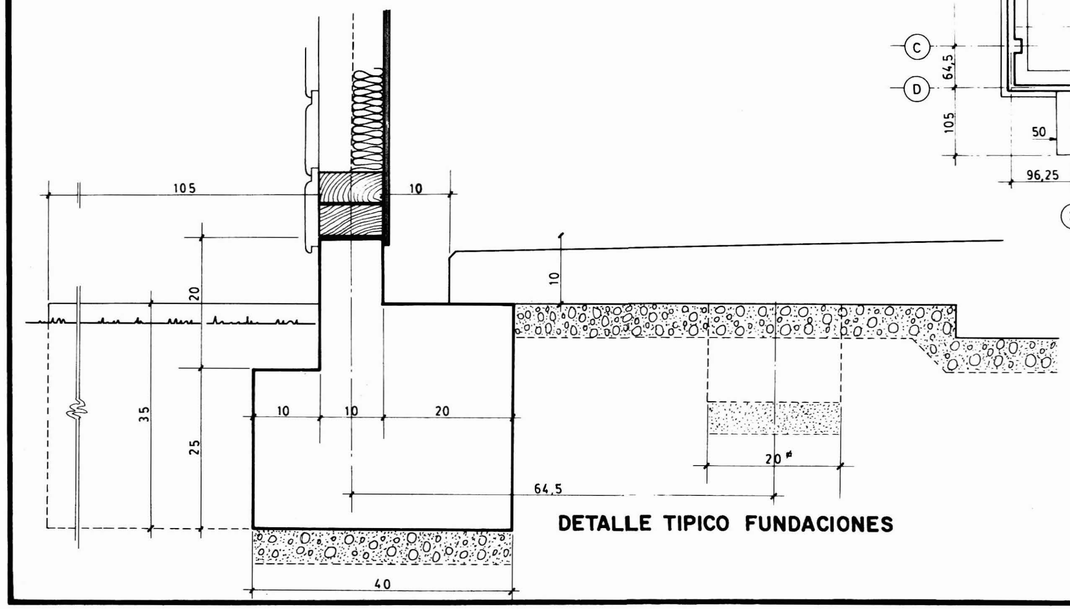
FACHADA LATERAL



PLANTA FUNDACIONES



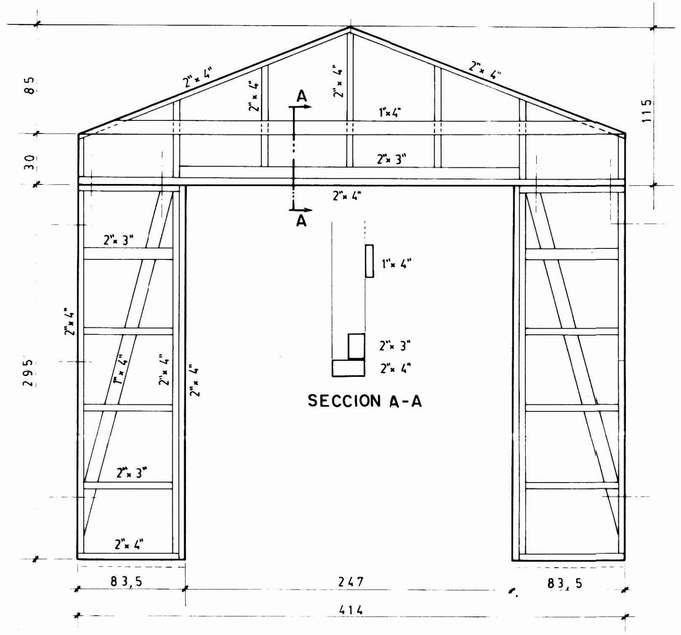
PLANTA



DETALLE TIPICO FUNDACIONES

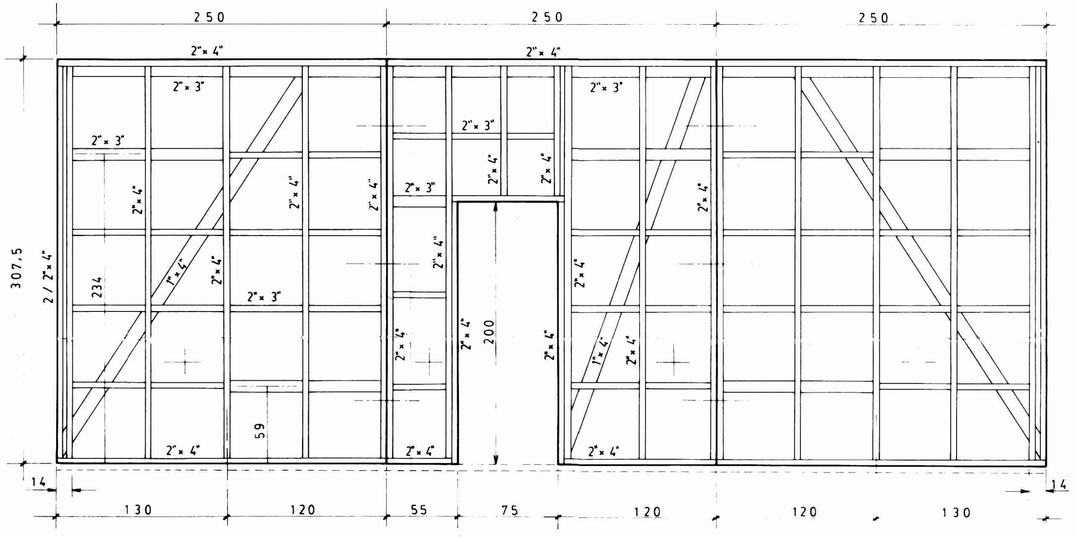
SECADOR DE 25 m³ INFOR-CORFO		
