

PROPIEDADES ELASTICAS DE  
PELICULAS DE BARNIZ\*

DR. WALTER O. BRUZZONI\*\*, ING. QUIM. RICARDO ARMAS  
E ING. QUIM. ALBERTO AZNAR

\* Trabajo realizado con el aporte económico de los organismos patrocinantes del Centro.

\*\* Responsable del Area Propiedades Fisicoquímicas de Películas de Pintura del CIDEPINT.



---

## SUMMARY\*

---

Both the elastic properties and the permeability or water absorption characteristics have always been two factors of fundamental importance and they must be borne in mind to judge the quality of a protective coating. The elastic characteristics are connected with the capacity that each film has to accompany the substrate in the dilatations and contractions that it suffers due to the thermic changes. The importance of this property lies on the fact that it determines the ability to resist checking, cracking, loss of adhesion, etc.

The elastic properties of an organic coat are closely related to the material composition. The aim of this work is to study in a laboratory scale the formulation parameters that influence on the elasticity and to make measurements with different techniques in order to establish a correlation between these results and those obtained in service.

The varnish samples were prepared in the laboratory using four alkyd resins to which were incorporated 10, 20 and 30 per cent (W/W) of a phenolic resin, to obtain products of different elasticity. The solid content was adjusted to 50 % with solvents.

The following tests were done: bended of the specimen on a cylindrical mandrel and on a conical mandrel, Erichsen cupping test, impact test, tensile elongation, permeability and outdoor exposition.

Some conclusions may be inferred from the work done:

a) The incorporation of variable quantities of a phenolic resin to alkyd varnishes produces a reduction in the elastic properties of the film in direct function to the incorporated proportion.

b) The varnish samples with great elastic characteristics erode in the outdoor exposure more rapidly than those of moderate elasticity. This fact must be associated with its greater water absorption capacity.

c) The test of bending the film on a cylindrical mandrel in accordance with the IRAM 1 068 Specification and the Hart impact test, give results that do not keep relation with those obtained in service. Both tests correspond to methods that use a high elongation speed.

d) The tests related to moderate elongation speeds (conical mandrel, cupping test and tensile elongation) produce results that may be associated with those of the outdoor exposition.

e) The elongation percentages obtained with the conical mandrel

test on an aged film (between 8 and 13 %) related to permeability values by water diffusion (550 and 700 g/m<sup>2</sup>h) gave varnish formulations which are suitable for exterior exposition with a durability higher than 18 months. It is possible to arrive at similar conclusions if the depth's values of Erichsen cupping test of 1.5 to 2 mm on aged films are considered. The same securities are given by the tensile elongation values on normal films between 25 and 35 percent or on aged films between 10 and 15 per cent.

The elastic properties of an organic coat are closely related to the material composition. The aim of this work is to study in a laboratory scale the formulation parameters that influence on the elasticity and to make measurements with different techniques in order to establish a correlation between these results and those obtained in service.

The varnish samples were prepared in the laboratory using four alkyd resins to which were incorporated 10, 20 and 30 per cent (W/W) of a phenolic resin, to obtain products of different elasticity. The solid content was adjusted to 50 % with solvents.

The following tests were done: bend of the specimen on a cylindrical mandrel and on a conical mandrel, Erichsen cupping test, impact test, tensile elongation, permeability and outdoor exposition.

Some conclusions may be inferred from the work done:

a) The incorporation of variable quantities of a phenolic resin to alkyd varnishes produces a reduction in the elastic properties of the film in direct function to the incorporated proportion.

b) The varnish samples with great elastic characteristics erode in the outdoor exposure more rapidly than those of moderate elasticity. This fact must be associated with the greater water absorption capacity.

\* Bruzzoni W. O., Armas R. and Aznar C. A. - Elastic properties of varnish films. CIDEPINT-ANALES, 1979, 247-271.

---

## INTRODUCCION

---

Las propiedades elásticas junto con las características de permeabilidad o absorción de agua, han constituido siempre dos factores de fundamental importancia para ser tomados en consideración cuando se trata de juzgar la calidad de un revestimiento. La influencia de la permeabilidad ya ha sido estudiada en un trabajo anteriormente publicado (1).

Las características elásticas están asociadas con la capacidad que tiene la película de acompañar al sustrato en las dilataciones y contracciones que éste experimente por efecto de cambios térmicos y su importancia radica en que esa propiedad determina la aptitud de resistencia al cuarteado, agrietado y desprendimiento.

El término flexibilidad es muy empleado en la industria de la pintura aún cuando no existe una definición terminante del vocablo. Según Webster se expresa como la *capacidad de un material de ser doblado, torcido o arrollado, sin romperse, vuelva o no a su forma original*. Radi, en su glosario para la industria de las películas protectoras, refiriéndose al tema, dice que las pinturas y barnices al estado de película deberán tener suficiente elasticidad como para no cuartearse ni agrietarse por contracción del film o movimiento del sustrato debido al envejecimiento o condiciones de servicio. La flexibilidad puede ser evaluada examinando el film desnudo por ensayo de elongación o por doblado de paneles pintados (2).

La falta de una definición precisa tal vez resida en el hecho de que la flexibilidad no es una propiedad simple, ya que para una película aplicada a un sustrato depende no sólo de la distensibilidad del film sino también de la adhesión de la película a la base. Una buena adhesión tiende a dar una mejor flexibilidad aparente que una mala adhesión.

