

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA



INFORME TECNICO

Para la Obtención del Título Profesional de  
Ingeniero Químico.

**TEMA :**  
**"INVESTIGACION Y DESARROLLO EN UNA  
PLANTA DE PINTURAS Y AFINES"**

Presentado por :  
Soraya Arévalo Rivas

PROMOCION : 90 - II  
UNI , Marzo de 1996

A MIS PADRES

## AGRADECIMIENTO

Al Ing. Walter Zaldívar por su permanente asesoría en la elaboración del presente informe.

A Lorena y Antonio por su apoyo constante.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION .....	1
II. EL ORGANO EMPRESARIAL .....	3
2.1 La empresa .....	3
2.2 Estructura Orgánica .....	5
2.3 Líneas de Producción .....	7
2.4 Layout de las unidades de producción .....	8
III. TRABAJO PROFESIONAL .....	14
3.1 Cargo desempeñado .....	14
3.2 Funciones .....	14
IV. CONOCIMIENTOS TECNICO-PROFESIONALES .....	17
4.1 Conceptos básicos .....	17
4.2 Componentes de una pintura .....	17
4.3 Mecanismos de formación de una película .....	18
V. MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACION DE PINTURAS LATEX .....	20
5.1 Resina Látex .....	20
5.1.1 Mecanismo de la polimerización en emulsión .....	20
5.1.2 Componentes .....	25
5.1.3 Características .....	29
5.2 Espesantes .....	30
5.2.1 Proceso de Fabricación .....	31

5.2.2	Características .....	31
5.3	Pigmentos blancos .....	31
5.3.1	Dióxido de Titanio .....	32
5.3.2	Oxido de Zinc .....	33
5.4	Pigmentos extendedores .....	34
5.4.1	Silicas .....	34
5.4.2	Caolín .....	34
5.4.3	Talco .....	35
5.4.4	Micas .....	35
5.4.5	Tizas .....	35
5.5	Pigmentos de color .....	36
5.6	Dispersantes .....	37
5.7	Surfactantes .....	38
5.7.1	Solubilidad al agua .....	39
5.7.2	Solubilidad a los solventes orgánicos .....	40
5.7.3	Compatibilidad .....	40
5.7.4	Tensión interfacial .....	40
5.7.5	Tensión superficial .....	40
5.7.6	Emulsificación .....	41
5.7.7	Humectación .....	41
5.8	Bactericida .....	42
5.9	Antiespumante .....	43
5.10	Modificador de pH .....	46
5.11	Agentes coalescentes .....	46
VI.	PROCESO DE FABRICACION .....	47
6.1	Equipos .....	47
6.2	Manufactura .....	49
6.3	Contaminación biológica .....	50
VII.	PRUEBAS DE LABORATORIO .....	52
7.1	Pruebas en liquido .....	52
7.1.1	Peso por galón .....	52

7.1.2	Viscosidad .....	52
7.1.3	Fineza .....	53
7.1.4	pH .....	53
7.1.5	Contenido de No Volátiles .....	54
7.1.6	Estabilidad al almacenamiento .....	54
7.1.7	Estabilidad al recobro de la congelación .....	54
7.2	Pruebas en película seca .....	55
7.2.1	Poder cubriente .....	55
7.2.2	Desarrollo del color .....	55
7.2.3	Brillo .....	55
7.2.4	Nivelación .....	56
7.2.5	Resistencia al chorreo .....	56
7.2.6	Brochabilidad .....	56
7.2.7	Retoque .....	56
7.2.8	Resistencia a la abrasión húmeda .....	57
7.2.9	Resistencia a la lavabilidad .....	57
7.2.10	Prueba de craqueo .....	57
7.2.11	Resistencia al tizamiento .....	57
7.2.12	Resistencia a la luz .....	58
7.2.13	Resistencia a la interperie .....	58
VIII.	DESARROLLO DE LAS ETAPAS DE TRABAJO .....	59
8.1	Objetivo .....	59
8.2	Técnicas .....	59
8.2.1	Formatos .....	59
8.2.2	Registros y Estadísticas .....	60
8.2.3	Desarrollo de etapas .....	61
8.2.4	Evaluación económica .....	61
8.2.5	Escalamiento .....	62
8.3	Ejecución de un proyecto a nivel industrial .....	63
8.4	Aportes .....	63
IX.	CONCLUSIONES .....	65

X.	RESUMEN .....	66
XI.	BIBLIOGRAFIA .....	67
XII.	APENDICES .....	68
12.1	Apéndice A	
	Normas ASTM .....	68
12.2	Apéndice B	
	Certificados .....	108

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El presente Informe Técnico abarca el tema relacionado con la industria de fabricación de pinturas, siendo más específicos, la investigación y desarrollo que se realiza en esta área y que es donde se cumple nuestra actividad profesional. Es claro que en las últimas décadas la industria de la pintura ha evolucionado como una industria del recubrimiento, tomando los conocimientos de las tecnologías modernas de los plásticos, la construcción y la química, usando datos científicos, conceptos y teorías para predecir, analizar y reproducir resultados.

Es así como se encontrará en este informe los detalles de como se lleva a cabo un trabajo de desarrollo desde sus inicios, en una empresa con una sólida imagen y prestigio bien ganado a través de los años y que se recalcan en el Capítulo II.

En el Capítulo III se indican cuales son las funciones que se desempeñan a diario, en relación al propio trabajo y las interrelaciones con otras áreas.

En el Capítulo IV hacemos una introducción de lo que realmente es el mundo de las pinturas a base de látex, explicando algunos conceptos básicos para poder entender mejor los términos que se detallan en los capítulos posteriores.

En el Capítulo V se hace una explicación detallada de cada uno de los componentes en la formulación de una pintura látex, indicando de que manera brindan propiedades a la pintura. Estas pautas son básicas cuando se empieza a realizar formulaciones de productos nuevos o reformulaciones.

En el Capítulo VI se describe como es el proceso de fabricación de pinturas en la empresa y los criterios de elaboración de las mismas, obviamente pudiendo ser diferentes al de otras fábricas.

En el Capítulo VII se indican diversas pruebas de laboratorio al que se someten los ensayos para determinar sus propiedades y que son tan importantes, pues definen las características del producto final.



Todo el trabajo de desarrollo de un producto debe tener un orden y secuencia de actividades, así como también deben ser registrados todos los resultados obtenidos, de tal forma de poder informar adecuadamente todos los avances, todo ello es descrito en el Capítulo VIII.

En los Capítulos IX y X se hace un resumen general del presente informe y asimismo se enfatiza la importancia de los conocimientos académicos adquiridos, pues son la base para entender todo lo aquí señalado, como son las características de las pinturas y las técnicas de formulación.

## CAPITULO II

### EL ORGANO EMPRESARIAL

#### 2.1 La Empresa

La empresa Sherwin-Williams Peruana S.A. donde se desarrolla nuestra actividad profesional, está dedicada a la fabricación de pinturas, barnices y lacas (según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme), perteneciente al sector de la Industria química básica (según clasificación nacional). Esta se encuentra ubicada en la Av. Universitaria 340 en la zona industrial del cercado de Lima.

#### Su historia

Desde el año 1962, la compañía Matías Gildemeister S.A. importaba de los EE.UU. la pintura de marca "Sherwin-Williams" ya envasada para su venta directa al público. En esa época, en el Perú también se fabricaba esta pintura con la misma marca bajo licencia de Sherwin-Williams Co. de Ohio, USA. La empresa que suscribió originalmente este contrato fue la Compañía Industrial Pólux S.A., quien a su vez constituyó la sociedad denominada SHERWIN-WILLIAMS DEL PERU S.A. (Nótese la diferencia con la actual denominación SHERWIN-WILLIAMS PERUANA S.A.)

Sherwin-Williams Co. de Ohio USA, comprobó que la Compañía Industrial Pólux S.A., y su subsidiaria Sherwin-Williams del Perú S.A. incumplían con las especificaciones técnicas y formulación de las pinturas, y consideró que estos productos con su marca, fabricados con baja calidad, perjudicaban el prestigio que tenía a nivel mundial, por lo que decide rescindirles el contrato de licencia de fabricación y uso de marca.

Es en esas circunstancias que a finales del año 1966 Matías Gildemeister entra en negociaciones con Sherwin-Williams Co. y consigue suscribir el contrato de fabricación y uso de marca "Sherwin-Williams".

En dicho año, 1966, Matías Gildemeister S.A. ya tenía en el mercado peruano una trayectoria de 22 años desde su fundación en 1944. Su solvencia y prestigio eran reconocidos en el medio destacando como importadora y distribuidora de tractores y maquinaria para uso agrícola, vinos y licores franceses y alemanes, frutas confitadas, pasas, nueces, insumos para la fabricación de medicamentos, fabricación de champú para el lavado del cabello, fabricación de licores, representaciones de empresas del exterior, entre ellas Alco Power Inc., fabricante de máquinas ferroviarias.

Cuando a Matías Gildemeister S.A. se le presenta la posibilidad de montar una fábrica de pinturas; actividad que le era desconocida por completo, quiso evitar que un eventual fracaso en este nuevo giro arrastre consigo su bien ganado prestigio. Por tal razón decide constituir una nueva sociedad independiente que afronte lo que se presentaba como un gran reto.

La nueva sociedad, se funda el 27 de enero de 1967 con la razón social COMPAÑIA QUIMICO INDUSTRIAL QUIMOGILDE S.A.

No obstante que desde que se decidió constituir esta nueva sociedad se tuvo la intención que en su razón social figure la expresión "SHERWIN-WILLIAMS", identificándola con sus productos, por lo que debió esperar que transcurran seis meses desde que Sherwin-Williams Co. notificó a la Compañía Industrial Pólux S.A. la rescisión del contrato de licencia, ya que bajo las condiciones del aludido contrato ese era el lapso mínimo necesario para que liquide sus existencias con la marca "SHERWIN-WILLIAMS".

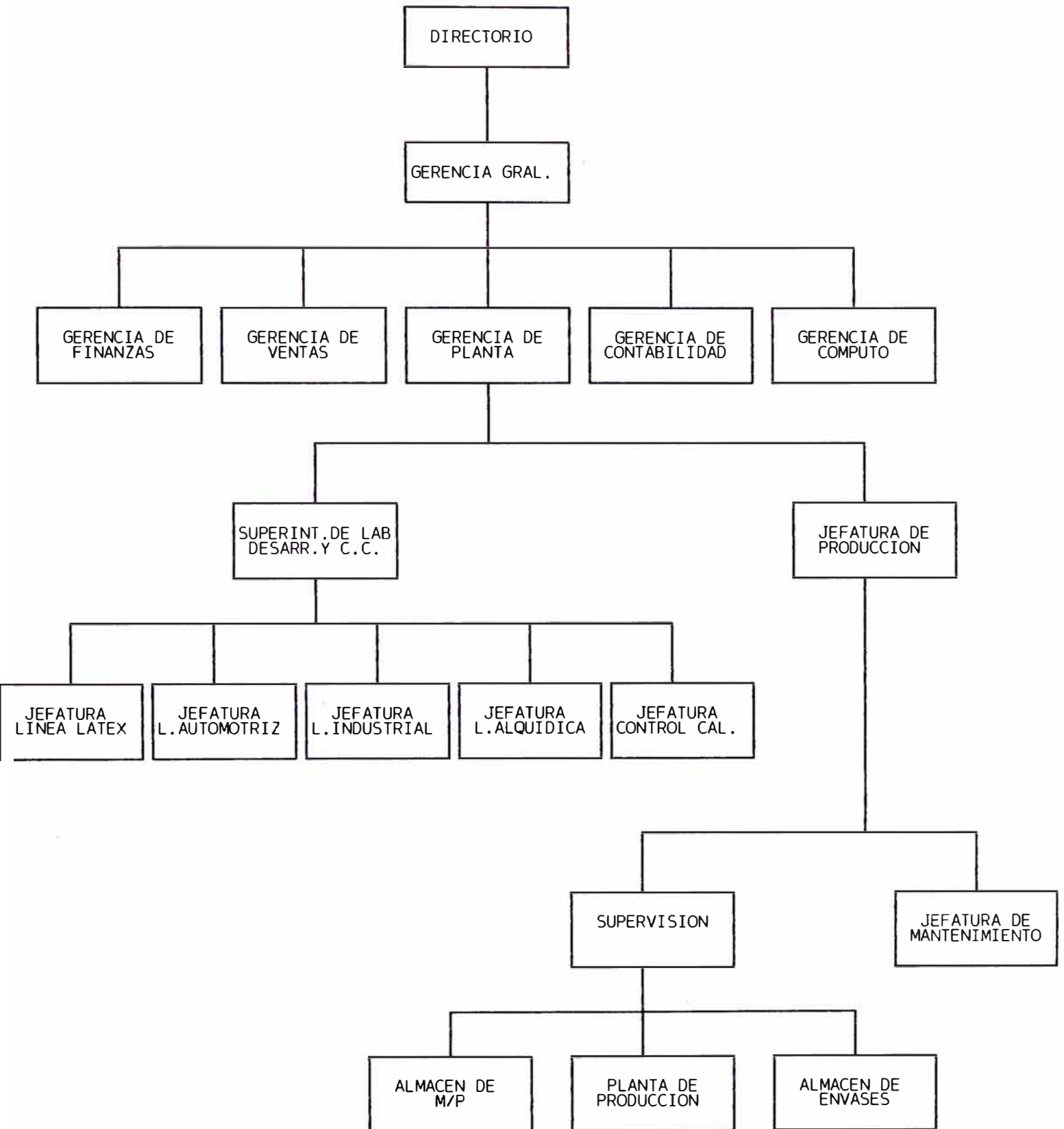
Transcurrido dicho lapso, el 22 de Junio de 1967 cambia su razón social a la actual denominación SHERWIN-WILLIAMS PERUANA S.A. y es así como inició sus actividades, con capitales primordialmente peruanos, construyendo e instalando una planta con equipo moderno.

## 2.2 Estructura Orgánica

Dentro de esta organización se tiene un gran grupo de personas calificadas, dedicadas integralmente a mantener y mejorar el prestigio ganado en el mercado industrial, y del cual estamos especialmente orgullosos del buen éxito logrado hasta la fecha. El afán es contribuir en la forma más eficiente al progreso de nuestro país y mantener la confianza de nuestros clientes mediante productos de primera calidad, elaborados con el respaldo tecnológico del mayor y más antiguo fabricante de pinturas en el mundo.

En el siguiente diagrama se indica la estructura orgánica de la empresa, en donde se puede apreciar los diferentes cargos, con especial detalle del área productiva, al cual pertenecemos (no se hace mención de las otras áreas).

# ESTRUCTURA ORGANICA DE LA EMPRESA



### 2.3 Líneas de Producción

La empresa se dedica a la fabricación de los más variados tipos de pinturas y anexos, y que indicamos a continuación:

#### A. Pinturas decorativas

a.1 Pinturas lavables a base de látex para interiores y exteriores (Kem Látex, Excello Látex y Colonial Látex Dura-Vinil).

a.2 Bases y selladores para paredes (Pasta Mural Kem, Sellador para muros transparente y blanco)

a.3 Esmaltes, Barnices y anticorrosivos para uso doméstico (Esmalte Sintético Colonial, Kem-Glo, Anticorrosivo Colonial, Oleo Mate, Sellador Antialcalino Kem-O-Lite, barniz marino).

#### B. Pinturas para Mantenimiento Industrial y Marino

b.1 Pinturas para mantenimiento industrial de tanques, estructuras, plantas químicas, etc. (pinturas epóxicas, poliuretanos, bituminosos, etilsilicatos, vinílicos, caucho clorado), pinturas resistentes a altas temperaturas.

b.2 Pinturas marinas para embarcaciones, plataformas petroleras, tuberías submarinas, etc. (pinturas anti-incrustantes o antifouling, tipos convencionales, vinílicos, caucho clorado, epóxicas, autopulibles)

#### C. Pinturas de Acabado Industrial

c.1 Pinturas de secado al aire a base de resinas alquídicas ( Esmaltes Sher-Lux, Kem Lustral)

c.2 Pinturas de secado al horno (Esmaltes horneables alquídicos, esmaltes horneables alquídicos electrostáticos, esmaltes horneables acrílicos, esmalte horneable acrílico electros-

tático, esmalte horneable troquelable).

c.3 Lacas para madera a base de nitrocelulosa (línea Opex).

D. Pinturas Línea Automotriz

d.1 Pinturas para automóviles (base zincromato, base combo, lacas acrílicas metálicas y perlados).

d.2 Pinturas para transporte liviano y pesado

- Sistema convencional: base y esmalte Acrílico

Sistema Poliuretano: Primer-Sealer, Base Surfacer y Esmalte de acabado.

E. Productos especiales

Acondicionador de metales, removedor de pintura, preservante y tapaporos para madera, pintura para piscinas, pintura para pizarra, etc.

F. Solventes y Reductores

Solventes y reductores para todos los tipos de pintura arriba mencionados.

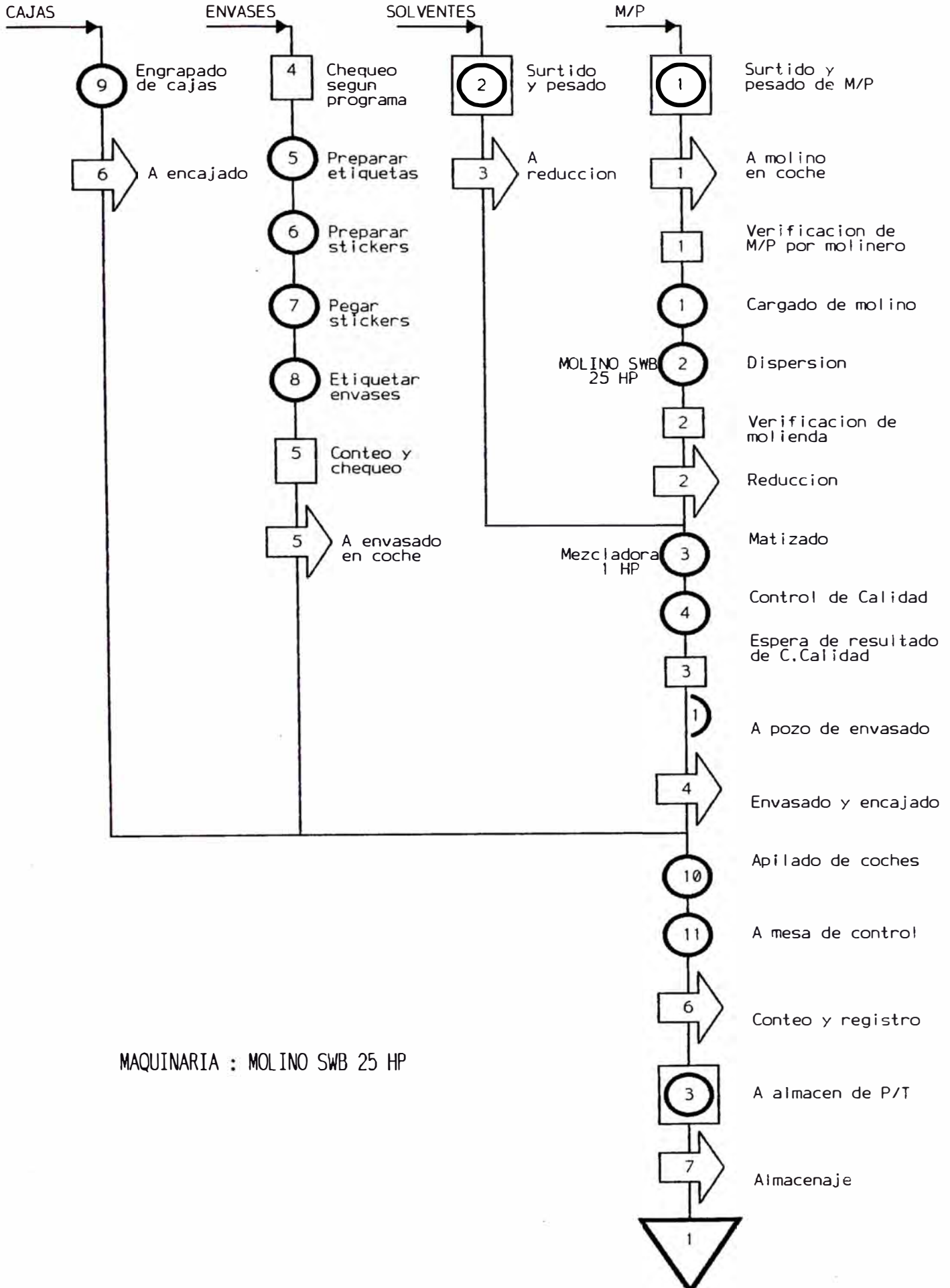
G. Productos Línea National Chemsearch

Desengrasantes industriales (ND-150 y Clix), descarbonizador y removedor de barnices para motores eléctricos (CTD-99), Solvente Di-eléctrico para limpieza de motores (SS-25).

2.4 Layout de las unidades de producción

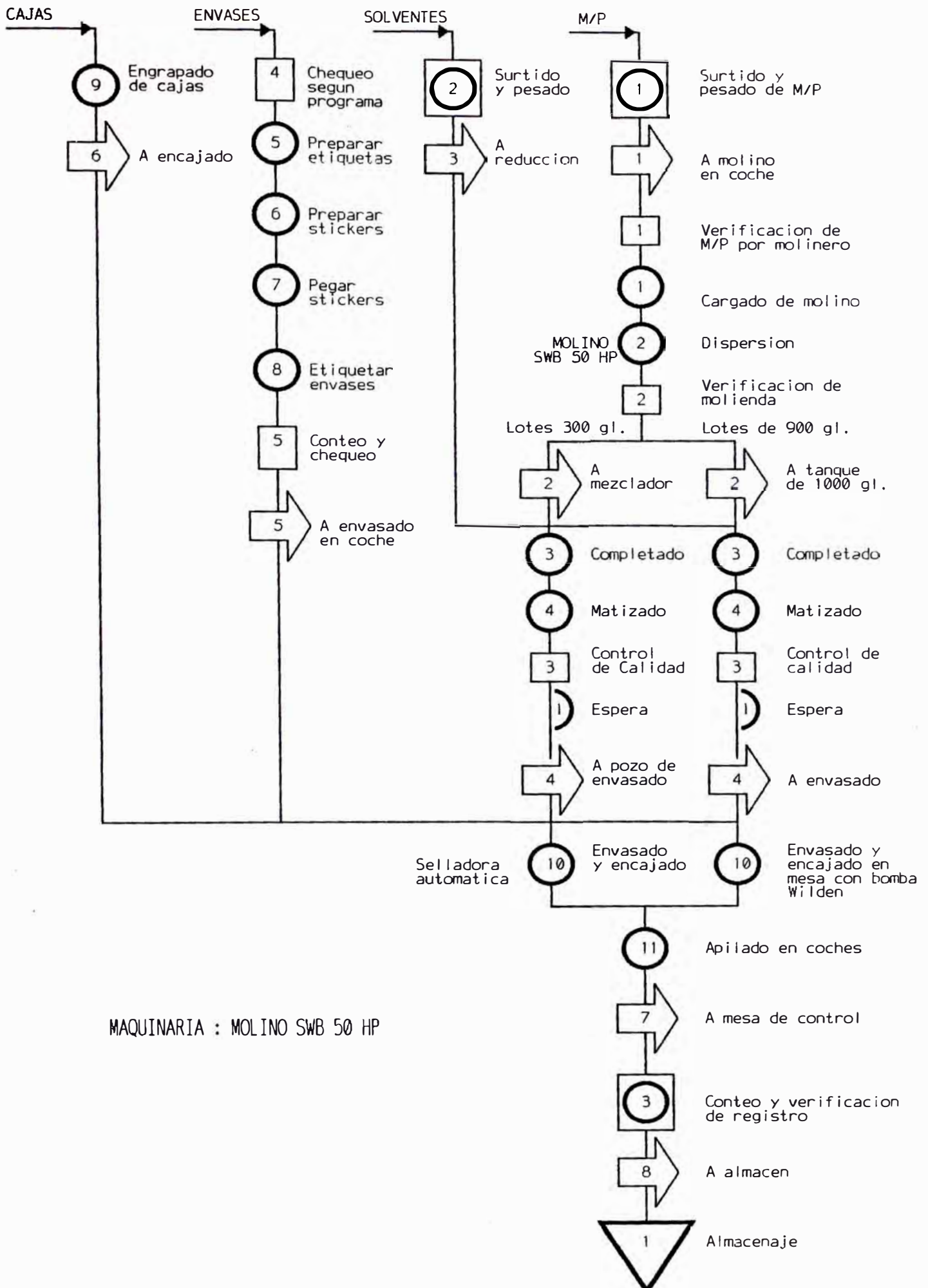
A continuación se muestran los diagramas de operaciones para los diferentes tipos de pinturas que se fabrican en planta, así como también un diagrama de recorrido general, teniendo en cuenta el tipo de molino donde se va a realizar la molienda o dispersión de los productos.

## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO ESMALTES Y LACAS



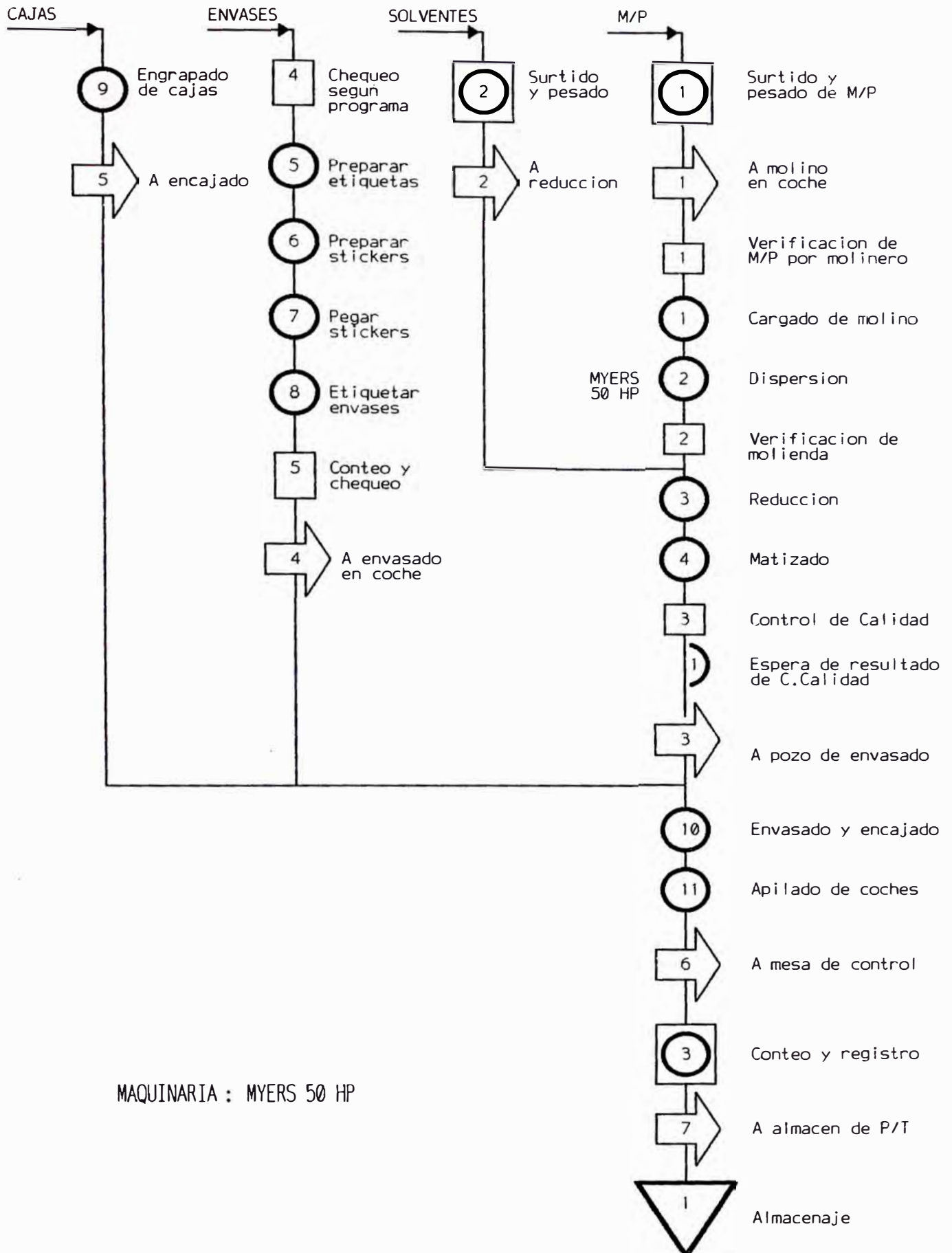


# DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO ESMALTES Y ANTICORROSIVOS

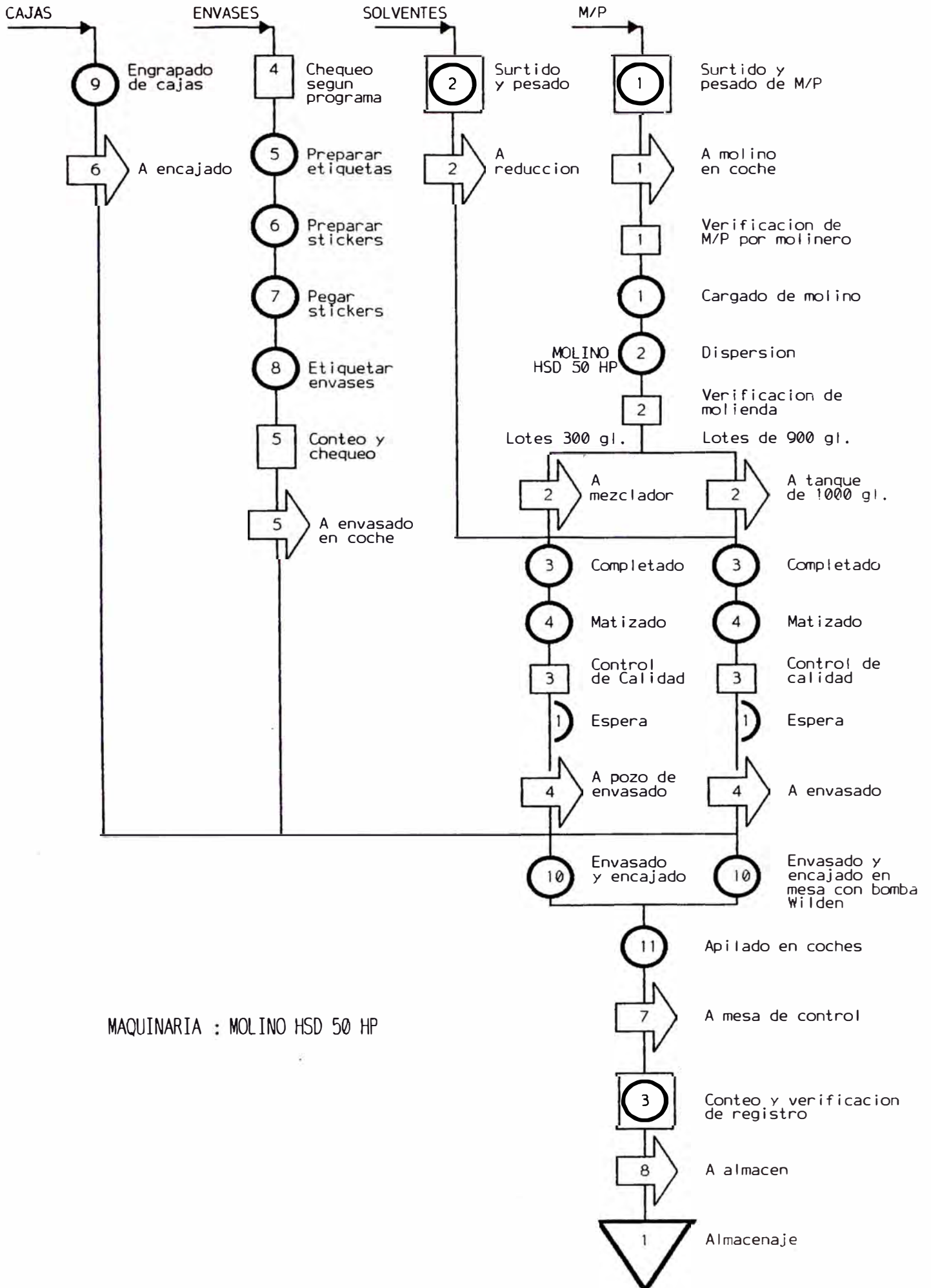


MAQUINARIA : MOLINO SWB 50 HP

## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTOS DE ALTA VISCOSIDAD

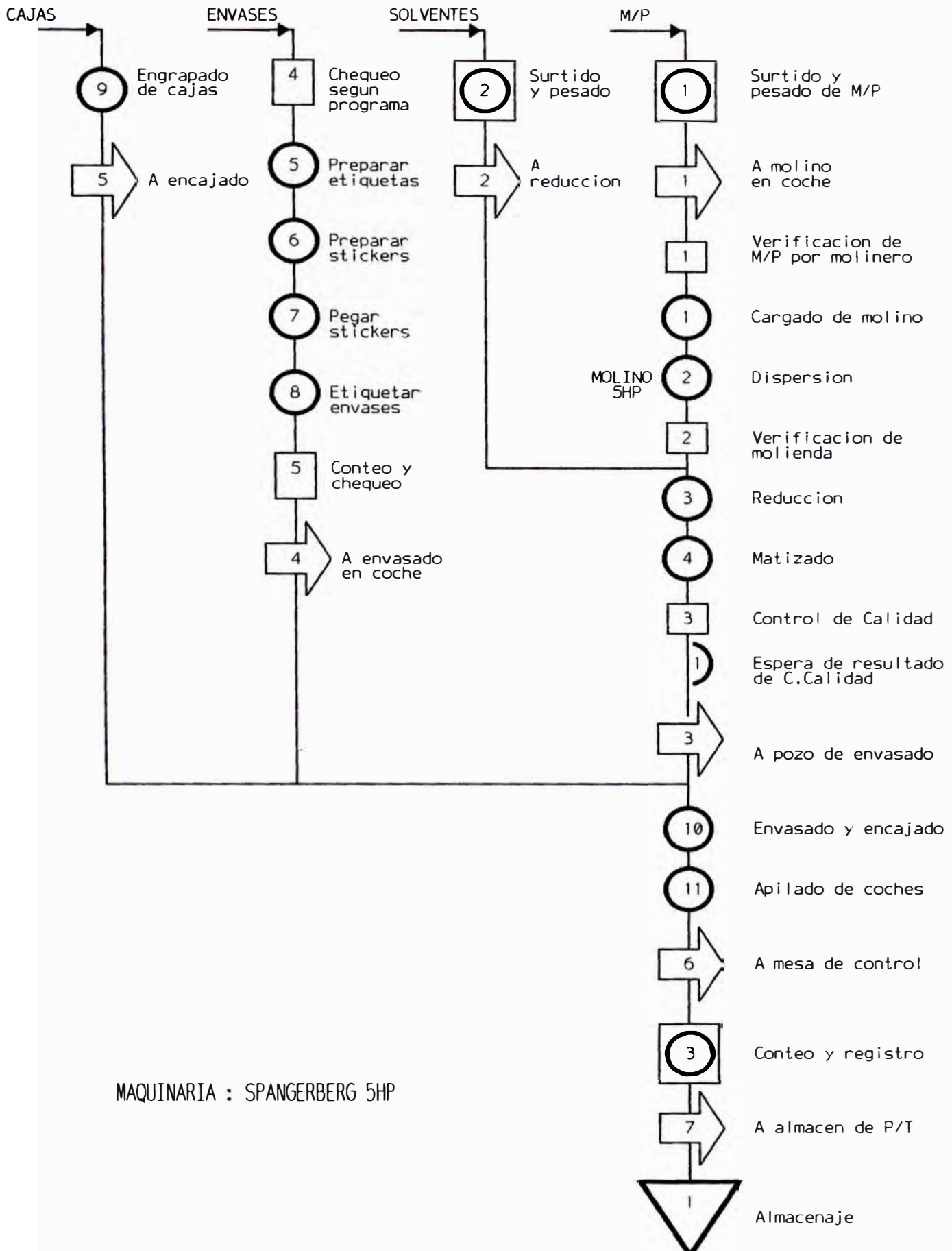


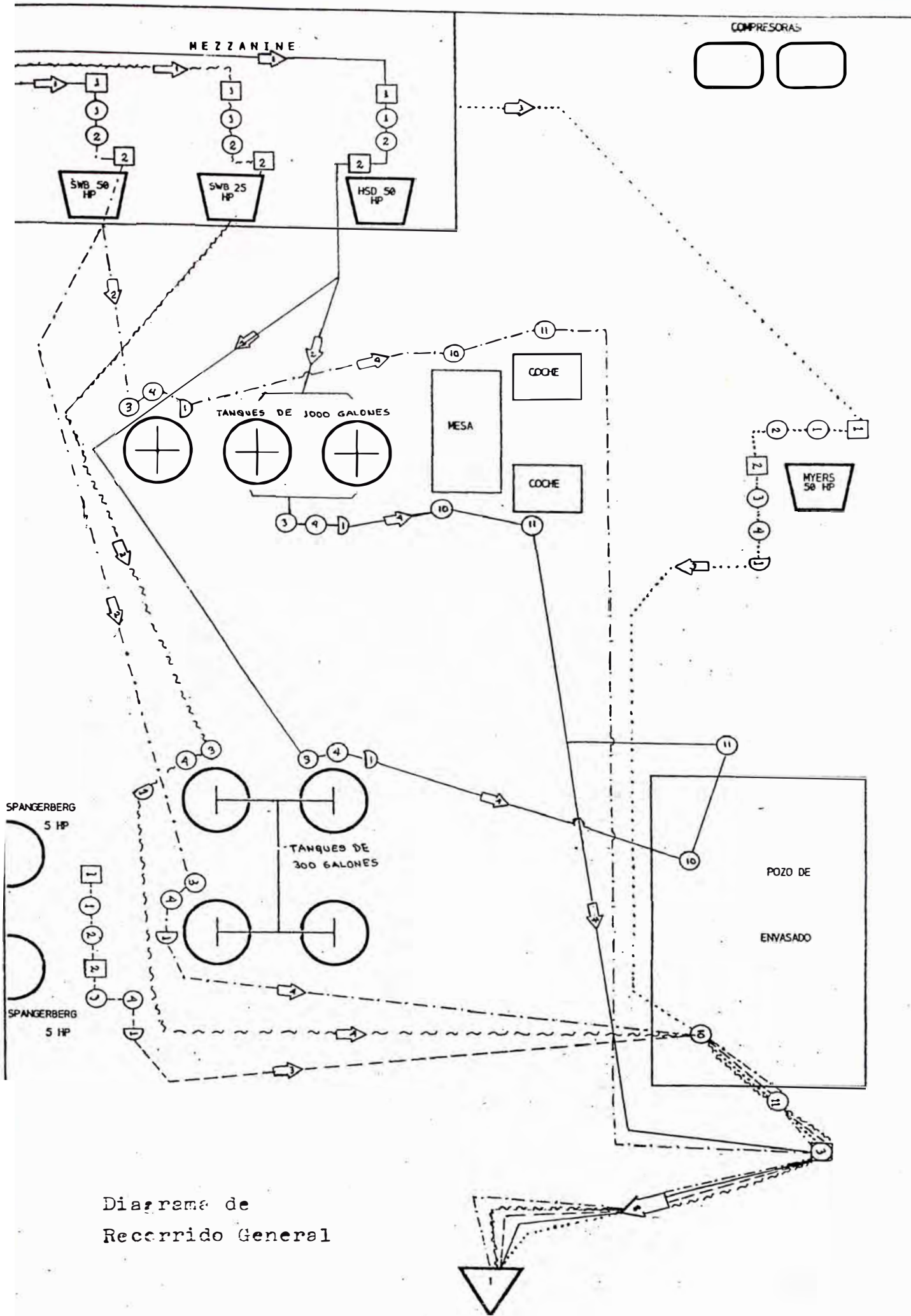
# DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO PINTURAS LATEX



MAQUINARIA : MOLINO HSD 50 HP

## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO LACAS Y PINTURAS LATEX





## CAPITULO III TRABAJO PROFESIONAL

### 3.1 Cargo desempeñado

El área donde se desempeña nuestra labor se encuentra en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo, la cual es considerada como una de las secciones mas importantes de la planta. Aquí se evalúa cada producto nuevo antes de su comercialización, realizando un trabajo continuo de investigación, a fin de proveer al mercado de nuevos productos para los más variados y específicos requerimientos.

El cargo que desempeño es como Ingeniera Formuladora, Jefe de la Línea de Pinturas Látex del Laboratorio de Investigación y Desarrollo, teniendo a mi cargo a un técnico que apoya en las labores operativas.

### 3.2 Funciones

Las funciones que se asignan al cargo son las siguientes:

- a. Desarrollo de nuevos productos (pinturas) afines a la línea asignada, de acuerdo a los planes y/o proyectos trazados, los cuales a su vez fueron definidos en acuerdo con la Gerencia de Ventas, Marketing y la Gerencia de Planta.
- b. Evaluación y definición de los parámetros de cada producto nuevo desarrollado, antes de su comercialización, así como también elaboración de las hojas técnicas correspondientes.
- c. Presentación y exposición ante todo el personal de Ventas de un nuevo producto desarrollado, indicando y dando todos los parámetros necesarios para que se realice una buena labor de venta.

- d. Desarrollo de fórmulas alternativas de aquellas ya definidas, en el caso de necesidad de cambio de alguna materia prima, dando de esta forma soluciones inmediatas al área de producción.
- e. Solicitar muestras de nuevas materias primas para sus respectivos desarrollos o proyectos a los proveedores nacionales o extranjeros, de acuerdo a los requerimientos, incluyendo la información técnica correspondiente.
- f. Evaluación de materias primas alternas o sustitutos de los estándares y realizar el informe respectivo a la Superintendencia de Laboratorio de Desarrollo con copia a Gerencia de Planta.
- g. Evaluación periódica de los productos de la competencia, similares a los de la empresa, y preparar un informe pormenorizado de la clasificación de éstos a la Gerencia de Ventas y Gerencia de Planta.
- h. Brindar apoyo al área de Logística, manteniendo una estrecha comunicación con respecto a los productos estándares y sustitutos.
- i. Dar entrenamiento al personal de Ventas y de Servicio Técnico periódicamente o cuando se solicite en lo referente a los productos y sus técnicas de aplicación, dando de esta manera, las herramientas básicas para su buen desempeño.
- j. Realizar periódicamente charlas al personal operativo de producción en lo que se refiere al reconocimiento y manipuleo de materias primas, así como también del correcto proceso de fabricación, con el fin de mejorar el nivel técnico del personal.
- k. Apoyar al área de Servicio Técnico, brindando asesoría de campo a los clientes que lo soliciten.

- l. Ingreso a la red de base de datos del Sistema de Cómputo de la empresa de las fórmulas records vigentes de todos los productos asignados a la línea, y elaboración de las tarjetas de formulación respectivas para el archivo de la Gerencia de Planta.
- m. Supervisar, dando las pautas necesarias, en los casos de producción de nuevos productos (primer lote), de tal forma de asegurar el buen desempeño y calidad del trabajo operativo.
- n. Revisión diaria de las Ordenes de Producción (parte de producción), firma y aprobación, para su envío a la planta. Cualquier cambio en la formulación sólo puede ser hecha por el Ingeniero Formulador y bajo su responsabilidad.
- ñ. Preparar mensualmente el Plan de Trabajo y presentación a la Gerencia de Planta, indicando objetivos y plazos estimados. Al cabo del mes se deberá presentar un informe con las metas alcanzadas.

Tambien existen labores diarias que se realizan durante el desempeño de las actividades, como es la de apoyar al área de Control de Calidad, por alguna consulta, cuando éste lo requiera.



CAPITULO IV  
CONOCIMIENTOS TECNICO-PROFESIONALES

4.1 Conceptos básicos

- Pintura

Es la mezcla homogénea de sustancias dispersadas en un vehículo para formar una película sólida al ser aplicada sobre una superficie.

La pintura aplicada tiene dos finalidades primordiales: proteger y embellecer las superficies.

- Batch (Lote)

Cantidad total de un material producido en una operación de mezcla final después de que todos los procesos de producción son completados.

-Espesor de película

Cualquier pintura que se aplica sobre una superficie deja un espesor de película determinado, de un grosor por lo general constante. Este espesor se expresa en mils (unidad que equivale a 25.4 micrones o 0.025 milímetros).

4.2 Componentes de una pintura

- Vehículo

Está conformado por resinas que son los que van a dar las propiedades a la pintura como brillo, adherencia, dureza, entre otros.

- Pigmentos

Estos son compuestos químicos en polvo o en pasta, ya sea orgánicos o inorgánicos, que sirven para dar color a una pintura o alguna otra propiedad.

- Aditivos

Estos compuestos son utilizados en pequeñas cantidades para dar ciertas características específicas a la pintura.

#### - Solventes

Todos los solventes utilizados son orgánicos, excepto el agua, y es éste último el principal solvente para las pinturas a base de látex.

#### 4.3 Mecanismos de formación de la película de pintura

Una pintura una vez aplicada sobre una superficie, empieza a secar y formar una película homogénea. En el caso de las pinturas a base de látex, el mecanismo que sigue es un proceso complejo. Luego de la aplicación de la película de pintura, se produce una disminución del contenido de agua por el proceso de secado, causada por la evaporación de agua en la superficie de la película, y la penetración del agua en el sustrato. Esto resulta en una disminución de la distancia entre las partículas de la resina. Debido a la tensión superficial y a las fuerzas internas, las partículas se obligan a unirse entre si, es decir se produce la coalescencia entre ellas. Las partículas entonces, se encuentran en forma de un aglomerado esférico muy denso con alto volumen de sustancia sólida, y finalmente con la desaparición definitiva del agua remanente las partículas son deformadas con el fin de reducir completamente los espacios entre ellas.

Las dispersiones de resina sintética de partículas finas presentan una gran capacidad ligante de los pigmentos y cargas a elevadas concentraciones.

Un aspecto importante que debe considerarse para la correcta formación de película es la temperatura mínima de formación de película (TMFP), ésta puede variar desde 5 °C a 25 °C, dependiendo del tipo de resina.

Sólo por encima de la temperatura mínima de formación de película, las partículas son lo suficientemente plásticas para garantizar la coalescencia.

