

**INSTITUTO FORESTAL  
SUBGERENCIA DE INDUSTRIAS  
CONCEPCION**



**FORTALECIMIENTO DE LA FORMACION Y CAPACITACION  
MADERERA EN LA REGION DEL BIO BIO**

**CURSO N°1: PRESERVACION DE MADERAS**

**Marzo de 1997**

## INDICE GENERAL

### I. LA MADERA

- 1.1 Estructura microscópica
- 1.2 Características macroscópicas
- 1.3 Durabilidad natural
- 1.4 Contenido de humedad
- 1.5 Absorción

### II. PROCESO DE IMPREGNACION

- 2.1 Descripción del proceso, método Bethell
- 2.2 Retención del producto preservante
- 2.3 Penetración del producto preservante
- 2.4 Preparación de la madera a impregnar
- 2.5 Proceso de impregnación
- 2.6 Recomendaciones

### III. PRESERVANTE CCA

- 3.1 Composición química
- 3.2 Proporción de oxidos
- 3.3 Cantidad total de oxidos
- 3.4 Preparación de la solución preservante
- 3.5 Control de la concentración
- 3.6 Determinación de la concentración de la solución
- 3.7 Manipulación y almacenamiento del preservante e instrumentos para correcta dosificación
- 3.8 Preparación de solución preservante a distintas concentraciones en producto
- 3.9 Calculo de absorción requerida
- 3.10 Llenado de hoja de carga
  - 3.10.1 Equipos
  - 3.10.2 Circuitos principales de la planta

### IV. CONTROL DE CALIDAD

- 4.1 Control de calidad interno
  - 4.1.1 Antes de la impregnacion
  - 4.1.2 Durante la impregnacion
  - 4.1.3 Después de la impregnacion

- 4.2 Control de calidad externo

### V. SEGURIDAD OPERACIONAL

- 5.1 Información general sobre CCA-C
- 5.2 Riesgos químicos asociados a la manipulación de CCA-C
- 5.3 Deberes del manipulador de CCA-C
- 5.4 Prevención de riesgos en la manipulación de CCA-C
- 5.5 Primeros auxilios
- 5.6 Equipo de primeros auxilios

## *I. LA MADERA*

## I LA MADERA

Para llegar a comprender realmente el proceso de impregnación debemos partir por conocer y entender LA MADERA, material que a diferencia de otros productos como el acero, concreto y otros proviene de un organismo vivo, y como tal, tiene una estructura y propiedades sumamente complejas.

La madera es un derivado del tronco de un árbol el cual cumple con 3 funciones básicas: sostén, transporte de nutrientes y almacenamiento de nutrientes.

La madera cumple estas tres funciones gracias a su estructura anatómica, la cual tiene elementos visibles (macroscópicos) y no visibles a simple vista (microscópicos).

### 1.1 ESTRUCTURA MICROSCOPICA

La madera está compuesta por elementos muy pequeños no visibles a simple vista. Estos elementos se llaman células que son especies de "tubos" ubicados en el tronco a lo largo y ancho.

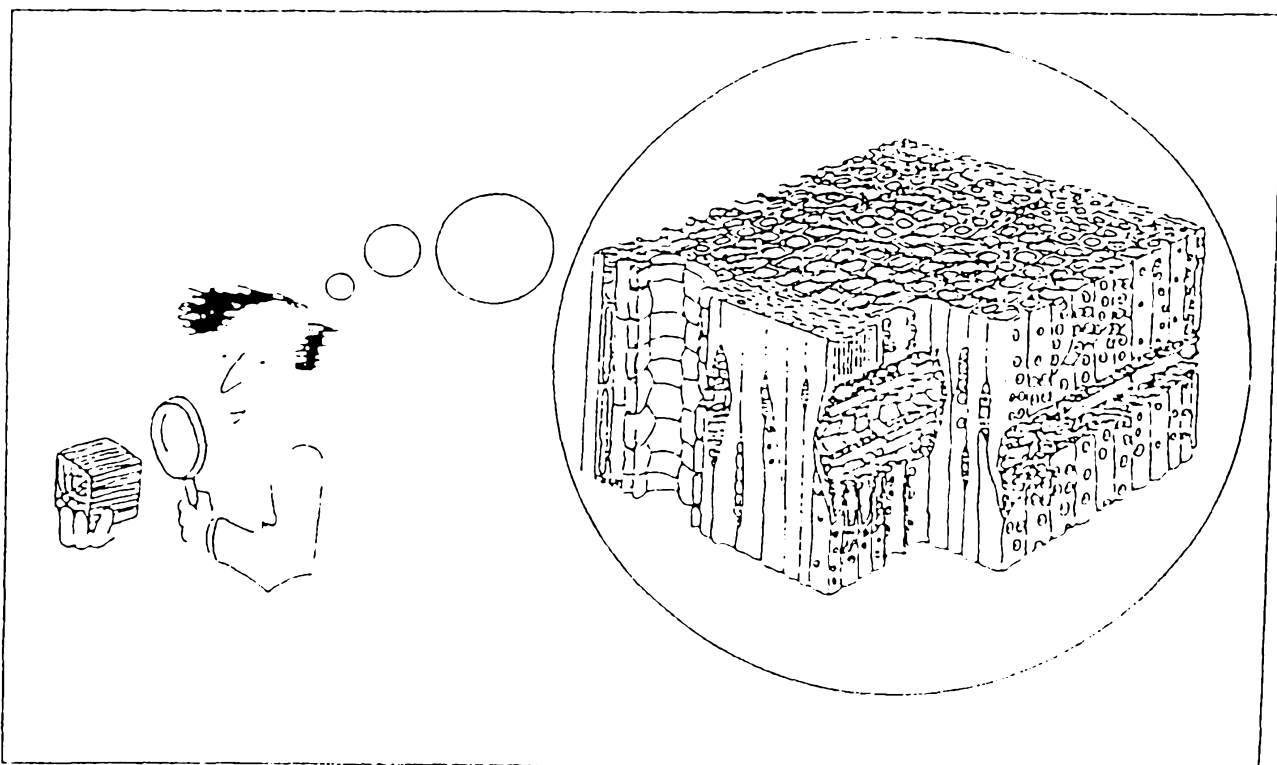


FIGURA 1: CORTE MICROSCOPICO DE UN CUBO DE MADERA

Estos "tubos" o células están compuestos por una pared rígida y un espacio o lumen en su interior.

Las células poseen en sus paredes unos pequeños espacios llamados PUNTUACIONES que permiten a los preservantes diluidos circular entre ellas, mecanismo similar al que usa el árbol para realizar el transporte de agua y nutrientes cuando está vivo. Este es justamente el mecanismo principal que permite que las células puedan ser llenada con los preservantes que se aplican en un proceso de impregnación.

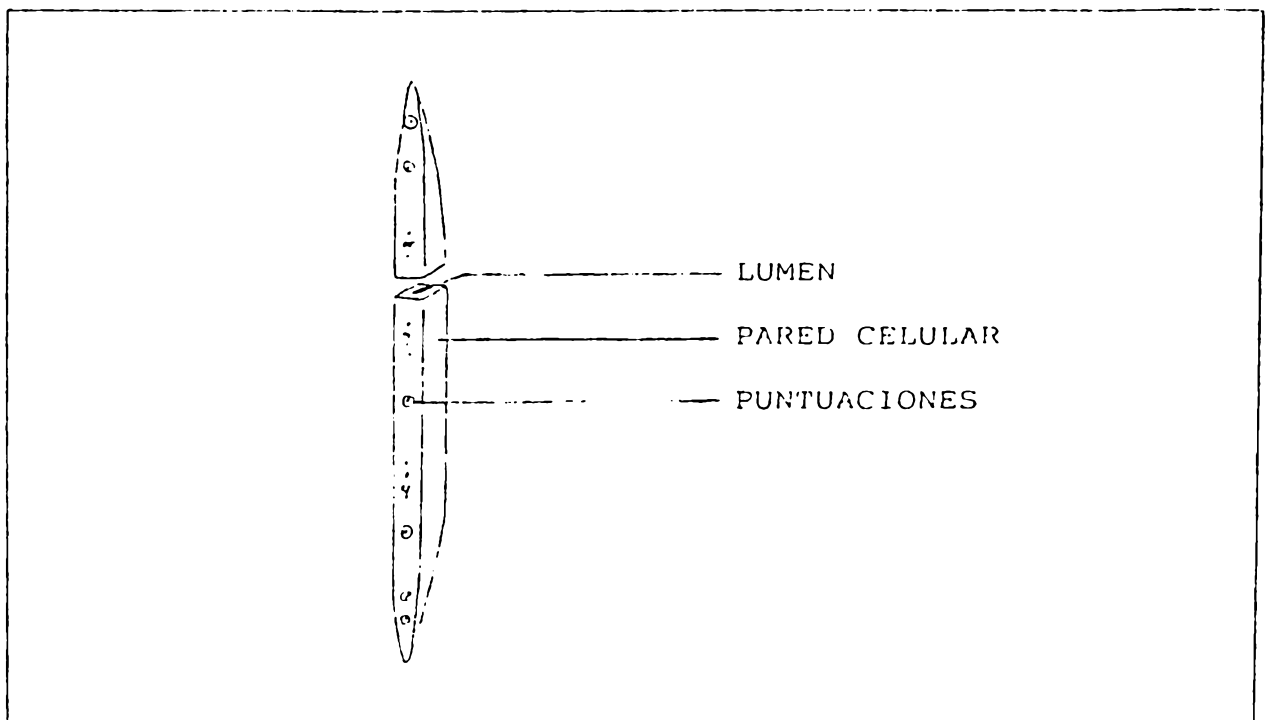


FIGURA 2: DIAGRAMA DE UNA CELULA DE MADERA: PARED CELULAR, LUMEN Y PUNTUACIONES

Cabe destacar que este mecanismo de llenado de células es prácticamente aplicable a la zona de la albura de la madera, dado que las células del duramen han cementado su mecanismo de las puntuaciones, es decir hacen prácticamente imposible que estas células puedan ser inundadas.

## 1.2 CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS

Las propiedades macroscópicas son aquellas que se pueden distinguir a simple vista y permiten caracterizar el tronco del árbol y una pieza de madera. Si observamos una rodela de tronco tenemos las siguientes características macroscópicas:

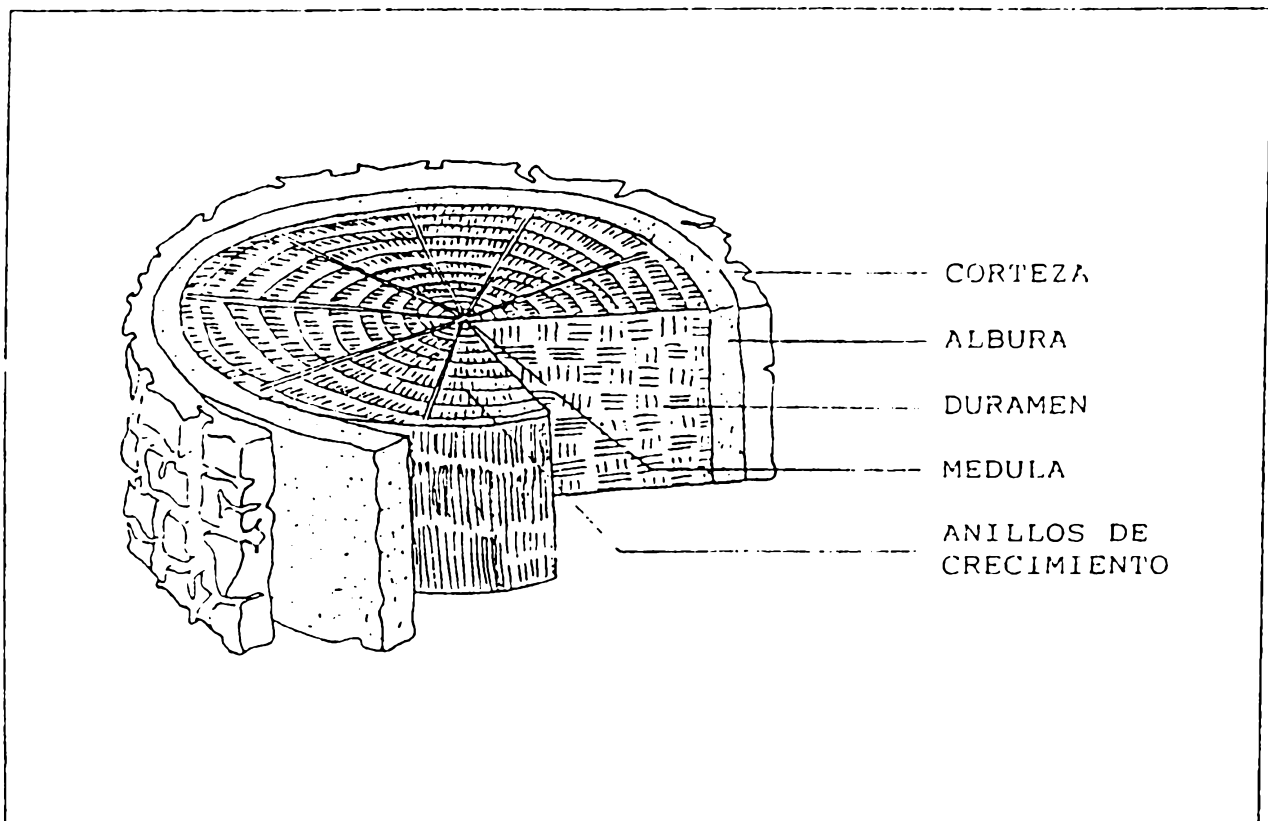


FIGURA Nº 3: CORTE TRANSVERSAL DE UNA RODELA DE PINO

Las zonas de mayor importancia en el proceso de impregnación son:

**DURAMEN:** zona interna normalmente de color más oscuro que presenta sustancias químicas tóxicas para los hongos e insectos que se alimentan de la madera

**ALBURA:** zona externa de color claro cuyas células contienen agua y nutrientes. Esta ZONA de la madera en la mayoría de las especies es de FACIL IMPREGNACION una vez que se ha eliminado el agua del interior.

### 1.3 DURABILIDAD NATURAL

La norma chilena NCh 789/1. Of 87 clasifica las especies según su durabilidad natural en:

- 1 Muy durables
- 2 Durables
- 3 Moderadamente durables
- 4 Poco durables
- 5 No durables

CATEGORIA	ESPECIE	VIDA UTIL
1 Muy durables	Roble Ciprés de las Guaitecas	sobre 20 años
2 Durables	Raulí Lenga Lingue	sobre 15 años
3 Moderadamente durables	Canelo Coigue Tineo Ulmo	sobre 10 años
4 Poco durables	Araucaria Eucaliptus Laurel Mañío hembra Mañío macho	sobre 5 años
5 No durables	Alamo Olivillo Pino Tepa	inferior a 5 años

Este anexo de la norma, establece las 5 categorías de durabilidad natural con respecto al duramen de las especies, puesto que es en esta zona donde se producen infiltraciones de sustancias orgánicas como aceites, gomás, resinas, taninos, compuestos aromáticos y colorantes que lo convierten en un tejido más duradero y de color generalmente más oscuro.

El grado de durabilidad natural de una madera depende por un lado de la especie y también de la zona del tronco de donde proviene.

La albura ofrece una baja resistencia a los organismos que la atacan, en cambio el duramen en la mayoría de las especies es altamente resistente a la biodegradación.

En el pino, por ejemplo se duraminiza la parte central del tronco del árbol alrededor de los 10 años, por lo que normalmente los polines usados en impregnación que fluctúan entre los 6 a 12 años prácticamente no contienen duramen siendo de muy baja durabilidad y fáciles de impregnar con la solución CCA.

El pino usado para postes de tendido eléctrico o telefónico posee una gran proporción de duramen en el centro que le dá una mayor durabilidad natural, pero por otra parte esta característica dificulta la penetración de solución preservante de ahí que se sugiere penetrar la mayor de las siguientes condiciones: toda la albura y  $1/3$  del radio y 50 mm.

En madera aserrada de pino la proporción de duramen es muy variada y depende de la sección del tronco de donde se obtuvo la pieza. Es así, como algunas piezas presentan solamente albura, otras solamente duramen y otras presentan albura y duramen. Las piezas que presentan duramen en la superficie deben estar penetradas por lo menos 10 mm en esta zona. Esta variabilidad en madera aserrada dificulta la impregnación, por lo que se deben tomar precauciones con respecto al contenido de humedad de la zona del duramen, tiempo e intensidad de vacío y presión.

#### 1.4 CONTENIDO DE HUMEDAD

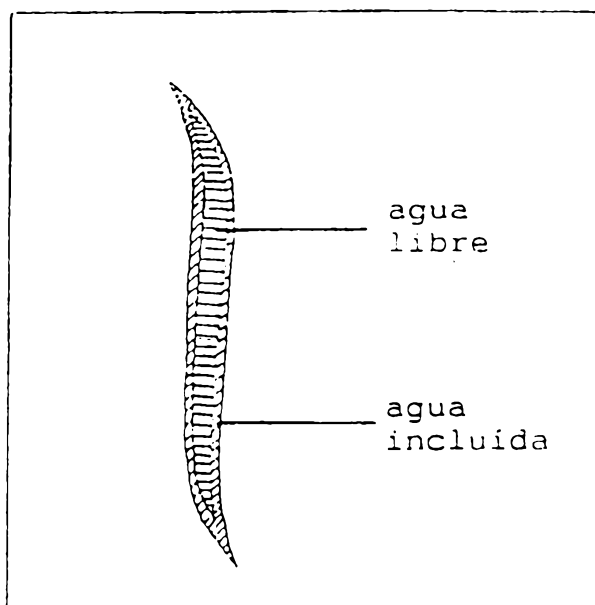
Uno de los factores de mayor importancia en el proceso de impregnación es el AGUA CONTENIDA EN LA MADERA.

El agua en el árbol es el líquido en donde están disueltos los nutrientes que se transportan desde el suelo a las hojas.

El agua presente en la madera se puede encontrar dispuesta dentro de las células en las siguientes formas:

AGUA LIBRE : agua que se encuentra en el lumen o hueco de las células y sale fácilmente con un proceso de secado.

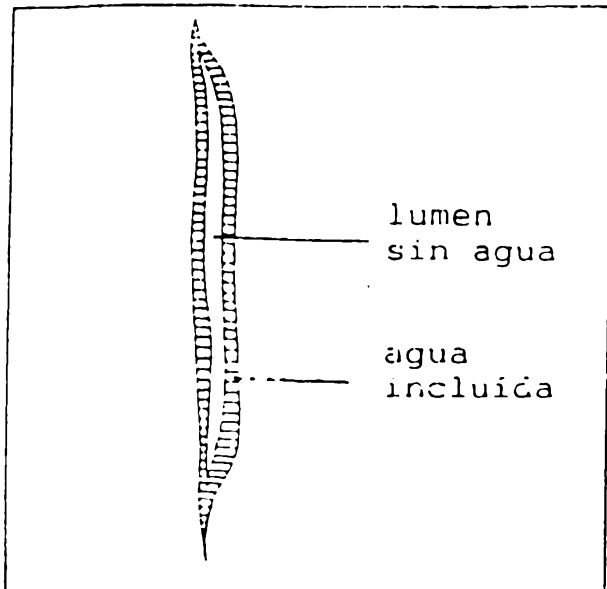
AGUA INCLUIDA : agua que se encuentra adherida a la pared de las células, sacarla es difícil y provoca cambios dimensionales en la madera.



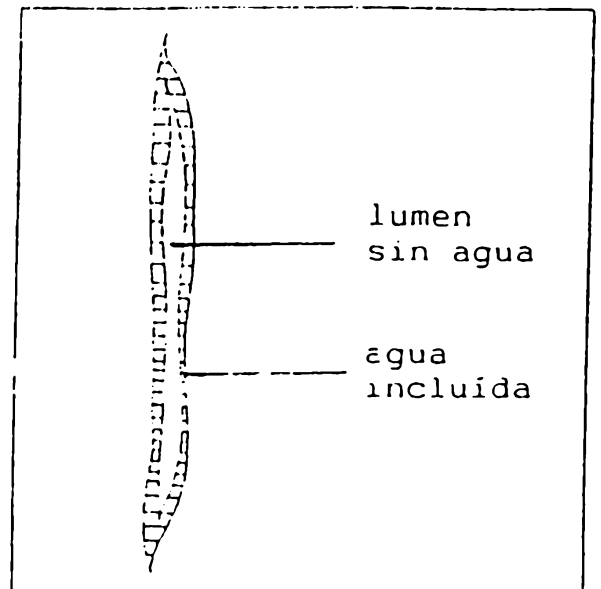
AGUA LIBRE Y AGUA INCLUIDA

Para efectuar el proceso de impregnación se requiere contar con el lumen de las células desocupado. Por esta razón el contenido de humedad (CH) debe ser cercano al 25% o menos.

Si el contenido de humedad es mayor a 25% el lumen o espacio de las células de la madera tendrá agua y la solución CCA no podrá ser introducida lo que provocará una mala penetración de la solución preservante al interior de la madera.



PUNTO SATURACION DE LA FIBRA



MADERA SECA

### 1.5 ABSORCION DE LIQUIDOS EN UN PROCESO DE IMPREGNACION

Para lograr introducir la solución preservante a la madera se requiere que el lumen de las células de la madera esté vacío.

Al proceso de llenado de las células con líquido se le llama ABSORCION y ésta es la cantidad de líquido que se puede introducir a la madera. Esta característica depende de la especie y zona del árbol.

Por ejemplo, la absorción en pino insigne es de 400 l/m<sup>3</sup> tanto en albura como en duramen, esto lo convierte en una especie fácil de impregnar. En eucalipto en cambio la absorción en albura y duramen es de 80 l/m<sup>3</sup>, por lo que no se impregna. El pino oregón presenta una absorción de 180 l/m<sup>3</sup> en albura y 30 l/m<sup>3</sup> en duramen, por lo tanto, es una especie no apta para recibir tratamiento de impregnación.