La elongación puede medirse como una propiedad independiente sobre películas libres.

Los ensayos de laboratorio destinados a evaluar flexibilidad son severos debido a que se realizan sobre la película de pintura sin envejecimiento (como máximo se efectúan después de un horneado a 105-110°C). Es durante el envejecimiento en servicio donde, por pérdida de plastificantes ligeramente volátiles o por cambios químicos, que la película de pintura pierde elasticidad. Es por esta razón que resulta conveniente realizar los ensayos de flexibilidad luego de períodos variables de envejecimiento, especialmente si la película será aplicada sobre sustratos dimensionales inestables.

La flexibilidad no es una característica constante del film de pintura desde que esa propiedad se halla afectada por factores externos tales como humedad, temperatura y velocidad de elongación. De allí que resulte necesario acondicionar las probetas de ensayo entre límites de humedad y temperatura establecidos, antes de su ejecución (3) y además controlar la velocidad de elongación. En los métodos que usan mandriles resulta más difícil mantener una velocidad de elongación determinada que cuando se realizan ensayos de tracción sobre películas libres. Es de esperar entonces que ensayos ejecutados a diferentes velocidades arrojen resultados distintos para un mismo material. Los otros factores, humedad y temperatura, son más fáciles de controlar.

Las propiedades elásticas están íntimamente relacionadas con la composición del material. Se pretende en este trabajo estudiar en escala de laboratorio los parámetros de formulación que influyen en la elasticidad de películas orgánicas y a su vez efectuar las mediciones con diferentes técnicas y tratar de establecer correlación con los resultados de ensayos de exposición en servicio.

Se han elaborado en el laboratorio muestras de barnices, sobre la base de cuatro resinas gliceroftálicas, cuya diferente composición se indica en la tabla I. A dichas resinas se les incorporó resina fenólica pura no reactiva de manera de obtener muestras con 0, 10, 20 y 30 por ciento de resina fenólica. Teóricamente estas muestras deberían tener diferente elasticidad.

---

#### OBTENCION DE LAS MUESTRAS

---

Tres de las resinas alquídicas a la que se hizo referencia (muestras A, B y C) provienen de la industria nacional. La muestra D se preparó en el laboratorio de acuerdo con lo indicado en la bibliografía (4).

El contenido de resina fenólica de cada muestra se indica a continuación:

A-1	B-5	C-8	D-12	No contienen resina fenólica
A-2	B-6	C-9	D-13	Contienen 10 % de resina fenólica
A-3	B-7	C-10	D-14	Contienen 20 % de resina fenólica
A-4		C-11	D-15	Contienen 30 % de resina fenólica

La muestra B admite como máximo 20 % de resina fenólica. Por

arriba de este valor se produce gelificación. Esta resina está modificada con colofonia.

El contenido de sólidos de los barnices se llevó al 50 %, empleando como disolvente una mezcla de aguarrás mineral-tolueno.

Como agentes secantes se utilizaron naftenatos de plomo y de cobalto. Los valores de tiempo de secado se encuentran dentro de los límites establecidos en la norma IRAM 1068.

---

## METODOS DE ENSAYO

---

### *Ensayo con mandril cilíndrico*

Este ensayo está normalizado por ASTM (5) y por IRAM (6). Dichos métodos difieren en lo que respecta al espesor del panel de base y a las condiciones de humedad y temperatura de acondicionamiento de las probetas previo al doblado. En este caso se han adoptado los lineamientos del método IRAM. Este consiste en aplicar sobre panel de hojalata de 0,250 mm de espesor, lijado y desengrasado, una película de barniz y dejar secar en ambiente de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 5\%$  de HR durante 48 horas. Se dobla el panel apoyando la cara no pintada sobre mandril cilíndrico de 3 mm de diámetro, en un ángulo de  $180^\circ$ , en aproximadamente 1 segundo. Se examina la zona de curvado y se considera que la muestra ha pasado el ensayo si no se aprecia cuarteado, agrietado o desprendimiento cuando se observa con 10 X.

Otra forma de expresar las propiedades elásticas es como porcentaje de elongación de la película. Para ello se emplea un juego de mandriles (fig. 1) de diámetro decreciente, hasta aparición de cuarteado, la que se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Elongación \%} = \frac{100 t}{2 r + t}$$

donde  $t$  = espesor del panel y  
 $r$  = radio del mandril

En realidad las elongaciones observadas son mayores que las calculadas y varían con el espesor de película y del panel.

Se ha practicado otro ensayo sobre probetas envejecidas durante 24 horas a  $105-110^\circ\text{C}$ , acondicionando luego en las condiciones indicadas durante 24 horas previo al doblado. Se realiza otro ensayo

similar pero efectuando el doblado a 5°C.

El espesor de película seca aplicado a los paneles de ensayo es de 25 micrones.

Los resultados de ensayo se consignan en la tabla II.

#### *Ensayo sobre mandril cónico*

La norma ASTM D522-68 (7) establece las condiciones de realización del ensayo.

Sobre paneles de acero de 0,8 mm de espesor se aplica la película de barniz en espesor uniforme de 25 micrones y en forma similar al ensayo anterior se acondiciona a la temperatura y humedad indicadas. Se fija el panel en el aparato (figura 2). Dos hojas de papel Kraft lubricadas con talco se deslizan entre la cara pintada y la barra flexora y se mantiene en posición con suave presión de la barra.

