

## Tesis de Posgrado

# Impregnación con sales preservadoras de maderas indígenas y exóticas cultivadas en el país.

Boucai, Víctor

1962

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Boucai, Víctor. (1962). Impregnación con sales preservadoras de maderas indígenas y exóticas cultivadas en el país.. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_1132\\_Boucai.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1132_Boucai.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Boucai, Víctor. "Impregnación con sales preservadoras de maderas indígenas y exóticas cultivadas en el país.". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1962. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_1132\\_Boucai.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1132_Boucai.pdf)

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

IMPREGNACION CON SALES PRESERVADORAS DE MADERAS

INDIGENAS Y EXOTICAS CULTIVADAS EN EL PAIS

VICTOR BOUCAI

*R. de Tesis: 1182*

Resumen presentado para optar al

Título de Doctor en Química

- AÑO 1962 -

## RESUMEN

Se entiende por preservación de maderas la aplicación, mediante sistemas adecuados, de productos químicos que hacen uso de antisépticos para evitar que la madera sea atacada por agentes de orden biológico, físico o mecánico, que son causantes de su deterioración. El objeto de la misma es el de prolongar la vida útil del material preservado.

La técnica de la preservación, tal como la conocemos hoy, es reciente aunque su origen se remonta a varios milenios.

Los impregnantes salinos solubles en agua, se desarrollaron a partir de 1900, debido a los estudios de Malenkovic y Wolman.

La importancia económica de la preservación de maderas estriba, principalmente, en el aprovechamiento de especies forestales de menor valor comercial que luego de impregnadas ofrecen las mismas posibilidades de utilización que las naturalmente durables.

En nuestro país esta industria comenzó a desarrollarse hace aproximadamente 30 años, como consecuencia de la escasez de maderas naturalmente resistentes, en particular las tánicas.

Hay en funcionamiento ocho plantas industriales de preservación, dos de las cuales han comenzado a funcionar a mediados del corriente año. Algunas cuentan con equipos antiguos que se hallan en buen estado de conservación. Las más nuevas, pueden adecuar sus instalaciones al uso de impregnantes oleosos o solubles en agua indistintamente. La planta de impregnación instalada recientemente en Ramallo (Pcia. de Buenos Aires) es totalmente automática y utiliza un sistema patentado de impregnación en verde a alto vacío.

Los procesos de impregnación utilizados corrientemente en nuestro país son los siguientes: Bethell, llamado también de "célula llena", Lowry, Rüping o de "célula vacía" y Boulton. Además, otros procedimientos como el Boucherie, el de inmersión en baños caliente y frío, etc., son empleados en pequeñas instalaciones que cuentan con equipos sencillos.

Las maderas que se impregnan corrientemente en el país son: el que

-bracho blanco y el eucalipto, utilizándoselos para la producción de durmientes, postes cortos y largos.

Los impregnantes los podemos clasificar en dos grandes grupos: a) salinos solubles en agua; b) solubles en sustancias oleosas.

La calidad de los productos impregnados no es todo lo buena que podría esperarse. El principal inconveniente es la carencia de normas que fijen las condiciones de selección de la materia prima y especificaciones rigurosas para los productos tratados.

La producción nacional de madera impregnada, si bien ha alcanzado cifras de 84 mil metros cúbicos anuales, por un valor aproximado de 400 millones de pesos, está muy lejos de demostrar las posibilidades de esta industria.

El rendimiento, de acuerdo a la capacidad de las plantas, ha descendido a menos del 25%, como consecuencia, principalmente, de la depresión económica que sufre el país y del establecimiento de nuevos autoclaves.

La investigación en el campo de la preservación de maderas se lleva a cabo en cinco organismos estatales. La industria privada no cuenta con laboratorios de investigación y desarrollo.

Especialmente la parte química no posee normas standard para el estudio de los tópicos que comprende el control de laboratorio. Con ellos, se lograría dar respaldo técnico al procesamiento que se realiza en la industria.

La importancia futura se pone de manifiesto al tener en cuenta que hoy sólo se impregna una pequeña parte de las necesidades reales de nuestro país, en materia de durmientes y postes. La impregnación de madera aserrada, tableros, paneles, etc., ofrece insospechadas posibilidades a esta industria que cuenta con las compañías de ferrocarriles, telefónicas, telegráficas, de agua y energía, petroleras, entre los principales usuarios. Este campo podría extenderse fácilmente a la minería y especialmente a la construcción de viviendas, que ya ha adquirido gran desarrollo en otros países.

Los productos impregnantes solubles en agua existentes en plaza, pueden clasificarse en simples y compuestos. Los segundos, de mayor importancia industrial, cuentan con dos fórmulas muy difundidas: la cúprica y la arsenical.

La calidad del compuesto cúprico quedó demostrada por certificados extendidos en laboratorios especializados de Alemania y por muestras propias comprobaciones.

La fórmula arsenical no sería recomendable debido a que la sustitución del dinitrofenol por bórax en la composición de este producto ha dado lugar a que ocurran reacciones que imposibilitan la correcta fijación del fluor y el arsénico.

Además de los mencionados hay varios productos empleados con el mismo objeto, de probada eficacia.

Se ha realizado el análisis de los componentes activos de las soluciones impregnantes, determinando cuantitativamente cromo, cobre, fluor y arsénico y experimentando dos métodos para el análisis de boro.

Se analizó una extensa variedad de muestras extraídas de maderas impregnadas en la planta experimental de Castelar e industrial de Mendoza, comprobándose que la toma de muestra por medio de un barrenado, construido al efecto, revelaba cualitativamente pero no en forma cuantitativa la presencia de las sales impregnantes.

Se determinó satisfactoriamente la cantidad absorbida de cromo y cobre en la madera, mediante el molido de la muestra, tomando la porción que pasa por un tamiz de 40 kilos por pulgada y queda retenida en el de 60. Los resultados se expresaron en gramos de sal absorbida en 100 g de madera seca.

Las determinaciones del grado y tipo de penetración y grado de absorción pusieron de manifiesto la posibilidad de aprovechar industrialmente las siguientes especies: ingá guazú, persiguero bravo, palo blanco, rabo de macaco, pino paraná, pehuén, loro blanco, aparte de otras ya utilizadas que también fueron ensayadas.

Se utilizó una solución de pirocatecol violeta para determinar cuantitativamente  $As^{+5}$ ,  $BO_3^{-3}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Cr^{+3}$  y  $Cr^{+6}$  en la madera impregnada.

El agregado de tensioactivos, del tipo aquil-fenol/óxido de etileno, a las soluciones impregnantes de maderas demostró poseer en las coníferas estudiadas un marcado efecto en el aumento de la velocidad de penetración, particularmente en la madera de pehuén.

En las latifoliadas sólo se logra aumentar la cantidad retenida superficialmente, consiguiéndose por difusión posterior una mayor penetración del impregnante.

No existen en nuestro país normas para la determinación de lixiviación, penetración, absorción, corrosividad y demás experiencias de laboratorio.

Las determinaciones de fijación fueron realizadas sobre 5 g aproximadamente de aserrín impregnado (40/60 kilos por pulgada) hallando primero cuantitativamente la absorción de cromo y cobre .

En cada especie estudiada se efectuaron 5 lavados con 100 cc. de agua destilada, cada vez. Se analizó colorimétricamente el cromo con difenilcarbazida y el cobre con ácido rubiánico en las aguas de lavado, previa digestión ácida de la materia orgánica; los valores fueron referidos a 100 g de madera seca. Las cantidades halladas se dedujeron de la absorción de estas sales, expresando el resultado final como fijación.

Las cifras halladas demuestran una permanencia casi total de cromo y cobre para el compuesto impregnante utilizado.

**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**IMPREGNACION CON SALES PRESERVADORAS DE MADERAS**

**INDIGENAS Y EXOTICAS CULTIVADAS EN EL PAIS**

**VICTOR DOUGAI**

TESIS: 1112

**Tesis presentada para optar al**

**Título de Doctor en Química**

**- AÑO 1962 -**



•

•

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a todos los que con su ayuda y consejos hicieron posible la realizaci3n de este trabajo.

Al Dr. Alberto J. Zenetta, por el patrocinio otorgado al mismo.

Al Ing. Ag<sup>o</sup> Julio A. Cantigliani, Director del Instituto de Investigaciones Forestales, por haberme permitido trabajar en los laboratorios de su direcci3n.

Al Dr. Toribio Rig3n, al Ing. Ag<sup>o</sup> Jos3 C. Tinto, a la Ing. Agr. Hilda M. Valente, al Ing. Ag<sup>o</sup> E. H. Santoro, al Arquitecto Mayland, al Sr. Diplomado Qu3mico Sobria, Jefe de los laboratorios De Wolman C. S. B. H. de Alemania, y, con ellos, a todos los t3cnicos y personal de laboratorio que, de uno u otro modo, me han prestado su colaboraci3n.

## INTRODUCCION

La industria de la preservación de maderas se inició en la República Argentina hace aproximadamente treinta años, como respuesta a la necesidad de productos impregnados. En virtud de la carencia de maderas naturalmente durables, se consiguió reemplazarlas por otras de menor valor comercial que impregnadas ofrecieron las mismas ventajas que aquellas.

La evolución fue lenta pues se careció de ciertas bases técnicas, que hacen a toda industria. Sin embargo, ese ritmo se cambió y así fue que hasta la fecha se erigieron siete plantas industriales que abastecen las exigencias de maderas tratadas, aunque confinadas todavía al tratamiento de durmientes, postes cortos y largos, pero de insospechados alcances cuando a tres rubros industriales abren su mercado, abasteciendo maderas aserradas impregnadas, tableros, paneles, etc.

El presente trabajo se ha inspirado en la necesidad de colaborar con la industria de la preservación de maderas, contribuyendo a su afianzamiento sobre principios eminentemente técnicos que prevalezcan sobre concepciones empíricas, producto de la larga experiencia de industriales técnicos. Se ha llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones Forestales, dependiente de la Administración Nacional de Bosques, donde se efectuaron determinaciones de la calidad de las sales utilizadas para la impregnación, el grado y tipo de penetrabilidad que presentan un grupo de especies indígenas y exóticas cultivadas en el país, la influencia que puede ejercer el uso de agentes tensioactivos, se analizaron cuantitativamente los componentes activos de las soluciones preservadoras y se determinó la absorción y fijación de las sales en la madera tratada.

La importancia de estos datos y métodos se comprende si se tiene en cuenta que la carencia total de los mismos no permitía estudiar el comportamiento de un impregnante, efectuar comparaciones entre dos o más sustancias preservadoras, saber si el método de impregnación utilizado era el más adecuado, controlar la calidad de los productos preservados, etc.

Desearnos que estas determinaciones contribuyan, además, a hacer conocer el comportamiento que presentan, desde el punto de vista de su imprugnación, aquellas especies poco durables, con miras a su futuro aprovechamiento industrial.

**TITULO**

**ANTECEDENTES HISTORICOS Y BIBLIOGRAFICOS**

**PRESERVACION DE MADERAS**

**Nº**  
**1**

**Definición y Objeto.**

**Factores que afectan la durabilidad de la madera.**

**ESQUEMA DE LA HISTORIA GENERAL DE LA PRESERVACION DE MADERAS**

**4**

**IMPULSION ECONOMICA**

**7**

**RESUMEN DE LA INDUSTRIA DE LA PRESERVACION EN LA REPUBLICA ARGENTINA.**

**10**

**Desarrollo e Importancia.**

**Estado actual.**

**Equipos.**

**Procesos de preservación utilizados en la Republica Argentina**

**Proceso Bethell**

**Proceso Lowy**

**Proceso Hüping**

**Proceso Baulton**

**Possibilidad de mejorar los procesos de impregnación utilizados.**

**Maderas.**

**Materias primas y productos tratados.**

**Impregnantes.**

**Calidad de los productos impregnados.**

**Producción.**

**La investigación en la impregnación de maderas.**

**Importancia futura.**

PARTE PRACTICA Y EXPERIMENTAL

BACTERIAL Y HEEMOS

Conocer la calidad de los productos impregnantes existentes en plaza	35
El sulfato de cobre o vitriolo azul.	
El compuesto de fórmula opírica.	
El compuesto de fórmula arsenical.	
Métodos analíticos cuantitativos para la determinación de los principios activos de las sales impregnantes.	39
Determinación de cromo hexavalente.	
Determinación de cobre.	
Determinación de fluor.	
Determinación de arsénico.	
Determinación del grado y tipo de penetrabilidad.	45
Influencia de los agentes tannioactivos sobre la penetrabilidad.	47
Fijación	49
Preparación de las muestras para la determinación de cobre y cromo en la muestra impregnada y en las aguas de lavado.	
Determinación de cobre y cromo absorbidas en la muestra impregnada.	
Destrucción de la materia orgánica.	
Determinación de cobre.	
Determinación de cromo.	
Determinación de cobre y cromo en las aguas de lavado.	
Ensayo y preparación de la muestra.	
Determinación de cobre.	
Determinación de cromo.	

## RESULTADOS OBTENIDOS

Análisis cuantitativo de los componentes de las sales impregnantes.

57

Sal impregnante N° 1.

Determinación de cromo.

Determinación de cobre.

Sal impregnante N° 2.

Determinación de fierro.

Determinación de arsénico.

Determinación de cromo.

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas impregnadas con sales solubles en agua.

60/70

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad.

71/78

Resultados obtenidos en la determinación de fijación de cromo y cobre.

79/83

Consideraciones sobre los resultados obtenidos.

84

a- Con respecto al análisis de las sales impregnantes.

b- Con respecto a la determinación del grado y tipo de penetrabilidad.

c- Con respecto a la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad del impregnante.

d- Con respecto a la fijación de cromo y cobre en la madera impregnada.

Conclusiones.

92

Bibliografía.

94

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y BIBLIOGRÁFICOS

### PRESERVACIÓN DE MADERAS

#### Definición y Objeto

Se entiende por "Preservación de Maderas", la aplicación mediante sistemas adecuados de productos químicos protectores para evitar que sean afectados por agentes destructores.

El medio utilizado industrialmente con este fin es el de la "impregnación". Por lo tanto, la desecación, lixiviación, vaporización, carbonización superficial, aplicación de capas exteriores de materias químicas resistentes como el aceite de linaza, barniz, etc., que no hacen uso de antisépticos y únicamente poseen la propiedad de impedir la acción del aire y la humedad, así como las pinturas que sólo afectan la superficie externa y pueden ser fácilmente arrancadas por agentes mecánicos, no entran en esta clasificación.

El objeto de la preservación es el de prolongar la vida útil de la madera.

#### Factores que afectan la durabilidad de la madera

Las distintas especies forestales no sufren cambios químicos o físicos que causarían su deterioración, como resultado de dejarla largo tiempo sola.

Cuando la madera se halla expuesta a diferentes influencias, si el medio ambiente es adecuado, es susceptible de ser destruida por distintas unidades biológicas (hongos, insectos, taladros marinos), por desgaste mecánico o alteraciones debidas a los agentes atmosféricos, fuego, etc., que disminuyen o anulan su valor comercial o industrial.

Por la importancia de los daños causados, los hongos xilófagos pueden considerarse como los más peligrosos destructores de la madera.

La "putrición parda" o "putrición destructiva" es debida a una deg

-composición química, provocada principalmente por la segregación por parte del hongo de diastemas hidrolizantes que actúan sobre la celulosa provocando una degradación sucesiva, pasando por las gomas hasta llegar a la glicosa que sirve de alimento al hongo. Este tipo de ataques se manifiesta por una deformación de la estructura de la madera, perdiendo hasta el 95% de su resistencia mecánica.

Cuando los hongos actúan principalmente sobre la lignina se produce la "putrición blanca", llamada también "putrición corrosiva". Es provocada primero por efecto de enzimas oxidantes (oxidasa) y luego por la hidrogenasa que causa la destrucción definitiva de la lignina. Posteriormente se caracteriza por presentar el aspecto de una masa clara de consistencia blanda, constituida casi exclusivamente por celulosa.

Le siguen en importancia los insectos, que atacan la madera verde, seca, puesta en servicio y aún los árboles en pie. Las larvas sumamente voraces, perforan galerías tan numerosas que llegan muchas veces a destruir el interior de la madera, cuya superficie sólo presenta algunos agujeros.

En el caso de los taladros marinos, los moluscos xilófagos más importantes pertenecen al género "Teredo". Tienen aspecto de gusanos y perforan galerías que llegan de 15 a 20 cm de diámetro y hasta 1 m. de largo. Los crustáceos, son pequeños xilófagos que atacan la madera sumergida en agua de mar de un modo diferente al de los moluscos. El *Limnoria lignorum* Raj, forma pequeñas galerías de muy poca longitud. El ataque es producido por una gran cantidad de ellos, destruyendo superficialmente la madera, ayudados por la acción mecánica del mar que desmenuza los finos tabiques. De esta manera queda expuesta a los crustáceos una nueva superficie que permite una mayor profundización. Como resultado, los pilotes de muelles, puentes, etc., sumergidos en agua de mar, suelen romperse en la parte media debido a la disminución progresiva de la resistencia.

Para eliminar o retardar la destrucción provocada por los diferentes organismos, se utilizan una extensa variedad de productos químicos.

La corrosión provocada por exposición de la madera a la intemperie,

si bien es mucho menor que la de los casos anteriores, provoca perjuicios en materias primas y productos elaborados. Son más notorios cuando se trata de piezas de poco espesor, menor resistentes a la acción del polvo, humedad, calor, oxígeno y ácido carbónico.

Finalmente, el fuego es una causa fortuita que provoca, algunas veces, la destrucción de gran cantidad de maderas (especialmente en bosques).

La técnica de la preservación cuenta con sustancias como el fosfato de amonio, sulfato de amonio, ácido bórico, etc., que protegen a los productos hechos de madera e impregnados con ellas. Estos compuestos disminuyen la inflamabilidad, provocando además un retardo en la combustión.

## RESUMEN DE LA HISTORIA MUNDIAL DE LA PRESERVACION DE MADERAS

La técnica de preservación de maderas en recinto, a pesar de que desde las épocas más remotas, se consideró el problema de hacer más duradero este material tan indispensable en las diversas actividades humanas.

La primera constancia de preservadores y métodos utilizados, se halla en los libros de Plinio el Viejo, donde figuran tratamientos con aceite de murdo para conservar maderas con las que se hacían estatuas. Los chinos sumergían en agua de mar las maderas que utilizaban en la construcción de viviendas. También en la época del Emperador Alejandro el Grande de Persia, se trataba con aceite de oliva la madera destinada a la construcción de puentes; este ejemplo fue seguido más tarde por los Emperadores Romanos.

En realidad los esfuerzos anteriores no fueron totalmente satisfactorios, hasta que Pasteur y Koch descubrieron que los principales causantes de la destrucción de la madera eran microorganismos.

Pese a que varios productos químicos no fueron reconocidos como preservadores de maderas sino hasta mucho tiempo después, hay antecedentes en 1705, en que Bomburg recomendó el uso del cloruro de mercurio para prevenir la pudrición. La utilización de aceite de alquitrán con el mismo objeto fue patentada por William Cook en los EE.UU. en 1716. De Boissieu y Bordenave en 1767 usaron por primera vez el que hoy se reconoce como uno de los principales fungicidas, el sulfato de cobre.

En el año 1832 se otorgó a Kyen la primera patente para la utilización de cloruro de mercurio como preservador; su proceso conocido como Kyenización aún se utilizaba hasta hace pocos años. La patente que cubría el uso del sulfato de cobre fue obtenida por Margary en 1837. Thomas Vade en 1815 y Boucherie en 1837 recomendaron el uso del cloruro de zinc como preservador, pero la patente se otorgó a Bennett en el año 1832.

Bajo una idea propuesta por Breont en 1831, John Bethell patentó un importante sistema de impregnación, considerado como punto de partida de

la industria de preservación de maderas tal como la conocemos hoy. Consistía en la inyección de creosota a considerable presión, sistema conocido como de célula llena. Røping llevó a la práctica el sistema de célula vacía, patentado en 1902 por Kasseman.

Desde el año 1900 a nuestros días, tuvieron particular incremento los impregnantes salinos solubles en agua, debido a los estudios efectuados por Malarkovic y Wolman. Este último patentó en el año 1907 un método de preservación de juntas de maderas impregnadas con fluoruro de sodio, haciendo lo propio en 1911 con sales orgánicas por una mezcla de fluoruros, nitrógenos y la adición de cromatos para disminuir la acción corrosiva sobre los metales. A estos componentes se les agregó más tarde las sales de arsénico; luego fueron perfeccionadas, aumentando la cantidad de cromatos, obteniéndose así las sales que hoy utilizamos industrialmente para la preservación de maderas.

Otra sal, que se aplica corrientemente y está constituida por sulfato de cobre con un alto porcentaje de cromatos, fue patentada en Escocia en 1935. Los productos desarrollados en Suecia en 1936 a base de arsénico y cromatos continúan aún utilizando en las plantas de impregnación.

Durante la Segunda Guerra Mundial decreció el uso de la creosota como preservador de maderas, dado que la misma era absorbida por la industria bélica. Luego se desarrollaron los preservadores del tipo del naftenoato de cobre y pentaclorofenol, disueltos para su aplicación en destilados de petróleo, llegando a utilizarse en gran cantidad, posiblemente como consecuencia de la escasez de creosota. Sin embargo pronto decayó su consumo, como lo demuestran estadísticas de los E. U.

Los métodos de aplicación fueron perfeccionados, desarrollándose nuevos sistemas en los que se tuvo en cuenta no sólo la impregnación, sino también el secado de la madera, como el proceso Taylor-Colquh. Por el método de presión oscilante, se impregnaron maderas antes impenetrables.

También se utilizó el sistema de impregnación de maderas húmedas

en autoclave. Más recientemente se puso en práctica un método en el que el gas líquido hace de portador del pentaclorofenol y de productos que repelen el agua, forzándolos a penetrar en las fibras de la madera; este procedimiento tiene la ventaja de no provocar el hinchamiento de ésta, encontrando gran aplicación en productos laminados.

## IMPORTANCIA ECONÓMICA

De acuerdo con un informe presentado a un congreso de la especialidad, efectuado en Roma en 1959 por un grupo de expertos en preservación de maderas, surgen "Los principales aspectos en que la preservación puede contribuir a la economía de un país". Estos son:

- a- El aprovechamiento de maderas secundarias tratadas con preservadores, reduce el consumo de que son objeto las especies más valiosas. Estas maderas de superior calidad pueden reservarse para mercados de exportación, a fin de obtener divisas.
- b- El tratamiento de las maderas importadas sirve para prolongar la vida útil de las mismas, reduciendo el gasto de divisas por parte del país importador.
- c- La utilización de un mayor número de especies indígenas hará económicamente accesibles nuevas zonas de bosques y permitirá que en los que se hallan en explotación se perfeccione el ordenamiento forestal.
- d- La mayor duración de la madera equivale a un aumento de los recursos forestales disponibles y a una mayor capacidad de los aserradores y demás industrias de elaboración de la madera con que ya se cuenta.
- e- La reducción de la merma que sufren los montes reportará beneficios en cuanto a su conservación y a sus múltiples funciones, como ordenación de las cuencas hidrográficas, de la fauna y de las pasturas.
- f- La acertada aplicación de las técnicas de la preservación de la madera en la edificación, puede aportar, en la mayoría de las regiones, una contribución importante al bienestar social, elevando el nivel de la vivienda y prolongando la vida útil de las estructuras de maderas.