PLANO DE ESTRUCTURA, TABIQUERIAS Y CIELO		
Escalas 1:25 y 1:5	Julio 1990	LAMINA Nº 1 (2)
PROPIEDAD CORFO 2		

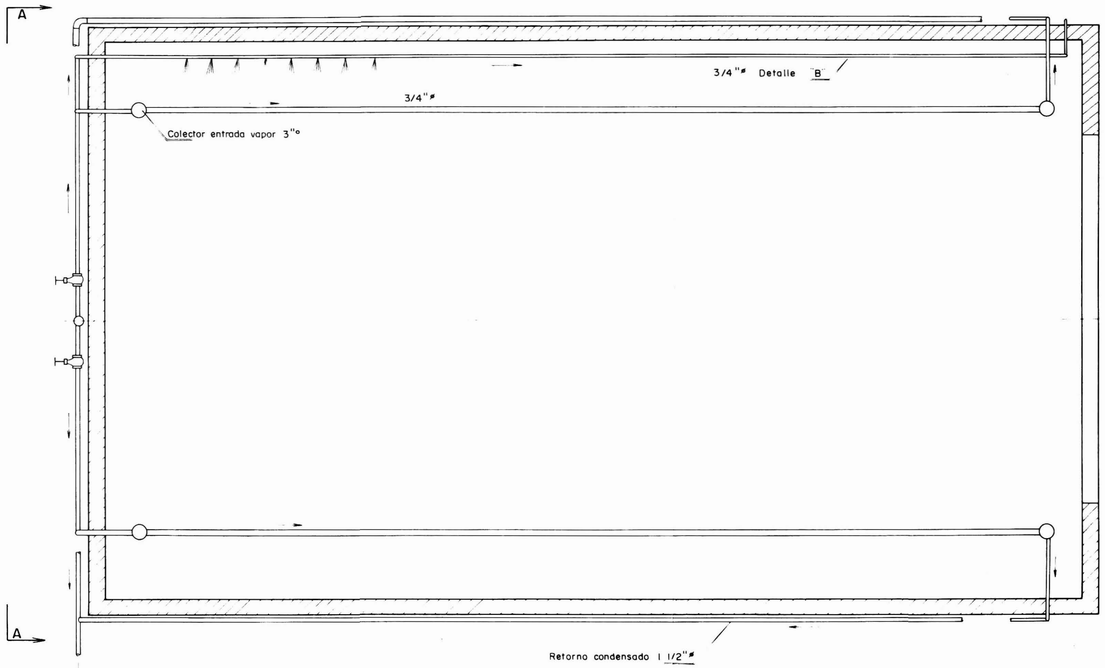
Inf. Tec 133 c.2



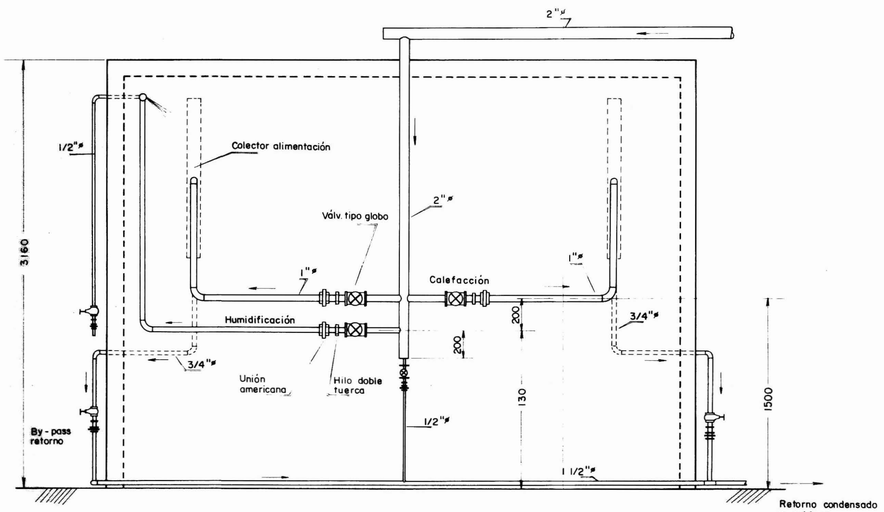
SECCION A-A

TABIQUE FRONTAL (ES UNO)