La palanca se mueve 180° a velocidad uniforme para doblar el panel aproximadamente 135° en 15 segundos. Se examina visualmente y se marca el límite de cuarteado de la película iniciado en el extremo pequeño del mandril y los resultados se expresan como elongación porcentual sin cuarteo haciendo uso de los gráficos n° 1 y n° 2.

Los resultados de este ensayo se consignan en la tabla III.

#### *Ensayo de embutición (cupping test)*

Consiste en provocar la embutición relativamente lenta del panel pintado mediante un punzón hemisférico hasta que se produce la rotura de la película. La técnica está descrita en la norma DIN 53 156 (8).

Los resultados se expresan como profundidad de penetración del punzón para producir cuarteado de la película (tabla IV). A mayor profundidad de penetración del punzón corresponde una mayor elongación de la película.

#### *Ensayo de impacto*

Se trata de ensayos de deformación rápida. Algunas técnicas se basan en la caída libre de una pesa de extremo hemisférico desde diferentes alturas hasta producir cuarteado de la película aplicada sobre panel metálico. La indentación puede realizarse por extrusión o intrusión. Los resultados se expresan generalmente en altura, considerando el peso mayor que no produce deterioro de la película.

Se ha empleado la técnica que utiliza el impactor Hart, con pa-

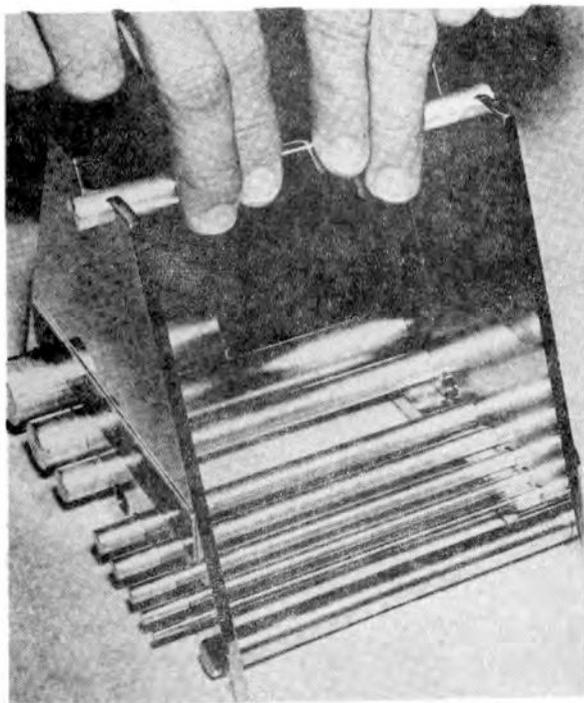


Figura 1.- Juego de mandriles cilíndricos

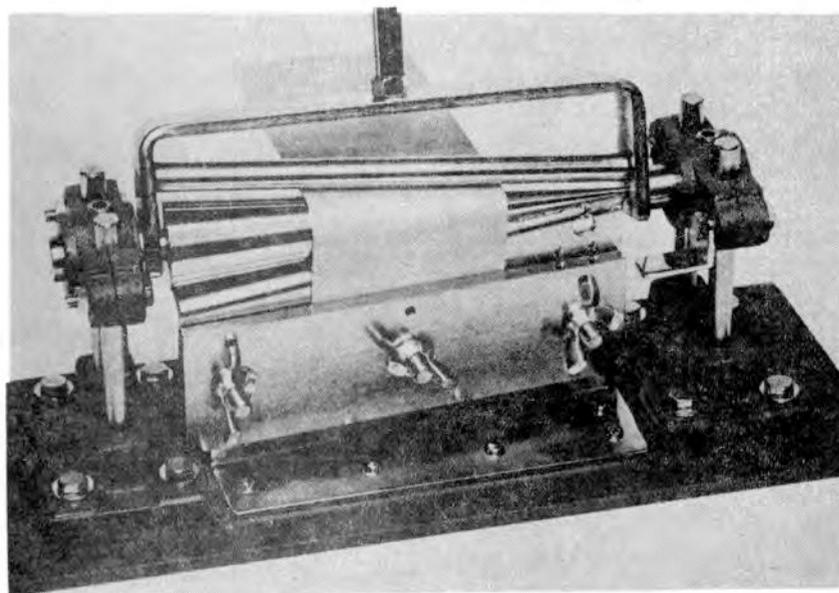


Figura 2.- Mandril cónico

neles de hojalata de 0,25 mm de espesor, lijados y desengrasados, sobre los que se aplican los barnices con un espesor de película seca de 25 micrones. Se dejan secar en posición horizontal durante 48 horas a 20°C y 65 ± 5 % de HR. Se coloca el panel sobre la base de caucho del aparato con la cara pintada en contacto con ella y se deja caer una pesa de 500 g que describe un ángulo de 90° desde una altura de 30 cm.

Un ensayo similar se efectuó sobre paneles preparados de la misma manera pero que previamente fueron envejecidos a 105-110°C durante 24 horas. Se repitió el procedimiento aplicando las películas de barniz sobre paneles de acero de 0,5 mm de espesor.