Algunos ejemplos pueden ilustrarnos sobre la economía obtenida mediante la preservación.

Las maderas utilizadas en las cunas de Alemania sufren un aumento del 15% con respecto al costo por gastos de preservación. Debido a su mayor

durabilidad se produce un ahorro anual del 30%, representado por 1,5 millones de metros cúbicos de madera que equivalen a 100 millones de marcos. Igualmente se obtiene una economía de 24 millones de durmientes anuales, que representan aproximadamente 135 millones de marcos.

En los E. U. se calculaba en 1920 la pérdida de madera por ataques de insectos y pudrición en 43 millones de metros cúbicos anuales; de éstos se ha evitado la destrucción de 25 millones de metros cúbicos debido a la prolongación de la vida útil de la madera, conseguida con una impregnación de aproximadamente 9,5 millones de metros cúbicos anuales.

En concepto de durmientes preservados en ese mismo país se economizan 145.000 dólares diarios y los ferrocarriles del Canadá 2.580.000 dólares anuales.

Por otra parte, la preservación de maderas es un importante factor de regulación del mercado, en especial para Europa, Asia, América del Norte y Central, donde el consumo de maderas sobrepasa la disponibilidad de reservas forestales vírgenes y en explotación, como lo demuestra el cuadro siguiente:

**CUADRO I**  
**Población, Existencia y Consumo de Maderas en el Mundo**  
**Estadísticas Aproximadas**

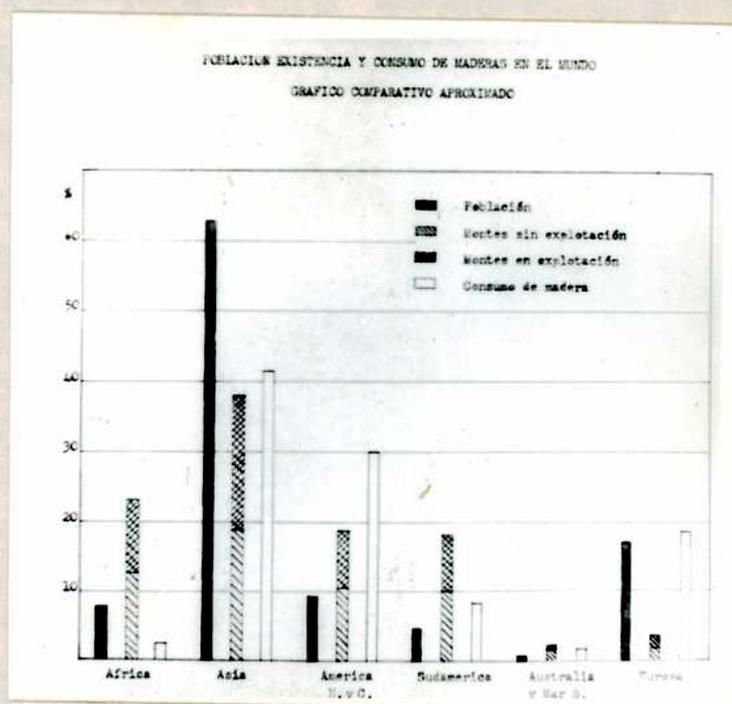
Continente	Población (Mill. hab.)	Reservas (Mill. m <sup>3</sup> )		Consumo de Maderas		
		En Explotación	En Explotación	Mejoradas (Mill. m <sup>3</sup> )	Calificadas y Parías (Mill. m <sup>3</sup> )	Varios (Mill. m <sup>3</sup> )
Africa	179,9	904,55	368,93	10,1	31,2	7.986,5
América N. y Centro	230,18	764,7	332,1	707,9	6.067,6	163.222,6
Suramérica	100,1	716,4	256,3	4,3	52,3	39.182
Australia Mar del Sur	11,0	82,66	24,03	28,9	138	7.330
Asia	1.421,4	1.536,4	733,9	147,1	1.258,2	209.191
Europa	378,0	129,42	104,02	320,9	2.104,6	137.983

Fuente de información: Gustav Kramer Keckler, Conservación de maderas.

# FIGURA 1

## POBLACION, EXISTENCIA Y CONSUMO DE MADERAS EN EL MUNDO

### GRAFICO COMPARATIVO APROXIMADO



De Gustav Kraemer Keeller: Conservación de Maderas

## RESERVA DE LA INDUSTRIA DE LA PRESERVACION EN LA REPUBLICA ARGENTINA

### Desarrollo e Importancia

La explotación que se ha efectuado en nuestros bosques desde muchos años atrás suministró una variedad de ricas maderas utilizadas en las más diversas aplicaciones. Contábamos entonces con reservas suficientes de aquellas especies apreciadas por su durabilidad natural, particularmente las técnicas, que no necesitaban ser preservadas.

Siendo el nuestro un país esencialmente agrícola-ganadero, gran parte de la madera (algarrobo, retusa, lata, garabato) se utilizó en forma de postes y material para construcciones rurales.

También el desarrollo de los medios de comunicación y transporte, necesitaron de la madera en forma de durmientes, postes, pilotes, vigas, etc, aprovechando para su elaboración el "quebracho colorado" (*Schinopsis molle*), "urunday" (*Astronium molle*), "itín" (*Prosopis kuntzei*), "tantubay" (*Prosopis algarrobilla*, var. *tantubay*), "algarrobo" (*Prosopis* sp.), "ciprés" (*Libocedrus chilensis*), "quina" (*Myrciella peruviana*), "incienso" (*Myrcarpus frondosus*), etc.

La intensa explotación y una descuidada política de reforestación menoscabaron considerablemente las posibilidades de aprovechamiento de nuestra riqueza forestal.

Al mismo tiempo se vio perjudicada la industria del tanino que utilizaba el quebracho colorado como materia prima. Es necesario destacar la importancia de esta industria, única forestal de exportación de nuestro país.

La escasez de maderas naturalmente resistentes a la putrefacción, como así también la necesidad de contar con ciertas reservas para la industria del tanino, determinó el aprovechamiento de las maderas de menor valor comercial. Solamente fue necesario someter a otras especies existentes en los mismos bosques, como el "quebracho blanco" (*Liquidambar quebracho blanco*), "eucalipto" (*eucalyptus*), "palo amarillo" (*Phyllostylon rhamnoides*), "vira-

-ro" (*Agavechta polystachya*), "palo blanco" (*Calycophyllum multiflorum*), etc., a procesos que las colocara, por lo menos, en iguales condiciones de durabilidad que las más resistentes.

Estas circunstancias favorecieron el desarrollo de la industria de la preservación de maderas.

Años antes de 1930 se hacía en la zona de Cuyo el sulfatado de los postes de álamo que se utilizaban en los viñedos. Tal actividad se desarrollaba como una simple tarea de campo.

Como industria, podemos considerar que empezó con la instalación, en 1930, de la primera planta de preservación de maderas en Villa Lugano (Buenos Aires). En ella se trataban con creosota adoquines de madera para pavimento y postes largos. Más tarde a solicitud de una compañía privada de ferrocarriles, se hicieron los primeros intentos para sustituir los durmientes de quebracho colorado por los de quebracho blanco impregnado. Estos trabajos alcanzaron tiempo después resultados muy satisfactorios por las extraordinarias condiciones ofrecidas por el nuevo material, uniéndocelo a sus propiedades físico-mecánicas la de ser mucho más durable y resistente.

Paralela con dos décadas, en 1948, se instaló la segunda planta de impregnación en San Isidro (Provincia de Buenos Aires). Pero recién en 1955 se empezó oficialmente la radicación de nuevas plantas de tratamiento con la participación de capitales estatales y privados, para resolver en forma satisfactoria el abastecimiento de maderas preservadas.

Al año siguiente comenzó a funcionar una nueva planta de tratamiento en Luis Burela (Provincia de Salta).

En 1957 se establecieron dos: la Usina Oficial, controlada por el Ferrocarril Br. Mitre, en Villa Constitución (Provincia de Santa Fe), la mayor de todas con una capacidad de 60.000 m<sup>3</sup> de madera tratada anualmente, y otra ubicada en San Martín (Provincia de Mendoza) dedicada particularmente a la impregnación de maderas utilizadas en los viñedos.

La preservación de durmientes se realizaba en la Usina Oficial y

en una nueva planta instalada en 1958 en Estación Los Naranjos (Provincia de Santiago del Estero).

Las más recientes son dos plantas establecidas en el corriente año en la Provincia de Buenos Aires. Una de ellas está en Jandía y se dedica al creosotado de postes de eucalipto; la otra ubicada en Bazello es la más moderna expresión de la técnica de la impregnación y ha iniciado sus actividades tratando postes verdes de eucalipto con sales solubles en agua.

Existen, además varios proyectos; uno de ellos, bastante avanzado, está destinado a la instalación de una nueva planta de impregnación en San Justo (Provincia de Santa Fe).

No obstante el gran desarrollo experimentado en estos últimos años podemos decir que, como industria, la preservación de maderas se halla en sus comienzos, teniendo en cuenta el volumen normal de madera impregnada que potencialmente puede necesitarse.

Este desarrollo, que significa sin duda un progreso para la economía del país, ha dado lugar a la instalación de nuevas industrias dedicadas a la fabricación de impregnantes, incrementando además la investigación de nuestras especies forestales.

#### **Estado Actual**

Contamos en la actualidad con ocho plantas de impregnación del tipo vacío presión, seis de las cuales se han instalado desde el año 1955 a la fecha. Además, existen varias plantas de tratamiento sin presión que trabajan en pequeña escala.

CUADRO II

Plantas Industriales de Impregnación de Maderas de la  
República Argentina

Nombre	Ubicación	Año de Insta- lación	Capaci- dad m <sup>3</sup> p/día	Equipo básico
Cresolona S.A.	Villa Lugano (Bn. As.)	1930	20.000	Un autoclave $\phi$ 1,95 m x 15,50 m largo. Un autoclave $\phi$ 1,95 m x 22,-- m largo. Un autoclave $\phi$ 0,70 m x 3,-- m largo.
La Industrial Maderera S.A.	San Isidro (Bn. As.)	1948	25.000	Dos autoclaves $\phi$ 2 m x 16,30 m largo. Un autoclave $\phi$ 2 m x 17,70 m largo. Un autoclave piloto $\phi$ 0,35 m x 3 m largo.
Seghesso Sncs.	Luis Buzala (Salta)	1956	8.000	Un autoclave $\phi$ 2 m x 12m largo.
Usina Oficial F.C.E. Mitre	Villa Consti- tución (S. Fe)	1957	60.000	Dos autoclaves $\phi$ 2,3 m x 30 m largo.
Praxyl S.S.A.	San Martín (Mendoza)	1957	14.000	Un autoclave $\phi$ 2 m x 23 m largo.
Salta, Libera- ti y Cia.	Est. Los Barrag- jos (Uga del Estero)	1958	20.000	Un autoclave $\phi$ 1,85 m x 34,8 m largo
Prespa S.A.	Bonafino (Bn. As.)	1962	12.000	Un autoclave $\phi$ 1,7 m x 14 m largo (alta velocidad)
Impresio	Junín (Bn. As.)	1962	8.000	Un autoclave $\phi$ 1,8 m x 16,5 m largo.

Fuente de Información: J. C. Pinto: Estado Actual de la Industria de Preser-  
vación de Maderas en la República Argen-  
tina. Personal.

La mayoría de ellas se hallan ubicadas junto a las explotaciones forestales y relativamente cerca de los usuarios. En otras, las maderas deben hacer largos recorridos con el consiguiente encarecimiento del transporte. Tal es el caso de la Usina Oficial de Villa Constitución (Provincia de Santa Fe). En esta planta se utiliza quebracho blanco proveniente de los bosques del norte del país, para la fabricación de cumbridos; luego de impregnada la madera vuelve a hacer largos recorridos, de los que no se excluyen las provincias del norte, para ser utilizada en los lugares requeridos.

Las necesidades actuales de madera impregnada son atendidas con holgura por las plantas de tratamiento ya establecidas.

Puede decirse, salvo excepciones, que son plantas de impregnación primitivas y tienen las características de las que se usaron en Europa entre la Primera y la Segunda Guerra Mundial, más hacia las del año 1914.

Tienen bajo rendimiento y poca velocidad de trabajo. Algunas de ellas adolecen de defectos de planificación en las instalaciones, cuentan con problemas de almacenamiento y movimiento de las maderas. El control de las impregnaciones no es riguroso y no poseen laboratorios de análisis.

Pasa a que la Usina Oficial fue proyectada y construida superando muchos fallos, teniendo en cuenta la época en que se hizo (1957), no constituye una perfección. Su técnica de tratamiento no es antigua ni moderna; la enorme inversión que representó su instalación y puesta en marcha no justificó su rendimiento, eficacia y velocidad de tratamiento.

Algunas de las plantas de preservación de maderas son más modernas. Cuentan con instalaciones que corresponden a sistemas patentados y trabajan en la actualidad con preservadores solubles en agua, pudiéndose adaptar al procedimiento que utiliza compuestos solubles en aceite. Son procesos desarrollados después de la Segunda Guerra Mundial y pueden utilizarse, haciendo previamente las ampliaciones que correspondan, de acuerdo al tratamiento de secado por medio de vapor. Dichas modificaciones no se efectúan hoy, por no justificarse económicamente.

La última planta de impregnación instalada en Ramallo (Pcia. de Buenos Aires) es ultramoderna y totalmente automática. Trabaja con un sistema patentado en Alemania, para tratamiento de maderas en verde, con alto vacío a determinadas temperaturas. Es del tipo móvil y tiene gran rendimiento.

Se ha calculado para el año 1959-1960 un rendimiento promedio del 40,6% del total de las plantas, con respecto a su capacidad de tratamiento.

Debido a la situación económico-política por la que atraviesa el país, se calcula que ese promedio ha descendido a menos del 25%. Las huelgas ocurridas a fines de 1961, mantuvieron paralizada en sus tareas, durante un mes y medio, a la Usina Oficial de Villa Constitución.

Existen además en nuestro país plantas de tratamiento sin presión donde se realizan impregnaciones por simple inmersión en baños calientes y fríos.

Una de ellas utiliza sales solubles en agua para impregnar postes largos de eucalipto; otra usa pentaclorofenol para tratamiento de postes de ciprés. Ambas no requieren equipos complicados y su funcionamiento y control se lleva a cabo en el campo en forma muy sencilla.

### Equipos

Los equipos utilizados en nuestras plantas de impregnación difieren según el proceso empleado.

Constan, por lo general, de:

- 1°. Uno o dos autoclaves, contruidos con planchas de acero para resistir altas presiones; sus dimensiones varían entre 12 y 40 m de largo y 2 m de diámetro aproximadamente. En ellos se colocan las maderas a impregnar; se hallan protegidos de la intemperie por un cobertizo.
- 2°. Un tanque de sobrecarga contruido en forma cilíndrica, destinado a mantener el impregnante a una presión constante dentro del autoclave.
- 3°. Varios tanques que pueden ser de acero u otros materiales, para la preparación de las sustancias preservadoras.

4°. Wagonetas transportadoras de las maderas que se utilizan, antes y después del tratamiento, y que se conducen a través de un sistema de vías con varios ramales.

Se carece, en muchas plantas de impregnación, de grúas, grúas, etc., para el transporte indispensable en estos casos.

Este equipo principal se halla completado por otros menores para producción de vapor, vacío, conducción de impregnantes y calentamiento de los mismos. Está integrado por bombas para hacer el vacío, calderas, compresores, bombas inyectoras, calentadores, tanques para agua, registradores y demás aparatos de medición.

En general, puede decirse que son unidades primitivas y, dado que no sufren mayor desgaste, se hallan en buen estado de conservación. Su capacidad es muy variable, pero de muy bajo rendimiento. Tienen las características de los equipos utilizados en Europa después de la Primera Guerra Mundial.

Una excepción la constituye la nueva planta de impregnación de Buñuelo, que utiliza sales solubles en agua. Cuenta con complicadas instalaciones automáticas modernas para producción de alto vacío, muy difícil de mantener en maderas por su alto contenido de humedad. Por medio de ellas se consigue impregnar desde maderas verde hasta normalmente seca. Su autoclave es cilíndrico, de relativamente poco volumen por carga, comparándolo con los utilizados en las instalaciones obsoletas. Trabaja a una velocidad 3 o 4 veces mayor, con lo que se consigue un rendimiento muy alto. El control y medición de las operaciones se registran en gráficos que son estudiados por técnicos a fin de lograr las condiciones deseadas, con exactitud. Una característica importante es la de ser una planta de impregnación móvil, lo que permite, de acuerdo a la forma de explotación, tratar sucesivamente la madera proveniente de varios montes que se hallan en un radio determinada.

#### **Preseros de Preservación utilizados en la República Argentina**

En nuestro país son utilizados varios métodos para la preservación

de maderas. Sin lugar a dudas, los procesos de vacío-presión son los más importantes y aconsejables para el trabajo industrial en gran escala, consiguiéndose con ellos profundidad y uniformidad de penetración y absorción en condiciones predeterminadas.

### Proceso "Bethell" o de "Célula llena"

Es el más difundido entre nosotros. Se lo utiliza cuando es necesario retener la mayoría del líquido formado dentro de la madera en el período de presión, dando la mayor concentración de preservador en la zona tejida.

Se utiliza para la preservación mediante este sistema, maderas de seccionadas que se sujetan convenientemente sobre vagones; éstas se colocan sobre rieles de acero hasta el interior de un gran autoclave horizontal. Luego que la puerta del mismo se ha cerrado y asegurado, se comienza a hacer el vacío por medio de bombas (B), pasando a 530-600 mm de mercurio por espacio de una o más horas. A continuación, el preservador que se halla en tanques especiales (T) (calentado por medio de serpentinas de vapor cuando se utilizan preservadores oleosos), es introducido en el autoclave por acción de la gravedad o a presión, hasta llenarlo totalmente. Luego es formado por bombas (B) hasta alcanzar una presión de 7 a 12 Kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndola hasta que en escalas o medidores se registre que ha pasado la cantidad calculada para la carga de madera o hasta llegar a saturación.

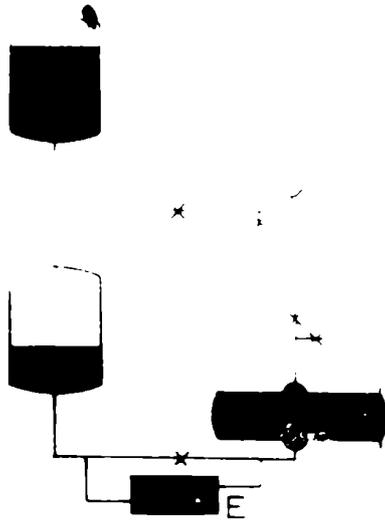
El autoclave cuenta también con serpentinas de vapor utilizadas para mantener la temperatura de los preservadores oleosos, que suele ser de 85 a 90°C.

Después se quita la presión y el impregnante vuelve, por bombeo, al tanque que lo contenía originalmente.

La carga de la madera impregnada se deja secar un corto tiempo y se la retira del autoclave. Algunos operadores prefieren aplicar vacío en la fase final para conseguir un mejor secado y secado de la superficie.

**FIGURA 2**

**PROCESO BETHELL, O DE CELULA LLENA**

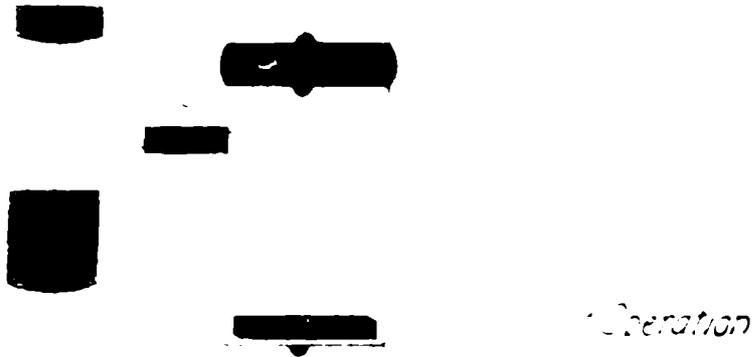


**De J.F. Harkon: The Preservative Treatment of Wood**

Este proceso cuando se lo utiliza con creosota suele ser muy caro por la gran cantidad de impregnante que queda absorbida. En el caso de los preservadores solubles en agua, se regula directamente por la concentración de sal, que suele ser entre el 2 y 4%.

**FIGURA 3**

**PROCESO LOWRY**



**De J.P. Harkens: The Preservative Treatment of Wood**

### **Proceso Lowry**

Este procedimiento se utiliza en Villa Constitución para la impregnación de durmientes. La cantidad de preservador absorbida y la profundidad de penetración es menor que en el proceso de Bethell y difiere de éste en el orden de aplicación del vacío y la presión.

La madera desecada al aire y sujeta en las vagonetas, es introducida en el autoclave; cerrado éste último, se llena con el impregnante y se lo calienta (con arcasota por ejemplo) a 90°C.

La bomba eleva la presión dentro del autoclave a valores entre 7 y 12 Kg/cm<sup>2</sup> manteniendo la temperatura y presión hasta que se asegure la absorción predeterminada. Después de quitar la presión, el preservador se bombea al tanque que le sirve de depósito. A continuación se aplica un vacío de 600 mm de mercurio, por medio de la bomba (B). Se interrumpe el vacío y el aceite que se recupera se conduce al tanque o depósito (T). Se retira del autoclave la carga de madera impregnada. En este proceso se recoge parte del impregnante que se encuentra libre en las células de la madera.

## Proceso Híping e de Célula Vacía

Este proceso es poco utilizado en nuestro país. Una de las nuevas plantas de preservación de maderas lo usa corrientemente y otra con muy poca frecuencia.

El objeto de este procedimiento es conseguir una profunda penetración con una limitada absorción del preservador.

Se utilizan corrientemente impregnantes oleosos. La madera a impregnar debe ser preferiblemente desecada al aire seco, como en los otros procesos, puede emplearse madera verde, teniendo en cuenta que primero deberá acondicionarse por vaporización y vacío o cualquier otro método practicable.

Una vez que la carga se halla en el autoclave, se inyecta aire y se lo comprime por medio de una bomba (F), hasta alcanzar presiones de 2 a 4 Kg/cm<sup>2</sup>. Transcurrida una hora el preservador caliente proveniente del tanque es forzado por medio de una bomba (G) a penetrar dentro del autoclave, desplazando el aire comprimido hasta llenarlo totalmente.

Durante este período la presión utilizada, generalmente entre 8 y 14 Kg/cm<sup>2</sup>, es mantenida constante y la temperatura del preservador entre 85 y 90°C.