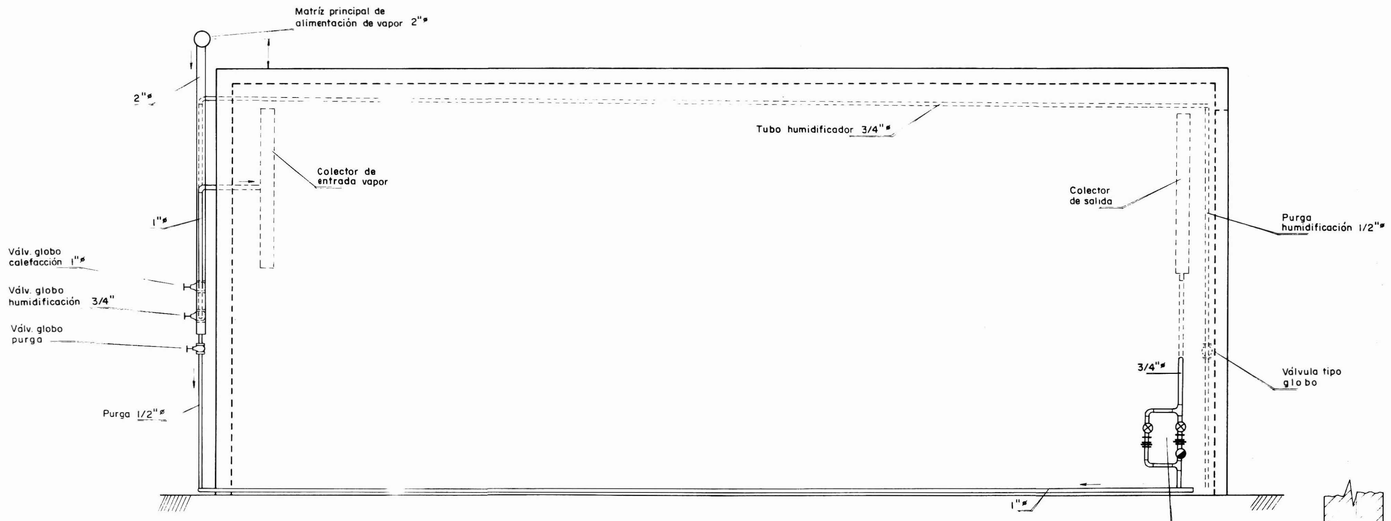

250
250
250
2"× 4"
2"× 4"
2"× 3"
2"× 3"
2"× 4"
2"× 3"
2"× 4"
2"× 4"
2"× 4"
2"× 4



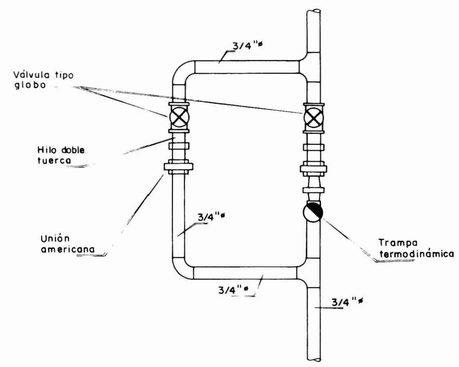
VISTA PLANTA EN CORTE



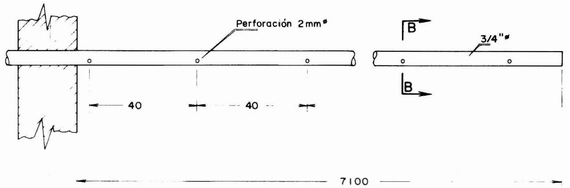
VISTA A-A
SISTEMA DE CONTROL MANUAL
Y RETORNO DEL CONDENSADO



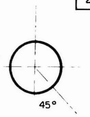
VISTA EN PERFIL
ALIMENTACION DE VAPOR A CALEFACTORES
Y RETORNO DE CONDENSADO



DETALLE "A"
BY PASS RETORNO
CONDENSADO



DETALLE "B"
TUBO HUMIDIFICADOR



CORTE B-B
DIRECCION PERFORACION

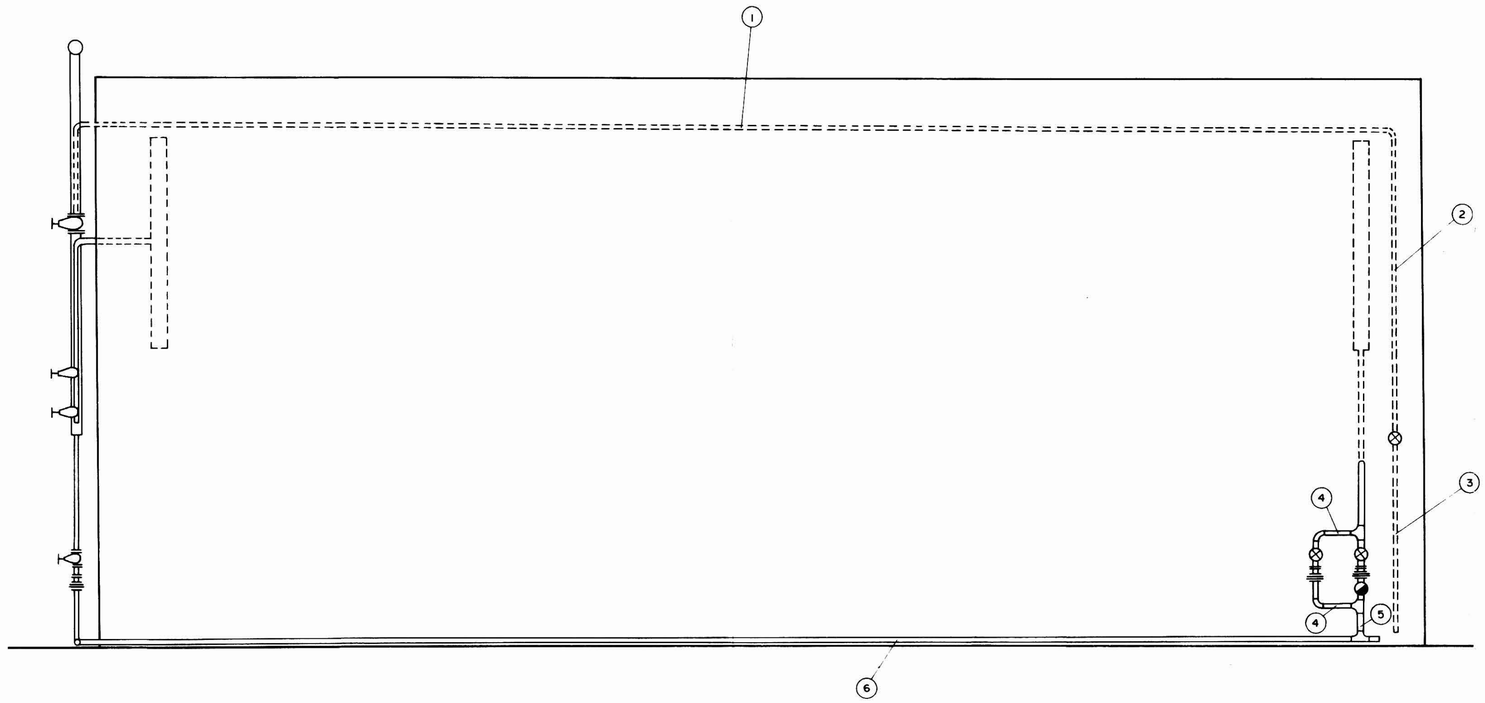
RESUMEN MATERIALES

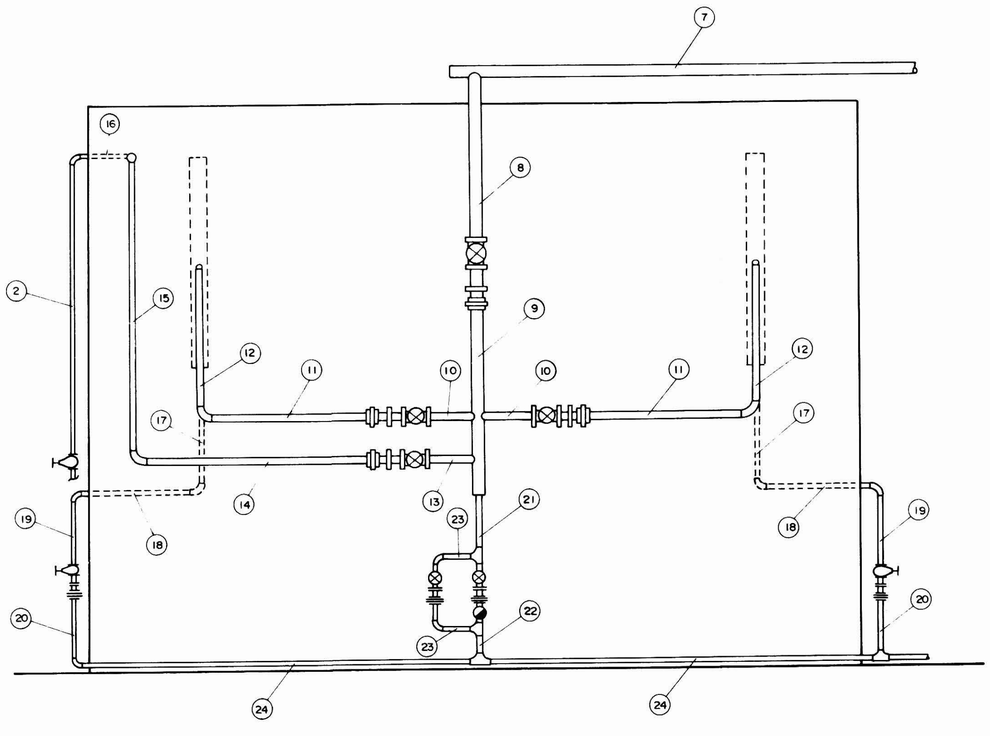
Item Nº	IDENTIFICACION	Cantidad