# MECANISMO DE FORMACION DE PELICULA EN UNA RESINA LATEX

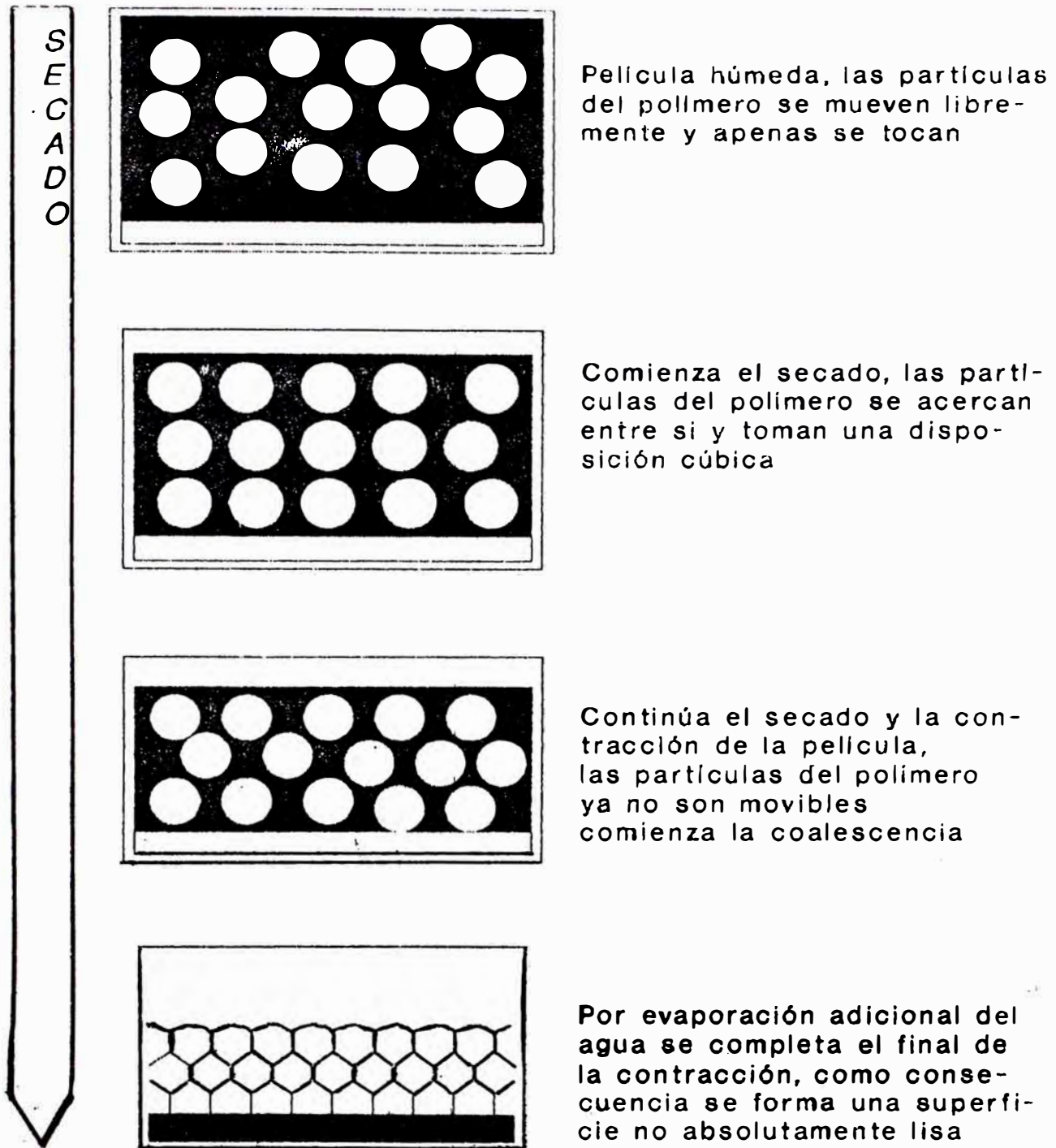


Fig. 1

## CAPITULO V

### MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACION DE PINTURAS LATEX

Como el trabajo que se realiza en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo implica un conocimiento total de las materias primas utilizadas, para poder adelantar o predecir ciertas propiedades del producto final (pintura), y además comprender el comportamiento de éste durante su aplicación y las características que presentará durante el tiempo sobre la superficie aplicada, es importante describir las características básicas de estas materias primas, ya que es lo más esencial para cualquier ingeniero formulador.

#### 5.1 Resina Látex

Las resinas más usadas para este tipo de pinturas son las del tipo polivinil-acrílico. Están compuestas de polímeros en emulsión en donde los monómeros son primariamente acetatos de vinilo (80-90%) y los comonómeros son básicamente acrilatos y meta-acrilatos. Este tipo de monómeros imparte a la pintura las propiedades de dureza y durabilidad.

Las resinas látex son del tipo termoplásticas las cuales son de cadena larga y alto peso molecular y forman película sin acción química externa.

##### 5.1.1 Mecanismo de la polimerización en emulsión

La polimerización involucra el rompimiento del doble enlace carbono-carbono, siendo esta una reacción exotérmica, dependiendo del tipo de monómero en relación al calor liberado.

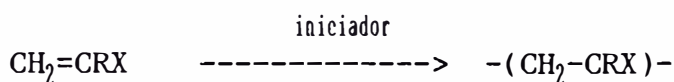
Existen diferentes técnicas de polimerización, pero la que se relaciona con nuestro tema es la polimerización en emulsión en la cual se usan iniciadores solubles en agua dentro de la

reacción. Sus componentes son :

Monómero(s) + iniciador(res) + agua + [coloide(s)  
+ buffer(s) + surfactante(s)]

#### Mecanismo de Polimerización

Los monómeros vinílicos y acrílicos se polimerizan para formar una cadena larga de la siguiente manera :



Monómero

Polímero

El mecanismo de la polimerización en emulsión aún es materia de debate. Pero para el sistema industrial los mecanismos comunmente aceptados basados en las teorías académicas son en cierto modo empíricos. Una de las principales diferencias es en la concentración de los surfactantes usados y los métodos de adición. Esto tiene importancia en la micela y las concentraciones críticas de la micela (C.M.C.) y las hipótesis que dependen de esto.

Sin embargo, variando la solubilidad de los monómeros en el agua, se pueden causar diferentes mecanismos.

Todas las teorías indican el rol que juega el surfactante en la formación de las micelas. Los surfactantes son moléculas anfotéricas que contienen grupos hidrofílicos e hidrofóbicos y estos grupos se alinean por sí mismo dependiendo de su alrededor. Las moléculas de surfactante se disuelven en el agua y también forman micelas por la orientación que toman, así los grupos hidrofílicos son "disueltos" en el agua y los

grupos hidrofóbicos son forzados a aglomerarse entre sí. La micela puede ser considerada como un agregado hidratado y puede ser dibujada de la siguiente manera.

Molécula de surfactante disuelto

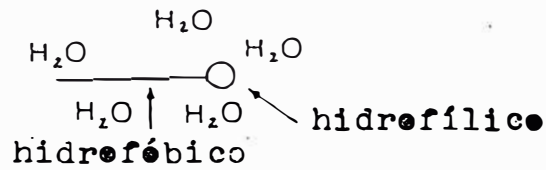


Fig. 2

mas realistamente



Fig. 3

Una representación esquemática de una micela es:

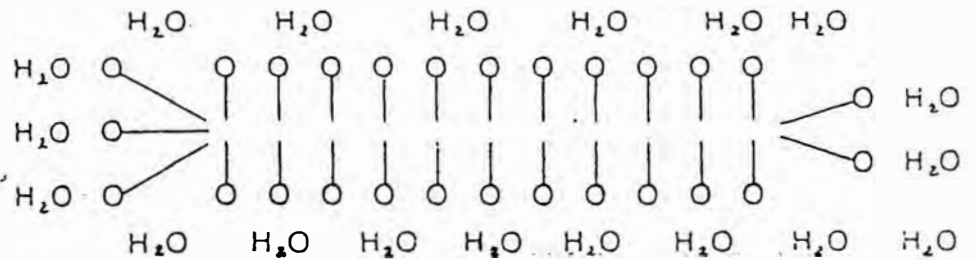


Fig. 4

En las gotitas del monómero, la porción hidrofóbica (soluble en aceite) de la molécula del surfactante se "disuelve" y la porción hidrofílica se mantiene en la superficie de las gotitas, por esa razón las estabiliza. Esto puede representarse esquematicamente como sigue:

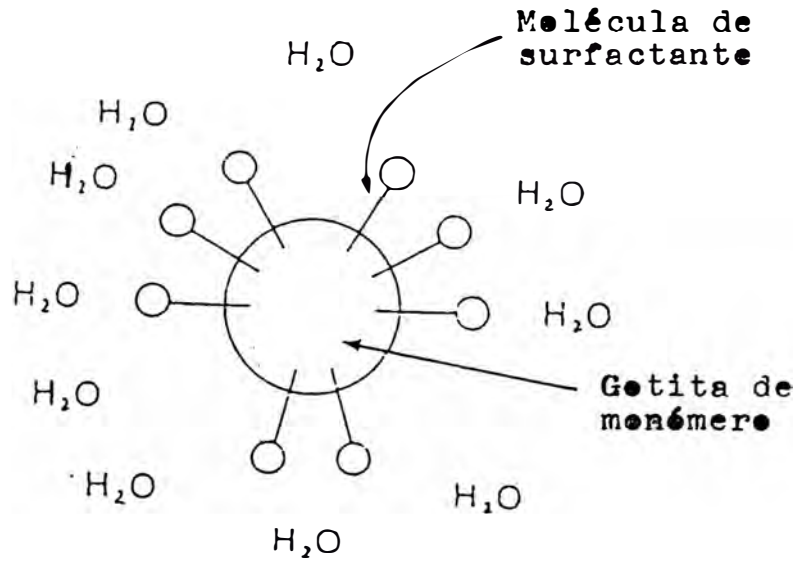


Fig. 5

El mecanismo simplificado de la polimerización emulsionada donde el monómero es agregado a la fase acuosa conteniendo un solo surfactante y un iniciador se puede resumir de la siguiente manera: La fase acuosa (agua) debe tener una buena agitación, pues si éste es inadecuado causaría una desestabilización del látex. Esta fase contiene el surfactante disuelto formando micelas, el número y concentración depende de la estructura química y la concentración del surfactante y la presencia de otros surfactantes. La mayoría de los látex usados en la industria poseen más de uno. Es sabido que las micelas se forman porque los surfactantes tienen un exceso de solubilidad y esto se hace presente en forma de micela, las cuales consisten generalmente entre 50-100 moléculas de surfactante.

Existe una concentración mínima de emulsificador al cual las primeras micelas empiezan a aparecer y esto está relacionado con la concentración crítica de micela (CMC). La importancia del CMC esta durante la polimerización, pues cuando la concentración del surfactante esta siendo reducida drásticamente, es ahí cuando el CMC determina el punto al cual la micela desaparece.

El estado inicial se asume que debe ser la fase acuosa, consistente de micelas y surfactante disuelto.

El monómero se agrega a este sistema y la agitación lo rompe en gotitas, el tamaño depende parcialmente de la agitación y la tensión superficial. A medida que se van formando estas gotitas, el monómero se disuelve en el agua y también se solubiliza en las micelas del surfactante. De esta manera, el monómero está presente en tres estados distintos, a pesar de la simplicidad del sistema. Las gotitas de monómero son estabilizadas por las moléculas del surfactante, como ya se indicó, y las micelas conteniendo centros hidrofóbicos sirven para solubilizar fácilmente al monómero. Esto puede representarse de la siguiente manera (donde M representa una molécula de monómero) :

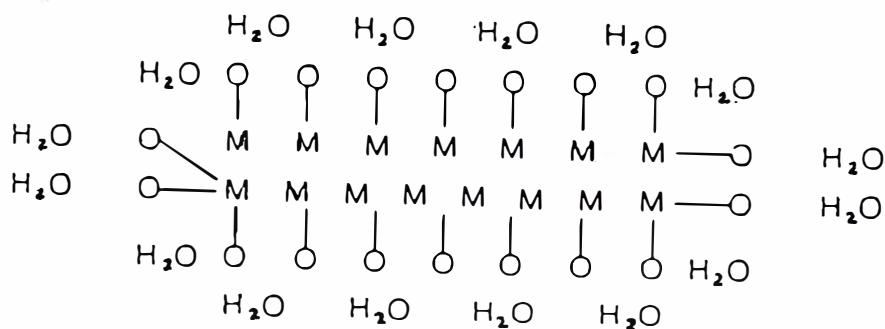


Fig. 6

La afinidad de un monómero por un surfactante particular es importante. Diferentes monómeros requieren diferentes surfactantes.

Las micelas que contienen el monómero son significativamente más pequeñas que las gotitas de monómero estabilizado por el surfactante y mucho más abundantes.



La mayoría de las moléculas iniciadoras son disueltas en el agua. Sin embargo los iniciadores solubles en aceite son usados algunas veces y tienden a disolverse en el monómero como gotitas o micelas. De esta manera, antes de que cualquier polimerización ocurra hay un equilibrio dinámico entre las diferentes partes del sistema. El iniciador se disocia en radicales libres y estos reaccionan con el monómero disuelto formando especies que se propagan.

#### 5.1.2 Componentes

Los cuatro componentes básicos de un sistema de un polímero emulsionado son :

El monómero vinílico (que usualmente es una mezcla de comonómeros), un iniciador, surfactantes y el agua. También otros componentes que se incluyen son los coloides, buffers, agentes coalescentes y plastificantes.

Un término usado comunmente en la tecnología de la polimerización emulsionada es la "fase agua", la cual se refiere al medio de dispersión acuosa e incluye el agua, surfactantes, coloides y buffers. Dependiendo de la tecnología usada, la fase agua puede o no incluir el iniciador o sistema iniciador.

##### a. Monómeros

La mayoría de los monómeros vinílicos se adaptan muy bien a la polimerización emulsionada. Estos deben ser solubilizados por los surfactantes en forma de pequeñas gotas o micelas. Cuando el monómero vinílico contiene una cadena larga con grupos alquil (por ejemplo acrilatos y metacrilatos lauril y estearil) la polimerización

se retarda debido a una conversión lenta del monómero.

Los látex emulsionados forman película por evaporación de la fase agua, seguida por la coalescencia del polímero restante. Para que el polímero forme una película coherente debe ser de un peso molecular lo suficientemente alto y la temperatura del sistema debe ser arriba del T.M.F.P. (Temperatura Mínima de Formación de Película), la cual esta gobernada por la Temperatura de Transición vítrea (Tg) del monómero el cual representa el cambio de estado vítreo a plástico; arriba de la Tg un polímero es flexible y tiene una alta elasticidad.

#### b. Surfactantes

Los surfactantes (y coloides) controlan muchas de las propiedades de los polímeros y es requisito necesario el conocimiento previo de su naturaleza y características para entender su complejidad. Una molécula conteniendo un grupo soluble en agua (hidrofílico) químicamente unido a un grupo insoluble en agua (hidrofóbico) actua como surfactante. Cuando el surfactante es disuelto en agua las moléculas individuales se concentran en la interface aire-agua donde los grupos hidrofílicos se encuentran en el agua y los grupos hidrofóbicos permanecen en la fase aire. La concentración de las moléculas individuales del surfactante en el agua esta limitada a una cantidad mínima para formar las micelas. Existe un nivel de concentración crítica por debajo del cual no se formarán micelas. Este nivel mínimo requerido es conocido como C.M.C.

Los surfactantes se clasifican de acuerdo al tipo iónico del grupo hidrofílico, como aniónicos, catiónicos o no-iónicos.

El rol de un surfactante en la polimerización emulsionada puede variar durante el curso de la polimerización. Inicialmente contribuye a la velocidad de polimerización y formación de partículas. Una vez que se tiene el polímero, el surfactante previene su precipitación y cuando la polimerización esta completa, el surfactante estabiliza la emulsión previniendo la floculación y la formación de agregados. Cuando el producto es utilizado como un látex, el surfactante juega un papel importante en las características y en particular como estabilizante del congelamiento y descongelamiento, sensibilidad al agua, estabilidad mecánica, resistencia a la corrosión y brillo.

### c. Iniciadores

Los iniciadores usados en la polimerización emulsionada son exclusivamente del tipo radical libre y deben ser necesariamente solubles en agua. Los radicales libres pueden ser generados térmicamente o por el uso de pares Redox.

Los hidroperóxidos son frecuentemente usados, por su reacción posterior para buscar los últimos vestigios de monómero sin reaccionar.

La mayoría de los iniciadores usados comercialmente son los persulfatos de sodio, potasio y amonio. La velocidad de disociación del iniciador da radicales libres que se incrementan con la temperatura, que usualmente debe estar entre 70-90 °C.

La reacción se puede describir de la siguiente manera :



#### d. Coloides

El término coloide protector en una resina látex se refiere a los materiales solubles en agua de alto peso molecular, como alcoholes polivinílicos, derivados de la celulosa y algenatos.

Estos coloides son macromoléculas que protegen a la emulsión en la polimerización del monómero y la viscosidad final de los látex obtenidos se incrementa con el contenido de coloide.

Los coloides juegan un papel importante en la formación de la película del látex.

#### e. Buffers

Los buffers se agregan para estabilizar el pH porque :

- . Algunos surfactantes son sensibles al pH en relación a la formación de la micela y la estabilidad del látex.
- . Algunos iniciadores son sensibles al pH.
- . La copolimerización se desarrolla mejor a un pH específico.
- . Algunos monómeros pueden hidrolizarse.

Los buffers típicos son el bórax, fosfatos de sodio y sales de bicarbonato de sodio.

La mayoría de los látex son usados a un pH arriba de 7.5 dentro de la formulación de una pintura, pero en su estado inicial es de pH ácido. Cuando un buffer a sido utilizado para mantener el pH ácido durante la polimerización frecuentemente es

necesario ajustar el pH final, normalmente a valores de 4.5 a 5, aunque estos valores dependen mucho de la naturaleza del polímero.

f. Agua

La calidad del agua usada en la polimerización es importante, ya que la presencia iones metálicos polivalentes causan inestabilidad. Es preferible usar agua desionizada para el proceso con una resistencia límite de 250,000 ohms.

g. Coalescentes

Glicoles como el etilenglicol y el propilenglicol se agregan para mejorar la estabilidad al congelamiento y sus propiedades reológicas, así como también ayudar a la formación de la película.

h. Plastificantes

Se pueden usar muchos de los plastificantes comunes como los dibutil ftalatos y ésteres fosfatos.

### 5.1.3 Características

Como se ha observado, la importancia de las características de la resina a usar en la formulación de una pintura es vital, aunque la resina látex de por sí es compleja en lo que a su química se refiere, es más sencillo describir las características que ésta debe tener y que a continuación indicamos :

Debe tener una apariencia lechosa, de color blanquesino y textura homogénea. No debe presentar ningún tipo de grumos.

Al aplicarse sobre un vidrio a un espesor determinado, debe formar una película uniforme y brillante.

Al secar la película de resina debe tener cierta adherencia a la superficie y debe ser lo suficientemente elástica al desprenderse, de acuerdo a los requerimientos que se necesiten.

Dentro de la formulación de una pintura debe brindar un excelente poder ligante, es decir debe unir con facilidad los componentes sólidos, dando como resultado una pintura que sea lavable, obviamente que dependiendo también de la formulación final.

## 5.2 Espesantes

Los espesantes son aditivos que forman lo que se llama comunmente el cuerpo de la pintura. Su acción se basa principalmente en dos efectos: el aumento de viscosidad de la fase líquida y la formación más o menos pronunciada de agregados.

La aglomeración de partículas sueltas para formar agregados tiene su origen en la adsorción de las sustancias macromoleculares en su superficie. Si las moléculas son suficientemente largas, pueden unirse a dos partículas por adsorción simultánea, enlazandolas entre sí. En este mismo principio se basa, por ejemplo, la acción de los floculantes utilizados para desenturbiar líquidos. Los espesantes más comunes son compuestos a base de Hidroxietilcelulosas. En recientes años, otro tipo de espesantes o modificadores reológicos se han desarrollado y han encontrado un amplio uso. Este tipo es conocido como espesantes asociativos, que son compuestos basicamente acrílicos y poliuretánicos.

### 5.2.1 Proceso de fabricación

Los espesantes celulósicos son químicamente hidroxietil eter de celulosa. La estructura de la molécula de celulosa muestra una cadena compuesta de unidades anhidroglucosa y cada una de ellas contiene tres hidroxilos capaces de reaccionar. Cuando la celulosa es tratada con hidróxido de sodio y reaccionada con óxido de etileno, los grupos hidroxietil son introducidos para producir un hidroxietil eter. El producto de la reacción es purificado y molido hasta obtener un polvo fino con una coloración blanca a cremosa.

### 5.2.2 Características

Como resultado de su acción, los espesantes permiten lo siguiente:

- a). Ajustar la viscosidad de la pintura, de tal manera que permita una buena fluidez en los mezcladores y una viscosidad dentro de especificaciones para su venta.
- b). Proteger la pintura contra la coagulación y la sedimentación (agente de suspensión).
- c). Ayuda a la dispersión del pigmento en el agua.
- d). No solo imparte estabilidad mecánica y química a la pintura, también juega un rol importante en el control reológico antes, durante y después de la aplicación.

### 5.3 Pigmentos blancos

Los pigmentos blancos contribuyen a la blancura, opacidad y rendimiento de la pintura ( $m^2/gln$ ).

Los principales tipos de pigmentos de este tipo son el dióxido de titanio y el óxido de zinc.

### 5.3.1 Dióxido de Titanio

Debido a su excelente poder cubriente, el dióxido de titanio es el pigmento blanco primario usado en la industria de la pintura de hoy. Los pigmentos de dióxido de titanio se producen por (1) clorinación del mineral titanio seguido por la oxidación del cloruro resultante, ó (2) reacción del mineral titanio con ácido sulfúrico concentrado, para producir un precipitado de dióxido de titanio. El proceso de clorado es el mas reciente.

Las propiedades físicas del pigmento dióxido de titanio, tales como tamaño de partícula y tratamiento de la superficie, determinan el comportamiento del pigmento en la pintura.

#### A. Poder cubriente

La medida del poder cubriente de un pigmento blanco es su habilidad a dispersar la luz. Este depende de la diferencia del índice de refracción entre el pigmento y el vehículo. El índice de refracción del dióxido de titanio es bastante conocido; el tipo anatasa 2.5, y el tipo rutilo 2.8.

Las diferencias del poder tintóreo entre los diferentes tipos de dióxido de titanio son atribuidos a la combinación de estos tres factores:

- a. Tamaño real de la partícula.
- b. Tratamiento de la superficie (cantidades y aplicaciones).
- c. Las diferencias resultantes en las propiedades de dispersión de la luz, las cuales son una función de (a) y (b).



### B. Poder tintóreo

El poder tintóreo es importante cuando se selecciona un dióxido de titanio, donde la tonalidad del color final es importante. El poder tintóreo es un parámetro indirectamente relacionado con el tamaño de partícula y tratamiento de la superficie del pigmento.

#### 5.3.2 Óxido de Zinc

En un primer momento el óxido de zinc fue usado como pigmento blanco principal, pero con el desarrollo del dióxido de titanio ya no lo es, ahora es usado como aditivo químico por otras propiedades más que por su poder cubriente, ya que resulta más económico usar el dióxido de titanio. El óxido de zinc aparece en dos formas básicas : nodular y acicular e inclusive la mezcla de éstas. El tamaño y forma de la partícula es controlada por el proceso de manufactura, específicamente la velocidad de calcinación y enfriamiento.

Se usan dos procesos básicos de manufactura: el proceso americano, en donde el ZnO es producido directamente del mineral; y el proceso francés, en donde es hecho del metal zinc. Generalmente, el proceso francés produce un material más puro.

La reactividad del pigmento frecuentemente causa problemas en la formulación. La dureza de la película, el rompimiento de la emulsión, formación de sales y geles y una sensibilidad a la humedad son unos de los cuantos problemas. Sin embargo, el ZnO tiene muchas ventajas. Actúa como un fungicida y reduce el desarrollo de microorganismos, mejora la retención de blancura (previene el amarilleamiento), y también actúa como un absorbedor UV para prevenir la degradación de la

película.

#### 5.4 Pigmentos extendedores

Los pigmentos extendedores, mal llamados "cargas", contribuyen al control de espesor de película, porosidad, flujo y aplicación, dispersión, viscosidad, pulimento, desarrollo de color y uniformidad.

Los principales tipos de extendedores son las sílicas, caolín, talcos, micas y tizas.

##### 5.4.1 Sílicas

Las sílicas naturales aparecen como pigmentos en tres formas comerciales : sílica cuarzo, cuarzo criptocristalino o tripoli, y tierra diatomácea. La sílica cuarzo se caracteriza por su baja absorción de aceite, inerte y material duro. Se usa ampliamente en pastas rellenas y pinturas para tráfico.

El trípoli es una forma criptocristalina de la sílica, es más blando y mas fino que el cuarzo y es ampliamente usado en pulidores.

##### 5.4.2 Caolín

El silicato de aluminio hidratado mas conocido como caolín es un pigmento que aparece naturalmente. Hay diferentes grados de caolín, como los naturales y los procesados.

La industria del papel consume la mayor cantidad de caolín, mientras que la industria de pinturas consume solo un pequeño segmento. Debido a su naturaleza hidrofílica, es usado en la producción de pinturas látex, aunque hay caolines tratados superficialmente que son adecuados para sistemas de pinturas no-acuosas. Su principal función es ayudar al "cubrimiento en seco" de la pintura.

#### 5.4.3 Talco

El talco es un silicato de magnesio hidratado con una fórmula teórica :  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  o 31.7% MgO, 63.5%  $\text{SiO}_2$ , y 4.8%  $\text{H}_2\text{O}$ .

Los talcos de uso común generalmente se clasifican de acuerdo a la forma de la partícula como fibrosos, en hojuelas (laminar) y granular (acicular o irregular). La mayoría de éstos son mezclas pero se clasifican de acuerdo a la forma predominante.

