

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL**



**ELABORACIÓN DE PINTURAS LÁTEX VINIL-ACRÍLICAS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN  
DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**YENNY FFER YAHUANA VILLANUEVA**

**LIMA – PERÚ**

**2006**

## **DEDICATORIA**

A mi linda hija Isabel, mi esposo y mis padres,  
por estar siempre a mi lado.

## RESUMEN

En el presente informe “Elaboración de pinturas látex vinil-acríticas”, se hace un estudio del comportamiento reológico de las pinturas, se identifica al copolímero que constituye la resina empleada para la elaboración de las mismas.

A continuación se caracteriza la materia prima que conforma la pintura látex, y se estudia en forma detallada las propiedades que proporcionan los aditivos al aplicarla como recubrimiento. Asimismo, se describe algunos defectos de las pinturas ocasionados por la mala dosificación de sus componentes.

En la elaboración de las pinturas es de vital importancia el control de algunos parámetros en medio del proceso, como la determinación del grado de dispersión, el control de PH y la viscosidad.

Finalmente, para garantizar la calidad del producto final, se describe los métodos estandarizados y especificados en las normas técnicas peruanas.

## INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. GENERALIDADES.....	9
2.1 Definición de pintura.....	10
2.1.1 Composición de las pinturas.....	11
2.1.2 Pinturas a base de látex.....	11
2.2 Estudio de la reología de las pinturas.....	12
2.2.1 Principales parámetros reológicos.....	13
2.2.2 Tipos de comportamiento reológico.....	15
2.3 Presencia de los copolímeros en las pinturas.....	19
III. DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	21
3.1 Pigmentos.....	21
3.1.1 Pigmentos inorgánicos.....	21
3.1.2 Pigmentos orgánicos.....	22
3.2 Cargas minerales.....	23
3.3 Vehículo.....	25
3.4 Solventes.....	27
3.5 Aditivos.....	28
3.5.1 Aditivos humectantes y dispersantes.....	28
3.5.1.1 Proceso de dispersión.....	31
3.5.1.2 Mecanismos de estabilización de una dispersión.....	32
3.5.1.2.1 Repulsión electrostática.....	32
3.5.1.2.2 Impedimento estérico.....	33
3.5.1.2.3 Floculación controlada.....	35
3.5.1.3 Datos técnicos de dispersantes para pinturas en emulsión y sistemas acuosos.....	36
3.5.2 Aditivos reológicos.....	37
3.5.2.1 Propiedades de los aditivos reológicos.....	38

	Pág.
3.5.2.2	Aditivo reológico de celulosa.....38
3.5.2.3	Propiedades del hidroxietilcelulosa.....39
3.5.3	Agente coalescente .....41
3.5.4	Antiespumante .....42
3.5.5	Regulador de PH.....45
3.5.6	Preservante.....45
3.6	Resumen de propiedades que proporciona cada componente ..46
IV.	FABRICACIÓN DE LAS PINTURAS.....47
4.1	Formulación de pintura látex económico.....47
4.2	Equipo empleado .....48
4.3	Procedimiento de fabricación.....50
4.3.1	Dispersión de los pigmentos .....50
4.3.2	Adición del espesante reológico.....51
4.3.3	Adición del vehículo .....51
4.3.4	Matizado de color .....52
4.3.5	Filtrado y envasado de la pintura .....52
V.	DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LAS PINTURAS .....54
5.1	Sedimentación y descuelgue.....54
5.2	Flotación.....55
5.3	Mala humectación del soporte .....57
5.4	Formación de cráteres.....58
5.5	Destizamiento.....59
5.6	Descascaramiento.....60
5.7	Eflorescencia .....60
VI.	ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS PINTURAS.....61
6.1	Propiedades físicas de la pintura líquida .....61
6.1.1	Medición de la viscosidad.....61
6.1.2	Medición de la densidad.....65

	Pág.
6.1.3	Control de PH.....66
6.1.4	Finura de dispersión.....66
6.1.5	Porcentaje de sólidos .....67
6.2	Propiedades de la película seca.....69
6.2.1	Poder cubriente y comparación de color .....69
6.2.2	Resistencia a la abrasión húmeda.....71
6.2.3	Adherencia .....74
6.3	Propiedades al momento de la aplicación.....76
6.3.1	Brochabilidad.....76
6.3.2	Nivelación .....77
6.3.3	Rendimiento.....77
6.3.4	Determinación del tiempo de secado.....78
VII.	APORTES A LA EMPRESA .....79
VIII.	OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.....82
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....84

## I. INTRODUCCIÓN

En la preparación de una pintura látex vinil-acrítica , es muy importante la dosificación apropiada de todos sus componentes, además conocer las propiedades que aporta cada uno a la pintura; cada componente debe ser añadido en el orden apropiado.

Asimismo es indispensable asegurarse que la materia se encuentre en condiciones óptimas, para lograr los mejores resultados.

Los componentes básicos de una pintura látex son la resina (vehículo), agua, pigmentos; y otros compuestos denominados aditivos, que se agregan en pequeñas cantidades para mejorar las propiedades de la mezcla anterior.

El 50% del éxito en la formulación de la pintura látex, está en una buena humectación y dispersión de los pigmentos, ya que de esta manera se evitarán problemas posteriores a la aplicación. Estos problemas suelen ser con frecuencia la no uniformidad en la coloración de la superficie pintada (unas partes con mayor coloración que otras), formación de rayas, entre otros.

Los aditivos humectantes y dispersantes también contribuyen, aunque en menor proporción que los aditivos reológicos, a evitar problemas de sedimentación de pigmentos.

De igual manera los demás aditivos como antiespumantes, los reológicos, entre otros, contribuyen con el buen funcionamiento de la pintura.

## II. GENERALIDADES

En nuestro país, las fábricas de pinturas inician sus actividades a partir de los años 30, donde los productos de la época eran “base solventes” y se llamaban “pinturas por preparar”, debido a que los pintores tenían que mezclar las pastas pigmentadas con los secantes, aceites y solventes; estos últimos en aquella época era el aguarrás vegetal, y que hoy en día ha sido reemplazada por el aguarrás mineral, que es un derivado del petróleo.

Las pinturas tienen doble propósito, primero el de proteger todo tipo de estructuras de las inclemencias del tiempo y del ambiente en que encuentran; y segundo, el de proporcionar una mayor estética a la estructura recubierta.

El proceso productivo en general de una pintura, implica la mezcla de resinas (sintéticas o naturales), con pigmentos, solventes y aditivos, lo que significa que el procesamiento de pinturas es un proceso de mezcla de los componentes, más que de reacciones.

Las pinturas “base agua”, nacieron en nuestro país en los años 40, y eran a base de Caseína. Hoy en día lo son en base a emulsiones o dispersiones acuosas de polímeros Vinílicos y/o Acrílicos, entre otras.

La tendencia en nuestro país y en el mundo, es avanzar en los productos “base agua”, debido a las regulaciones basadas en la protección y conservación del medio ambiente.

Los látex y los esmaltes, son las pinturas más populares dentro del ámbito de la construcción, debido a que secan rápido, son fáciles de aplicar con brochas y rodillos, y lo más importante es su alta resistencia a la humedad, sol, lluvias y superficies alcalinas, como los estucos, hormigón armado, fibrocemento y ladrillos.



## 2.1 DEFINICIÓN DE PINTURA

Es un producto químico, que una vez aplicado correctamente sobre una superficie, se transforma en una película sólida a través del proceso de curado o secado.

A continuación se presenta una clasificación de las pinturas, según la forma de conversión de la resina líquida en una película seca:

TIPO DE PINTURA	MECANISMOS DEL SECADO DEL VEHÍCULO FIJO	TIPOS DE RESINA
Pinturas de secado por reacción con el oxígeno del aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaporación del disolvente o vehículo volátil, y</li> <li>• Absorción del oxígeno</li> </ul>	Alquídicas Epoxi – ester Silicona – Alquídicas
Pinturas de secado por evaporación del disolvente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaporación del disolvente</li> </ul>	Vinílicas Vinil - Acrílicas Acrílicas Cauchoclorado Bituminosas
Pinturas de secado por reacción química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacción por reticulación</li> </ul>	Epóxicas Poliuretano

También se tiene otra forma de clasificación de las pinturas según el tipo de resina:

Vinílicas

Vinil-Acrílicas

Acrílicas-Estirenadas

Alquídicas

Poliéster

Epóxicas

Poliuretanos

Fenólicas

### 2.1.1 COMPOSICIÓN DE LAS PINTURAS

Una pintura está constituida en primer lugar por el vehículo (resina), y otros componentes principales como los pigmentos, solventes, a los que se suman los aditivos, y que utilizados en cantidades pequeñas, también son responsables de propiedades importantes.

### 2.1.2 PINTURAS A BASE DE LÁTEX

Es el conjunto de pigmentos que se encuentran dispersos en un vehículo a base de látex (producto de una polimerización en emulsión), y que al secar por evaporación del agua, el pigmento y las partículas del vehículo se unen formando una película relativamente fuerte.

Estas pinturas se clasifican de acuerdo a la NTP 319.216:1984 en las categorías que se presentan en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS PINTURAS A BASE DE LÁTEX

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	TIPOS			
	I	II	III	IV
Composición - Sólidos totales, mín	50%	48%	46%	46%
Propiedades de la pintura líquida: - Viscosidad a 25°C en unidades Krebs (KU)	90 – 110	90 – 110	90 – 110	90 – 110

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	TIPOS			
	I	II	III	IV
- Finura de dispersión, en Unidades Hegman, mín	4	3.5	3	3
- Densidad en Kg/l, mín	1.3	1.32	1.32	1.32
Propiedades de la pintura aplicada				
- Tiempo de secado				
Al tacto en minutos, máx	60	60	60	60
Para repintar en horas, máx	6	6	6	6
- Resistencia a la abrasión húmeda en ciclos, mín.	1500	900	400	100

## 2.2 ESTUDIO DE LA REOLOGÍA DE LAS PINTURAS

La reología se define como la ciencia que estudia la deformación y el flujo de la materia.

La Figura 2.1 muestra un fluido sometido a una deformación simple entre dos placas planas. La placa inferior está estacionaria mientras que la placa superior se mueve a una velocidad  $v$  como consecuencia de una fuerza  $F$  aplicada al mismo.

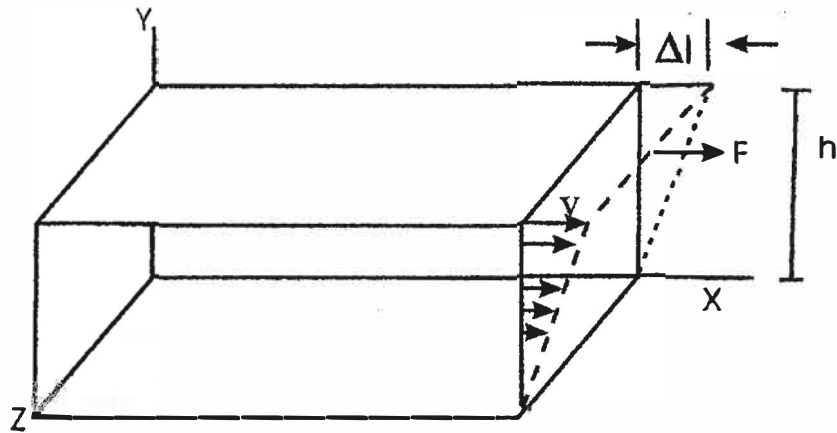


Figura 2.1 FLUIDO SOMETIDO A UNA DEFORMACIÓN SIMPLE

### 2.2.1 PRINCIPALES PARÁMETROS REOLÓGICOS

Entre los principales parámetros reológicos, tenemos a:

**Esfuerzo de corte o cizalla (  $\tau$  ):** Se define como la fuerza por unidad de área necesaria para alcanzar una deformación dada. Las unidades de esta magnitud son  $\text{N} / \text{m}^2$

$$\tau = \frac{F \text{ (Fuerza)}}{A \text{ (Area)}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

**Velocidad de corte típica (  $\gamma$  ):** Se define como el cambio de velocidad  $v$  a través de la distancia  $h$  entre los dos platos (Figura 2.1). Las unidades son 1/segundo. La velocidad de corte se incrementa a medida que la velocidad del plato superior aumenta y la distancia entre los dos platos se hace más pequeña.

$$\gamma = \frac{dv}{dh} = \frac{\text{m/s}}{\text{m}} = \frac{1}{\text{s}} = \text{s}^{-1}$$

**Viscosidad ( $\eta$ )** : Se define como la relación entre el esfuerzo de corte aplicado y la velocidad de corte adoptada por el fluido. La viscosidad se expresa en Pa.s.

$$\eta(\text{viscosidad}) = \frac{\tau(\text{Esfuerzo de corte o cizalla})}{\dot{\gamma}(\text{Velocidad de corte típica})} = \text{Pa.s}$$

Según esto observamos la dependencia de la viscosidad con el esfuerzo de corte.

Para aplicaciones prácticas debe tenerse en cuenta un rango de velocidad de corte típica relativamente amplio (Figura 2.2). Durante la producción de una pintura (dispersión, mezcla y envasado) y también durante la aplicación (a rodillo, a brocha, a pistola), aparecen valores de velocidad de corte relativamente grandes ( $> 1000 \text{ s}^{-1}$ ). Cuando la pintura está en almacén o está secando, las velocidades de corte que intervienen son pequeñas ( $< 1 \text{ s}^{-1}$ ).