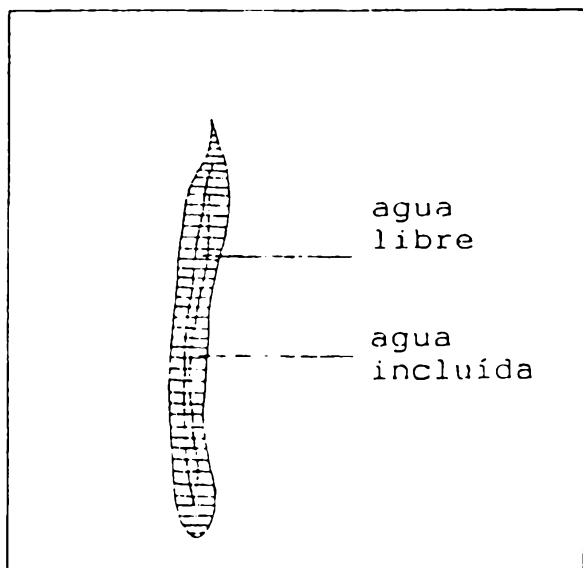
Por lo tanto, la madera según el Contenido de Humedad (CH) se clasifica en:

**MADERA SATURADA:** Las paredes y el lumen están llenos de agua, el contenido de humedad varía entre 120% y 200% dependiendo de la especie. Esto significa que la madera contiene agua entre 120% y 200% de su peso seco.

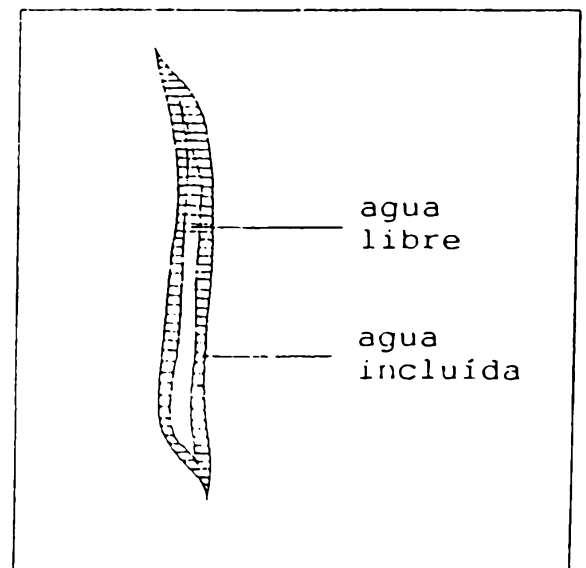
**MADERA VERDE:** Las paredes se encuentran llenas de agua y el lumen parcialmente lleno, el contenido de humedad varía entre 25% y 120%, es decir, el agua contenida en la madera es entre 25% y 120% del peso seco de ésta.

**PUNTO DE SATURACION DE LA FIBRA:** La pared de la fibra se encuentra llena de agua y el lumen completamente vacío, el contenido de humedad es de un 25%.

**MADERA SECA:** Solamente la pared contiene agua, el lumen está vacío, el contenido de humedad varía entre 5% y 25%.



MADERA SATURADA



MADERA VERDE

## *II. PROCESO DE IMPREGNACION*

## I PROCESO DE IMPREGNACION

### DESCRIPCION DEL PROCESO, METODO BETHELL

Este es un proceso a vacío y presión, que tiene como objetivo INTRODUCIR LA SOLUCIÓN PRESERVANTE AL INTERIOR DE LAS CELULAS DE LA MADERA por medio de las puntuaciones y LOGRAR QUE ESTA SOLUCIÓN SE FIJE, por lo tanto, después de aproximadamente 7 días ya no se pierde líquido y la madera queda lista para que NO SE PUDRA Y PUEDA SER USADA SEGÚN LAS CONDICIONES DE RETENCION A LAS CUALES SE IMPREGNÓ.

Con este proceso de impregnación (Bethell) se logran PENETRACIONES PROFUNDAS y RETENCIONES CONTROLADAS según el uso y riesgo que tendrá la madera una vez instalada.

### RETENCION DE PRODUCTO PRESERVANTE

Es la cantidad en kilogramos de producto preservante o kilogramos de óxidos activos por cada metro cúbico de madera. Se calcula así:

$$\text{RETENCION} = \frac{\text{ABSORCION} \times \text{CONCENTRACION}}{100}$$

N O T A: Si la retención se expresa en producto preservante, la concentración también debe expresarse en producto preservante y si la retención se expresa en óxidos (como lo señala la norma NCh 819 de requerimientos según uso y riesgo), la concentración también debe anotarse en óxidos.

Por EJEMPLO: Para Wolman CCA-C 70% óxidos, las retenciones en óxido o producto serán:

$$\text{RETENCION } 6,5 \text{ kg OXIDOS/m}^3 = \text{RETENCION } 9,3 \text{ kg PRODUCTO/m}^3$$

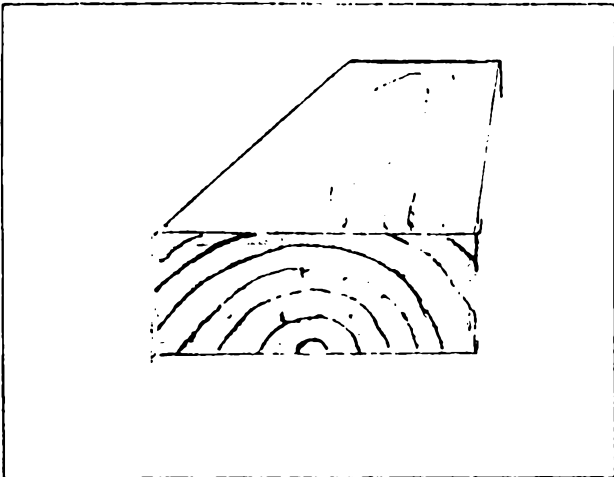
es decir:

$$\frac{400 \text{ l/m}^3 \times 1,625 \% \text{ CONC. OXIDOS}}{100} = \frac{400 \text{ l/m}^3 \times 2,32 \% \text{ CONC. PRODUCTO}}{100}$$

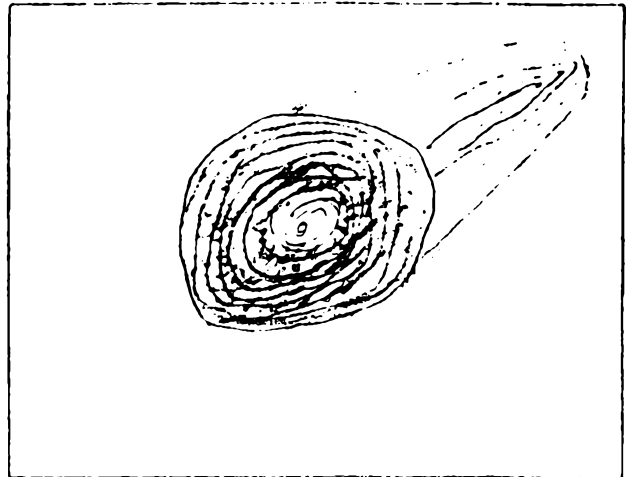
### 33 PENETRACION DE PRODUCTO PRESERVANTE

Es la profundidad en centímetros que penetró la solución preservante al interior de una pieza de madera y medida en sentido perpendicular a los anillos de crecimiento.

MADERA ASERRADA

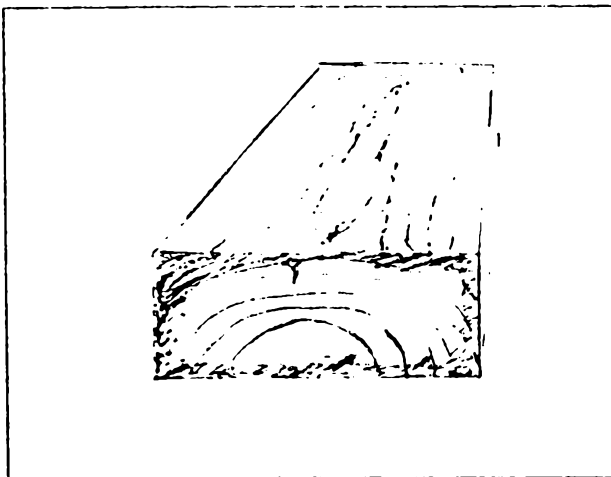


MADERA REDONDA

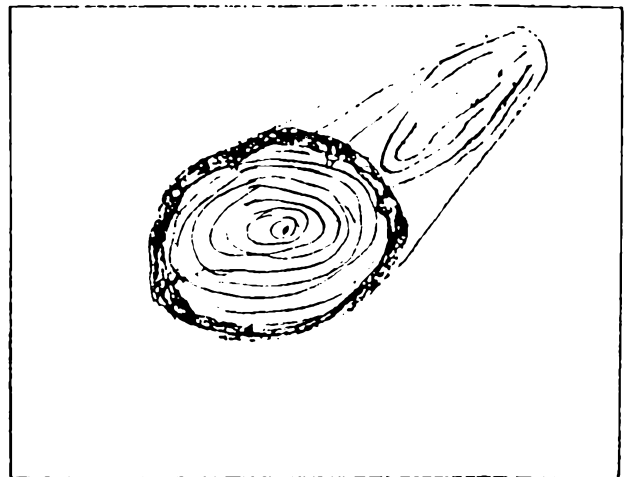


BUENA PENETRACION

MADERA ASERRADA



MADERA REDONDA



MALA PENETRACION

**MALA PENETRACION:** Se debe principalmente a problemas de humedad en la madera, madera muy resinosa, con gran proporción de duramen o tiempo e intensidad de vacío inicial inadecuado.

## 24 PREPARACION DE LA MADERA A IMPREGNAR

La madera que se va a impregnar en una carga debe presentarse:

- 1º DESCORTEZADA
- 2º SECA
- 3º CON CORTEIS Y PERFORACIONES FINALES DE USO
- 4º CON DIMENSIONES EN DIAMETRO O ESPESOR SIMILARES ENTRE LAS PIEZAS
- 5º CON SU VOLUMEN MEDIDO

## 25 PROCESO DE IMPREGNACION

El proceso de impregnación propiamente tal comienza con el llenado del autoclave de madera previamente seca y con su volumen medido.

El RESULTADO de este tratamiento se observará mediante los cálculos en Hoja de Carga de la RETENCION, CONSUMO DE PRODUCTO PRESERVANTE y de la PENETRACION al interior de las piezas de madera que se impregnaron.

### ETAPAS DEL PROCESO:

- \*\* Introducir la madera al cilindro o autoclave, cerrar puerta y REALIZAR VACIO INICIAL (A) para sacar el aire de las células.

Una vez que SE LLEGA A VACIO de 20 a 22 lbs/pulg<sup>2</sup> = 0,7 a 0,76 kg/cm<sup>2</sup> MANTENERLO (B) durante aproximadamente 15 a 30 minutos dependiendo de si es madera aserrada con mucho duramen expuesto o madera redonda.

CADA OPERADOR DEBE EXPERIMENTAR EN SU PLANTA EL TIEMPO DE VACIO INICIAL SEGUN LAS DIMENSIONES DE LA MADERA, EL CH, LA EPOCA DEL AÑO EN QUE SE ESTA IMPREGNANDO, LA POTENCIA DE BOMBAS EN LA PLANTA.

- \*\* INUNDAR (C) con solución preservante aprovechando el vacío inicial.
- \*\* INICIAR período de PRESION (D) alcanzando un valor de 220 lbs/pulg<sup>2</sup> = 15 kg/cm<sup>2</sup> lo más rápido posible, MANTENER (E) esta presión hasta alcanzar la absorción requerida.

La madera DEBE ABSORBER en el período de presión la SOLUCION CALCULADA por hoja de carga, MAS una cantidad de SOLUCION que se RECUPERARA en VACIO FINAL.

CÁLCULO DE ABSORCIÓN REQUERIDA EN LITROS: su fórmula es,

$$\text{ABSORCION REQUERIDA} = \frac{\text{RETENCION} \times 100 \times \text{VOLUMEN}}{\text{CONCENTRACION}}$$

EJEMPLO: Se tienen los siguientes valores de una carga de polines

1º Concentración de solución en óxidos = 1,6%

2º Retención requerida en óxidos, según uso y riesgo = 6,5 kg óxidos/m<sup>3</sup>

3º Volumen de madera en metros cúbicos = 5 m<sup>3</sup>

4º Aplicando la fórmula se tiene:

$$\text{ABSORCION REQUERIDA} = \frac{6,5 \times 100 \times 5}{1,6} = 2.031,25 \text{ litros}$$

A los 2.031 litros se le deben sumar alrededor de 500 litros o más dependiendo de los equipos de la planta en el periodo de presión.

Posteriormente estos 500 litros se recuperarán con el vacío final.

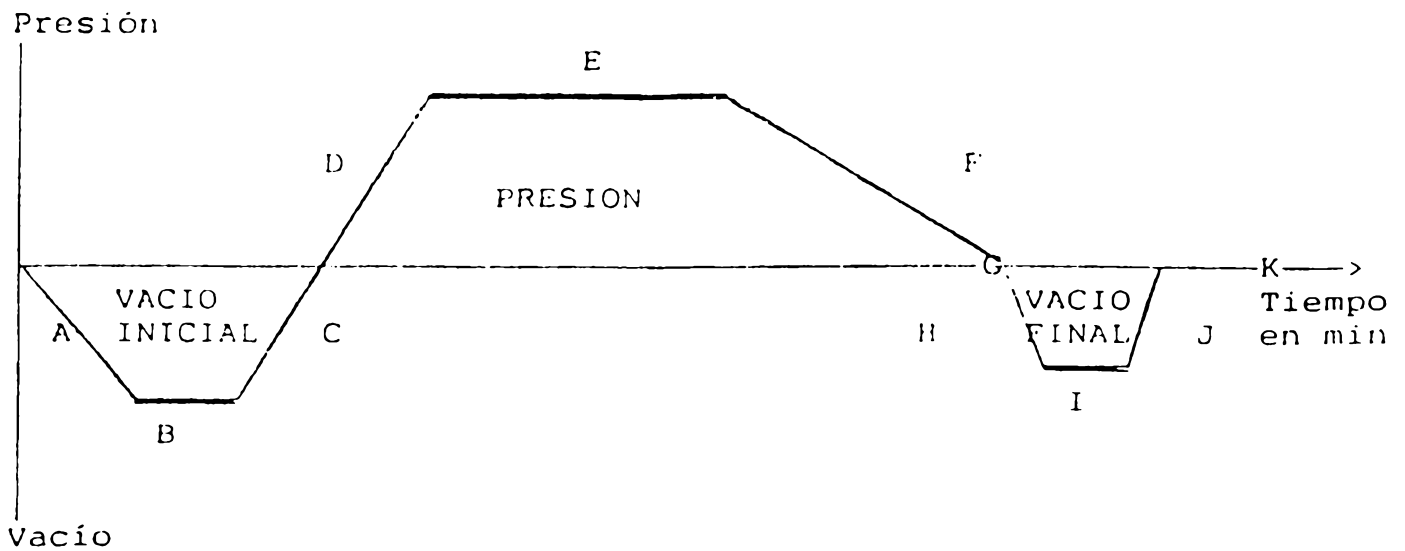
CORTAR LA PRESION LENTAMENTE, (F) para permitir la primera fijación del producto preservante.

\*\* INICIAR TRASVASIJE (G) de solución desde el autoclave al estanque de almacenamiento.

\*\* REALIZAR VACIO FINAL SIEMPRE (I), para evitar el goteo de solución preservante una vez que se saque la madera del autoclave.

\*\* RECUPERAR la SOLUCION restante que queda en el autoclave con la bomba de trasvasije.

## TRATAMIENTO DE IMPREGNACION - ETAPAS EN EL PROCESO BETHELL



- A Comienza Vacío Inicial
- B Mantención de Vacío Inicial Máximo
- C Cortar Vacío Inicial
- D Comienza Inundación y Subida de Presión
- E Mantención de Presión Máxima
- F Cortar Presión lentamente
- G Trasvasije de solución desde autoclave a estanque de almacenamiento
- H Inicio Vacío Final
- I Mantención de Vacío Final Máximo
- J Cortar Vacío Final
- L Vaciar solución preservante
- K Descarga Autoclave
- M Encastillar la madera

## PASOS A REALIZAR CUANDO SE IMPREGNA UNA CARGA DE MADERA

- 1º CLASIFICAR LA MADERA SEGUN DIAMETROS Y CONTENIDO DE HUMEDAD
- 2º MEDIR EL VOLUMEN
- 3º PREPARAR SOLUCION PRESERVANTE
- 4º INTRODUCIR MADERA AL CILINDRO
- 5º INICIAR PERIODO DE VACIO INICIAL
- 6º APLICAR PRESION LLEGANDO A LA MAXIMA RAPIDAMENTE
- 7º ABSORBER PRESERVANTE CALCULADO EN HOJA DE CARGA MAS LA CANTIDAD QUE SE RECUPERARA EN VACIO FINAL
- 8º CORTAR PRESION LENTAMENTE
- 9º REALIZAR TRASVASIJE
- 10º REALIZAR VACIO FINAL SIEMPRE
- 11º DESCARGAR EL CILINDRO
- 12º ENCASTILLAR LA MADERA

## 6 RECOMENDACIONES

El operador capacitado es el hombre clave en la operación de la planta.

Deberá tener claro los objetivos de calidad de producto en función de manejo de variables que entran en el proceso y que deberá ser capaz de ajustar: dependiendo de cada caso en particular.

El operador deberá ser capaz de reconocer todo y cada uno de los elementos que componen el circuito de manejo de fluidos descritos anteriormente y que en este caso tienen una distribución racional y ergonómica que facilita la operación y la comprensión de la dinámica del fluido en cada etapa de la operación.

El operador deberá ser capaz de reaccionar frente a eventos anormales que se produzcan durante la operación, por lo cual deberá conocer y acostumbrarse a las características de funcionamiento normales de sus equipos, como ser:

- Valores normales de vacío, presión, niveles, tiempo aprox.
- Ruidos normales de bombas, motor, sistema.
- Estado normales de temperaturas de bombas, motor, etc.
- Estado normales de vibraciones de cada equipo (percepción)
- Tiempo aprox. en lograr el vacío, presión, llenado, etc.

Nunca hacer funcionar las bombas en seco; sin líquido de preservación, las bombas de caudal y la bomba de alta presión y en el caso de la bomba de vacío ésta deberá mantener siempre en reserva de líquido de refrigeración para formar el anillo líquido de sellamiento.

La operación de la planta, deberá responder, muy en síntesis a las siguientes etapas de proceso indicadas en el siguiente Diagrama:

- a) Generación de vacío en autoclave cargada con madera.
- b) Llenado del autoclave con líquido de preservación.
- c) Etapa de presurizado del líquido de preservación.
- d) Trasvasije del líquido de preservación desde autoclave a T. mezcla
- e) Generación de vacío de secado de la madera impregnada.

**PROGRAMA OPERACIONAL POR ETAPAS DE PLANTA DE IMPREGNACION  
POR MADERA POR SISTEMA VACIO-PRESION**

ETAPA DEL PROCESO DE IMPREGNACION	ABRIR VALVULAS	CERRAR VALVULAS	BOMBA EN 'ON'	BOMBA EN 'OFF'	LECTURA INSTRUM.	OBSERVACIONES ESPECIFICAS
GENERACION DE VACIO EN AUTOCLAVE CARGADA C/MADERA	 8	 2 - 7 - 6 8*			 20" HG -----*	VERIFICAR NIVEL AGUA DE REFRIGERACION
LLENADO DE AUTOCLAVE CON LIQUIDO IMPREG. x DESPRESURIZADO	 1-2	 3-4				ASEGURECE DE LLENAR COMPLETAMENTE EL AUTOCLAVE CON LIQUIDO PRESERVANTE. (en nivel pulmon vacio)
PROCESO DE IMPREGNACION POR ALTA PRESION	 1 - 4 - 6	 2 - 8			 180 psi	LA SOBREPRESION DEBERA HACER ACTUAR LA VALVULA DE SEGURIDAD.
DESPRESURIZADO	 1-2	 3-4			 0 psi	
TRASVASIJE DEL LIQUIDO IMPREG. DE AUTOCLAVE A ESTANQUE MEZCLA.	 2-3-7-8 9	 1-4-10				VERIFIQUE EL TUBO NIVEL DEL ESTANQUE.
PROCESO DE SECADO DE MADERA POR VACIO EN AUTOCLAVE	 8	 2-3-4-1 6-7			 20" HG	NO HABRIR AUTOCLAVE SIN ANTES DESPRESURIZAR.
	 2-3-7	 10				

*III. PRESERVANTE CCA*

### III PRESERVANTE CCA

Los preservantes son PRODUCTOS QUÍMICOS DE EFECTIVIDAD COMPROBADA que se aplican a la madera para protegerla contra el ataque de hongos, insectos, bacterias y taladradores marinos.

La formulación de preservantes más ampliamente usada a nivel mundial son los productos CCA, gracias a su capacidad de fijación en la madera, a la facilidad de aplicación y a su efectividad.

La durabilidad de la madera tratada con CCA alcanza por sobre los 20 años, dependiendo de su uso y de la cantidad de preservante que le fué impregnada. Muchos de los postes tratados con CCA de tendido eléctrico y telefónico, instalados en zonas de alta humedad y temperatura en Estados Unidos han cumplido más de 50 años de uso sin necesidad de reemplazarlos.

#### 3.1 COMPOSICION QUIMICA

El nombre CCA proviene de los componentes químicos que son el COBRE (C) el CROMO (C) y el ARSENICO (A). Cada uno de ellos cumple una función determinada dentro de la madera como se indica a continuación:

El Cobre: es el elemento que impide el ataque de hongos y bacterias (FUNGICIDA).

