

## PRESERVACION DE POSTES DE EUCALIPTO PARA LINEAS AEREAS DE CONDUCCION DE ENERGIA

Por: Raúl González Flores <sup>1</sup>

### RESUMEN

La madera es un material de origen orgánico que puede llegar a descomponerse por la acción de hongos e insectos xilófagos. Para evitar esto, es necesario conocer la durabilidad natural de la especie forestal y las características de preservación que presente la madera en su zona más vulnerable, o sea la albura, para el caso de los postes.

En el presente trabajo, se realizó la preservación de postes de *Eucalyptus globulus* Labill por el método de Desplazamiento de savia, y se estudió la Durabilidad Natural de la especie para clasificar su madera, con este motivo, se colectaron postes en Cuzco, Cajamarca y Huancayo.

El grado de penetración y retención de sales que se logró en el tratamiento, garantiza una duración mínima de los postes en servicio de 15 años, por lo que el método es recomendable a ser usado a escala industrial, para satisfacer las demandas de postes de madera en la conducción de líneas aéreas de energía eléctrica.

### SUMMARY

*Since timber is a product of organic origin, it could be discomposed by fungi and insect. To avoid this it's necessary to know the natural durability of the forest species and the preservation characteristics of the most vulnerable zone of wood: the sapwood for the posts.*

*In this work it has been done the preservation as posts of *Eucalyptus globulus* Labill by the sap's displacement, method, also it has been studied the species natural durability, for purposes of classification. The posts were collected in Cuzco Cajamarca and Huancayo.*

*The degree of penetration and salt retention that was obtained, guarantee a minimum of 15 years es use of the posts and this permit to recommended the method for a industrial scale.*

### INTRODUCCION

La madera, por ser un material de origen orgánico, se encuentra sometida a numerosas influencias, debidas a procesos físico -químicos o a la acción de agentes biológicos y todas ellas, aunque en forma más o menos lenta, pueden llegar a producir la destrucción completa de la misma.

Entre los factores de carácter físico-químico o mecánico de destrucción de la madera expuesta al aire, en contacto con el suelo o con el agua, destacan para el caso de los postes; la radiación solar y la humedad del suelo que causan el agrietamiento y deformación del material leñoso (3), mientras que, con referencia a los agentes biológicos: hongos e insectos, los más importantes son los hongos xilófagos, que causan la pudrición de al madera al alterar la celulosa y la lignina, o ambas a la vez, por la acción de las diversas enzimas que segregan llegando a producir la desintegración casi total de las paredes celulares (3).

<sup>1</sup> Profesor Principal en el Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria "La Molina". Lima-Perú.

Para controlar las acciones negativas de los factores mecánicos y biológicos de los postes de eucalipto, se emplearon en el presente trabajo, técnicas especiales de secado y preservación que garantizan el máximo rendimiento de la madera utilizada para postes de transmisión de energía (5).

La necesidad de postes para cumplir con los planes de electrificación rural que tiene el país es muy grande, y por ello destacamos las ventajas de postes de eucalipto poniendo nuevos elementos de juicio al alcance del usuario para la mejor utilización de postes de madera.

Con este fin, la Universidad Nacional Agraria, a través de su Departamento de Industrias Forestales y el Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, vienen realizando convenios de investigación en eucalipto y especies de montaña para el abastecimiento de postes de madera (1, 5).

Para la realización del presente trabajo, y por convenio UNA-MEM, se colectaron 126 postes de *Eucalyptus globulus* Labill (9) de 8 metros de largo en Cuzco, Cajamarca y Huancayo. Además, de cada zona se tomó una cantidad determinada de madera para los ensayos de durabilidad natural, que se llevaron a cabo en el Laboratorio de Preservación de la Madera del Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria "La Molina".