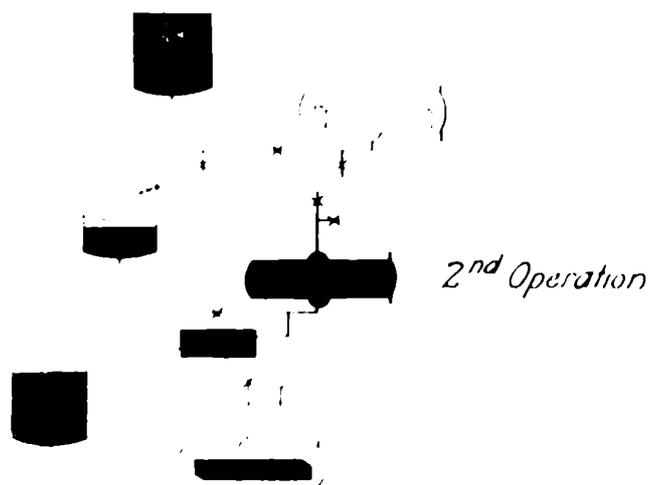
Cuando se ha llegado a la "absorción bruta" predeterminada o cuando se alcanza la saturación, se quita la presión y el impregnante se bombea al tanque.

Debido a la expansión del aire que ha quedado aprisionado en las células de la madera, se produce una expulsión del preservador que puede llegar al 50% de la absorción bruta.

Después se hace un vacío final a 500 mm de mercurio. Este incremento la fuerza de expansión y desaloja más preservador de las células de la madera. Se continúa el vacío hasta que la superficie de la madera se encuentre relativamente seca. Así se aleja extrínsecamente hasta el 70% del total absorbido en primer término. La cantidad de preservador que queda en la madera tra-

**FIGURA 4**

**PROCESO RUPING, O DE CELULA VACIA**



**De J. P. Harkom: The Preservative Treatment of Wood**

-toda es la denominada "absorción neta". La penetración obtenida es mayor que en el proceso de célula llena.

Si bien es cierto que en este procedimiento se hace una gran economía de preservador, es discutible que sea más ventajoso que el procedimiento Bethell. Para su comparación, deberán tomarse en cuenta diversos factores, uno de los más importantes la durabilidad del material impregnado, el uso que se le dará a dicho material, etc.

## **Proceso Bethell**

Es utilizado en la planta de impregnación de Villa Constitución; también se lo conoce como "procedimiento de hervor bajo vacío".

Es un sistema de impregnación, éste es un método de acondicionamiento de madera verde o medianamente desecada que no puede tratarse directamente por su alto contenido de humedad.

Algunas especies cuando se las calienta sufren una disminución en su resistencia. La evaporación del agua que contienen se realiza calentando bajo vacío la madera que se halla sumergida en el impregnante usado (comúnmente cresotina).

La madera es introducida en el autoclave que una vez cerrado se llena con cresotina caliente hasta cubrir totalmente la carga. Luego, se regula dentro del autoclave el vacío, que permanece durante todo el período de acondicionamiento, que suele durar más de 20 horas.

La temperatura es mantenida calentando la cresotina por medio de serpentines de vapor; el calor transmitido a la madera provoca la eliminación del agua.

Esta evaporación forma espuma (mezcla de vapor de agua y aceite) y para prevenir que la misma llegue al condensador los vapores son elevados antes a través de un tubo alto en forma de S que se halla montado verticalmente sobre el autoclave. El agua que se elimina puede controlarse a intervalos en un tanque goteador (I).

Una vez acondicionada, la madera puede recibir el preservador por cualquiera de los métodos usuales.

Si se continúa con el proceso Bethell, sin interrumpir el vacío se llena totalmente el autoclave con impregnante. A continuación se eleva la presión a 12 Kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo la temperatura a 83°C hasta que se absorba la cantidad predeterminada de cresotina.

En el caso de utilizar el proceso Spang, se vacía el impregnante que conteniera el autoclave y la madera se somete a presión de aire en in-

**FIGURA 5**

**HERVIDO BAJO VACIO, SECUIDO DE PROCESO RUPING**



**De J. F. Harkom: The Preservative Treatment of Wood**

-tensión y duración como para asegurar que luego de la expulsión de parte del preservador que se aplica en la etapa siguiente, quede retenida la cantidad apropiada.

En este método de acondicionamiento no pueden usarse preservadores secos porque durante el hervor bajo vacío el agua de la solución de las sales se evaporaría.

## **Posibilidad de Mejorar los Procesos de Impregnación Utilizados**

Con muy poco equipo adicional, evaporador de líquidos, condensador separador de doble salida, depósito y bomba apropiada para producir la circulación de líquidos, las plantas de impregnación de madera país pueden ampliar sus posibilidades de impregnación con el tratamiento de madera verde.

El proceso Taylor-Colquhitt al que nos referimos, se basa en el acondicionamiento de madera verde mediante la extracción del agua contenida en ella por arrastre con vapores de productos orgánicos. Para tratamiento en impregnantes acuosos, los más recomendados son alcohol amílico, alcohol etílico, anilina, toluol, xilol y la resaca de creosoles. Todos ellos tienen, a la presión normal, una temperatura de ebullición superior a 110°C.

Se comienza por introducir la madera verde en el autoclave; una vez cerrado éste se hace llegar vapor del producto orgánico, aumentando paulatinamente la presión, hasta alcanzar la estipulada según el producto utilizado.

En caso de que puedan formarse mezclas explosivas con el oxígeno, éste deberá extinguirse perfectamente al principio de la operación.

Se continúa por 6 a 25 horas, controlando periódicamente en el agua la proporción líquido orgánico-agua, hasta reducir esta última al mínimo. Luego se interrumpe la entrada de vapor orgánico, sustituyéndolo por aire, para continuar con la impregnación.

Con este sistema se calcula una pérdida de 6 a 8 Kg de producto orgánico por metro cúbico de madera tratada. Cuando el proceso se realiza a unos 110°C la reducción de la resistencia mecánica de la madera es muy pequeña.

## MADERAS

### Materias Primas y Productos Tratados

La industria de la impregnación utiliza especies indígenas y exóticas que provienen de los bosques naturales y cultivados. Las más importantes son el "quebracho blanco" y el "eucalipto", aunque se aprovechan también la "palma" (*Copernicia alba*), "langa" (*Nectofagus pumilio*), "palo amarillo", "palo blanco", "virarú", "palo piedra", etc.

El "quebracho blanco" se obtiene en grandes cantidades de nuestras reservas forestales naturales. Es una madera que, tanto por sus extraordinarias condiciones físico-mecánicas como por el hecho de impregnarse totalmente, encuentra uso en los principales campos de aplicación de las maderas preservadas. Se lo utiliza en mayor grado que las demás especies. Su abastecimiento es normal y su costo se encuentra afectado al recargo que sufre debido al transporte desde el norte del país.

Se lo emplea en la fabricación de durmientes de tracha ancha (2.70 m de largo). En la actualidad se desperdicia una gran cantidad de quebracho blanco de primera calidad por no llegar a las medidas necesarias. Esto podría ser aprovechado reduciendo los cortes si se hicieran durmientes de tracha media y angosta.

En el año 1961 se impregnaron cerca de un millón de durmientes y se estima en dos millones anuales las necesidades para mantener y renovar la red ferroviaria nacional.

Esta madera encuentra aplicación, además, para postes cortos utilizados en agricultura y ganadería.

El "eucalipto" proviene de las grandes plantaciones de los alrededores de Buenos Aires. Las especies más usadas son: *E. Globulus*, *E. Rostrata*, *E. viminalis*, *E. tereticornis*, *E. saligna*.

Su abastecimiento comenzará a normalizarse cuando los árboles hayan desarrollado la altura necesaria. Dado que no debe transportarse largas distancias se producirá una fuerte reducción en los costos, reemplazando, al

mismo tiempo otros tipos de maderas.

Su uso más importante es para postes cortos y largos, empleados en agricultura y ganadería, redes telefónicas, telegráficas y de energía eléctrica.

Se estima un déficit de 50 mil postes largos impregnados, que comenzará a cubrirse en corto tiempo.

Se ha operado un progreso en lo que respecta a la forma de comprar las maderas.

Una costumbre que el impregnador seleccionara en el monte los árboles que deseaba comprar, adquiriéndolos a un precio relativamente bajo. Al mismo tiempo se le causaba un mal al forestador, ya que los rebrotes en la sembla quedaban expuestos a la acción de la humedad y los hongos, produciendo desde largas varillas de inferior calidad.

Actualmente esa técnica tiende a reemplazarse por la adquisición de todo el monte.

Con la explotación realizada de acuerdo a las necesidades del impregnador, se consigue un mayor y mejor aprovechamiento de la madera disponible.

### **Impregnantes**

Los impregnantes utilizados en nuestro país los podemos considerar divididos en dos grandes grupos:

- 1°. Los que se emplean disueltos en líquidos orgánicos: creosota, pentaclorofenol y naftenatos; y
- 2°. los salinos solubles en agua.

La creosota se utiliza en la impregnación de durmientes y postes.

La producción de este impregnante en nuestro país, que es de muy buena calidad, está limitada a unas 100 toneladas mensuales, proveniente de las nuevas plantas industriales de San Nicolás (Provincia de Buenos Aires). El resto de la cantidad necesaria hasta cubrir totalmente las necesidades,

se importa. Hasta hace poco tiempo, contábamos con una pequeña producción administrada por Gas del Estado.

Podría incrementarse la producción nacional elaborando creosota vegetal a partir del carbón de Río Turbio.

El pentaclorofenol se emplea en la impregnación de postes de ciprés. Su producción nacional como así también la de los sulfatos es de costo muy elevado, al igual que el producto importado, por lo que encuentra aplicación sólo en pequeña escala.

Los impregnantes salinos solubles en agua son fabricados en nuestro país bajo licencias y patentes extranjeras.

De los productos existentes en plaza, el más importante corresponde a las denominadas "fórmulas cúbicas" ya que, como en el resto del mundo, tiende a dejarse de lado el uso de los compuestos "arsenicales".

Las "cúbicas" son sales compuestas, fungicidas e insecticidas que se elaboran, excepto el dicromato de sodio, con materia prima nacional.

Se las utiliza en la impregnación de durmientes, postes cortos y largos, varillas, rollizos, etc., y en forma exclusiva para la preservación de maderas para torres de enfriamiento.

Los impregnantes salinos tienen la ventaja de poder transportarse con facilidad, son limpios y de fácil manipuleo, su precio es bajo, utilizan solventes baratos y fácilmente disponibles (agua), sumamente importante propiedad de no ser inflamables.

Todas estas propiedades hacen que este tipo de impregnantes, vaya desplazando en forma notable a los oleosos.

#### **Calidad de los Productos Impregnados**

Puede decirse que no es todo lo bueno que podría esperarse. Las causas son muy variadas, pero influyen en forma especial:

a- La falta de especificaciones expresas que indiquen las condiciones mínimas que debe reunir la madera a impregnar y su correcta selección.

b- Las normas y especificaciones existentes referentes a la impregnación (especialmente de durmientes arcosotados) no son las más convenientes para asegurar totalmente la calidad del producto preservado. La impregnación de durmientes con una cantidad limitada de litros de creosota por metro cúbico de madera no es suficiente para asegurar una impregnación imajorable. En otros países se utiliza con el mismo objeto la impregnación a rebaso, es decir, tratando de introducir en la madera el máximo posible de creosota.

En lo que respecta a los impregnantes salinos, existe en la actualidad una fiscalización por parte de las compañías fabricantes de los mismos para asegurar la calidad de los productos impregnados en las plantas de preservación.

#### **Producción**

La producción nacional de maderas impregnadas está dada, casi totalmente, por el volumen tratado en las plantas de preservación que utilizan sistemas de vacío-presión.

Existen, aparte de ellas, establecimientos dedicados a la impregnación de maderas que usan métodos sin presión, de los que se carece de cifras, pero que, por su capacidad, varían poco las estadísticas.

Actualmente la preservación de maderas se circunscribe al tratamiento de durmientes para ferrocarril, postes largos usados en el tendimiento de líneas aéreas de energía y telecomunicaciones y postes cortos para alambres, viticultura, etc.

Considerando solamente las cifras que corresponden a los años 1960 y 1961 para la producción de maderas impregnadas, provenientes de los seis establecimientos que funcionaron durante ese período, se estima que los 81,662 m<sup>3</sup> tratados durante 1961 superan en un 99% a la producción de 1960.

CUADRO III

Volumen de Maderas Tratadas durante 1960 y 1961

Año	Libertati y Roger	Seghesso Inco.	Usina Oficial	LINSA	Croodg sa S.A.	Presyl	Volumen Total	Porcen- taje
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
1960	11.516	848	22.419	2.358	3.334	2.435 <sup>1</sup>	42.907	100%
1961	46.558	1.195	27.775	2.963	3.036	2.143 <sup>1</sup>	83.662	199%

Fuente de informaciones Directa.

<sup>1</sup>: Cifras estimadas.

Resulta interesante hacer notar, además, que mientras el incremento del volumen de maderas tratadas con croodg durante 1961 fue de 23% con respecto a 1960, para los impregnantes salinos ese mismo año fue de 225%. Este hecho indica un parcial desplazamiento hacia el uso de los preservadores en tubos en agua.

CUADRO IV

Volumen de Maderas Impregnadas con Sales

Mensuales y Croodg durante 1960 y 1961

Año	Impreg- nante	Libertati y Roger	Seg- hesso Inco.	Usina Oficial	LINSA	Croodg sa S.A.	Presyl	Total kg	Indg na Imp- tada	%
1960	Sal kg	75.689	9510	—	—	—	10.000 <sup>1</sup>	91.219	11.796	100
	Croodg sa kg	—	—	1.896.207	229.542	282.110	—	2.407.859	2.111	100
1961	Sal kg	35.939	1.935	—	—	—	5.000 <sup>1</sup>	32.874	4.088	155
	Croodg sa kg	—	6.086	1.621.111	282.954	280.510	—	2.171.561	3.682	123

Fuente de Informaciones Directa.

<sup>1</sup>: Cifras estimadas

Para tener una concreta idea del costo global de la producción de maderas impregnadas, diremos que durante 1961 se trataron 960.957 **metros cúbicos** por un valor de más **34.362.800.-**, invirtiendo para ello más **21.415.730.-** en impregnantes salinos y más **27.777.456.-** en preservadores oleosos.

Además se trataron **7.193 m<sup>3</sup>** de postes largos y cortos por un valor de más **17.982.900.-** utilizándose impregnantes salinos por más **139.690.-** y glicoles por más **8.285.460.-**

O sea, en forma general, que durante 1961 se impregnaron **84.000 m<sup>3</sup>** de maderas por un valor de más **402.000.000.-**

Si bien la producción de madera impregnada ha ido en aumento, el rendimiento, de acuerdo a la capacidad de las plantas de preservación, ha descendido a menos del 25%. Esto es debido, entre otras causas, a la situación económico-política por la que atraviesa el país, las huelgas que a fines de 1961 mantuvieron paralizada la Unión Oficial y a la falta de equipos modernos para el transporte y tratamiento de maderas.

Las cifras alcanzadas no revelan la verdadera magnitud potencial de esta industria que cuenta con extraordinarias posibilidades de expansión en el tratamiento de madera aserrada, paneles, tableros, etc.

CUADRO V

Producción de Maderas Impregnadas durante 1960 y 1961

Planta de Impregnación	Producto	Procedimiento	Volumen (m <sup>3</sup> )		Unidades Tratadas		Impregnante Salino (Kg.)		Impregnante Oleoso (Kg.)	
			1960	1961	1960	1961	1960	1961	1960	1961
Liberañé y Roger	Durientes	Bethell	11.518	46.550	148.410	599.882	75.659	305.939	---	---
Segbesco Enos	Postes (cortos y largos)	Bethell	848	1.195	---	---	5.530	1.995	---	64.086
Unión Oficial	Durientes	Boulton y Lowy	22.419	27.775	291.450	361.075	---	---	2.708.868	2.314.788
LUISA	Postes largos	Bethell	2.358	2.963	11.045	15.431	---	---	229.542	229.554
Oreodema S.A.	Postes (cortos y largos)	Bethell	3.334	3.036	---	---	---	---	289.130	269.590
Praxy	Postes (cortos y largos)	Bethell	1.430 <sup>2</sup>	2.143 <sup>2</sup>	---	---	10.000 <sup>2</sup>	15.000 <sup>2</sup>	---	---

Fuente de Información Directa

2 : Cifras Estimadas.

## La Investigación en la Impregnación de Maderas

Las investigaciones que se realizan en nuestro país vinculadas a la preservación de maderas son llevadas a cabo por organismos estatales.

La industria privada no cuenta, por el momento, con laboratorios de investigación y desarrollo de nuevos métodos.

Los trabajos se llevan a cabo en los laboratorios dependientes de la Administración Nacional de Bosques, del P. C. Manuel Belgrano, de la Secretaría de Comunicaciones, de Obras Públicas de La Provincia de Buenos Aires, y en el Instituto de Investigaciones Forestales del Chaco.

Contemplan, en forma general, el estudio de los agentes biológicos que atacan la madera, ensayos taximétricos, control de retención y penetrabilidad, análisis de sustancias preservadoras, ensayos de impregnación mediante tratamientos con y sin presión y estudio de especies aptas para su uso como postes.

Especialmente la parte química no ha tenido, hasta ahora, la atención primordial que merece.

Nuestro país carece de normas que indiquen cuáles ensayos y cómo deben realizarse en la madera tratada.

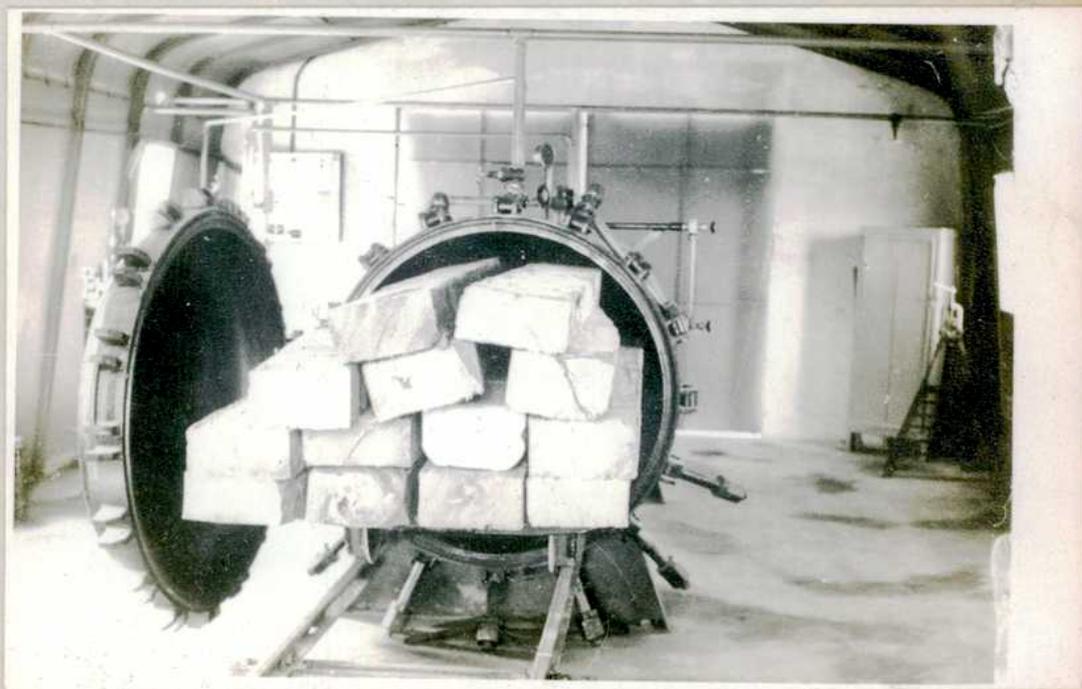
Debería alentarse el estudio exhaustivo de los diversos tipos que comprende el control de laboratorio. De esta manera se llegaría a contar con técnicas experimentadas de gran interés. Tales son, entre otras, la determinación cuantitativa de los iones absorbidos en la madera impregnada, penetración, retención, distribución, permanencia, fijación, etc.

Mediante estos resultados será posible obtener la seguridad técnica de una impregnación correctamente realizada, podrá estudiarse el comportamiento de un impregnante, permitirá efectuarse comparaciones entre dos o más sustancias preservadoras, será posible saber si el método de preservación utilizado es el más adecuado para el tipo de impregnante empleado, etc.

De este modo obtendríamos, en días o semanas, resultados que llevarían años en la práctica.

**FIGURA 6**

**AUTOCLAVE DE LA ESTACION EXPERIMENTAL DE CASTELAR  
DE LA ADMINISTRACION NACIONAL DE BOSQUES**



**Fotografía: Ing. Agr. J.C.Tinto**

En suma, a través de las conclusiones obtenidas en el laboratorio químico, se podría lograr el respaldo técnico que corresponde al procedimiento industrial de preservar maderas.

### **Importancia Futura**

Se prevé un importante crecimiento de la industria de preservación de maderas. Cuando exista una verdadera conciencia de las posibilidades y ventajas que ofrece el uso de maderas impregnadas, ésta llegará a ocupar el lugar de privilegio del que goza en los países más progresistas del mundo.

Si tenemos en cuenta solamente las necesidades de maderas impregnadas que tienen los ferrocarriles nacionales, podríamos ver que para cubrir 2 millones de durmientes anuales, estaría comprometida la casi totalidad de la capacidad disponible en las distintas plantas de tratamiento del país.

Nuestras reservas forestales, que pueden calcularse anualmente en cuatro millones de durmientes, harían posible ampliar nuestra industria ligándola a mercados extranjeros donde existe una fuerte demanda, sin entorpecer el suministro nacional. Es indudable que para que esto ocurra debe existir, en primer término, un programa de compra por parte de los ferrocarriles del Estado que sea mantenido para asegurar dichas operaciones.

Debería suprimirse la importación de durmientes impregnados que se realizan desde los países limítrofes a la Argentina y fomentar la exportación de maderas de primera calidad, ya que no serían imprescindibles, proporcionando, de esta manera, una interesante fuente de divisas.

El problema actual de la vivienda se solucionaría, en parte, con la utilización de maderas impregnadas que aseguran duración, resistencia al ataque de hongos, insectos, fuego, etc. El uso de madera aserrada e impregnada en construcciones urbanas y suburbanas se ha efectuado en los países más adelantados, con el mejor éxito.

Nuestras tierras esperan un plan de colonización que requiera, junto con las necesidades actuales del agro, importantes volúmenes de maderas

impregnada. En particular, el uso de postes de alambreado revela a las claras las posibilidades futuras de esta industria.

Las compañías telefónicas, telegráficas, de agua y energía, petroleras, etc., necesitan postes largos impregnados en cantidades que, por el momento, no es posible suministrar.

Es indudable el aumento de esta demanda si se tiene en cuenta que un 70% de los postes largos impregnados son utilizados por compañías privadas de teléfonos y energía eléctrica del interior del país.

Otra interesante perspectiva la ofrece el incremento de la producción petrolera, minera, los planes de desarrollo energético, y otros usos que surgirán como consecuencia de la divulgación y utilización de las maderas impregnadas, como lo es en la actualidad la construcción de torres de enfriamiento.

Esta sencilla enunciación de las principales necesidades de madera impregnada, demuestra la importancia y asegura un futuro prometedor para esta industria, que cuenta con los propios servicios del Estado como principales usuarios.

## PORTE PRACTICA Y EXPERIMENTAL

### MATERIAL Y METODOS

#### Conocer la Calidad de los Productos Preservadores Existentes en el País

Los preservadores salinos utilizados en nuestro país corresponden a dos grandes grupos: a) simples; b) compuestos.