El Arsénico: protege a la madera contra los insectos (INSECTICIDA).

El Cromo: este elemento es el responsable de la fijación definitiva del preservante en la madera (FIJADOR).

#### FIJACION DEL CCA

Los preservantes CCA se unen químicamente a la madera en una reacción de fijación, que consiste en que el cromo reacciona con los componentes de la madera (azúcares), formando una mezcla de compuestos insolubles involucrando al arsénico y cobre en ellos.

Los elementos cobre, cromo y arsénico quedan químicamente adheridos a la madera.

Visualmente este proceso de fijación se aprecia con un cambio de color del producto desde un TONO ANARANJADO EN LA SOLUCIÓN a un color VERDE característico en la MADERA TRATADA.

El proceso de FIJACION se cumple totalmente cuando se ha SECADO la madera, sin embargo 48 horas después del proceso de impregnación se logra el 90% de la fijación, por lo que la madera no debe ser entregada para su uso antes de ese periodo.

Para la formulación del preservante CCA se utilizan OXIDOS de estos tres elementos, es decir, óxido de cobre (CuO), óxido de cromo (CrO<sub>3</sub>) y óxido de arsénico (As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### 3.2 PROPORCION DE OXIDOS

Los tres compuestos: óxido de cobre, óxido de cromo y óxido de arsénico se encuentran combinados en forma específica dentro del preservante, esta combinación está determinada por la norma chilena NCh 1260

Existen 3 tipos de preservantes CCA según la combinación estipulada por la norma y según esto se les llama Preservantes tipo A, tipo B o tipo C.

\*\*

Los tipo A contienen alta proporción de cromo y menor cantidad de arsénico, lo que implica que tienen menor acción insecticida. Los tipo B contienen baja proporción de cromo y mayor cantidad de arsénico, lo que significa una mayor efectividad insecticida y una menor efectividad fungicida

En nuestro país sólo se usan los preservantes tipo C, cuyo balance de óxido de cobre, óxido de arsénico y óxido de cromo se ajusta a las condiciones que nuestro país tiene en lo que respecta al ataque de insectos, termitas y hongos.

La PROPORCIÓN DE OXIDOS DEL TIPO C se indica en el cuadro siguiente:

OXIDO ACTIVO	CANTIDAD MAXIMA EN %	CANTIDAD MINIMA EN %	PROMEDIO EN %
Oxido de cobre (CuO)	21,0	17,0	18,5
Oxido de cromo (CrO <sub>3</sub> )	50,5	41,5	47,5
Oxido de arsénico (As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	38,0	30,0	34,0

### 3.3 CANTIDAD TOTAL DE OXIDOS

Los preservantes CCA no pueden ser formulados de tal forma que contengan un 100% de óxidos activos dado que este producto sería inestable y prácticamente imposible de aplicar.

En nuestro país, los preservantes que se ofrecen en el mercado tienen entre un 70% y un 72% de óxidos activos, que es la concentración más alta a la que el CCA se puede formular sin correr un mayor riesgo de que el producto se compacte. El porcentaje restante 28% a 30% es agua.

Este punto es importante a considerar puesto que las NORMAS DE RETENCION de preservantes SE REFIEREN siempre a la CANTIDAD DE OXIDOS ACTIVOS y no a la cantidad total de preservante o producto que debe contener la madera.

Por EJEMPLO Wolman CCA-C 70 % indica que el producto es del tipo C, es decir debe contener en promedio un 18,5% de cobre, 47,5% de cromo y 34% de arsénico y que posee en total un 70% de óxidos de dichos elementos, el 30% restante es agua. Considerando el TAMBOR DE 100 kg, se tiene realmente 70 kg DE OXIDOS ACTIVOS Y 30 kg DE AGUA.

### 3.4 PREPARACION DE LA SOLUCION PRESERVANTE

El preservante CCA se aplica diluido en suspensión, es decir una pequeña cantidad del producto debe ser mezclado con una mayor cantidad de agua.

Esta "SOLUCION DE PRESERVANTE" se prepara a una determinada CONCENTRACION EN PRODUCTO.

CONCENTRACION DE LA SOLUCION PRESERVANTE EN PRODUCTO: es la cantidad en kilogramos de producto que se mezcla con cada 100 litros de agua.

Por EJEMPLO: Solución preservante al 1% de concentración en producto significa que se mezcló 1 kg de producto por cada 100 litros de agua, o bien que con 100 kg de producto = 1 tambor está disuelto en 10.000 litros de agua.

CONCENTRACION DE LA SOLUCION EN OXIDOS: es la concentración de solución preservante en producto multiplicada por la cantidad total de óxidos del producto y dividida por 100.

Por EJEMPLO: Una solución preservante Wolman al 2% en producto es igual a la solución preservante al 1,4 % en óxidos, porque se multiplica la concentración en producto por la cantidad total de óxidos de Wolman que es 70% y se divide por 100, es decir:

$$\text{CONCENTRACION EN PRODUCTO } 2 \% = \frac{2 \times 70}{100} = 1,4 \% \text{ DE CONCENTRACION EN OXIDOS}$$

La preparación de la solución se realiza en el estanque de mezcla y los pasos a seguir son los siguientes:

DEFINIR LA CONCENTRACION DE LA SOLUCION

La solución preservante se prepara a una concentración entre el 1% y el 5%, dependiendo de 2 factores.

- USO DE LA MADERA a impregnar, dado por la retención de óxidos exigida en la norma NCh 819
- CONTENIDO DE HUMEDAD, si la madera está absolutamente seca absorberá mayor cantidad de solución y por tanto la concentración será más baja. Si la madera está menos seca (alrededor del 28% a 30%) absorberá menor cantidad de solución y por tanto la concentración se debe aumentar.

La siguiente fórmula sirve para determinar la concentración a usar:

$$\text{CONCENTRACION} = \frac{\text{RETENCION ESPERADA}}{\text{ABSORCION ESPERADA}} \times 100$$

Los siguientes cuadros muestran ejemplos de la concentración a usar considerando madera de pino a dos contenidos de humedad (madera seca y madera menos seca) y para tres tipos de uso que se le dará a la madera, calculada a base de la fórmula anterior:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MADERA DE 20%						
Absorción esperada	Madera construc. 3,5 kg óx./m <sup>3</sup>		Polines 6,5 kg óx./m <sup>3</sup>		Postes 9,6 kg óx./m <sup>3</sup>	
l/m <sup>3</sup>	Conc. óxidos	Conc. Wolman	Conc. óxidos	Conc. Wolman	Conc. óxidos	Conc. Wolman
400	0,88	1,25	1,6	2,3	2,3	3,3

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MADERA DE 28%						
Absorción esperada	Madera construc. 3,5 kg óx./m <sup>3</sup>		Polines 6,5 kg óx./m <sup>3</sup>		Postes 9,6 kg óx./m <sup>3</sup>	
l/m <sup>3</sup>	Conc. óxidos	Conc. Wolman	Conc. óxidos	Conc. Wolman	Conc. óxidos	Conc. Wolman
350	1,0	1,43	1,86	2,60	2,7	3,8

LLENAR EL ESTANQUE DE PREPARACION CON LA CANTIDAD NECESARIA DE AGUA.

Para calcular los litros de agua que se deben mezclar con 100 kg de preservante se usa la fórmula siguiente:

$$\text{LITROS AGUA} = \frac{100 \text{ kg PRODUCTO}}{\text{CONCENTRACION EN PRODUCTO}} \times 100$$

EJEMPLO: Se desea preparar una solución al 2% en producto = 1,4 % en óxidos

$$\text{Litros de agua} = \frac{100 \text{ kg}}{2} \times 100 = 5.000 \text{ litros de agua}$$

ABRIR EL TAMBOR Y REMOVER EL PRESERVANTE CON UN PALO DE MADERA, SI ESTÁ ESPESO SE PUEDE AGREGAR UN POCO DE AGUA.

VACIAR EL PRODUCTO DEL TAMBOR AL ESTANQUE DE PREPARACIÓN

SE RECOMIENDA USAR SIEMPRE EL TOTAL DE PRODUCTO DEL TAMBOR EN UNA SOLA PREPARACIÓN, dado que, como se tienen tres componentes en la mezcla, al estar almacenado el tambor por un período de tiempo, se puede producir una separación por capas de los componentes y si no se toman las precauciones suficientes en la agitación del tambor se produce desbalance de la proporción original de los óxidos del preservante.

En muchas plantas de impregnación se tiene que el tamaño del estanque de mezcla no tiene el tamaño suficiente para preparar la solución deseada. En ese caso se prepara la solución más concentrada y se agrega el agua restante al estanque de almacenamiento agitando apropiadamente.

AGITAR DURANTE 30 A 60 MINUTOS APROXIMADAMENTE

### 3.5 CONTROL DE LA CONCENTRACION

La concentración de la solución debe ser verificada una vez que se terminó su preparación y además controlarla cada vez que se va a efectuar el proceso de impregnación.

Para este control de concentración cada planta debe contar con una TABLA DE CONCENTRACION, proporcionada por el fabricante del producto, que relaciona la temperatura y la densidad del líquido en un momento determinado, con la concentración.

### 3.6 DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE SOLUCION

#### 3.6.1 MATERIALES:

- Termómetro graduado a 1 grado Celcius con un rango mínimo de temperatura entre 0 °C y 50 °C.
- Densímetro con escala de 1,0000-1,0500 gr/cm<sup>3</sup>
- Una probeta limpia ,de 250 a 500 cc
- Tabla de Concentración del producto que se usará

#### 3.6.2 METODOLOGÍA:

- a) Calibración del densímetro: al tomar la densidad con el densímetro en agua destilada a los 16 °C, esta debe dar 1,0000 g/cc por lo que cualquier desviación debe ser considerada en las lecturas posteriores.
- b) Verificación de la densidad del agua de la planta :  
Se debe tomar en cuenta la densidad del agua que se utiliza en la planta, puesto que puede contener impurezas y/o sales propias del agua local, debiendo ser el valor diferente a 1,0000 g/cc considerado en las lecturas posteriores.
- c) Determinación de la concentración de la solución
  - Se toma una muestra de solución en la probeta
  - Se deja reposar esta muestra por al menos 5 minutos esperando que decante impurezas, tales como, aserrín, tierra o arena.
  - Introducir el densímetro y darle un pequeño giro sumergiéndolo en la solución para igualar la temperatura del instrumento con la de la solución.
  - De la misma forma se introduce el termómetro y se espera hasta que marque una temperatura constante.
  - Con los datos de densidad y temperatura se va a la tabla de concentración y se obtiene el valor ya sea en óxidos o en productos

3.7        MANIPULACION    Y    ALMACENAMIENTO    DEL    PRESERVANTE    E  
INSTRUMENTOS PARA CORRECTA DOSIFICACION

- a)        Mantener limpios el densímetro y el termómetro y la probeta, debiendo lavarse cuidadosamente cada vez que se ocupan.
  
- b)        Es necesario limpiar el estanque de preparación y de almacenamiento por lo menos una o dos veces al año.
  
- c)        En cada preparación se debe usar el tambor completo.
  
- d)        Los tambores deben almacenarse en lugares secos para evitar el endurecimiento del producto.
  
- e)        Cuando se prepare una solución se debe agitar perfectamente el preservante en el tambor ya sea haciéndolo rodar o con un palo.

### 3.8.- PREPARACION DE SOLUCION A DISTINTAS CONCENTRACIONES EN PRODUCTO:

Como se señaló anteriormente la CONCENTRACION DE LA SOLUCION PRESERVANTE EN PRODUCTO son los kilogramos de producto que se mezclan con cada 100 litros de agua. Su unidad de medición es el porcentaje. Por EJEMPLO: Concentración de la solución en producto al 1% significa que están disueltos 1 kg de producto por cada 100 litros de agua.

La concentración se puede calcular conociendo la retención según el uso que se le dará a la madera y conociendo la absorción por cargas anteriores similares. Su fórmula es:

$$\text{CONCENTRACION EN PRODUCTO} = \frac{\text{RETENCION EN PRODUCTO} \times 100}{\text{ABSORCION}}$$

Cuando se prepara una nueva carga, existen tres posibilidades de Concentración de solución de esa carga:

- 1º MANTENER LA CONCENTRACION IGUAL A LA DE LA CARGA ANTERIOR: por ejemplo se impregnaron polines, esto significa que la retención en óxidos de los polines fué de 6,5 kg óx/m<sup>3</sup> y en la nueva carga se impregnarán cabezales o centrales que requieren la misma retención de 6,5 kg óx/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, la concentración de la solución preservante debe mantenerse muy similar a la de la carga anterior.
- 2º BAJAR LA CONCENTRACION: por ejemplo se impregnaron polines a una retención de 6,5 kg óx/m<sup>3</sup> y la nueva carga será madera aserrada para cerchas con retención de 3,5 kg óx/m<sup>3</sup>. Esto significará bajar la concentración de la solución, de manera tal que la madera absorba aproximadamente 400 l/m<sup>3</sup>.
- 3º SUBIR LA CONCENTRACION: por ejemplo, se impregnaron polines a una retención de 6,5 kg óx/m<sup>3</sup> y la nueva carga será de postes telefónicos con retención de 9,6 kg óx/m<sup>3</sup>. Esto significa subir la concentración de la solución, de manera tal que los postes absorban aproximadamente 400 l/m<sup>3</sup>.

12 MANTENER CONCENTRACION: significa agregar agua y producto hasta llenar el estanque de almacenamiento de solución preservante a la misma concentración de la carga anterior. Se deben realizar los siguientes cálculos:

$$\text{kg producto carga anterior} = \frac{\text{Volumen estanque}}{\text{carga anterior}} \times \frac{\text{Concentración solución}}{\text{carga anterior}}$$

$$\text{kg producto carga actual} = \frac{\text{Volumen estanque almacenamiento lleno}}{\text{igual a carga anterior}} \times \frac{\text{Concentración solución}}{\text{igual a carga anterior}}$$

KG PRODUCTO A AGREGAR	=	KG PRODUCTO CARGA ACTUAL	-	KG PRODUCTO CARGA ANTERIOR
-----------------------	---	--------------------------	---	----------------------------

VOLUMEN AGUA A AGREGAR	=	VOLUMEN ESTANQUE ALMACEN. LLENO	-	VOLUMEN ESTANQUE CARGA ANTERIOR
------------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------

EJEMPLO: se tiene por HOJA DE CARGA los siguientes datos:

- Concentración de solución carga anterior: 1 % en producto
- Volumen estanque de almacenamiento carga anterior: 10.000 litros.
- Volumen total del estanque de almacenamiento: 20.000 litros.

USANDO LA FORMULA PARA MANTENER LA CONCENTRACION DE LA SOLUCION (AL 1%) SE TIENE:

$$\text{Concentración 1\%} = \frac{1}{100} = 0,01$$

$$\text{kg producto carga anterior} = 10.000 \times 0,01 = 100 \text{ kg}$$

$$\text{kg producto carga actual} = 20.000 \times 0,01 = 200 \text{ kg}$$

KG PRODUCTO A AGREGAR	=	200 kg - 100 kg = 100 kg de producto
-----------------------	---	--------------------------------------

VOLUMEN AGUA A AGREGAR	=	20.000 - 10.000 = 10.000 litros
------------------------	---	---------------------------------

Por lo tanto, por cada 100 kg de producto que se preparen se deben agregar 10.000 litros de agua.

2º BAJAR CONCENTRACION: significa en la práctica agregar solamente agua. Se deben realizar los siguientes cálculos:

$$\text{Volumen estanque} = \frac{\text{kg producto carga anterior}}{\text{carga anterior}} \cdot \text{Concentración carga anterior}$$

$$\text{Volumen estanque} = \frac{\text{kg producto carga actual}}{\text{carga actual}} \cdot \text{Concentración carga actual.}$$

$\text{VOLUMEN AGUA} = \text{VOLUMEN CARGA} - \text{VOLUMEN CARGA}$ $\text{A AGREGAR} \quad \quad \quad \text{ACTUAL} \quad \quad \quad \text{ANTERIOR}$
--

EJEMPLO: se tiene por HOJA DE CARGA los siguientes datos:

- Concentración de solución carga anterior: 1 % en producto
- Volumen estanque de almacenamiento carga anterior: 10.000 litros.
- Volumen total del estanque de almacenamiento: 20.000 litros.

USANDO LA FORMULA PARA BAJAR LA CONCENTRACION DE LA SOLUCION EN PRODUCTO (DESDE 1% A 0,8 %) SE TIENE:

$$\text{Concentración 1\%} = \frac{1}{100} = 0,01$$

$$\text{Concentración 0,8\%} = \frac{0,8}{100} = 0,008$$

$$\text{Volumen estanque} = \frac{80}{0,01} = 8.000 \text{ litros}$$

carga anterior

$$\text{Volumen estanque} = \frac{80}{0,008} = 10.000 \text{ litros}$$

carga actual

$\text{VOLUMEN AGUA} = 10.000 - 8.000 = 2.000 \text{ litros}$ $\text{A AGREGAR}$
--

3º SUBIR CONCENTRACION: significa en la práctica agregar producto.  
Se calcula según:

$$\frac{\text{kg producto}}{\text{carga anterior}} = \frac{\text{Volumen estanque}}{\text{carga anterior}} \times \text{Concentración carga anterior}$$

$$\frac{\text{kg producto}}{\text{carga actual}} = \frac{\text{Volumen estanque}}{\text{carga actual}} \times \text{Concentración carga actual.}$$

$\text{kg PRODUCTO A AGREGAR} = \text{kg PRODUCTO CARGA ACTUAL} - \text{kg PRODUCTO CARGA ANTERIOR}$
--

EJEMPLO: se tiene por HOJA DE CARGA los siguientes datos:

- Concentración de solución carga anterior: 1 % en producto
- Volumen estanque de almacenamiento carga anterior: 10.000 litros.
- Volumen total del estanque de almacenamiento: 20.000 litros.

USANDO LA FORMULA PARA SUBIR LA CONCENTRACION DE LA SOLUCION EN PRODUCTO (DESDE 1% A 1,6%) SE TIENE:

$$\text{Concentración 1\%} = \frac{1}{100} = 0,01$$

$$\text{Concentración 1,6\%} = \frac{1,6}{100} = 0,016$$

$$\text{kg de producto carga anterior} = 10.000 \times 0,01 = 100 \text{ kg}$$

$$\text{kg de producto carga actual} = 10.000 \times 0,016 = 160 \text{ kg}$$

$\text{KG DE PRODUCTO A AGREGAR} = 160 \text{ kg} - 100 \text{ kg} = 60 \text{ kg}$
---

Por lo tanto, se debe agregar 60 kg de producto a los 10.000 litros de agua que tenía el estanque de almacenamiento, o bien, por cada 10.000 nuevos litros de agua que se prepare de solución se debe mezclar con 160 kg de producto para una concentración del 1,6 %

### 3.9.- CALCULO DE ABSORCION REQUERIDA:

Idealmente cada planta debiera tener registros de absorciones históricas en su madera según:

- Contenido de humedad inicial
- Procedencia de la madera
- Tipo de madera (redonda o aserrada)

En general, para madera de pino insigne es apropiado trabajar con absorciones que van desde los 360 a 420 litros por metro cúbico.

Luego con este valor se trabaja para las concentraciones adecuadas puesto que la retención ya es un valor conocido y está dado por norma NCh 819, según el riesgo y uso de la madera en servicio.

$$\text{ABSORCION (l/m}^3\text{)} = \frac{\text{RETENCION EN OXIDOS} \times 100}{\text{CONCENTRACION EN OXIDOS}}$$

De esta fórmula se puede obtener también la CONCENTRACION EN OXIDOS que debe tener la solución preservante para los distintos usos que se le dará a la madera impregnada, es decir:

$$\text{CONCENTRACION EN OXIDOS (\%)} = \frac{\text{RETENCION EN OXIDOS} \times 100}{\text{ABSORCION EN l/m}^3}$$

Por EJEMPLO, en madera de pino insigne las concentraciones más usadas según el uso y riesgo del servicio (retención requerida) son:

Para retenciones de 3,5 a 4,8 kg óxido/m<sup>3</sup> en madera aserrada (uso en la construcción de viviendas) se utilizan concentraciones entre 0,8% y 1,2% en óxidos, de tal forma que la madera absorba fácilmente alrededor de 400 litros por metro cúbico.

Para retenciones de 6,5 kg óxidos/m<sup>3</sup> en madera redonda (uso agrícola) se utilizan concentraciones entre 1,6 y 1,8% en óxidos, de tal forma que la madera absorba fácilmente 380 a 420 litros por metro cúbico.

Para retenciones de 9,6 kg óxidos/m<sup>3</sup> en postes de transmisión o telefónicos se usan concentraciones entre 2,2 y 2,6% en óxidos, de tal forma que la madera absorba aproximadamente 400 litros por metro cúbico.



# Wolman<sup>TM</sup> CCA - C 70%

## HOJA DE CARGA

(Borra lo que no corresponda)

TRATAMIENTO  
CARACTERISTICAS DE LA MADERA A TRATAR

Planta IMP. CONCEPCION

Carga N° 1208 Fecha 24.3.97

Especies	# Piezas	Dimensión	m <sup>3</sup>	Descripción / uso	Cliente	Orden N°
P. Wsigue	280	25 x 10,2 x 3,2	2,28			
P. Wsigue	624	5,3 x 7,7 x 3,2	8,15			
Cantidad Total			10,43 m <sup>3</sup>	CONTENIDO DE HUMEDAD 24%		

### HISTORIAL DEL TRATAMIENTO

El contenido de humedad no debe exceder 30%

	Presión Máxima o Vacío	Hora de Partida	Hora de Término	Tiempo Transcurrido	
				Horas	Mins
Período de vacío inicial	-25 Pulg/Hg.	9:00	9:30		30
Inundación de Cilindro		9:30	9:45		15
Período de Presión	13,6 Kg/cm <sup>2</sup>	9:45	10:00		15
Vaciado de Cilindro		10:00	10:20		20
Vacío final	-25 Pulg/Hg.	10:20	10:45		25
Tiempo total de tratamiento				1	45

### ESPECIFICACION DEL TRATAMIENTO

Concentración de la Solución	11	70	1.29 %
Promedio requerido de retención de sal	5.72 Kg/m <sup>3</sup>		
Promedio requerido de absorción	442 L/m <sup>3</sup>		
Cantidad de Madera	10,43 m <sup>3</sup>		
Absorción total requerida	4609 Lts.		