## REVISION DE LITERATURA

La primera red de distribución de energía eléctrica sobre postes largos de madera fue instalada en Nueva York, en 1882, a raíz de que Thomas Alva Edison instaló la primera planta de electricidad vendiendo la energía a unos cien consumidores (12). A principios de nuestro siglo y debido a la gran difusión de la electricidad, la demanda de postes fue adquiriendo mayores proporciones, estimándose que en los Estados Unidos de N. A. el consumo de postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía alcanza a cinco millones anuales (12).

Las primeras maderas utilizadas en la fabricación de postes fueron seleccionadas en base a una elevada durabilidad natural, entre las que se encontraban las provenientes del "castano". (*Castanea dentata*); "roble" (*Quercus alba*); "ciprés calvo" (*Taxodium distichum*); "red wood" (*Sequeia sp.*); "acacia blanca" (*Robinia pseudoacacia*) (12).

En Estados Unidos existen unos 2,500.000 de kilómetros tendidos, con aproximadamente unos 20 millones de postes de madera que fluctúan entre 9 y 12 metros de longitud, preservados con creosota, pentaclorofenol y sales hidrosolubles.

En Alemania, la Dirección General de Correos es la entidad principal en el consumo de postes de madera. A fines del siglo pasado se utilizaba en las líneas de telecomunicaciones postes tratados con creosota y con sulfato de cobre (método Boucherie). El "pino europeo" (*Pinus sylvestris*) fue la especie más común para estos fines. En 1927, se colocaron en servicio aproximadamente unos 2 mil postes impregnados con sales Wolman. Los postes de pino creosotado fueron eliminados del mercado interno. El pino creosotado alcanzaba una vida media de 28 años, mientras que los postes impregnados con sales, bajo tratamientos a presión en autoclaves, superaban plazos de vida útil de 40 años (13).

En Sudáfrica, el Departamento Forestal mediante una campaña publicitaria, hace unos 40 años, promovió el uso de postes preservados de varias especies de eucalipto. El resultado a la fecha ha sido muy satisfactorio, al año se comercializan aproximadamente 1'500,000 metros cúbicos de madera destinada a distintos tipos de postes. Muchos pueblos de Sudáfrica no tendrían luz eléctrica y fuerza motriz, sino fuera por estos postes de transmisión realmente económicos (12).

En Australia, el Departamento de Correos tiene aproximadamente 2'500,000 postes de madera en servicio y menos de 1'000,000 de piezas de acero. Los ferrocarriles y las compañías eléctricas poseen números similares de postes de madera en uso, (12).

En España, se calcula que existen unos 2'500,000 de postes de madera en servicio, preservados con creosota y sales hidrosolubles.

En Canadá, el promedio anual de consumo de postes de madera sobrepasa el millón de unidades (12).

En Brasil, la Compañía de Preservación de Maderas Ltda. en Río Claro, trató en 1935 postes de eucalipto por el método de Baño Caliente y Frío, utilizando creosota como preservador. Después de 40 años, los postes se encuentran, en casi su totalidad, en buenas condiciones de servicio. Posteriormente se han usado otros procedimientos de preservación, entre ellos, Boucherie, Osmosales y Vacío-Presión (12).

En Argentina, en 1943, se trata el eucalipto y el ciprés, empleando el sistema Boucherie. Algunas de estas piezas se encuentran en uso en Buenos Aires y están en buenas condiciones de servicio (12).

En el Perú, se están usando postes de madera tratados, importados y nacionales, entre los primeros figuran los de "pino oregón" y "pino amarillo del Sur" y entre los nacionales, se encuentran los de "Chimicua" "Carahuasca", "Copal" "Capirona" "Bolaina" (6) y últimamente, gracias a la promoción que se hace en la utilización de postes de eucalipto, por parte de la Universidad Nacional Agraria y el Ministerio de Energía y Minas, se está logrando el abastecimiento de estos postes para cubrir parte de las necesidades de los planes de electrificación rural del Mantaro (1).