El más difundido de los productos, que pertenece al primer grupo, es el sulfato de cobre o vitriolo azul.

El segundo grupo está integrado por mezclas de distintas sustancias químicas que se hallan en el país bajo denominaciones comerciales. Las principales son dos la denominada "fórmula cobre" y la "fórmula arsenical".

La calidad de las sustancias impregnantes, desde el punto de vista de su utilización como preservadores, depende directamente de su capacidad de cumplir con una serie de propiedades reunidas, digamos así, por un impregnante ideal. Estas son: a) toxicidad; b) permanencia; c) penetrabilidad; d) indiferencia a la madera y al metal.

A estas características preponderantes debemos agregar otras que comúnmente constituyen importantes factores en la elección del impregnante, como son: seguridad en el manejo y economía. En ciertos casos, como por ejemplo revestimientos interiores, artículos manufacturados, etc., puede necesitarse, además, que sea inodoro, inodoro, pintable, resistente al fuego, repelente a la humedad, etc.

#### El sulfato de cobre o vitriolo azul

Se emplea como impregnante el producto comercial de pureza técnica. Es un poderoso fungicida, utilizado desde hace años en nuestro país en la preservación de maderas. Es seguro en el manejo, no exponiendo a perjuicio la salud de personas que deben estar corrientemente en contacto con él. Sus soluciones acuosas de color azul presentan la ventaja de poder entre-

-Las la impregnación de modo muy sencillo.

Como todos los preservadores salinos, penetra y se difunde fácilmente cuando la madera lo permite.

Por su bajo precio y disponibilidad es un producto frecuentemente utilizado como integrante de los preservadores denominados compuestos y especialmente en las impregnaciones que se realizan a campo, en pequeña escala.

Presenta, además, varios inconvenientes. El sulfato de cobre es no casi la totalidad de las sustancias químicas que se utilizan solo en la impregnación de madera, tiene la desventaja de ser lavado de la madera con relativa facilidad. Por lo tanto, para asegurar su permanencia, es corriente la aplicación en concentraciones grandes, prefiriéndose el uso de la madera así tratada en lugares secos.

Una de las mayores desventajas es que ataca al hierro y al acero, por lo que no puede ser utilizado en los aparatos comunes de impregnación. También se ven expuestas a corrosión todas las partes metálicas, por ejemplo clavos, que luego se pondrán en contacto con la madera impregnada.

Los carbonatos precipitan al cobre, debiendo tenerse especial cuidado en no utilizar aguas que contengan carbonatos de calcio o de magnesio en la preparación de la solución impregnante. Por la misma razón el material impregnado no deberá ser utilizado en suelos ricos en cal.

Tales otros inconvenientes se ven atenuados o desaparecen cuando el sulfato de cobre se usa junto con otros productos químicos, en los preservadores compuestos.

#### El compuesto de fórmula química

Ha producido en escala comercial, bajo licencia de una patente alemana con un 60% de materia prima nacional. Un tipo muy común está constituido por sales de cromo, cobre y boro.

Este impregnante cumple en gran parte con los requisitos que debe reunir un buen preservador.

Se lo utiliza en varias plantas de impregnación de maderas de nuestro país.

De los certificados extendidos en Alemania para esta sal, surgen interesantes datos que comprueban la calidad de la misma, los que se detallan a continuación.

**CUADRO VI**

**Feracidad del Impregnado de Fósfora Orgánica**

<b>Especie</b>	<b>Rango</b>	<b>Condiciones</b>	<b>Límites típicos</b>
<b>Pino (albura)</b>	<i>Poria vaporaria</i> <i>Marasmius lacrimans</i> <i>Lenzites abietina</i> <i>Lenzites lepidus</i>	Sin lavar	3,4 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Pino (albura)</b>	Idem	Lavada	14... 17 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Haya</b>	<i>Polystictus versicolor</i>	Sin lavar	2,4... 2,7 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Haya</b>	<i>Polystictus versicolor</i>	Lavada	10... 20 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Haya</b>	<i>Chaetomium globosum</i> Hongo (soft rot)	Lavada	1... 2 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente de Información: Bundesanstalt Für Materialprüfung - (BAM)  
Cart. N° 2.4/7643 - Baden-Baden.

Las determinaciones fueron hechas en períodos de tres meses, sobre probetas de 5 x 2,5 x 1,5 cm.

El cuadro anterior nos demuestra claramente la gran protección que ofrece a la madera tratada el compuesto de fósfora orgánica, especialmente en el ensayo contra el ataque de *Chaetomium globosum*, microorganismo causante de la llamada pudrición blanda (soft rot). Esto es de sumo interés en la preservación de maderas destinadas a la construcción de torres de enfriamiento.

El poder insecticida se comprobó en el ensayo realizado sobre albura de pino impregnada y estacionada 12 semanas, con larvas de Hongo Leg

-burn Baste. En este caso el límite tóxico está por debajo de  $6 \text{ Kg/m}^3$  (RAM Baden-Baden). No se pudo observar corrosión localizada sobre chapas de acero con 0,03% C, 0,27% Mn, 0,13% Cu, 0,014% S y traza de Bi y P (RAM-Berlin-Dahlen).

Con solución al 2% de impregnante, durante 7 días a  $20^\circ\text{C}$  la pérdida de peso fue de  $5 \text{ g/m}^2$ . Con solución al 4% durante 2 días a  $50^\circ\text{C}$  la pérdida de peso de  $1.03 \text{ g/m}^2$ .

La permanencia del Cu y Or es casi total, mientras que el B sólo queda en una décima parte. No obstante la baja permanencia del boro es suficiente en concentración como para asegurar el límite tóxico (Mitgliedliche Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Industrie, Baden-Baden).

La penetrabilidad es buena. Cuando se tratan maderas en verde se consigue una extraordinaria uniformidad en la penetración.

Puede trabajarse con seguridad ya que no expone la salud de las personas que se hallan en contacto permanente con el impregnante o la madera preservada.

### El Compuesto de Fluoruro Arsenical

Pertenece este producto al denominado por las normas IRAM 9517 como "sal tipo III", compuesto por sales de fluor-arsénico-cromo y otros aditivos preservadores que se determinan por diferencia.

En el caso del producto utilizado, correspondía a una mezcla de sales de fluor-arsénico-cromo y boro.

Este preservador se utilizó en la planta de impregnación de Santiago del Estero. Ha producido en escala comercial con productos, en su mayor parte, de industria nacional.

Por la presencia de compuestos arsenicales, altamente venenosos, se hace peligroso su empleo, especialmente en el caso de que la madera impregnada se quemara conscientemente, o porque está fuera de uso se eleva mucho la proporción de arsénico en las cenizas, exponiendo la vida de los animales.

Sobre la calidad de la misma podemos decir que, según ensayos realizados sobre muestras remitidas a los laboratorios Dr. Wolman C. S. S. de Alemania, se pudo comprobar que esta sal no sería aconsejable para su empleo como preservador de maderas.

Esto se debe a que en ella se ha substituido el dinitrofenol, de su original composición, por bórax. En este cambio el dinitrofenol hecho por bórax fuertemente alcalino elevó mucho el valor del pH. Como consecuencia, se fija el fluor y el arsénico lo hace sólo parcialmente. El fluor es eliminado por la formación de fluoruro de boro y sodio ( $F_2BNa$ ), fluoruro de sodio ( $FNa$ ) y gran cantidad de sosa cáustica ( $HOHNa$ ). El tetrafluoruro de boro ( $B_4F$ ) además de la mezcla de sales mencionadas, no deja que se produzca la transformación del complejo "aromocriolita".

Dado lo expuesto, la madera preservada con el producto mencionado, no tendría la eficiencia necesaria para protegerla de los diversos agentes que causan su destrucción.

Podría, además, formarse un concepto erróneo sobre la efectividad de la impregnación con sales solubles en agua, con el uso de este tipo de compuestos, en una industria reciente como es la de preservación de maderas en nuestro país.

## Métodos Analíticos Cuantitativos para la Determinación de los Principios Activos de las Sales Eupregantes

### Determinación de Cromo Hexavalente

Se siguió el método propuesto por la norma IRAM 9316 para la determinación de  $Cr^{+6}$  en muestras sólidas o en soluciones conteniendo aproximadamente 0,25 gr expresados en cromato de sodio, dicromato de sodio o dicromato de potasio. Puede utilizarse para su determinación en las fórmulas opiáceas o arseniciales, indistintamente.

Los reactivos necesarios son los siguientes:

Ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ), de 85% de riqueza ( $d = 1,71$ ).

Solución de difenilamín-sulfonato de bario, preparada disolviendo 0,20 g de la sal en agua destilada y diluyendo hasta 100 ml.

Solución de ácido sulfúrico-sulfato ferroso anhídrico, preparada disolviendo 25 ml de  $H_2SO_4$  ( $d = 1,84$ ) en 600 ml de agua destilada, al que se le agrega luego 140 g de  $Fe (NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  llevado en matras aforado hasta 1000 ml.

Ácido sulfúrico diluido, solución 1:1, agregar un volumen de  $H_2SO_4$  concentrado, lentamente y con agitación a un volumen de agua destilada. Enfriarlo antes de usar.

Solución 0,2000 N de dicromato de potasio, disolver 9,807 g de  $K_2Cr_2O_7$  en agua destilada, diluyendo a 1.000 ml en matras aforado.

### Procedimiento analítico:

Se coloca la muestra en un vaso Erlenmeyer de 500 cc., disolviéndola en agua destilada y diluyendo hasta aproximadamente 200 ml. Se agrega, agitando, 3 ml de ácido fosfórico y 6 ml de ácido sulfúrico (1:1).

Luego se añade a la solución contenida en el vaso, 25,0 ml de la solución de sulfato ferroso anhídrico, medidos con pipeta y 10 gotas de solución de difenilamín-sulfonato de bario.

Se titula con solución 0,2000 N de dicromato de potasio, vertiendo gota a gota mientras se agita la solución del vaso hasta que ésta adquiere una intensa coloración púrpura.

### **Ensayo en blanco:**

Dado que la solución de sulfato ferroso anhídrico experimenta modificaciones de concentración rápidamente, la determinación en blanco debe repetirse a intervalos regulares.

Se miden con pipeta 25,0 ml de solución de sulfato ferroso anhídrico, se transfieren a un vaso Erlenmeyer de 500 ml y se diluye hasta 200 ml. Se agregan 3 ml de ácido fosfórico y 10 gotas de solución de difenilamino-sulfonato de bario y se valora con la solución de dicromato de potasio.

### **Cálculos:**

La diferencia entre la titulación del blanco y la del sulfato ferroso anhídrico más la muestra es una medida de la cantidad de cromo hexavalente existente en la muestra.

$$\text{Porcentaje de dicromato de potasio} = \frac{\text{Diferencia de las titulaciones (ml)} \times 0,9807}{\text{Peso de la muestra empleada (g)}}$$

### **Determinación de cobre**

Se siguió el método indicado en la norma IRAM 9516 para la determinación de cobre en muestras sólidas o solución conteniendo aproximadamente 0,07 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Los reactivos necesarios son los siguientes:

Hidróxido de amonio concentrado ( $d = 0,910$ )

Ácido clorhídrico concentrado ( $d = 1,19$ )

Ácido sulfúrico concentrado ( $d = 1,84$ )

Alcohol metílico y etílico.

Solución al 20% de ioduro de potasio, preparada disolviendo 20 g de IK en 80 ml de agua.

Solución al 20% de sulfocianuro de sodio, preparada disolviendo 20 g de  $\text{NaSCN}$  en 80 ml de agua destilada.

Solución indicadora de almidón, preparada mezclando 1 g de almidón soluble, con aproximadamente 5 ml de agua; se añade después 100 ml de agua, dejando

hervir durante un minuto, mientras se agita con varilla de vidrio. Una vez enfriada la solución, se agrega una gota de cloroforma. Esta solución está sujeta a descomposición, por lo que debe controlarse antes de utilizarla. El indicador es apto cuando diluyendo una gota de la solución en 100 ml de agua al agregarle una gota de tintura de yodo el líquido adquiere intensa coloración oscura.

Solución 0,01 N de tiosulfato de sodio, preparada disolviendo 2,4821 g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en agua destilada y diluyendo a 1000 ml en matraz aforado.

#### Procedimiento Analítico

Se coloca la muestra en un vaso Erlenmeyer de 300 ml de capacidad agregando 10 ml de agua si la muestra es sólida. Una vez disuelta se introducen en el vaso 6 a 8 perlas de vidrio, se agregan 10 ml de ácido clorhídrico concentrado y 15 ml de alcohol etílico. Calentar suavemente hasta ebullición. El calentamiento se mantiene hasta que todo el cromo se haya reducido, lo que se comprueba por la ausencia de una coloración verde amarillenta. El color debe ser verde amilado claro. Se lavan las paredes interiores del vaso, con agua, se hierve la solución durante un minuto y se deja enfriar. Se neutraliza la solución cuidadosamente con hidróxido de sodio, que se agrega gota a gota, hasta que se forme un precipitado permanente. Se agrega ácido sulfúrico gota a gota hasta que todo el precipitado se haya disuelto. Se hierve la solución hasta reducir el volumen a unos 30 ml. Se deja enfriar a temperatura ambiente y después se diluye con agua destilada a un volumen de aproximadamente 125 ml.

Se agregan 10 ml de solución al 20% de yoduro de potasio y 5 ml de solución al 20% de sulfocianuro de sodio, agitando convenientemente el vaso mediante un movimiento de rotación. Se titula con solución 0,01 N de tiosulfato de sodio que se vierte gota a gota de una bureta, agregando hacia el final 2 ml de solución de almidón, antes de que desaparezca la coloración del yodo. Se toma como punto final de valoración el cambio de color de la solu-

-ción de azul oscuro a verde claro.

**Oficina:**

Porcentaje de sulfato de cobre  $\frac{\text{Volumen de tiosulfato de sodio } 0,1N \times 0,2421}{\text{Peso de la muestra empleada (g)}}$

**Determinación de Fluor**

Se siguió el método indicado en la norma IBAH 9517 para la determinación de fluor, con un contenido en la muestra de 0,15 g expresado en FNa. Este método se aplicó a la determinación de fluoruro de sodio en la "fábrica la azucaral".

El aparato empleado para la determinación es el utilizado corrientemente en las destilaciones por arrastre con vapor de agua. Consiste de un balón de 2000 ml, productor de vapor de agua, conectado a un balón Claisen de 250 ml que cuenta con un termómetro cuyo bulbo se ubica en el seno de la solución. Los vapores desprendidos por el calentamiento son condensados en un refrigerante Liebig.

Los reactivos necesarios son los siguientes:

Solución saturada de permanganato de potasio.

Acido clorhídrico diluido (1:200), agregar un volumen de HCl a 200 volúmenes de agua.

Acido sulfúrico concentrado ( $d = 1,84$ ).

Solución de alizarín-sulfonato sódico, preparada disolviendo 0,05 g de la sal en 100 ml de agua.

Solución Buffer, preparada disolviendo 9,448 g de ácido succinocrónico y 2,00 g de hidróxido de sodio en 100 ml de agua.

Solución al 2% de hidróxido de sodio, preparada disolviendo 2,00 g de NaOH disolviéndola en 100 ml de agua.

Solución 0,1 N de nitrato de torio, preparada disolviendo 17,4 g de  $Ti(NO_3)_4 \cdot 12H_2O$  en agua y diluyendo hasta 1000 ml en matras aferado. El factor de conversión de esta solución se obtiene por la valoración del fluor  $F$  basado en la destilación de 0,15 g de FNa, aplicando el procedimiento descrito a continuación.

### Procedimiento analítico

Se pesan 0,2 g de muestra, con un contenido de aproximadamente 0,05 g de FNa y se coloca dentro del balón Claisen junto con 8 o 10 perlas de vidrio. Se agregan 5 gotas de solución saturada de persulfato de potasio, se diluye con agua hasta un volumen de 10 ml y se añaden 35 ml de ácido clorhídrico. Se comienza a calentar el balón Claisen, manteniendo cerrada la pinza que lo une al productor de vapor. Se deja destilar hasta que alcance el punto de ebullición de 135°C. Mientras tanto, se lleva a ebullición el agua contenida en el balón generador de vapor, manteniendo una pinza abierta para el escape del vapor. Cuando se alcanza la temperatura de 135°C se abre la pinza que conecta los dos balones y se cierra la de escape del balón generador. Se regula la velocidad de destilación y la entrada de vapor proveniente del primer balón como para mantener un volumen constante de líquido en el balón Claisen y un punto de ebullición de 135°C. Se interrumpe la destilación cuando se han recogido justamente 250 ml de destilado.

Se colocan en un vaso Erlensmeyer de 500 ml, 100 ml de destilado; se agregan 6 gotas de solución de aliarina sulfonato sódico y se ajusta la acidez usando solución al 2% de hidróxido de sodio y ácido clorhídrico diluido (1:100) hasta la desaparición del color rosado. Se agrega 1 ml de solución Buffer y se valora con la solución 0,1 N de nitrato de torio, que se deja caer gota a gota de una bureta, agitando el vaso, hasta que el líquido adquiere coloración rosada persistente.

### Cálculo

Porcentaje de fluoruro de sodio =  $\frac{\text{Vol. sol. nitrato de torio} \times \text{Normalidad} \times 0,042}{\text{Peso de la muestra (en 100 ml) en gramos}} \times 100$

### Determinación de Arsénico

Se utilizó el método señalado en la norma IRAM 9517. La muestra en forma sólida o en solución debe contener arsénico equivalente a 0,25 g de  $\text{Na}_2\text{HASO}_4$ , 0,20 g de  $\text{As}_2\text{O}_3$  o  $\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  o 0,15 g de  $\text{As}_2\text{O}_3$ .

Los reactivos utilizados en la determinación son los siguientes:  
Ácido clorhídrico concentrado (d = 1,19).

Ácido hipofosforoso ( $H_3PO_2$ ) de 50% de riqueza.

Solución de naranja de metilo, preparada disolviendo 0,1 g del indicador en agua y diluyendo a 100 ml.

Solución 0,1075 N de bromato de potasio, preparada disolviendo 2,993 g de  $KBrO_3$  en agua y diluyendo a 1000 ml en un matras aforado. Un mililitro de esta solución equivale a 0,01 g de arseniato disódico ( $Na_2HAsO_4$ ).

#### Procedimiento analítico

Se coloca la muestra en un vaso Erlenmeyer de 250 ml, se disuelve con agua y se diluye hasta un volumen de 50 ml. Se agrega a la solución 50 ml de ácido clorhídrico y 20 ml de ácido hipofosforoso, agitando. Se coloca el vaso en baño maría y se calienta la solución hasta que se forme un precipitado. Se deja hervir durante unos 15 minutos.

Se filtra la solución, con ayuda de vacío, a través de un crisol Gooch de 10 ml que contenga una capa de fibras de asbesto (hervidas previamente con ácido clorhídrico diluido y lavado). Se lava convenientemente el vaso y el precipitado con agua. El filtrado se desecha.

Se coloca el crisol conteniendo el precipitado en el mismo vaso Erlenmeyer usado antes. Se vierte dentro del crisol contenido en el vaso 10 ml de ácido sulfúrico y luego se lleva aquel sobre la llama de un mechero (bajo campana) y se calienta mientras se agita, hasta que se desprendan humos blancos. Se deja enfriar el vaso y su contenido a la temperatura ambiente. Se vierten dentro del vaso, al principio lenta y cuidadosamente, 100 ml de agua. Se agregan después 5 ml de ácido clorhídrico y 2 gotas de solución de naranja de metilo y se valora inmediatamente con la solución 0,1075 N de bromato de potasio que se vierte gota a gota de una bureta, justamente hasta que la solución se decolore.

#### Cálculo:

Porcentaje de arseniato disódico =  $\frac{\text{Vol. solución de bromato de potasio}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$

### **Determinación del grado y tipo de penetrabilidad**

Para poder clasificar las maderas de acuerdo con su grado y tipo de penetrabilidad se adaptaron las escalas que figuran en la Publicación Técnica N° 12 del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación.

Fueron utilizadas 20 especies de maderas indígenas y exóticas cultivadas en el país tomando de cada una 5 probetas de dimensiones de aproximadamente 5 x 5 x 10 cm, promediando finalmente los resultados.

Las maderas se seleccionaron en cuanto fue posible entre otras, eligiendo madera sana, sin grietas, rajaduras o defectos que pudiesen falsear los datos obtenidos.

Las probetas utilizadas eran de madera estacionada, con un contenido de humedad entre el 11 y 15%. A cada una de ellas se le determinó el peso específico, escogiendo de cada especie las 5 probetas que presentaban menor variación.

El impregnante utilizado fue una solución acuosa de sales de Cu-Cu-2 al 3% (producto comercial descrito como fórmula química). Los indicadores empleados fueron dos:

Solución 0,1% de pirocatecol violeta, preparada disolviendo 0,1 g del reactivo y 5 g de acetato de sodio (como Buffer), llevado a 100 ml con agua destilada.

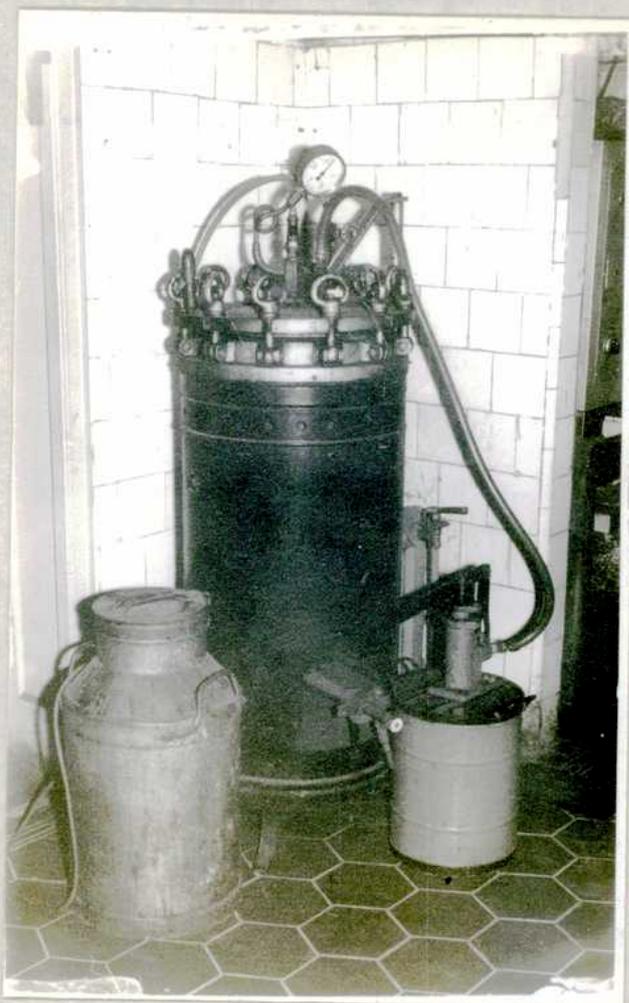
Solución 0,2% de difenilcarbazida, preparada disolviendo 0,2 g del reactivo en 50 ml de acetona y 50 ml de agua.