El tipo fibroso usualmente tiene una alta absorción de aceite y se usan en pinturas para interior y exterior para incrementar la viscosidad, ayuda a la suspensión, reduce el chorreo y el brillo. Además incrementa la durabilidad de la pintura.

El tipo en hojuelas contribuye a una mejor resistencia al agua.

Los talcos granulares tienen una menor influencia en la consistencia de la pintura que las otras formas de talco, pero ayuda efectivamente a evitar la sedimentación.

#### 5.4.4 Micas

La mica es un complejo de silicato de aluminio y potasio de estructura laminar (tipo plato). Es altamente resistente a la acción electrolítica, humedad, calor extremo, y no es afectado por los ácidos, álcalis o solventes.

#### 5.4.5 Tizas

La tiza es un carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), siendo uno de los materiales más estables, comunes y más generalmente repartidos.

Se encuentra en la naturaleza como calcita, creta, piedra caliza, marmol y travertino.

Este producto puede ser incoloro, blanco o de colores diversos, brillo vitreo o terroso. Para el caso de aplicación en pinturas son adecuados los blancos y terrosos.

La obtención de tiza para uso industrial se hace a través de la pulverización de una forma natural cualquiera del carbonato de calcio hasta un polvo fino. Es un producto prácticamente insoluble en agua, insoluble en alcohol, no es combustible y no es tóxico.

En pinturas, su aplicación básica es porque ayuda al "cubrimiento en seco" de las pinturas, además por su alto valor de pH funciona como buffer. La única objeción a su uso es por su sensibilidad al agua, por ello su dosificación debe ser controlada.

#### 5.5 Pigmentos de color

Existen tres tipos básicos de pigmentos de color; los minerales naturales como los óxidos de fierro, los pigmentos inorgánicos sintéticos como aquellos derivados del cromo y los pigmentos orgánicos sintéticos que en general son complejos de varias sales, tales como los amarillos orgánicos tipo monoarilido, diarilido, pigmentos rojo tipo azo, rojos tipo quinacridonas, verdes ftalocianinos, azules ftalocianinos (tipo alfa y beta), violetas carbazoles, entre otros.

Es importante resaltar que en la industria estos pigmentos orgánicos se conocen o denominan más por el Color Index (CI), que es una especie de código asignado a cada pigmento de acuerdo a la tonalidad y a su composición química.

Esta codificación es asumida por todos los fabricantes de pigmentos, de tal forma que se puede distinguir fácilmente aquellos contratipos entre los diferentes proveedores.

Dependiendo del uso final de la pintura, se escoge el tipo de pigmento a usarse en la formulación.

Entre los pigmentos que frecuentemente se usan en las pinturas látex están los óxidos de hierro que son de fácil dispersión, así como también pastas dispersadas de los pigmentos orgánicos sintéticos y que son de fácil incorporación en el proceso.

#### 5.6 Dispersantes

Los productos usados para este fin son normalmente del tipo aniónico y su acción se basa en el refuerzo de cargas al trabajar sobre los sólidos de la pintura.

El dispersante ayuda a la humidificación de los pigmentos, a la dispersión de los mismos, al flujo, a la suspensión de partículas finas y previene la reaglomeración.

Los compuestos normalmente usados son a base de polifosfatos, silicatos, y sales sódicas de ácidos poliacrílicos.

Existen métodos para seleccionar un dispersante y su dosis, y aunque los fabricantes tienen sus propios procedimientos de laboratorio, se muestra dos procedimientos de rápida evaluación, los cuales pueden servir para empezar con una dosis aproximada a la preparación de la formulación en el laboratorio.

##### a. Titración de fluidez

Consiste en hacer una suspensión no fluída de los pigmentos cubrientes y extendedores y añadir dispersante en incrementos del 10% .

En medio de las adiciones, la suspensión se debe agitar en un mezclador de alta velocidad.

Cuando se observa que la masa queda lo suficientemente fluída, de tal manera que las ondas formadas en la superficie desaparezcan al revolverlas cuidadosamente con una espátula, se asume que los pigmentos han sido dispersados. Es usual usar un 50% de margen de seguridad para tener en cuenta el efecto de molienda, durante la cual hay una mayor superficie de pigmentos expuesta a la acción del dispersante. La dosis final del dispersante será una y media (1.5) veces la dosis determinada, para el punto de fluidez.

b. Medida de viscosidad

Es un método similar al anterior, y se puede usar en el caso en el cual no se tenga acceso a la formulación.

Los pasos a seguir son los siguientes:

Se coloca 600 cc de agua en un vaso aforado de 1 litro.

Se dosifica una cantidad específica de dispersante

. Se agrega 300 gramos de caolín en forma lenta para evitar aglomeración de los sólidos.

Se coloca la mezcla en un agitador de alta velocidad por tres (3) minutos.

A continuación se mide la viscosidad resultante.

La dosis escogida es la que da una menor viscosidad de la mezcla.

## 5.7 Surfactantes

Los surfactantes son la clave del éxito en la calidad final de una pintura , y su función primaria es

emulsionar todos los componentes de la misma, para obtener una mezcla estable.

Los efectos de los surfactantes se podrían resumir en lo siguiente:

. Previene la floculación del látex debida no sólo al almacenamiento a largo plazo, sino a las condiciones extremas de frío o calor a las cuales puede estar sometida la pintura.

Ayuda al desarrollo de color y a su estabilización.

Ayuda a la humectación del sustrato.

Permite preparar una pasta con una buena fluidez lo cual evita problemas en el molino.

Los surfactantes más comunes son agentes de alta actividad superficial preparados por medio de la reacción del t-octilfenol o nonilfenol con óxido de etileno. Estos productos son normalmente descritos como alcoholes alquil aril polieter, o éteres alquil fenil de polietilenglicol.

Se mencionan a continuación tanto las propiedades físicas, como las de actividad superficial.

#### 5.7.1 Solubilidad al agua

La solubilidad en agua de los surfactantes no iónicos depende de la naturaleza hidrofílica de los enlaces de éter en la cadena de polioxietileno y es independiente de la presencia de un ión hidrofílico, como sería el caso de los agentes superficialmente activos del tipo catiónico. La solubilidad depende además del número de enlaces de éter presentes en la molécula. Los no iónicos dan buenos resultados, aún si se usan por encima de sus valores de punto de niebla o límite de solubilidad, lo cual no ocurre con los catiónicos o aniónicos.

Los no iónicos no forman sales insolubles en agua clara, lo cual ocurre en algunos casos con los aniónicos.

#### 5.7.2 Solubilidad a los solventes orgánicos

La solubilidad en solventes orgánicos no polares, como es el caso de los hidrocarburos alifáticos, es inversa a la del agua; por ejemplo, a mas corta longitud de la cadena, los productos son mas oleofílicos.

Los compuestos no polares aumentan la solubilidad de los surfactantes no iónicos en agua, mientras que los polares tales como fenol, benceno y dicloruro de etileno la reducen.

#### 5.7.3 Compatibilidad

En general, los surfactantes a base de alquil fenoxi-polietoxi etanol son compatibles con compuestos catiónicos, aniónicos y no iónicos. Este tipo de compuestos no deben ser usados con agentes oxidantes fuertes o reductores, ya que estas mezclan pueden ser explosivas.

#### 5.7.4 Tensión interfacial

La habilidad para reducir la tensión en la interfase agua-aceite es una propiedad importante de los agentes de actividad superficial.

La formación de emulsiones es probablemente el fenómeno industrial más común en el cual la tensión interfacial es el factor más importante.

#### 5.7.5 Tensión superficial

La reducción de la tensión superficial en soluciones acuosas es una prueba estandard para medir la actividad superficial.



Como regla general, agentes humectantes, detergentes y emulsificantes reducen la tensión superficial de las soluciones acuosas en forma apreciable, pero esta prueba no es suficiente para la selección de un agente de actividad superficial para una aplicación específica.

#### 5.7.6 Emulsificación

La formación de emulsiones estables es una aplicación importante de los surfactantes en pinturas. El emulsificante ejerce dos funciones principales:

Decrece la tensión interfacial entre los líquidos, facilitando la dispersión de una fase en la otra.

. Estabiliza la fase dispersa, previniendo así la coalescencia.

Los factores que afectan la estabilidad y facilidad de formación de las emulsiones son el grado de agitación, la naturaleza de la fase orgánica, tipo de emulsión, concentración de la fase dispersa, pH del sistema y adición de espesantes y estabilizadores tales como polímeros y gomas.

Los surfactantes no iónicos han probado ser los agentes de actividad superficial más efectivos para ser usados en pinturas.

#### 5.7.7 Humectación

Una propiedad importante de un surfactante es la habilidad para mejorar la velocidad y grado de humectación de varias superficies, particularmente de tipo grasoso.

## 5.8 Bactericida

Hay tres problemas en las pinturas asociados con el crecimiento de microorganismos :

Deterioración de la materia prima

Descomposición en almacenamiento con formación de vapores fétidos.

Descomposición de la pintura ya aplicada, sobre todo en exteriores.

El daño en la pintura se manifiesta directamente en disminución de la viscosidad, formación de gases y decoloración.

El crecimiento de micro-organismos en las pinturas está gobernado por las siguientes variables:

- a. Contenido de agua : normalmente una materia prima con un contenido de agua mayor de 18% en peso, está expuesta a contaminación, ataque y destrucción, a menos que esté protegida. Una pintura ya terminada con un contenido de agua entre 18% y 35% basado en la composición en peso de sólidos, es propensa al crecimiento de hongos; si es mayor de 35%, la tendencia es al crecimiento de bacterias y levaduras.
- b. Temperatura aunque los microorganismos son propensos a crecer a cualquier temperatura, hay un rango en el cual el potencial es mayor. La mayoría de los hongos crecen en el rango de 22 °C y 37 °C.
- c. pH una de las dificultades en el control microbiológico de las pinturas radica principalmente en que los medios alcalinos inhiben el crecimiento de los mohos y los ácidos el de las bacterias. La pintura final se ajusta a un pH alcalino.

- d. Nutrientes : ya que las resinas (PVA por ejemplo) y los espesantes (base celulosa), son parte importante de la formulación, es natural pensar que hay allí un medio propicio para el crecimiento microbiano.

Algunas de las bacterias producen un amplio rango de metabolitos, entre los cuales puede contarse la enzima celulósica; este biocatalizador puede descomponer los espesantes a base de celulosa, dando como resultado la pérdida de viscosidad. Este fenómeno es tan dramático que 0.1 ppm de celulosa libre puede producir una disminución de 20% en la viscosidad.

La selección del producto (bactericida) apropiado se debe hacer directamente con ensayos en el laboratorio para determinar su compatibilidad con los otros componentes de la formulación y su poder biocida. Este último se puede determinar usando los resultados que se consigan en el laboratorio microbiológico.

#### 5.9 Antiespumante

La presencia de surfactantes, dispersantes, biocidas, cosolventes y resinas, promueven la formación de espuma y la estabilizan; pues es bien conocido que un líquido puro no hace espuma.

Un antiespumante tiene básicamente tres componentes :

Agentes activos pueden ser amidas, glicoles, ácidos grasos, alcoholes, etc.

Agentes de dispersión o distribución

Vehículos del antiespumante son del tipo hidrocarburos alifáticos, aromáticos o mezcla de éstos. El uso de aceite mineral como vehículo es lo común.

Un antiespumante debe cumplir con los siguientes requisitos :

Prevenir y destruir la espuma.

Mantener persistencia con el tiempo: es una de las cualidades más difíciles de predecir. El uso de surfactantes con una buena solubilidad en las pinturas hace que un antiespumante pierda su efectividad con el tiempo.

Tener una buena aceptación del color y que se integre a la formulación.

No tener efectos adversos en la calidad de la película a aplicarse los defectos en la superficies pintadas pueden aparecer si no se aplica antiespumante, si no se usa el producto apropiado, o si no se dosifica la cantidad correcta.

Los problemas normales que se presentan son depresiones en forma de cráter, "ojos de pescado", poros, efectos de borde y mala adherencia de las capas que posteriormente se apliquen.

No afectar la fluidez de la pasta.

Las propiedades físicas que afectan la formación de la espuma son

- a. pH se debe escoger un antiespumante que trabaje en un amplio rango, preferentemente alcalino.
- b. Temperatura : la pintura va a estar sometida a prueba de variación de temperatura. Cuando ésta aumenta, la viscosidad baja temporalmente y cuando disminuye, la viscosidad sube, lo cual puede conducir a la estabilización de la espuma y a la posible formación de poros y cráteres.
- c. Tensión superficial : se debería chequear el valor de la tensión superficial de la pintura, ya que si su valor es más bajo que el del antiespumante, es imposible romper la espuma. La mayoría de pinturas tienen una tensión superficial entre 30 y 38

- dinas/cm, mientras que la de la mayoría de los antiespumantes es menor de 30 dinas/cm.
- d. Solubilidad : debido a que un antiespumante debe ser soluble y activo superficialmente, al usar un surfactante demasiado soluble, tenderá a diluir al antiespumante y disminuir así su efectividad.
  - e. Espesor de la película : si la capa de pintura es muy gruesa existe una mayor tendencia al atrapamiento de burbujas dentro de ella. Debido a la característica gelatinosa de la película, si la trayectoria que necesita recorrer una burbuja para llegar a la superficie es menos larga, hay una mayor posibilidad de que ésta se estabilice.
  - f. Viscosidad : si su valor es muy grande, podría sufrir el mismo fenómeno descrito en el caso del espesor grande. Por otra parte, si una pintura de baja viscosidad se somete a altos esfuerzos, como sería una mezcla a altas revoluciones, hay tendencia a la formación de espuma.

Para seleccionar un antiespumante, se deben considerar dos aspectos el tipo de antiespumante a usar y el método a usar en las pruebas.

Normalmente se recomienda usar productos a base de silicona en la parte del proceso en la cual se mezclan los sólidos y aditivos en el molino, debido a que estos compuestos resisten un mayor esfuerzo; los compuestos libres de silicona se deben usar en la parte final del proceso.

#### 5.10 Modificador de pH

Como ya se ha mencionado, la pintura final, queda en medio alcalino. Las razones son las siguientes :

Mayor estabilidad del látex.

Mayor hidratación de la celulosa, lo cual permite un mayor desarrollo de la viscosidad.

Previene el crecimiento de los mohos.

El uso de amoníaco es lo más usual en la industria, para regular el pH en las pinturas látex.

#### 5.11 Agentes coalescentes

Los agentes coalescentes están necesariamente en casi todos los sistemas látex de secado al aire, ya sea para formar un film adecuado o para permitir al máximo las propiedades de la película. Su función básica es como solventes, humectantes o como una combinación de ambas. Los glicoles que son no-solventes para el látex, retardan la evaporación del agua. La elección del agente coalescente debe estar basado en la performance del acabado de la pintura, así como otras consideraciones, como el efecto de resistencia al descongelamiento, estabilidad al almacenamiento, costo, etc.

## CAPITULO VI

### PROCESO DE FABRICACION

Todas las pinturas látex son formuladas primero en el laboratorio y luego son llevados a nivel de planta. La mayoría de las pinturas látex son elaboradas en un Dispersador de Alta Velocidad (HSD) para la parte de la molienda, y en dispersadores tipo Cowles de baja velocidad para el paso de completado o reducción.

A continuación se describen los equipos usados en planta y el proceso de manufactura de una pintura látex.

#### 6.1 Equipos

En la industria de pinturas existen una gran variedad de equipos (molinos y mezcladores) que se adaptan perfectamente al proceso de fabricación, dependiendo básicamente del tipo de pintura que se elabora, para la elección del más adecuado.

La función de un molino es lograr una completa dispersión de los sólidos (pigmentos, extendedores y otros) en el vehículo (resina) hasta una fineza adecuada.

En la planta de Sherwin-Williams para elaborar las pinturas látex se usan los molinos tipo HSD que usan la cuchilla (impeller) de Cowles. Esta es de forma circular con dientes en los bordes, doblados en 90 °C alternados arriba y abajo. Los dientes no tienen filo y contrariamente a la primera impresión, éstos no realizan la dispersión de los pigmentos, sino que ésta es hecha por la superficie de la cuchilla, por el rápido cambio de dirección y la acción de corte, "tirando" la pasta de pintura violentamente desde el centro del vórtice hasta los extremos, donde el movimiento de la pasta es más lento.

Las dimensiones físicas que se deben mantener en los molinos para un óptimo funcionamiento son :

- a. Velocidad de la cuchilla : una velocidad periférica de 5200 a 6000 pies por minuto.

$$\text{RPM} = \frac{\text{Velocidad periférica}}{(3.14) (d)}$$

d = diámetro de la cuchilla, en pies

- b. Relación diámetro del tanque (D)/diámetro de la cuchilla(d)

$$D/d = 2.5 - 2.8$$

- c. Posición de la cuchilla : 0.5 veces el diámetro de la cuchilla contando desde el fondo del tanque.
- d. Forma del tanque : Cilíndrica, con el fondo redondeado.
- e. Cantidad de pasta de molienda : la altura de la pasta de molienda debe ser aproximadamente 2 veces el diámetro de la cuchilla.
- f. Control de temperatura : el molino debe contar con un sistema de enchaquetado para el control de la temperatura.

Es normal que las cuchillas de los molinos se gasten. La velocidad de desgaste dependerá del tipo de pigmento que se está procesando, en el caso del titanio el desgaste es imperceptible. El desgaste se nota por la pérdida del movimiento de la pasta teniendo la potencia del molino al máximo.



### Limitaciones

Los equipos tipos HSD están limitados a fórmulas con pigmentos fáciles de dispersar, fórmulas cuyos componentes no sean sensibles al calor, y que es el caso casi general de aquellos usados en las pinturas látex.

### Equipo de Laboratorio

Para cada equipo de dispersión en la planta, existen pequeños molinos en laboratorio que se usan para simular dichas condiciones, pues éstos mantienen las proporciones.

## 6.2 Manufactura

El proceso de fabricación de una pintura látex se divide básicamente en dos (2) etapas, la primera de molienda o dispersión de los pigmentos, y la segunda de completado o reducción.

En la primera etapa, se prepara en el molino HSD un medio acuoso con aditivos humectantes y dispersantes en donde se incorpora los pigmentos y extendedores y se lleva a dispersar a alta velocidad por un tiempo, luego se chequea que todo haya sido dispersado adecuadamente. Entonces recién se agrega el espesante, el cual forma aglomerados de pigmentos, espesante y agua. Es aquí cuando parte del agua del pigmento migra para disolver el espesante, por lo que se debe dispersar bien como se hace al inicio hasta lograr una pasta homogénea y con la fineza requerida. Seguidamente se agrega el acondicionador o regulador de pH, ya a baja velocidad, junto con el antiespumante. Con esto se termina la primera etapa.

La segunda etapa se realiza a baja velocidad y puede hacerse en el mismo equipo, o puede evacuarse la pasta de molienda a otro equipo dispersador o mezclador, donde se realiza el completado del lote.

Aquí se agrega el aditivo fungicida y los agentes coalescentes, que se deben incorporar bien antes de agregar la resina látex, el cual es el último componente en adicionar, y con esto la pintura esta lista para la etapa de matizado o igualación de color a un standard establecido, esto se logra usando pastas concentradas de color en pequeñas cantidades, las cuales darán el toque final para que la pintura látex tenga el tono requerido. Se debe recalcar que el orden de adición aquí establecido puede variar, dependiendo de las características de las materias primas y el proceso. Este orden es decidido únicamente por el Ingeniero Formulador que, indica en el parte de producción las instrucciones y los tiempos de trabajo.

### 6.3 Contaminación Biológica

De la experiencia recogida, se ha observado que en ciertos casos cuando parte de un lote de pintura látex era devuelto por algún cliente, después de un tiempo (normalmente 1 año) por baja viscosidad, se debía a una degradación de la pintura. Al realizar los análisis correspondientes, se observó que éstos no contenían organismos vivos, lo que significaba que el biocida usado en la formulación era satisfactorio. Sin embargo estas pinturas estaban contaminadas con enzimas las cuales, se deduce, se produjeron antes de agregar el biocida. Esto explica la importancia de mantener una limpieza en los almacenes y la planta, para evitar cualquier contaminación de las materias primas, ya que esto puede crear micro-organismos, que a su vez producen enzimas las cuales rompen la larga cadena celulósica del espesante una vez elaborada la pintura, y como estas enzimas ya se han creado antes de agregar el biocida al proceso, éste no las puede matar, ya que son compuestos químicos.

Por ello siempre se recomienda que el proceso de fabricación sea lo mas acéptico posible, y que las materias primas sean almacenadas en lugares adecuados.

## CAPITULO VII

### PRUEBAS DE LABORATORIO

En el Laboratorio de Investigación y Desarrollo, como ya se mencionó, se definen los parámetros o propiedades de los productos finales (pinturas) que luego saldrán al mercado. Para ello, dichos productos deben pasar primero por una serie de análisis o pruebas que a continuación se detallan, y que en su mayoría están normadas según la ASTM (American Society for Testing and Materials).

#### 7.1 Pruebas en Líquido

Estas pruebas que se realizan a las pinturas se refieren a aquellas que se toman al producto en sí, antes de que sea aplicado sobre una superficie y forme un film.

##### 7.1.1 Peso por galón

Más que una prueba, es una medida o control que se le hace a la pintura en el laboratorio, para definirla y determinar los rangos entre los cuales se obtendrá y se envasará al final en la planta de producción, de tal forma que se asegure una calidad y cantidad constante. La manera como se realiza esta medición se encuentra definida en la norma ASTM D1475-85.

##### 7.1.2 Viscosidad

Los valores de viscosidad en las pinturas dependen del equipo usado, pero los generalizados para las pinturas látex son el viscosímetro Stormer, cuyos resultados se expresan en unidades Krebs (K.U.), y el viscosímetro ICI tipo Cono y Plato cuyos resultados se expresan en centipoises. Ambos miden las viscosidades de la pintura pero en situaciones

diferentes, el primero nos brinda datos de como se va a comportar la pintura cuando una vez aplicada empieza a formar película, mientras que el segundo indica cómo se comportará la pintura durante la aplicación con los diferentes equipos.

Sólo en el caso de las pinturas látex, su viscosidad de presentación o venta está normada a un rango de 90-110 KU (norma Indecopi 318-216). Obviamente estos parámetros dependen del tipo de pintura que se formula y que el Ingeniero Formulador considere apropiado de acuerdo algún estandard establecido.

#### 7.1.3 Fineza

Para lograr una buena calidad de una pintura y que a su vez sea constante, se debe asegurar una buena dispersión de todos los componentes hasta lograr cierta fineza o llamada "molienda", determinada o definida por el Ingeniero Formulador teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos del mercado.

Para medir este parámetro de fineza se usa un pequeño instrumento, que está graduado y permite una visualización del grado de dispersión, y para ello se siguen las pautas de la norma ASTM D1210-79.

#### 7.1.4 pH

Como se indicó anteriormente, el pH de las pinturas látex se deben encontrar en el rango entre 8.0 y 9.5, para que se asegure una buena condición de la pintura, en lo referente a su viscosidad y estabilidad en el tiempo. Esta prueba se realiza con un pHmetro de buena precisión.

#### 7.1.5 Contenido de No Volátiles

Esta prueba consiste en colocar la muestra en un recipiente metálico y calentarlo a 105 °C durante tres horas (generalmente en una estufa), al cabo del cual se calcula el porcentaje de sólidos que permanecen con respecto al peso inicial de la muestra. Esta prueba es útil, pues es una medida de cómo se ha desarrollado el proceso de fabricación de una pintura en la planta.

#### 7.1.6 Estabilidad al almacenamiento

Esta prueba se hace normalmente de manera acelerada, y consiste en colocar la pintura en su envase durante dos semanas a 50 °C (por lo general en una estufa) y observar al final los cambios en viscosidad, sedimentación, olor, aglomeración, formación de película en la superficie y brillo con respecto a sus propiedades iniciales. Esta prueba nos permite determinar cual será el comportamiento de la pintura si estuviera almacenada a temperatura ambiente durante aproximadamente un año.

#### 7.1.7 Estabilidad al recobro de la congelación

Consiste en variar la temperatura de la pintura entre su valor ambiente y -5 °C (aunque las normas indican valores de temperatura más bajos, para el caso de nuestro país, este valor es bastante aceptable). Con esta prueba se realizan observaciones del grado de coagulación y sedimentación, además de los cambios en viscosidad, que están relacionados íntimamente con la calidad de las materias primas usadas y el adecuado balance de éstos.