## **MATERIALES Y METODOS**

### *Lugar y Fecha de Ejecución de los Ensayos*

Los estudios fueron realizados en la Granja Experimental de Kayra, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco, en el Fundo Victoria de la Universidad Nacional Técnica de Cajamarca, en el Fundo El Porvenir de Centromin-Perú en Huancayo y en el Laboratorio de Preservación de la Madera del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria "La Molina" de Agosto de 1973 a Mayo de 1975.

### *Postes de Eucalipto*

La especie seleccionada para la investigación en postes de madera fue *Eucalyptus globulus* Labill y los postes para los ensayos se encontraron comprendidos en la Clase 6, Grupos C y D de la Clasificación de Postes ITINTEC (Norma Técnica N° 251.022) (8).

En el Cuadro 1, se indican por zonas de investigación, los lugares de colección de los postes, la procedencia según fuera de plantación o de cercos y el número colectado en cada caso.

### *Otros Materiales*

Para los ensayos de Preservación y Durabilidad Natural, se utilizaron cápsulas UNA y BAM, diversos reactivos químicos, substrato alimenticio natural (madera de eucalipto) preservador

hidrosoluble Boliden K-33 y cultivos puros de hongos xilófagos: *Polyporus sanguineus*, *Polyporus versicolor* y *Armillaria mellea*.

**CUADRO 1. Colección de Postes de Eucalyptus globulus Labill de 8 m. De largo en 3 zonas del país.**

Zona de investigación	Lugar de colección	Procedencia de los	
		Plantación	Cerco
		35	8
<b>Cuzco:</b>	Cusipata	8	8
	Quiquijana	8	—
	S. Jerónimo	8	—
	Calca	9	—
	Urubamba	10	—
		16	26
<b>Cajamarca:</b>	Collpa - Jesús	8	—
	Santa Bárbara	8	—
	La Colina	—	10
	C. Universitaria	—	16
		26	15
<b>Huancayo:</b>	Huaychulo	—	15
	El Porvenir	8	—
	Had. Mera	18	—
	<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>49</b>

### Procedimiento de Ensayo

El método empleado en la preservación de postes fue el de Desplazamiento de Savia, para lo cual, fue necesario colocar el preservador a una altura comprendida entre los 3 y 5 metros del suelo, sostenido por una armazón de madera construida en cada lugar. El preservador se hizo deslizar a través de tuberías desde los tanques de tratamiento hasta los postes, los que tenían conectados en su extremo superior los, casquetes de impregnación. A su vez los postes fueron colocados sobre caballetes de madera con ligera inclinación hacia abajo para favorecer el desplazamiento de la savia por el preservador hidrosoluble.

Para los ensayos de Durabilidad Natural se siguieron las indicaciones de la Norma ITINTEC 251.027 (11), empleando un tiempo efectivo de 25 semanas. La interpretación de los resultados sobre la resistencia biológica de la madera por pérdida de peso, se efectuó con ayuda de la Norma ASTM: D2017-G2T (2).

## RESULTADOS

Las condiciones en que se efectuaron los ensayos de preservación por Desplazamiento de Savia en Cuzco, Cajamarca y Huancayo, empleando cápsulas de tratamiento UNA, se exponen en el Cuadro 2:

**CUADRO 2. Condiciones en Ensayo en el Tratamiento de Poste de Eucalipto con Cápsula UNA**

Condiciones	Zonas		
	Cuzco	Cajamarca	Huancayo
Altura del Tanque de Tratamiento (m)	5.00	3.00	4.00
Concentración de la solución (%)	5.00	5.00	5.00
Número de postes tratados	30	30	15
Tiempo de Tratamiento (hs.)	56	56	56
Volumen promedio del poste (m <sup>3</sup> )	0.3474	0.2894	0.3156
Volumen promedio de albura tratada por postes (m <sup>3</sup> )	0.1883	0.1881	0.1963
Volumen de albura tratada como porcentaje del volumen total de los postes (m <sup>3</sup> )	54.2	65	62.2
Ancho medio del anillo de albura (mm.)	28	35	34
Retención promedio de preservador (gr. de sal seca)			
- Por Postes	750	1,000	850
- Por m <sup>3</sup> de albura	7,426	8,277	7,060

El ensayo de postes de eucalipto con cápsulas BAM, se realizó en Cajamarca desde una altura de 3 metros. Los resultados del tratamiento de preservación se exponen en el Cuadro 3.