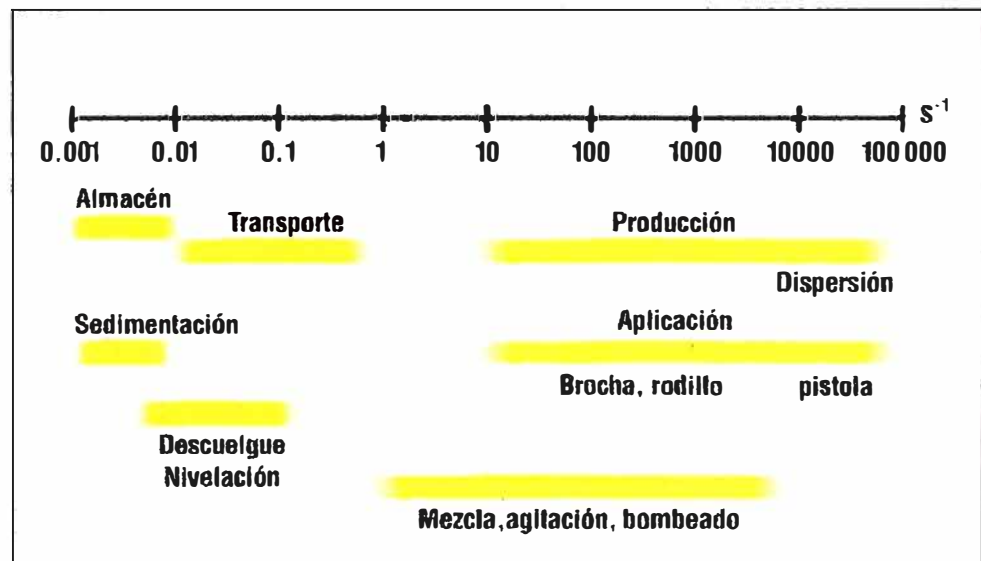


Figura 2.2 VELOCIDAD DE CORTE TÍPICA

## 2.2.2 TIPOS DE COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Existen dos tipos diferentes de comportamientos reológicos bien marcados:

- Flujos newtonianos
- Flujos no newtonianos

### FLUJOS NEWTONIANOS

Es el modelo de flujo más sencillo, en el cual la viscosidad es constante independientemente de la fuerza de cizalla. Es solamente propio de los líquidos ideales y en la práctica puede observarse en sistemas sencillos como el agua, los disolventes puros y aceites minerales. La curva de flujo o perfil reológico (Figura 2.3) resultante de estos fluidos es una línea recta que pasa por el origen, la pendiente de dicha recta es la viscosidad. Por lo tanto, la curva de viscosidad es una recta horizontal, ya que la viscosidad no depende de la fuerza de cizalla, y permanece constante a diferentes valores de velocidad de corte (Figura 2.4).

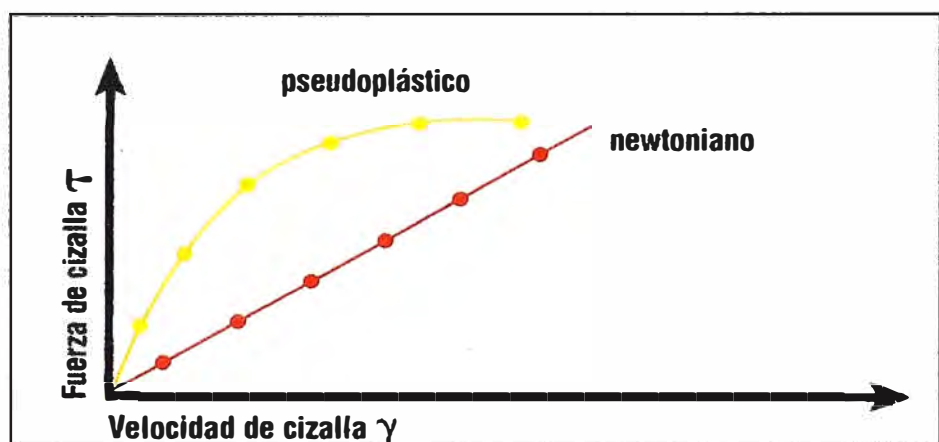


Figura 2.3 CURVA DE FLUJO

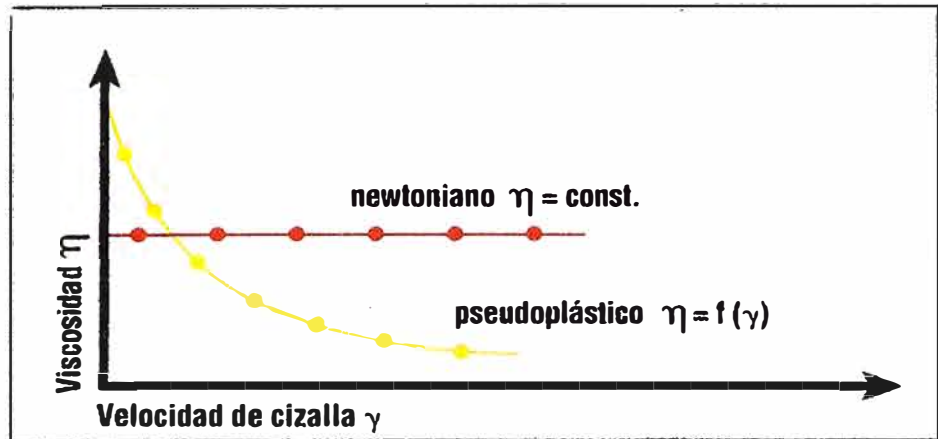


Figura 2.4 CURVA DE VISCOSIDAD

## FLUJOS NO NEWTONIANOS

Los fluidos no newtonianos son aquellos, en los que la velocidad cambia con la fuerza de cizalla, la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de corte no es lineal. Entre estos tipos de flujo se tiene:

### FLUJO PSEUDOPLÁSTICO

Un comportamiento común en algunas pinturas es el flujo pseudoplástico, también conocido como “shear thinning”. En este caso la viscosidad disminuye al aumentar el esfuerzo de corte, la pintura se vuelve más fluida.

La viscosidad no es una constante del material, tiene un valor aparente para cada velocidad de corte.

Este comportamiento es muy ventajoso para las técnicas de aplicación. A valores altos de esfuerzo de corte el material tiene una baja viscosidad, lo que simplifica la fabricación y la aplicación.

A valores bajos de fuerza de cizalla como la fuerza de gravedad durante el almacenaje, la viscosidad es alta, y esto elimina prácticamente la sedimentación. Asimismo en aplicaciones verticales aumenta sustancialmente la resistencia al descuelgue.

## **FLUJO TIXOTRÓPICO**

La tixotropía aparece cuando la viscosidad depende del esfuerzo de corte y del tiempo. Si una sustancia tixotrópica es cizallada a una velocidad constante, puede observarse que la viscosidad disminuye durante el tiempo de cizalla.

Una vez que el esfuerzo de corte desaparece ( $\tau = 0$ ), la viscosidad recupera el valor inicial, después de un reposo prolongado (Figura 2.5). La curva de un líquido tixotrópico muestra un típico “bucle de histéresis”, la curva de flujo se divide en una curva de subida y otra de bajada (Figura 2.6), la curva de subida o recuperación siempre muestra valores de viscosidad inferiores en cualquier valor de velocidad de cizalla. Esta curva de viscosidad muestra claramente que no es posible atribuir un único valor de viscosidad a una velocidad de cizalla dada para un material tixotrópico; la medida de viscosidad depende de la historia de la cizalla soportada por el líquido previa al ensayo.



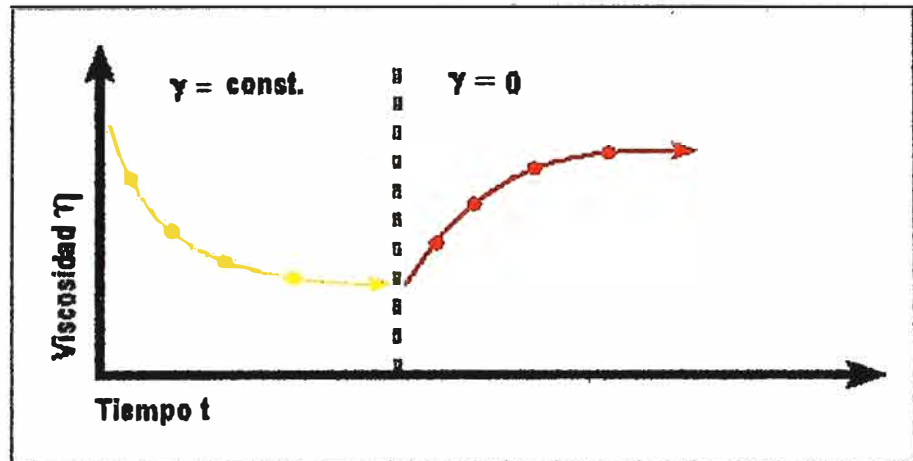


Figura 2.5 TIXOTROPÍA: VISCOSIDAD DEPENDIENTE DEL TIEMPO

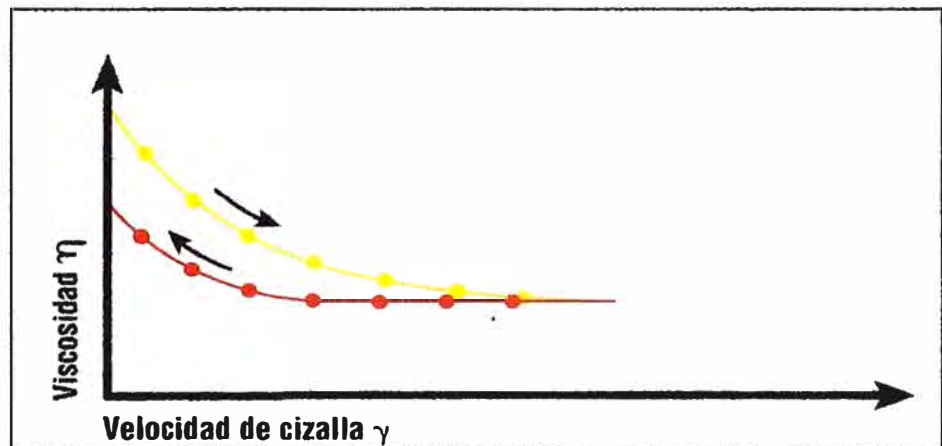


Figura 2.6 TIXOTROPÍA: CURVA DE VISCOSIDAD

## **2.3 PRESENCIA DE LOS COPOLÍMEROS EN LAS PINTURAS COPOLÍMERO**

Es una macromolécula formada por dos o más tipos diferentes de monómeros unidos en las mismas cadenas poliméricas.

El vehículo que es uno de los componentes principales de la pintura viene a ser la resina sintética, la cual está compuesta de un copolímero vinil acetato/acrílico, en emulsión acuosa.

### **COPOLÍMERO VINIL ACETATO/ACRÍLICO**

El copolímero vinil acetato – acrílico, está compuesto generalmente de acetato de vinilo (80% – 90%) y un ester acrílico como metil metacrilato o el butil acrilato.

El copolímero formado a base de acetato de vinilo y el ester acrílico, posee una excelente estabilidad a la luz, ya que por acción de la luz ultravioleta actúa como un copolímero tipo cruzado, originando un mayor tiempo en la duración de la película de la pintura..

Las dispersiones acrílicas presentan resistencia a las radiaciones UV, resistencia al agua y a medios alcalinos, y en combinación el polivinilacetato que tiene buena adherencia, hacen que el copolímero formado por ambos sea apropiado para la elaboración de resinas látex.

Aunque el polivinilacetato (PVA), es un polímero blando como el polimetilacrilato, su temperatura de transmisión del estado vítreo está por encima de la temperatura de ambiente. Las temperaturas para el hogar deben coalescer para formar una película a la temperatura de ambiente, por lo que el PVA debe tener una temperatura de transmisión a cristal más baja, lo que se consigue con la adición de una laca plastificante, tal como

el dibutil ftalato, o sobretodo por copolimerización con otros monómeros como etilacrilato.

En los látex acrílicos el monómero duro es el metilacrilato y el monómero plastificante es un acrilato, tal como el butilacrilato. Los látex acrílicos suelen contener copolímeros del ácido acrílico o metacrílico, como coloides y espesantes, que se solubilizan por neutralización con una base.

Cualquiera sea el tipo de látex, se suelen añadir normalmente disolventes coalescentes para mejorar la formación de película, estos pueden ser o no miscibles en el agua, e incluyen alcoholes, glicoles, éter-alcoholes, incluso hidrocarburos, todos ellos con alto puntos de ebullición.

La síntesis del copolímero vinil acetato / acrílico, se llevará a cabo a través de una polimerización por emulsión, bajo el mecanismo de radicales libres.

La polimerización en emulsión consta básicamente de agua, que actúa como agente dispersante y se encuentra en cantidades del orden del 50 a 70% de la masa de todo el sistema; asimismo consta del monómero, que por lo general es poco soluble en agua, tanto los monómeros metacrilato de metilo o acetato de vinilo presentan una solubilidad en agua a 25 °C de 25 g/l., del iniciador soluble en agua como el ión persulfato, y finalmente del emulsificante o estabilizador, que se encarga de suministrar la estabilidad coloidal a las partículas del sistema. Entre los emulsificantes tenemos al lauroilo sódico, polivinil acetato parcialmente hidrolizado, y el hidroxietil celulosa (que proporciona una estabilidad estérica adicional).

### **III. DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS**

#### **3.1 PIGMENTOS**

Son sustancias sólidas en forma de polvo fino, cuya función básica es dar a las pinturas color y opacidad, en otros casos resistencia a la corrosión o resistencia mecánica. Se utilizan pigmentos orgánicos, inorgánicos y cargas minerales, también llamadas pigmentos inertes.

##### **3.1.1 PIGMENTOS INORGÁNICOS**

Los pigmentos inorgánicos son básicamente óxidos metálicos. Tienen matices menos brillantes, un buen poder cubriente y son más sólidos a la luz. Su poder colorante es bajo

**DIÓXIDO DE TITANIO:** Es un pigmento inorgánico blanco que posee propiedades como buen brillo, poder de opacidad y fácil dispersión. Es importante en la elaboración de las pinturas látex debido a su alto poder cubriente.

**ÓXIDOS DE HIERRO SINTÉTICOS:** Consisten esencialmente de óxidos de hierro hidratado, son de bajo costo, de fácil manejo y excelente solidez a la luz. Los óxidos sintéticos usados en la elaboración de las pinturas látex son el óxido de hierro rojo y el óxido de hierro amarillo, los cuales se caracterizan por poseer poder cubriente.