## 7.2 Pruebas en película seca

Estas pruebas, como su nombre lo indica, son pruebas que se realizan a la pintura una vez seca o formado el film, y brindan datos importantes de cómo cumplirá su función una vez aplicada.

### 7.2.1 Poder Cubriente

Mide la habilidad de una pintura para ocultar u oscurecer una superficie sobre la cual ha sido aplicada uniformemente.

La pintura se aplica sobre un papel o cartulina no absorbente que posee una zona blanca y otra negra, a un espesor de 3 mils. Se deja secar al aire durante 24 horas y se mide la reflectancia en ambas zonas. Los resultados se expresan como relación de contraste, la cual está dada por la reflectancia de la zona negra sobre la blanca.

### 7.2.2 Desarrollo de Color

Consiste en medir la profundidad del color. Se hace una aplicación coloreada de 6 mils de espesor y se examina la profundidad del color sobre dos diferentes bases colorantes. Con ello se determina qué tan intenso es el color de la pintura.

### 7.2.3 Brillo

La pintura se aplica en una superficie lisa usando un aplicador, que permita dejar una película de 7 mils de espesor. Se deja secar por 1 hora aproximadamente y se mide el brillo usando un medidor tipo Gardner (Glossmeter) a un ángulo de incidencia de  $60^{\circ}$ . Los resultados se reportan en unidades de brillo.

#### 7.2.4 Nivelación

Es la medida de la habilidad de una pintura en no dejar irregularidades en la superficie, tales como surcos producidos por la brocha, o el rodillo. La observación puede hacerse de la prueba de brochabilidad o usando el método indicado en la norma ASTM D2801-69 (que se encuentra en el Apéndice A), y que brinda la posibilidad de cuantificar dicha propiedad.

#### 7.2.5 Resistencia al chorreo

Con esta prueba se determina el máximo espesor que puede soportar la aplicación de una pintura sin que haya formación de "lagrimas" o chorreo sobre una superficie vertical. Este dato de espesor máximo de la pintura servirá luego como parámetro o especificación de la misma. En esta prueba se utiliza la norma ASTM D4400-84.

#### 7.2.6 Brochabilidad

Consiste en aplicar la pintura con brocha sobre una superficie porosa y absorbente y sobre una superficie totalmente lisa y no absorbente. La determinación final es muy subjetiva, pues está basada en la experiencia del observador para medir la facilidad a la aplicación, la espuma formada en la superficie, el esparcimiento, etc. Se califica como buena, regular o mala.

#### 7.2.7 Retoque

Después de que se han hecho las observaciones en la prueba de brochabilidad, se deja secar la aplicación por 24 horas y se pinta con brocha una franja sobre ella. Después del secado no debe notarse ninguna diferencia, ya sea de color,



brillo o nivelación.

#### 7.2.8 Resistencia a la abrasión húmeda

Es una prueba rigurosa que se le hace a la película de la pintura y se ejecuta en un equipo llamado 'Gardner Washability Machine'. Consiste en realizar frotos con una escobilla hasta el momento en que se rompe la película de pintura. Sus resultados se reportan en ciclos de trabajo de la máquina. Se sigue exactamente las pautas de la norma ASTM D2486-79.

#### 7.2.9 Resistencia a la lavabilidad

Esta prueba se lleva acabo en el mismo equipo usado para la prueba de resistencia a la abrasión, y consiste en medir el número de ciclos necesarios para remover manchas. Esta prueba se hace siguiendo las pautas de la norma ASTM D3450-80. Con esta prueba se definen que pinturas son más lavables en relación a otras.

#### 7.2.10 Prueba de Craqueo

Esta prueba es muy útil para determinar la calidad de una pintura látex, especialmente para exteriores. Con este método se puede apreciar como se va a comportar una pintura en uso, como serían ciertas grietas que se puedan formar en la superficie a altos espesores, sobre todo si se aplican sobre madera. Para ello se siguen las pautas de la norma ASTM D661-44.

#### 7.2.11 Resistencia al tizamiento

Aunque esta prueba puede ser algo subjetiva, se realiza para evaluar la calidad de la pintura. Para ello se evalúa de manera visual el residuo de

polvo que pueda dejar una pintura después de aplicada sobre una superficie. Una buena referencia se encuentra en la norma ASTM D659-80.

#### 7.2.12 Resistencia a la luz

Esta prueba puede hacerse de dos maneras. La primera de forma acelerada, usando un equipo especial que emite rayos UV, donde se exponen paneles pintados y permite observar el comportamiento básicamente de los pigmentos, como es la decoloración con el tiempo, debido a los efectos de los rayos UV del sol. Con este procedimiento se puede apreciar en algunas semanas la calidad de los pigmentos usados dentro de una formulación. La segunda manera es aplicar paneles con la pintura, tapando la mitad del área con un papel negro y dejando la otra mitad libre, y así se dejan en exposición normal a la interperie para que les de directamente los rayos del sol y observar si existe algún efecto al cabo de varios meses.

#### 7.2.13 Resistencia a la interperie

En esta prueba se observan las características de la película de pintura al aplicarse sobre una pared exterior, y que está expuesta al ambiente, siendo normalmente una prueba que toma un tiempo mínimo de 3 a 6 meses a condiciones normales. Con esta prueba podemos definir también varias de las anteriores pruebas mencionadas y así apreciar la calidad de una pintura.

## CAPITULO VIII

### DESARROLLO DE LAS ETAPAS DE TRABAJO

En este capítulo se describe básicamente como se realiza el trabajo en el laboratorio de Investigación y Desarrollo en relación a la secuencia de trabajo, la realización y culminación de un proyecto.

#### 8.1 Objetivos

Todo proyecto que se realiza en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo tiene una secuencia de trabajo y pautas que se deben seguir, para que así se lleve un registro ordenado de lo que se realiza y que a su vez constituye un informe secuencial de la labor encomendada. Con este fin, es que se desarrollan formatos, así como también paquetes o programas en el sistema de cómputo, tal que sirvan como herramientas al formulador y se optimice su trabajo y tiempo.

#### 8.2 Técnicas

Las técnicas que se utilizan para realizar un buen trabajo en el laboratorio son diversas, y van de acuerdo a los requerimientos de la empresa. Estas técnicas se siguen después de que se tiene un conocimiento cabal de las características del producto que se va a desarrollar, así como también de las materias primas que involucran la obtención de dicho producto y que se describieron ampliamente en el capítulo V. A continuación se indica los pasos que se siguen en el desarrollo de un proyecto en el Laboratorio.

##### 8.2.1 Formatos

Se tienen varios tipos de formatos, entre los cuales figura aquel que registra la fórmula

tentativa que se está ensayando, donde se indica las materias primas y las cantidades usadas para un total de 1000 unidades, por lo general. Así también es necesario que este formato de formulación tenga un número que sea correlativo o secuencial, la fecha, el objetivo del trabajo y finalmente el nombre del formulador que lo lleva a cabo.

### 8.2.2 Registros y Estadísticas

Después de haber desarrollado un producto en el laboratorio, obviamente se debe evaluar todas sus propiedades en líquido, como en película seca, según se indicó en el capítulo VII. Para ello debe existir otro formato en el que se indica los resultados de todas las propiedades evaluadas, así como también del resultado general del producto. Este formato se adjunta al anterior y juntos se lleva una estadística de las mejoras que se obtienen en los ensayos a medida que se va realizando alguna modificación.

La última prueba de un trabajo de laboratorio, es evaluar el ensayo en el campo, para ello se busca un área donde hacer la aplicación o prueba piloto, y que sea lo suficientemente representativa, de tal forma que nos dé las pautas suficientes y corrobore los resultados obtenidos en el laboratorio. Esta prueba es una de las más importantes, pues es el fin de toda pintura. Obviamente se debe contar con el equipo y condiciones adecuadas. Los datos obtenidos de esta prueba también pasan a un registro que se anexa a los anteriores.

Es importante la existencia de un file por proyecto, en donde se indique el objetivo de éste

y los plazos o tiempos estimados para su desarrollo. Dentro de este file se archiva todos los demás formatos o registros que involucran dicho proyecto.

#### 8.2.3 Desarrollo de etapas

Como ya se indicó, la labor del formulador en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo, está relacionado principalmente con los proyectos de nuevos productos, su optimización y puesta en marcha, esto incluye cambios de materias primas en los productos ya establecidos o estandarizados (reformulaciones). Cuando ya se ha establecido una fórmula de un producto con las características buscadas, se establece en seguida la metodología de trabajo (proceso). Aquí se especifica como se elabora adecuadamente un producto, el orden de adición de las materias primas y la forma de realizar la mezcla, molienda, reducción y completado de una pintura. Obviamente esto debe estar en total concordancia con los equipos con que cuenta la planta.

También se especifica cuáles son las propiedades de la pintura que se evalúan, para los controles de calidad.

#### 8.2.4 Evaluación económica

Cada producto nuevo o reformulación que se realiza es también evaluado desde el punto de vista económico. Para ello se cuenta con un sistema computarizado que enlaza y mantiene unidas a todas las áreas de la empresa a través de una base de datos. Se cuenta con programas que se adecúan a las necesidades de cada área. De esta manera, el formulador ingresa una fórmula nueva al sistema en

una sección de ensayos y puede costear inmediatamente dicha formulación si se cuentan con todos los precios de las materias primas; y si no fuese así, se puede ingresar también el precio de alguna nueva materia prima que no estuviera en la base de datos, y que obligatoriamente es actualizada constantemente por otras áreas correspondientes (Logística y Contabilidad). Así se obtiene el costo de la fórmula y el precio final estimado de venta. Con esto, se logra realizar tantas veces sea necesario, ajustes en una formulación buscando un balance entre performance y costo de un producto, de acuerdo al requerimiento solicitado. Al hallar este punto de equilibrio, se cierra la etapa de formulación propiamente dicha y se está en condiciones de pasar a la siguiente etapa, que es llevar dicho proyecto a nivel de planta.

#### 8.2.5 Escalamiento

Una de las etapas más importantes es llevar a escala industrial un trabajo o proyecto de laboratorio. En este caso, es básico tener presente las dimensiones de los equipos (capacidad de los molinos) donde se llevará a cabo el proceso de molienda, la potencia de éstos (HP), lo que a su vez implica determinar la viscosidad adecuada de la pasta de molienda para lograr una dispersión óptima en un tiempo adecuado y no excesivo. Esto no es problema si se tiene equipos en laboratorio que asemejan a las condiciones de la planta y a su vez se siguen las pautas que se indicaron en el capítulo VI.

### 8.3 Ejecución de un proyecto a nivel industrial

Es adecuado que cuando se lleva a cabo en la planta la producción de un nuevo producto o una reformulación, se realice la supervisión de dicho lote desde sus inicios, tanto la etapa de molienda, como la de completado, para que se sigan las pautas que se establecen, o cuando el personal desconoce alguna materia prima nueva y su correcto manipuleo.

También se debe hacer un seguimiento del producto ya elaborado en los usuarios, si es posible, para corroborar los resultados que se esperan, para ello se realizan inspecciones técnicas. Finalmente se reporta los resultados obtenidos por nuestros clientes, tanto beneficios o defectos encontrados, para así disponer de una fuente de retroalimentación.

### 8.4 Aportes

Debido al trabajo confidencial que se realiza en el área de Investigación y Desarrollo, no es posible describir en su totalidad los aportes técnicos brindados a la empresa, por lo que sólo se mencionará alguno de ellos. Lo que si se debe indicar es que teniendo presente la teoría y conocimiento completo de las materias primas, se han realizado varias reformulaciones para mejorar la calidad de las pinturas, así como también el lanzamiento de nuevos productos.

Un ejemplo que se puede citar, fue la mejora obtenida en la calidad de las pinturas al realizar el cambio de uno de sus componentes (llamemosle compuesto X-1), por otro de un proveedor nacional pero con tecnología alemana (compuesto X-2). Dicha materia prima mostró una excelente compatibilidad con los demás componentes de la formulación. El cambio favoreció para obtener un producto mejorado en casi todas sus propiedades. Básicamente su resistencia a la abrasión mejoró en un

20%, su viscosidad aumentó 3 a 4 KU, lo que permitió disminuir la concentración de espesante. También sus propiedades de nivelado, brillo y resistencia al craqueo fueron mejores, mientras que las restantes propiedades se mantuvieron dentro de los rangos estándares. Dicha evaluación fue llevada a cabo en su integridad en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo.

Cabe mencionar que la búsqueda del componente X-2 y el empleo de ésta, ha significado adicionalmente una disminución en el costo de fabricación de la spinturas látex, pues su precio también fue competitivo (20% más económico que X-1), lo que significó un ahorro del 5% con respecto al precio final.



## CAPITULO IX

### CONCLUSIONES

- La importancia de los conocimientos académicos adquiridos, tanto de química básica, orgánica e inorgánica, y de todos en general, para comprender el comportamiento de las materias primas y las propiedades que puedan brindar éstos a la pintura como producto final.

- Se debe tener un conocimiento completo de los diferentes procesos en la industria, como es el caso de la molienda o dispersión de productos sólidos en un medio líquido, ya sea a alta o baja velocidad, y cómo estos procesos se pueden realizar en diferentes equipos con diferentes mecanismos pero con el mismo fin. Se debe tener el criterio técnico suficiente para sugerir que equipo es el que más adecuado a un proceso.

- Como cualquier producto que se ofrece a un usuario, una pintura debe pasar por una serie de pruebas que aseguren una buena performance y que se indicaron en el capítulo VII. Esto hace la diferencia entre una empresa seria que invierte en trabajos de investigación, con aquellas informales o del tipo casero, los cuales no realizan ni siquiera el 50% de estas pruebas.

El trabajo permanente y continuo de Investigación y Desarrollo permite a las empresas estar a la vanguardia con respecto a la competencia.

## CAPITULO X

### RESUMEN

A través de este informe se trata de mostrar en detalle el trabajo que se realiza en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo, donde lo básico es tener el profesionalismo y el espíritu de investigación con que se realiza la labor. Pero para ello se deben poseer conocimientos, y muchas veces éstos sólo los posee la industria, y que difícilmente llegan con la misma rapidez a los niveles de enseñanza superior. Por eso, este informe también tiene como objetivo dar algunos alcances, fruto de nuestra experiencia en la industria nacional, a aquellos interesados en el tema de las pinturas y que muchas veces no se encuentran en los materiales didácticos.

Con un conocimiento cabal y una investigación y desarrollo constante, lograremos estar a la altura de los productos importados, los cuales ofrecen ventajas bastantes competitivas, y que nosotros debemos estar tan igual o mejor que aquellos, ya que conocemos mejor que nadie la realidad y necesidades del mercado nacional. Por ello esperamos que este informe sea un pequeño aporte en ese sentido a nuestros compañeros que se inician en el difícil y cada vez más competitivo mercado profesional.

CAPITULO XI  
BIBLIOGRAFIA

- ASTM, Anual Book of ASTM Standards. Editorial American Society for Testing and Materials, Philadelphia USA., 1986, Vol. 6.01.
- Resins for Surface Coatings, Dr. P. Oldring & G. Hayward.  
Editorial SITA Technology, London England, 1987, Vol. II, pag. 234-248.
- Tecnología de Pinturas, Fleming Payne H.  
Editorial Blume, Madrid, 1973, Tomo II.
- Industrial Paint Application, W.H. Tatton & E.W. Dres  
Hart Publishing Company, Inc., USA, 1984.
- International Group (Sherwin-Williams Co.), 1990, Latex  
Coating Manual, I.T.P.-A-14.0.1, pag. 20-30.

## CAPITULO XII

### APENDICE

#### 12.1 Apéndice A

NORMAS ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND METHODS)

#### **1º Designación : D 562-81**

Método Standard para la determinación de la  
CONSISTENCIA DE LAS PINTURAS USANDO EL VISCOSIMETRO STORMER

#### 1. Alcances

1.1 Este método determina la consistencia de las pinturas usando el viscosímetro Stormer (Equipo de la Gardner Laboratory, Inc. USA).

#### 2. Sumario del Método

2.1 Este método mide la cantidad requerida en peso para producir una frecuencia rotacional de 200 rpm para una paleta rotor inmersa en la muestra de pintura que se esta evaluando.

#### 3. Significado y uso

Este método provee valores que son muy útiles en la especificación y control de la consistencia de las pinturas que serán vendidas.

#### 4. Descripción de los términos especificados en este método

4.1 Consistencia - Cantidad en gramos para producir una frecuencia rotacional de 200 rpm.

4.2 Unidades Krebs (KU) Valores de la escala comunmente usada para expresar la consistencia de las pinturas, generalmente aplicadas a rodillo o brocha. Esta escala es una función logaritmica de la "carga para producir 200 rpm".

## 5. Aparatos

5.1 Viscosímetro Stormer con su paleta tipo rotor como se ilustra en la figura 7 con su estroboscopio como complemento, que es un contador que da directamente una lectura de 200 rpm.

5.2 Envase, el cual debe tener una capacidad de 500 ml. y un diámetro de 3 1/8 pulg. (85 mm)

5.3 Termómetro, el cual debe tener un rango de lectura de 20 a 70 °C

5.4 Pesas que cubran un rango de 5 a 1000 g.

## 6. Procedimiento (con estroboscopio)

6.1 Se agita bien la muestra y se filtra al vaciar al envase hasta unos 3/4 pulg. (2 mm.) antes del borde.

6.2 Se lleva la muestra a una temperatura de  $25 \pm 0.2$  °C y se mantiene esa temperatura durante la prueba.

6.3 Cuando la temperatura de la muestra haya alcanzado el equilibrio, se agita vigorosamente, teniendo cuidado de no atrapar aire, y se coloca inmediatamente el envase en la plataforma del viscosímetro de tal forma que el rotor se encuentre inmerso en la pintura hasta la marca que posee el rotor.

6.4 Se coloca las pesas en el brazo del viscosímetro y se determina la carga que produzca 200 rpm en el estroboscopio, de tal forma que aparezcan unas líneas estacionarias en él.

6.5 Si las líneas se mueven en la dirección de rotación del rotor indica que la velocidad es mayor de 200 rpm por lo tanto se debe retirar peso. Del otro lado, si las líneas se mueven opuestas a la dirección de rotación indica que la velocidad es menor de 200 rpm y por lo tanto se debe agregar peso.

## 7. Reporte

7.1 Se registra el peso colocado en gramos para producir 200 rpm.

7.2 Se reporta la viscosidad KU calculada de acuerdo a la Tabla.

7.3 Se indica la temperatura de la muestra durante la prueba.

Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU	Grams KU
	100 61 105 62	200 82 205 83	300 95	400 104	500 112	600 120	700 125	800 131	900 136	1000 140
	110 63 115 64	210 83 215 84	310 96	410 105	510 113	610 120	710 126	810 132	910 136	1010 140
	120 65 125 67	220 85 225 86	320 97	420 106	520 114	620 121	720 126	820 132	920 137	1020 140
	130 68 135 69	230 86 235 87	330 98	430 106	530 114	630 121	730 127	830 133	930 137	1030 140
	140 70 145 71	240 88 245 88	340 99	440 107	540 115	640 122	740 127	840 133	940 138	1040 140
	150 72 155 73	250 89 255 90	350 100	450 108	550 116	650 122	750 128	850 134	950 138	1050 141
	160 74 165 75	260 90 265 91	360 101	460 109	560 117	660 123	760 129	860 134	960 138	1060 141
70 53 75 54	170 76 175 77	270 91 275 92	370 102	470 110	570 118	670 123	770 129	870 135	970 139	1070 141
80 55 85 57	180 78 185 79	280 93 285 93	380 102	480 110	580 118	680 124	780 130	880 135	980 139	1080 141
90 58 95 60	190 80 195 81	290 94 295 94	390 103	490 111	590 119	690 124	790 131	890 136	990 140	1090 141

Tabla con las unidades Krebbs que producen 200 rpm en el viscosímetro Stormer con estroboscopia

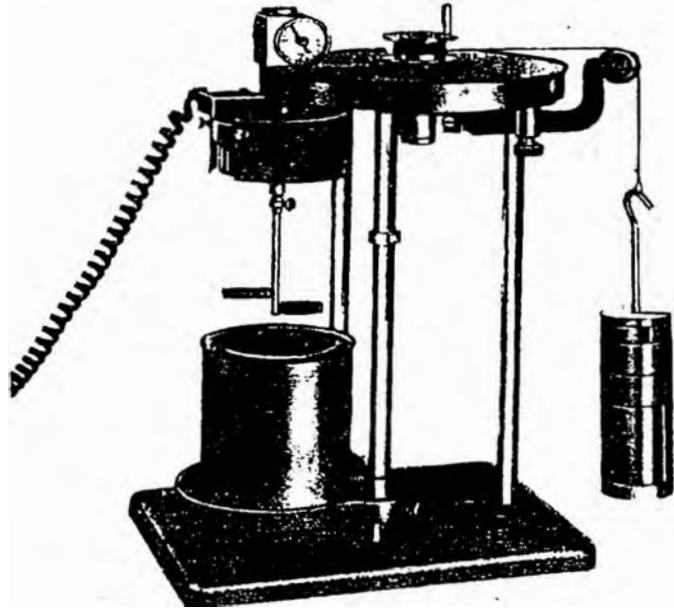


Fig.7 Viscosímetro Störmer

**2º Designación : D 659-80**

## Método Estandar de

## EVALUACION DEL GRADO DE TIZAMIENTO DE PINTURAS PARA EXTERIORES

## 1. Alcances

1.1 Este método evalúa el grado de tizamiento en películas para exteriores blancas o ligeramente coloreadas. Describe el procedimiento usado para transferir a un paño la tiza, que suelta la pintura, la cual es luego comparada con una referencia fotográfica estandar.

## 2. Definición

2.1 Tizado - la formación sobre una pintura pigmentada de un polvillo suelto saliendo de la película misma o justo debajo de la superficie.

## 3. Material

3.1 Paño - Este debe ser de color negro para poder rozar la superficie en prueba, ya sea de algodón o algún material aterciopelado.

## 4. Procedimiento

4.1 Se envuelve el paño alrededor del dedo índice y luego se aplica con una presión moderada sobre la película en observación. Se gira el dedo hasta un ángulo de 180° manteniendo la tela. Se retira y compara la mancha de polvo de la tela con la referencia fotográfica estandar.

## 5. Uso de la Referencia Standard Fotográfica

5.1 El uso de la referencia fotográfica ilustrada en la fig.8 requiere de las siguientes precauciones:

5.1.1 Se debe evaluar un área o porción promedio. En grandes superficies se recomienda tomar varias muestras y reportar un valor y el rango.



5.1.2 Es difícil hacer lecturas en días aireados por lo que se debe evitar esto. También se debe observar que la lluvia, nieve o humedad remueven el tizado por lo que se debe hacer lecturas en días despejados y cuando la superficie este seca.

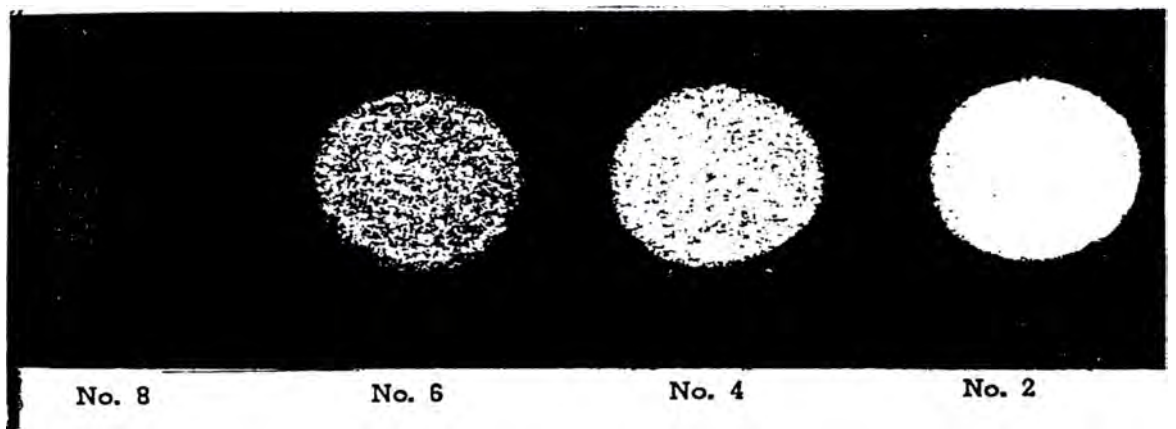


Fig. 8 Estándares mostrando diferentes grados de tizamiento

### 3º Designación : D 661-44

#### Método Estandar para la EVALUACION DEL GRADO DE CRAQUEO DE LAS PINTURAS PARA EXTERIORES

##### 1. Alcances

1.1 Este método es adecuado para la evaluación del grado de craqueo de pinturas para exteriores por comparación con estándares fotográficos.