**CUADRO 3. Tratamiento por Desplazamiento de Savia en Poste de Eucalipto con Cápsulas BAM - Cajamarca**

Postes N°	Tiempo de tratamiento (hs.)	Vol. total del poste (m3)	Vol. de albura (m3)	Vol. Albura en relación al poste (%)	Retención de sal seca	
					Por poste (kg.)	Por m3 de albura (kg.)
1	18	0.2203	0.1267	57.5	2.560	20.205
2	24	0.3072	0.1096	35.7	1.579	14.407
3	40	0.2602	0.1227	47.2	2.916	23.757
4	34	0.2325	0.1021	43.9	1.914	18.766
5*	—	0.2916	0.1372	47.1	—	—
6	8	0.2629	0.1581	60.1	1.326	8.387
7	18	0.2431	0.1369	56.3	2.075	15.157

(\* ) Postes no tratados por tener diámetros en la base mayor a la capacidad de la cápsula BAM.

Los postes de este tratamiento presentaron diámetros variables en la base, siendo su promedio de  $24.8 \pm 1.59$  cm sin considerar la corteza. El volumen promedio de los postes fue de  $0.2596 \pm 0.0313$  m<sup>3</sup> y el volumen promedio de albura de  $0.1276$  m<sup>3</sup> que equivale al 49.2 por ciento del volumen total del poste.

Para la determinación de retención de sales, se tomaron los datos del tratamiento cada hora, midiendo los volúmenes y concentraciones de la solución preservadora, antes y después del tratamiento, calculando la retención por diferencia de las características del preservador entrante y saliente de cada poste. La información recogida se presenta en el Cuadro 4.

La retención de sal obtenida por poste (Ver Cuadro 4) se expresa como retención de sal por metro cúbico de poste de albura en el Cuadro 5.

**CUADRO 4. Retención de Sal Seca, en Postes de Eucalipto impregnados en Tiempos Variables, usando cápsulas BAM - Cajamarca**

Horas de tratamiento	Retención de Sal Seca por Poste Tratado (valores acumulados en gramos)					
	Poste 1	Poste 2	Poste 3	Poste 4	Poste 6	Poste 7
1	275	90	188	187	187	195
2	590	188	406	349	329	375
3	852	308	554	476	489	555
4	1056	413	676	594	664	735
5	1253	511	789	71.20	836	885
6	1436	627	932	820	1001	1005
7	1598	718	1063	884	1166	1117
8	1739	794	1185	916	1326	1222
9	1866	864	1293	959		1319
10	1579	928	1387	1013		1409
11	2064	980	1517	1066		1496
12	2124	1018	1548	1118		1583
13	2192	1080	1589	1163		1667
14	2267	1131	1641	1202		1731
15	2346	1188	1698	1241		1832
16	2428	1251	1760	1280		1913
17	2500	1298	1821	1324		1994
18	2560	1330	1880	1373		2075
19		1364	1930	1412		
20		1399	1971	1441		
21		1438	2013	1470		
22		1485	2056	1499		
23		1532	2097	1529		
24		1579	2136	1560		
25			2180	1593		
26			2229	1628		
27			2278	1663		
28			2327	1698		
29			2376	1733		
30			2425	1768		
31			2474	1803		
32			2523	1838		
33			2572	1877		
34			2621	1914		
35			2670			
36			2719			
37			2768			
38			281.70			
39			2866			