### RESULTADO DEL TRATAMIENTO

Sal Especificada	59,6 Kg
Sal Consumida	61,5 Kg

Almacenamiento N°	antes de tratamiento	20.000	Lts.
Almacenamiento N°	después de la inundación	9.200	Lts.
Almacenamiento N°	después del bombeo	5.000	Lts.
Almacenamiento N°	después del vaciado	14.700	Lts.
Almacenamiento N°	después del vacío final	15.200	Lts.
Absorción total obtenida		4.800	Lts.
Absorción por m <sup>3</sup>		460	Lts./m <sup>3</sup>
Retención obtenida		5,9	Kg/m <sup>3</sup>
Sobre carga - Bajo carga		19,1	Lts 4,1 %

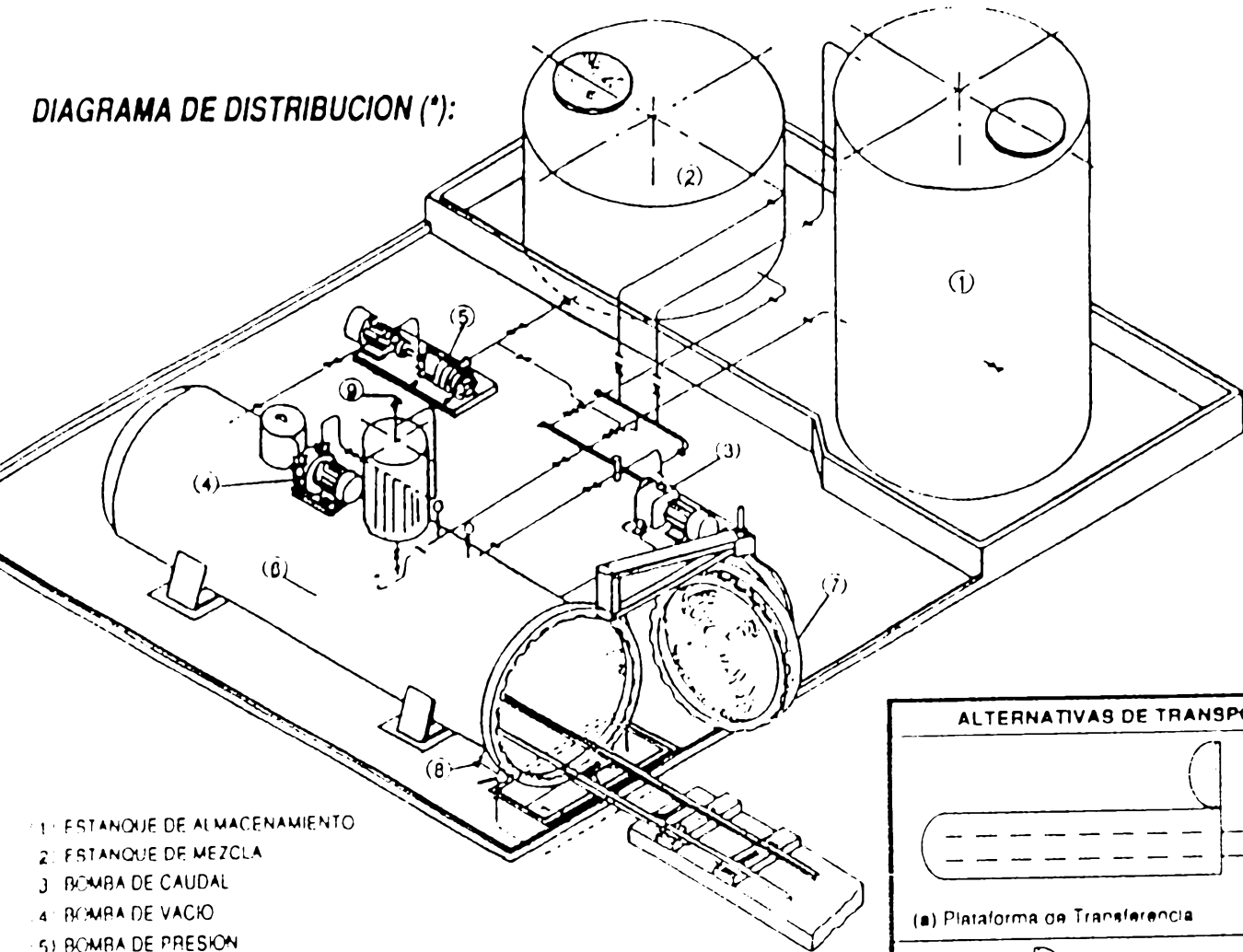
### OBSERVACIONES



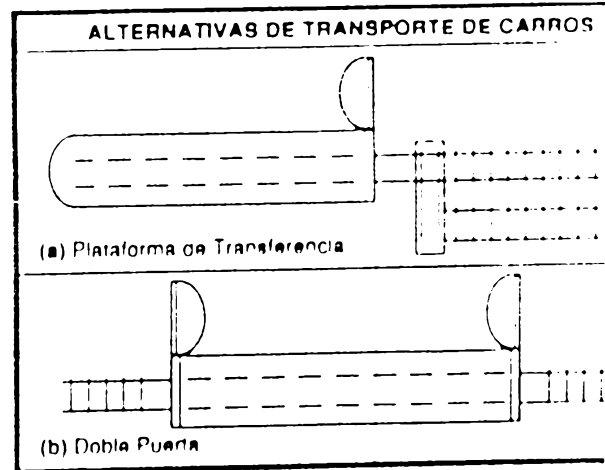
WOLMAN QUÍMICA S.A. LA FLO AMÉRICA S.P.A.

Santa Ester 748 San Miguel - Fonos: 552 1599 - 552 2421 - 552 3277 - Fax (56-2) 552 1653  
Santiago Chile  
Oficina Concepción: Victor Lamas 1055 Depto. 5 Fono Fax: (041) 223 517  
Concepción - Chile

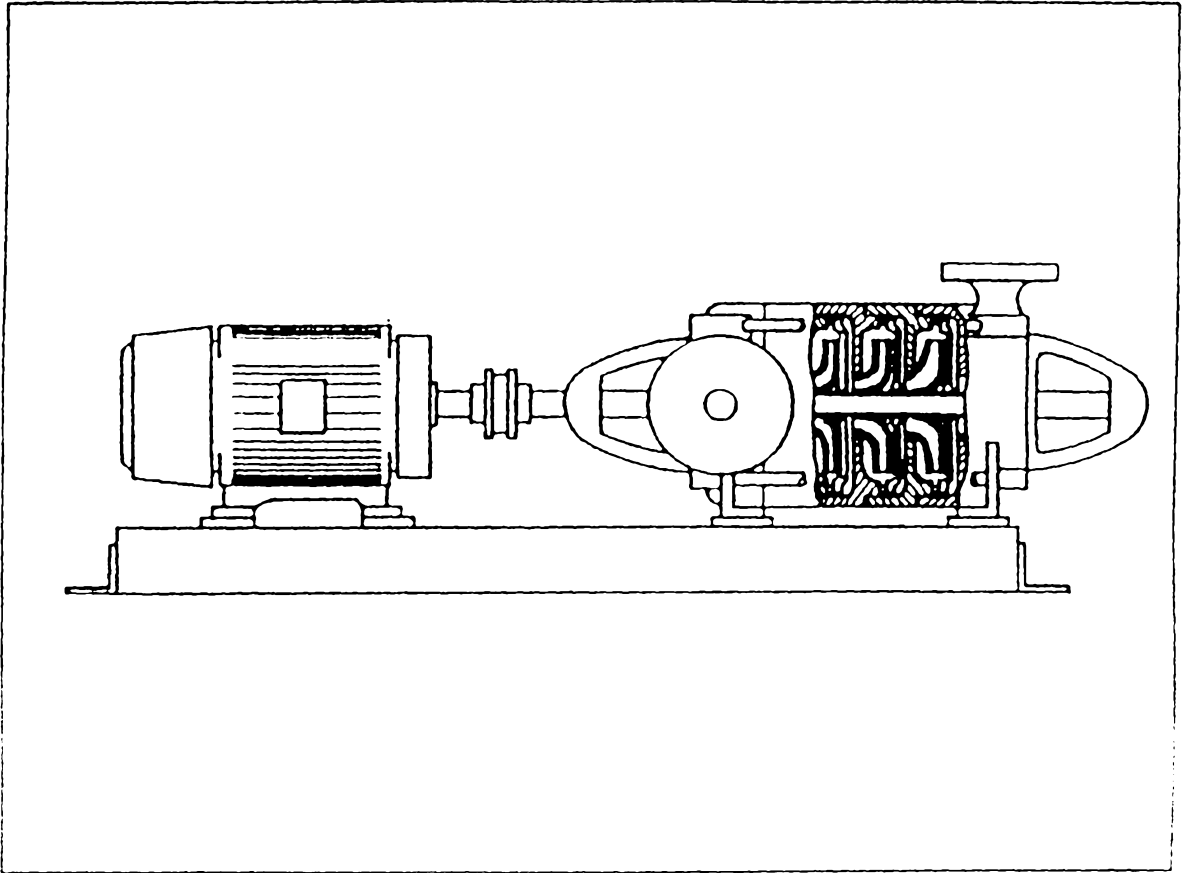
**DIAGRAMA DE DISTRIBUCION (\*):**



- 1. ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO
- 2. ESTANQUE DE MEZCLA
- 3. BOMBA DE CAUDAL
- 4. BOMBA DE VACIO
- 5. BOMBA DE PRESION
- 6. AUTOCLAVE
- 7. PUERTA DE ACCIONAMIENTO RAPIDO
- 8. VALVULA DE SEGURIDAD CIERRE.
- 9. VALVULA DE SEGURIDAD



## BOMBA DE PRESION

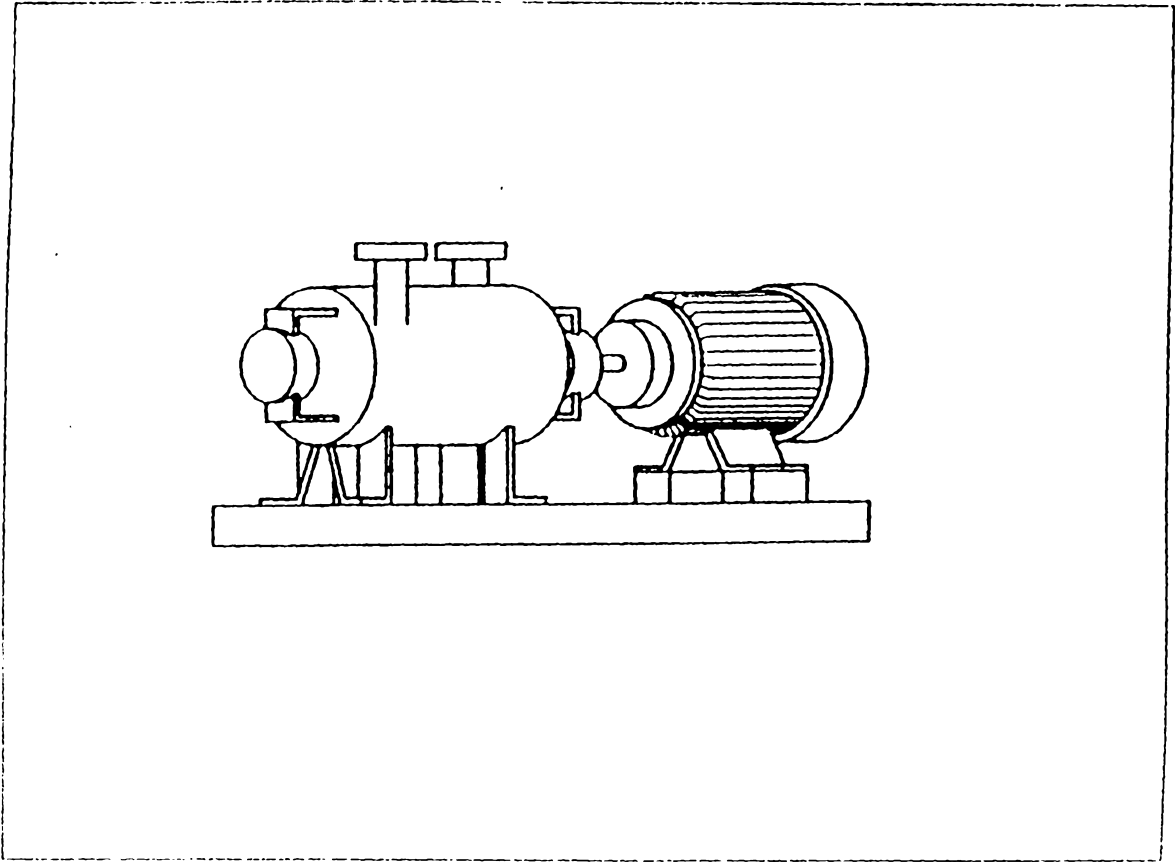


Esta bomba se usa para forzar la solución a entrar en la madera y de esta forma obtener una buena y homogénea penetración.

Antiguamente muchas plantas usaron bombas alternativas pero en la actualidad es más utilizada la bomba centrífuga multietapas o de canal lateral. Debe ser capaz de alcanzar en un breve lapso una presión en el rango 10 a 14 kg/cm<sup>2</sup> (140 -200 psi).

Este equipo está diseñado para una presión máxima, por lo tanto, no se debe pensar que la bomba seguirá indefinidamente levantando la presión. Por esta razón LA BOMBA SE DEBE MANTENER SIEMPRE FUNCIONANDO HASTA LOGRAR LA ABSORCIÓN REQUERIDA.

## BOMBA DE VACIO

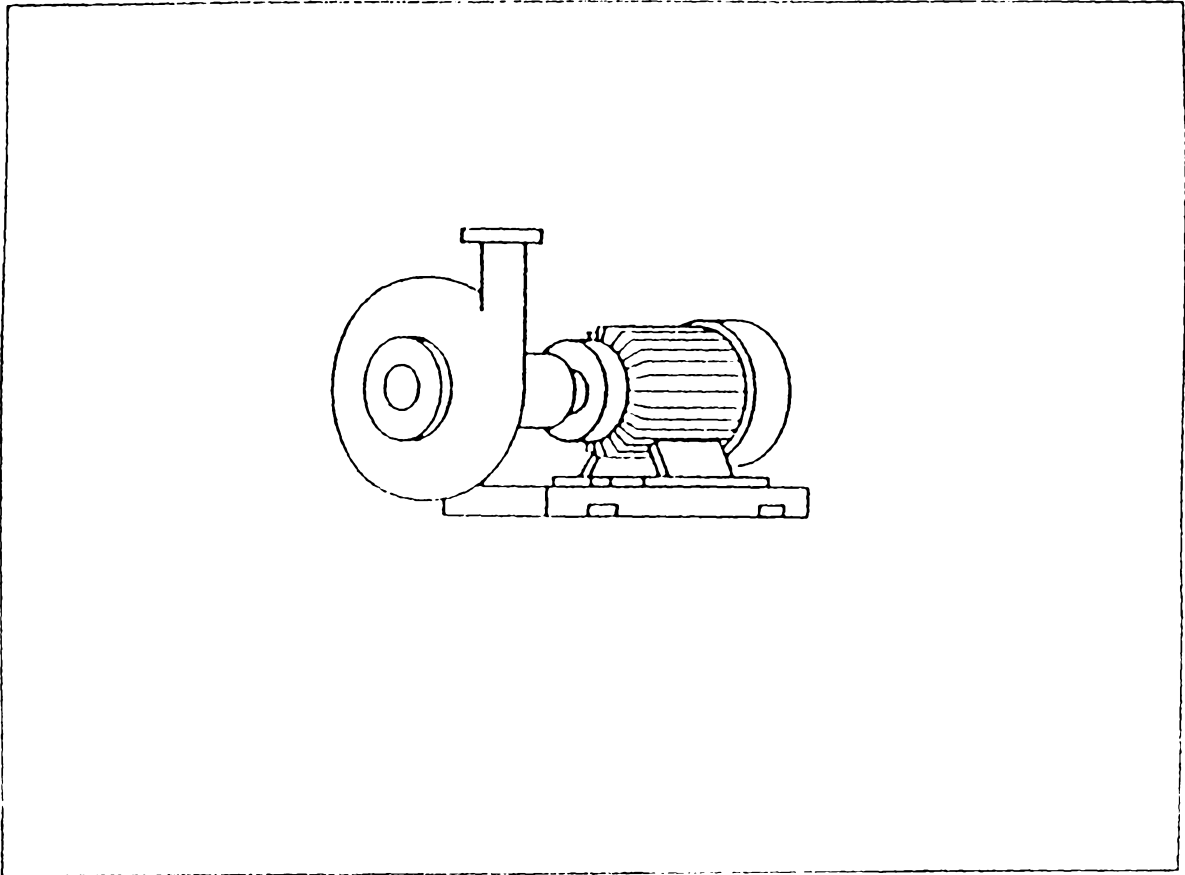


La bomba de vacío extrae el aire del cilindro y aún más importante el aire que está al interior de la madera con el propósito de lograr una entrada de solución preservante lo más profunda posible al interior de la madera.

La mayoría de las plantas utilizan la bomba de vacío del tipo sellada y enfriada por agua.

Debe ser de tamaño y capacidad tal que alcance rápidamente el máximo vacío posible, lo más cercano a  $-1 \text{ kg/cm}^2$  (30 pulgadas de Hg). Se debe dejar actuar la bomba de vacío hasta que alcance su máximo valor y mantenerla algunos minutos notando que la salida de aire sea mínima.

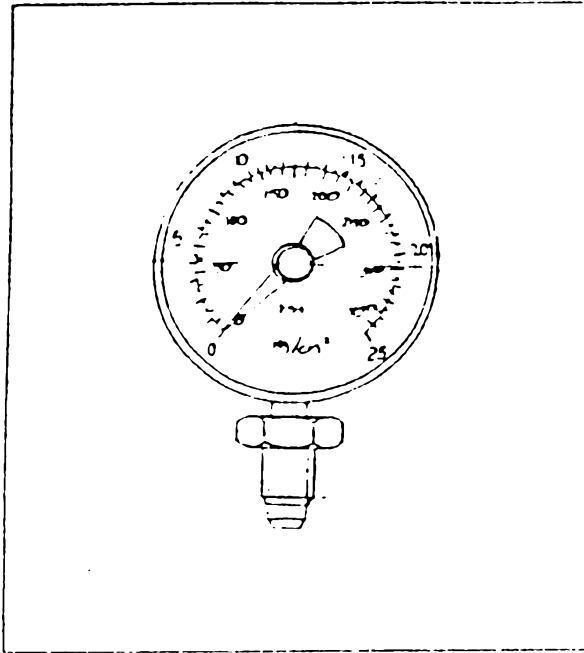
## BOMBA DE TRASVASIJE O DE CAUDAL



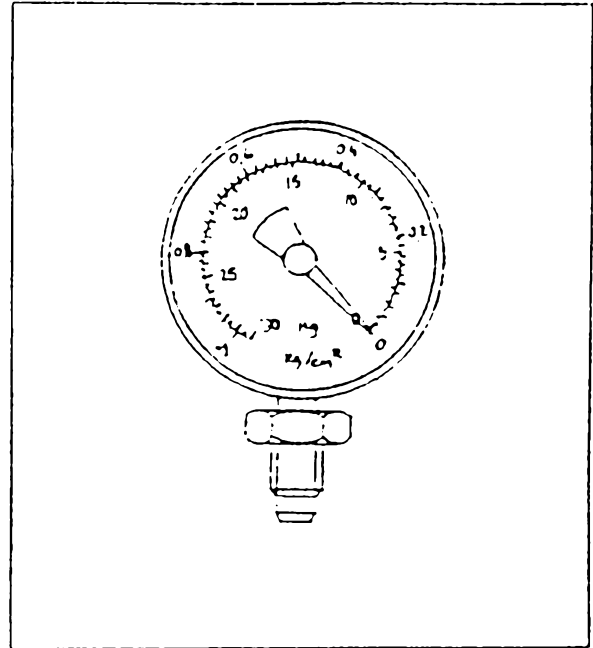
Es una bomba radial simple, es decir, posee un rodete que al girar conduce el líquido desde la zona de entrada de la bomba hacia la parte exterior impulsando la solución hacia la salida de ella.

Está diseñada para rellenar el estanque de alimentación y también recircular y mezclar la solución en el estanque de inundación y/o mezcla.