##### 2. Significado y Uso

2.1 Las fallas de craqueo de las películas de pinturas a veces ocurren durante la vida útil de éstas. Este método ayuda a la evaluación del grado de falla por comparación.

##### 3. Definición

3.1 Craqueo : Es aquel fenómeno que se manifiesta en las películas de pinturas cuando se cuartean o quiebran al estar aplicadas sobre una superficie.

##### 4. Tipos de craqueo

4.1 Se reconocen tres tipos de craqueo:

###### 4.1.1 Irregular

Quando se rompe la película de pintura de manera no definida.

###### 4.1.2 Lineal

El craqueo ocurre en la película generalmente siguiendo líneas paralelas, usualmente horizontal o vertical, frecuentemente siguen las líneas o marcas de la brocha.

###### 4.1.3 Sinoidal

El film se rompe formando curvas que se encuentran e intersectan, usualmente se observan en superficies grandes.

## 5. Uso de referencias fotográficas estandard

5.1 Las referencias fotográficas que son parte de este método representan el grado de craqueo de las películas de pinturas para exteriores.

5.2 El uso de las referencias fotográficas (fig.9) que se muestran requieren de las siguientes precauciones :

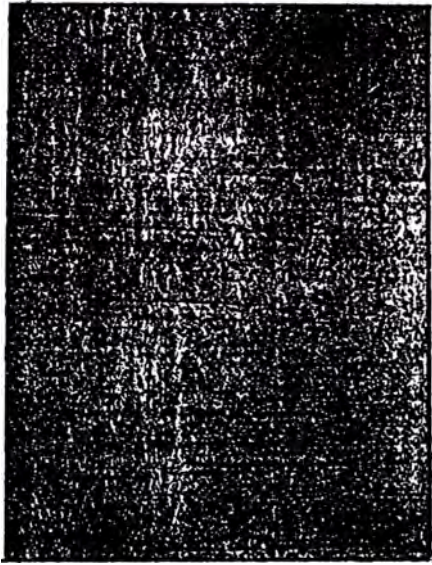
5.2.1 Estas referencias que se adjuntan, muestran el tipo de craqueo lineal solamente. El tipo irregular o sinoidal puede ser interpretado también con estos estandares.

5.2.2 Se debe tener cuidado de no confundir varios tipos de fallas que se pueden presentar en la misma superficie.

5.2.3 Estas fallas o craqueo pueden variar en una misma área dada. Por ello se debe tomar una porción representativa de la película para realizar la comparación. En superficies grandes se recomienda tomar un promedio.

5.2.4 La película de pintura puede atrapar cantidades grandes de polvo, lo que puede distorcionar el tipo y grado de falla. Por lo que, si es necesario, el polvo debe ser removido cuidadosamente con una brocha suave.

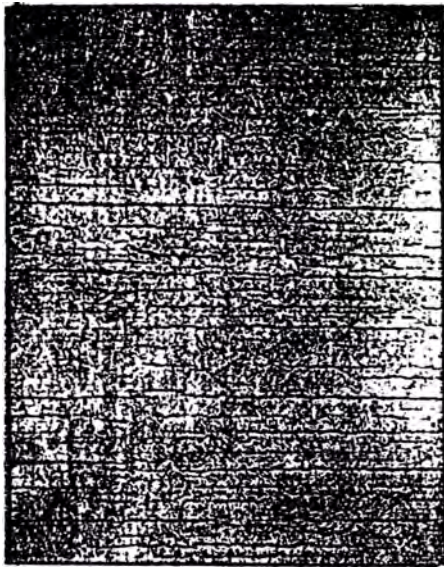
5.2.5 En la examinación de los paneles de madera para observar el craqueo, se debe considerar que la madera este lisa y completamente seca.



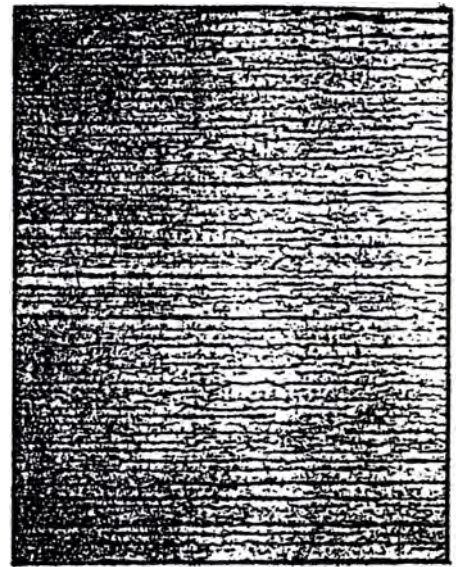
No. 8



No. 6



No. 4



No. 2

Fig. 9 Grades de craqueo

#### 4o Designación : D 1200-82

#### Método Estandar para determinar la VISCOSIDAD DE PINTURAS, BARNICES Y LACAS MEDIANTE COPA FORD

##### 1. Alcance

1.1 Este método sirve para determinar la viscosidad de pinturas, lacas y barnices Newtonianos o casi Newtonianos, y materiales líquidos relacionados. Si el material es No-Newtoniano (tixotrópico) se debe aplicar otro método.

1.2 La combinación del orificio de la copa (Ford No. 2, No.3, o No.4) se selecciona de acuerdo al tiempo de efluencia, que debe ser entre 20 y 100 s. Cuando el tiempo es mayor a este rango es difícil controlar una temperatura constante. Cualquier comportamiento fuera del Newtoniano, los resultados pueden carecer de reproducibilidad porque será difícil determinar el punto de corte del fluido.

##### 2. Sumario del Método

2.1 La copa Ford es llenada hasta el borde con el líquido a ser probado y se mide el tiempo para que el material fluya a través del orificio.

##### 3. Significado y Uso

3.1 Este método es útil para la determinación de las viscosidades de envasado y aplicación de un número de pinturas y otros recubrimientos y la reducción de éstos con sus respectivos thinners, reductores o solventes, pero que esta limitado a líquidos Newtonianos o casi Newtonianos.

3.2 Existen otros aparatos o equipos para medir la viscosidad en el laboratorio con una mayor precisión.

#### 4. Definiciones

4.1 Líquido Newtoniano - líquido cuya viscosidad es independiente del esfuerzo cortante o velocidad de corte. Si la relación de la velocidad de corte o esfuerzo cortante no es constante, el líquido es no-Newtoniano.

4.2 Líquido casi-Newtoniano - un líquido en el cual la variación de la viscosidad con la velocidad de corte es pequeña y el efecto en la viscosidad, de los disturbios mecánicos tales como la agitación es insignificante.

#### 5. Aparatos

5.1 Copa Ford - (No.2 , 3 o 4) Las cuales son hechas de un material resistente a la corrosión y a los solventes y formados por una sola pieza.

5.2 Termómetro , que debe tener una escala de medición de 17 °C hasta 66 °C.

5.3 Cronómetro, el cual debe tener una precisión de hasta 0.2 seg. o menos para asegurar mayor repetibilidad en los datos.

#### 6. Muestras

6.1 El material (pintura) a ser probado debe estar visiblemente homogéneo y libre de cualquier material extraño o burbujas de aire.

#### 7. Temperatura de Prueba

7.1 Todas las medidas deben ser hechas a 25 °C (a menos que se especifique lo contrario). La caída de temperatura durante las pruebas debe mantenerse al mínimo, siendo lo tolerable entre +/- 0.5 °C.

#### 8. Procedimiento

8.1 Se debe asegurar que el área de determinaciones de viscosidad estén libres de caídas y cambios bruscos de temperatura. Para mayor grado de precisión, la temperatura del área de trabajo será entre 22 y 28°C.

8.2 Se debe escoger la copa apropiada que reproduzca un efluente entre 20 y 100 seg. para las copas No. 3 y 4, y entre 40 y 100 seg. para la copa No. 2.

8.3 Se determina el tiempo en segundos del efluente de la siguiente manera: Se cierra el orificio con el dedo índice y se llena la copa con la muestra de pintura hasta el borde de la copa (al ras). Se retira el dedo y se mide el tiempo desde el momento que el flujo empieza hasta que se rompa por primera vez la corriente.

9. Reporte

9.1 Se reporta el tiempo de efluencia en segundos hasta una aproximación de 0.2 seg. indicando además el No. de la copa y la temperatura.

## 5º Designación : D 1210-79

### Método Estandar para la determinación de la FINEZA DE DISPERSION PARA SISTEMAS PIGMENTO-VEHICULO

#### 1. Alcances

1.1 Este método mide el grado de dispersión (comunmente llamado "fineza de molienda") de los pigmentos en un medio pigmento-vehículo tales como las pinturas e intermedios.

#### 2. Sumario del Método

2.1 El producto es esparcido a través de una cuña sobre un calibrador o plancha metálica calibrada. En el punto de la plancha donde las partículas o aglomerados, o ambos llegan a ser visibles entonces indica por lectura directa el grado de molienda alcanzado.

#### 3. Significado

3.1 En la elaboración de productos pigmentados, estos pigmentos son usualmente dispersados en una porción de vehículo en un equipo de molienda. En esta etapa, es necesario ser capaz de juzgar o apreciar si los pigmentos aglomerados han sido rotos lo suficiente para no interferir con la calidad y suavidad de la película de una pintura de acabado. Este método describe como tomar esa apreciación.

#### 4. Aparatos

4.1 Calibrador que es una plancha de metal de acero inoxidable o de acero cromado brillante de aproximadamente 170 mm de longitud. En su superficie posee uno o dos canales los cuales tienen la zona superior mas profunda con respecto a la zona inferior que no posee ninguna depresion en relación a la demás superficie.



Nota : Hay varias escalas y modificaciones hechas a los calibradores y que se usan en la industria, por lo que a continuación se muestra la relación que existe entre ellas:

Hegman Escala	Profundidad um	Profundidad mils	NPIRI Escala
0	100	4	40
1	90	3.5	35
2	75	3	30
3	65	2.5	25
4	50	2	20
5	40	1.5	15
6	25	1	10
7	15	0.5	5
8	0	0	0

4.2 Cuña - el cual es de acero, acero inoxidable o acero cromado de doble filo y con los bordes finamente redondeados en el orden de los milímetros.

#### 5. Procedimiento

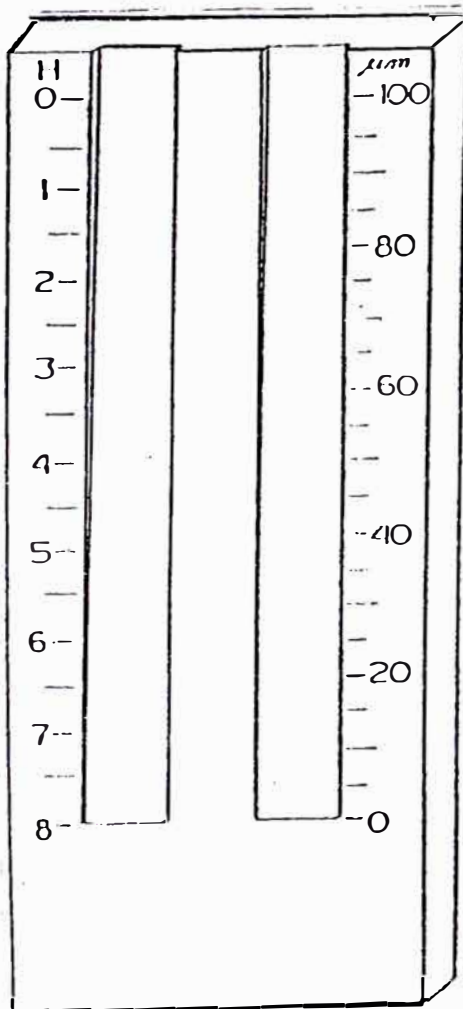
5.1 Se coloca el calibrador en una posición horizontal, debiendo estar la superficie totalmente limpia para la prueba.

5.2 Se agita a mano la muestra vigorosamente por 2 min. teniendo cuidado de que no se atrapen burbujas en la pintura para tener una lectura exacta.

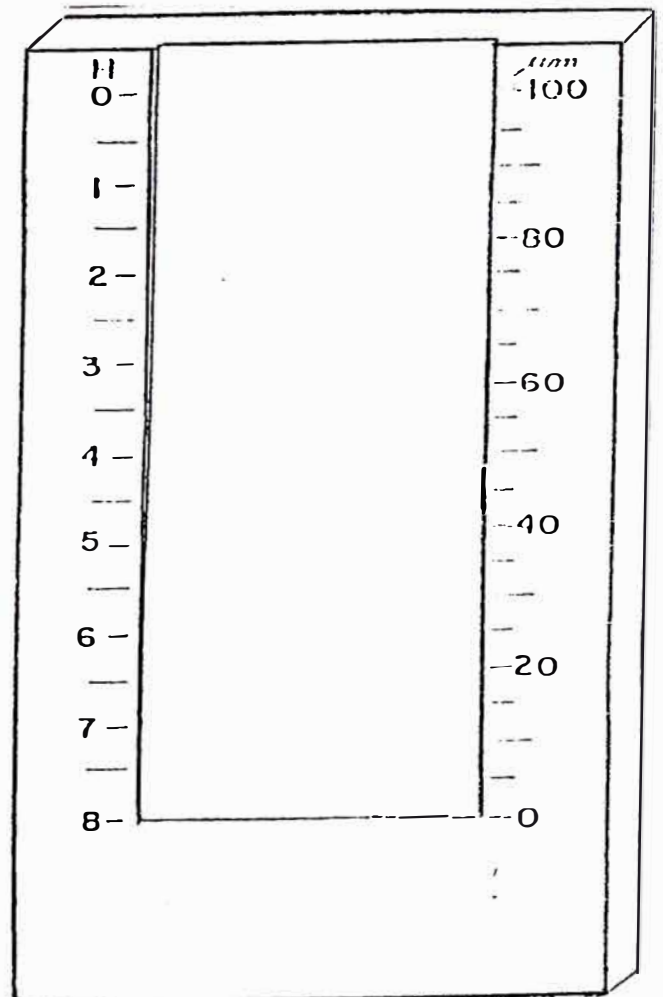
5.3 Inmediatamente se coloca suficiente material a ser evaluado en el borde superior de la o las canaletas, y sosteniendo la cuña con ambas manos, con una ligera inclinación hacia el operador, se corre o espase el material a lo largo de la canaleta hasta el final en un periodo de tiempo de 1 a 2 segundos. Se mantiene solo la

presión suficiente de la cuña como para limpiar el exceso de material de la superficie del calibrador o regla de molienda. La lectura se hace de la siguiente manera :

5.3.1 Se observa el calibrador de forma lateral, perpendicular a la canaleta. Manteniendo el calibrador entre el operador y la fuente de luz, haciendo un ángulo entre la superficie del calibrador y la línea de visión entre  $20^\circ$  y  $30^\circ$ .