Los resultados obtenidos se consignan en la tabla V.

#### *Ensayo de elongación por tracción*

La elongación se determina sobre películas libres en condiciones establecidas de temperatura, humedad y velocidad de elongación, por la influencia que tienen estas variables sobre los resultados. Estos resultados se expresan en forma porcentual respecto a la longitud original de la probeta.

El ensayo se ha llevado a cabo sobre películas libres de 30 micrones de espesor a la temperatura de 20°C y 65 ± 5 % de HR, con una velocidad de estiramiento de 6 cm/min, y sobre películas envejecidas previamente durante 24 horas a 105-110°C. La técnica utilizada para la obtención de estas películas ha sido descrita en un trabajo anterior.

Los resultados se consignan en la tabla VI y representan el promedio de valores que no varían en más del 15 %.

#### *Ensayo de exposición a la intemperie*

Se efectuó empleando paneles de madera de cedro estacionada, de 20 x 30 cm x 1,5 cm de espesor. Los mismos fueron cepillados y lijados, se aplicó a pincel una mano de barniz diluido (con 20 % de aguarrás-tolueno) y luego, con intervalo de 24 horas entre manos, se aplicaron sucesivas capas de barniz, hasta alcanzar un espesor de película seca de 50 micrones. Los paneles se expusieron a la intemperie orientados al norte y con una inclinación de 45° respecto a la normal.

Los resultados de la observación luego de 18 meses de exposición se consignan en la tabla VII.

#### *Ensayo de permeabilidad*

En la tabla VIII se consignan los resultados del ensayo de

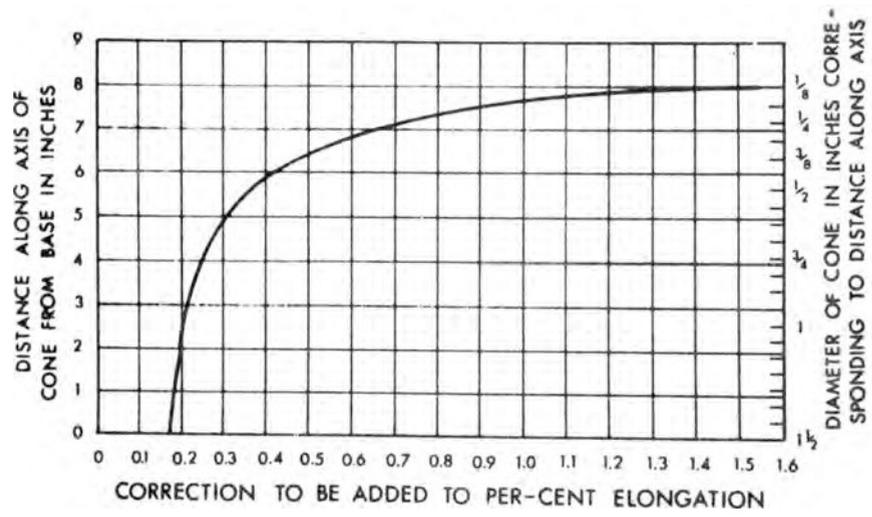


Gráfico n° 1

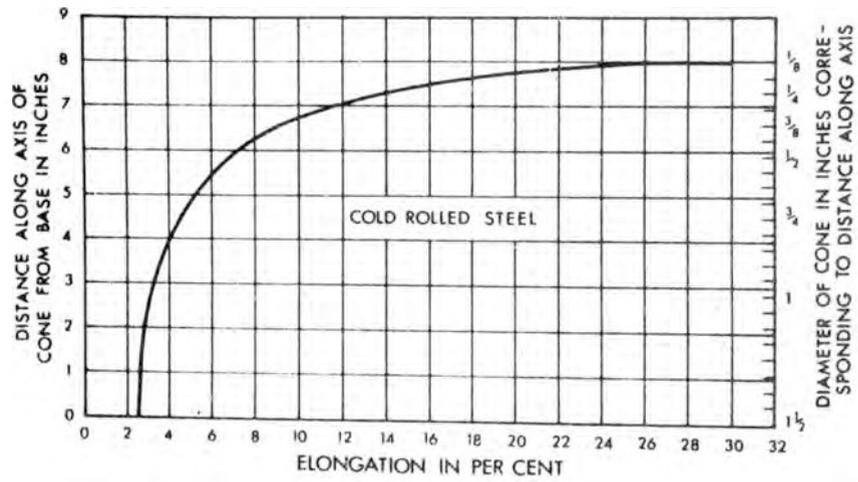


Gráfico n° 2

permeabilidad practicado por difusión de vapor de agua y empleando copas Gardner-Park. Este ensayo es el que ofrece la mejor correlación con los resultados del ensayo de exposición al exterior (1).

---

## ANALISIS DE LOS RESULTADOS

---

### *Doblado sobre mandril cilíndrico (IRAM 1068)*

Los resultados obtenidos en este ensayo (tabla II) para una elongación de 7,7 %, que es el valor calculado para las condiciones de ensayo, ponen de manifiesto que todos los barnices formulados satisfacen las condiciones exigidas cuando se trabaja sobre la película sin envejecer. Cuando se someten a envejecimiento y doblan a 20°C, como lo establece la norma IRAM 1068, no satisfacen el requisito las muestras que tienen incorporado 30 % de resina fenólica (barnices A-4, C-11 y D-15) y la muestra B-7, con 20 % de dicha resina. Cuando el doblado se efectúa a 5°C no cumplen el ensayo las restantes muestras que contienen 20 % de resina fenólica (A-3, C-10 y D-14).