**AZUL ULTRAMAR:** Químicamente es un silico-aluminato de sodio polisulfurado. Posee excelente solidez a la luz, resistencia a los álcalis y de fácil dispersión.

**NEGRO DE HUMO:** Se obtiene por la combustión incompleta de combustibles ricos en compuestos aromáticos, cuando se usa en látex tiene que estar previamente dispersado y molido, agregándose a la pintura en forma de pasta dispersada.

### **3.1.2 PIGMENTOS ORGÁNICOS**

Los orgánicos son derivados de ftalocianinas y sus sales; sus colores son más intensos, pero menos cubrientes y presentan menor solidez a la luz.

**PIGMENTOS DE FTALOCIANINA:** Poseen propiedades de buen poder tintóreo y mayor estabilidad a la luz.

**AZUL FTALOCIANINA:** Tiene excelente solidez a la luz y durabilidad, resistencia a los álcalis y puede ser usado tanto para interiores y exteriores. Su uso en la elaboración de las pinturas látex es en forma de pasta dispersada.

**VERDE FTALOCIANINA:** El pigmento es extremadamente fuerte y tiene un matiz azul verdoso luminoso. Posee de igual manera excelente solidez a la luz y durabilidad, resistencia a los álcalis. Su uso en la elaboración de las pinturas látex es en forma de pasta dispersada.

**AMARILLO ORGANICO HANSA G:** Tiene buen poder cubriente, buena textura y es de fácil dispersión, además es estable a la luz. Su uso es también en forma de pasta dispersada.

**ROJOS ORGANICOS:** Se caracteriza por tener alto brillo, aunque su poder cubriente es bajo, comparado a los óxidos de hierro. Su uso es en forma de pasta dispersada.

### **3.2 CARGAS MINERALES**

Llamadas también pigmentos inertes, que cumplen con el objeto de extender el pigmento y contribuir con un efecto de relleno. Entre estos materiales se encuentran sustancias de origen mineral como tizas, caolines, talcos, etc., y de origen sintético como creta, caolines tratados y sulfato de bario precipitado.

**TIZA:** Es el pigmento más utilizado como carga, tiene un porcentaje de pureza con respecto al Carbonato de Calcio por encima del 96%. Se obtiene a partir de la molienda de la piedra caliza, obteniéndose un polvo fino, no tóxico, químicamente inerte y generalmente de color blanco. Estas propiedades aseguran que los polvos de caliza sean extensivamente usados como cargas o pigmentos en un amplio rango de industrias. El propósito primario de una carga es proveer volumen al producto economizando materias primas más costosas.

**TALCO (SILICATO DE MAGNESIO):** Es un mineral blando, graso, granular o fibroso, compuesto por metasilicato ácido de magnesio ( $H_2Mg_3(SiO_3)_4$ ). Se utiliza en la elaboración de látex para interiores y exteriores, para incrementar la consistencia, reducir los problemas de sedimentación.

**CAOLÍN (SILICATO DE ALUMINIO):** Es un silicato de aluminio hidratado, cuya constitución es la siguiente:  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ . Es un producto de la descomposición de rocas feldespáticas, principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina el mineral

caolinita. Entre sus propiedades más importantes, destaca su blancura, su fácil dispersión, además de poseer gran poder cubriente y baja viscosidad en altos porcentajes de sólidos.

**SILICATO DE ALUMINIO SINTETICO:** El silicato de aluminio y sodio es un sólido amorfo de color blanco, que se obtiene por reacción de precipitación química entre un silicato sódico y una sal de aluminio en medio acuoso. Es empleado como pigmento blanco en pinturas donde actúa como sustituto parcial del dióxido de titanio, al mismo tiempo que incrementa el poder cubriente y la blancura tanto de la pintura. Está representado por la siguiente fórmula:  $14,5\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,4\text{Na}_2\text{O}$ .

### **CONCENTRACION DE PIGMENTO EN VOLUMEN (PVC)**

Para alcanzar las propiedades específicas en un tipo de pintura se requiere escoger apropiadamente la combinación de pigmentos y vehículos, siguiendo lo que se conoce como volumen de concentración del pigmento PVC, es decir la participación del volumen del pigmento en el volumen total de la pintura.

$$\text{PVC} = \frac{(\text{Volumen total de pigmentos})}{\text{Volumen total}(\text{pigmentos} + \text{resina})} \times 100$$

### **IMPORTANCIA DEL PVC:**

En gran medida este indicador sirve para controlar factores como brillo, reflejo, durabilidad, y comportamiento frente al lavado.

### 3.3 VEHÍCULO

Son las resinas o mezclas de resinas, constituídas básicamente por polímeros o copolímeros, que vienen a ser la parte sólida que constituye a la película de pintura una vez seca.

Esto se debe a que el vehículo está constituido por un material formador de película denominado vehículo fijo o ligante y por un disolvente denominado vehículo volátil.

El pigmento y el vehículo fijo o ligante son los componentes que permanecen en la película de pintura una vez seca, y el vehículo volátil o disolvente se pierde totalmente por evaporación durante el secado. A estos componentes que forman la película se les denomina materia fija.

El vehículo fijo o ligante de una pintura, es el que determinará las propiedades de resistencia de la película de pintura una vez seca.

Las propiedades y clasificación de los diversos tipos de pintura se basan en el vehículo fijo utilizado en su formulación. Los vehículos más comunes son los siguientes: alquídicos, acrílicos, vinílicos, celulósicos, epóxicos, poliuretánicos, silicónicos.

#### RESINA VINIL ACRÍLICA

Es una resina sintética constituída esencialmente por un copolímero de vinil acetato / acrílico, en emulsión acuosa, que tiene un 80% de vinil acetato y 20% de un éster acrílico. Es una resina termoplástica, soluble en agua, resistente al asfalto, aceite y grasa.

Se caracteriza por ser un excelente ligante y por su amplia aceptación de pigmentos, plastificantes y modificadores comúnmente usados. Posee



buena estabilidad mecánica y resistencia a los álcalis en la película que produce. No contiene enlaces insaturados, por lo que no es degradado o decolorado por la luz u oxidación.

Para lograr que la pintura desarrolle sus máximas propiedades de resistencia, las partículas del polímero deben de estar bien dispersadas, para que así una máxima área de superficie del polímero esté disponible para humectar toda la masa.

### PROPIEDADES QUE OTORGA A LA PINTURA

El vehículo como se mencionó, es una emulsión copolímera que al secarse forma una película cuya ventaja es una flexibilidad permanente.

Las películas formadas son claras, tenaces, flexibles, tienen alto brillo y resistencia a las manchas acuosas. Por ser completamente saturada no decolora ni amarillea.

Las pinturas formuladas con este copolímero secan por evaporación de agua, eliminando la necesidad de un largo período de reticulado, ya que permiten escapar rápidamente el vapor húmedo del sustrato a través de la película.

Después de aplicarse la pintura sobre el sustrato, la pintura presenta buena adhesión y resistencia a la abrasión

Otorga a la pintura excelente brochabilidad y fácil aplicación.

## PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE LA RESINA VINIL-ACRÍLICA

Tipo de emulsión	: Aniónica
Contenidos de sólidos en peso	: 49 – 53 %
Viscosidad a 25 °C	: 75 – 90 KU
PH	: 3.5 – 4.5
Brillo (UG)	: 45 - 60
Tiempo útil de Almacenaje	: Hasta los 6 meses, conservado en oscuridad y $T \leq 30^{\circ}\text{C}$

### 3.4 SOLVENTES

Los más comunes son el agua y líquidos orgánicos volátiles. Su función es dar a las pinturas la adecuada consistencia de aplicación. Como se evaporan durante el proceso de secado no permanecen en el revestimiento seco. Sin embargo, la correcta elección de los solventes tiene influencia en la formación de la película.

Las funciones de los solventes son las siguientes:

- Facilitar la aplicación, ya que se emplea para adelgazar la pintura.
- Contribuir a la nivelación de la película.
- Regular la velocidad de secado de la pintura.

Entre los tipos de solventes orgánicos tenemos: Aguarraz, Xileno, Tolueno, Butanol, Cetonas, entre otros.

El tipo de solvente empleado en la elaboración de una pintura, depende de la afinidad del mismo con el vehículo (resina). A continuación, en la Tabla 3.1, se muestra el tipo de solvente para determinados tipos de resina.

Tabla 3.1 TIPOS DE SOLVENTE SEGÚN EL TIPO DE RESINA

TIPO DE RESINA	SOLVENTE
Alquídica de secado al aire	Aguarraz
Alquídica de secado al horno	Tolueno – Xileno Butanol
Vinílicas	Tolueno
Poliuretano	Cetonas, Acetato de butilo
Epóxicas	Esteres, Cetonas, Alcoholes Glicoles
Cloro-Caucho	Xileno – Tolueno
Acrílicas	Agua
Vinil – Acrílicas	Agua

### 3.5 ADITIVOS

Son compuestos de muy diversa naturaleza química, que se añaden en pequeñas proporciones para modificar ciertas características u otorgar propiedades especiales. Dentro de la gama de aditivos tenemos los aditivos humectantes y dispersantes, aditivos reológicos, bactericidas, coalescentes, etc, que se describen a continuación.

#### 3.5.1 ADITIVOS HUMECTANTES Y DISPERSANTES

Los aditivos humectantes y dispersantes cumplen una función primordial en la producción de pinturas, ya que de estos depende la distribución uniforme de los pigmentos sólidos en la solución de resina.

Los aglomerados son un conjunto de varias partículas de pigmentos, que están en contacto entre sí, a través de sus vértices y aristas, en donde los huecos o espacios entre las partículas individuales contienen aire y humedad.

En la molienda de los pigmentos los aglomerados de pigmentos son triturados, y en el caso ideal esto lleva hasta las partículas primarias.

Las fuerzas de interacción entre partículas de un aglomerado son débiles y pueden romperse con los molinos convencionales.

### **ADITIVOS HUMECTANTES**

La humectación de los aglomerados de pigmentos con la resina está influenciada por muchos factores y se puede describir matemáticamente mediante la ecuación de Washburn.

Ecuación de Washburn

$$V = \gamma_{FI} \cdot \cos \theta \cdot \frac{r^3}{L \cdot \eta}$$

V = Velocidad de humectación

$\gamma_{FI}$  = Tensión superficial de la fase líquida

$\theta$  = Angulo de contacto

r = Radio del poro

L = Longitud del poro

$\eta$  = Viscosidad de la fase líquida

El producto  $\gamma_{FI} \cdot \cos \theta$  viene a ser la presión de extensión

Influye además la polaridad de la superficie de los pigmentos y de la solución de resina, la viscosidad de la fase líquida y también la

geometría de los espacios huecos en el interior del aglomerado (“poros”). Muy importante también es la tensión interfacial entre la superficie del pigmento y la solución de la resina, y es justo aquí donde actúan los aditivos humectantes.

Los aditivos humectantes se pueden definir como sustancias que reducen esta tensión interfacial, con esto aumenta el coeficiente de extensión y la humectación se realiza con mayor rapidez.

Lo característico de estas sustancias es la estructura tensoactiva: en una molécula se unen grupos polares hidrófilos y grupos no polares hidrófobos. A causa de esta estructura estos aditivos se adsorben en la superficie de los pigmentos.

Según el grupo hidrofílico de la molécula del humectante se pueden clasificar en:

Humectantes aniónicos:  $R-COO^-Na^+$

Humectantes catiónicos:  $R-NH_3^+Cl^-$

Humectantes no iónicos:  $R-(C_2H_4O)_x-OH$

Normalmente el segmento no polar se realiza mediante cadenas de hidrocarburos.

Como humectante en la producción de pinturas látex se utiliza el Nonilfenoletoxilado (humectante no-iónico).

## ADITIVOS DISPERSANTES

Los aditivos dispersantes se adsorben en la superficie del pigmento, mantienen las partículas de pigmentos distanciadas mediante repulsión electrostática y/o impedimento estérico y reducen así la tendencia a la floculación incontrolada (Figura 3.1).

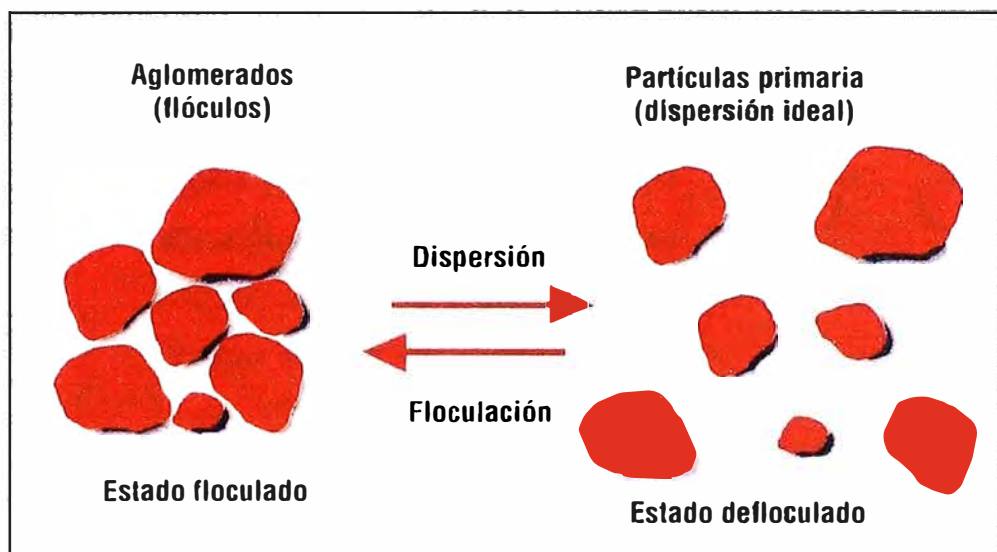


Figura 3.1 DISPERSIÓN DE LOS PIGMENTOS

### 3.5.1.1 PROCESO DE DISPERSIÓN

El paso 1 consiste en humectar la superficie del pigmento, luego en el paso 2 se rompe los aglomerados y finalmente en el paso 3 se estabiliza las partículas del pigmento. Tanto el paso 1 (humectar) y el paso 3 (estabilizar) son influenciados favorablemente por los aditivos humectantes y dispersantes.