El equipo empleado para efectuar la impregnación consta de un autoclave vertical, una bomba de inyección de líquidos y un tanque o depósito para la solución preservadora.

Se realizaron primeramente varias impregnaciones, variando el tiempo y la presión hasta conseguir las condiciones más favorables que permitieran una comparación aproximada con lo que realmente sucede en la práctica. En este sentido fue escogido el método de Lowry para la impregnación ya que permite observar claramente los diferentes grados de penetrabilidad del preservador en la madera y facilita la regulación de la absorción del impreg-

**FIGURA 7**

**EQUIPO PILOTO DE IMPREGNACION**



-mente de modo que no se llegue a la saturación de la probeta.

De los diferentes tiempos y presiones, factibles todos ellos para realizar el ensayo, se prefirió realizar el trabajo en una hora a 6 atmósferas de presión, a la temperatura ambiente, para poder comparar, además, estos resultados con determinaciones realizadas en nuestro país en otras condiciones, utilizando creosota como impregnante.

Las probetas fueron medidas con calibres y pesadas. Cada una de ellas se marcó con un número de especie y uno de identificación en dos caras opuestas.

La impregnación se realizó introduciendo las probetas en el autoclave. Una vez cerrada y asegurada la tija del mismo fue abierto el robinete superior para permitir la salida del aire a medida que se introducía la solución impregnante por medio de la bomba, hasta llenarlo totalmente.

Luego, cerrado el robinete se aplicó presión hasta alcanzar 6 atmósferas, manteniéndola constante mediante golpes de bomba (la presión disminuye a medida que el líquido penetra en la madera).

Transcurrida una hora se condujo el líquido impregnante al depósito que lo contenía originalmente, por simple gravedad.

Las probetas impregnadas fueron retiradas del autoclave y colocadas, colocándolas verticalmente 5 minutos sobre cada cara menor hasta que se mancharon un papel de filtro.

Luego fueron pesadas nuevamente para determinar la absorción.

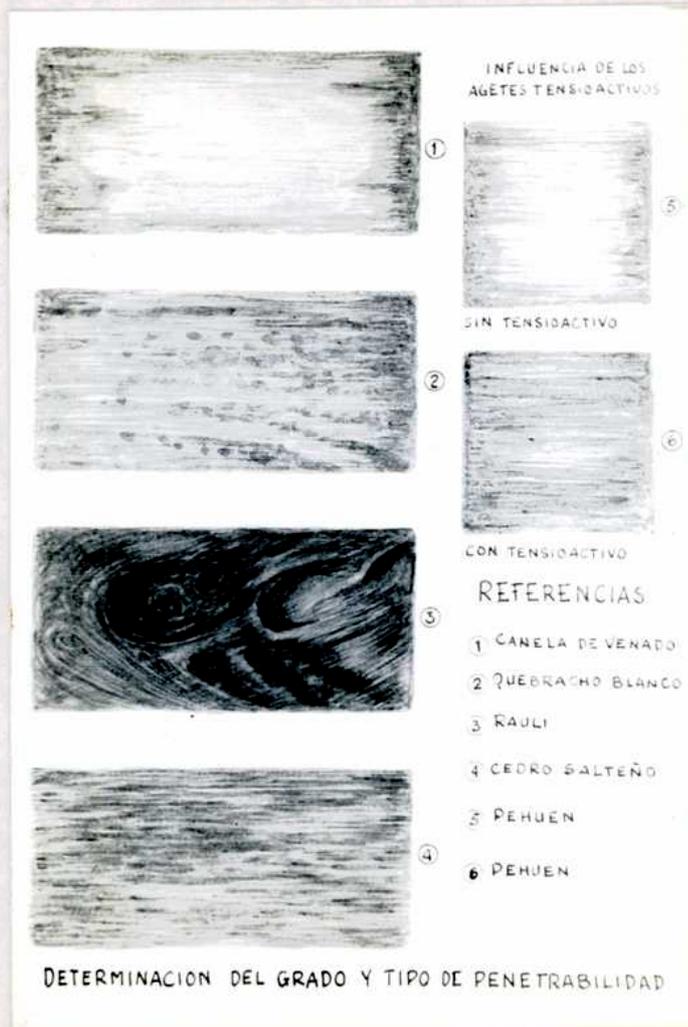
El secado de las muestras impregnadas se realizó durante 48 horas a la temperatura ambiente, dejando bastante espacio entre ellas para permitir la circulación del aire.

A continuación se cortaron las maderas tratadas a sierra en sentido longitudinal y transversal, alineando la superficie del primer corte con un cepillo.

La determinación del grado y tipo de penetrabilidad se realizó por pulverización de los indicadores sobre las superficies recién cortadas.

FIGURA 8

DETERMINACION DEL GRADO Y TIPO DE PENETRABILIDAD



La solución de picrotecol violeta produce una coloración verdosa en la zona donde ha llegado el preservador, quedando la madera sin tratar de color amarillo. Además, cuando ocurre una separación de los componentes, por diferencia en sus velocidades de difusión, este indicador da color rojo para el boro, azul para el cobre y verde para el cromo; siendo la velocidad de difusión en la madera, para dichos iones, decreciente en el orden indicado.

La solución de difenilcarbocida da un color púrpura con las sales de cobre y fue empleada en algunas especies que, por su tono natural, impedirían observar correctamente la coloración producida por el picrotecol violeta.

#### **Influencia de los Agentes Tensioactivos sobre la Penetrabilidad**

La experiencia se llevó a cabo sobre series de 10 probetas de 2 x 3 x 5 cm de diámetro, de 8 especies diferentes.

La madera utilizada era estacionada, con un contenido de humedad entre 11 y 15%; fue escogida entre las que no presentaban deficiencias, rajaduras, nudos, manchas, etc. Todas las probetas de una misma especie provenían de un mismo tirante.

Se utilizaron dos soluciones impregnantes: una al 3% compuesta por sales de  $\text{Cr-Oa-S}$  y otra de la misma composición con el agregado de 1 c/co de tensioactivo a base de agua-fenol/óxido de etileno.

Las soluciones indicadoras utilizadas fueron las siguientes:

Solución 0,1% de picrotecol violeta, preparada disolviendo 0,10 g del reactivo y 5 g de acetato de amonio (Buffer), elevando a 100 ml con agua.

Solución de 0,2% de difenilcarbocida, preparada disolviendo 0,2 g del reactivo en 50 ml de acetona y 50 ml de agua.

Cinco probetas de cada tipo de madera se emplearon en el ensayo con solución impregnante y otras cinco para la solución impregnante con agregado de tensioactivo.

Las probetas se marcaron en dos caras opuestas con número de especie y otro de identificación que correspondían del 1 al 5 y del 6 al 10 pa-

FIGURA 9

**ACCION DE LOS AGENTES TENSIOACTIVOS SOBRE LA PENETRABILIDAD**  
**EQUIPO DE IMPREGNACION DE LABORATORIO**



-ra el ensayo sin y con agente tannicoactivo respectivamente.

Cada probeta fue medida con calibre y pesada antes del ensayo.

La impregnación se llevó a cabo colocando las maderas en un vaso Erlenmeyer de 2000 ml, sujetándolas con una placa de porcelana para impedir que floten al admitir el líquido. Este vaso fue colocado dentro de un desecador de vidrio que cuenta en la tapa con una salida de doble vía.

Se comenzó la operación haciendo un vacío dentro del desecador durante 30 minutos, admitiendo luego en el vaso la solución impregnante hasta cubrir totalmente las maderas; inmediatamente se interrumpió la circulación de solución, permitiendo la entrada de aire hasta alcanzar la presión atmosférica. La solución preservadora actuó durante 5 minutos a presión normal.

Las probetas fueron retiradas y escurridas 5 minutos sobre cada una menor (las que presentan el corte transversal) hasta que no manchaban un papel de filtro colocado debajo de ellas. Se pesaron nuevamente para determinar la absorción y se dejaron secar al aire durante 24 horas.

El ensayo fue repetido en las mismas condiciones utilizando la solución impregnante con el agregado del tannicoactivo.

Para determinar la penetrabilidad del preservador en ambos casos, todas las probetas fueron cortadas en sentido longitudinal con una navaja; sobre estas superficies se pulverizó el reactivo indicador, midiendo a continuación con un calibre la zona impregnada.

FIGURA 10

TENSIOMETRO DE DU MOÛY



## **Fijación**

**Preparación de las muestras para la Determinación de cobre y cromo en la madera impregnada y en las aguas de lavado.**

Para realizar las determinaciones de absorción y lixiviación se utilizaron probetas de diferentes especies, de aproximadamente 5 x 5 x 10 cm, estas fueron impregnadas con una solución al 2,7% de sales de Cu-Cr-B, por el método de Bethell. Las muestras impregnadas se dejaron, aproximadamente, tres meses para permitir la correcta fijación de las sales.

Luego, cada probeta fue reducida a astillas y molida separadamente en un molino a martillos, provisto de un tamiz con perforaciones de 1 mm de diámetro. Este tratamiento produce un aserrín en el que se mezclan astillas de 5 a 7 mm de longitud hasta polvo fino.

El producto anterior se pasa por una serie de tamices de 20, 30, 40 y 60 hilos por pulgada, tomando la porción que pasa por el tamiz de 40 y queda retenido en el de 60 hilos por pulgada.

## **Determinación de Cobre y Cromo Absorbidos por la Madera Impregnada**

### **Destrucción de la materia orgánica**

A 10 g de una muestra de aserrín de madera preservada, que pasa por un tamiz de 40 y queda retenida en el de 60 hilos por pulgada, se le agrega 80 ml de  $\text{HNO}_3$  concentrado, dentro de un frasco Kjeldahl de 600 c.c. de capacidad aproximadamente. Se agita hasta humedecer totalmente la muestra. A continuación se adiciona 30 ml de una mezcla constituida por dos partes de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  concentrado y una parte de  $\text{ClO}_4\text{H}$  al 70% (en volumen).

El frasco de Kjeldahl se lleva bajo campana y comienza a calentarse lentamente, evitando la formación de espuma. Para impedir la prunta y liberación de los vapores nítricos, es conveniente colocar en la boca del Kjeldahl un embudo para condensar estos vapores.

Cuando se eliminó la mayor parte del  $\text{HNO}_3$ , se continúa el calentamiento en forma débil, evitando la carbonización de la muestra hag

-ta que comienza a desprender  $\text{ClO}_2$ . Puede ocurrir que luego de eliminado el  $\text{HNO}_3$ , el líquido tome una coloración pardosa, debido a la presencia de materia orgánica sin destruir; en tal caso, se deja enfriar el frasco y se le adiciona 20 ml de  $\text{HNO}_3$  concentrado, continuando el ataque. Esta operación se repetirá tantas veces como sea necesaria, hasta que el líquido resultante quede límpido.

El calentamiento deberá continuarse hasta el desprendimiento de humos blancos sulfúricos, dando por terminada la digestión cuando se ha eliminado el  $\text{ClO}_2$  y el líquido toma color verde. No es conveniente prolongar el calentamiento al fin de la digestión, pues ello puede provocar la precipitación del sulfato cúprico que es difícil de disolver. En caso que esto ocurra, se dejará enfriar el frasco de Kjeldahl y se le adicionará pequeñas porciones de agua destilada caliente, continuando la digestión hasta su solución.

La muestra así digerida se deja enfriar y se lleva a 250 ml, en matras aferado, lavando perfectamente el frasco de Kjeldahl con agua destilada.

#### **Determinación de Cobre**

Para la titulación se utilizan los siguientes reactivos:

Solución valorada de tiosulfato de sodio 0,01N, preparada disolviendo 24,82 g de  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en un litro de agua, exenta de  $\text{CO}_2$ , de manera de obtener una solución aproximadamente 0,1 N. Después de dejar en reposo, preferiblemente dos semanas, se diluye hasta 0,01 N, con agua exenta de  $\text{CO}_2$ .

Esta solución se valora diariamente haciendo una titulación sobre 20 ml de solución valorada de cobre y alcalinizada con  $\text{HONH}_2$ , presentando como se indica más adelante.

Solución valorada de cobre, preparada disolviendo en  $\text{HNO}_3$ , 318 mg de Cu metálico puro, evaporando a sequedad sobre baño de vapor, disolviendo luego en agua conteniendo unas pocas gotas de ácido acético. El nitrato cuproso así

formado, se evapora nuevamente a sequedad, disolviéndolo a continuación en agua y diluyendo a 1 litro en matras aforado.

Se toma una alícuota de la muestra digerida, de 70 a 100 ml y se neutraliza con  $\text{HCl}$ . Se adiciona 5 cc de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  concentrado por cada 100 ml de solución y se calienta. Se hace pasar una corriente de ácido sulfhídrico hasta que el líquido quede frío. Si la cantidad es apropiada se forma un precipitado negro, opaco, con rapidez; si el contenido de cobre fuera pequeño se hierve durante 5 minutos con el agregado de unos pocos mililitros de solución 1% de  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ . Se filtra y lava seis veces el precipitado con agua sulfhídrica caliente. Durante las adiciones de líquido de lavado debe cuidarse que no se vacíe por completo el filtro.

Se incinera el papel junto con el precipitado en un horno de muestra que se encuentra a  $500^\circ\text{C}$ . El residuo se trata con 1 ml de  $\text{HNO}_3$  (2 + 5) y se evapora sobre un baño de vapor. Adicionándose 5 ml de agua, llevando nuevamente a sequedad, recogiendo luego con 20 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ , se añade un exceso de  $\text{HCl}$ , calentándose sobre baño de vapor, hasta que todo el cobre se haya disuelto; se transfiere todo a un Erlenmeyer de 100 ml de capacidad.

La solución se hierve moderadamente para expulsar el exceso de  $\text{HCl}$ , acidificando luego "al papel tornasol" con ácido acético (1 + 1), añadiendo 1 ml en exceso. Se hierve durante un minuto y se enfría a temperatura ambiente.

Agrégase 2 g de IK disueltos en agua, de manera de obtener un volumen de 50 ml; se titula inmediatamente con solución de tiosulfato de sodio 0,01 N hasta que se aproxime el punto final. Por último, se añaden 2 ml de solución de almidón, continuando la titulación hasta que desapareca el color azul.

$$1 \text{ ml } 0,01 \text{ N } \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 0,6357 \text{ mg Cu}$$

#### Determinación de Cromo

Para su determinación se utilizan los siguientes reactivos:

Solución 0,1 N de dicromato de potasio, preparada disolviendo 4,903 g de

$K_2Cr_2O_7$  en agua destilada y diluyendo a 1.000 ml en matras aforada.

Solución de sulfato ferroso amónico 0,1 N, preparada disolviendo 19,600 g de  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ , en 600 ml de agua conteniendo 25 ml de  $H_2SO_4$  concentrado y diluyendo a 1.000 ml en matras aforada.

Acido sulfúrico-fosfórico, preparada disolviendo 150 ml de  $H_2SO_4$  (d=1,84) y 150 ml de  $H_3PO_4$  (d=1,70) y diluyendo a 1.000 ml con agua destilada.

Solución indicadora de difenilamín-sulfonato de bario, preparada disolviendo 0,20 g de la sal en agua destilada y diluyendo hasta 100 ml.

Solución de nitrato de plata, preparada disolviendo 0,5 g de  $AgNO_3$  en agua destilada y diluyendo a 100 ml.

Solución saturada de permanganato de potasio, preparada disolviendo 2,5 g de  $KMnO_4$  y diluyendo a 100 ml con agua destilada.

Solución 10% de cloruro de sodio, preparada disolviendo 10 g de  $ClNa$  y diluyendo a 100 c. c. con agua destilada.

Persulfato de amonio, sal.

#### Procedimiento Analítico

Una alícuota de la muestra digerida, conteniendo entre 2 y 80 mg de cromo se coloca en un frasco Erlenmeyer de 500 ml de capacidad y se diluye a, aproximadamente, 200 ml. Se agrega 15 ml de solución 0,5% de  $HO_3A_g$  y 6 gotas de solución saturada de  $KMnO_4$ . Se añaden 8 a 10 gramos de persulfato de amonio y se calienta, aproximadamente, cinco minutos.

Luego se añaden 20 ml de solución al 10% de  $ClNa$  y se calienta hasta que desaparezca la coloración debida al permanganato de potasio. Se agrega nuevamente 10 ml de solución de cloruro de sodio y se continúa hervir de por tres minutos. La solución es enfriada a la temperatura ambiente y tratada con 15 ml de la mezcla de ácidos sulfúrico y fosfórico. Se agrega un exceso medido de sulfato ferroso amónico, 50 ml, con una pipeta, y 10 gotas del indicador (difenílamín-sulfonato de bario). Se titula con solución 0,1 N de dicromato de potasio, al exceso de sal ferrosa, hasta que la solución adquiere una intensa coloración púrpura.

### Ensayo en blanco

Se mide con pipeta 50 ml de la solución de sulfato ferroso amónico, se transfieren a un Erlenmeyer de 500 cc. de capacidad y se diluye a 200 cc.; se agrega 15 ml de mezcla sulfúrico-foosfórica y 10 gotas de indicador, valorando con solución 0,1 N de dicromato de potasio. Indo que la solución de sulfato ferroso amónico experimenta modificaciones de concentración rápidamente, la determinación en blanco se debe repetir a intervalos regulares.

Cálculo:

$$\text{Porcentaje de dicromato de potasio} = \frac{(V_1 - V) 0,4903}{G_m}$$

$V_1$  = Volumen de solución 0,1 N  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$ , utilizado en la titulación del blanco.

$V$  = Volumen de solución 0,1 N  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$ , utilizado en la titulación de la muestra.

$G_m$  = Peso de la muestra empleada, en gramos.

Tener en cuenta realizar el cálculo sobre el total de la muestras, ya que se ha partido de una alícuota.

### Determinación de cobre y cromo en las aguas de lavado

#### Ensayo y preparación de la muestra

El ensayo de lixiviación se realizó colocando 5 g de aserrín de madera impregnada en un frasco Erlenmeyer de 300 ml de capacidad, provisto de tapón esmerilado para su cierre. Adicionalmente, exactamente, 100 ml de agua destilada, agitando de tanto en tanto, para facilitar la humectación del aserrín. El primer lavado se realizó durante dos horas, pasando luego el líquido a través de filtro de puro fino. Los lavados se repitieron 2 y 4 horas el primer día; 8 horas el segundo; 8 horas el tercero y 8 horas el cuarto día, utilizando cada vez 100 ml de agua destilada y efectuando el ensayo a temperatura ambiente.

Los líquidos filtrados provenientes del lavado se recogieron en vasos Erlenmeyer de boca ancha y 100 ml de capacidad, evaporando a sequedad sobre baño maría, a temperatura moderada.

La mineralización de las sustancias solubilizadas se realizó agregando a cada vaso 5 ml de  $\text{HNO}_3$  concentrado, 1 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado y 0,5 ml de  $\text{ClO}_4\text{H}$ . El vaso fue cubierto con un vidrio de reloj, calentando hasta la eliminación de los vapores nítricos y la aparición de color naranja fuerte en la solución, que indica la oxidación del cromo de la muestra. Se continúa el calentamiento con desprendimiento de vapores perclóricos durante 1 minuto más y se enfría a la temperatura ambiente.

El contenido es llevado a un matraz aforado de 50 ml de capacidad, lavando correctamente el vidrio de reloj y el vaso Erlenmeyer. La solución es neutralizada con unas gotas de  $\text{HCl}$  30% y de  $\text{HCl}$  5%, controlando, por  $\text{pH}$  que en papel universal, el valor del  $\text{pH}$ . El contenido es diluido exactamente a 50 ml, quedando preparada la muestra para la posterior determinación de los iones.

#### Determinación de cobre en las aguas de lavado

Fue utilizado el método calorimétrico propuesto por Carter y Mac Intosh en 1945.

Los reactivos empleados son los siguientes:

Solución 0,1% de ácido rubínico, preparada disolviendo 0,1 g del ácido en alcohol etílico absoluto y diluyendo a 100 ml. La solución es estable por 2 o 3 meses.

Solución Buffer acetato, preparada disolviendo 40 ml de ácido acético glacial, 40 g de acetato de amonio y 20 ml de agua destilada. Agua destilada a través de un sistema totalmente de vidrio. Las mediciones fueron efectuadas con un espectrofotómetro Coleman Junior, utilizando una longitud de onda de  $650\text{ m}\mu$ . Se emplearon cubetas cilíndricas de 20 cc. de capacidad.

#### Procedimiento

Una alícuota conteniendo entre 40 a 200  $\mu\text{g}$  de cobre fue colocada en un matraz aforado de 50 ml de capacidad. A esta solución, que ha sido neutralizada anteriormente, se le agrega 2,5 ml de Buffer acetato, diluyendo con agua destilada. Se añade 0,5 ml de solución 0,1% de ácido rubínico y se

-una exactamente a 70 ml.

Se agita la solución, convenientemente, insirtiendo el matras 5 a 6 veces y se efectúa la transmisión a 670  $m\mu$ , dentro de los 3 minutos. El color desarrollado es verde oliva.

Se utiliza agua destilada como blanco.

La curva de calibración fue preparada midiendo la transmitancia de acuerdo al método, efectuando previamente las siguientes diluciones:

Solución A : 0,120 mg Cu en 1 c.c.

25 ml de solución original diluidos a 250 cc.

Solución B : 0,032 mg Cu en 1 c.c.

25 ml de esta solución fueren llevados a 100 c.c.

Solución C : 0,008 mg Cu en 1 c.c.

De la solución C fueren tomadas, 5, 10, 15, 20 y 25 ml y llevadas a matras aferado de 70 ml.

Matras N° 1 - 5 x 0,008 mg Cu - - - 40  $\gamma$  Cu en 70 ml.

Matras N° 2 - 10 x 0,008 mg Cu - - - 80  $\gamma$  Cu en 70 ml.

Matras N° 3 - 15 x 0,008 mg Cu - - - 120  $\gamma$  Cu en 70 ml.

Matras N° 4 - 20 x 0,008 mg Cu - - - 160  $\gamma$  Cu en 70 ml.

Matras N° 5 - 25 x 0,008 mg Cu - - - 200  $\gamma$  Cu en 70 ml.

Determinación de cobre en las aguas de lavado

Fue empleado el método colorimétrico de la difenilcarbazida. Los reactivos utilizados son los siguientes:

Solución 0,25% de difenilcarbazida, preparada disolviendo 0,25 g de difenilcarbazida en una mezcla de 70 ml de acetona y 30 ml de agua. Esta solución debe prepararse diariamente.

Ácido sulfúrico (6N) esta solución debe estar libre de sustancias reductoras y se prepara agregando gotas de permanganato de potasio diluido a 16,8 ml de  $H_2SO_4$  concentrado, caliente, hasta que aparezca leve coloración, se completa a 100 ml con agua destilada, una vez que se haya enfriado el ácido.

Procedimiento

En alícuotas de la muestra conteniendo entre 0,02 y 0,5  $\mu\mu\text{-m}$  de

$Cr^{+6}$  (en algunas muestras fue necesario diluir de 10 a 20 veces), se coloca en un matras aforado de 25 ml de capacidad. Se lleva a ebullición, agregando 0,8 ml de  $SO_3H_2$  6N y diluyendo con agua destilada. Adicionar 1 ml de solución de ácido ascórbico y completar a 25 ml.