1	Matríz principal 3"ø	2 tiras
2	Tubería de 2"ø	1 "
3	Tubería de 1 1/2"ø	5 "
4	Tubería de 1"ø	2 "
5	Tubería de 3/4"ø	4 "
6	Tubería de 1/2"ø	1 "
7	Válvula tipo globo de 1"	2 unidades
8	" " " " 3/4"	5 "
9	" " " " 1/2"	2 "
10	Unión americana de 1" galv.	2 "
11	" " " 3/4" galv.	5 "
12	" " " 1/2" "	2 "
13	Hilo doble tuerca de 1"	2 "
14	" " " " 3/4"	7 "
15	" " " " 1/2"	2 "
16	Trampa termodinámica de 3/4" (80 lbs/pulg.2)	2 "
17	Codos soldables de 1"	4 "
18	" " " 3/4"	10 "
19	" " " 1/2"	1 "
20	Tees " " 3/4"	4 "

Nota: utilizar válvula globo con asiento de acero inoxidable

SECADOR DE 25 m³ INFOR - CORFO			
DISTRIBUCION SISTEMA DE CALEFACCION Y HUMIDIFICACION			
	Fecha	Escala	Plano Nº
PROPIEDAD CORFO	Julio 1990	1:20 1:5	4

Inf. fac. 133 c2





Nº	Cantidad	Descripción	Material	Observaciones
24	2		Tubería ASTM A 53	ø 1 1/2" L = 2.300
23	2			ø 1/2" L = 280
22	1			ø 1/2" L = 200
21	1			ø 1/2" L = 340
20	2			ø 3/4" L = 200
19	2			ø 3/4" L = 400
18	2			ø 3/4" L = 700
17	2			ø 3/4" L = 700
16	1			ø 1/2" L = 360
15	1			ø 1" L = 1740
14	1			ø 1" L = 1300
13	1			ø 1" L = 300
12	2			ø 1 1/2" L = 900
11	2			ø 1 1/2" L = 900
10	2			ø 1 1/2" L = 300
9	1			ø 2" L = 1100
8	1			ø 2" L = 1100
7	1			ø 2" L =
6	2			ø L = 7300
5	2			ø 3/4" L = 200
4	4			ø 3/4" L = 280
3	1			ø 1/2" L = 1120
2	1			ø 1/2" L = 1740
1	1			ø 3/4" L = 7450