Las muestras formuladas exclusivamente en base a resina alquídica y las que tienen incorporada resina fenólica en proporción del 10 % (A-1, B-5, C-8 y D-12; A-2, B-6, C-9 y D-13) cumplen las exigencias de la norma en todas las condiciones de envejecimiento y temperaturas de doblado.

Si se comparan estos resultados con los correspondientes a la exposición al exterior (tabla VII) se aprecia que las muestras de mayor elasticidad, indicadas en último término (las formuladas con resina alquídica y las modificadas con 10 % de fenólica) son las que presentan un apreciable desgaste superficial de la película en servicio. Son éstas también las muestras más permeables al vapor de agua (tabla VIII), con valores superiores de 1200 g/m<sup>2</sup>h. A la elevada permeabilidad de estas muestras debe atribuirse precisamente el deterioro que presentan durante la exposición al exterior dado que no se observan signos de cuarteado o agrietado en servicio, fallas éstas a las cuales debe relacionarse con las propiedades elásticas.

La norma IRAM 1068 establece que un barniz sintético debe soportar el ensayo de doblado en todas las condiciones indicadas sin cuarteado o agrietado y además debe satisfacer el ensayo de exposición a

la intemperie durante 12 meses sin presentar otras fallas que alteren significativamente el aspecto de la película. De acuerdo con los resultados de este trabajo puede apreciarse que esta técnica no permite diferenciar las muestras de bueno o regular comportamiento al exterior (A-3, C-11 y D-14; B-7 y C-10) de aquellas otras que presentan cuarteado (muestras A-4 y D-15) y que por tal causa tienen menor capacidad protectora.

#### *Doblado sobre mandril cónico*

Los resultados de la tabla III ponen de manifiesto que las películas de barnices sin envejecer satisfacen todas el ensayo y por lo tanto no puede tomarse éste en cuenta para establecer una referencia con respecto al comportamiento en servicio.

El ensayo practicado sobre películas envejecidas térmicamente, en cambio, permite realizar un ordenamiento, teniendo en cuenta el porcentaje de elongación que sufre la película de barniz y establecer así una correlación con los resultados de la exposición a la intemperie. Las muestras preparadas con resinas alquídicas únicamente y las modificadas con 10 % de resina fenólica (A-1, A-2, B-5, B-6, C-8, C-9, D-12 y D-13) son las que presentan mayor elongación, superior al 30 %. Las películas de las mismas se desgastan apreciablemente en servicio debido, como se dijo anteriormente, a su gran permeabilidad al agua.

Las muestras B-7 y C-10, que en uso real exhiben una regular pérdida de brillo, debido a alteración superficial, sin cuarteo, presentan valores de elongación comprendidos entre 17,4 y 30 %. Estas muestras tienen una permeabilidad al agua del orden de los 850 g/m<sup>2</sup>h.

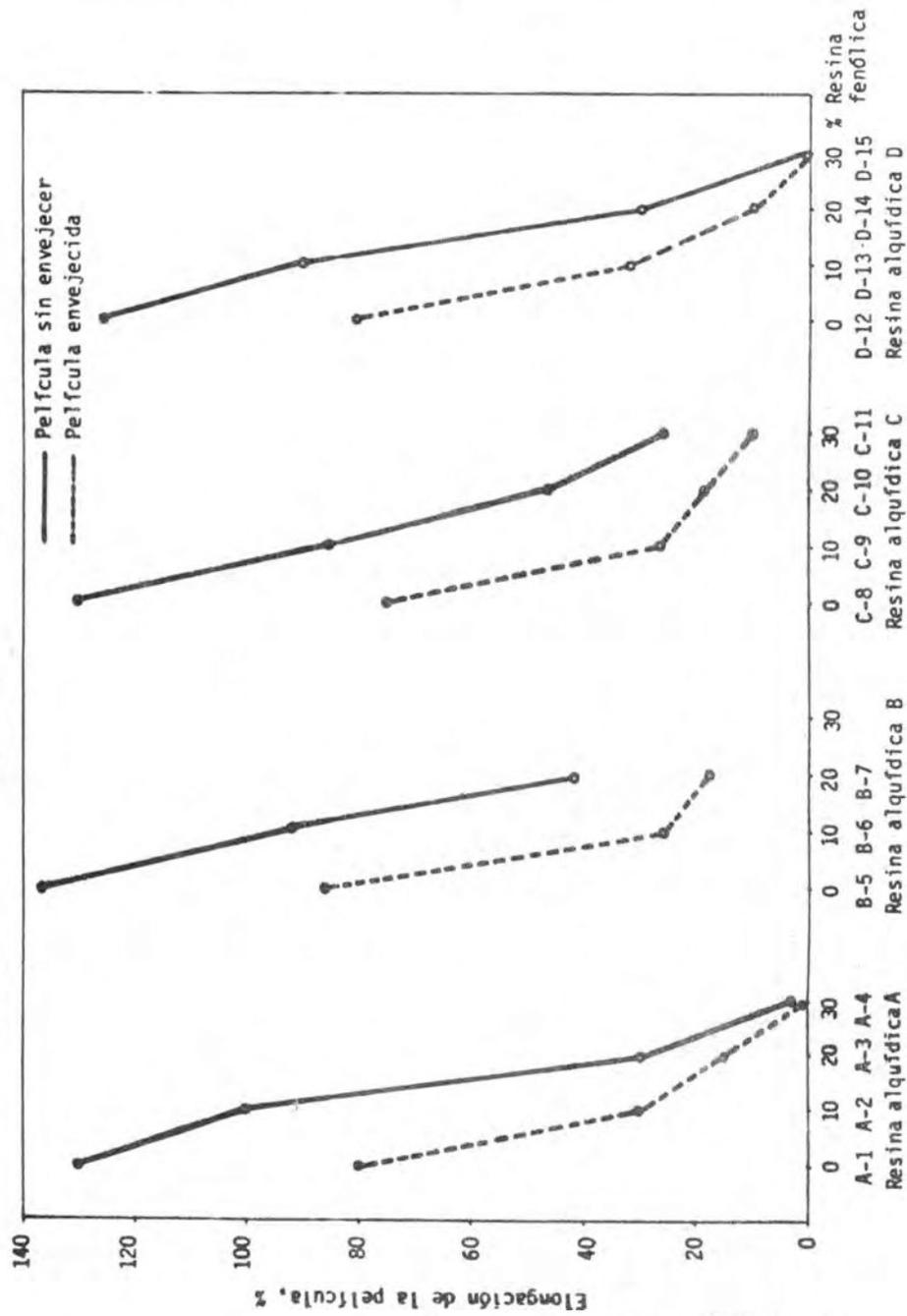
Finalmente las muestras que se han comportado satisfactoriamente en el ensayo al exterior luego de 18 meses (A-3, C-11 y D-14) presentan una elongación sobre película envejecida comprendida entre 8,2 y 13 % (su permeabilidad está comprendida entre 550-700 g/m<sup>2</sup>h), mientras que las que se cuartean en servicio presentan valores de elongación del orden del 3 % (absorción de agua, 450 g/m<sup>2</sup>h).