### 3.5.1.2 MECANISMOS DE ESTABILIZACIÓN DE UNA DISPERSIÓN

#### 3.5.1.2.1 REPULSIÓN ELECTROSTÁTICA

Las partículas de pigmentos en la pintura líquida llevan una carga eléctrica en su superficie, mediante aditivos es posible aumentar esta carga y procurar que todas las partículas tengan el mismo signo de carga. Iones contrarios se concentran cerca de la superficie de pigmentos en la fase líquida y se forma una doble capa eléctrica, que cuanto mayor grosor tenga esta capa, mejor es la estabilidad.

Este mecanismo de estabilización se aplica sobre todo en sistemas acuosos en emulsión.

Los aditivos dispersantes que se utilizan aquí químicamente son polielectrolitos, es decir se trata de polímeros, que en sus cadenas secundarias llevan una gran cantidad de cargas eléctricas (Ver Figura 3.2).

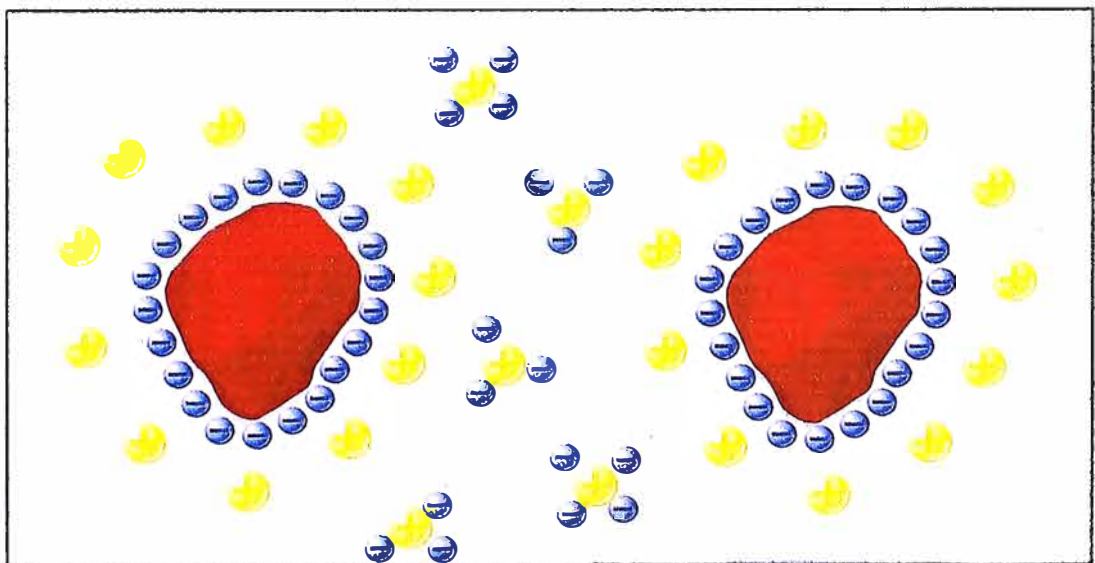


Figura 3.2 REPULSIÓN ELECTROSTÁTICA

En la industria de la pintura se emplea, aparte de polifosfatos, productos a base de ácidos policarboxílicos.

Los polielectrolitos se adsoben en la superficie del pigmento y transmiten así la carga eléctrica a la partícula del pigmento.

Mediante la repulsión electrostática de las partículas con el mismo signo de carga se reduce drásticamente la tendencia a la floculación y la dispersión se estabiliza. A causa de sus estructuras químicas, estos aditivos normalmente no tienen características humectantes, por lo cual, en caso necesario, se ha de combinar con un aditivo humectante.

#### 3.5.1.2.2 IMPEDIMENTO ESTÉRICO

Los aditivos dispersantes que actúan como estabilizantes mediante el impedimento estérico (Figura 3.3) destacan por dos características en su estructura:

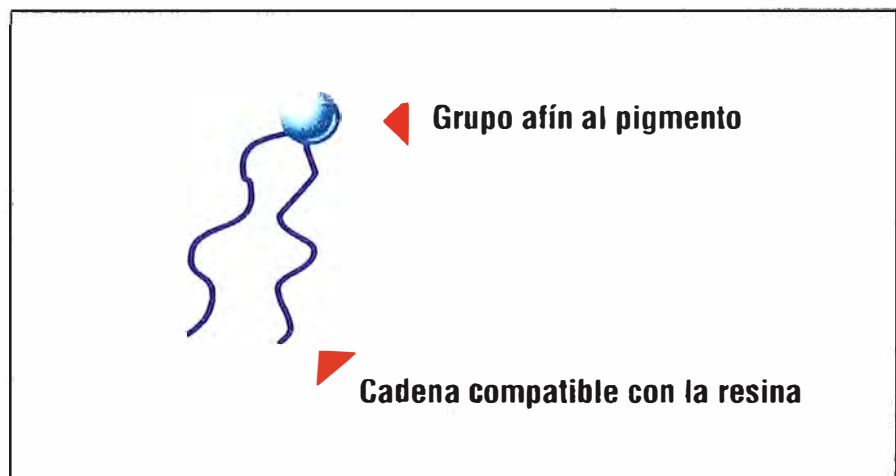


Figura 3.3 ESTRUCTURA DE UN ADITIVO HUMECTANTE DISPERSANTE DEFLOCULANTE



Primeramente estos productos contienen uno o varios “grupos afines a pigmentos”, grupos de anclaje o grupos de adhesión, los cuales son responsables de una fuerte y duradera adsorción en la superficie del pigmento. Por otro lado, tienen cadenas compatibles con el sistema (hidrocarburos), las cuales, tras la adsorción del aditivo en la superficie del pigmento deben extenderse lo máximo posible desde el pigmento a la solución de resina que se encuentra alrededor. Esta capa de moléculas adsorbidas, con las cadenas extendidas, provocan que las partículas de pigmentos no entren directamente en contacto y se evita así la floculación. Este efecto se conoce como el impedimento estérico o la estabilización entrópica (Figura 3.4).

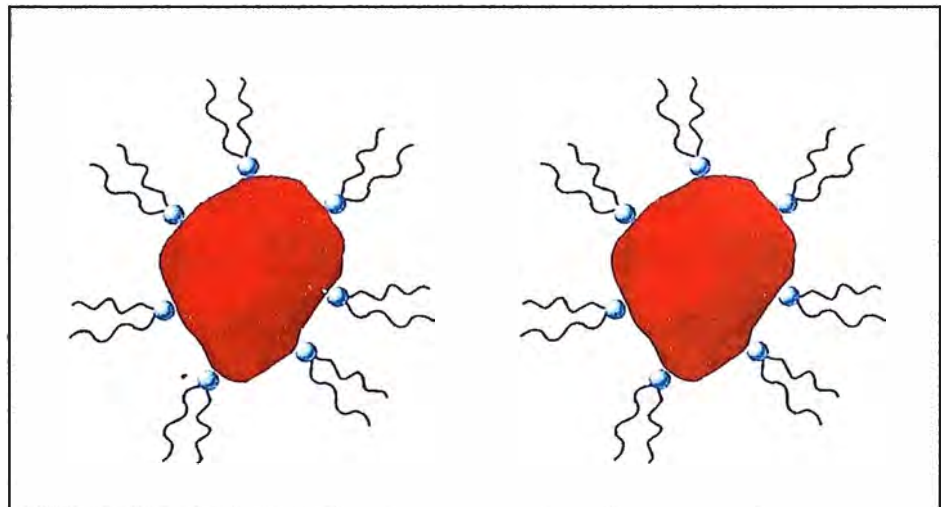


Figura 3.4 ESTABILIZACIÓN DEL PIGMENTO POR IMPEDIMENTO ESTÉRICO

La estabilización aumenta mediante la interacción de los segmentos poliméricos de las moléculas de aditivo y los polímeros de resina, incrementando así la capa alrededor de las partículas de pigmentos. Estos mecanismos de

estabilización se encuentran en sistemas de pinturas que contienen disolventes y en sistemas acuosos, que contienen partes de resinas solubles. Mediante su estructura de grupos afines a pigmentos (polares) y cadenas compatibles con el sistema (no polares), estos aditivos también muestran características tensoactivas, es decir, a parte de tener la cualidad de estabilizar las dispersiones de pigmentos también actúan como aditivo humectante.

### **3.5.1.2.3 FLOCULACIÓN CONTROLADA**

Si los grupos afines a pigmentos no están concentrados en un solo punto de la molécula, sino que están repartidos de forma adecuada por toda la molécula, entonces estos aditivos pueden ser el papel de puente entre las partículas de pigmentos. Con ayuda del aditivo se construyen así estructuras de redes tridimensionales: flóculos de pigmentos (Figura 3.5). El aditivo define el tamaño y la estabilidad del flóculo mediante la interacción entre aditivo – aditivo y aditivo – pigmento. Se trata entonces de una floculación controlada por el aditivo, en el que el grado de la floculación depende de la composición química y la dosificación del aditivo. Es importante recordar, que en una floculación controlada no existe el contacto directo entre las partículas de pigmento, pues existe entre ellos una molécula de aditivo. Este tipo de estabilización de los pigmentos conlleva que la pintura muestre características distintas, comparada con una pintura en la cual los pigmentos están defloculados.

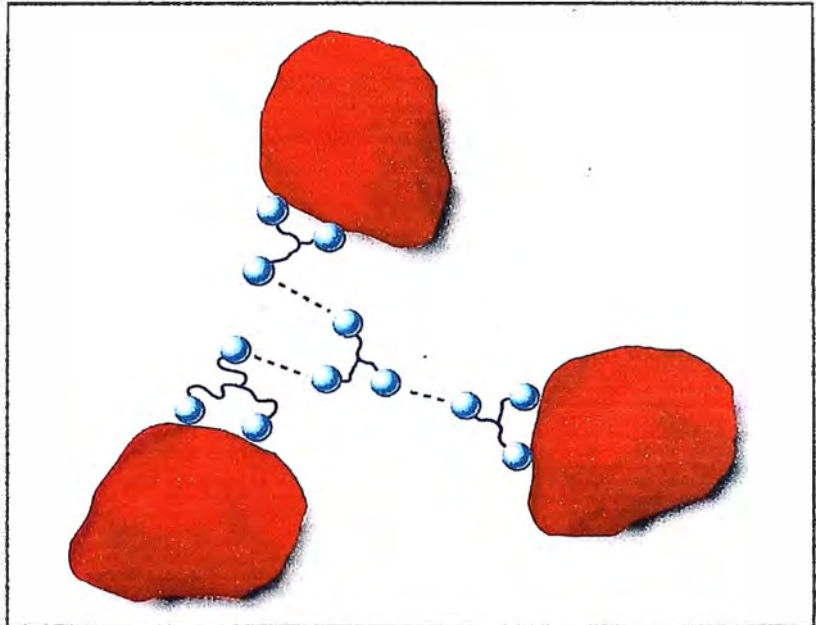


Figura 3.5 FLOCULACIÓN CONTROLADA

### 3.5.1.3 DATOS TÉCNICOS DE DISPERSANTES PARA PINTURAS EN EMULSIÓN Y SISTEMAS ACUOSOS

#### DISPERSANTE 1:

#### COMPOSICIÓN

Solución de una sal amónica de un copolímero acrílico.

#### DOSIFICACIÓN

Dióxido de Titanio	Cargas	Pigmentos Inorgánicos
1.5 – 2 %	0.5 – 1 %	2 – 10 %
Porcentaje de aditivo sobre la cantidad de pigmento		

#### MECANISMO DE ESTABILIZACIÓN DE LOS PIGMENTOS

Repulsión electrostática.

**VENTAJAS**

Aumenta el brillo, reduce la viscosidad y proporciona una buena estabilidad del sistema.

**DISPERSANTE 2:****COMPOSICIÓN**

Poliacrilato de sodio – Carácter aniónico.

**DOSIFICACIÓN**

Se aplica en la dispersión de pigmentos de 0.1 % – 0.5 % (basado en el peso de pigmento).

**MECANISMO DE ESTABILIZACIÓN DE LOS PIGMENTOS**

Repulsión electrostática.

**VENTAJAS**

Impide el secado rápido de la pintura y permite a la película húmeda de pintura deslizarse fácilmente e igualarse, obteniéndose como resultado mayor brillo y mayor cubrimiento.

**3.5.2 ADITIVOS REÓLOGICOS**

El comportamiento del flujo de una pintura es una de las propiedades más importantes, incluso determina en cierta medida la facilidad y posibilidad de poderla aplicar.

Con la viscosidad  $\eta$  se describe el comportamiento del flujo. En las pinturas, la viscosidad no es constante y depende de distintos

parámetros. Aparte de la dependencia de la temperatura , un parámetro importante es el cizallamiento mecánico que se aplica al sistema.

### **3.5.2.1 PROPIEDADES DE LOS ADITIVOS REOLÓGICOS**

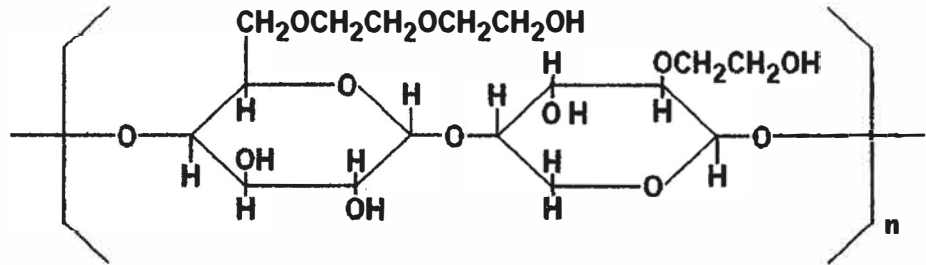
Para ajustar las propiedades reológicas hay que usar aditivos reológicos específicos. En la mayoría de situaciones, utilizamos estos aditivos para evitar la sedimentación de los pigmentos de las pinturas durante el almacenamiento, y para evitar el descuelgue durante su aplicación.