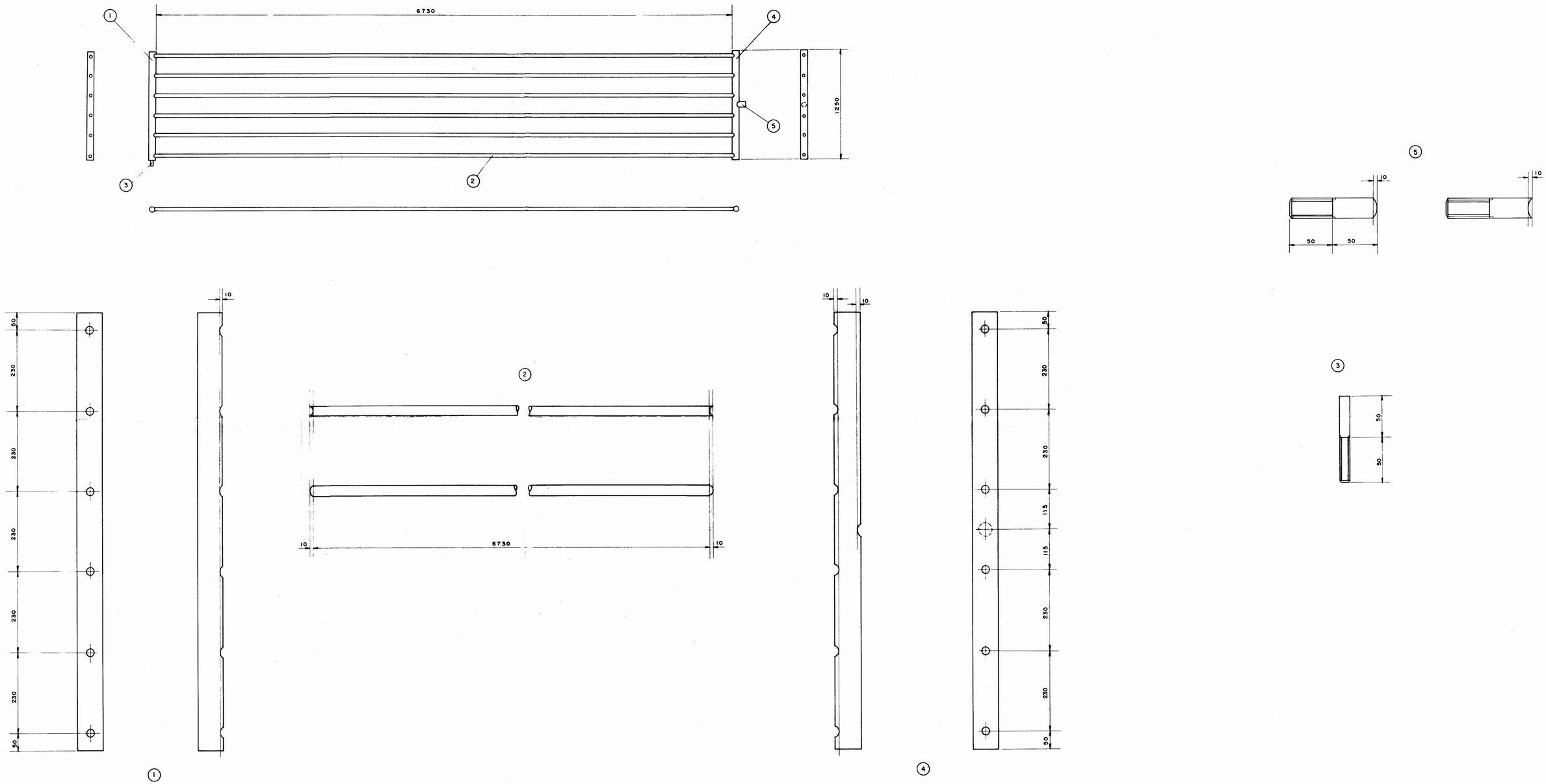
SECADOR DE 25 m³ INFOR - CORFO

Plano de: **RED DISTRIBUCION DE VAPOR**

ESCALA 1:20 | Julio 1990

PROPIEDAD CORFO **5**

INF. tec. 133 C-2



Nº	Cant.	Descripción	Material	Observaciones
5	2	Entrada de vapor	Tubo ASTM A 53 Sch 40	Rosca ø 1 1/2" L = 50 mm
4	2	Colector de salida	Tubo ASTM A 53 Sch 40	ø 3", 2" L = 1250 mm
3	2	Salida de condensado	Tubo ASTM A 53 Sch 40	Rosca ø 3/4" L = 50 mm
2	12	Tubos calefactores	Tubo ASTM A 53 Sch 40	ø 1 1/4" L = 6750 mm
1	2	Colector de entrada	Tubo ASTM A 53 Sch 40	ø 3", 2" L = 1250 mm