Dos canaletas



Una canaleta

Fig.10 Reglas de Fineza

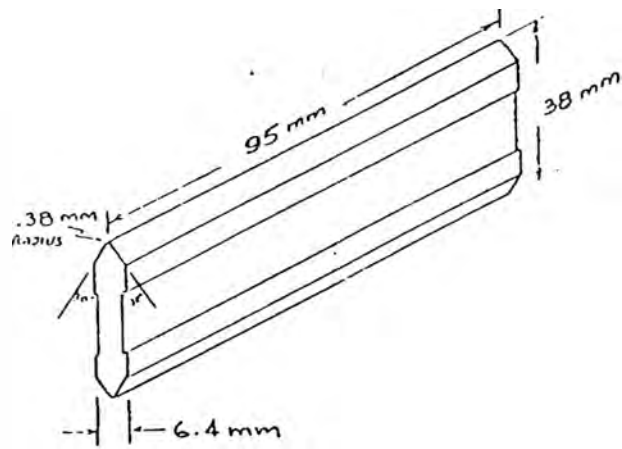


Fig. 11 Cuña

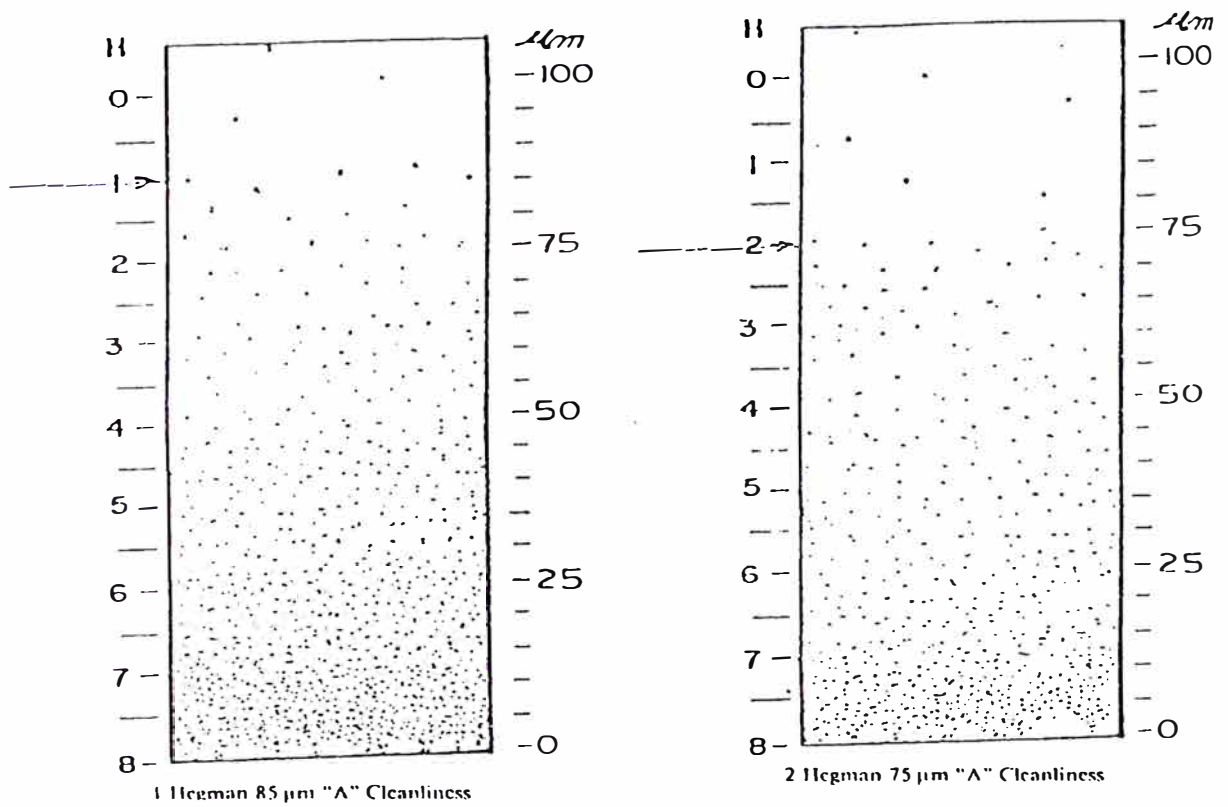


Fig. 12 Modelo típico de Fineza

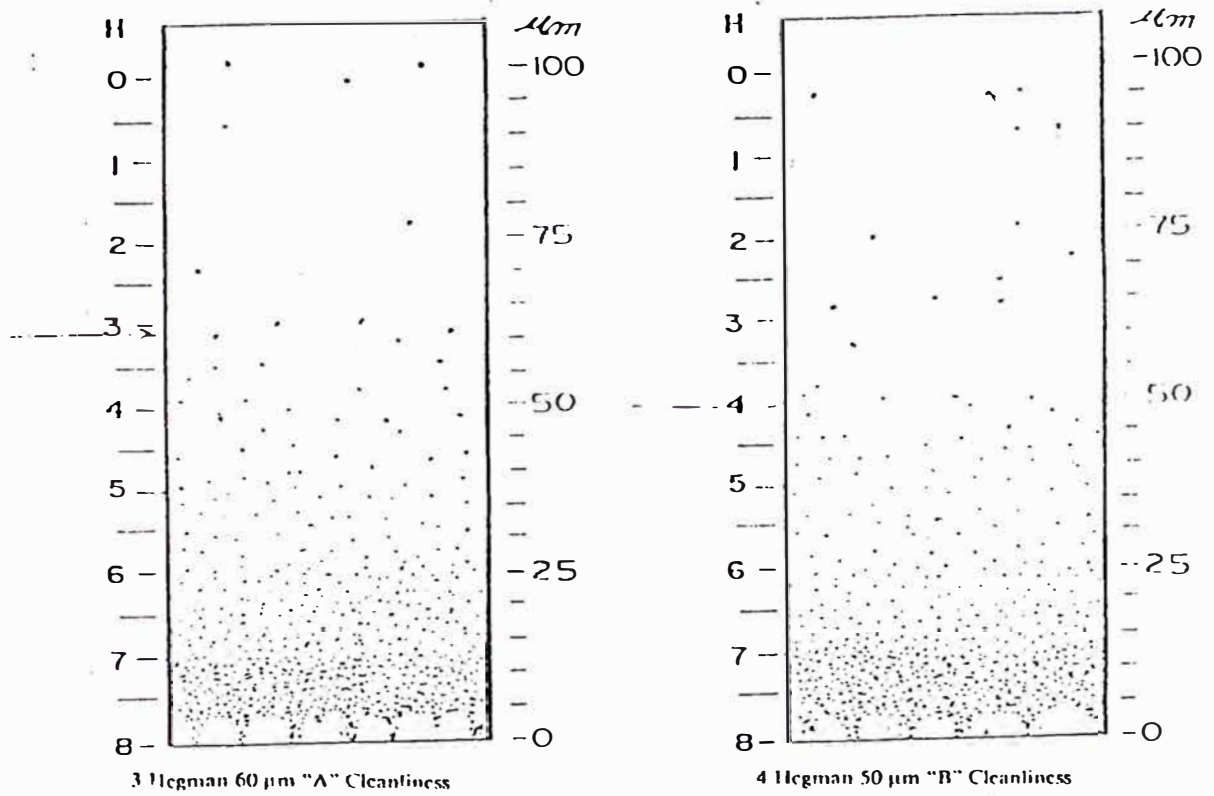


Fig. 13 Modelo típico de Fineza

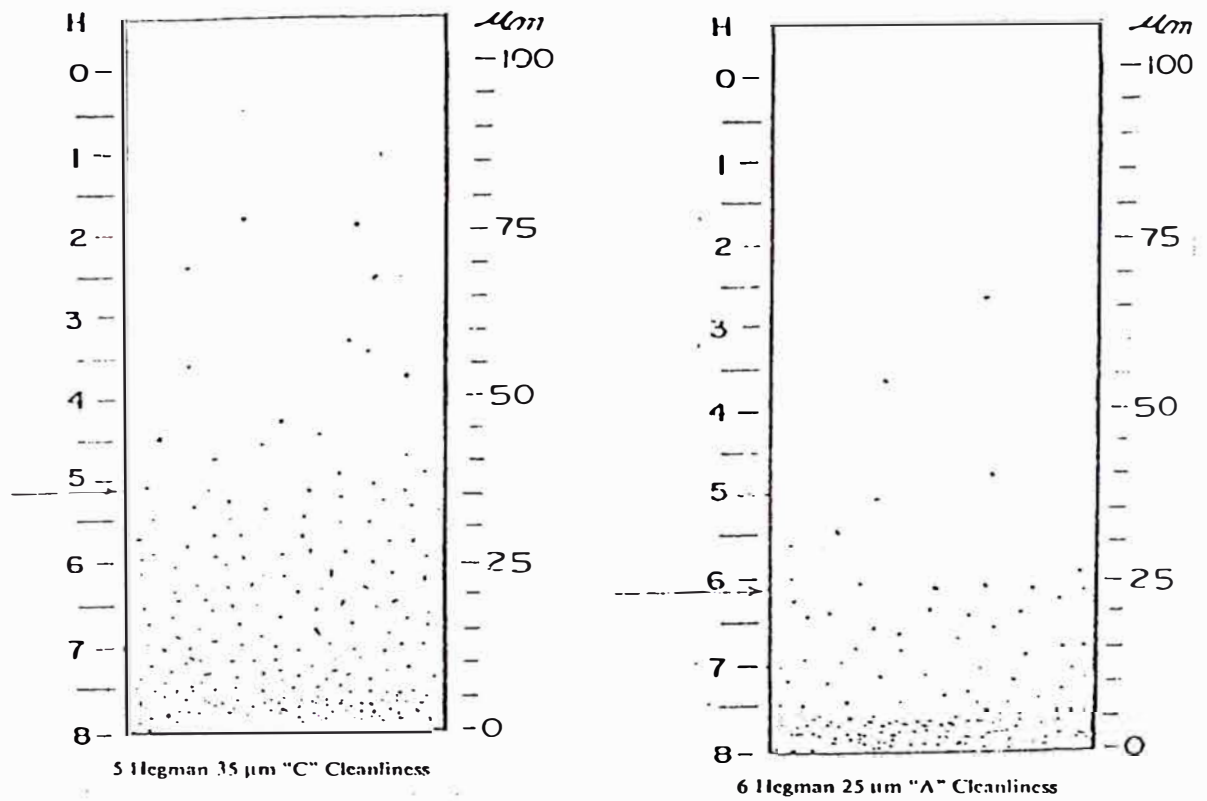


Fig. 14 Modelo típico de Fineza

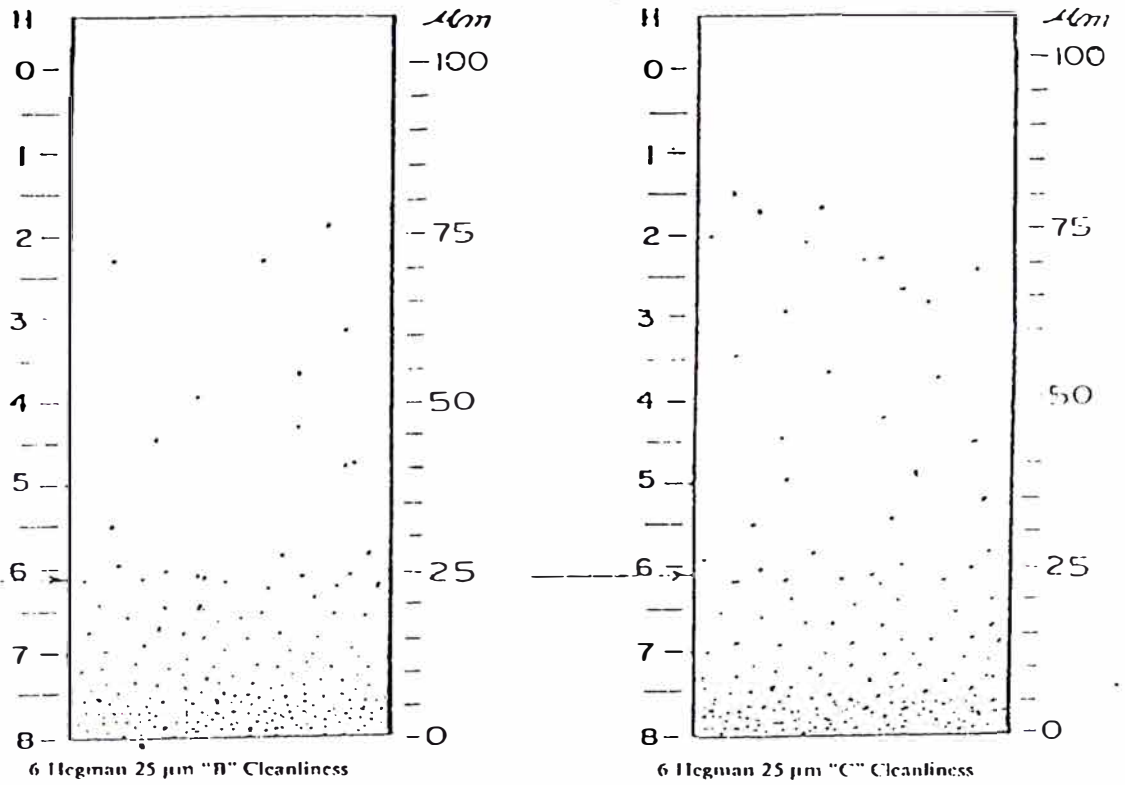


Fig.15 Modelo típico de Fineza

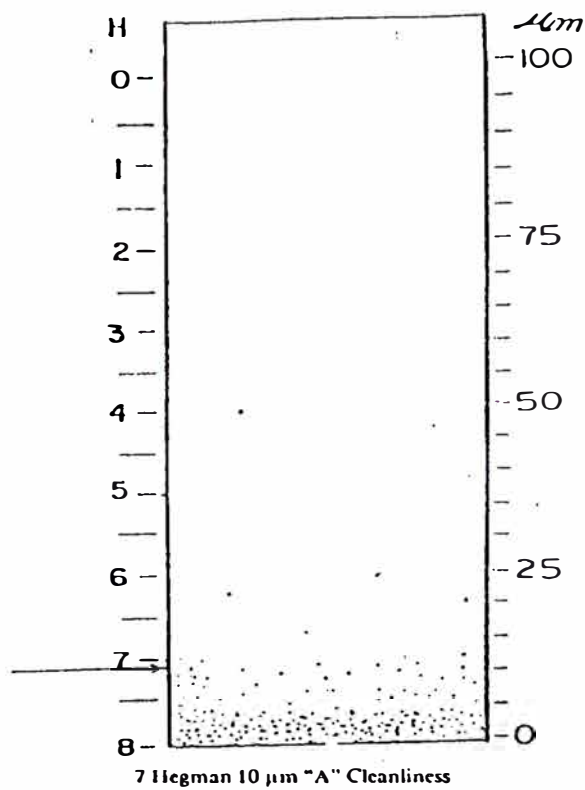


Fig.16 Modelo típico de Fineza

## 6<sup>o</sup> Designación D 1475-85

### Método de Prueba Estandar para determinar la DENSIDAD DE LAS PINTURAS, BARNICES Y PRODUCTOS AFINES

#### 1. Alcances

1.1 Este método sirve para determinar la densidad de las pinturas, barnices, lacas y similares.

#### 2. Definición

2.1 Densidad : Es la masa de una unidad de volumen, de un líquido, a una temperatura dada. Con este método la densidad del líquido se expresa como peso en gramos por mililitro o como peso en libras por galón americano, a una temperatura especificada, y si no la hubiera se asume 25 °C.

#### 3. Sumario del Método

3.1 Se muestra una tabla con la densidad absoluta del agua destilada a varias temperaturas, la cual se usa para calibrar el volumen del envase o pignómetro. Se determina el peso de pintura líquida contenido en el mismo pignómetro a temperatura estandar (25°C) y se calcula la densidad en gramos por mililitros o libras por galón.

#### 4. Significado y Uso

4.1 La densidad es el peso por unidad de volumen. Es una propiedad de identificación, caracterización y control de calidad de un amplio rango de materiales. La medida de la densidad en términos de peso por galón son usados comunmente para chequear la calidad de una pintura.

4.2 Este método es adecuado para la determinación de la densidad de pinturas y similares. Es particularmente aplicable cuando los fluídos tienen una alta viscosidad o cuando un componente es muy volátil.

4.3 Este método brinda una precisión máxima cuando se requiere la determinación del poder cubriente. Igualmente es adecuado para trabajos con menor precisión, pues si no se consideran los diferenciales de temperatura, se puede usar el pignómetro como una medida de "peso-por-galón" directo.

5. Aparatos

5.1 Pignómetro Es un tipo de envase estandarizado usado para medir el peso por galón, que tiene una capacidad de 20 a 100 mL. (según el modelo, el standard tiene una capacidad de 83.3 mL.) y que puede ser llenado fácilmente con líquidos viscosos, y ser ajustado a un volumen exacto y luego ser tapado para evitar pérdida de materiales volátiles.

5.2 Termómetro que debe estar graduado con una precisión de  $0.1^{\circ}\text{C}$ .

5.3 Baño maria : que mantenga una temperatura de  $25 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ .

5.4 Balanza analítica para realizar todas las mediciones de pesada.

6. Procedimiento

6.1 Se registra el peso del pignómetro vacío, incluida la tapa, como  $w$ , en gramos.

6.2 Luego se llena el pignómetro con la muestra que debe tener una temperatura de aproximadamente  $25^{\circ}\text{C}$ , para lo cual se usará si es necesario el baño maria. Se llena hasta el borde del pignómetro y se tapa, dejando salir algo de la muestra por el orificio de la tapa.

6.3 Se retira este exceso, limpiando con papel tissue cuidadosamente.

6.4 Inmediatamente se pesa el pignómetro lleno y se registra como  $W$  en gramos.

6.5 Se calcula la densidad en libras por galón como sigue:

$$D = ( W - w ) / 10$$

donde

D = densidad , lb/gln

factor 10, para pignómetro standard

6.6 Si se calcula la densidad en gramos por mililitro, entonces :

$$D_g = D / 8.3454$$

donde

$D_g$  = densidad, g/mL

7. Reporte

Se reporta la densidad con una precisión de tres decimales, la temperatura y el número de determinaciones.



## 7º Designación : D 2243-82

### Método Estandar para la determinación de la RESISTENCIA AL CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO DE LAS PINTURAS LATEX

#### 1. Alcances

1.1 Este método determina como aquellas pinturas que utilizan resina látex como vehículo, retienen sus propiedades originales sin ningún cambio sustancial en la consistencia y resistencia a la coagulación o formación de grumos luego de haber sido congelados y descongelados posteriormente.

#### 2. Aparatos

2.1 Cámara de prueba Este debe ser una cabina adecuada, lo suficiente para mantener las muestras a evaluar, que permita una separación de por lo menos 25 mm entre ellos y capaz de mantener una temperatura constante de 0 °F (-18 °C).

2.2 Viscosímetro Se usa un viscosímetro Stormer para tomar la viscosidad en unidades Krebbs.

2.3 Cartulinas de aplicación \_ Las cuales poseen una superficie lisa con areas blancas y negras y recubiertas con un barniz o laca adecuada para hacer la superficie de la cartulina impermeable a los liquidos de la pintura.

2.4 Brocha \_ De 1 pulgada de ancho y material de nylon.

#### 3. Preparación de las muestras

3.1 Se prepara las muestras para la prueba en envases de 1/8 de galón (500 mL.) y son llenados las 2/3 partes. Requiriendose dos muestras por cada tipo de pintura a ser evaluada.

#### 4. Exposición a las condiciones de prueba

4.1 Se agita una muestra con una espátula y se determina la viscosidad inicial, se cierra el envase y se almacena a una temperatura de 25 °C en lo posible y se identifica como "control".

4.2 Después de agitar la segunda muestra de pintura en evaluación, se lo identifica como "prueba" y se coloca en la cámara a 0 °F (-18 °C) en tal forma que no toque las paredes o el fondo de la cámara permitiendo una buena circulación de aire alrededor del envase. Se mantiene la muestra en la cámara por 17 hr. y luego se retira permitiendo que alcance el equilibrio térmico sin alteraciones a  $23 \pm 2$  °C o a temperatura ambiente.

## 5. Examinación

5.1 Después de 17 hr. de exposición a baja temperatura se examina y evalúa ambas muestras a las 6 y 48 hr. después de haberlos retirado de la cámara.

5.2 Antes de agitar todas las muestras, éstas deben haber alcanzado el equilibrio térmico, se examina y observa si hubiera alguna evidencia de asentamiento, gelación, coagulación, etc., y se califica como ligero, moderado o severo.

5.3 Luego se agita las muestras y se determina la consistencia (viscosidad) manteniendo la temperatura a  $23 \pm 2$  °C.

5.4 Inmediatamente después, se aplican ambos, en la cartulina con la brocha de nylon, dejándolos secar al menos 24 hr. y luego se compara. Se anota algún cambio en el poder cubriente, brillo, aglomeración, coagulación o color.

## 6. Reporte

6.1 Se reporta las determinaciones de consistencia de las muestras control y prueba tanto a las 6 hr. y 48 hr. después del congelamiento.

6.2 Se reporta sólo aquellas variaciones que puedan ser visibles en las aplicaciones.

## 8º Designación : D2486-79

### Método standard para la prueba de la RESISTENCIA AL FROTE DE PINTURAS LATEX PARA INTERIORES

1. Alcance
  - 1.1 Este método muestra un procedimiento acelerado para la determinación de la resistencia de las pinturas látex a la erosión causada por el frote.
2. Sumario del Método
  - 2.1 La pintura en evaluación se aplica sobre un panel plástico de color negro. Después de un tiempo, dicho panel es colocado encima de unas cuñas de metal y puesto en un equipo de lavabilidad. Luego es frotado, con una escobilla de nylon y con ayuda de un medio abrasivo, hasta que se rompa la película justo encima de la zona de las cuñas.
3. Significado
  - 3.1 Las pinturas para interiores frecuentemente se manchan en las zonas cercanas a las puertas, ventanas y donde existe mucho tránsito. El método cubre la determinación de la resistencia relativa de las pinturas a la erosión cuando es frotada repetidas veces para remover manchas durante la vida de la pintura.
  - 3.2 Los resultados que se obtienen con este método no necesariamente representan la resistencia a la abrasión de películas de pinturas antiguas.
4. Aparatos
  - 4.1 Máquina o equipo de lavabilidad
    - 4.1.1 Accesorios :
      - Escobilla de nylon con soporte
      - Plancha de vidrio
      - Cuñas de metal de 10 mils de espesor
      - Funda de metal y ganchos
  - 4.2 Aplicador de 7 mils

## 5. Materiales

5.1 Paneles plásticos de color negro

5.2 Cinta Masking Tape

5.3 Solución detergente

5.4 Medio abrasivo que consiste de lo siguiente:

. Agua destilada	49.7 gr.
. Hidroxietil celulosa	1.0 gr.
. Amoniac 26 °Be	0.1 gr.
. Detergente	2.0 gr.
. Fosfato trisódico	2.0 gr.
. Silicato	45.0 gr.
. Acido acético glacial	0.2 gr.
. Biocida	0.1 gr.
	-----
	100.0 gr.

## 6. Preparación del equipo

6.1 Equipo de lavabilidad - El equipo debe estar nivelado y funcionar a 37 ciclos por minuto. Antes de cada prueba se chequean los cables y la tensión de éstos.

6.2 Escobilla - Debe pesar 454 gr. aproximadamente y sus cerdas deben estar niveladas para lograr un desgaste uniforme en la superficie de la pintura.

## 7. Procedimiento

7.1 Se limpia la base de vidrio y las ambas caras del plástico negro. Se coloca el plástico sobre el vidrio y se adhiere un borde a éste con la cinta masking tape.

7.2 Se agita la pintura a probar y se aplica sobre el plástico usando el aplicador de 7 mils, empezando del lado que esta pegado al vidrio. El tiempo de aplicación debe ser aproximadamente de 3 a 4 seg. para prevenir la formación de cualquier falla de la película. Se deja secar en posición horizontal por 7 días en un ambiente a  $23 \pm 2$  °C.

7.3 Se limpia el vidrio y se coloca en el equipo de lavabilidad, luego se coloca encima las cuñas de metal separadas aproximadamente 15 cm. después se coloca el panel plástico de color negro cuidadosamente, el cual ya a secado el tiempo establecido, y se asegura al equipo con los ganchos.

7.4 Se remoja la escobilla en una solución al 1% de detergente durante 24 horas antes de la prueba, para ablandar las cerdas. Pasado este tiempo se enjuaga la escobilla vigorosamente para remover cualquier exceso de detergente. Luego se coloca esta brocha en el soporte del equipo de lavabilidad. Seguidamente se coloca 10 gr. de medio abrasivo sobre las cerdas de la escobilla, también se humedece la superficie del plástico con la pintura con 5 mL. de agua por la zona donde pasará la escobilla.

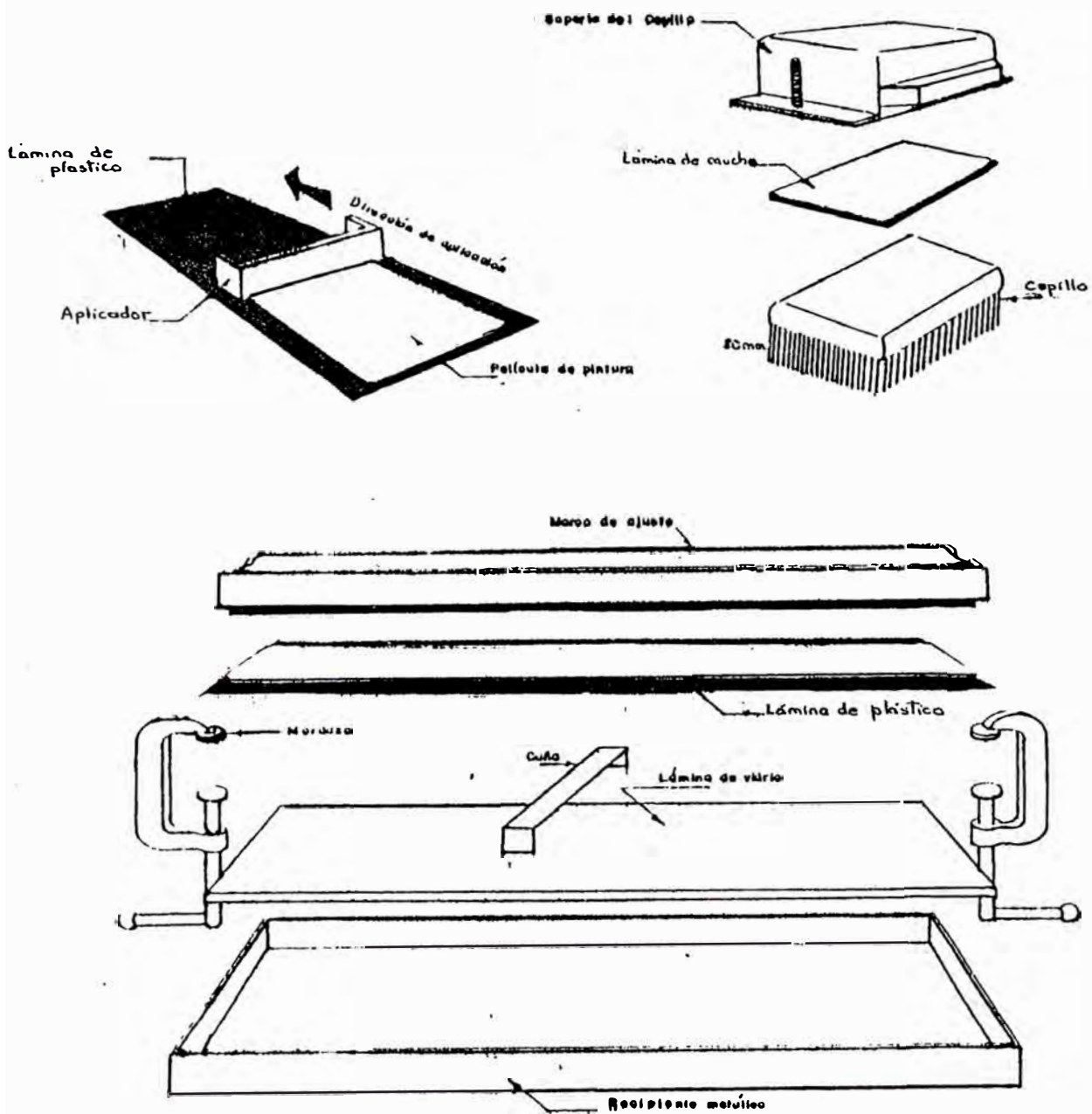
7.5 Se coloca el contador de ciclos de la máquina en cero y se empieza la prueba, después de cada 400 ciclos antes del rompimiento de la película de pintura se agrega a la escobilla 10 gr. más del medio abrasivo, así como también 5 mL. más de agua sobre la prueba antes de continuar.

7.6 Se registra el número de ciclos que remueve completamente la película de pintura en una forma de línea continua del mismo ancho de la cuña. Se apaga el equipo y se retira el panel plástico.

#### 8. Reporte

Se registra el número de ciclos donde ocurre la falla, anotando adicionalmente cualquier desviación del procedimiento estandar.

Fig. 17 Materiales para la prueba de abrasión



## 9º Designación D2801-69

Método Estandar para determinar las  
CARACTERISTICAS DE NIVELADO DE LAS PINTURAS POR EL METODO DE  
LA APLICACION

### 1. Alcance

1.1 Este método cubre la determinación en laboratorio de las características de nivelado relativo, de una pintura diluible con agua o solvente.

1.2 No se aplica a productos no pigmentados, acabados texturados o colores muy oscuros. No debe ser usado para comparar pinturas con amplia diferencia de viscosidad o características tixotrópicas pues estas variaciones tienden a reducir la precisión.

### 2. Sumario

2.1 La pintura a ser evaluada debe ser aplicada sobre una cartulina de superficie lisa con la ayuda de un aplicador especialmente diseñado para medir el nivelado, a través de la aplicación de la pintura en forma de líneas pares y paralelas que van variando de espesor. Este estirado se deja secar en posición horizontal, y el número de líneas paralelas que se han juntado parcial o totalmente es el que se registra.

### 3. Significado

3.1 Las evaluaciones de nivelado de la pintura por este método ha demostrado una correlación directa con el brochado (práctico), siendo además este método cuantificable.

### 4. Descripción de Términos

4.1 El nivelado relativo de una pintura es la medida de la habilidad a fluir después de aplicado sobre cualquier superficie y disimular cualquier irregularidad tales como la marca de la brocha, o "cráteres" que se producen por el efecto de la aplicación.

5. Aparatos

5.1 Aplicador de Nivelado Este aplicador a sido diseñado para permitir una aplicación de la pintura en forma de filas paralelas en pares de diferente espesor.

5.2 Superficie de prueba \_ El cual es una cartulina lisa que tiene zonas negras y blancas y que esta barnizada o laqueada. Normalmente son cartulinas standarizadas.

6. Preparación de la muestra

6.1 Se mezcla bien el material a ser evaluado para que tenga una consistencia uniforme y suave y estará a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.

7. Procedimiento

7.1 Se coloca la cartulina sobre una superficie lisa y en la parte superior se situa el aplicador con el borde dentado en contacto con la cartulina y el lado abierto mirando al operador.

7.2 Se coloca una cantidad suficiente de pintura frente al aplicador y con los brazos extendidos se va moviendo el aplicador hacia el operador de manera uniforme.

7.3 Esta aplicación se deja secar en posición horizontal bajo las condiciones específicas de laboratorio (preferentemente a  $23 \pm 2$ °C). Se examina una vez seco, el número de pares de filas paralelas que se hayan juntado de acuerdo a los estandares fotográficos que se adjuntan.

8. Reporte

8.1 Se reporta el nivelado de la pintura en la escala de 0 a 10. Un valor de 10 representa un nivelado excelente y de 0 indica un nivelado deficiente.