## INSTRUMENTACION



MANOMETRO



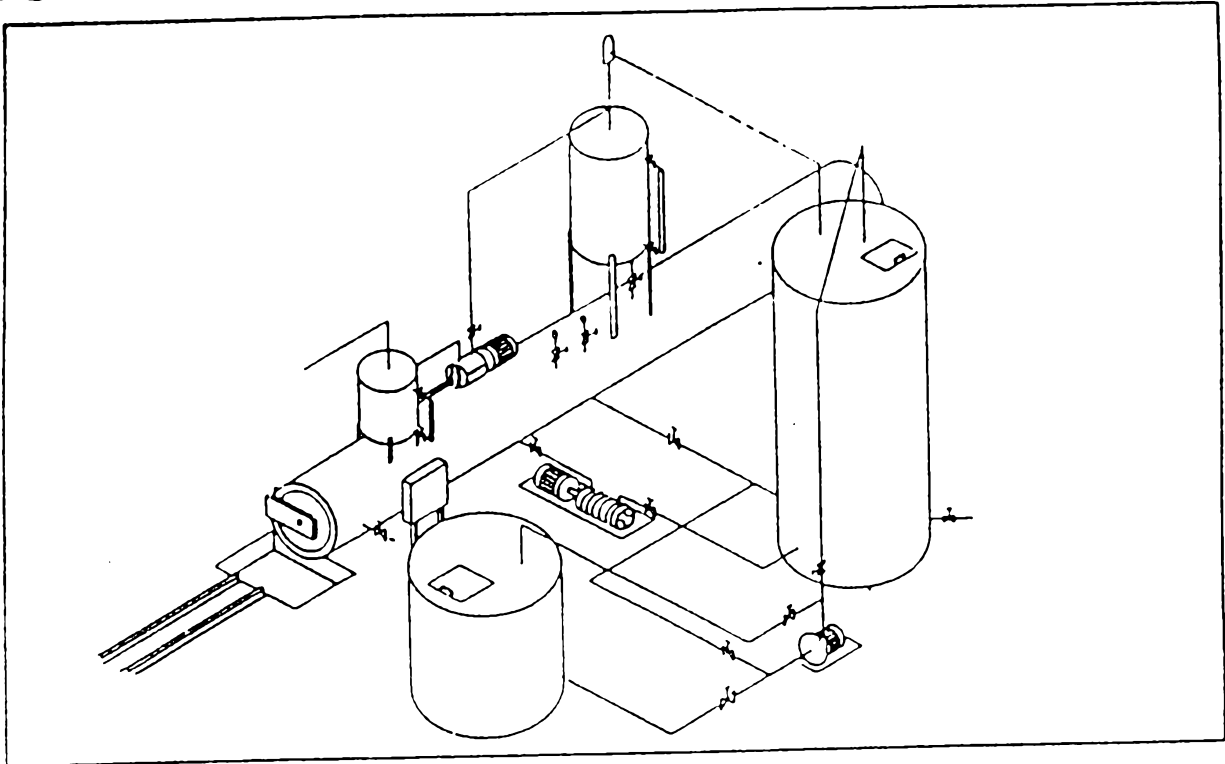
VACUOMETRO

El vacuómetro mide el grado de vacío que ha generado la bomba del mismo nombre y el manómetro indica la cantidad de presión que se aplica a la solución preservante para que ingrese en la madera.

El medidor de vacío o vacuómetro es un instrumento en el que se conoce el valor máximo que se puede alcanzar y que corresponde a -1 bar o -1 kg/cm<sup>2</sup> o 30 pulgadas de mercurio (Hg).

En cambio la lectura que trae el manómetro debe sobrepasar los valores normales de trabajo, para conocer con certeza a qué presión se está impregnando. De esta manera si la presión alcanzada llega a 200 psi (14 kg/cm<sup>2</sup>) el instrumento a usar debe por lo menos tener lectura hasta 240 psi o 17 kg/cm<sup>2</sup>.

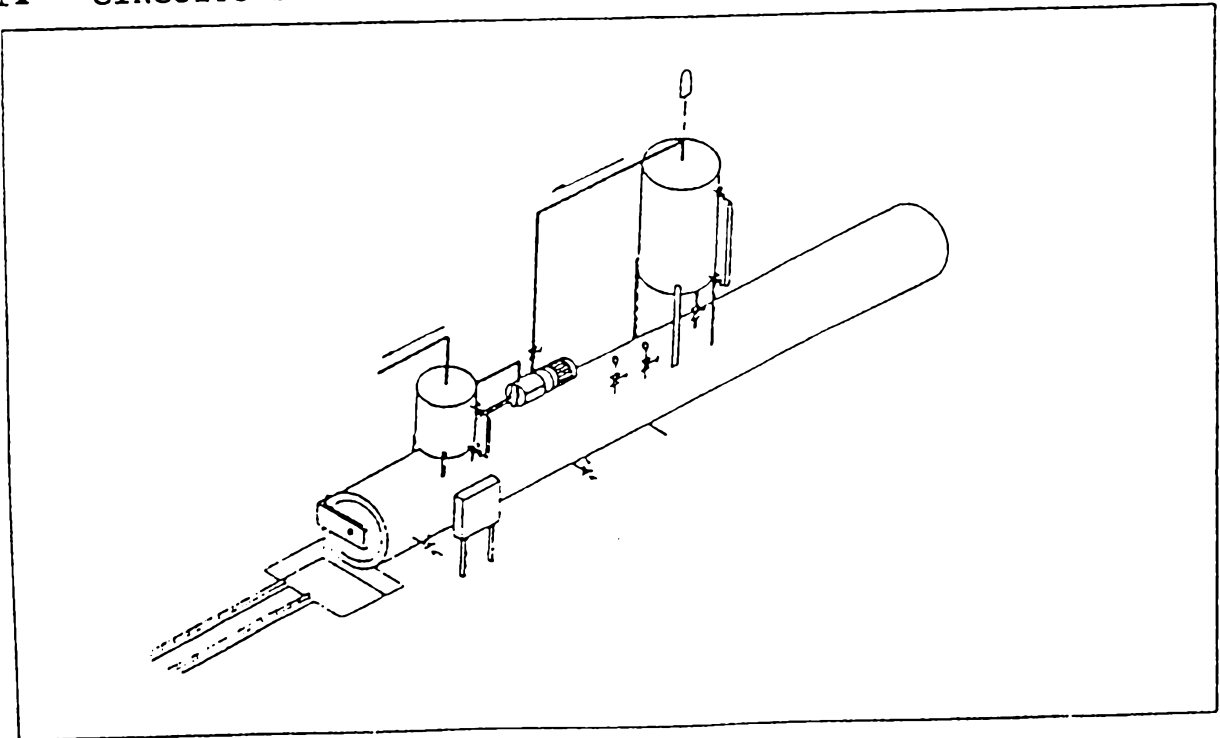
### 3 0.2 CIRCUITOS PRINCIPALES DE UNA PLANTA DE IMPREGNACION



PLANTA IMPREGNADORA

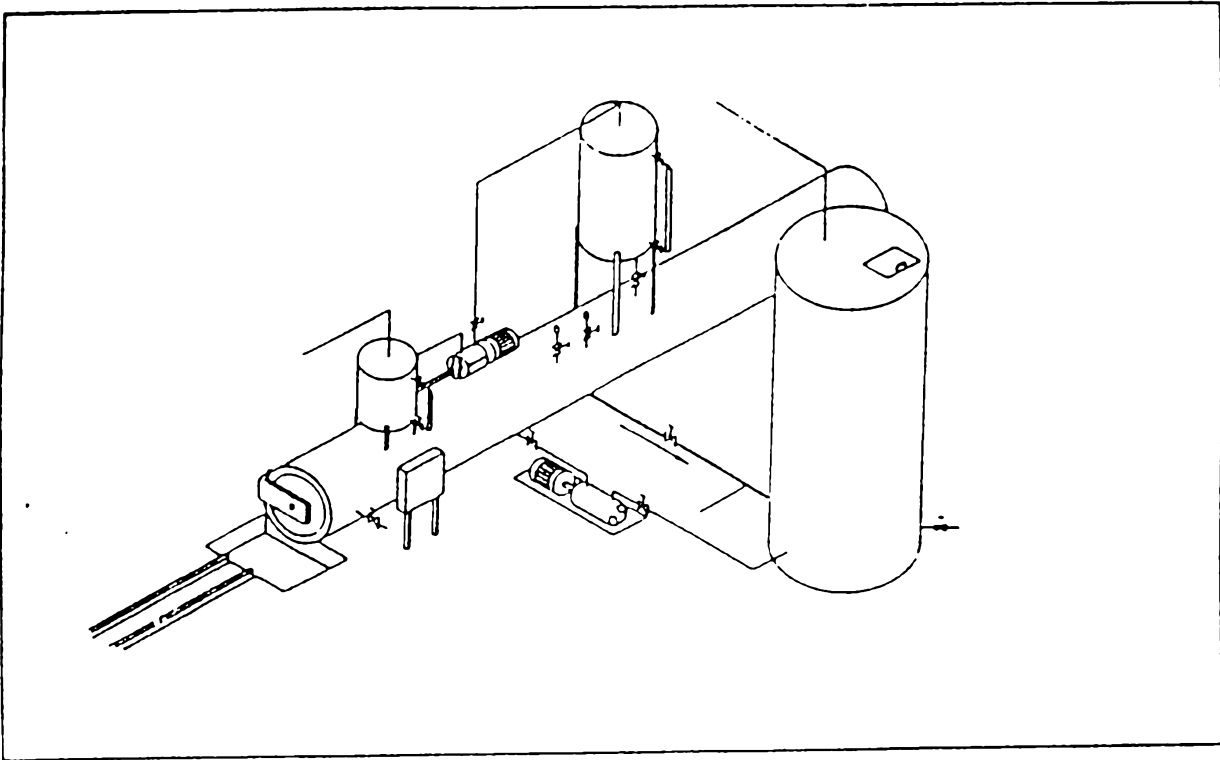
Una PLANTA IMPREGNADORA cuenta con los siguientes CIRCUITOS PRINCIPALES:

#### 1º CIRCUITO DE VACÍO

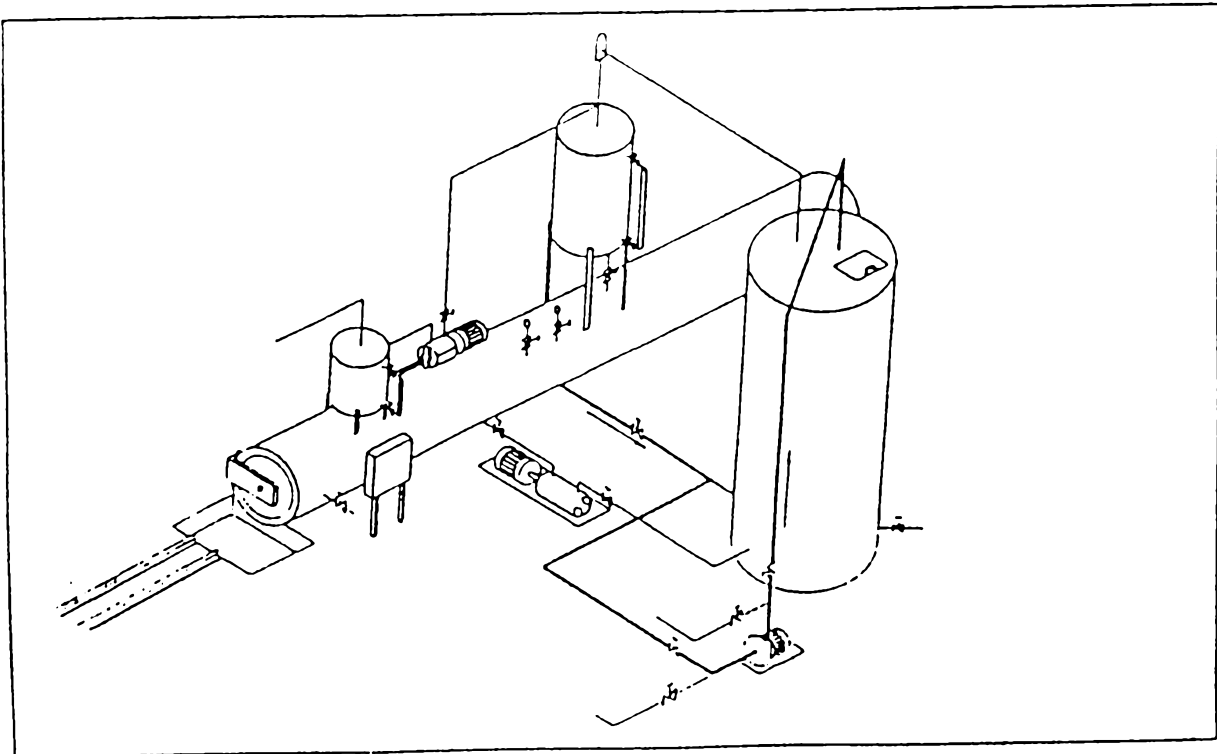




42 CIRCUITO DE VACIADO DEL CILINDRO

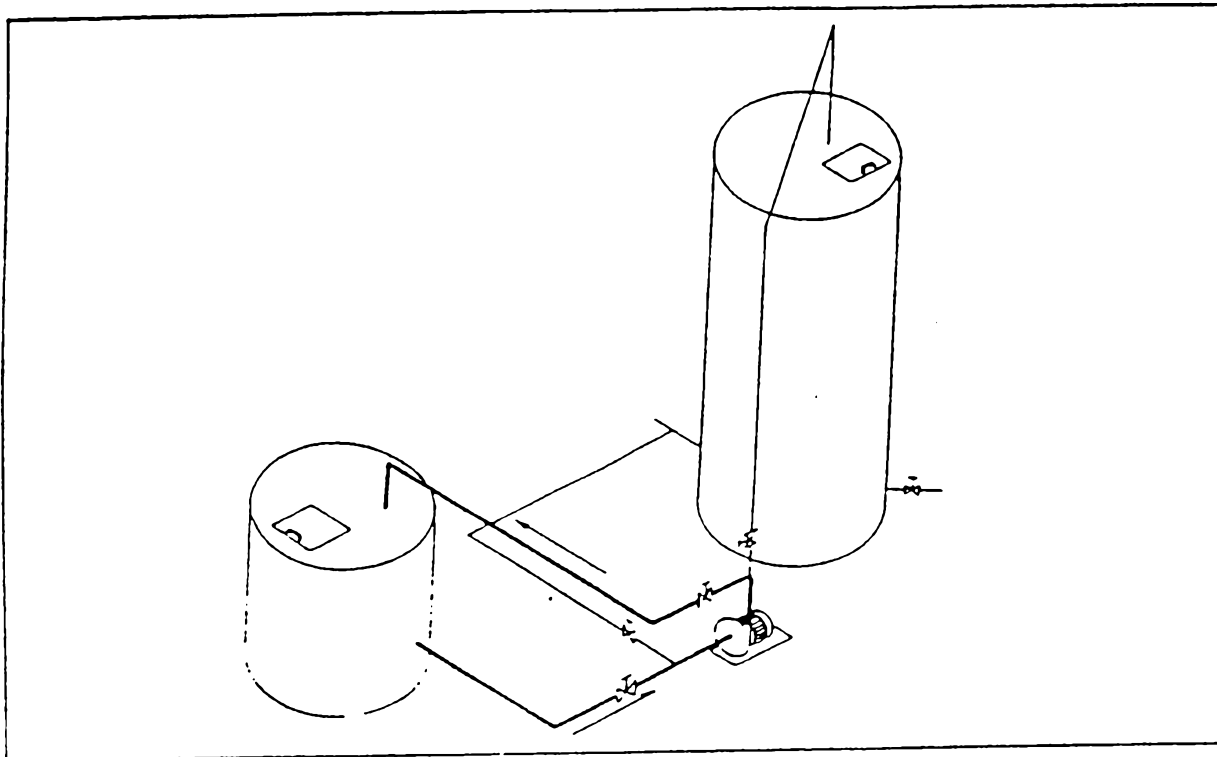


52 CIRCUITO DE VACIADO USANDO LA BOMBA DE TRASVASIJE

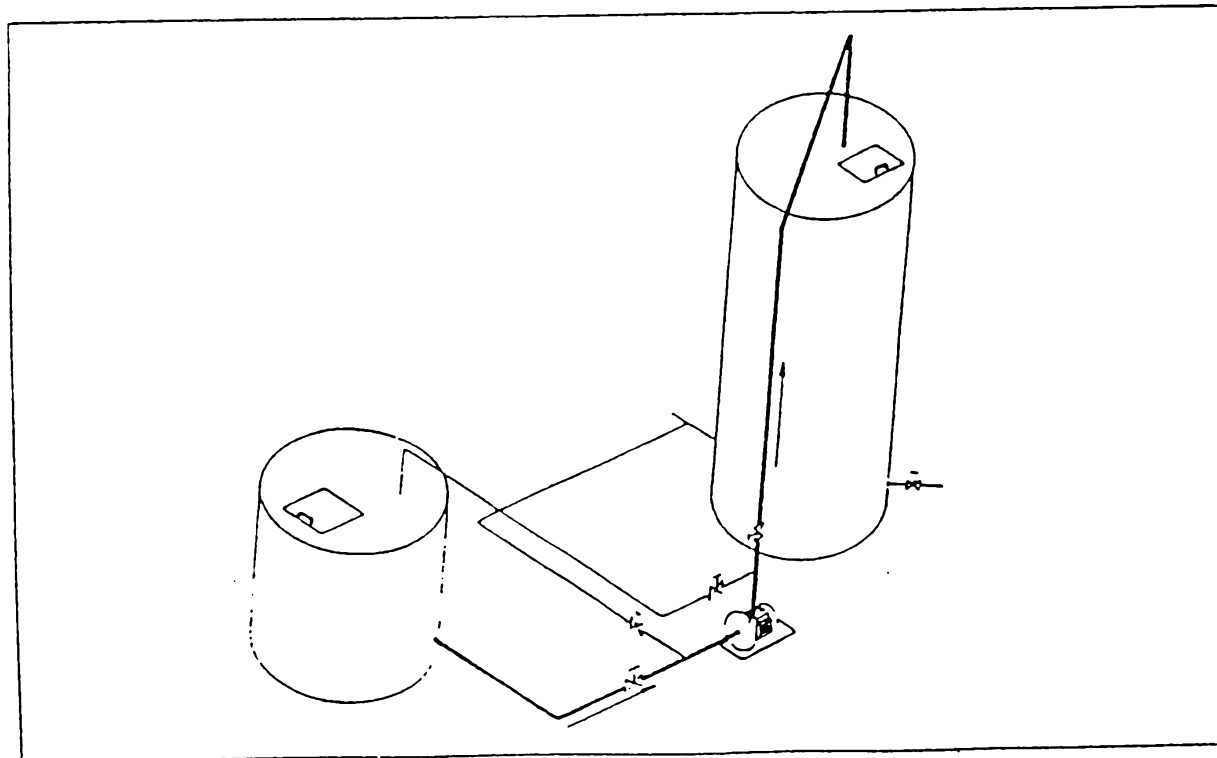


Además de estos circuitos principales se tienen los siguientes  
CIRCUITOS ANEXOS:

69 CIRCUITO DE MEZCLA



70 CIRCUITO DE TRASVASIJE



#### *IV. CONTROL DE CALIDAD*

## IV CONTROL DE CALIDAD

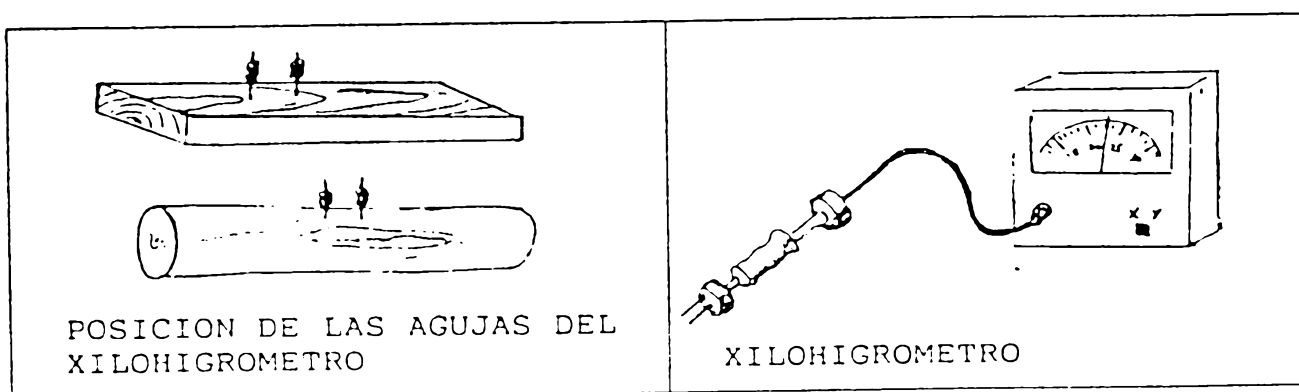
### 1.1 Control de Calidad Interno:

Se refiere a todos los PROCEDIMIENTOS y REGISTROS que se realicen en la planta al iniciar un ciclo de impregnación o carga:

#### 1.1.1 Antes de la impregnación:

**MADERA:** Se deben realizar los siguientes procedimientos y anotarlos en la HOJA DE CARGA.

- \*\* MEDIR CONTENIDO DE HUMEDAD siempre a la madera que va a ingresar al cilindro.  
¿COMO SE HACE ESTO?