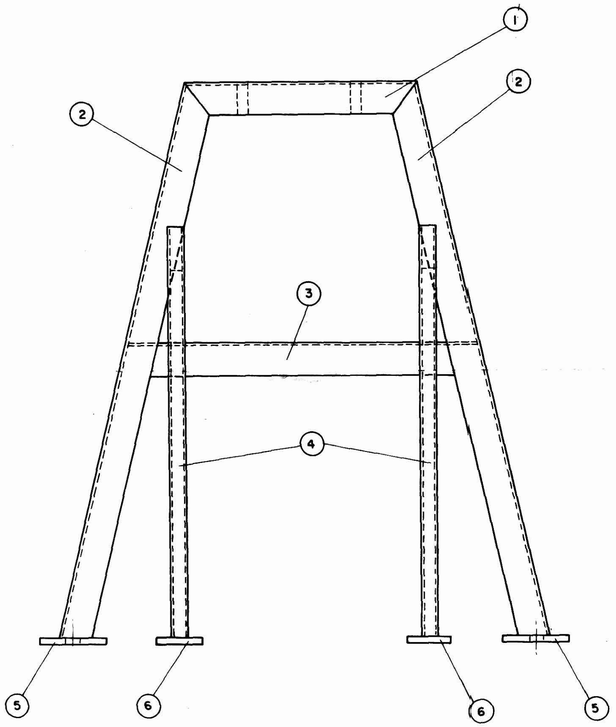
SECADOR DE 25 m³ INFOR - CORFO

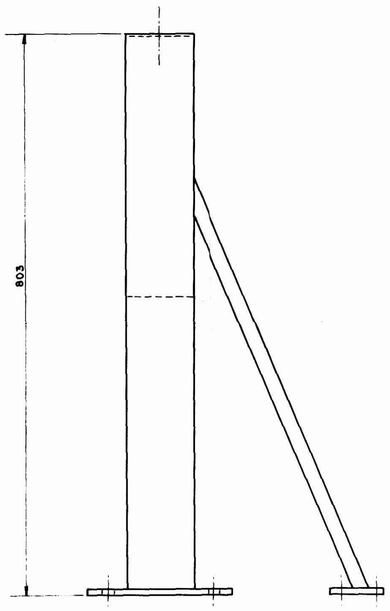
Plano de : RADIADORES LATERALES

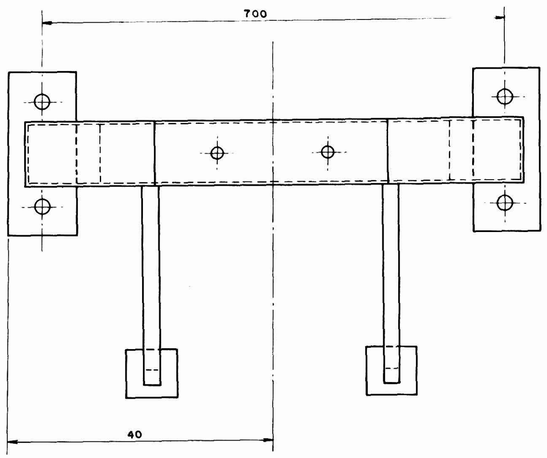
ESCALAS 1:20 y 1:5 | Julio 1990

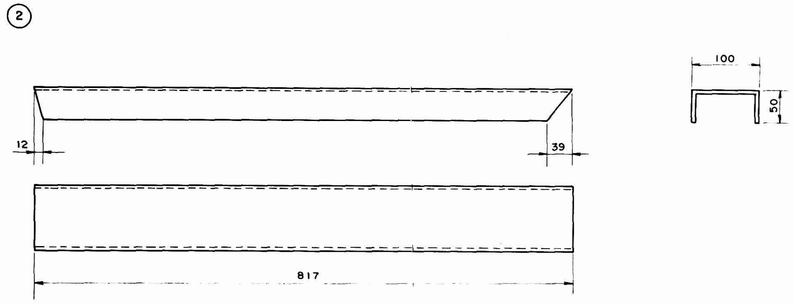
PROPIEDAD CORFO 6

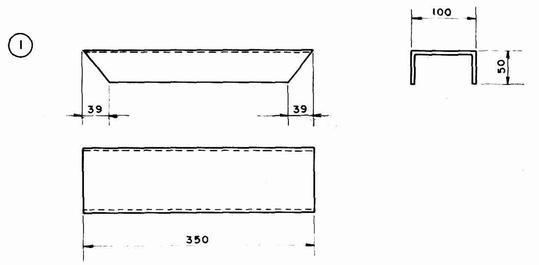
Inf. Loc. 133 c2

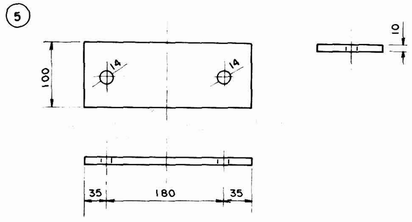


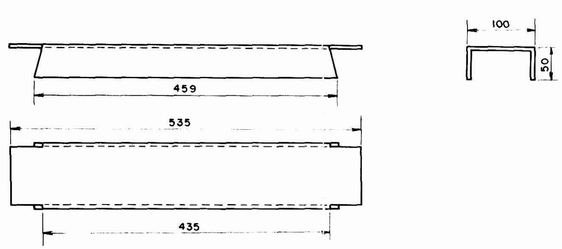












Nº	Cantidad	Descripción	Material	Observaciones
8				
7				
6	8	Base		Plancha negra, espesor 10.
5	8	Base		Plancha negra, espesor 10
4	8	Soporte oblicuo		Perfil ⊏ de 100 x 50 x 5
3	4	Soporte intermedio		Perfil ⊏ de 100 x 50 x 5
2	8	Soportes laterales		Perfil ⊏ de 100 x 50 x 5
1	4	Soporte superior		Perfil ⊏ de 100 x 50 x 5