**CUADRO 5. Retención de Sal Seca por metro Cúbico de Albura tratada en postes de Eucalipto - Cajamarca**

Horas de tratamiento	Retención de Sal Seca por Metro Cúbico de albura tratada (gr.) (Valores acumulados)					
	Poste 1	Poste 2	Poste 3	Poste 4	Poste 6	Poste 7
1	2.170	821	1.532	1.831	1.183	1.424
2	4.657	1.715	3.309	3.418	2.081	2.739
3	6.724	2.810	4.515	4.662	3.093	4.054
4	8.335	3.768	5.509	5.818	4.200	5.369
5	9.882	4.662	6.504	6.974	5.288	6.465
6	11.334	5.721	7.596	8.031	6.331	7.341
7	12.612	1.551	8.663	8.658	7.375	8.159
8	13.725	7.245	9.658	8.972	8.387	8.926
9	14.728	7.883	10.538	9.393		9.635
10	15.620	8.467	11.304	9.922		10.292
11	16.290	8.942	12.363	10.441		10.928
12	17.764	9.228	12.616	10.950		11.563
13	17.801	9.854	12.950	11.391		12.177
14	17.893	10.319	13.374	11.773		12.790
15	18.516	10.839	13.839	12.155		13.382
16	19.171	11.343	14.344	12.537		13.974
17	19.732	11.843	14.841	12.968		14.565
18	20.205	12.135	15.332	13.448		15.157
19		12.445	15.729	13.830		
20		12.765	16.064	14.114		
21		13.120	16.406	14.398		
22		13.549	16.756	14.682		
23		13.978	17.090	14.976		
24		14.407	17.408	15.279		
25			17.767	15.602		
26			18.166	15.945		
27			18.566	16.288		
28			18.965	16.631		
29			19.364	16.974		
30			19.764	17.316		
31			20.163	17.699		
32			20.562	18.002		
33			20.962	18.384		
34			21.361	18.766		
35			21.760			
36			22.160			
37			22.559			
38			22.958			
39			23.358			
40			23.757			

Con el fin de conocer la distribución de sal a lo largo del poste, se hicieron análisis químicos exploratorios, que determinaron la cantidad de cobre fijada en la madera, lo que sirvió para calcular la concentración de sal seca.

Las muestras para el análisis químico se tomaron en el pie, parte media y cabeza de los postes. En cada una de estas secciones se diferenciaron, para los análisis de laboratorio, la madera proveniente de cada uno de los tres anillos exteriores de albura. Cada anillo tuvo un espesor de 1 cm. (Ver Fig. 1).