La solución fue mezclada convenientemente, invirtiendo sucesivas veces el matras, desarrollándose el tono violeta rojizo.

La medición de la transmitancia se realizó inmediatamente empleando cubetas cilíndricas de 20 ml de capacidad y las de 540 m $\mu$  de longitud óptica.

Se utilizó agua destilada como blanco.

La curva de calibración se preparó midiendo la transmitancia de una serie de disoluciones hechas de la siguiente forma:

Se pesaron 5,640 g de  $Cr_2O_7K_2$  llevando a 1,000 ml en matras aforado. A partir de ésta se prepararon las siguientes disoluciones:

Concentración de  $Cr_2O_7K_2$  en la solución original. . . . . 5,640 mg/ml  
 Solución A: 25 ml de solución original diluídos a 250 ml . . . . . 0,564 mg/ml  
 Solución B: 25 ml de solución A diluídos a 500 ml . . . . . 0,0282 mg/ml  
 Solución C: 25 ml de solución B diluídos a 900 ml . . . . . 0,00141 mg/ml

La solución C contiene 0,00141 de  $Cr_2O_7K_2$  que equivale a:

$$294,21 \text{ mg } Cr_2O_7K_2 \text{ --- } 104,02 \text{ mg Cr}$$

$$0,00141 \text{ mg } Cr_2O_7K_2 \text{ --- } x \text{ . } x = 0,000498 \text{ mg Cr.}$$

O sea, que la solución C tiene aproximadamente 0,5% de Cr por ml litro.

La medición de la transmitancia se realizó sobre las siguientes diluciones, a partir de la solución C:

1,0 ml = 0,5%	de Cr diluídos a 25,0 ml . . . . .	0,02	de Cr por ml.
5,0 ml = 2,5%	de Cr diluídos a 25,0 ml . . . . .	0,10	de Cr por ml.
10,0 ml = 5,0%	de Cr diluídos a 25,0 ml . . . . .	0,20	de Cr por ml.
15,0 ml = 7,5%	de Cr diluídos a 25,0 ml . . . . .	0,30	de Cr por ml.
20,0 ml = 10,0%	de Cr diluídos a 25,0 ml . . . . .	0,40	de Cr por ml.

**FIGURA 11**

**ESPECTROFOTOMETRIA DE CROMO Y COBRE**



## RESULTADOS OBTENIDOS

**Análisis cuantitativo de los componentes de las "sales impregnantes"**

### Sales Impregnante N° 1

**Muestra:** 300 g de sal en frasco de vidrio con tapa esmerilada, rotulada Tencalith A.

**Aspecto:** Mezcla color amarillado amarillento, en polvo seco.

**Humedad:** Determinada sobre 2,1527 g de sal colocada en perafiltro, a vacío (dentro de un desecador), a 50°C : 5,6%.

**Solución para el análisis:** Fueron disueltos 26,670 g de sal en 1,000 ml de agua.

#### Determinación de cromo

**Ensayo en blanco:** De acuerdo al método, se efectuó una valoración sobre 25 ml de solución de sal  $Fe^{++}$ , con solución 0,2000 N de  $Cr_2O_7K_2$  f: 1,0126, gastándose en la titulación, 43,5 ml.

**Determinación en la muestra:** Fueron tomados 25 ml de solución de sales (que corresponden a 0,6294 g de sal seca), añadiéndole 25 ml de solución de sal  $Fe^{++}$  y procediendo de acuerdo al método. La valoración se efectuó con solución 0,2000 N de  $Cr_2O_7K_2$  f: 1,0126, gastándose: 18,7 c.c.

#### Cálculos

$$\% \text{ de } Cr_2O_7K_2 \text{ en la muestra} = \frac{(43,5 \text{ ml} - 18,7 \text{ ml}) \cdot 1,0126 \times 0,2000 \text{ g/ml}}{0,6294 \text{ g}} = 19,1$$

#### Determinación de cobre

**Factor de la solución 0,01 N de  $S_2O_3Na_2$ :** Sobre 25,0 ml de solución 0,005 N de  $(NO_3)Cu$  (0,318 mg Cu/ml), fueron gastados en la titulación 12,55 ml de solución 0,01 N de  $S_2O_3Na_2$ .

$$1 \text{ ml de solución } 0,01 \text{ N } S_2O_3Na_2 = 2,4971 \text{ mg } SO_4Cu \cdot 5H_2O$$

$$1 \text{ ml de solución } 0,01 \text{ N } S_2O_3Na_2 = 0,6357 \text{ mg Cu}$$

$$\text{Concentración de cobre en 25 ml} = 0,318 \text{ mg} \times 25 = 7,950 \text{ mg Cu}$$

Equivalente de la solución aproximadamente 0,01 N  $S_2O_3Na_2$ :

$$7,950 \text{ mg Cu } \div 12,55 \text{ ml} = 0,6334 \text{ mg Cu/ml } S_2O_3Na_2 \text{ } 0,01 \text{ N}$$

$$\text{Factor de la solución } 0,01 \text{ N } S_2O_3Na_2 = \frac{0,6334}{0,6357} = 0,9963$$

**Determinación de la muestra:** Se procedió de acuerdo al método, tomando 25 ml de solución de sales impregnantes, valorando

con solución 0,01 N de  $\text{SrO}_3\text{H}_2$   $f = 0,9963$ , gastándose en la titulación: 14,35 ml.

**Cálculos**

$$\% \text{ de } \text{SO}_4\text{Ca} \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ en la muestra} = \frac{14,35 \text{ ml} \times 0,9963 \times 0,24971 \text{ g/ml}}{0,251 \text{ g}} = 14,0$$

**Sal Impregnante N° 2**

**Muestra:** 1.000 g de sal en frasco de vidrio con tapa esmerilada, obtenida por extracción y cuarteo a diferentes alturas, de un tambor que contenga 50 Kg, rotulado Salada.

**Aspecto:** Masa de sales color amarillo-anaranjado, en polvo seco.

**Humedad:** Determinada en perafiltro a  $105^\circ\text{C}$  sobre 1,291 g: 6,0%.

**Solución para el análisis:** Fueron disueltos 11,726 g de muestra y llevados a 1.000 ml en untras aforado, con agua destilada.

**Determinación de FHa**

**Factor de la solución 0,1 N de  $(\text{NO}_3)_4\text{Th} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ :** Fueron pesados 0,1522 g de FHa seco, pre-análisis, realizando la destilación de acuerdo a lo indicado en el método. Se titularon 100 ml de los 250 ml recogidos, con solución 0,1 N de  $(\text{NO}_3)_4\text{Th}$ , gastándose en la misma: 14,55 ml

$$1 \text{ ml } 0,1 \text{ N } (\text{NO}_3)_4\text{Th} = 0,0042 \text{ g FHa}$$

Equivalente de la solución aproximadamente 0,1 N de  $(\text{NO}_3)_4\text{Th}$

$$\frac{0,1522 \text{ g FHa} \times 100 \text{ ml}}{250 \text{ ml}} = 0,06088 \text{ g FHa en } 100 \text{ ml}$$

$$\frac{0,06088 \text{ g}}{14,55 \text{ ml}} = 0,00418 \text{ g FHa por } 1 \text{ ml de solución } 0,1 \text{ N } (\text{NO}_3)_4\text{Th}.$$

$$\text{Factor de la solución } 0,1 \text{ N } (\text{NO}_3)_4\text{Th} = \frac{0,00418}{0,0042} = 0,9952$$

**Determinación en la muestra:** Se procedió de acuerdo al método, tomando 10 ml de solución de muestra a analizar. Se titularon 100 ml de los 250 ml destilados con solución 0,1 N  $(\text{NO}_3)_4\text{Th}$   $f = 0,9952$  gastándose: 6,90 ml.

**Cálculos**

$$\% \text{ de FHa en la muestra} = \frac{6,9 \times 0,1 \times 0,9952 \times 0,042}{0,29825} \times \frac{100}{250} = 24,1$$

### Determinación de arsénico

Fue determinado de acuerdo al método, sobre 25 ml de solución de muestra, reduciendo con  $\text{H}_2\text{O}_2$  (50%) y titulando con solución 0,1075 N de  $\text{BrO}_3\text{K}$ , gastándose en la titulación 17,50 ml.

### Cálculos

Equivalencia : 1 ml 0,1075 N  $\text{BrO}_3\text{K}$  = 0,010 g  $\text{AsO}_3\text{H}$  Eqg

$$\% \text{ de } \text{AsO}_3\text{H}_2\text{O} \text{ en la muestra} = \frac{17,50 \text{ ml}}{0,7456} = 23,4$$

### Determinación de cromo

Se procedió de igual modo que en el caso anterior (sal N° 1).

Ensayo en blanco: Valoración sobre 25 ml de sal  $\text{Fe}^{++}$  con solución 0,2000 N de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$  f: 1,0126, gastándose en la titulación 42,7 ml

Determinación en la muestra: Fueron tomados 25 ml de solución muestra, añadiéndole 25 ml de solución de sal  $\text{Fe}^{++}$  y procediendo de acuerdo al método, la valoración se efectuó con solución 0,2000 N de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$  f: 1,0126, gastándose: 16,8 ml.

### Cálculos

$$\% \text{ de } \text{Cr}_2\text{O}_7\text{H}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ en la muestra} = \frac{(42,7 - 16,8) \times 1,0126 \times 0,9935}{0,7456} = 35,7$$

CUADRO VII

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Seta caballe impregnadas con sales solubles en agua

Probeta IP	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción g sal/m <sup>2</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
1-1	231,54	0,65	151,05	227,80	76,75	10,0	F P <sup>x</sup>	PDI <sup>x</sup>
1-2	260,53	0,61	158,90	237,35	78,45	8,9	F P	PDI
1-3	256,65	0,59	151,45	223,81	72,36	8,4	F P	PDI
1-4	257,97	0,60	154,50	231,25	76,45	8,9	F P	PDI
1-5	290,04	0,64	160,02	231,27	71,25	8,5	F P	PDI
Prome- dios	251,34	0,618	155,24	230,29	75,05	8,9	F P	PDI

x : F P - Fácilmente penetrable.

PDI - Penetración difusa irregular.

CUADRO VIII

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Quetscho blanco impregnadas con sales solubles en agua

Probeta IP	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción g sal/m <sup>2</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
2-1	257,81	0,94	243,30	297,80	54,40	5,8	F P <sup>x</sup>	PDL <sup>x</sup>
2-2	263,27	0,94	249,70	307,25	57,55	6,5	F P	PDI
2-3	263,02	0,95	252,95	308,50	55,20	6,2	F P	PDI
2-4	257,31	0,95	243,67	298,64	54,97	6,4	F P	PDI
2-5	262,18	0,94	246,71	302,16	56,15	6,4	F P	PDI
Prome- dios	261,51	0,944	247,28	302,87	56,65	6,2	F P	PDI

x : F P - Fácilmente penetrable.

PDI - Penetración Difusa Lineal.

**CUADRO IX**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Quilacocha blancas sumergidas impregnadas con sales solubles en agua

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso de especifico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorción ml/g	Penetración	
							Grado	Tipo
3-1	258,55	0,91	236,80	291,91	57,20	6,6	F P <sup>x</sup>	F D <sup>x</sup>
3-2	252,72	0,93	236,90	292,00	51,20	6,0	F P	F D
3-3	251,70	0,93	235,90	290,30	54,40	6,5	F P	F D
3-4	252,16	0,92	232,74	284,93	52,19	6,2	F P	F D
3-5	255,90	0,91	233,27	289,47	56,20	6,5	F P	F D
Promedio	254,12	0,920	235,12	287,32	54,19	6,3	F P	F D

x = F P - Fácilmente penetrable.

F D - Penetración difusa.

**CUADRO X**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Inga gruesa impregnadas con sales solubles en agua

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso de especifico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorción ml/g	Penetración	
							Grado	Tipo
4-1	265,48	0,59	156,62	137,72	72,24	8,2	F P <sup>x</sup>	F DL <sup>x</sup>
4-2	262,36	0,60	157,41	133,54	71,26	8,1	F P	F DL
4-3	265,00	0,60	159,79	137,14	72,24	8,2	F P	F DL
4-4	260,60	0,59	154,79	136,06	73,46	8,5	F P	F DL
4-5	261,62	0,59	155,40	135,81	74,19	8,5	F P	F DL
Promedio	263,61	0,594	156,80	136,85	73,04	8,3	F P	F DL

x = Fácilmente penetrable.

F DL - Penetración difusa lineal.

**CUADRO XI**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Gunitada impregnadas con sales solubles en agua

Probeta N°	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorc ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
5-1	276,40	0,75	209,30	277,00	67,70	7,3	FP <sup>x</sup>	PI <sup>x</sup>
5-2	294,90	0,73	226,00	283,40	67,40	6,9	FP	PI
5-3	285,76	0,73	209,10	277,50	68,40	7,2	FP	PI
5-4	278,69	0,74	206,51	274,66	68,15	7,4	FP	PI
5-5	290,31	0,75	227,15	283,40	66,25	6,9	FP	PI
Prome- dios	285,13	0,74	211,61	279,27	67,66	7,14	FP	PI

x : FP - Fácilmente penetrable.

PI - Penetración irregular.

**CUADRO XII**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de loro blando impregnadas con sales solubles en agua

Probeta N°	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorc ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
6-1	265,27	0,65	172,69	266,96	94,27	10,7	FP <sup>x</sup>	PD <sup>x</sup>
6-2	264,34	0,66	173,93	267,11	93,18	10,6	FP	PD
6-3	259,23	0,62	161,76	259,21	97,45	11,3	FP	PD
6-4	258,45	0,64	165,66	264,45	98,79	11,4	FP	PD
6-5	263,06	0,65	170,46	269,88	99,42	11,4	FP	PD
Prome- dios	262,07	0,644	168,90	265,52	96,62	11,08	FP	PD

x : FP - Fácilmente penetrable.

PD - Penetración difusa.

**CUADRO XIII**

**Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de tubo de suena impregnadas con sales solubles en agua**

Probeta P	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
7-1	247,26	0,87	224,80	291,32	76,90	9,3	FP <sup>x</sup>	PD <sup>x</sup>
7-2	252,42	0,85	224,95	300,20	85,15	10,1	FP	PD
7-3	252,48	0,84	222,00	296,45	84,45	10,0	FP	PD
7-4	246,51	0,86	222,73	290,42	77,69	9,4	FP	PD
7-5	248,30	0,85	221,55	296,26	84,71	11,2	FP	PD
Prome- dian	249,39	0,854	223,20	294,90	81,70	10,0	FP	PD

x : FP - Fácilmente penetrable.

PD - Penetración difusa.

**CUADRO XIV**

**Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Furguero hueco impregnadas con sales solubles en agua**

Probeta P	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
8-1	274,12	0,70	191,85	278,55	86,70	9,5	FP <sup>x</sup>	PDL <sup>x</sup>
8-2	271,22	0,70	189,90	277,90	88,00	9,7	FP	PDL
8-3	258,65	0,69	177,65	262,30	84,65	9,8	FP	PDL
8-4	264,78	0,70	187,61	278,58	84,97	9,6	FP	PDL
8-5	270,94	0,70	190,19	275,79	85,60	9,5	FP	PDL
Prome- dian	267,94	0,698	187,84	273,82	85,98	9,6	FP	PDL

x : FP - Fácilmente penetrable.

PDL - Penetración difusa lineal

CUADRO XV

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Laurel negro impregnadas con sales solubles en agua

Probeta Nº	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorc. cán/kg sal/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
9-1	259,15	0,73	191,05	209,40	18,35	2,10	D P <sup>x</sup>	P D <sup>x</sup>
9-2	256,29	0,77	198,65	205,30	6,65	0,77	D P	P D
9-3	257,20	0,73	188,45	207,10	18,65	2,20	D P	P D
9-4	256,65	0,73	187,61	206,39	18,78	2,20	D P	P D
9-5	255,13	0,73	186,75	204,78	18,03	2,10	D P	P D
Pro- m-dios	256,88	0,738	190,90	206,59	16,09	1,87	D P	P D

x D P - Difícilmente penetrable

P D - Penetración difusa.

CUADRO XVI

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Omala de venado impregnadas con sales solubles en agua

Probeta Nº	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorc. cán/kg sal/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
10-1	252,45	0,61	154,35	203,40	49,05	5,8	H P <sup>x</sup>	P D <sup>x</sup>
10-2	254,13	0,61	156,15	215,00	58,85	6,9	H P	P D
10-3	252,67	0,63	158,80	205,15	46,35	5,5	H P	P D
10-4	254,18	0,61	155,81	209,23	53,42	6,3	H P	P D
10-5	256,21	0,63	160,90	218,95	58,05	6,8	H P	P D
Pro- m-dios	253,92	0,638	157,20	210,34	53,14	6,2	H P	P D

x : H P - Hiperactivamente penetrable.

P D - Penetración difusa.

**CUADRO XVII**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Palo amarillo impregnadas con sales solubles en agua

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorc. c.c./kg ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
11 - 1	266,05	0,91	242,45	311,05	68,60	7,2	FP <sup>X</sup>	PI <sup>X</sup>
11 - 2	276,86	0,91	252,00	327,40	73,40	7,9	FP	PI
11 - 3	270,34	0,90	244,71	311,46	66,75	7,3	FP	PI
11 - 4	266,84	0,91	240,09	308,92	68,83	7,4	FP	PI
11 - 5	265,72	0,91	242,61	311,16	68,75	7,8	FP	PI
Prom- edios	269,16	0,908	244,97	311,65	68,66	7,5	FP	PI

X : FP - Flocilmente penetrable.

PI - Penetración irregular.

**CUADRO XVIII**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Álamo amarillo impregnadas con sales solubles en agua

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absorc. c.c./kg ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
12 - 1	228,47	0,41	95,15	169,30	73,95	9,7	FP <sup>X</sup>	PIR <sup>X</sup>
12 - 2	233,77	0,41	95,82	173,20	77,38	9,9	FP	PIR
12 - 3	234,25	0,41	97,45	167,50	70,05	9,0	FP	PIR
12 - 4	243,48	0,41	99,00	176,25	77,25	9,5	FP	PIR
12 - 5	230,78	0,41	95,05	171,07	76,02	9,9	FP	PIR
Prom- edios	233,73	0,41	96,49	171,42	74,93	9,62	FP	PIR

X : FP - Flocilmente penetrable.

PIR - Penetración difusa irregular

CUADRO XII

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Visumá impregnadas con sales solubles en agua

Prueba Nº	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor ción Kg cm <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
13 - 1	245,72	0,70	172,00	191,22	29,22	3,6	HP <sup>x</sup>	PL <sup>x</sup>
13 - 2	246,74	0,69	170,49	190,54	30,05	3,7	HP	PL
13 - 3	246,98	0,69	170,91	191,60	20,69	3,5	HP	PL
13 - 4	248,23	0,70	174,75	195,75	31,00	3,7	HP	PL
13 - 5	247,23	0,69	170,58	189,63	29,25	3,5	HP	PL
Promo- dios	246,98	0,694	171,14	191,74	29,64	3,6	HP	PL

x : HP - Habiéndose penetrable.

PL - Penetración Lineal.

CUADRO XIII

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Poluina impregnadas con sales solubles en agua

Prueba Nº	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 1 Peso 2 g	Absor ción Kg cm <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
14 - 1	256,80	0,57	147,04	268,68	121,64	14,2	FP <sup>x</sup>	PD <sup>x</sup>
14 - 2	257,04	0,57	146,85	267,85	121,00	14,1	FP	PD
14 - 3	255,27	0,55	141,30	260,50	119,20	14,0	FP	PD
14 - 4	258,33	0,57	147,25	271,41	124,16	14,2	FP	PD
14 - 5	256,03	0,56	142,86	262,11	119,25	14,0	FP	PD
Promo- dios	256,69	0,564	145,06	266,11	121,05	14,1	FP	PD

x : FP - Fácilmente penetrable.

PD - Penetración difusa.

**CUADRO XXI**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Guiso milleda impregnadas con sales minerales

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso eq. porfíloc g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor. cúbica ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grupo	Tipo
15 - 1	230,19	0,41	103,85	243,60	39,75	4,7	F P <sup>x</sup>	PDL <sup>x</sup>
15 - 2	304,36	0,33	100,75	164,70	63,95	6,4	F P	PDL
15 - 3	249,43	0,40	100,50	246,60	46,10	5,6	F P	PDL
15 - 4	243,93	0,42	102,17	243,98	43,51	5,2	F P	PDL
15 - 5	247,77	0,42	102,65	247,37	44,72	5,4	F P	PDL
Promo- dica	260,73	0,372	103,04	249,65	47,60	5,46	F P	PDL

x : F P - Efectivamente permeable.

PDL - Penetración difusa lineal.

**CUADRO XXII**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Pino paraná impregnadas con sales solubles en agua

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso eq. porfíloc g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor. cúbica ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grupo	Tipo
16 - 1	208,70	0,51	127,73	213,28	85,55	10,3	F P <sup>x</sup>	P D <sup>x</sup>
16 - 2	232,97	0,52	131,50	218,65	87,15	10,3	F P	P D
16 - 3	251,44	0,55	138,64	220,27	81,63	9,8	F P	P D
16 - 4	219,69	0,52	130,08	216,59	86,51	10,4	F P	P D
16 - 5	251,44	0,51	135,23	213,26	85,03	10,2	F P	P D
Promo- dica	251,64	0,522	131,23	216,41	85,17	10,2	F P	P D

x : F P - Efectivamente permeable

P D - Penetración difusa.

**CUADRO XXXI**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Humil impregnadas con sales solubles en agua

Probeta N°	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
17 - 1	223,39	0,48	107,95	191,00	83,05	11,2	M P <sup>x</sup>	PDI <sup>x</sup>
17 - 2	229,20	0,47	108,20	191,00	82,80	10,8	M P	PDI
17 - 3	228,69	0,47	106,90	188,05	81,15	10,6	M P	PDI
17 - 4	227,74	0,47	107,26	183,61	76,35	10,1	M P	PDI
17 - 5	229,45	0,48	110,13	190,30	80,17	10,5	M P	PDI
Prome- dios	227,69	0,474	108,08	188,79	80,70	10,6	M P	PDI

x : M P - Moderadamente penetrable.

PDI - Penetración difusa irregular.

**CUADRO XXXIV**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Pale blanco impregnadas con sales solubles en agua

Probeta N°	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
18 - 1	254,77	0,80	205,25	283,07	77,82	9,1	F P <sup>x</sup>	P D <sup>x</sup>
18 - 2	255,79	0,81	207,85	287,30	79,45	9,3	F P	P D
18 - 3	255,00	0,81	206,45	282,35	75,90	8,9	F P	P D
18 - 4	255,26	0,81	206,76	284,79	78,03	9,2	F P	P D
18 - 5	253,76	0,81	205,54	282,16	76,62	9,1	F P	P D
Prome- dios	254,91	0,808	206,37	283,93	77,56	9,1	F P	P D

x : Fácilmente penetrable.

P D - Penetración difusa.