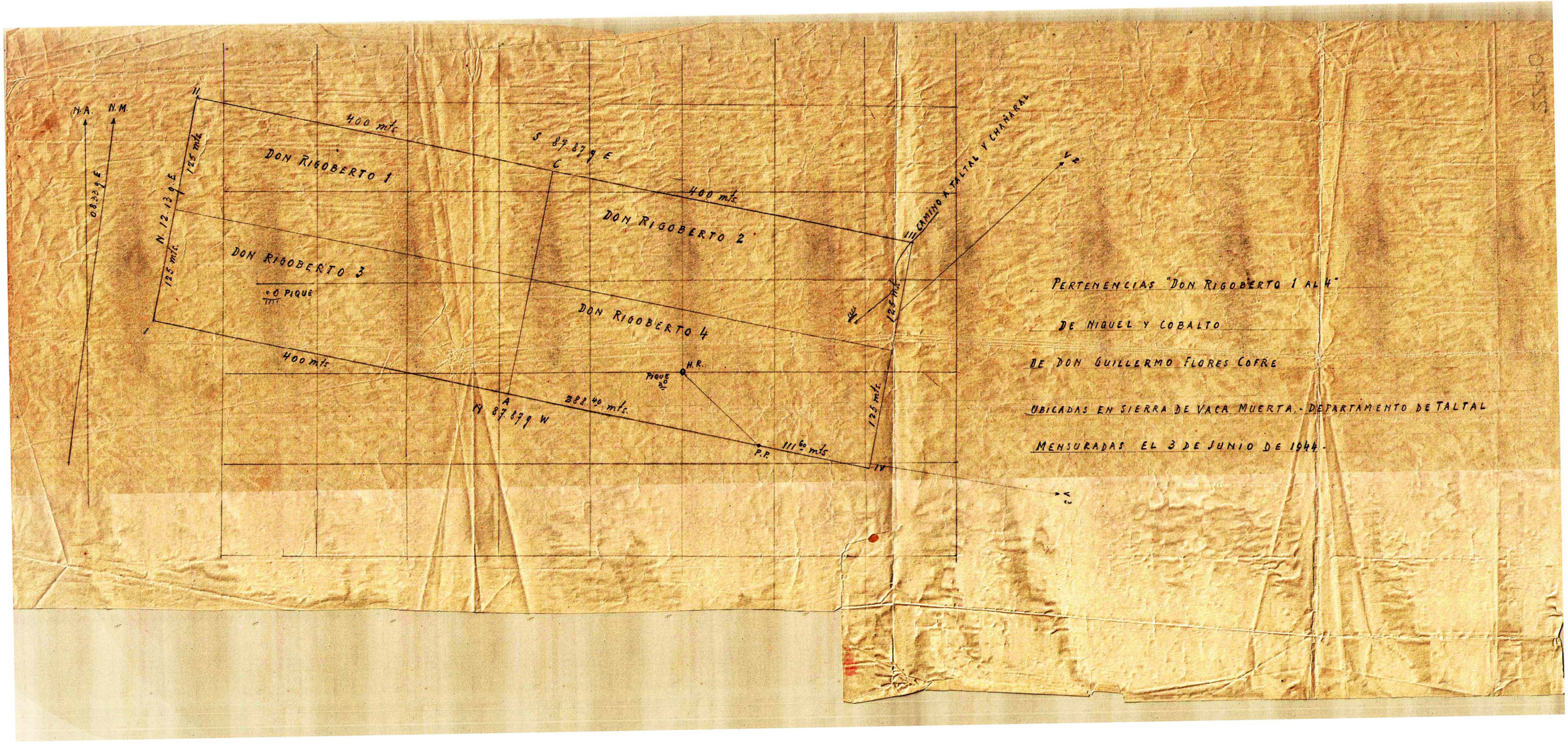
SECADOR DE 25 m³ INFOR - CORFO

Plano de : SOPORTE EJE MOTOR

Escala 1:5	Julio 1990	Plano Nº

PROPIEDAD CORFO 7

INF. Loc. 133 c2


N.A.
N.M.
08.33 g E
N. 12.13 g E
125 mts.
125 mts.
400 mts.
S. 87.87 g E
C
DON RIGOBERTO 1
400 mts.
DON RIGOBERTO 2
DON RIGOBERTO 3
PIQUE
DON RIGOBERTO 4
400 mts.
A
N 87.87 g W
288.40 mts.
H.R.
PIQUE
P.P.
111.60 mts.
IV
125 mts.
125 mts.
III
CAMINO A TALTAL Y CHAÑARAL
V2
V3
PERTENENCIAS "DON RIGOBERTO 1 AL 4"
DE NIQUEL Y COBALTO
DE DON GUILLERMO FLORES COFRE
UBICADAS EN SIERRA DE VACA MUERTA.- DEPARTAMENTO DE TALTAL
MENSURADAS EL 3 DE JUNIO DE 1944.-

→ 5 Kmts. ←

1200 mts.

Blenda
Chalcopirita

800 mts.

Bornita
oro

Pirrotina
Chalcopirita
oro

Chalcopirita
oro

VEIN = 18 mts.

80 mts.

→ 140 mts ←

300 mts.

→ 18 ←