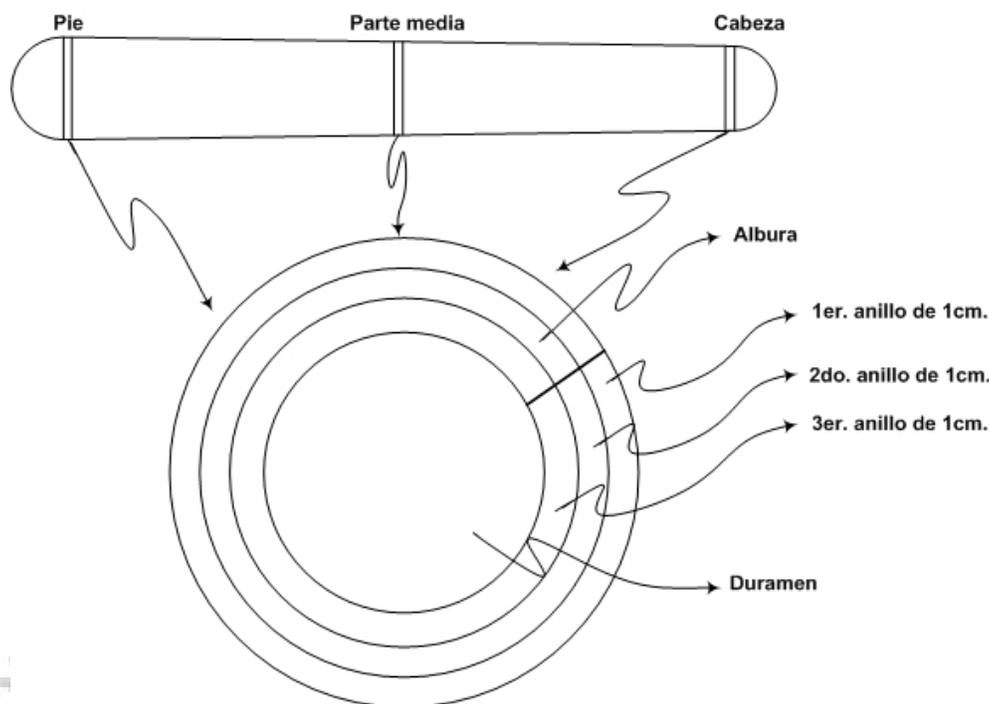


Fig. 1 Parte del poste para análisis químicos. Los resultados de este análisis químico figuran en el Cuadro 6

CUADRO 6. Cantidad de Sal Seca Retenida por Metro Cúbico de Albura en Postes de Eucalipto por Desplazamiento de savia con Cápsulas BAM.

Parte del poste donde se extrajo la muestra	Anillos externos de albura analizados		
	1er. Centímetro	2do. Centímetro	3er. Centímetro
Pie	10.501	12.425	12.366
Parte media	11.290	11.263	12.681
Corteza	7.174	5.753	5.645

Durabilidad Natural L L

Los resultados de estos ensayos se indican en el Cuadro 7.

CUADRO 7 Porcentaje Promedio de Pérdida de Peso en probetas de Albura y Duramen de Eucalyptus globulus en Ensayos de Durabilidad Natural

Lugar de procedencia de la madera	ESPECIES DE HONGOS XILOFAGOS								
	Polyporus versicolor			Polyporus sanguineus			Armillaria mellea		
	Pérdida de peso (%)		Semanas de exposición	Pérdida de peso (%)		Semanas de exposición	Pérdida de peso (%)		Semanas de exposición
	Albura	Duramen		Albura	Duramen		Albura	Duramen	
Cuzco	32.2	27.8	24	34.1	30.1	21	36.7	39.8	20
Cajamarca	25.3	21.1	21	27.2	21.2	23	29.1	30.2	22
Huancayo	41.1	35.3	25	39.8	33.7	25	45.2	46.2	25

Los resultados del Ensayo de Durabilidad Natural se interpretan según la clasificación de maderas, dada en base a la resistencia a la descomposición por acción de los hongos xilófagos, por la Norma ASTM: D2017 - G2T, que se indica en el Cuadro 8.

**CUADRO 8 Escala para la Interpretación de Resultados de los Ensayos de Durabilidad Natural de la madera de Eucalytus globulus**

Promedio de pérdida de peso seco (%)	Promedio de peso residual (%)	Grado de Resistencia al hongo de prueba.	Clase
0 – 10	90 – 100	Altamente resistente	1
11 – 24	76 – 89	Resistente	2
25 – 44	56 – 75	Moderadamente resistente	3
45 en adelante	55 ó menos	No resistente a susceptible	4

## DISCUSION

Analizando el Cuadro 2, se encuentra que los volúmenes promedios de albura tratada por poste, en las tres zonas de investigación, fueron prácticamente iguales, no así sus volúmenes relativos con el volumen total del poste. Por otra parte, el volumen de albura, expresado como porcentaje del volumen total del poste, decrece a medida que el poste aumenta de grosor. Este decrecimiento tiene una tendencia lineal en los postes ensayados.

Al efectuar el análisis de retención de sales, por metro cúbico de albura tratada, no se encontró una diferencia marcada en los postes de los tres lugares de tratamiento. Por lo que vemos, no hubo influencia ni de la altura de tratamiento (3 a 5 m), ni del ancho medio del anillo de albura en la retención de sales.