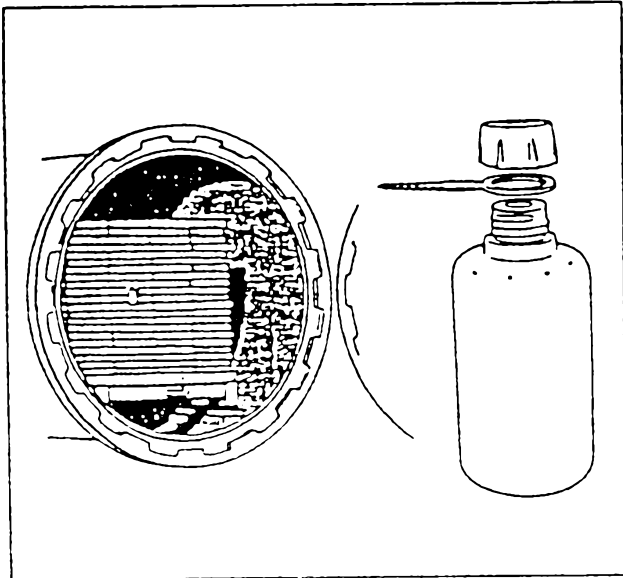


- 1º Se mide con xilohigrómetro el CH o contenido de humedad al 10 % del total de las piezas que se van a impregnar, esto significa que por cada 100 piezas se debe medir el CH a 10 piezas.
- 2º Introducir las agujas paralelamente a las fibras hasta  $\frac{2}{3}$  del espesor de la madera y en el centro de la pieza.
- 3º Leer el registro que hace la aguja del medidor en la escala adecuada.
- \*\* DESCORTEZADO  
Chequear descortezado y revisar todas la semanas los cuchillos de la descortezadora.
- \*\* MEDIR VOLUMEN  
¿COMO SE REALIZA ESTO?
- Por cálculo directo del volumen de la madera en una muestra del 10 % de la carga, es decir por cada 100 piezas medir 10
  - Usando TABLAS DE VOLUMEN

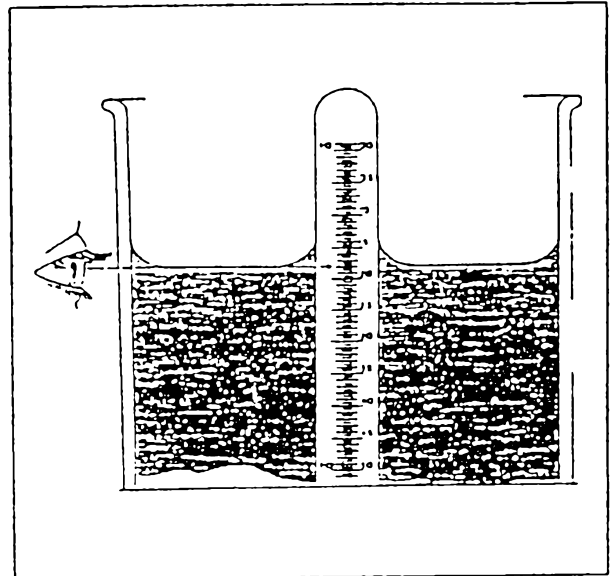
SOLUCION PRESERVANTE:

Una vez preparada la solución y almacenada en su estanque ¿CÓMO PUEDO SABER SU CONCENTRACIÓN?:

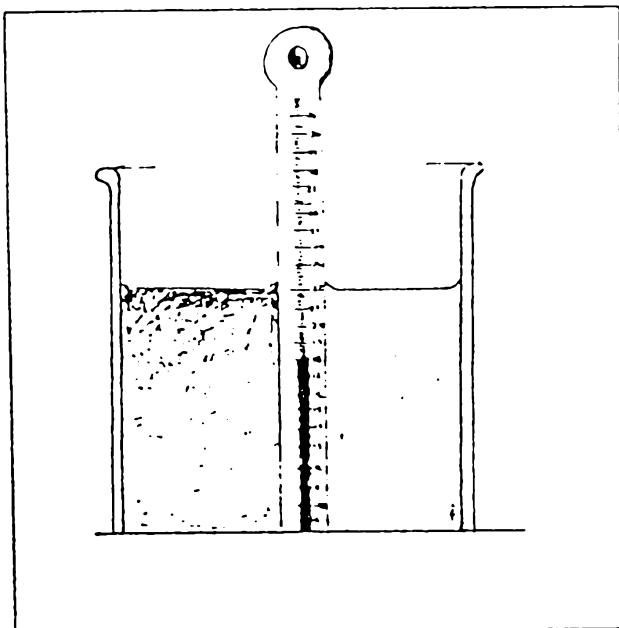
- 1º Obtener una muestra de la solución en el estanque de almacenamiento.
- 2º Realizar lectura de densidad.
- 3º Realizar lectura de temperatura.
- 4º Con el valor de densidad y de temperatura entrar a la Tabla de Concentración del producto.
- 5º Enviar periódicamente muestras de solución al Laboratorio



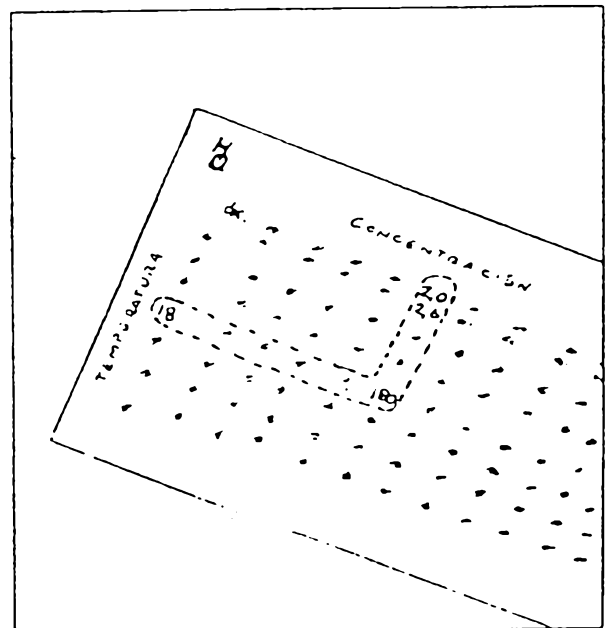
1º OBTENCION MUESTRA CILINDRO



2º LECTURA DENSIDAD SOLUCION



3º LECTURA TEMPERATURA



4º CONCENTRACION EN TABLA

4.1.2 Durante la impregnación:

- \*\* MEDIR CONCENTRACIÓN DE SOLUCIÓN A MUESTRA OBTENIDA DURANTE INICIO DE PRESIÓN.
- \*\* LEER NIVELES DEL ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO en cada periodo del tratamiento: vacío, inundación, presión, trasvasije y vacío final y anotarlos en la HOJA DE CARGA.

4.1.3 Después de la impregnación:

- \*\* CÁLCULAR CONSUMO DE PRODUCTO por hoja de carga. ¿COMO SE REALIZA ESTO?:

Multiplicando la retención obtenida en kg de óxidos/m<sup>3</sup> por el volumen de la carga y este valor se divide por el porcentaje de óxidos del producto.

$$\text{Kg PRODUCTO CONSUMIDO} = \frac{\text{RETENCION OXIDOS} \times \text{VOLUMEN}}{\text{PORCENTAJE OXIDOS ACTIVOS DEL PRODUCTO}}$$

Ejemplo: La retención obtenida en una carga de 2,5 m<sup>3</sup> de polines fue 6,6 kg óxidos/m<sup>3</sup>, con un producto de 70% de óxidos activos.

$$\text{Kg producto consumido} = \frac{6,6 \times 2,5}{0,7} = 23,21 \text{ kg}$$

- \*\* Obtener muestras de madera de la carga a las que se les OBSERVARA LA PENETRACIÓN DE PRODUCTO CON CROMO-AZUROL.
- \*\* ENCASTILLADO DE LA MADERA de la carga o aperchamiento.
- \*\* IDENTIFICACIÓN COMPLETA DE LA CARGA, es recomendable tener un tipo de registro impermeable como el siguiente:

PLANTA.....
FECHA.....
CARGA Nº .....
Nº DE PIEZAS.....
VOLUMEN.....
RETENCION.....
IMPREGNADOR.....

#### 4.2 CONTROL DE CALIDAD EXTERNO

Consiste en la inspección, por parte de una organización independiente, de la CALIDAD DEL PRODUCTO Y de los PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA PLANTA.

Así, este control debería consistir en:

- 1º Verificación de la PENETRACION.
- 2º Medición de la RETENCION en laboratorio.
- 3º Revisión de los PROCESOS, tales como:
  - Medición de la concentración de solución preservante.
  - Medición del volumen de madera
  - Secado de la madera
  - Descortezado

Este control externo permite a la Planta Impregnadora asegurar a sus clientes, que sus productos están avalados por un control externo.

ASOMA INSTRUMENTS  
Ser. No. 501 C-TIME=160  
10:38 AM 10.00.95  
RUN # 977  
C24

0.76 %CrO3  
0.37 %CuO  
0.73 %As2O5

WOOD (KG/M13 @ D=420)

CrO3=3.21  
CuO=1.55  
As2O5=3.06

SUM = 7.82

ASOMA INSTRUMENTS  
Ser. No. 501 C-TIME=160  
10:23 AM 10.00.95  
RUN # 976  
C23

1.01 %CrO3  
0.46 %CuO  
0.91 %As2O5

WOOD (KG/M13 @ D=420)

CrO3=4.23  
CuO=1.92  
As2O5=3.82

SUM = 9.97

## V. *SEGURIDAD OPERACIONAL*

## V SEGURIDAD OPERACIONAL

Con el objetivo que los productos químicos que se emplean en proteger eficazmente la madera se cumplan y se eliminen las posibilidades de intoxicación, se entrega a continuación información sobre su MANIPULACION y las MEDIDAS DE PREVENCIÓN más importantes. Este instructivo está dirigido a todas las personas que directa o indirectamente son responsables del uso correcto de los preservantes de madera (FIG. 1)

### 1.1 INFORMACION GENERAL SOBRE CCA-C

El CCA-C es un producto altamente tóxico, que en contacto directo con la piel puede producir irritaciones graves (úlceras, escamas). También el contacto prolongado del CCA-C con la piel puede producir cáncer.

Su período de riesgo para el ser humano - por contacto - es de 3 días (72 horas), tiempo que debe manipularse con Elementos de Protección Personal. (EPP)

### 1.2 RIESGOS QUIMICOS ASOCIADOS A LA MANIPULACION DEL CCA-C

Durante su manipulación debe estar ESTRICTAMENTE PROHIBIDO FUMAR Y CONSUMIR ALIMENTOS.

Igualmente es OBLIGATORIO el USO de ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) cada vez que se esté en contacto con el producto o con la madera impregnada. Los EPP a emplear son los siguientes según las actividades (FIG. 3):

- 1.2.1 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE CCA-C: Calzado de seguridad con puntera reforzada. Pechera de PVC, Guantes de cuero (mosquetero), Gafas.
- 1.2.2 PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN Y MUESTREO CON CCA-C: Calzado de seguridad con puntera reforzada. Pechera de PVC. Guantes de goma (mosquetero). Gafas.
- 1.2.3 CARGUÍO DEL CILINDRO IMPREGNADOR: Calzado de seguridad con puntera reforzada. Pechera de PVC. Guantes de cuero (mosquetero), Gafas y Casco.
- 1.2.4 VACIADO DEL CILINDRO IMPREGNADOR: Calzado de seguridad con puntera reforzada. Pechera de PVC. Guantes de goma (mosquetero) y Casco.

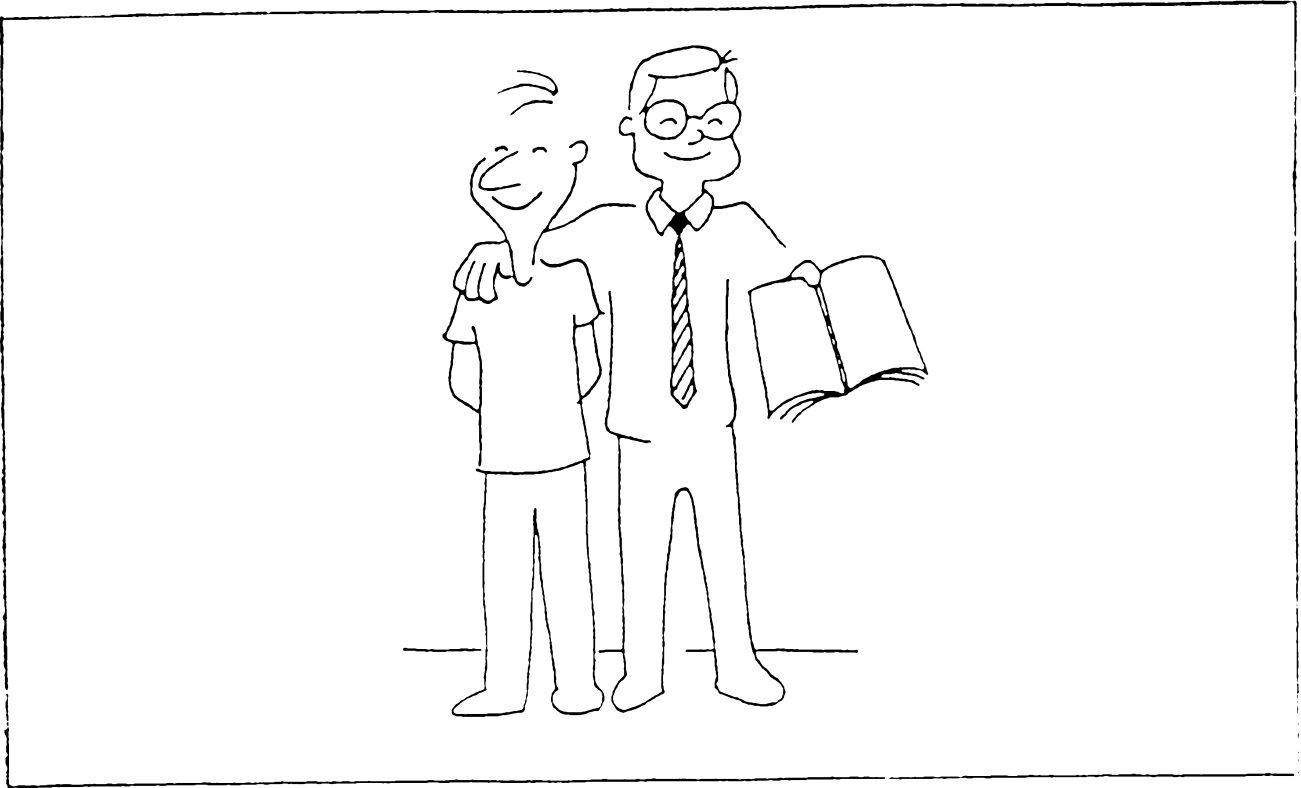


FIG. 1

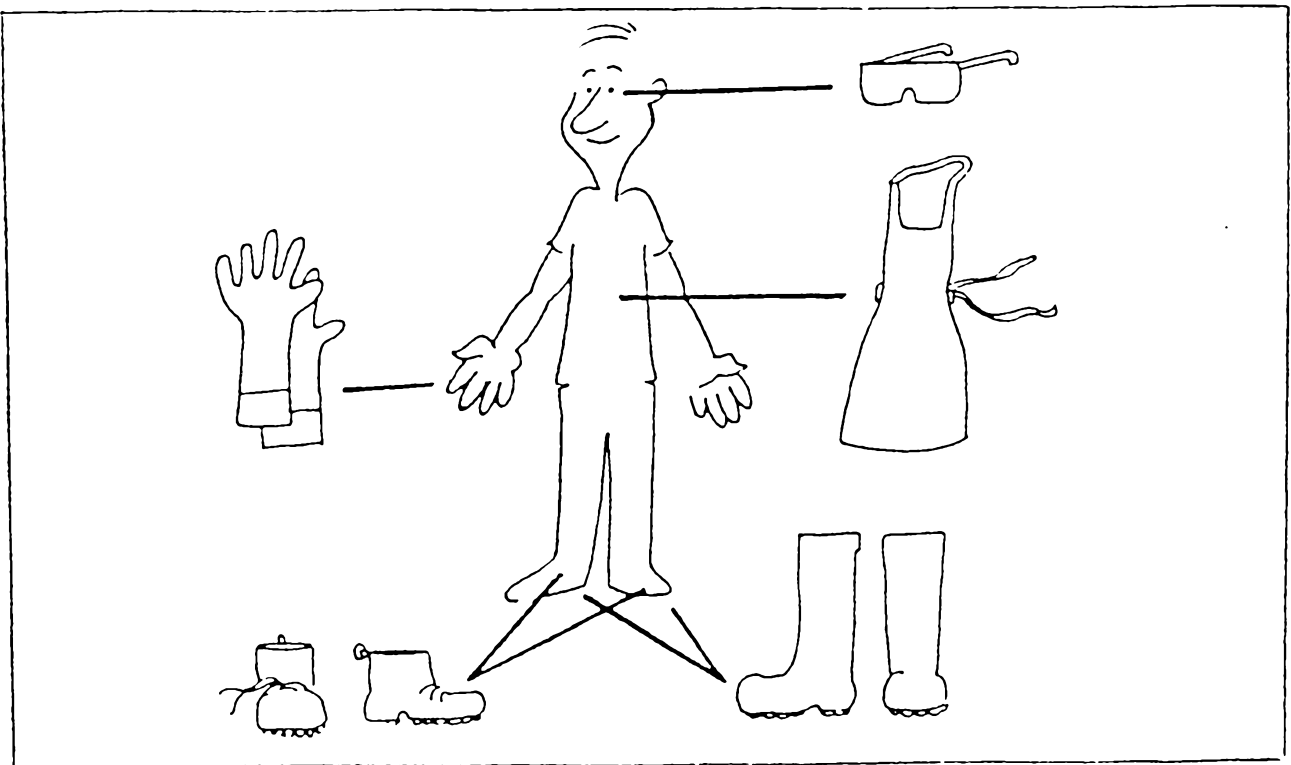


FIG. 2

### 5.3 DEBERES DEL MANIPULADOR DE CCA-C

Todo trabajador que está en contacto o en presencia de CCA-C debe preocuparse de cumplir lo siguiente:

- a) Antes de iniciar la faena diaria, debe cambiar su ropa de calle por su ropa de trabajo y guardarla en casilleros individuales dobles (uno destinado a la ropa de trabajo y otro a la vestimenta habitual) que eviten su contaminación con CCA-C (FIG 4).
- b) Revisar los elementos de protección personal EPP que se encuentran en buenas condiciones (FIG 5).
- c) No fumar, beber, ingerir alimentos ni mascar chicle durante la jornada de trabajo (FIG 6).
- d) Cumplir estrictamente las instrucciones y prevenciones que se indican en la etiqueta del envase CCA-C y en este manual.
- e) Antes de la colación debe lavarse cuidadosamente las manos y la cara con abundante agua y jabón. Se recomienda a los trabajadores no usar barba y/o bigote que puedan retener CCA-C (FIG 7).
- f) La colación debe consumirse en recintos separados del área de trabajo con CCA-C. (FIG 8).
- g) Lavarse, bañarse y cambiarse de ropa al término de cada jornada (FIG 9).
- h) La ropa contaminada con CCA-C deberá lavarse separadamente del resto de la ropa de casa, especialmente de la de los niños para evitar su contaminación y posibles intoxicaciones (FIG 10).
- h) No llevar CCA-C para la casa por ningún motivo (FIG 11).

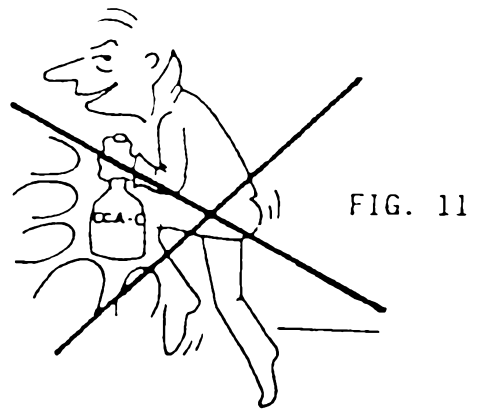
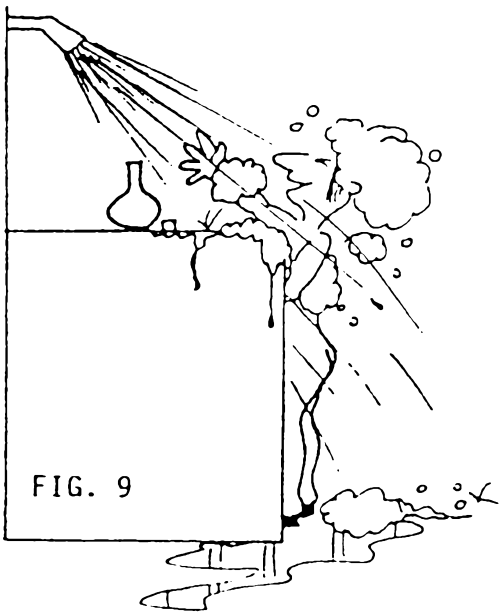
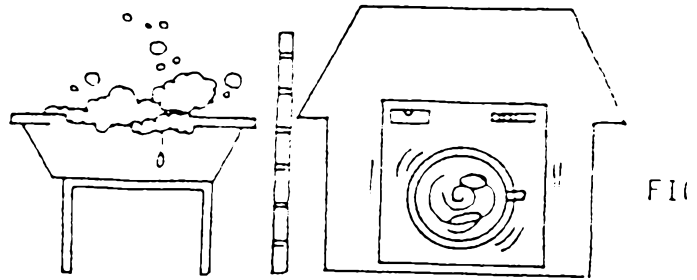
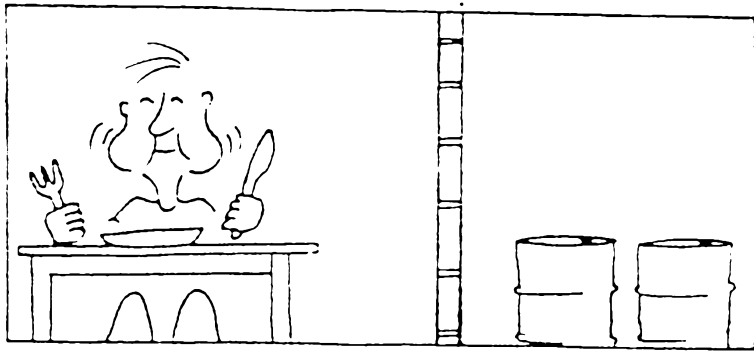
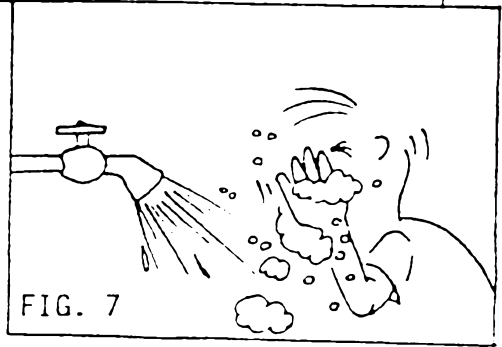
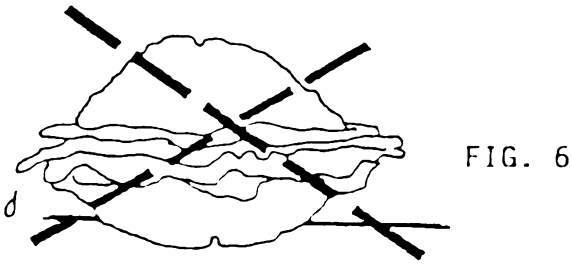
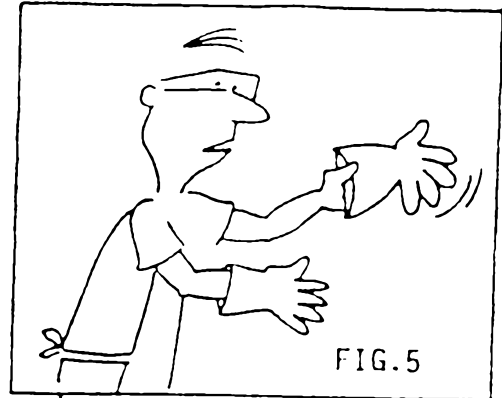
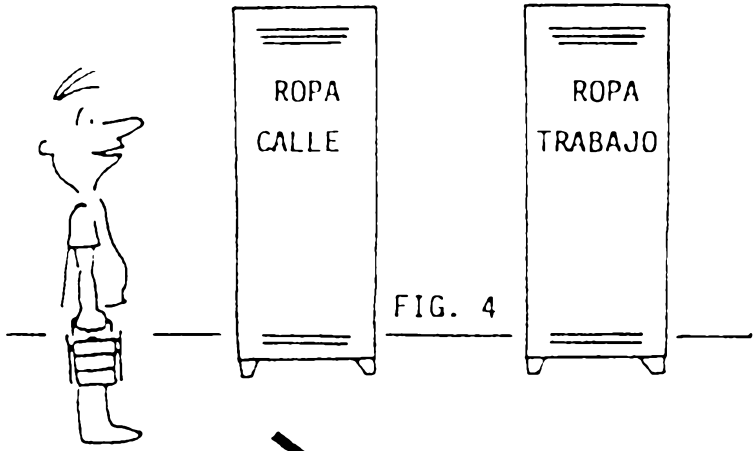
### 5.4 PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA MANIPULACIÓN DE PRESERVANTE CCA-C

#### 5.4.1 ALMACENAMIENTO:

Los recipientes contenedores del CCA-C deben almacenarse en recintos ventilados, lejos de zonas de calor y de fuentes de alimentos.