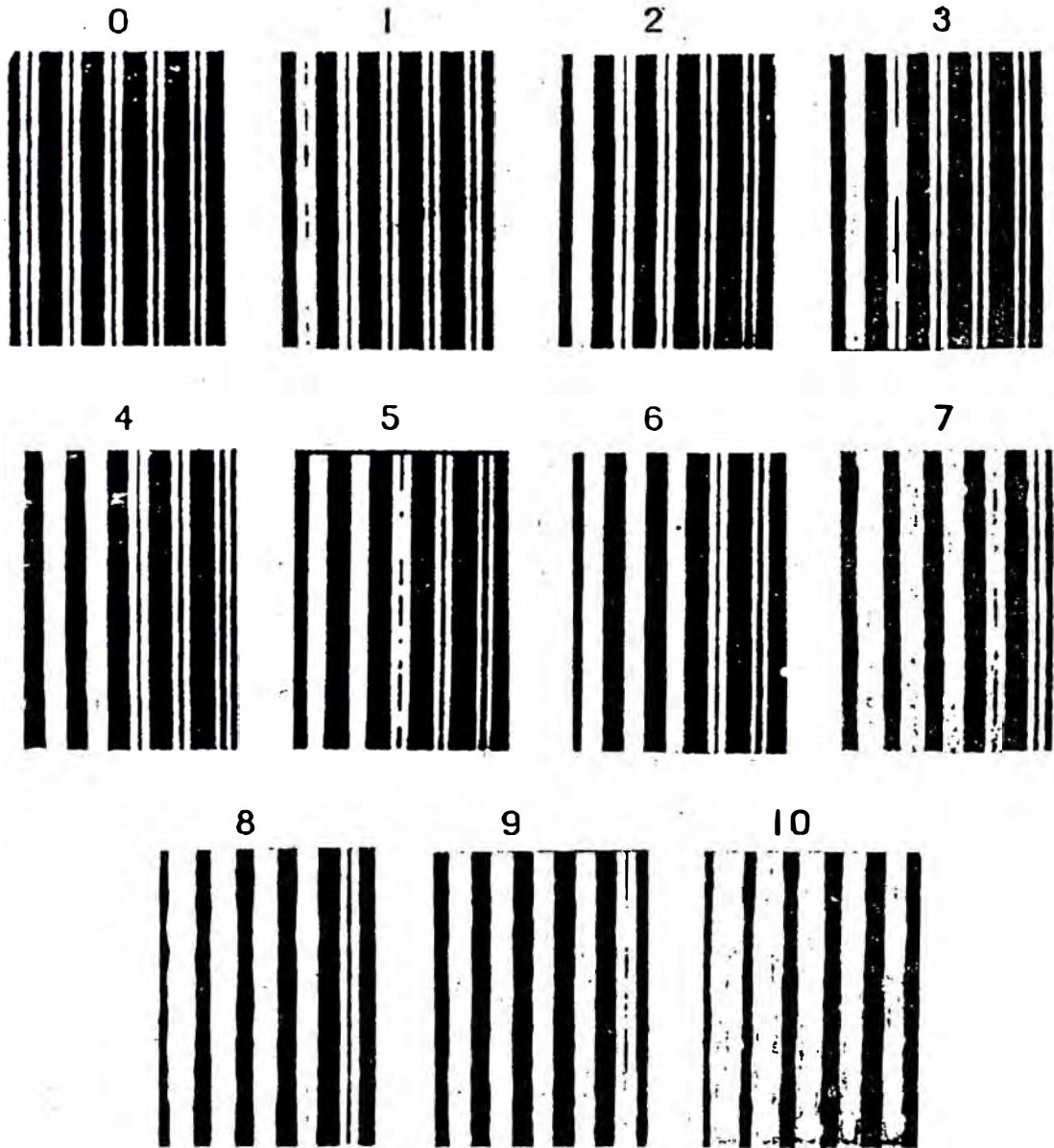
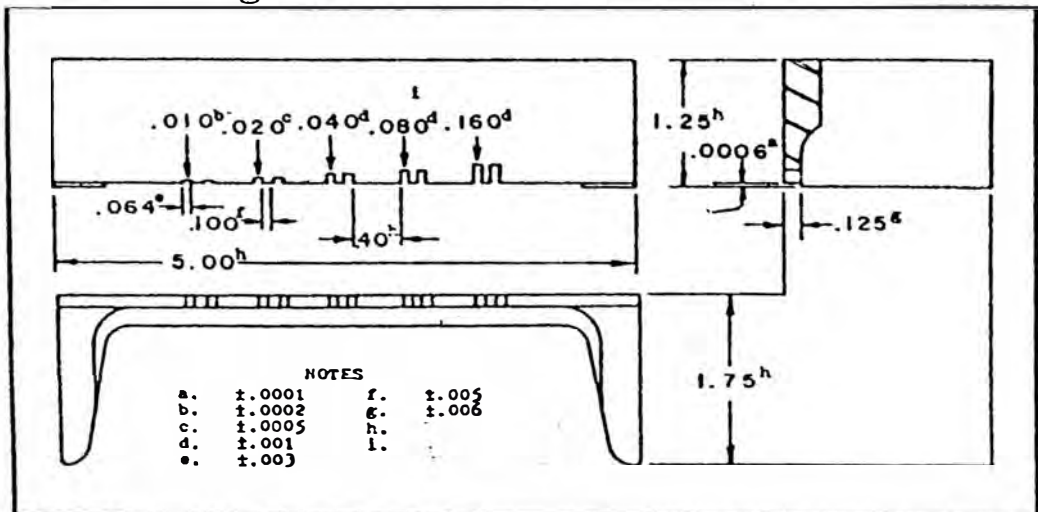


Fig. 18 Estándares de Nivelado



Todas las dimensiones en pulg.

Fig. 19 Aplicador de Nivelado

**10<sup>o</sup> Designación D 3450-80****Método de Prueba Estandar para la evaluación de la PROPIEDAD DE LAVABILIDAD DE LAS PINTURAS ARQUITECTONICAS PARA INTERIORES****1. Alcances**

1.1 Este método determina la facilidad relativa de remover manchas de una película seca de pinturas para interiores, cuando es lavada, ya sea con un limpiador abrasivo o no.

1.2 Esta prueba está limitada a las pinturas que tienen una reflectancia de 60% o más.

**2. Sumario del Método**

2.1 La pintura a probar se aplica sobre un panel de plástico negro y se deja secar durante 7 días. Se mide la reflectancia de la película ( $R_1$ ) y luego se aplica un líquido manchante a base de aceite negro sobre la película de pintura. Luego el panel es colocado sobre el vidrio en el equipo de lavabilidad y la película es lavada con un medio no abrasivo por 100 ciclos. Luego el panel se enjuaga y seca, se mide la reflectancia del área manchada ( $R_2$ ). La relación de reflectancia,  $R_2/R_1$ , es la medida del grado de remoción de la mancha.

**3. Significado**

3.1 Las pinturas látex para interiores frecuentemente son ensuciados por polvo y otras manchas, y este método sirve para medir la facilidad relativa de remoción de una mancha específica de la superficie por frote de ésta. La mayor facilidad de remoción se produce cuando existe una mínima erosión de la película de pintura.

3.2 Los resultados obtenidos con este método, no necesariamente están relacionados con todos los tipos de manchas, como las solubles en aceite versus las solubles en agua y aquellas penetrantes de las que no lo son.

3.3 Las pinturas de acabados semibrillantes generalmente requieren sólo de un medio no abrasivo, mientras que las pinturas mates requieren uno tipo abrasivo.

#### 4. Equipos

##### 4.1 Máquina de lavabilidad

###### 4.1.1 Equipos accesorios como

- Base de vidrio
- Esponja y soporte
- Base metálica
- Ganchos

Balanza de precisión

4.2 Aplicador de 7 mils de abertura y un ancho de 132 mm. de un lado, y 10 mils de abertura y ancho de 138 mm. por el otro borde.

4.3 Aplicador de 3 mils de abertura y 76 mm. de ancho.

4.4 Reflectómetro de 45° y 0° con filtro verde.

4.5 Regla de fineza de dispersión, según se especifica en el Método D1210.

#### 5. Materiales y Reactivos

5.1 Pureza de los reactivos- Estos deben ser grado químico.

5.2 Paneles de plástico negro (de Lenetta Co.)

5.3 Cinta Masking Tape.

5.4 Medio manchante- Que consiste de lo siguiente

Aceite mineral pesado USP	60.0
Aguarras	32.0
Pigmento negro tipo carbon black	<u>8.0</u>
	100.0

Se mezclan todos los componentes y se dispersan hasta una fineza de 7H (0.5 mils o 13  $\mu$ m)

5.5 Medio abrasivo (según método ASTM D2486).

## 5.5.1 Medio no-abrasivo, que consiste de:

Agua destilada	89.6
Hidroxietilcelulosa	2.0
Detergente	9.0
Fosfato trisódico anhidro	4.0
Acido acético glacial	0.3
Bactericida	0.1

## 6. Preparación del equipo

6.1 Equipo de lavabilidad - El equipo debe funcionar a 37 ciclos por minuto, cada ciclo comprende la ida y regreso de la esponja.

6.2 Esponja y soporte Ambos deben pesar aproximadamente 1500 gramos.

## 7. Procedimiento

7.1 Se limpia la superficie de vidrio, así como ambos lados del panel de plástico negro, y se coloca encima, asegurandolo en un borde con la cinta masking tape.

7.2 Se agita la pintura que se va a aplicar y se coloca sobre el plástico negro, usando el aplicador de 10 mils. Esta aplicación se hace en un tiempo de 3 a 4 segundos, para prevenir formación de burbujas. Esta panel ya aplicado, se deja secar en posición horizontal por 7 días a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C y  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa, de preferencia.

7.3 El último día de secado, se mide la reflectancia (con filtro verde) de una parte del panel y se registra este valor como  $R_1$ .

7.4 Después de la lectura, se usa el aplicador de 3 mils para aplicar una capa de medio manchante, de manera perpendicular a la película de pintura, y en el área donde se midió la reflectancia inicial. Este panel se deja secar por 16 a 24 hr. a las mismas condiciones de temperatura y humedad.

7.5 Se limpia el vidrio donde se va a colocar el panel plástico, y se le asegura con los ganchos al equipo, y se coloca el soporte de la esponja en posición.

7.6 Se humedece bien la esponja en agua y se escurre, haciendo esto varias veces. Luego se coloca la esponja en su soporte y se le coloca  $15 \pm 1$  mL. de agua sobre su superficie expuesta. Se agita el medio abrasivo (o no abrasivo) y se coloca  $10 \pm 0.1$  gr. sobre la superficie de la esponja de manera uniforme.

7.7 Se gira el soporte y esponja para que su superficie este en contacto con la película de pintura y se agrega 5 mL. de agua a cada lado del soporte de la esponja por donde ha de pasar. Se enciende el equipo y se deja que a esponja recorra 25 ciclos, después de los cuales, se detiene la máquina y se retira para volverla a enjuagar bien, con abundante agua, repitiendo el paso 7.6, para que vuelva a recorrer 25 ciclos más, repitiendo este procedimiento hasta completar los 100 ciclos, tratando cada vez de encender y detener la esponja fuera del área manchada del panel.

7.8 Se retira el panel en prueba del soporte, y se enjuaga con abundante agua corriente, ayudandose con la palma de la mano suavemente. Se deja secar a temperatura ambiente y luego se mide la reflectancia en el área inicial, y se registra como  $R_2$ .

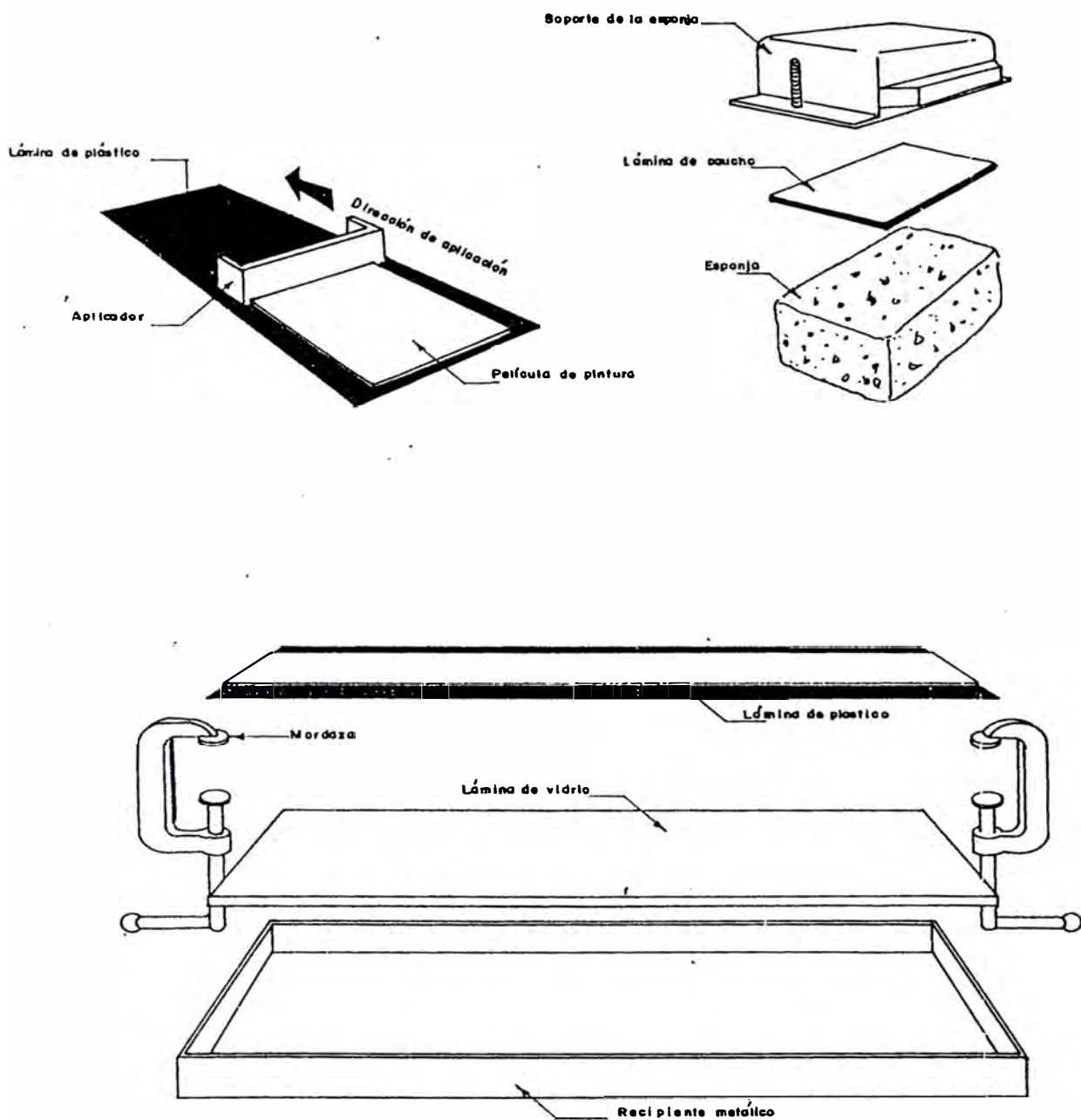
7.9 Se repite esta prueba en un segundo panel y para ambos, se calcula la recuperación de reflectancia como porcentaje  $(R_2/R_1)*100$ .

## 8. Reporte

8.1 Se reporta la determinación de los dos valores y el tipo de medio abrasivo usado.

8.2 Se anota si la erosión ocurrió en el área manchada o si la mancha fue removida en menos de 100 ciclos.

Fig. 20 Materiales para la prueba de lavabilidad



**11º Designación D 4287-83**

Método Estandar de Prueba para la  
DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD DE LAS PINTURAS A ALTAS  
VELOCIDADES DE CORTE POR EL VISCOSIMETRO ICI TIPO CONO/PLATO

1. Alcance
  - 1.1 Este método cubre la determinación de la viscosidad de la pintura a una velocidad de cizallamiento de 10 000  $\text{seg}^{-1}$ .
  - 1.2 Pinturas que tienen un secado muy rápido no reproducen muy buenos resultados.
2. Sumario
  - 2.1 El material a ser probado se coloca entre el cono y el plato de un viscosímetro ICI, luego se somete a una velocidad de cizallamiento alta mientras se determina la viscosidad.
3. Significado
  - 3.1 El valor de viscosidad obtenido por este método nos brinda información acerca de las propiedades de fluidez del material bajo condiciones de aplicación con brocha, rodillo o pistola.
  - 3.2 Este método es adecuado para todas las pinturas con un comportamiento Newtoniano o no.
4. Aparato
  - 4.1 Viscosímetro ICI cono/plato de 0 a 10 P (0 a 1 Pa-s) que produzca una velocidad de cizallamiento e 10 000  $\text{seg}^{-1}$ .
5. Procedimiento
  - 5.1 Con el cono en posición baja se enciende el equipo y se espera unos minutos para que se ajuste la temperatura a  $25 \pm 0.3$  °C. Luego se levanta el cono y se transfiere una cantidad adecuada de pintura a ser evaluada, al plato teniendo cuidado de evitar incluir burbujas de aire. Se espera unos 30 seg. para permitir

que la muestra alcance la temperatura del sistema.

5.2 Se enciende el equipo y el cono empieza a girar y se registra la lectura en la escala cuando se aprecie que el marcador este estable.

5.3 Una vez finalizado se limpia el cono y el plato cuidadosamente, utilizando un papel tissue o tela suave y un solvente adecuado . Se debe cuidar de remover todo el material evaluado y el solvente utilizado.

## 6. Reporte

6.1 En el reporte se incluye lo siguiente ;

Tipo e identificación del producto evaluado.

Tipo de equipo usado.

Velocidad de cizallamiento al cual se hizo la determinación (en  $\text{seg}^{-1}$ ).

Temperatura de evaluación.

La lectura resultado de la evaluación en poises.



**12<sup>o</sup> DESIGNACION D 4400-84**

Método Estandar de prueba para la evaluación de la  
RESISTENCIA AL CHORREO DE LAS PINTURAS USANDO UN APLICADOR DE  
MUESCAS MULTIPLES

**Introducción**

El aplicador de muescas múltiples que se usa en este método, es un aplicador con una serie de hendiduras sucesivas de diferente espesor y, su uso es aplicable a diferentes tipos de pinturas.

**1. Alcances**

1.1 Este método determina de manera experimental la resistencia al chorreo de pinturas acuosas y no acuosas a diferentes niveles de espesor de película.

1.2 El método es aplicable a pinturas de cualquier color.

**2. Sumario del método**

2.1 Después de una agitación adecuada de la pintura, ésta se aplica sobre una cartulina estandarizada con un aplicador de muescas múltiples (multinotch). Esta cartulina se coloca inmediatamente en posición vertical, con las líneas de aplicación de manera horizontal, similar a los peldaños de una escalera, con la aplicación de menor espesor en la posición más alta. Después que seca la aplicación es esta posición, se examina en que espesor empieza el chorreo de la pintura.

**3. Significado y Uso**

3.1 Esta evaluación es esencial en el control de calidad de la pintura. Este método brinda una evaluación rápida y simple, además de demostrar de manera visible la resistencia al chorreo de la pintura en términos de valores numéricos.

#### 4. Equipo

4.1 Aplicador de muescas múltiples - Es un aplicador tipo "Anti-Sag Meter", que posee una serie de hendiduras sucesivas con aberturas de diferentes espesores. Se selecciona el rango de espesor adecuado según el tipo de pintura a evaluar.

4.2 Superficies de aplicación. Las cuales son cartulinas lisas y laqueadas, y que pueden ser de varios tamaños y modelos.

4.3 Soporte de vidrio - Que se usa como base o soporte para realizar la aplicación.

#### 5. Procedimiento

5.1 Se agita bien la muestra con una espátula y se ajusta su temperatura a  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

5.2 Luego se succiona con una jeringa 8 mL. de pintura y se coloca frente al aplicador rápidamente, con una presión constante.

5.3 La cartulina se fija al soporte de vidrio, la cual debe poseer zonas blanca y negra en el caso de pinturas de color claro, y completamente blanca si se evalúa pinturas oscuras.

5.4 Se coloca el aplicador en el borde superior de la cartulina y se coloca la pintura como se indica en 5.2.

5.5 Se realiza la aplicación a una velocidad uniforme de 15 cm. por segundo.

5.6 Inmediatamente se coloca la cartulina aplicada en posición vertical, con las líneas de aplicación de manera horizontal, similar a los peldaños de una escalera, con la aplicación de menor espesor en la posición más alta y se deja secar en esa posición.

5.7 Cuando la película está seca, se anota los espesores de la aplicación, según marca el aplicador, para identificarlo.

5.8 Se selecciona la línea con el menor espesor que resiste al chorreo, sin tocar la siguiente línea inferior.

6. Reporte

6.1 Se reporta el espesor máximo que soporta la pintura antes de que empiece a chorrear, en mils.

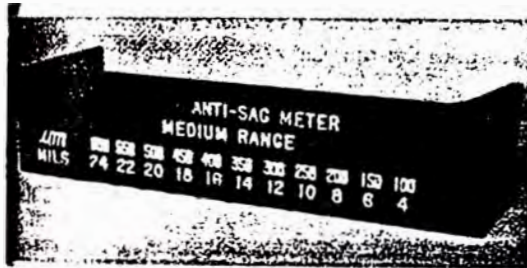


Fig. 21 Aplicador

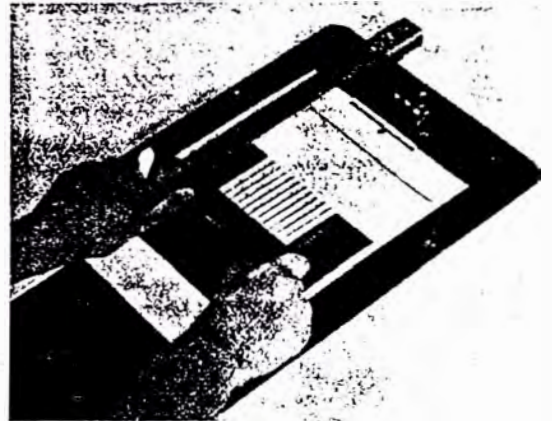


Fig. 22 Forma de aplicar

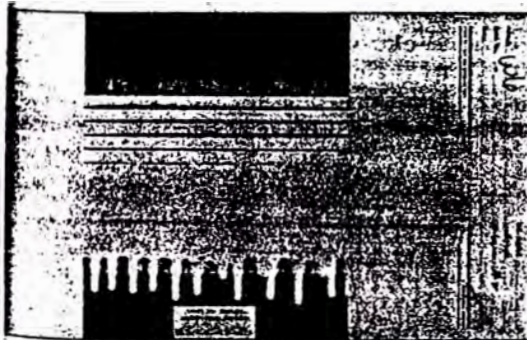


Fig. 23 Ejemplo de aplicación

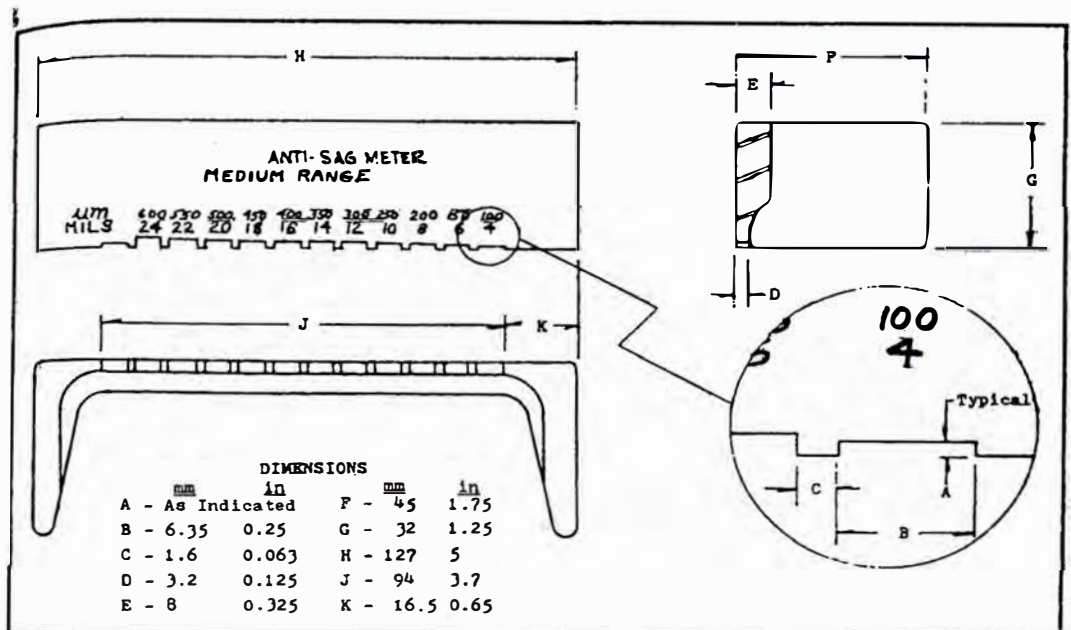


Fig. 24 Especificaciones del aplicador

12.2 Apéndice B

Certificado

Se adjunta el certificado de trabajo detallado de la actual empresa donde laboro.