El tiempo de tratamiento, con el empleo de las cápsulas UNA es muy prolongado hasta lograr retenciones entre 7 y 8 kilos por metro cúbico de albura. Ellos se debe a que estas cápsulas no resisten períodos continuos de presión, lo que obliga a disminuir en forma intermitente, la presión de trabajo mediante el cierre de las llaves de paso del preservador.

**CUADRO 9 Regresiones calculadas para la determinación de la Retención de sales.**

DISTRITO	PROCEDENCIA	FORMULA DE REGRESION
Cusipata	Cerco	$Y = 90,069 - 0,01938 X$
Urubamba	Plantación	$Y = 96,35 - 0,0223 X$

Al analizar los postes de la zona del Cuzco, se encontró que los procedentes del Distrito de Cusipata, que provenían de cercos y los de Urubamba, que eran de plantación, existía una diferencia significativa del volumen total del poste. Los postes de cerco registraron mayor porcentaje en albura. Las regresiones que se calcularon fueron las que se exponen en el Cuadro 9.

En prueba de significación se encontró que tenían diferencias significativas a nivel de 0.95, siendo mayores los porcentajes de albura en postes provenientes de cerco que de plantaciones. Esta diferencia es más notoria para los rangos de 0.14 a 0.20 metros cúbicos de volumen de poste de 8 metros de largo.

Analizando el tratamiento de los postes, cuando se emplearon las cápsulas BAM, se encontró que las cantidades fijadas de sal por metro cúbico de albura, durante las primeras 8 horas de tratamiento, se ajustan a la siguiente regresión:

$$y = -219.8 + 9,875.1 \log x$$

Donde:

x = Horas de tratamiento

y = Gramos de sal seca por metro cúbico de albura.

Según esta regresión (Ver Fig. 3), las retenciones promedios y acumulativas para postes de las características señaladas se presentan en el Cuadro 10.

CUADRO 10. Retención Promedio de sales según horas de Tratamiento

Horas de tratamiento	Retención de sal por m3 de albura (gr.)
2	2.753
3	4.492
4	5.726
5	6.683
6	7.464
7	8.126
8	8.698

La regresión indicada es válida para las 8 primeras horas de tratamiento, variando a:

$$y = -5,009.06 + 15,985.79 \log x,$$

para mayores tiempos, hasta un límite confiable de 18 horas.

Las retenciones promedios acumulativas en el intervalo de 10 a 18 horas de tratamiento fueron las que se exponen en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Retenciones acumulativas después de las 10 horas de Tratamiento

Horas de Tratamiento	Retención de sal por m3 de albura (gr.)
10	10.977
12	12.242
14	13.313
16	14.240
18	15.057

La primera regresión tiene una desviación standard promedio de  $\pm 401.3$  gr. y la segunda  $\pm 109.4$  gr.

Según la primera ecuación de regresión obtenida, se calcula que con 3 horas de tratamiento se logra una retención de sal seca de  $8.698 \pm 0.401$  kg por metro cúbico de albura. Esta cantidad se encuentra entre los límites aconsejados para el uso de la madera en contacto directo con el suelo (4, 7 y 10).

De la observación del Cuadro 6, se ve que la concentración de sal es mayor en la mitad inferior del poste, decreciendo hasta la cabeza. Esta característica del tratamiento permite asegurar que si la cantidad promedio de sal retenida es, por ejemplo de 8.7 kilos por metro cúbico de albura, la concentración de la parte inferior de postes será mayor a esta cifra, asegurando con esto la larga duración del poste en servicio.

En lo referente a la Durabilidad Natural de la madera de eucalipto, vemos que la actividad de los hongos *Polyporus versicolor* y *Polyporus sanguineus*, origina una pérdida de peso seco, en el material leñoso, mayor en la madera de albura que en la de duramen, mientras que el hongo *Armillaria mellea*, causa mayores pérdidas de peso en la madera de duramen.