**CUADRO XIV**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Basalto impregnadas con sales solubles en agua

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
19 - 1	254,23	0,69	175,41	191,59	6,18	0,72	I P <sup>x</sup>	—
19 - 2	252,43	0,68	171,90	177,95	6,05	0,72	I P	—
19 - 3	252,43	0,68	172,66	178,77	6,11	0,73	I P	—
19 - 4	252,98	0,69	174,06	180,20	6,14	0,73	I P	—
19 - 5	250,69	0,68	170,71	176,65	5,94	0,71	I P	—
Prome- dios	252,55	0,682	172,94	181,03	6,08	0,72	I P	—

x : I P - Impermeable.

**CUADRO XVI**

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de Algodón blanco impregnadas con sales solubles en agua

Prueba N°	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor- ción ml/m <sup>3</sup>	Penetración	
							Grado	Tipo
20 - 1	258,82	0,71	183,76	217,81	34,05	3,9	F P <sup>x</sup>	PDL <sup>x</sup>
20 - 2	262,60	0,72	189,07	224,17	35,10	4,0	F P	PDL
20 - 3	262,61	0,70	184,61	218,59	33,98	3,9	F P	PDL
20 - 4	258,06	0,71	184,25	216,44	32,19	3,7	F P	PDL
20 - 5	259,93	0,70	183,25	214,97	31,72	3,8	F P	PDL
Prome- dios	260,40	0,708	184,98	218,39	33,40	3,8	F P	PDL

x : F P - Fácilmente penetrable.

PDL - Penetración difusa lineal.

CUADRO XXVII

Resultados obtenidos en la determinación del grado y tipo de penetrabilidad en probetas de maderas indígenas y exóticas, impregnadas con sales solubles en agua

PROBETAS									
Especie	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso 1 g	Peso 2 g	Peso 2 Peso 1 g	Absor ción kg sal/m <sup>3</sup>	Penetración		
							Grado	Tipo	
1. Seta cabello	251,34	0,618	155,23	230,22	1,45	8,9	FF	PDL	
2. Muro- deblado	261,51	0,944	247,23	302,87	55,55	5,8	F	PIB	
3. Mta. de mancha	254,12	0,920	239,12	287,32	1,10	6,5	FF	PDL	
4. Inga paraná	263,01	0,994	156,80	306,05	73,04	8,3	FF	PDL	
5. Muro blanco	285,13	0,740	211,61	279,27	67,66	7,1	FF	PI	
6. Loro blanco	262,07	0,644	168,90	219,22	96,62	11,0	FF	PD	
7. Bado de Luzón	249,39	0,894	213,25	291,90	61,73	10,0	FF	PD	
8. Parícuta de cravo	267,24	0,698	187,04	273,02	89,98	9,5	FF	PDL	
9. Mta. del negro	256,08	0,758	190,20	236,59	16,39	1,8	FF	PD	
10. Mta. de varado	253,02	0,618	157,20	210,34	53,14	6,2	FF	PD	
11. Mta. de rillo	269,16	0,908	243,97	313,05	68,65	7,9	FF	PI	
12. Mta. de salina	233,73	0,410	96,49	171,42	74,93	9,6	FF	PIB	
13. Virard	246,90	0,694	171,74	191,74	29,62	3,6	FF	PI	
14. Patón	256,69	0,564	145,06	266,11	12,05	14,1	FF	PD	
15. Cedro de Bato	240,73	0,392	102,04	145,65	47,60	9,4	FF	PDL	
16. Pino paraná	251,04	0,522	131,23	216,41	85,17	10,2	FF	PD	
17. Laurel	227,69	0,476	100,03	122,72	80,70	10,6	FF	PIB	
18. Palo blanco	264,01	0,808	206,37	293,93	77,96	9,1	FF	PD	
19. Mta. x lipo	251,05	0,632	172,94	171,03	6,08	0,7	FF	—	
20. Algarrobo blanco	260,40	0,708	184,96	218,39	33,40	3,8	FF	PDL	

x : exóticas

**CUADRO XVIII**

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensio-activos sobre la penetrabilidad de impregnantes salinos solubles en agua, en probetas de cartucho blanco

Probeta N°	Volumen c. c.	Peso es- pecífico g/c. c.	Peso g	Retención sol. g	Absor- ción Kg ml/m <sup>3</sup>	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
21-1	33,61	0,93	31,253	6,666	5,9	2,6	—
21-2	31,17	0,92	28,600	6,079	5,8	2,4	—
21-3	33,03	0,92	30,477	6,514	5,9	2,5	—
21-4	34,60	0,92	31,871	6,692	5,8	2,6	—
21-5	33,84	0,93	31,425	6,794	6,0	2,6	—
21-6	33,51	0,92	30,931	6,793	6,0	—	2,6
21-7	33,81	0,93	31,340	6,928	6,1	—	2,6
21-8	33,51	0,92	30,963	6,842	6,1	—	2,5
21-9	34,03	0,92	31,484	6,782	5,9	—	2,5
21-10	34,12	0,92	31,520	6,712	5,9	—	2,6

CUADRO XXIX

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad de impregnantes salinos solubles en agua, en probetas de Palo amarillo

Prueba Nº	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso g	Retención sol. g	Absor- ción Kg sal/m <sup>3</sup>	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
111 - 1	33,39	0,85	28,498	7,348	6,6	2,6	—
111 - 2	35,77	0,93	33,608	7,984	6,7	2,4	—
111 - 3	33,78	0,86	29,135	7,270	6,5	2,5	—
111 - 4	34,34	0,87	30,128	7,103	6,2	2,6	—
111 - 5	34,87	0,93	32,662	7,908	6,8	2,4	—
111 - 6	33,64	0,86	28,871	7,827	6,9	—	2,6
111 - 7	33,43	0,87	29,952	7,695	6,9	—	2,6
111 - 8	33,88	0,87	29,505	7,718	6,8	—	2,5
111 - 9	33,54	0,87	29,420	7,730	6,9	—	2,4
111 - 10	35,13	0,94	33,302	7,938	6,8	—	2,4

CUADRO XXI

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad de impregnantes salinos solubles en agua, en probetas de Peñón

Probeta Nº	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso g	Retención sol. g	Absor- ción Kg cm <sup>2</sup>	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
141 - 1	33,87	0,64	21,542	10,174	9,0	3,6	—
141 - 2	34,14	0,63	21,600	9,286	8,1	3,5	—
141 - 3	34,70	0,59	20,498	8,225	7,1	3,7	—
141 - 4	34,42	0,60	20,672	9,195	8,0	3,5	—
141 - 5	35,48	0,60	21,260	9,850	8,3	3,5	—
141 - 6	34,25	0,59	20,239	17,277	15,1	—	11,7
141 - 7	33,86	0,59	19,965	18,205	16,1	—	12,3
141 - 8	33,45	0,58	19,376	17,197	15,4	—	14,2
141 - 9	34,81	0,60	20,865	17,902	15,4	—	13,8
141 - 10	34,42	0,59	20,311	18,042	15,7	—	11,9

CUADRO XXI

resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad de los reagentes salinos solubles en agua, en probetas de Cedro salitro

Probeta Nº	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso g	Retención sol. g	Absor- ción Kg sal/m <sup>3</sup>	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
151 - 1	33,89	0,64	21,754	3,371	3,0	0,9	—
151 - 2	32,28	0,59	19,144	2,816	2,6	0,9	—
151 - 3	33,22	0,60	19,523	2,904	2,6	1,0	—
151 - 4	33,45	0,63	21,032	3,291	2,9	0,9	—
151 - 5	32,30	0,64	20,595	3,317	3,0	1,0	—
151 - 6	33,32	0,65	21,606	3,340	3,0	—	0,9
151 - 7	34,09	0,65	22,003	3,400	3,0	—	0,9
151 - 8	32,58	0,60	19,409	2,947	2,7	—	1,0
151 - 9	32,60	0,60	19,587	2,854	2,6	—	0,9
151 - 10	32,53	0,60	19,410	2,910	2,7	—	1,0

CUADRO XXXII

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad de impregnantes salinos solubles en agua, en probetas de Pino Paraná

Probeta N°	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso g	Retención sol. g	Absorción Kg sal/m <sup>3</sup>	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
161 - 1	33,08	0,54	18,021	4,293	3,9	5,5	—
161 - 2	32,60	0,54	16,484	3,578	3,3	4,8	—
161 - 3	32,71	0,54	17,828	4,137	3,8	5,1	—
161 - 4	33,23	0,53	17,431	4,069	3,7	5,3	—
161 - 5	32,42	0,52	16,977	3,841	3,5	5,0	—
161 - 6	32,04	0,52	16,582	8,441	7,9	—	10,0
161 - 7	32,28	0,52	16,781	8,059	7,5	—	9,5
161 - 8	33,15	0,54	17,874	9,641	8,7	—	10,6
161 - 9	32,76	0,50	16,498	8,275	7,6	—	9,7
161 - 10	32,65	0,52	17,080	8,524	7,9	—	10,2

CUBERO NOCTII

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad de impregnantes salinos solubles en agua, en probetas de Bauli

Probeta Nº	Volumen c.c.	Peso es pecífico g/c.c.	Peso g	Retención sol. g	Absor ción Kg cal/m <sup>3</sup>	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
171 - 1	33,22	0,50	16,694	2,934	2,6	1,7	—
171 - 2	33,13	0,46	15,206	3,004	2,7	1,1	—
171 - 3	33,43	0,46	15,417	2,987	2,7	1,2	—
171 - 4	33,17	0,50	16,580	3,029	2,7	1,5	—
171 - 5	32,90	0,50	16,562	2,975	2,7	1,6	—
171 - 6	33,33	0,45	15,156	4,665	4,2	—	1,7
171 - 7	34,30	0,45	15,452	4,365	3,8	—	1,2
171 - 8	31,78	0,51	16,277	4,275	4,0	—	1,4
171 - 9	32,53	0,46	14,943	4,615	4,2	—	1,6
171 - 10	33,01	0,48	15,817	4,690	4,2	—	1,5

CUADRO XXXIV

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad de impregnantes salinos solubles en agua, en probetas de Palo blanco

Probeta N°	Volumen c.c.	Peso es- pecífico g/c.c.	Peso g	Retención sol. g	Absor- ción Kg ml/ml	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
181 - 1	33,73	0,79	26,623	10,023	8,9	3,6	—
181 - 2	34,23	0,79	27,250	9,912	8,7	3,5	—
181 - 3	32,65	0,79	25,838	10,012	9,2	3,6	—
181 - 4	33,81	0,79	26,804	10,155	9,0	3,4	—
181 - 5	34,41	0,79	27,265	10,082	8,7	3,6	—
181 - 6	33,81	0,79	26,748	9,615	8,5	—	3,6
181 - 7	34,28	0,80	27,005	9,685	8,5	—	3,5
181 - 8	34,77	0,79	27,584	9,721	8,4	—	3,5
181 - 9	35,58	0,78	27,539	10,177	8,5	—	3,6
181 - 10	35,25	0,79	28,042	10,037	8,5	—	3,6

CUADRO XLV

Resultados obtenidos en la determinación de la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad de impregnantes salinos solubles en agua, en probetas de Escaligite

Probeta N°	Volumen C.c.	Peso es- pecífico g/C.c.	Peso g	Retención sol. g	Absor- ción Kg sal/m <sup>3</sup>	Penetración (mm)	
						Sin tensio	Con tensio
191 - 1	35,23	0,69	24,510	2,872	2,4	0,0	—
191 - 2	34,92	0,71	24,812	2,838	2,4	0,0	—
191 - 3	35,91	0,69	24,713	2,913	2,4	0,0	—
191 - 4	36,12	0,68	24,602	2,824	2,3	0,0	—
191 - 5	36,29	0,68	24,494	2,897	2,4	0,0	—
191 - 6	35,00	0,71	25,583	3,191	2,7	—	0,0
191 - 7	34,70	0,71	24,944	3,272	2,8	—	0,0
191 - 8	36,36	0,68	24,600	3,028	2,5	—	0,0
191 - 9	35,64	0,69	24,626	3,245	2,7	—	0,0
191 - 10	33,86	0,68	24,538	3,179	2,6	—	0,0

# FIGURA 12

## CURVA DE CALIBRACION DE CROMO

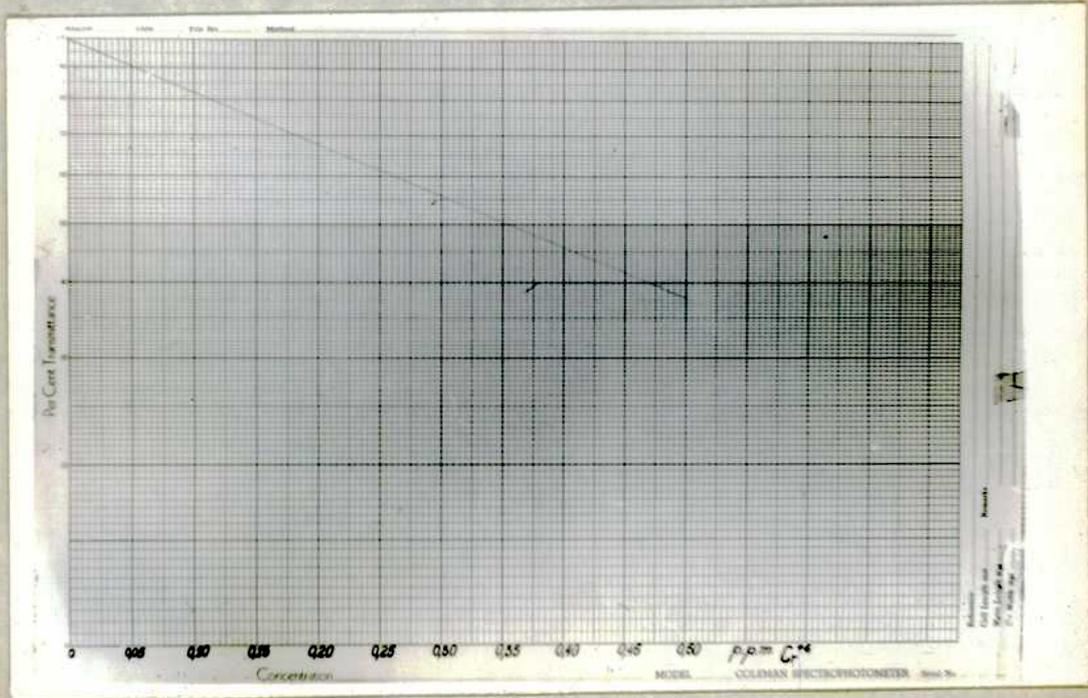
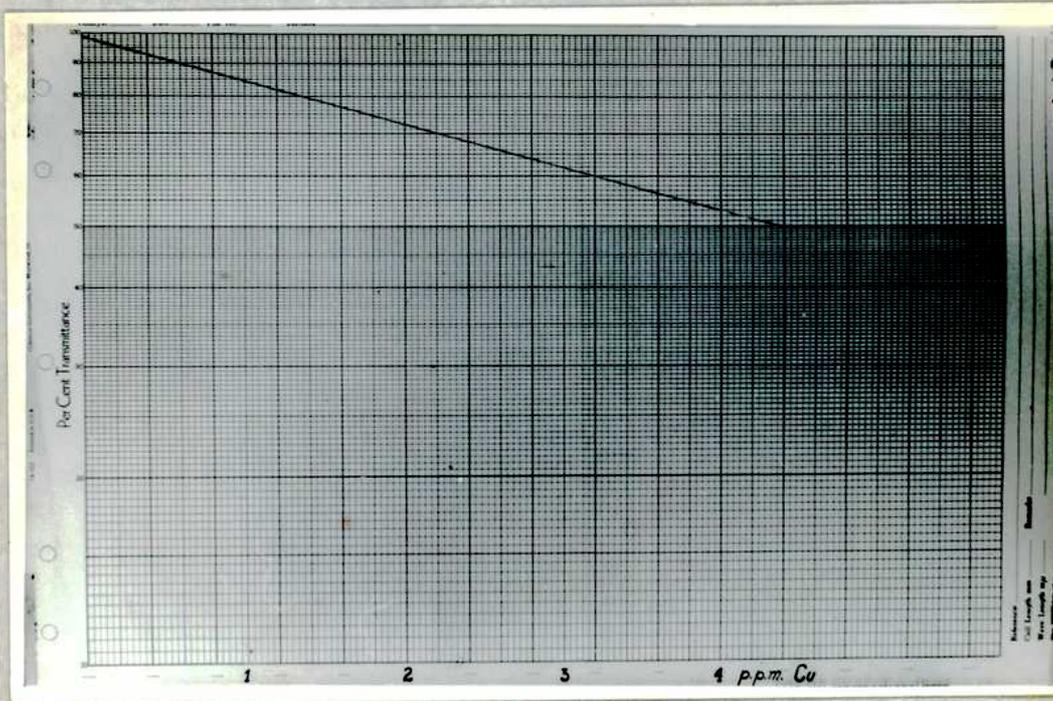


FIGURA 13

CURVA DE CALIBRACION DE COBRE



**CUADRO XXVI**

Resultados obtenidos en la determinación de fijación de Cr y Cu, en  
Loro blanco, impregnado con sales solubles en agua

$Cr_2O_7K_2$					$SO_4Cu. 5H_2O$				
Lavado n°	T % H <sub>2</sub> O. 100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%	Lavado n°	T % H <sub>2</sub> O. 100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%
-	-	-	1188,0	100	-	-	-	1055,0	100
1	67	1250	21,314	1,7	1	81	100	14,787	1,4
2	99,1	1250	0,259	0,0	2	89	100	7,856	0,7
3	96,0	1250	2,079	0,2	3	86	100	10,397	0,9
4	97,8	1250	1,091	0,1	4	89	100	7,856	0,7
5	99,2	1250	0,203	0,0	5	91,5	100	6,238	0,6
1al 5	-	-	24,846	2,0	1al 5	-	-	47,134	4,3
Fijación de Cr, después de 5 lavados : 98%					Fijación de Cu, después de 5 lavados : 95,7%				

T : transmittancia.

Sal impregnante: 39% de Cr, como  $Cr_2O_7K_2$ , 34% de Cu como  $SO_4Cu. 5H_2O$   
27% de B, como  $B_2O_7Na_2. 10H_2O$

Determinaciones efectuadas con 100 cc. de agua destilada en cada lavado, 12  
semanas después de impregnada la madera (período de fijación).

CUADRO XXVII

Resultados obtenidos en la determinación de fijación de Cr y Cu, en  
Palmán, impregnado con sales solubles en agua

Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> K <sub>2</sub>					SO <sub>4</sub> Cu. 5H <sub>2</sub> O				
Lavado Nº	T % H <sub>2</sub> O:100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%	Lavado Nº	T % H <sub>2</sub> O:100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%
-	-	-	1182,0	100	-	-	-	1085,12	100
1	86	2500	12,985	1,0	1	67,3	200	47,705	4,3
2	94	2500	5,194	0,4	2	68,5	100	22,698	2,0
3	82	1250	8,656	0,7	3	66,0	100	25,006	2,3
4	87	1250	6,059	0,5	4	69,0	100	22,313	2,0
5	93	1250	3,029	0,2	5	74,5	100	17,697	1,6
1 a 5	-	-	35,923	2,8	1 a 5	-	-	135,439	12,2
Fijación de Cr, después de 5 lavados : 97,2%					Fijación de Cu, después de 5 lavados : 87,8%				

T : transmitancia.

Sal impregnante: 39% de Cr, como Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>K<sub>2</sub>; 34% de Cu, como SO<sub>4</sub>Cu. 5H<sub>2</sub>O;  
27% de B, como H<sub>4</sub>O<sub>7</sub>H<sub>2</sub>. 10 H<sub>2</sub>O

Determinaciones efectuadas con 100 cc. de agua destilada en cada lavado, 12  
semanas después de impregnada la madera (período de fijación).

CUADRO XXXVIII

Resultados obtenidos en la determinación de fijación de Cr y Cu, en  
Oxido salicilo, impregnado con sales solubles en agua

$Cr_2O_7K_2$					$SO_4Cu. 5H_2O$				
Lavado Nº	T % H O. 100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%	Lavado Nº	T % H O. 100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%
-	-	-	151,0	100	-	-	-	132,0	100
1	82,0	625	6,165	4,0	1	92,2	100	7,124	5,3
2	99,0	625	0,177	0,1	2	94,5	100	4,110	3,1
3	95,5	625	1,387	0,8	3	94,5	100	4,110	3,1
4	96,0	625	1,233	0,8	4	95,0	100	3,562	2,6
5	99,5	625	0,153	0,0	5	95,5	100	3,123	2,3
1al5	-	-	9,115	5,7	1al5	-	-	22,029	16,4
Fijación de Cr, después de 5 lavados : 94,3%					Fijación de Cu, después de 5 lavados : 83,6%				

T : transmitancia.

Sal impregnante: 39% de Cr, como  $Cr_2O_7K_2$ ; 34% de Cu, como  $SO_4Cu. 5H_2O$   
27% de B, como  $B_4O_7H_2. 10H_2O$

Determinaciones efectuadas con 100 cc. de agua destilada en cada lavado, 12  
semanas después de impregnada la muestra (periodo de fijación).

**CUADRO XXXIX**

Resultados obtenidos en la determinación de fijación de Cr y Cu, en  
 Laurel negro, impregnado con sales solubles en agua

<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>K<sub>2</sub></b>					<b>SO<sub>4</sub>Cu. 5H<sub>2</sub>O</b>				
Lavado N°	T % H O:100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%	Lavado N°	T % H O:100	Dilu- ción	Concentra- ción (mg)	%
-	-	-	119,0	100	-	-	-	107,2	100
1	72,0	62,5	0,506	0,4	1	94,5	100	2,018	1,8
2	66,0	62,5	0,643	0,5	2	94,6	100	1,964	1,8
3	74,5	62,5	0,453	0,4	3	96,0	100	1,345	1,2
4	76,5	62,5	0,446	0,3	4	96,0	100	1,345	1,2
5	92,5	125	0,272	0,2	5	96,5	100	1,076	1,0
1al5	-	-	2,320	1,8	1al5	-	-	7,748	7,0
Fijación de Cr, después de 5 lavados : 98,2%					Fijación de Cu, después de 5 lavados : 93%				

T : transparencia.

Sal impregnante: 39% de Cr, como Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>K<sub>2</sub>; 34% de Cu, como SO<sub>4</sub>Cu. 5H<sub>2</sub>O;  
 27% de B, como B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>H<sub>2</sub>. 10H<sub>2</sub>O

Determinaciones efectuadas con 100 cc. de agua destilada en cada lavado, 12  
 semanas después de impregnada la muestra (periodo de fijación).

CUADRO XI.

Resultados obtenidos en la determinación de fijación de Cr y Cu, en Palo blanco, impregnado con sales solubles en agua

Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> K <sub>2</sub>					SO <sub>4</sub> Cu. 5H <sub>2</sub> O				
Lavado	T % H <sub>2</sub> O:100	Dilución	Concentración (mg)	%	Lavado	T % H <sub>2</sub> O:100	Dilución	Concentración (mg)	%
-	-	-	522,7	100	-	-	-	457,0	100
1	96,5	1250	9,545	1,8	1	81	200	12,915	2,8
2	99,0	1250	0,272	0,0	2	87	200	8,273	1,8
3	92,5	1250	3,636	0,7	3	82	200	12,108	2,6
4	93,8	1250	2,808	0,5	4	83	200	11,300	2,4
5	97,0	1250	1,363	0,2	5	84,5	200	10,291	2,2
1 a 5	-	-	17,624	3,2	1 a 5	-	-	54,887	11,8
Fijación de Cr, después de 5 lavados : 96,4%					Fijación de Cu, después de 5 lavados : 88,2%				

T : transmitancia.