#### *Ensayo embutición Erichsen*

Los resultados presentados en la tabla IV vuelven a poner de manifiesto, al igual que los métodos anteriormente estudiados, que el ensayo practicado sobre películas sin envejecer no permite establecer el posible comportamiento de las muestras en servicio, ya que todos los valores obtenidos son del mismo orden.

Por el contrario los resultados correspondientes a paneles envejecidos ofrecen valores bien diferenciados para las distintas formulaciones. Se aprecia que las películas de barniz que sufren marcado desgaste durante la exposición al exterior (tabla VII, muestras A-1, A-2, B-5, B-6, C-8, C-9, D-12 y D-13) presentan valores de profundi-

CUADRO 1.- MODIFICACION DE LA ELONGACION POR TRACCION DE LA PELICULA DE BARNIZ  
EN FUNCION DEL ENVEJECIMIENTO Y DEL CONTENIDO DE RESINA FENOLICA



dad de embutición hasta cuarteado de la película, comprendidos entre 9,1 y 11,5 mm.

Las muestras que siguen en orden decreciente de alteración superficial en servicio con regular pérdida de brillo (muestras B-7 y C-10) cuartean con una profundidad de embutición del orden de los 4 mm.

Los barnices de mejor comportamiento al exterior (A-3, C-11 y D-14) presentan valores de embutición entre 1,6 y 2 mm y los que cuartean al exterior luego de 18 meses de exposición (A-4 y D-15) una profundidad de embutición del orden de los 0,5 mm.

#### *Ensayo de impacto*

Los resultados de ensayos realizados con impactor Hart sobre panel de hojalata o de hierro llevados a cabo tanto sobre película normal como envejecida (tabla V) no presentan correlación con los del ensayo en servicio (tabla VII). Los valores obtenidos no permiten diferenciar las muestras que se han comportado bien en el ensayo de exposición al exterior de aquellas que presentan distintas fallas al cabo de 18 meses.

#### *Ensayo de elongación por tracción*

Los resultados expuestos en la tabla VII pueden relacionarse con los del ensayo de exposición a la intemperie (tabla VII), tanto si se consideran los valores obtenidos sobre película normal como los correspondientes a películas envejecidas, según puede apreciarse a continuación:

Muestra	Película sin envejecer Elongación %	Película envejecida Elongación %	Comportamiento a la intemperie 18 meses
A-1 A-2 B-5 B-6 C-8 C-9 D-12 D-13	> 85	> 25	Desgaste marcado; total pérdida de brillo
B-7 C-10	46-42	18-19	Regular pérdida de brillo
A-3 C-11 D-14	26-30	10-15	Satisfactorio

Muestra	Película sin envejecer Elongación %	Película envejecida Elongación %	Comportamiento a la intemperie 18 meses
A-4 D-15	2	0	Regular cuarteado (reducción de su capacidad protectora)

De acuerdo con este ordenamiento cabría fijar como límites adecuados de elongación de una película de barniz, a fin de lograr buena resistencia para uso exterior, entre 25 y 30 % para material no envejecido y entre 10 y 15 % para película envejecida.

Dado que el ensayo se realiza sobre película libre, en una especificación deberá relacionarse el mismo con otro que establezca los requisitos de adhesión a un sustrato.