El mecanismo de los aditivos reológicos es que estos productos forman en fase líquida una estructura de “red” tridimensional (por ejemplo a través de puentes de hidrógeno); esta estructura se destruye de forma reversible por la acción de la fuerza de cizalla, lo que confiere al sistema un comportamiento tixotrópico.

### **3.5.2.2 ADITIVO REOLOGICO DE CELULOSA**

Los polímeros de Hidroxyetil Celulosa de alto peso molecular son no iónicos, solubles en compuestos acuosos, que pueden espesar, suspender, aglomerar, emulsificar, dispersar y retener el agua. Son fácilmente solubles en agua, y pueden ser usados para preparar soluciones con un amplio rango de viscosidad.

## ESTRUCTURA DEL HIDROETILCELULOSA



### 3.5.2.3 PROPIEDADES DEL HIDROXIETIL CELULOSA

#### ESPESANTE

Contribuye con el desarrollo del cuerpo de las pinturas acuosas. En muchas aplicaciones el espesamiento es combinado con suspensión, estabilización, dispersión y retención del agua, para producir los resultados esperados.

#### TIXOTROPÍA

Las soluciones de alto grado de viscosidad son tixotrópicas, es decir disminuyen su viscosidad bajo fuerza de corte y aumentan dicha viscosidad en el tiempo durante un periodo de reposo

Las pinturas látex permanecen sobre la brocha o rodillo, y al momento de aplicar fluyen fácilmente, y luego se nivelan hasta reducir las marcas de la aplicación, aumentando su viscosidad con el tiempo al eliminar la fuerza de cizalla.

Asimismo evita la sedimentación de los pigmentos de las pinturas, durante su almacenamiento.

### TOLERANCIA A LA SAL

Debido a que el Hidroxietil Celulosa es no iónico, es estable en soluciones con alta concentración de sales, haciéndolo fácil de usar. En las pinturas látex la tolerancia de boratos, silicatos y carbonatos es importante para mantener la viscosidad deseada.

### RETENCIÓN DE AGUA

Ayuda a mantener el contenido de agua de la formulación hasta niveles deseados.

Tabla 3.2 ESPECIFICACIONES DEL HIDROXIETIL CELULOSA  
(CELLOSIZO QP-52000)

PROPIEDADES TÍPICAS		
Características	Rango	Método
1% Viscosidad Brookfield	2400 - 3000 cP	1B-44C-0.1 (ASTM D-2364)
Insolubles en agua	1.0 %, máximo	1B-44C-0.2
Volátiles	5.0 %, máximo	1B-44C-0.3
PH, solución 2%	6.0 – 7.0	1B-44C-0.4
Tiempo de hidratación (buffer pH 7.2)	5 – 15 minutos	1B-44C-0.55
Tamaño de partículas A través de malla # 20	98%, mínimo	1B-44C-0.6

### 3.5.3 AGENTE COALESCENTE

Cuando la pintura látex se extiende sobre el sustrato, se produce la evaporación del agua, y los copolímeros que conforman el vehículo se unen entre sí, formando una película continua; lo que se conoce como coalescencia.

Las pinturas látex hacen esto a través de un característico flujo plástico, el cual se ve afectado por su dispersión en agua y por los aditivos presentes en el sistema.

Los agentes coalescentes ayudan a mejorar la coalescencia y la formación de películas con buena continuidad en pinturas látex o en emulsión. Los agentes típicos son líquidos de baja volatilidad y parcialmente solubles en agua y compatibles con el polímero en emulsión, que se evaporan de la película aplicada durante el proceso de secado.

Se puede decir que actúan como plastificantes temporales facilitando la coalescencia y bajando la temperatura mínima de formación de película. Además de ser eficientes como coalescentes, deben ser resistentes a la hidrólisis, no tóxicos, biodegradables y de bajo olor.

Los agentes coalescentes están compuestos por glicoles, éter-alcoholes, ésteres de éter-alcoholes, todos ellos con alto punto de ebullición. Entre los que se tiene el texanol, etilenglicol, butilcellosolve.



### 3.5.4 ANTIESPUMANTE

En una pintura, la espuma es siempre un problema importante. Puede aparecer ya en el propio proceso de producción, o posteriormente en la fase de llenado de los envases, o lo que es más grave, durante la aplicación de la pintura, ocasionando defectos en la superficie del recubrimiento en cuanto a su aspecto y a su función protectora. Por ello, en la mayoría de pinturas, el antiespumante figura como componente esencial de la formulación.

La espuma líquida se define como una dispersión fina de un gas (por regla general aire) en una fase líquida. Se genera al aplicar determinadas fuerzas de corte en la fabricación de las pinturas.

La película líquida que rodea a las burbujas de aire se llama lamela. Una vez formadas las burbujas de aire, suben a la superficie del líquido (pintura), el líquido de la lamela empieza a fluir, este “efecto de drenaje” reduce el espesor de la lamela, y por debajo de 10 nm el film pierde su integridad y la burbuja de espuma se rompe, como se puede observar en la Figura 3.6.

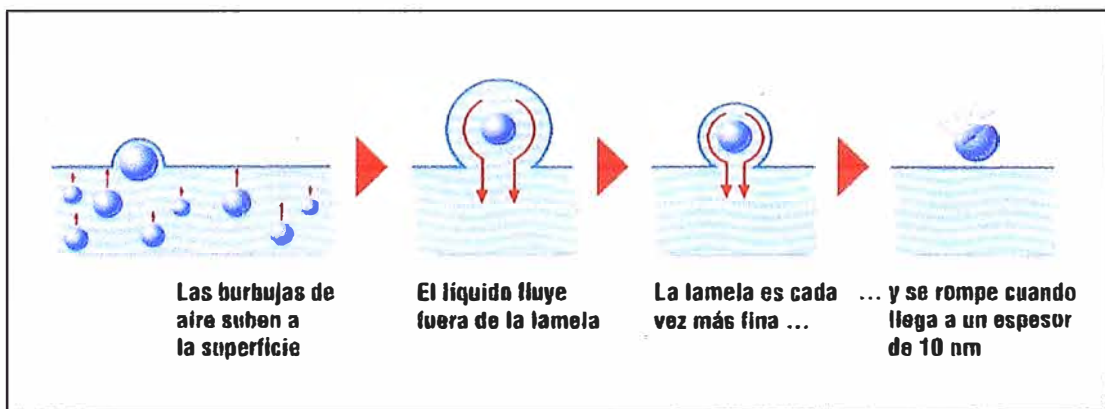


Figura 3.6 EFECTO DRENAJE

Si todos los líquidos tuviesen un comportamiento similar, no habría problemas de espuma. Pero dentro de la formulación de las pinturas, se encuentran sustancias estabilizadoras de la espuma, inmersos en la fase líquida.

Estas sustancias en general, son productos con cierta actividad superficial y se caracterizan por la presencia de grupos hidrófobos e hidrófilos en la misma molécula. A causa de esta estructura las sustancias se orientan en la interfase líquido/gas, reducen la tensión interfacial y cumplen de esta manera los requisitos necesarios para formar una espuma estable (Figura 3.7)

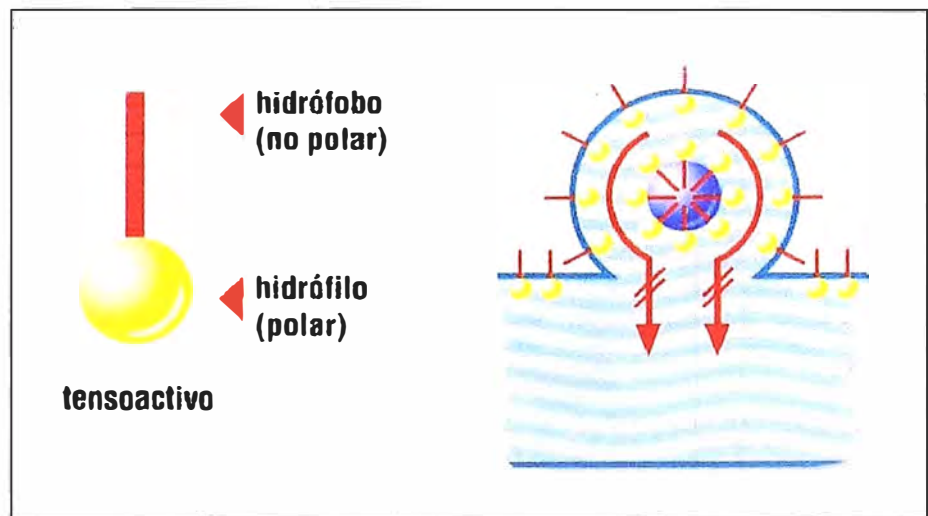


Figura 3.7 ESTABILIZACIÓN DE LA ESPUMA CON TENSOACTIVOS

Ya que es imposible evitar la presencia de sustancias potencialmente estabilizadoras de la espuma, se utilizan antiespumantes para evitar su aparición o para eliminar cuanto antes las burbujas ya formadas.

Los antiespumantes son líquidos con baja tensión superficial, generalmente deben poseer las siguientes propiedades:

- Ser insolubles en el vehículo a desespumar
- Tener un coeficiente de penetración positivo
- Tener un coeficiente de extensión positivo

Con un coeficiente de penetración positivo, el antiespumante puede penetrar en la lamela y extenderse dentro de ella (Figura 3.8). Con este proceso, los tensoactivos estabilizadores de la espuma son desplazados y la lámina elástica y resistente a la rotura, es sustituida por una película con menor tensión superficial y menor fuerza de cohesión.

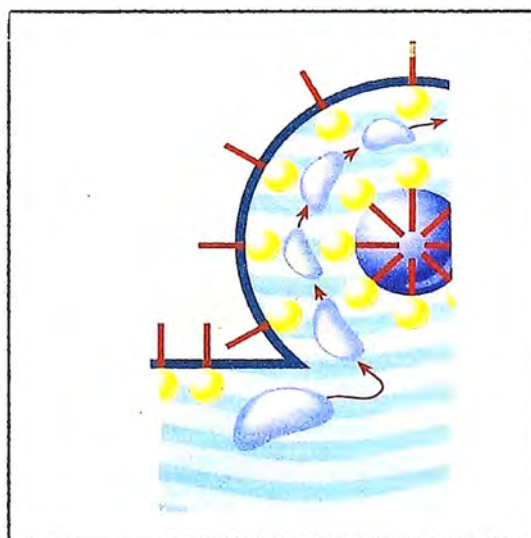


Figura 3.8 EL ANTIESPUMANTE PENETRA EN LA LAMELA DE UNA BURBUJA

Los tipos de antiespumantes empleados pueden ser los siguientes:

- Antiespumantes de aceite mineral
- Antiespumantes de silicona

- Antiespumantes poliméricos sin silicona

### **3.5.5 REGULADOR DE PH**

Las pinturas látex como producto terminado, tienen un PH alcalino, esto es necesario para lograr una mayor estabilidad del espesante celulósico, ya que se desarrolla con mayor facilidad a un PH alcalino, y así se evita el crecimiento de mohos, debido a que estos se proliferan fácilmente en un medio ácido. Asimismo contribuye con una mejor estabilidad de los aditivos dispersantes, y del látex, ya que éste tiende a hidrolizarse y formar ácido acético.

El regulador de PH es el amoníaco, o derivados de éste.

### **3.5.6 PRESERVANTE**

Determinados componentes de las pinturas son susceptibles a ser degradados por las bacterias, y acondicionan la proliferación de demás microorganismos. Por ejemplo, tenemos el espesante compuesto de derivados de celulosa, el cual constituye un soporte favorable al crecimiento de microorganismos.

Para evitar estos problemas se utiliza los preservantes, que atacan a la membrana de la bacteria, luego la atraviesan para reaccionar con el núcleo y así destruir a la bacteria.

Se tiene preservantes a base de: acetato o propionato de fenilmercurio, quinolato de cobre, cloroacetamida, sales amónicas cuaternarias, hemiacetales alifáticos.

### 3.6 RESUMEN DE PROPIEDADES QUE PROPORCIONA CADA COMPONENTE

En la Tabla 3.3, se muestra un resumen de las propiedades que proporcionan los diferentes aditivos:

Tabla 3.3 RESUMEN DE PROPIEDADES DE CADA COMPONENTE

COMPONENTE	PROPIEDAD SOBRE LA PINTURA
Resina Vinil-Acrílica	Al secarse forma una película de flexibilidad permanente. usada en proporciones adecuadas, brinda mayor rendimiento y lavabilidad
Dióxido de titanio	Contribuye al poder cubriente y proporciona el color blanco
Pigmentos inorgánicos y orgánicos	Proporcionan color a la pintura
Cargas minerales	Extensor de pigmentos y efecto de relleno
Silicato de aluminio	Reemplazante parcial de dióxido de titanio, contribuye al poder cubriente
Humectante y dispersante	Humectación y estabilización de los pigmentos
Aditivo reológico de celulosa	Brinda propiedades tixotrópicas al aplicar la pintura y previene la sedimentación de sus componentes
Agente coalescente	Contribuye a la formación de un película uniforme y continua
Bactericida	Preservación de la pintura
Antiespumante	Control de la espuma
Regulador de PH	Regula el PH de la pintura en un rango de PH : 8 – 9.5
Nivelador de superficie	Nivelación de la película aplicada, evitando que queden las marcas de la brocha o rodillo
Agua	Disolvente y disminuye la viscosidad

## IV. FABRICACIÓN DE LAS PINTURAS

### 4.1 FORMULACIÓN DE PINTURA LATEX ECONÓMICO

A continuación se indica la formulación de un látex económico blanco a base de látex vinil-acrílico, para una cantidad de 272.9 Kg ó 54 galones.