Analizando los resultados que se presentan en el Cuadro 7, en base a la escala de interpretación del Cuadro 8, se puede clasificar la resistencia natural de la madera de albura y duramen del *Eucalyptus globulus* por el lugar de procedencia de las muestras en la siguiente forma (ver Cuadro 12).

**CUADRO 12. Clasificación por Resistencia Natural de la Albura y Duramen de Eucalyptus globulus, según el Ensayo de Durabilidad Natural**

Lugar de procedencia de las muestras de madera	ESPECIES DE HONGOS XILOFAGOS					
	Polyporus versicolor		Polyporus sanguineus		Armillaria mellea	
	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen
Cuzco	3	3	3	3	3	3
Cajamarca	3	2	3	2	3	3
Huancayo	3	3	3	3	4	4

Estos resultados nos indican que esta especie forestal tiene una resistencia moderada a la acción de los hongos. *Polyporus versicolor* y *Polyporus sanguineus* y una resistencia algo menor al hongo *Armillaria mellea*. Por ello, los postes de eucalipto, destinados a la aero-conducción de energía eléctrica, no deben usarse sin tratamiento preservador, que garantice una larga duración en servicio.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El método de tratamiento de postes, por Desplazamiento de savia, asegura una buena impregnación de sales en la zona de albura de los postes.
2. La retención de sales promedio de 8 kilos por metro cúbico de albura se considera suficiente para garantizar una duración mínima de los postes tratados de 15 años.
3. Por los ensayos de Durabilidad Natural, el empleo de postes de eucalipto sin tratamiento, sólo sería garantizado por un máximo de 3 años.
4. El tratamiento de postes con Cápsulas BAM es uniforme y da buenos resultados en un mínimo de 8 horas, por lo que se recomienda para el uso a escala industrial en el país.

## BIBLIOGRAFIA

1. BUENO, J. 1972 Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía, Convenio UNA-MEM-ITINTEC. 218 p. Lima - Perú.
2. GOMEZ NAVA, M. et all. 1969. Indices de Laboratorio sobre Resistencia de la Madera a la pudrición en Once Especies Forestales Mexicanas. Inst. Nac. de Investigación Forestales. México. Boletín Técnico N° 31. 31 - 40 p.
3. GONZALES, V. R. 1969. La impregnación de maderas vinculadas al Poste Largo. Universidad Nacional Agraria. 15 p, Boletín Técnico N° 15. UNA. Lima - Perú.
4. GONZALEZ, V. R. 1974. Preservación de la Madera. Contrato-Convenio UNAMEN. 100 p. Lima - Perú.
5. GONZALEZ, V. R. 1975. Ampliación del Estudio de Investigación de Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía Contrato-Convenio-UNA-MEN 99 p. Lima - Peru.
6. GONZALEZ, V. R. 1976. Ampliación del Estudio de Investigación de Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía (Zona Pucallpa). Contrato-Convenio UNA-MEN. 42 p. Lima Perú.
7. HUNT, G. M. y GARRAT, 1962. Preservación de la Madera. Barcelona. Salvat. 486 p.
8. ITINTEC, 1973. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía Requisitos Generales. Norma Técnica N° 251.022. Lima - Perú.
9. - - - -1973. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía. Postes de Eucalipto. Norma Técnica N° 251.024. Lima - Perú.
10. - - - - 1973. Preservación de la Madera. Penetración y Retención de los Preservadores en la Madera. Norma Técnica N° 251.026. Lima - Perú.
11. - - - - 1973. Preservación de la Madera. Valor Tóxico y Permanencia de Preservadores de Madera en Condiciones de Laboratorio. Norma Técnica N° 251.027. Lima - Perú.
12. TINTO, J. C. y CHIARI, R. 1967. El Poste de Madera en la Electrificación Rural. Buenos Aires. Argentina. 61 p.
13. WOLMAN, K. 1963. 60 años de Protección de la Madera. Wolman Gmb. H. 145 p. Alemania.