De todos los métodos empleados éste es el único que permite predecir el comportamiento de un barniz al exterior trabajando sobre la película sin envejecer. En el cuadro 1 se observa claramente la modificación que experimenta la elongación por tracción de la película de barniz en función del envejecimiento y del contenido de resina fenólica.

## CONCLUSIONES

1. La incorporación a barnices tipo alquídico de cantidades variables de resina fenólica produce una reducción en las propiedades elásticas de la película, en función directa de la proporción incorporada.
2. Las muestras de barniz de características elásticas muy elevadas se desgastan por exposición al exterior más rápidamente que aquellas de moderada elasticidad. Este hecho debe asociarse con su mayor capacidad de absorción de agua.
3. El ensayo de doblado sobre mandril cilíndrico en las condiciones establecidas por la norma IRAM 1068 y el ensayo de impacto Hart, proporcionan resultados cuyos valores no pueden relacionarse con los obtenidos en servicio. Ambos ensayos corresponden a métodos que emplean velocidad de elongación alta.
4. Los ensayos realizados con velocidades de elongación moderada (mandril cónico, embutición y elongación por tracción) producen resultados correlacionables con los del ensayo de exposición a la in-

temperie.

5. Los porcentajes de elongación obtenidos con el ensayo de mandril cónico sobre película envejecida, comprendidos entre 8 y 13 %, asociados a valores de permeabilidad por difusión de agua comprendidos entre 550 y 700 g/m<sup>2</sup>h, aseguran formulaciones de barniz aptas para uso exterior, con una durabilidad superior a 18 meses. A similares conclusiones se arriba si se consideran valores de profundidad de embutición Erichsen de 1,5 a 2 mm, sobre películas envejecidas. También, valores de elongación por tracción sobre película normal comprendidos entre 25 y 35 % o sobre película envejecida entre 10 y 15 % ofrecen las mismas seguridades.

---

#### BIBLIOGRAFIA

---

1. Aznar A. C. y Bruzzoni W. O.- Permeabilidad de películas de pintura y su relación con la capacidad protectora. Valoración por difusión de vapor de agua. CIDEPINT-ANALES, 1978, 129-155.
2. Schurr G. G.- Paint Testing Manual. Gardner Sward, 13th edition. 1972, 333.
3. Tordella J. P.- Mechanical properties of amorphous polymers. Official Digest, Federation of Paint and Varnish Production Clubs, 37, 349, 1965.
4. Bruzzoni W. O.- Influencia de los componentes de las pinturas emulsionadas sobre la resistencia a la abrasión húmeda. LEMIT, Serie II, n° 56, 1954.
5. ASTM D 1737-68.- Elongation of attached organic coatings with cylindrical mandrel apparatus.
6. IRAM 1109 Método B-V.- Método de determinación del doblado.
7. ASTM D 522-68.- Elongation of attached organic coatings with conical mandrel apparatus.
8. Norma DIN 53156.- Ensayo de embutición de pinturas, barnices y materiales similares, según Erichsen, sobre películas, con evaluación óptica.

T A B L A ICARACTERISTICAS DE LAS RESINAS ALQUIDICAS UTILIZADAS

Resina	Tipo	Alcohol	Aceite tipo	Por ciento de aceite	Viscosidad	Acidez	Color Gardner
A	Secante	Glicerol	Linaza	50	Z <sub>1</sub> - Z <sub>3</sub>	10	8
B	Secante*	Glicerol	Linaza-tung	50	S - V	13	12
C	Secante	Pentaeritritol	Linaza	56	Y - Z	10	8
D	Secante	Glicerol	Linaza	60	Y - Z	10	10

\* Modificada con colofonia

T A B L A II

ENSAYO SOBRE MANDRIL CILINDRICO (IRAM 1068)\*

Muestra	Película sin envejecer	Película envejecida 24 h a 105-110°C	
		Doblado a 20°C	Doblado a 5°C
A-1	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
A-2	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
A-3	Satisfactorio	Satisfactorio	Cuar-teado
A-4	Satisfactorio	Cuar-teado	Cuar-teado
B-5	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
B-6	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
B-7	Satisfactorio	Cuar-teado	Cuar-teado
C-8	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-9	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-10	Satisfactorio	Satisfactorio	Cuar-teado
C-11	Satisfactorio	Cuar-teado	Cuar-teado
D-12	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
D-13	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
D-14	Satisfactorio	Satisfactorio	Cuar-teado
D-15	Satisfactorio	Cuar-teado	Cuar-teado

\* Panel de hojalata, espesor 0,250 mm; espesor de película, 25 micrones; mandril de 3 mm de diámetro; elongación 7,7 %; humedad relativa 65 ± 5 %; temperatura de ensayo, 20°C.

## T A B L A III

## ENSAYO SOBRE MANDRIL CONICO (ASTM D 522-68)\*

Muestra	Película sin envejecer Elongación, %	Película envejecida** Elongación, %
A-1	> 30	> 30
A-2	> 30	> 30
A-3	> 30	13
A-4	> 30	2,8
B-5	> 30	> 30
B-6	> 30	> 30
B-7	> 30	17,4
C-8	> 30	> 30
C-9	> 30	> 30
C-10	> 30	30
C-11	> 30	13
D-12	> 30	> 30
D-13	> 30	> 30
D-14	> 30	8,2
D-15	> 30	2,8

\* Panel de acero, espesor 0,8 mm; espesor de película, 25 micrones; temperatura de ensayo, 20°C; HR,  $65 \pm 5$  %.