El acceso a las áreas de almacenamiento debe estar restringido a personal autorizado (FIG: 12).

Los recipientes deben ser cuidadosamente revisados al momento de su



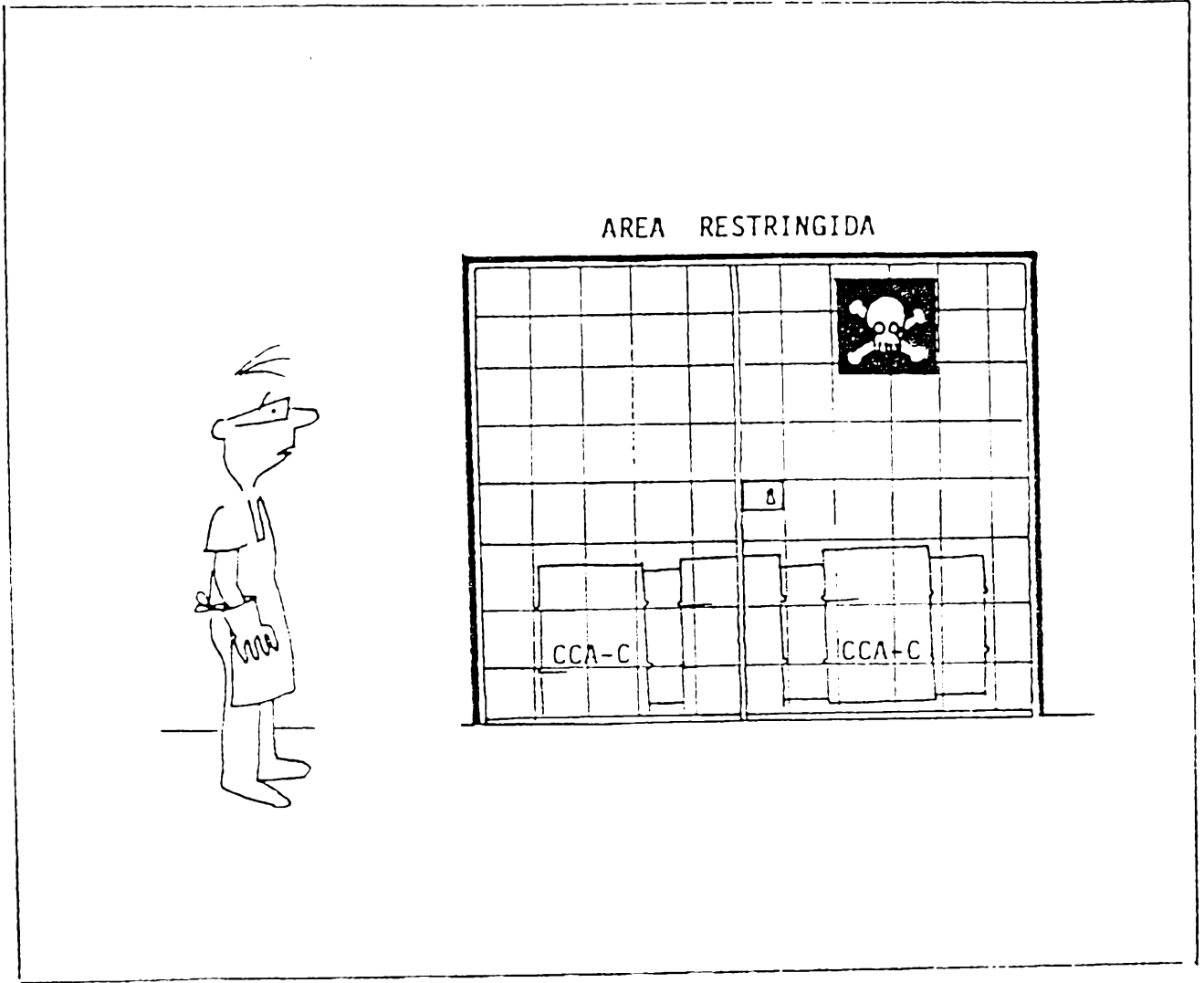


FIG. 12

recepción y rechazar cualquier recipiente dañado y/o que presente pérdida de material.

Las tapas de los tambores deben estar bien cerradas. Deben ser almacenados en sentido vertical y no deben apilarse en columnas.

Los Tambores deben ser transportados en carros de arrastre sin riesgo de vuelco.

El piso de almacenamiento debe ser en lo posible impermeable.

Los manipuladores de los recipientes en estas tareas deben usar los EPP indicados en 6.2.1

En caso de haber pérdida de material durante el almacenamiento debe procederse según se indica:

- En caso de derrame sobre piso de tierra debe inmediatamente neutralizarse el derrame con cal. Neutralizado el producto debe recogerse cuidadosamente y ser eliminado en bolsas plásticas, enterrándolo a una profundidad de por lo menos 1 metro, en lugares aislados y lejos de zonas de cultivo, pastura de animales, lagunas y/o cursos de agua (FIG. 13). Es recomendable marcar el lugar de entierro de los desechos tóxicos.
- En caso de derrame sobre piso impermeable puede absorberse con aserrín, limpiarse cuidadosamente y eliminarse igual que el caso anterior.

Por ningún motivo puede ser quemado el aserrín impregnado con CCA-C.

Debe tenerse presente que cualquiera sea el tipo de derrame, los trabajadores siempre deben usar EPP.

#### 7.4.2 RIESGO DE INCENDIO:

Aún cuando el CCA-C no es un producto inflamable debe tenerse presente que al quemarse desprende gases altamente tóxicos por lo cual el área debe ser despejada y prohibir el acceso a toda persona a la zona de fuego (FIG. 14).

El fuego debe ser combatido por personal especializado, con equipo de respiración autónoma.

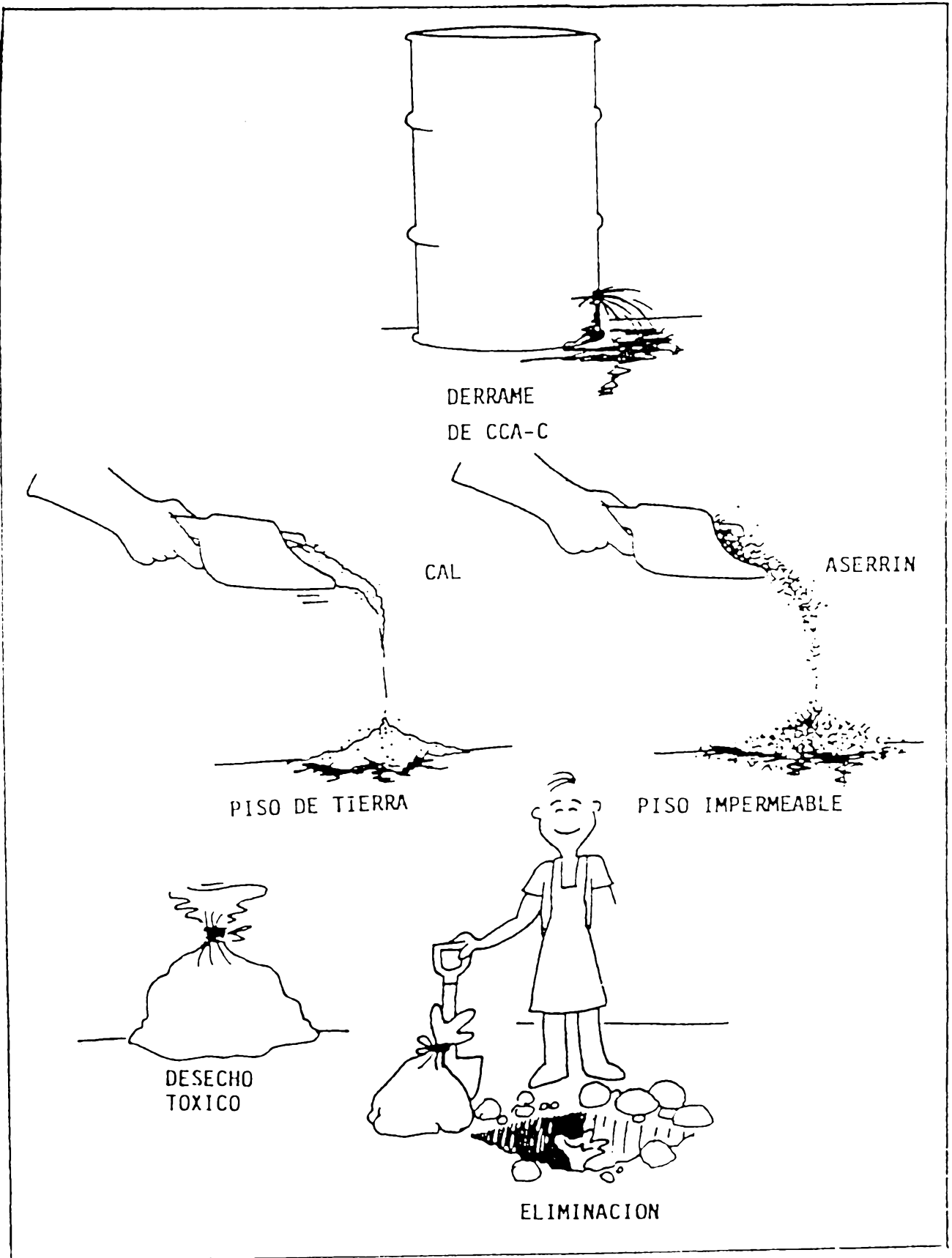


FIG. 13

#### 5.4.3 TRANSPORTE DEL CCA-C A ZONA DE MEZCLADO:

Los recipientes deben ser transportados en carros de arrastre sin riesgo de vuelco y alzados a la torre de mezclado mediante tecles manuales o mecanizados (FIG. 15).

Si el recipiente es alzado manualmente debe tenerse al precaución de mantenerlo siempre en posición vertical.

El recipiente tambien pude ser llevado a la plataforma de mezclado mediante rampas de acceso en donde el recipiente pude llevarse en carro de arrastre o hacerse rodar inclinándolo levemente. En las plataformas no debe almacenarse exceso de recipientes que impidan el normal desarrollo de las actividades.

Habiéndose vaciado el contenido, el recipiente debe bajarse de la plataforma teniendo cuidado de no golpearlo.

Los manipuladores del producto en esta zona deben usar EPP 4.2.3

#### 5.4.4 PREPARACION DE LA MEZCLA

a) Apertura del recipiente:

La tapa del recipiente debe ser abierta con la llave tipo grifa girándola firme y lentamente, cuidando de no romper la tapa.

b) Vaciado:

El producto debe ser vaciado al estanque de dos maneras:

- Manualmente
- Por lavado

Cuando el material es vaciado al estanque de mezclado manualmente debe ser agitado introduciendo una varilla de madera en el recipiente por una de las tapas, cuidando de no salpicar el producto.

Por lavado, el material es vaciado al estanque mediante un sistema de sifones que hace circular agua en el recipiente, vaciando el producto al estanque de mezclado.

El área de mezclado debe contar con una ducha de emergencia (o manguera) con agua potable para enfrentar el caso de salpicadura de CCA-C a los ojos, la cara o cualquier parte de la piel expuesta.

Luego de vaciado el producto al estanque, se agregará la cantidad de agua necesaria. Debe prestarse especial atención en esta etapa para evitar derrames de mezcla con los riesgos de contaminación ambiental y pérdidas de producto, para lo cual estas áreas de las plantas de impregnación deben contar con depósitos adecuados de recepción bajo el nivel del suelo. Para este proceso los trabajadores deben usar EPP 4.2.2.

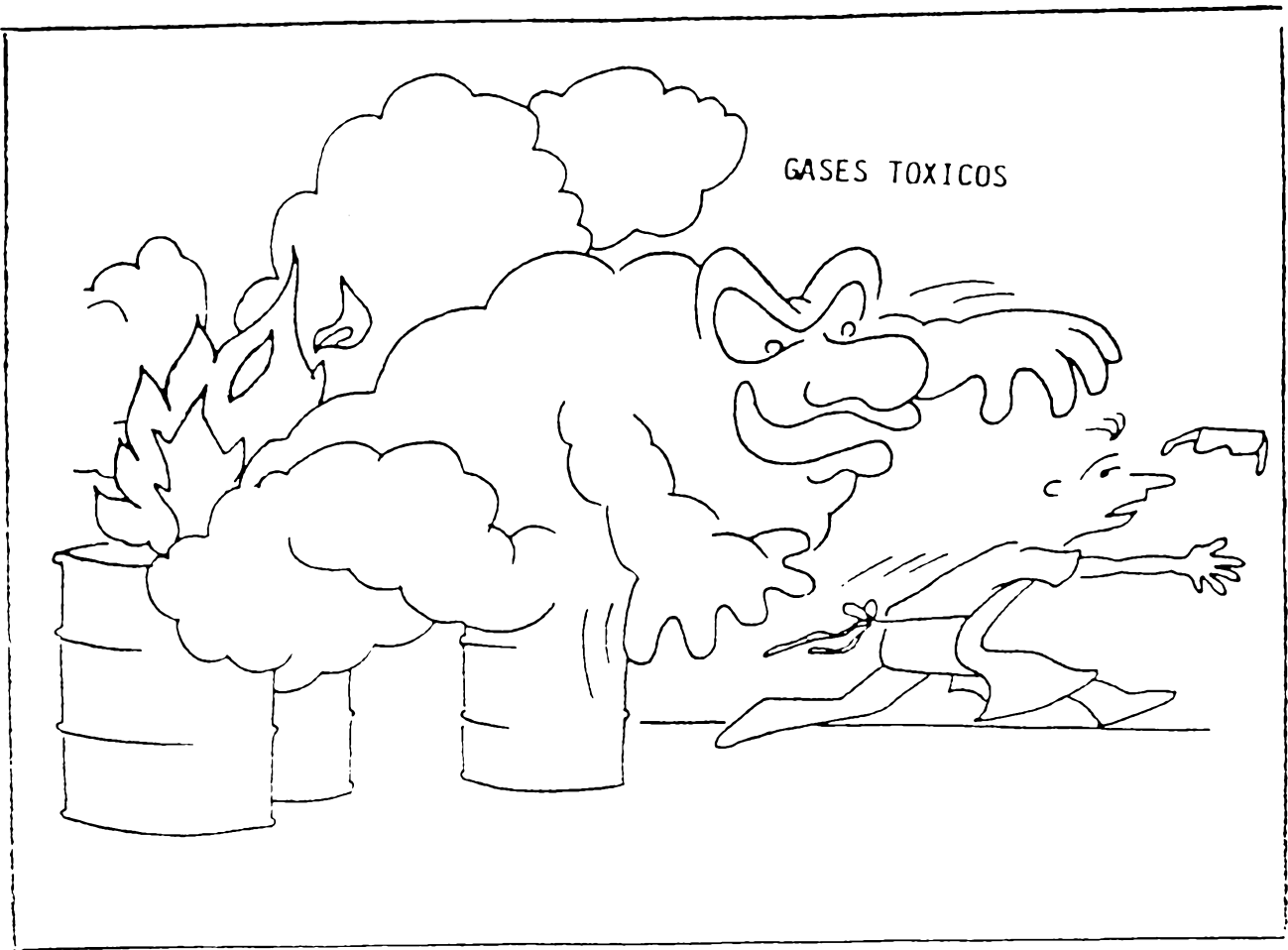


FIG. 14

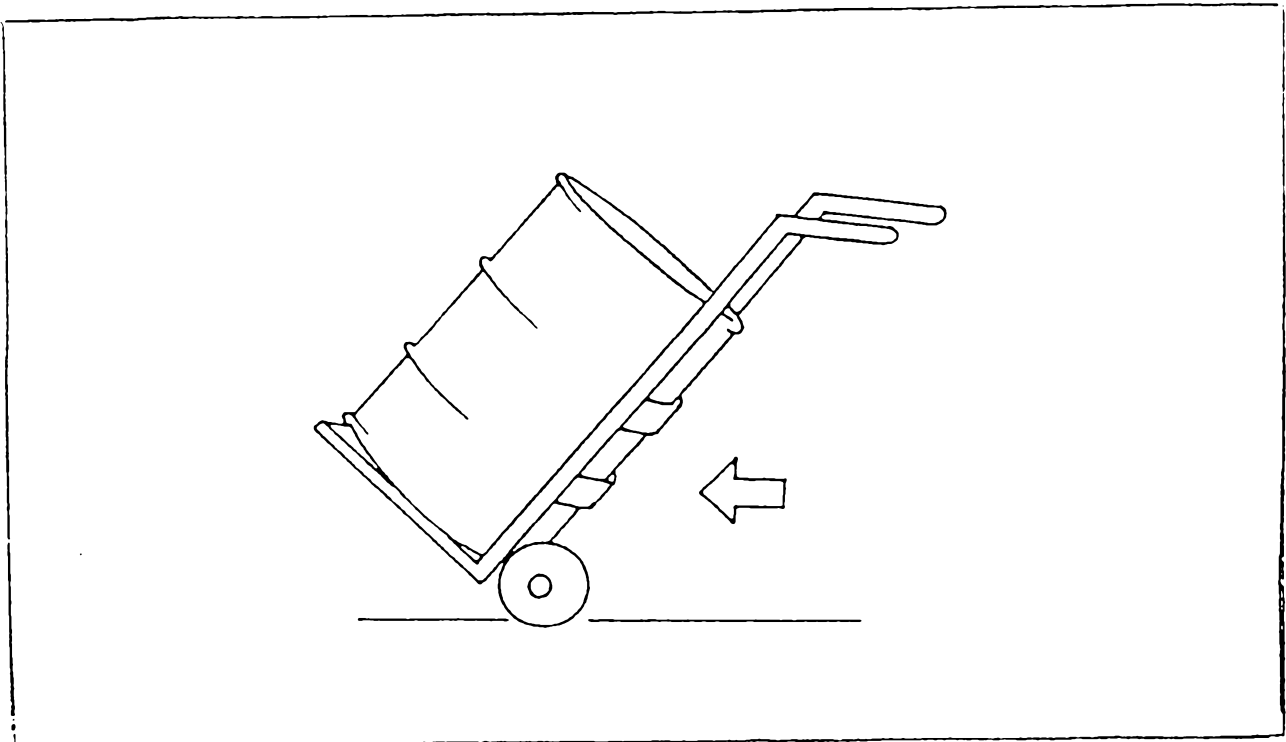


FIG. 15

#### 6.4.5 CONTROL DE CONCENTRACION DE CCA-C EN ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO

Para el muestreo de control de concentración de CCA-C en el estanque de almacenamiento es necesario prever los siguientes riesgos:

- Revisar la escalera de acceso, que se encuentre firmemente apoyada y con todos los peldaños. Si la escala no está empotrada debe estar con una inclinación 4:1 (V:H) (FIG. 16).
- Revisar que las bombas no se encuentren funcionando para evitar salpicaduras de producto.
- Usar los EPP indicados en 6.2.2
- No asomarse innecesariamente sobre el borde superior del estanque que puede significar riesgo de caída dentro del depósito.
- Subir la escalera sin nada en las manos y solicitar ayuda para subir y bajar el envase de muestreo.
- La muestra sacada debe ser la estrictamente necesaria a fin de evitar los derrames sobre las cubiertas y pisos.
- Si hubiera derrames en el laboratorio secar con huaípe ligeramente humedecido, material que debe ser eliminado con las mismas precauciones del punto 6.4.1 (FIG. 12).