Sal impregnante: 39% Cr, como Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>K<sub>2</sub>; 34% Cu, como SO<sub>4</sub>Cu. 5H<sub>2</sub>O;

27% B, como B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>Na<sub>2</sub>. 10H<sub>2</sub>O

Determinaciones efectuadas con 100 cc. de agua destilada en cada lavado, 12 semanas después de impregnada la madera (período de fijación).

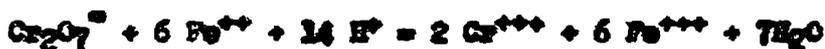
## Consideraciones sobre los resultados obtenidos

### a- Con respecto al análisis de las sales impregnantes:

Los resultados obtenidos en la determinación cuantitativa de los componentes activos de las sales impregnantes, pertenecientes a las fórmulas "cáprica" o "arsenical", han sido satisfactorios.

Las principales reacciones que ocurren durante las determinaciones son las siguientes:

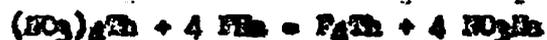
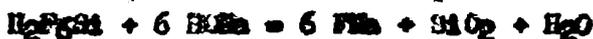
#### 1- En el análisis de cromo



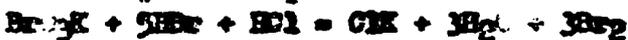
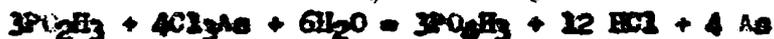
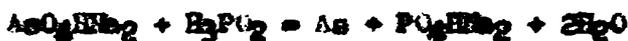
#### 2- En el análisis de cobre



#### 3- En el análisis de flúor



#### 4- En el análisis de arsénico



Según la norma IRAM 9517, la determinación del B para la sal catalogada "tipo III", que corresponde a nuestra fórmula arsenical, se debe hacer por diferencia a 100.

No obstante, se ha intentado la determinación de B por el método que utiliza manita, comprobándose que el color azul producido en la valoración se ve cubierto en un amplio margen de dilución por el amarillo de la es

-ción de cromo alcalino. Esto produce diferentes tonalidades de verde, que hace muy difícil la observación del punto final.

Reduciendo la sal de cromo con  $\text{SO}_3\text{H}_2$  y  $\text{HI}$ , se consiguió cambiar el color amarillo por un verde suave, mejorándose notablemente la observación del cambio de color del reactivo.

Sin embargo, se ha tropesado con el inconveniente de la precipitación de  $(\text{HO})_2\text{Cr}$  (debido a la alta concentración de sal de cromo en la mayoría de los compuestos preservadores) al neutralizar la solución con  $\text{HI}$ , antes de su valoración. Efectuando grandes diluciones se impediría esta precipitación, pero el error aumentaría demasiado.

Podría intentarse la destilación del éster metílico del ácido bórico cuando el B se halla en solución. Cuando hay que determinar en madera impregnada, es necesario proceder por calcinación de la muestra firmemente sellada en medio alcalino oxidante ( $\text{CO}_3\text{Na}_2 + \text{K}_2\text{K}$ ), en crisol de platino. Se recomienda el uso de  $(\text{HO})_2\text{O}_2$  para aumentar la fijación del compuesto de boro en la madera.

A continuación, si lo permitiera la concentración de cromo, podría reducirse éste con  $\text{HI}$  y  $\text{SO}_3\text{H}_2$ , titulando el boro por el método que utilizamos arriba. En caso contrario, podría procederse por destilación del éster metil bórico.

b- Con respecto a la determinación del grado y tipo de penetrabilidad de preservadores solubles en agua, en maderas indígenas y exóticas cultivadas en el país.

Teniendo en cuenta los resultados que figuran en los cuadros anteriores, podemos agrupar las 20 especies estudiadas (árboles) de la siguiente forma:

#### Grado de penetrabilidad

Maderas fácilmente penetrables (F P): sola caballo, quebracho blanco, quebracho blanco manchado, ingá grande, guaraní, laure blanco, rabe de mano, persiguro huvo, palo amarillo, éano azulini, palma, café

salteño, pino paraní, palo blanco, algarrobo blanco.

Madres moderadamente penetrables (M P): Virarí, saulí, canela de venado.

Madres impenetrables (I P): Escalipto.

#### Tipo de penetrabilidad

Madres con penetración lineal (PL): Virarí.

Madres con penetración irregular (PI): Guaraniá, palo amarillo.

Madres con penetración difusa (PD): Quebracho blanco manchado, lore blanco, rabo de mono, laurel negro, canela de venado, pehúña, pino paraní, palo blanco.

Madres con penetración difusa lineal (PDL): Quebracho blanco, ingá guaní, periguero bravo, cedro salteño, algarrobo blanco.

Madres con penetración difusa irregular (PDI): Seta caballo, flaco molini, saulí.

El comportamiento de una madre ante la impregnación no podría compararse solamente con el grado y tipo de penetrabilidad sin tener en cuenta la absorción.

#### Grado de absorción

Madres con absorción escasa (AE): Escalipto, laurel negro, canela de venado.

Madres con absorción pequeña (AP): Virarí, algarrobo blanco, cedro salteño.

Madres con absorción buena (AB): Quebracho blanco, quebracho blanco manchado, palo amarillo, guaraniá, seta caballo, ingá guaní, saulí, periguero bravo, flaco molini, palo blanco, lore blanco, rabo de mono, pino paraní.

Madres con penetración interna (PI): Pehúña.

**c- Con respecto a la acción de los agentes tensioactivos sobre la penetrabilidad del impregnante**

El agregado de sustancias no iónicas del tipo aquil-fenol/éride de estileno, con el objeto de determinar la influencia que puede tener el agregado de agentes tensioactivos a la solución de impregnación para conseguir una mayor penetrabilidad, se ha comprobado como la más apropiada.

Elas producen menor espuma que otros productos utilizados con el mismo fin, aunque no deja de resultar más engorroso su manipuleo. Este tipo de sustancias tensioactivas no precipita de la solución de sales impregnantes, como se ha comprobado que sucede en otras a base de aquil-aril-sulfonate de amonio y en las que probablemente ocurre una sustitución de cationes reemplazándose al ion amonio.

De las experiencias realizadas surge como resultado una acción dual para el uso de tensioactivos.

Las latifoliadas absorben un pequeño aumento en la absorción, debido a una mayor retención superficial, consiguiéndose la misma penetrabilidad por parte del preservador.

En las coníferas, particularmente el pino, se ha podido observar que, en el mismo tiempo de inmersión, la muestra tratada con el impregnante al que se le añadió el agente tensioactivo, consiguió penetrar la madera muy fácilmente, absorbiendo gran cantidad de solución. En otra muestra en iguales condiciones y sin añadir tensioactivo sólo se consiguió penetrar unos 5 cm en la madera tratada.

Este efecto es mucho más marcado en el pino, que cuenta con 1300 a 1500 traqueidas por milímetro cuadrado, que en el pino pumil (300 a 500 traqueidas por  $\text{mm}^2$ ) por lo que pareciera existir una relación directa en las coníferas, entre la penetrabilidad de soluciones con agregado de tensioactivo y el número de traqueidas por milímetro cuadrado. Una observación realizada es la que puso de manifiesto que en el pino la penetrabilidad fue mayor en el lado tardío o de verano donde existe una mayor proporción de tra-

-gencias cuyas perturbaciones asociadas no se hallan obstruidas, que en el de primavera, confirmando así también el anterior razonamiento.

Cuando se impregna una muestra, la solución preservadora penetra y fluye a través de una complicada red de canales que corren en sentido longitudinal, radial y tangencial. Estos se hallan unidos por varias conexiones en "serie" o en "paralelo", presentando variaciones en cuanto a la naturaleza de los mismos, distribución, porosidad (espacios libres), composición química de las paredes que lo forman, etc.

El estudio de la acción de los agentes tensionativos sobre el grado de penetrabilidad de las soluciones salinas en la muestra es, lógicamente, muy complejo por la naturaleza variable de ésta. Su peculiar estructura no permite secundariamente definitivamente dentro de un sistema totalmente cierto.

Podemos, sin embargo, realizar en principio una comparación teniendo en cuenta las leyes de ascensión capilar de un líquido que se halla en contacto con un sólido y un gas (aire).

La naturaleza de la tensión superficial la podemos explicar del siguiente modo: Como una consecuencia de la atracción intermolecular, la molécula que se encuentra en el interior de un líquido se ve atraída igualmente en todas las direcciones. Otra molécula situada en la superficie del líquido será atraída hacia el interior por la acción de las moléculas que se hallan en la esfera de su influencia. De estas atracciones resulta una fuerza, la tensión superficial, que actúa en el plano de la superficie y hace que los líquidos se comporten como si estuvieran recubiertos por una membrana elástica, tendiendo a asumir un área mínima.

Cuando el líquido se halla tocando un sólido, el ángulo de contacto depende de la naturaleza de la superficie del sólido y de las propiedades del líquido. El valor de este ángulo de contacto para el agua y la mayoría de las soluciones que mojan la superficie del vidrio es, para el sistema agua-vidrio, de cero grados ( $0^\circ$ ).

Analizando la fórmula que nos da la altura de la columna líquida dentro de un tubo capilar vertical, abierto y de sección circular, sobre la

superficie esférica principal

$$H = \frac{4\gamma \cos \phi}{g D (\rho_1 - \rho_2)} \text{ cm.}$$

Donde:

$\gamma$  = tensión superficial (dinas/cm).

$\phi$  = ángulo de contacto líquido-sólido.

$g$  = 981 cm/seg<sup>2</sup> es la aceleración de la gravedad.

$\rho_1 - \rho_2$  = densidades (g/c.c.) del líquido y gas (aire) respectivamente.

$D$  = diámetro del capilar (cm).

Admitamos para un sistema como únicas variables el ángulo de contacto y el valor de la tensión superficial.

En la práctica, el valor del ángulo de contacto varía entre límites más o menos definidos. Teóricamente el valor del coseno de ese ángulo entre 0° y 180° varía de +1 a -1.

La altura máxima  $H$  de la columna líquida en el capilar será, para igual valor de  $\gamma$ , cuando el coseno del ángulo de contacto valga +1.

Si aceptamos que la solución moja totalmente la superficie del sólido, el coseno del ángulo de contacto es 0° = 1 y la mayor altura  $H$  se conseguirá con los valores más altos de la tensión superficial.

El valor de  $H$ , directamente proporcional a  $\gamma$ , disminuirá a medida que decrezca el valor de la tensión superficial.

Los agentes tensioactivos disminuyen la tensión superficial de las soluciones impregnantes, consiguiendo llevar su valor prácticamente a la mitad (de 72 dinas/cm a 32 dinas/cm).

Si tomamos el valor 0° para el ángulo de contacto entre la madera y la solución impregnante con y sin tensioactivo, el resultado sería que no se aumentaría la penetración de la solución en la madera sino, más bien, tendería a disminuir. Esto suponiendo que la penetración se halla relacionada la estructura capilar propuesta.

No obstante, al aumentar el poder mojante de la solución, por e-

-grosos de tensioactivos, se consigue en la mayoría de los casos retener en superficialmente mayor cantidad de solución que, con posterioridad, podría al fudir consignándose el efecto buscado.

Cuando la absorción y penetrabilidad de las soluciones impregnantes no dependen ya de un sistema similar al de la acción capilar, sino del poder instantáneo de la solución sobre la madera, se presentaría en algunas especies personas que poseen una extensa superficie interna sobre la que actuar, el caso de maderas fácilmente impregnables que tendrían la particularidad de absorber rápidamente grandes cantidades de solución, consiguiendo penetrar a una velocidad mayor.

Estos casos han podido observarse prácticamente en la impregnación de diferentes especies con soluciones a las que se les agregó agentes tensioactivos.

#### 4.-Comportamiento a la fijación de Cr y Cu en la madera impregnada

Interpretando los resultados que figuran en los cuadros anteriores, vemos que existe una fijación prácticamente total de las sales de cromo (entre 94 y 96%) y de cobre (entre 83 y 95%), para la fórmula impregnante utilizada.

No existe una prueba standard de laboratorio disponible, para estudiar la permanencia de un preservador.

Han sido descriptos muchos métodos, algunos tienden a reproducir las condiciones naturales, otros, como la lixiviación de madera impregnada con agua caliente en Schlot, están encaminados a establecer comparativamente el comportamiento de diferentes sales.

De cualquier modo, se comprueba que la permanencia de los distintos sales debe estudiarse separadamente, que es distinta la fijación para un mismo ion de acuerdo a la composición o fórmula del impregnante y que es, además, prácticamente similar para una gran mayoría de maderas.

Los preservadores solubles en agua del tipo compuesto dan lugar en la madera a la formación de nuevos productos prácticamente insolubles.

Sin embargo, en las nuevas fórmulas se prefiere evitar la fijación total de las sales para aumentar la penetrabilidad del preservador, aprovechando los fenómenos de difusión.

## CONCLUSIONES

Hay en plan dos tipos de impregnantes compuestos salinos solubles en agua, que son los más difundidos. El de fórmula estricta ha podido comprobarse en su calidad, realizando con él las determinaciones de absorción, penetración, influencia de los agentes tensioactivos y fijación. El compuesto azarinal presenta cambios en su composición original, que da lugar a reacciones que imposibilitan la correcta fijación de F y As.

Se ha comprobado como muy efectivo el uso de pirocatecol violeta, recientemente propuesto por W. J. Wilson de Nueva Zelanda, para la determinación de penetrabilidad y detección en maderas impregnadas, de las siguientes iones:  $As^{+5}$ ,  $BO_3^{-3}$ ,  $Cr^{+2}$ ,  $Cr^{+3}$ ,  $Cr^{+6}$ .

Se determinó el grado y tipo de penetrabilidad y el grado de absorción de la solución preservadora en varias especies, poniéndose de manifiesto que poseen buenas cualidades para la impregnación las siguientes maderas: ingá guaní, parriguero bravo, palo blanco, loro blanco, rabe de maceo, pino paraná, pahuán, que pueden aprovecharse industrialmente, aparte de las especies ya empleadas y que también fueron ensayadas.

Los agentes tensioactivos del tipo aquil-éanol/óxido de estileno son los más adecuados para agregar a las soluciones preservadoras, por no precipitarse de las mismas y producir menos espuma, consiguiéndose aumentar la velocidad de penetración del impregnante en las maderas de las especies estudiadas, particularmente el pahuán.

Los métodos de tona de muestras y determinación de cromo y cobre absorbidos en la madera son buenos y seguros. El cobre sería mucho más cómodo determinar potencialesmente en la solución de la muestra designada.

La fijación de las sales de cromo y cobre, correspondientes a la fórmula estricta explícita, ha sido casi total, asegurando una alta permanencia de estas sales en las maderas impregnadas con ellas.

Son adecuados los métodos colorimétricos de difenilpicramida para

crece y ácido sulfúrico para cobre, en la determinación de estos iones en g  
gus de lavado.

Existe la necesidad de métodos para la determinación de boro en  
las soluciones preservadoras y en la madera impregnada.

Se deja constancia, asimismo, de la carencia de normas y pruebas  
standard para las determinaciones de penetrabilidad, fijación, absorción, eg  
resividad y demás ensayos que deberían efectuarse, como así también de la  
escasa bibliografía existente en el país, relacionada con la química de la  
madera impregnada.

Roberto Zucchi

Fayca

## BIBLIOGRAFIA

- 1- GEORGE M. HUNT y GEORGE A. GARRATT: Wood Preservation, Second Edition - 1953 - New York
- 2- GUNRAV KRAEMER KOEHLER: Compendio de la Conservación de Maderas, Santiago 1958 - España.
- 3- H. BROESE van GROENOU, H. W. L. HEMMESE, J. van den BERG: Wood Preservation During the last 50 Years - Leyden 1952 - Holanda.
- 4- FRANZ KOLLMANN: Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Segunda Edición - Madrid 1959 - España.
- 5- JOSE BENITO MARTINEZ: Conservación de maderas en sus aspectos técnico, industrial y económico - Madrid 1952 - España.
- 6- JOSE BENITO MARTINEZ: Estado actual de la industria española de impregnación de maderas - Instituto Forestal de Investigaciones y Experimentaciones - Madrid 1960 - España.
- 7- J. F. BARKER: The Preservative treatment of wood. - Department of Resources and Development - 1952 - Canadá.
- 8- F.A.O.: Informe definitivo del Grupo Especial de Expertos en Preservación de Maderas - Diciembre 1959 - Roma.
- 9- GUNTHER BECKER: Processes, Materials and Applications of Wood Preservatives - F A O - Diciembre 1959 - Roma.
- 10- GUNTHER BECKER: International Problems of Wood Preservation - F A O - 1959 - Roma.
- 11- R. H. LINDGREEN: Wood Preservation in Housing and other Light Construction - F A O - Diciembre 1959 - Roma.
- 12- H. de la OBEY y GEORGE M. HUNT: Progress Needed in Wood Preservation - F A O - Octubre 1959 - Roma.
- 13- DR. R. BRUCE, M.A., F.L.S.: Wood Preservation with Particular Reference to Great Britain - F A O - 1959 - Roma.

- 14- STANLEY A. CLARKE: Some Aspects of the Role of Governments in Wood Preservation - F A O - Diciembre 1959 - Roma.
- 15- A. PURKHOFER: Problems in Wood Preservation of Special Importance to Tropical Areas - F A O - 1959 - Roma.
- 16- LARS BERKNER: Measures to Facilitate Trade in Wood Preservation Equipment, Wood Preservatives and in Treated Wood - F A O - Diciembre 1959 - Roma.
- 17- FOREST PRODUCTS LABORATORIES OF CANADA: Wood Preservatives and their Application - Department of Northern Affairs and National Resources - 1954 - Canada.
- 18- ALBERTHEIM HOLZVERWERTUNG DR. WOLFF G.m.b.H.: "Ce que Le Technicien des Transmissions et L'Electro-Technicien Doivent Savoir Dans Le Domaine De La Protection Des Bois". Sinaisa Bei Baden-Baden - 1951.
- 19- BRITISH WOOD PRESERVING ASSOCIATION: Timber Preservation - London.
- 20- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION: The Preservation of Timber - Melbourne 1949 - Australia.
- 21- JOSE C. FINTO: Determinación del Grado de Penetrabilidad en Maderas Argentinas - Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación - 1949 - Buenos Aires.
- 22- JOSE C. FINTO: Preservación de Maderas - Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación - 1954 - Buenos Aires.
- 23- JOSE C. FINTO: Estado Actual de la Preservación de Maderas en la República Argentina - Administración Nacional de Bosques - 1960 - Buenos Aires.
- 24- JOSE C. FINTO: Impregnación de Pastos para Uso Rural - Administración Nacional de Bosques - 1960 - Buenos Aires.
- 25- GERARDO J. ZUBIETA y CARLOS E. GOMEZ: Preservadores compuestos solubles en agua II. Valorción técnica comparativa - Industria y Química - Vol. II N° 2 - 1960 - Buenos Aires.

- 26- COMINTERNATIONAL FORESTRY BUREAU, OXFORD: Forestry Abstracts - Vol. 22 N° 3  
July 1961 - Inglaterra.
- 27- FOREST PRODUCTS LABORATORY: A Review of Articles on Methods of Determining Ammonia, Boron, Chlorine, Fluorine and Zinc in Various Materials - Wisconsin - February 1962 - EE, UU.
- 28- FOREST PRODUCTS LABORATORY: Experiments on Toxicity, Leaching and Fire-Retarding Effectiveness of Various Salts - Wisconsin 1953 - EE, UU.
- 29- J. N. NIELSEN: La detección de preservadores en maderas con pirrotescol violeta. - Analítica Química Acta - Vol. 21 (2) 1959.
- 30- FOREST PRODUCTS RESEARCH SOCIETY: Forest Products Journal - Vol. 11 N° 2-3-11 - 1961.
- 31- P. M. SIMPSON -BAIRD: Wood - Vol. 26 - N° 6 - 1961 - Londres.
- 32- A. F. VERRALL: Absorption and Penetration of Preservatives Applied to Southern Pine Wood by Dips or Short-Period Soaks - Forest Service U.S. Department of Agriculture - 1957 - EE, UU.
- 33- M. J. GILBERT: Absorption and Penetration of Copper Salt Solutions in Mountain Douglas Fir and Eastern Spruce - Department of Resources and Development - June 1951 - Canadá.
- 34- T. S. McWHIGHER and ELIZABETH HERRALL: Fungistatic Effectiveness and Leachability of Copper Abietate and Formate Preservatives.
- 35- H. P. SINDYAK: The Evaluation of two Modern Wood Preservatives - Resúmenes 1952 - Department of Resources and Development - Canadá.
- 36- R. M. BARROW: Leachability of some Water-Soluble Wood Preservatives - Reprinted from the New Zealand Journal of Science and Technology - Vol. 12, N° 6 - May 1951.
- 37- GEORGE SCHULZ: Exploratory Test to Increase Preservative Penetration in Spruce and Aspen by Mold Infection.
- 38- R. H. BARCHELOR, H. C. ROSE: Laboratory Leaching and Decay Test on Pine and Oak Blocks Treated with Several Preservative Salts. - American Wood Preservers' Association - 1956 - EE, UU.

- 39- IRAM: Preservadores Compuestos Arsenicales para Madera - Norma N° 9517 -  
Abril 1961 - Buenos Aires.
- 40- IRAM: Preservadores de Maderas tipo ASCU - Norma N° 9516 - Abril 1959 -  
Buenos Aires.
- 41- IRAM: Preservadores de Maderas tipo Volzans Norma N° 9517 - Octubre  
1958 - Buenos Aires.
- 42- WILSON S. J., TAMELYN H. y Ms O'NEIL D. F.: Resistance to leaching in de-  
gassed water, of some water-borne preservatives in blocks of Eucalyptus regnans sapwood. Science Scientific and Industrial Research  
Organization - Division of Forest Products. Sub-Project P 9-6 -  
Progress Report N° 1 - Appendix II - Australia.
- 43- SCOTT'S : Standard Methods of Chemical Analysis - Vol. I - 1939 - U.S.A.
- 44- GERTES and Ms INTOSH: Determinación colorimétrica de cobre utilizando  
ácido rubínico - Industrial Engineering Chemistry Analytical Ed.  
Vol. 17 - Pag. 239 - 1945.
- 45- VERDEANSTALT FÜR MATERIALPRÜFUNG (S & M) - Efecto corrosivo - Test Cer-  
tificate File N° 1 4/2882 - Berlin - Tablas 4. 4. 1961.
- 46- HEDIGERSCHE MATERIALPRÜFUNG UND VERSUCHSANSTALT INDUSTRIE, BAUWESEN  
und GEMISSE, HAUPTABTEILUNG C. St. GALLEN: Determinación de Fija-  
ción - Baden-Baden - 1961.
- 47- B.A.M.: Valores tóxicos límites - Test Certificate File N° 2 - 4/7643 -  
Baden-Baden.