\*\* Envejecimiento por calentamiento 24 h a 105-110°C.

T A B L A IV

ENSAYO DE EMBUTICION (DIN 53 156)\*

Muestra	Película sin envejecer Profundidad de embutición, mm	Película envejecida** Profundidad de embutición, mm
A-1	11,7	11,5
A-2	12,5	10,2
A-3	11,8	1,6
A-4	10,6	0,4
B-5	10,0	10,0
B-6	10,0	10,0
B-7	10,0	4,5
C-8	10,0	9,1
C-9	10,5	9,5
C-10	10,5	4,0
C-11	10,5	1,8
D-12	10,5	10,5
D-13	10,5	10,5
D-14	10,5	2,0
D-15	10,5	0,5

\* Panel de acero, espesor 0,50 mm; espesor de película, 25 micrones; temperatura de ensayo, 20°C; HR, 65 ± 5 %.

\*\* Envejecimiento por calentamiento 24 h a 105-110°C.

## T A B L A V

## ENSAYO DE IMPACTO (IMPACTOR HART)\*

Muestra	Panel de hojalata		Panel de acero	
	Película sin envejecer	Película envejecida**	Película sin envejecer	Película envejecida**
A-1	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
A-2	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
A-3	Cuarateado	Cuarateado	Cuarateado	Cuarateado
A-4	Cuarateado	Cuarateado	Cuarateado	Cuarateado
B-5	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
B-6	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
B-7	Cuarateado	Cuarateado	Satisfactorio	Satisfactorio
C-8	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-9	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-10	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-11	Cuarateado	Cuarateado	Cuarateado	Cuarateado
D-12	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
D-13	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
D-14	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
D-15	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio

\* Paneles de hojalata, espesor 0,25 mm; paneles de acero, espesor 0,50 mm; impactor de 500 g, caída 30 cm; temperatura de ensayo, 20°C; HR, 65 ± 5 %.

\*\* Envejecimiento por calentamiento 24 h a 105-110°C.

T A B L A VI

ENSAYO DE ELONGACION POR TRACCION\*

Muestra	Película normal Elongación %	Película envejecida** Elongación %
A-1	130	80
A-2	100	30
A-3	30	15
A-4	2	0
B-5	136	86
B-6	93	26
B-7	42	18
C-8	130	75
C-9	85	27
C-10	46	19
C-11	26	10
D-12	125	80
D-13	90	32
D-14	30	10
D-15	2	0

\* Espesor de película, 30 micrones; velocidad de elongación, 6 cm/min; temperatura, 20°C; HR, 65 ± 5 %.

\*\* Envejecimiento por calentamiento 24 horas a 105-110°C.

## T A B L A VII

## ENSAYO DE EXPOSICION A LA INTEMPERIE (18 meses)

Muestra	Aspecto	Brillo inicial*	Brillo final*	Cuariteado (10 x)	Otras alteraciones
A-1	Malo	65	0	-	Mucho desgaste
A-2	Malo	70	0	-	Regular desgaste
A-3	Bueno	81	55	-	-
A-4	Regular	83	52	Regular	-
B-5	Malo	64	0	-	Mucho desgaste
B-6	Malo	69	0	-	Regular desgaste
B-7	Regular	75	42	-	-
C-8	Malo	64	0	-	Mucho desgaste
C-9	Malo	70	0	-	Regular desgaste
C-10	Regular	76	40	-	-
C-11	Bueno	82	52	-	-
D-12	Malo	62	0	-	Mucho desgaste
D-13	Malo	67	0	-	Regular desgaste
D-14	Bueno	81	51	-	-
D-15	Regular	83	48	Regular	-

\* Photovolt Glossmeter, unidad 660-A, según norma IRAM 1109, Método B-III; se considera como muy brillante un valor mayor de 80, como brillante entre 80 y 51, como poco brillante entre 50 y 26, como semi-mate entre 25 y 10 y como mate un valor inferior a 10.  
Nota.- Ninguna de las muestras presentó agrietado luego de la exposición a la intemperie.

T A B L A VIII

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

(Copa Gardner-Park, espesor de película 500 micrones)

Muestra	Permeabilidad (g/m <sup>2</sup> .h)	Composición
A-1	1 222	Resina alquídica
A-2	983	Resina alquídica - 10 % fenólica
A-3	707	Resina alquídica - 20 % fenólica
A-4	452	Resina alquídica - 30 % fenólica
<hr/>		
B-5	1 318	Resina alquídica
B-6	996	Resina alquídica - 10 % fenólica
B-7	831	Resina alquídica - 20 % fenólica
<hr/>		
C-8	1 516	Resina alquídica
C-9	1 020	Resina alquídica - 10 % fenólica
C-10	837	Resina alquídica - 20 % fenólica
C-11	612	Resina alquídica - 30 % fenólica
<hr/>		
D-12	1 766	Resina alquídica
D-13	935	Resina alquídica - 10 % fenólica
D-14	557	Resina alquídica - 20 % fenólica
D-15	425	Resina alquídica - 30 % fenólica