#### 6.4.6 CONTROL DE CONCENTRACION DE CCA-C EN EL CILINDRO

El muestreo de concentración de la solución debe hacerse directamente desde el cilindro de impregnación, siendo necesario prever los siguientes riesgos:

- Abrir la llave de muestreo del autoclave de manera de sacar la cantidad de solución estrictamente necesaria, afin de evitar derrames y pérdidas innecesarias del producto.
- Usar los EPP indicados en 6.2.2
- Al hacer el control de densidad y temperatura de la solución evitar los derrames sobre cubiertas y pisos.

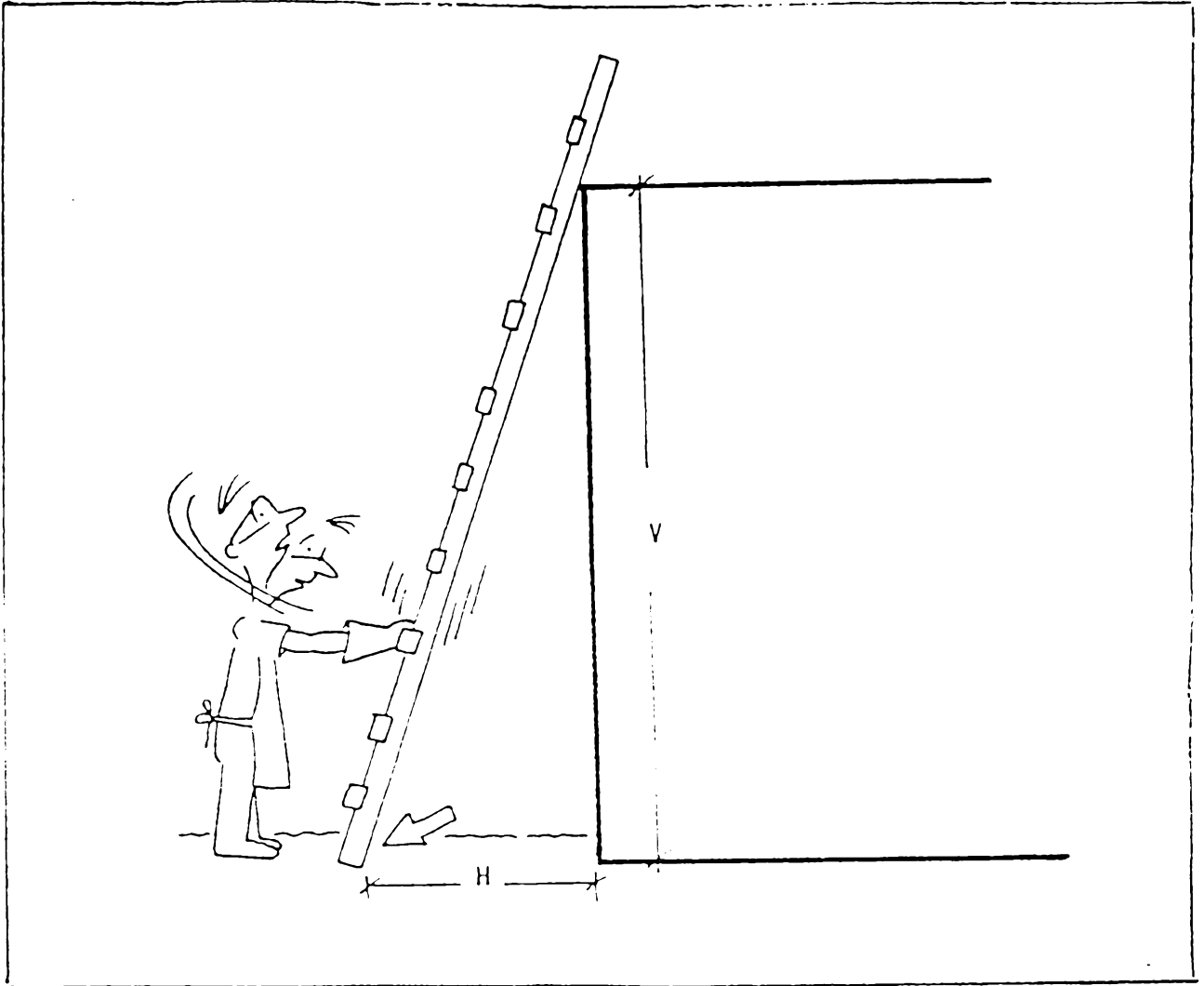


FIG. 16

#### .4.7 ELIMINACION DE LOS ENVASES

Los envases vacíos deben ser almacenados en lugares restringidos, en donde deben ser evaluados para su reciclaje (nuevo uso) o su eliminación. (FIG. 17).

Los recipientes que se encuentren en mal estado y sean eliminados, previamente deben ser lavados con abundante agua de manera de recuperar los residuos. Luego deben ser destruidos (aplastándolos) a fin de impedir que puedan usarse nuevamente como envases y llevados a depósitos municipales autorizados.

#### .4.8 CARGUIO Y VACIADO DEL CILINDRO O AUTOCLAVE

Al momento de cargarse y vaciarse la madera del cilindro debe tenerse especial atención no tener contacto con el derrame del líquido CCA-C.

El líquido debe recuperarse completamente y reincorporarse al estanque sin pérdidas. La descarga de madera impregnada de los carros por ningún motivo puede manipularse sin EPP (FIG. 17).

#### .4.9 APILAMIENTO

Aún cuando la madera impregnada sale del cilindro superficialmente seca debe ser transportada y apilada en castillos para su secado. (FIG. 19). En esta tarea NO DEBE HABER CONTACTO DIRECTO DE LA PIEL CON LA MADERA IMPREGNADA y usar los EPP 6.2.4

NOTA: Ante el contacto imprevisto con CCA-C derrames o pérdidas del producto, el trabajador debe informar inmediatamente al Supervisor (FIG. 20).

Debe entender que el derramen de CCA-C concentrado o en solución implica un riesgo mayor.



FIG. 17

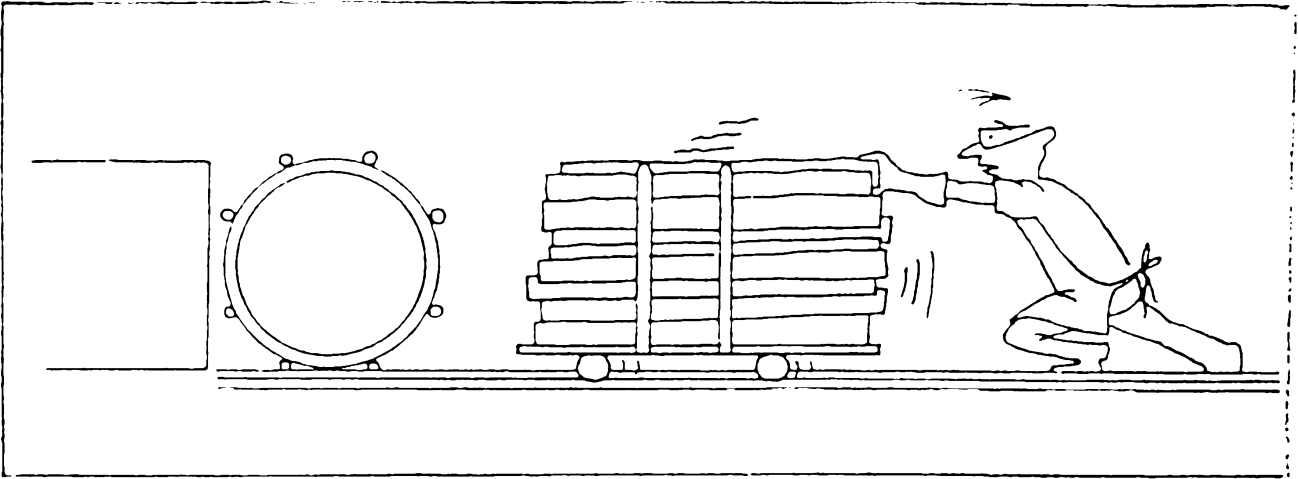


FIG. 18

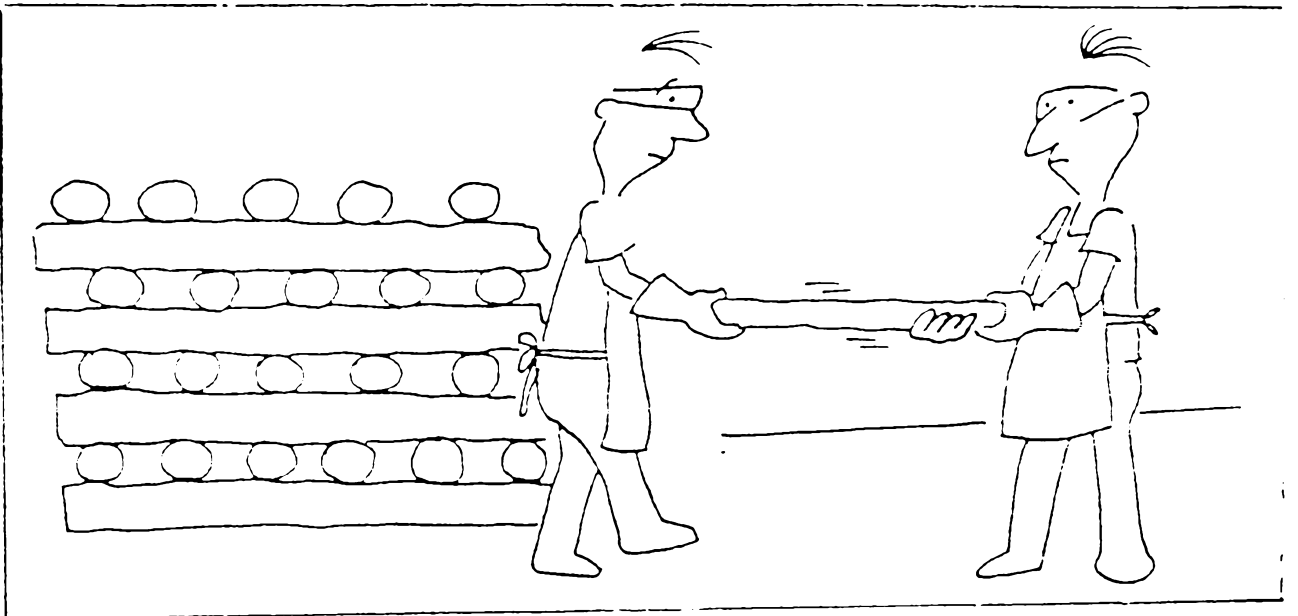


FIG. 19

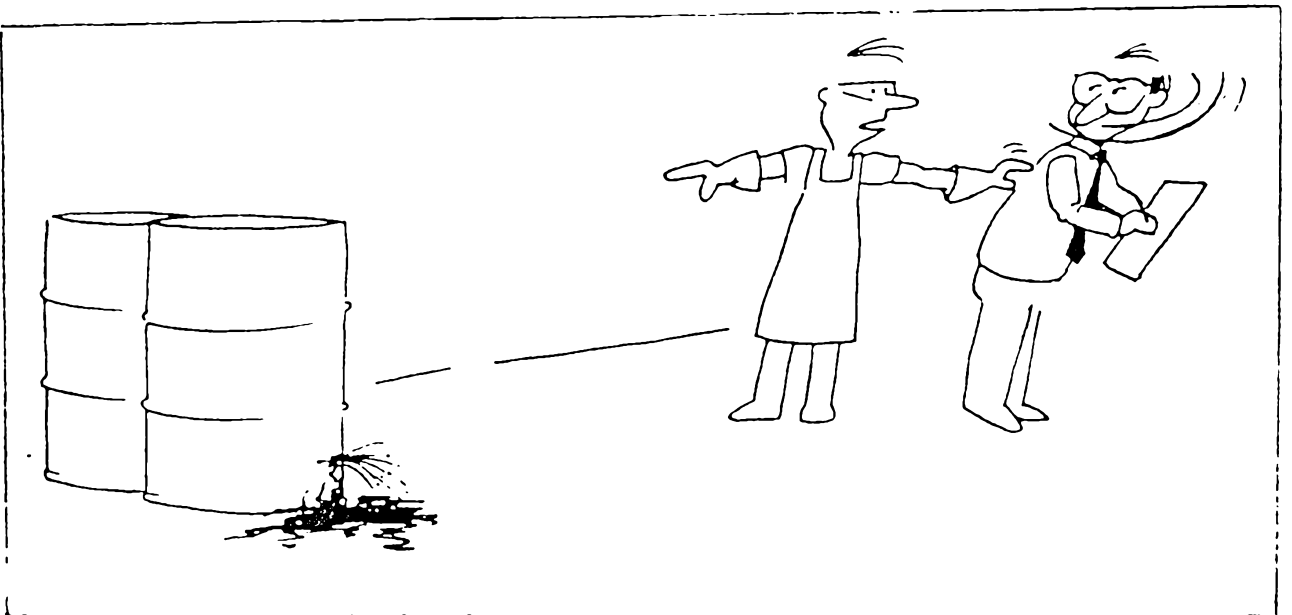


FIG. 20

## 7.5 PRIMEROS AUXILIOS

Debido al alto riesgo para la salud que significa la manipulación o encontrarse expuesto a productos preservantes de madera tipo CCA-C, todo trabajador debe estar en condiciones de iniciar acciones de primeros auxilios frente a un caso de intoxicación mientras llega ayuda médica.

### .5.1 CCA-C EN LA PIEL:

En caso de recibir un baño accidental del producto o que un trabajador haya caído dentro de un estanque de almacenamiento de solución, deben ejecutarse las siguientes acciones:

- a) Quitar la ropa impregnada.
- b) Lavar la piel y el cabello minuciosamente con abundante agua (ducha, manguera).
- c) Secar al intoxicado y envolverlo con una frazada. (FIG. 21)
- d) Si se ha producido alguna herida o rasguño, se deberá lavar la zona afectada con abundante agua jabonosa tibia y enjuagar repetidamente con agua limpia.

La persona que auxilia debe evitar su contacto con el producto y usar EPP mientras ayuda al afectado.

### .5.2 INGESTION DE CCA-C

Si un trabajador ha caído a un estanque de almacenamiento de solución y/o ingiere accidentalmente el producto deberá provocársele inmediatamente vómitos. Para inducirlo debe hacerse ingerir agua salada tibia.

Al momento de producirse las arcadas, el intoxicado debe estar boca abajo o de rodillas. El vómito se inducirá metiendo un dedo o el mango de una cucharilla en la garganta de la víctima.

**N O T A:** nunca se debe inducir el vómito a una persona inconsciente o si presenta convulsiones, pues podría asfixiarse con los vómitos.

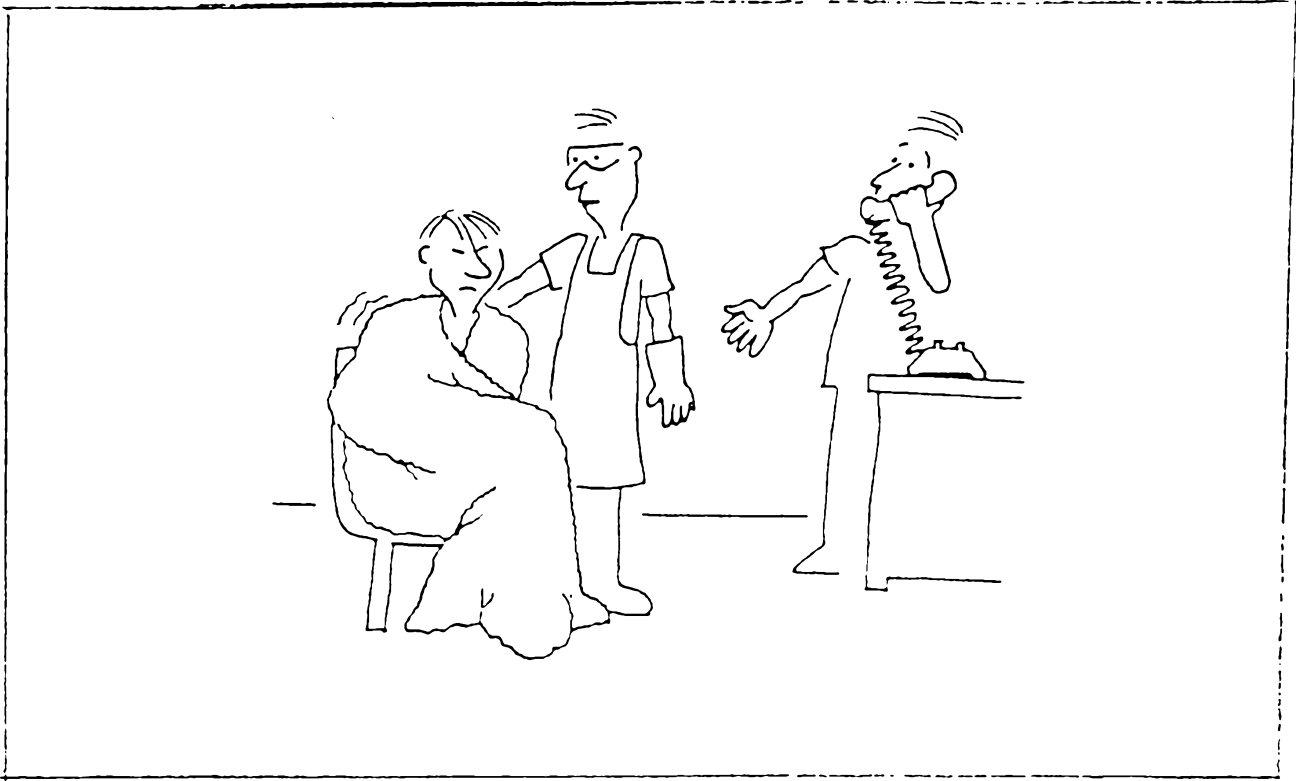


FIG. 21

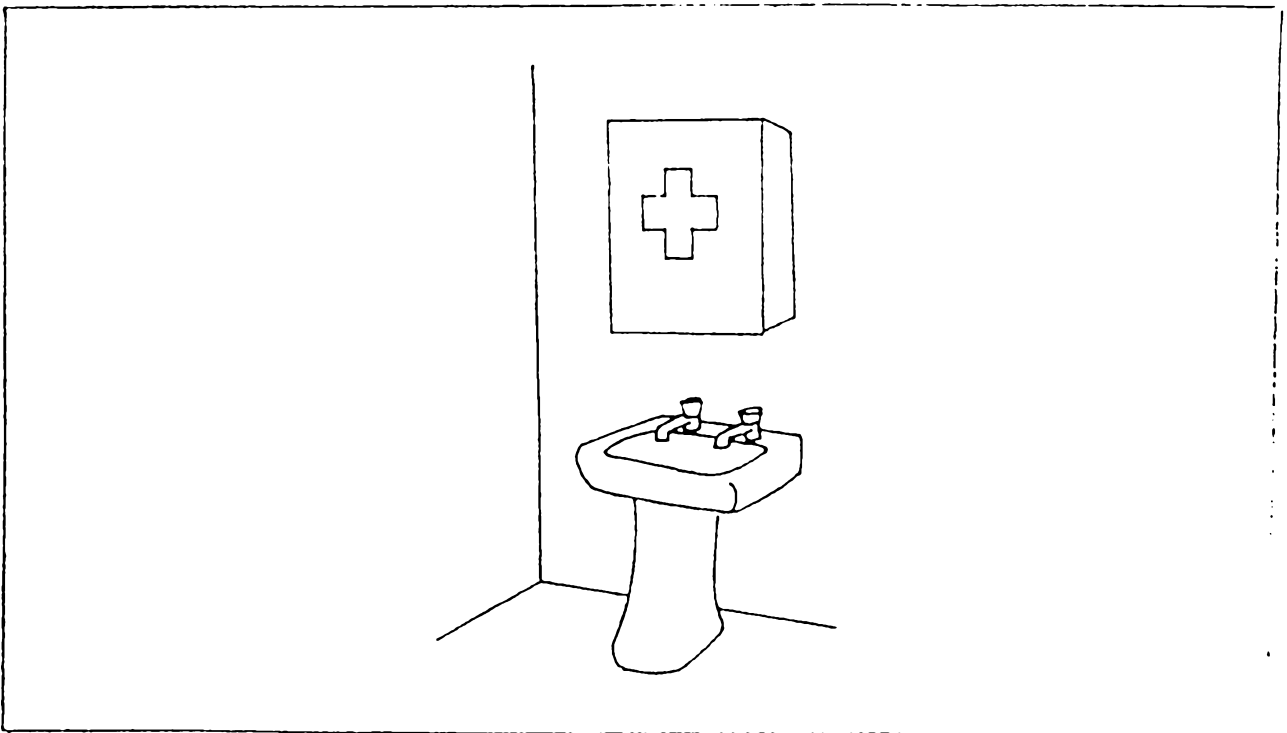


FIG. 22

### 5.3 CCA-C EN LOS OJOS:

En caso de salpicaduras, proyección de CCA-C o solución de impregnación a los ojos deben ejecutarse las siguientes acciones:

- a) Lavar inmediatamente los ojos con suavidad, con agua escurriente en abundancia.
- b) No usar productos químicos ni drogas en los ojos porque se podría aumentar el daño inicial.

#### I M P O R T A N T E

Todo trabajador que haya sido atendido con prestación de primeros auxilios por contacto con CCA-C, debe ser enviado de inmediato al médico, con indicación de las características y componentes del CCA-C

### 6 EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS

Para tratar las emergencias que pueda causar el contacto con el CCA-C, es importante contar con un equipo básico de primeros auxilios.

La caja que puede ser de madera o plástico debe cerrar perfectamente y estar libre de suciedad y vectores.

Debe ubicarse en un lugar visible, de fácil acceso, lo más cerca posible de una llave de agua potable (FIG. 22).

Debe contener, por lo menos, los siguientes artículos:

- Jabón para lavar el CCA-C de la piel.
- Un pequeño recipiente de plástico con sal (para inducir los vómitos).
- Un vaso, una cuchara.
- Dos frazadas.
- Tijeras