MATERIA PRIMA	CANTIDAD kg
Agua	120
Copolímero Vinil Acrílico	20
Aditivo reológico de celulosa	1.5
Dispersante	0.5
Humectante	0.3
Antiespumante	0.5
Preservante	0.4
Regulador de PH	0.4
Dióxido de Titanio	7
Azul Ultramar	0.1
Silicato de Aluminio	1.5
Tiza M – 600	120
Etilenglicol	0.7
TOTAL =	272.9

## 4.2 EQUIPO EMPLEADO

### DISPERSOR COWLES

El proceso de elaboración de la pintura látex (dispersión y completado) se lleva a cabo en el Dispensor Cowles.

La dispersión se obtiene con un impulsor de alta velocidad, con una fuerza de cizalla ejercida por el motor en un medio que posee una viscosidad relativamente alta.

Su uso es específicamente para la dispersión de cargas y pigmentos de fácil dispersión.

El equipo consta de un disco circular con dientes en los bordes, doblados en un ángulo de 90° alternados arriba y abajo, que se encuentra al final de un eje vertical llamado rotor, y este a su vez unido a un motor, que hace posible que el disco gire a una velocidad radial o periférica de 1750 RPM.

### DIMENSIONES DEL DISPERSOR

$$\frac{D}{d} = 2.5-2.8$$

$$\frac{n}{d} = 0.5-2.0$$

$$\frac{H}{h} = 1-10$$

Velocidad Periférica: 1750 RPM

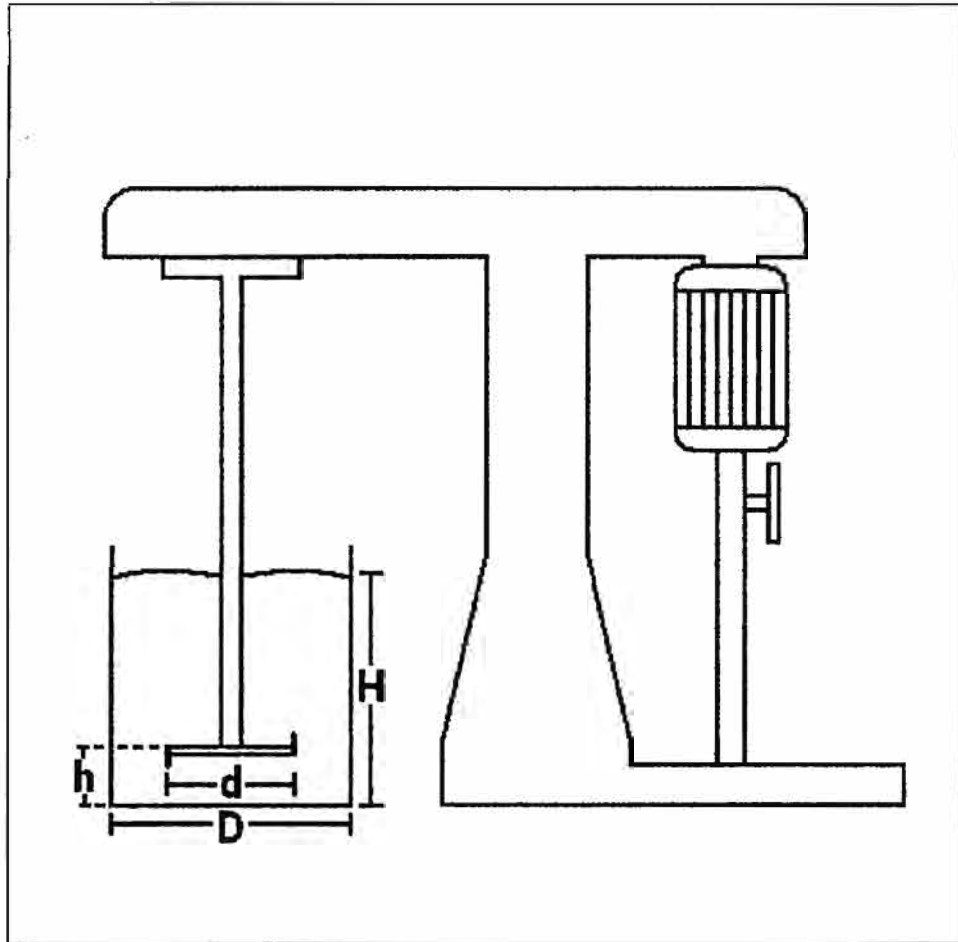


Figura 4.1 DISPERSOR COWLES



### 4.3 PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN

El procedimiento de fabricación de pinturas látex, se describe de la siguiente manera:

#### 4.3.1 DISPERSIÓN DE LOS PIGMENTOS

La parte inicial del proceso de fabricación de una pintura látex, es la dispersión o molienda de los pigmentos, para lo cual, se utiliza el dispersor cinético Cowles.

Para que los pigmentos se dispersen correctamente deben ocurrir los siguientes pasos (Figura 4.2):

- El primer paso es la humectación de los pigmentos, en donde se desplaza el aire y la humedad, que se encuentran en la superficie de las partículas de los pigmentos.
- En segundo lugar se tiene la molienda real de los pigmentos. Mediante energía mecánica (impacto y cizallamiento) los aglomerados de pigmentos son troceados y reducidos así hasta el tamaño de partícula especificado.
- En el tercer paso tiene que ser estabilizada la dispersión de los pigmentos para así evitar la floculación incontrolada.

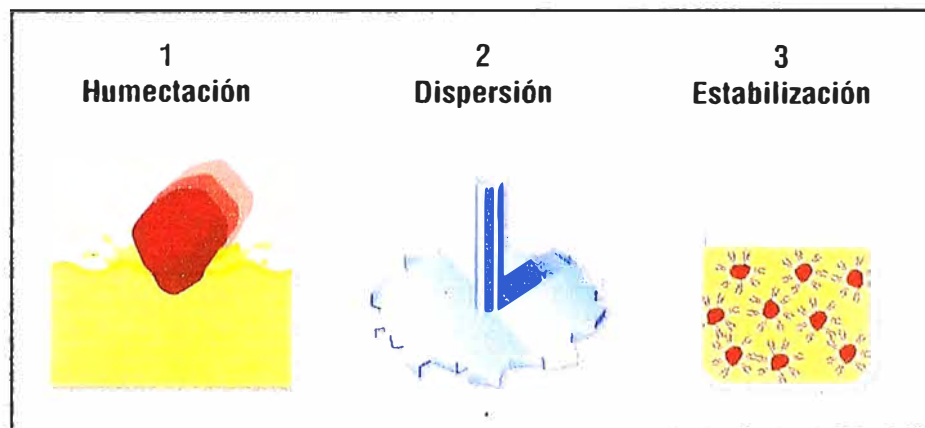


Figura 4.2 EL PROCESO DE HUMECTACIÓN Y DISPERSIÓN

En el cilindro de preparación de 54 galones de capacidad se adiciona aprox. 20 galones de agua, se enciende el dispersor, se adiciona primero el preservante ( evita el crecimiento de las bacterias), seguido de los aditivos humectantes y dispersantes, con una pequeña cantidad de antiespumante (control de espuma) ; posteriormente se adiciona el pigmento a dispersar, ya sea el dióxido de titanio, o pigmentos inorgánicos (en el caso de látex de color), o concentrados de pigmentos (pigmentos orgánicos o inorgánicos ya dispersados en forma de pasta) y el silicato de aluminio (pigmento blanco, reemplazante parcial del dióxido de titanio)

Luego se agrega la carga, conformada en este caso por la tiza M-600.

Se da un tiempo de dispersión de 25 minutos.

#### **4.3.2 ADICIÓN DEL ESPESANTE REOLÓGICO**

Una vez llevada a cabo la dispersión se agrega más agua y se adiciona el espesante reológico, previamente dispersado en agua, seguidamente se agrega el regulador de PH, que da el medio básico, que es el óptimo para el buen funcionamiento del espesante reológico, observándose dicho efecto en el aumento de viscosidad de la mezcla.

#### **4.3.3 ADICIÓN DEL VEHÍCULO**

Posteriormente se agrega la resina vinil – acrílica, y el aditivo coalescente (para asegurar que al aplicar la pintura se forma una

película uniforme) , seguidamente se agrega el antiespumante (para controlar la formación de espuma).

#### **4.3.4 MATIZADO DE COLOR**

Una vez agregado todos los insumos y completada la cantidad de agua, se procede a la matización final de la pintura, para llegar al color determinado de la muestra patrón.

Para matizar se utiliza los concentrados de pigmentos, que son pigmentos orgánicos o inorgánicos completamente dispersados, listos para usar.

La comparación del lote en preparación con respecto a la muestra patrón, se realiza mediante una prueba en película seca, hasta finalmente obtener el matiz deseado.

#### **4.3.5 FILTRADO Y ENVASADO DE LA PINTURA**

Para un mejor acabado, se procede a la filtración de la pintura, y finalmente a su envasado.

A continuación se muestra el diagrama de proceso de fabricación de la pintura látex:

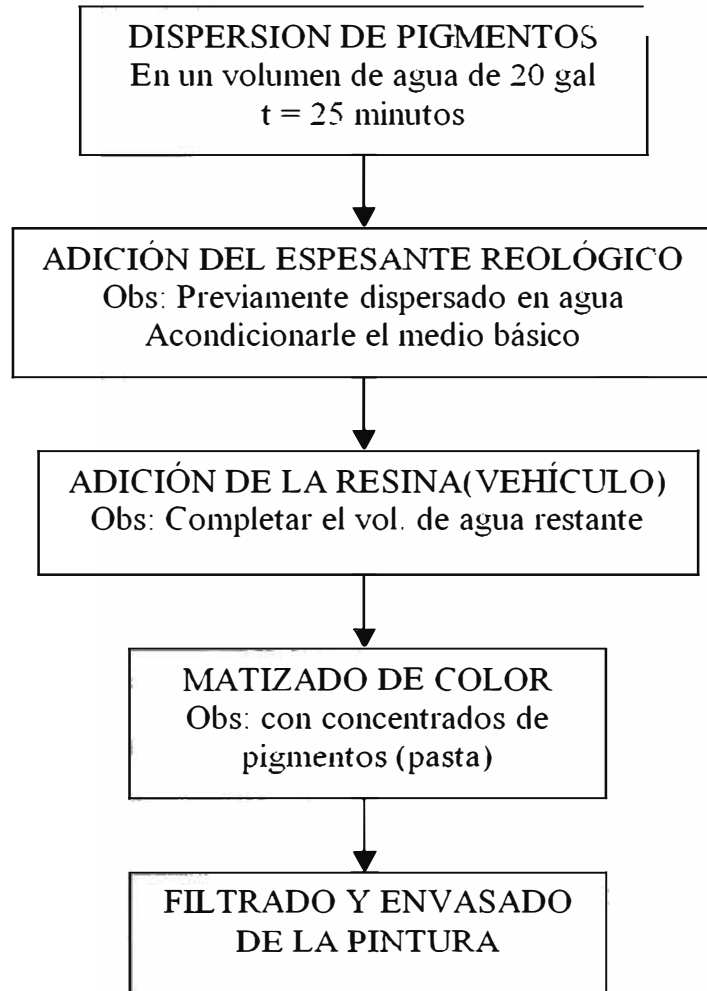


Figura 4.3 DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PINTURA LATEX

## **V. DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LAS PINTURAS**

### **5.1 SEDIMENTACIÓN Y DESCUELQUE**

Cuando se almacena una pintura, los pigmentos y las cargas tienden a sedimentar y formar un poso que puede ser difícil de reincorporar (Figura 5.1).

Durante el recubrimiento de superficies inclinadas o verticales, frecuentemente hay problemas de descuelgue de la pintura cuando se aplican elevados espesores

Para evitar estos problemas es necesario la adición de aditivos reológicos, en la fabricación de la pintura. Como en el caso de la pintura látex vinil-acrítica, donde se utiliza un espesante celulósico.

El cual debido a sus propiedades tixotrópicas, hace posible que durante el almacenamiento de la pintura, no se produzca la sedimentación de los pigmentos (debido al aumento de la viscosidad de la pintura). Y durante la aplicación de la misma, la película fluya con facilidad y una vez ya aplicado no se descuelgue.

Asimismo una buena humectación y dispersión de los pigmentos contribuye a evitar los problemas de sedimentación, ya que se encuentran fuertemente enlazadas las partículas del pigmento con el vehículo.

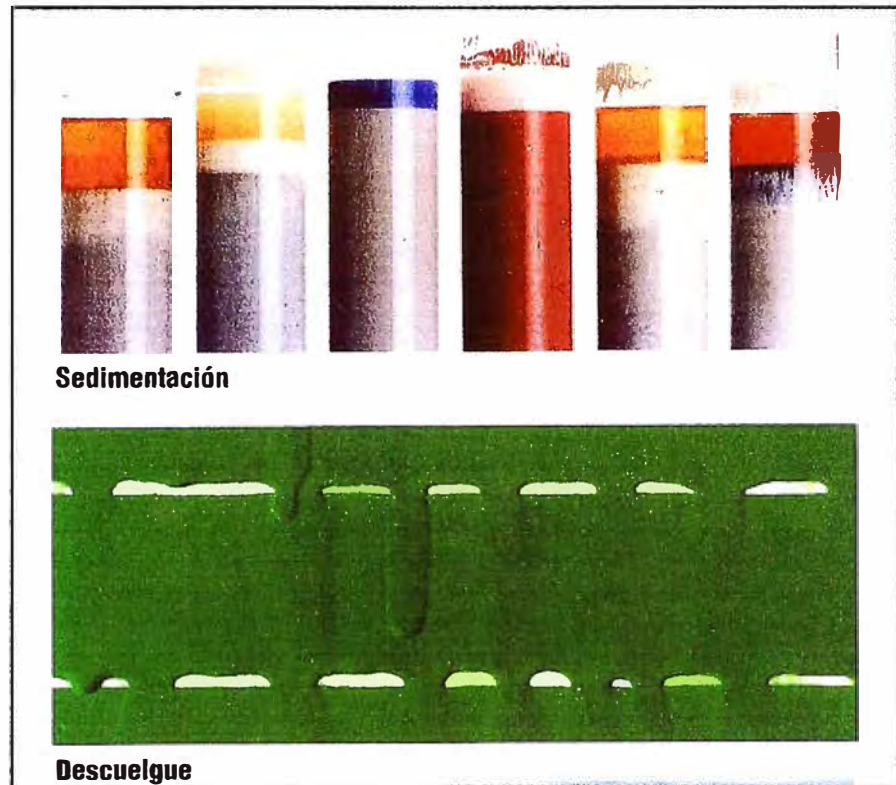


Figura 5.1 DEFECTOS DE SEDIMENTACIÓN  
Y DESCUELGO

## 5.2 FLOTACIÓN

La mayoría de sistemas pigmentados contiene varios tipos de pigmentos. La flotación aparece cuando los distintos pigmentos se separan y no están uniformemente repartidos en la película de pintura seca.

Si en la superficie de la pintura aparecen diferencias locales de concentración, se denomina “flotación vertical” (floating), lo cual se manifiesta mediante células de Benard o aparición de rayas ( Figura 5.2). La superficie de la pintura entonces no tiene un tono de color uniforme sino un aspecto manchado o rayado.

La separación de estos pigmentos se origina debido a que no están uniformemente humectados, entonces se produce la movilidad de los pigmentos, a medida que la película de la pintura se está secando.

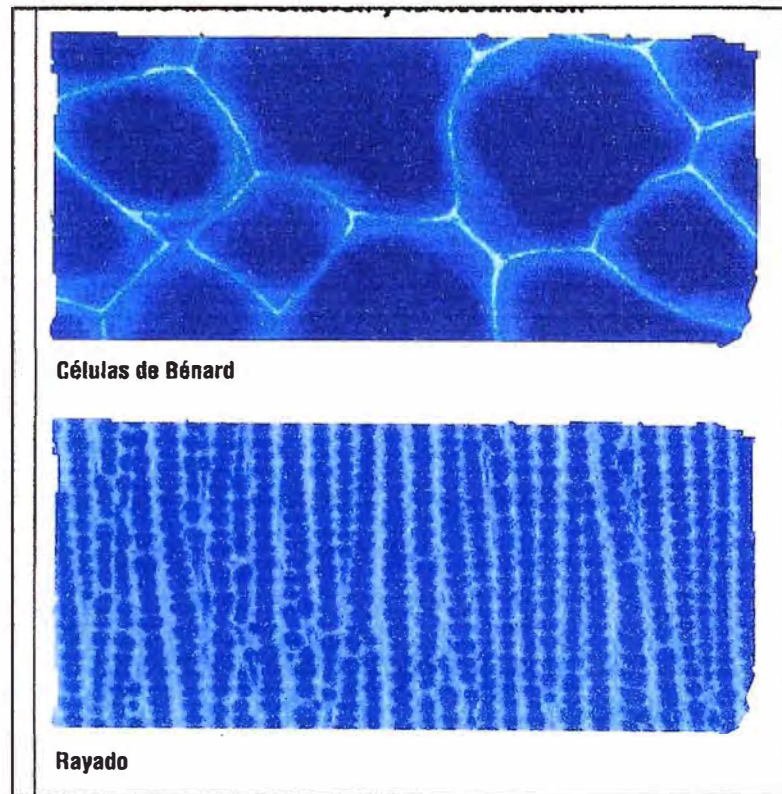


Figura 5.2 DEFECTOS DE FLOTACIÓN

Entonces para evitar estos problemas se puede tomar como referencia la siguiente tabla de dosificación, de aditivos humectantes y dispersantes, según el tipo de pigmento:

## DOSIFICACIONES

TIPO DE ADITIVO HUMECTANTE Y DISPERSANTE	PIGMENTOS INORGANICO	PIGMENTOS ORGANICOS	TOTAL DE FORMULA
Clásico, polímero de bajo peso molecular	0.5 – 2 % aditivo sobre pigmento	1 – 5 % aditivo sobre pigmento	0.1 – 1 % aditivo
Polímero de alto peso molecular	1 – 10 % aditivo sobre pigmento	10 – 80 % aditivo sobre pigmento	0.2 – 3 % aditivo

### 5.3 MALA HUMECTACIÓN DEL SOPORTE

Uno de los parámetros más significativos para este defecto es la tensión superficial de los materiales utilizados.

Cuando se tiene una pintura con una tensión superficial más alta que la del soporte, ocasiona una mala humectación, lo que resulta en una repulsión o agrupamiento de la pintura, como se observa en la Figura 5.3.

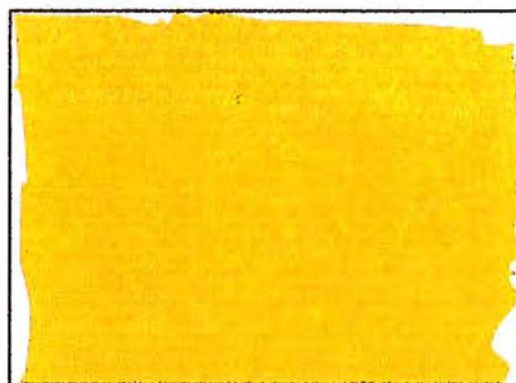


Figura 5.3 HUMECTACIÓN INSUFICIENTE DEL SOPORTE

Sustratos con una tensión superficial baja, como es el caso de soporte con residuos de aceite, son difíciles de humectar. Las pinturas acuosas tienen,



por su contenido de agua, una tensión superficial más alta que los sistemas a base de disolvente y muestran frecuentemente problemas de humectación.

Se consigue una buena humectación cuando la tensión superficial de la pintura es menor o igual que la del soporte. Es por esto que se usa aditivos para evitar este defecto superficial, ya que influyen en la tensión superficial de la pintura y minimizan sus diferencias. Básicamente estos aditivos están compuestos por polisiloxanos o poliacrilatos. Si se deben equilibrar diferencias de tensión superficial considerables, se usan aditivos de silicona.

Asimismo, para evitar la mala humectación del soporte debido a la contaminación la misma con restos de aceite o grasas, se debe limpiar la superficie del sustrato como agentes limpiadores de grasa, como detergentes o solvente.

#### **5.4 FORMACIÓN DE CRÁTERES**

Las causas de los problemas de la formación de los cráteres pueden ser muy distintas. (Figura 5.4)



Figura 5.4 FORMACIÓN DE CRÁTERES

La formación de cráteres se pueden formar por la retención de burbujas de aire dentro de la pintura húmeda, que al momento de subir a la superficie estallan, formando cráteres.

Para prevenir este problema es indispensable la dosificación apropiada del aditivo antiespumante. Asimismo la combinación del aditivo antiespumante con un aditivo nivelante acrílico es beneficiosa, ya que al romperse al burbuja, la pintura se puede nivelar con mayor rapidez.

Los cráteres también pueden ser provocados por soportes contaminados con huellas dactilares, que al tener una baja tensión superficial origina una mala humectación sobre el soporte. Este problema se puede corregir con la adición de aditivos a base de silicona

## **5.5 DESTIZAMIENTO**

Es el desprendimiento de la carga sobre la superficie de la película aplicada una vez seca. Este problema se debe a que la cantidad de resina adicionada, no es suficiente para envolver toda la carga y adherirlo sobre el sustrato. Ya que la resina actúa como ligamento.

Asimismo este defecto se puede producir cuando el copolímero de la resina es oxidado a causa de la radiación ultravioleta y se desintegra, exponiendo la capa de pigmento que se desprende por simple frotamiento.

Puede prevenirse este defecto por adición de un pigmento que absorba la radiación UV en vez de reflejarla a través de la película de resina.

## **5.6 DESCASCARAMIENTO**

Este problema surge cuando la pintura látex se aplica sobre una superficie mal imprimada, ya que la pintura látex se debe aplicar sobre un sustrato que tenga un imprimante o sellador, sobre el cual se adhiere perfectamente el látex. Es importante que antes de aplicar la pintura látex, la superficie debe encontrarse totalmente limpia sin restos de polvo y grasa.

## **5.7 EFLORESCENCIA**

El salitre es un depósito cristalino de color blanco, constituido por sales a base de sulfatos y cloruros de sodio, potasio, magnesio y calcio, que aparecen sobre la superficie de concreto pintada al transcurrir el tiempo.

La eflorescencia se debe a la presencia de sales minerales en el propio sustrato, y en algunos casos por la migración y cristalización de algunas sales de sodio contenidas en la misma pintura; junto a la presencia de agua que actúa como el vehículo que usan los minerales para salir a la superficie del sustrato.

Un modo de prevenir este defecto es que antes de pintar una pared recién tarrajada, se debe dejar secar por lo menos un mes.

Para combatir este defecto una vez que se presenta, se trata la pared con una solución diluída de ácido muriático en diez partes de agua, seguidamente se enjuaga con abundante agua y se deja secar por 24 horas. Finalmente se aplica un impermeabilizante, seguido de una capa de sellador, para luego aplicar la pintura látex.

## **VI. ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS PINTURAS**

Las pruebas que se deben realizar para un mejor control del producto terminado son las siguientes:

### **6.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA**

#### **6.1.1 MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD**

Con la medición de la viscosidad se determina el grado de consistencia o el grado de espesamiento de la pintura, dependiendo de la misma la facilidad de aplicación y el grueso de la capa a aplicar. La medida de la viscosidad es el método científico para conocer la consistencia de una pintura o producto afín en estado líquido.

La medición de esta propiedad se basa en el ensayo establecido por la NTP.319.011:1977.

**EQUIPO:** Viscosímetro Stormer, rotor del tipo paleta y un estroboscopio (Ver Figuras 6.1 y 6.2)

#### **PRINCIPIO DEL MÉTODO**

Consiste en medir la resistencia que ofrece el producto al giro de la paleta del viscosímetro Stormer cuando alcanza determinada velocidad. La resistencia se mide mediante masas.

## PROCEDIMIENTO

- Se lleva la muestra a una estufa hasta que alcance una temperatura  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y se mantiene así durante el ensayo.
- Se llena  $3/4$  partes del recipiente de 500 mL con la muestra. Se coloca el recipiente en la plataforma (7) del viscosímetro Stormer, de tal forma que la superficie de la muestra coincida con la línea de referencia (2) del eje de las paletas (Ver Figura 6.2).
- Se coloca la masa sobre el soporte del viscosímetro (Figura 6.1); para esto, se gira el tornillo (5) en sentido horario, para hacer girar las paletas del rotor 100 vueltas en 25 s a 35 s, colocando la masa necesaria en el soporte (6).
- El número de vueltas se lee directamente a través de un contador (3).
- El tiempo se empieza a contar después de que el rotor haya dado por lo menos 10 vueltas.
- Se representa gráficamente el tiempo en segundos, requerido para producir 100 vueltas del rotor, contra la masa en gramos.
- De la gráfica se obtiene la viscosidad, que se expresa como la masa en gramos necesaria para producir 100 vueltas en 30 segundos. En la Tabla 6.1, se dan los valores para expresar el resultado en unidades Krebs.

Tabla 6.1 CONVERSIÓN A UNIDADES KREBS (U.K)

Número de Unidades Krebs (U.K.), haciendo uso de la tabla siguiente: 100 vueltas por segundo

Masa (g) Tiempo (s)	75	100	135	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
24	42	52	-	65	-	75	-	83	-	90	-	95	-	99	-	103	-	108
25	45	54	-	66	-	76	-	84	-	90	-	95	-	100	-	104	-	109
26	47	56	-	68	-	78	-	85	-	91	-	96	-	101	-	105	-	110
27	49	57	63	69	63	79	83	86	89	92	95	97	100	102	104	106	109	111
28	51	59	65	70	65	80	84	87	90	93	96	98	100	102	105	107	110	112
29	53	60	66	71	66	81	85	88	91	94	97	99	101	103	105	107	110	112
30	54	61	67	72	67	82	86	89	92	95	98	100	102	104	106	108	110	112
31	55	62	68	73	68	82	86	90	93	95	98	100	103	104	106	108	111	113
32	56	63	69	74	69	83	87	90	93	96	99	101	103	105	107	109	111	113
33	57	64	70	75	70	84	88	91	94	96	99	101	-	105	107	109	112	114
34	58	64	-	75	-	84	-	91	-	97	-	102	-	106	-	110	-	114
35	59	65	-	76	-	85	-	92	-	98	-	102	-	106	-	110	-	114
36	60	66	-	76	-	85	-	92	-	98	-	103	-	107	-	111	-	115
37	61	67	-	77	-	86	-	93	-	99	-	103	-	107	-	111	-	115
38	62	68	-	78	-	87	-	93	-	99	-	104	-	108	-	112	-	16
39	62	68	-	78	-	88	-	94	-	100	-	104	-	108	-	112	-	116
40	53	69	-	79	-	88	-	94	-	100	-	104	-	108	-	112	-	116

Para ello, basta leer directamente el número U.K. en el encuentro de la línea correspondiente al tiempo en segundo

Masa (g) Tiempo (s)	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	950	1000
24	-	111	-	115	-	118	-	122	-	125	-	128	-	130	-	132	-	136
25	-	112	-	116	-	119	-	122	-	125	-	129	-	131	-	133	-	137
26	-	113	-	117	-	120	-	123	-	126	-	130	-	132	-	134	-	138
27	113	114	116	118	120	121	123	124	126	127	129	130	131	132	133	134	136	138
28	114	115	117	118	120	121	123	124	126	127	129	130	131	132	133	134	137	139
29	114	116	117	119	121	122	124	125	127	128	130	131	132	133	134	135	137	139
30	114	117	118	120	121	122	124	125	127	128	130	131	133	134	135	136	138	140
31	115	118	118	120	122	123	125	126	128	129	131	132	133	134	135	136	138	140
32	115	119	118	120	122	123	125	126	128	129	131	132	133	134	135	136	138	140
33	116	120	119	121	122	123	125	126	128	129	131	132	134	135	136	137	139	141
34	-	121	-	122	-	124	-	127	-	130	-	132	-	135	-	137	-	141
35	-	122	-	122	-	124	-	127	-	130	-	133	-	135	-	137	-	142
36	-	123	-	122	-	123	-	128	-	130	-	133	-	135	-	137	-	142
37	-	124	-	123	-	125	-	128	-	131	-	133	-	136	-	138	-	142
38	-	125	-	123	-	126	-	129	-	131	-	134	-	136	-	138	-	142
39	-	126	-	124	-	126	-	129	-	131	-	134	-	136	-	138	-	143
40	-	127	-	124	-	127	-	130	-	132	0	134	-	136	-	138	0	143

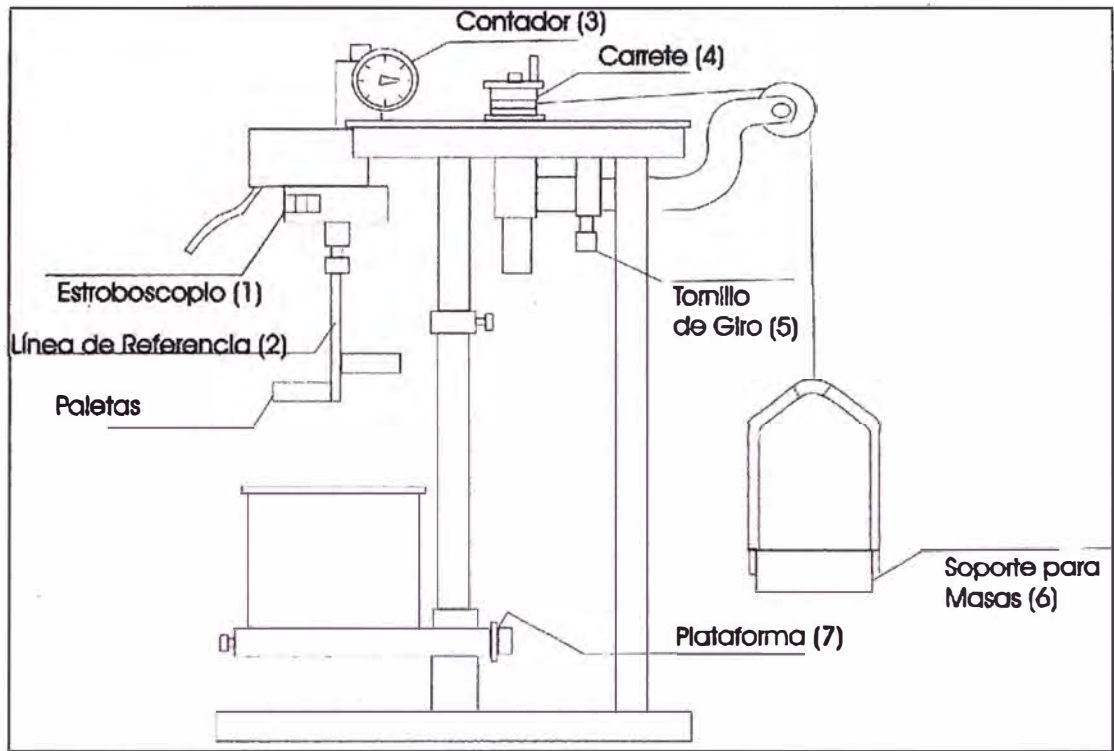


Figura 6.1 VISCOSÍMETRO STORMER

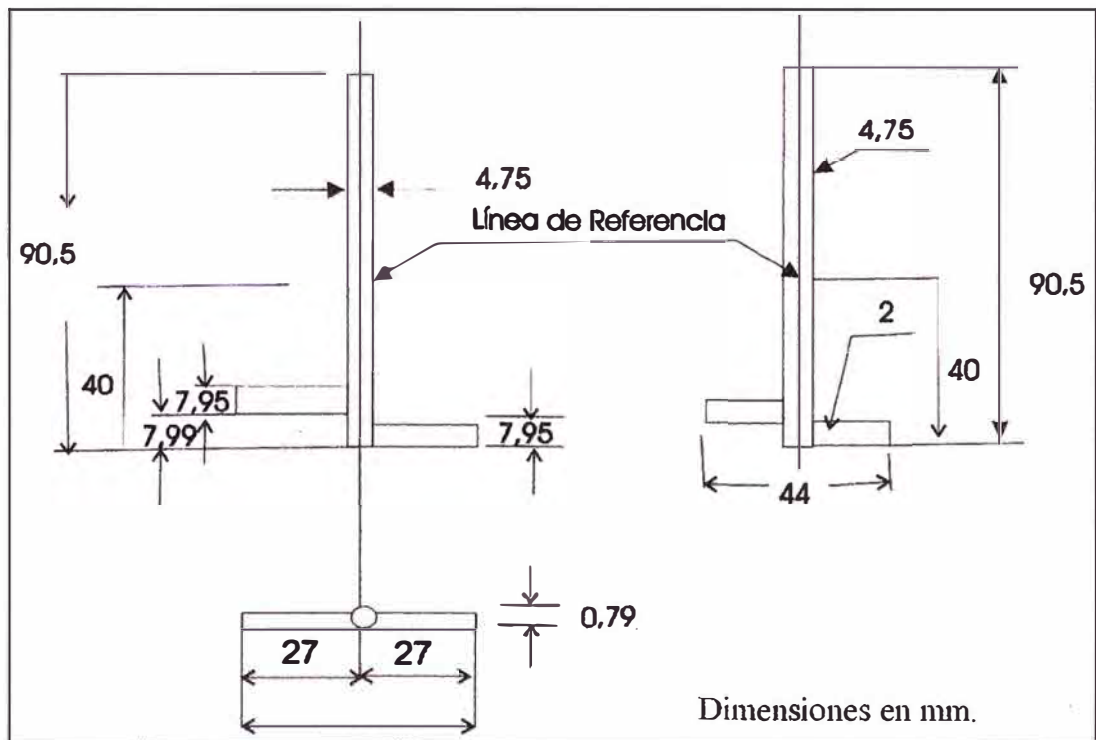


Figura 6.2 PALETA DEL VISCOSÍMETRO

### 6.1.2 MEDICIÓN DE LA DENSIDAD

La densidad es un indicador de la uniformidad de un lote a otro, debido a que controla el contenido de sólidos dentro de la formulación de las pinturas. Es decir, en caso de que sea necesario para determinados colores de pinturas, donde la dosificación de pigmentos inorgánicos es elevado, se disminuye el contenido de carga (tiza), para así mantener el valor uniforme de la densidad alrededor de 1.32 Kg/l según la NTP 319.216:1984.

La medición de esta propiedad se determina mediante el ensayo establecido por NTP.319.002:1977.

#### PROCEDIMIENTO

- Esta prueba consiste en la determinación de la masa de la pintura líquida contenida en un picnómetro a una temperatura entre  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y calcular su densidad en gr/ml. El aparato que se utiliza es un picnómetro de metal (denominado comercialmente “copa peso por galón”), el cual está provisto de un pequeño orificio, para eliminar el exceso de producto. El método consiste en pesar el picnómetro vacío ( $m_1$ ) en una balanza con una aproximación de 0.1 gramos, y luego pesarlo con la pintura adentro ( $m_2$ ), y conociendo el volumen determinado del picnómetro ( $V$ ), la densidad en  $\text{g/cm}^3$  se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}$$



### **6.1.3 CONTROL DE PH**

El control de PH es de suma importancia, ya que en un rango de PH de 8 a 9.5 la pintura látex es estable, además se permite un mejor desarrollo del espesante reológico de celulosa, manteniéndose una viscosidad apropiada, de lo contrario la pintura tiende a soltarse. Así mismo, a PH ácido la resina vinílica se puede descomponer en ácido acético

El instrumento utilizado para medir este parámetro es el PHmetro.

### **6.1.4 FINURA DE DISPERSIÓN**

Esta propiedad permite medir el grado de dispersión al que ha llegado la mezcla de pigmentos, esta propiedad es muy importante, porque indica, si la mezcla puede pasar a la etapa de completado (adición del vehículo y coalescente).

Para el caso de pruebas de desarrollo, también nos indica que tan bien interactúan los aditivos humectantes y dispersantes, y como facilitan el proceso de dispersión.

Esta propiedad se determina mediante el ensayo establecido por la NTP.319.001:1977.

APARATO DE MEDICION: Regla Hegman (Figura 6.3)

#### **PROCEDIMIENTO**

- La prueba consiste en colocar una pequeña muestra en el extremo profundo de la ranura del calibrador (Regla Hegman) y extenderlo con el alisador.

- En un lapso máximo de 10 segundos se lee la finura, en el punto donde aparecen visibles las partículas o aglomerados. El valor de la finura de dispersión se obtiene por comparación de la dispersión de la muestra, con los patrones de dispersión establecidos.

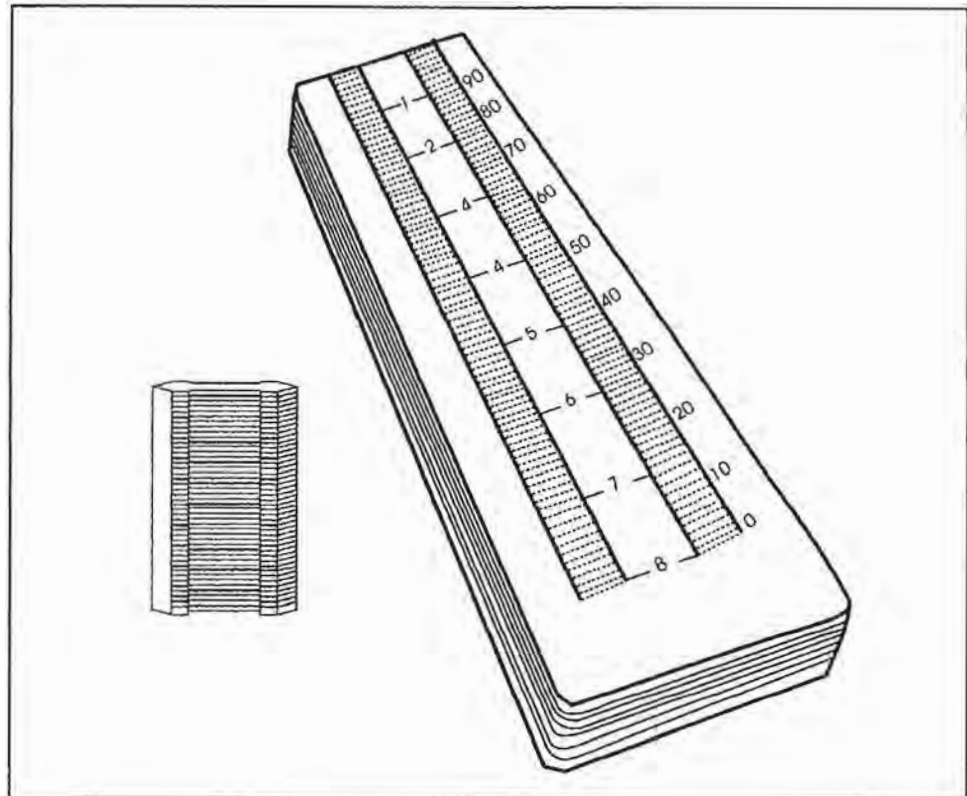


Figura 6.3 EQUIPO PARA DETERMINAR LA FINURA DE DISPERSION

### 6.1.5 PORCENTAJE DE SÓLIDOS

A esta prueba se le conoce también como determinación de la materia no volátil. Estos son los residuos que quedan , luego que la pintura es calentada, bajo condiciones de ensayo establecidos. El contenido de materia no volátil depende de la temperatura y el grado de calor usado en el ensayo. La temperatura que se

recomienda es de  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y por un tiempo de 1/2 hora. No es un indicador de calidad, pero nos da la idea de la uniformidad de la pintura de un lote a otro.

La prueba se realiza en una luna de reloj de aprox. 7.5 cm de diámetro.

Esta propiedad se determina mediante el ensayo establecido por la NTP 319.150:1975

### PROCEDIMIENTO

- Se pesa la luna en una balanza analítica ( $m_1$ ) con una precisión de 1 mg, luego se añade la muestra al plato y se vuelve a pesar todo junto ( $m_2$ ). Y todo se coloca en una estufa a una temperatura de  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 1/2 hora.
- Cumplido este periodo de tiempo, todo este conjunto se transfiere a una desecador, para evitar captar la humedad del ambiente, y dejarlo enfriar a temperatura de ambiente.
- Se pesa nuevamente ( $m_3$ ) y se calcula el porcentaje de sólidos con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Volátiles} = \frac{(m_2 - m_1) - (m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

$$\% \text{ Sólidos} = 100 - \% \text{ Volátiles}$$

## **6.2 PROPIEDADES DE LA PELÍCULA SECA**

### **6.2.1 PODER CUBRIENTE Y COMPARACIÓN DE COLOR**

Se determina a través de una comparación visual, que nos permite evaluar el poder cubriente de los pigmentos en la formación de la película, y asimismo obtener un color uniforme de una producción a otra, basándose en un patrón determinado.

Esta propiedad se determina mediante el ensayo establecido por la NTP.319.010:1971.

APARATOS: Espátula de acero de 10 cm de ancho, papeles blancos según la Norma ITINTEC 272.019 de formato A5. Los papeles llevarán impresa una franja negra de 25 mm de ancho.

#### **PROCEDIMIENTO**

- Se coloca una pequeña cantidad de la pintura a examinar y la pintura patrón sobre el papel blanco, se extienden simultáneamente con la espátula de acero con presión uniforme de modo que los bordes adyacentes de las tintas se toquen antes de llegar a la franja negra, se aumenta la presión y se continúa el extendido hasta pasar la franja.
- La observación del poder cubriente y de la intensidad se efectúa con la luz perpendicular al papel y con la vista en un ángulo de 45° con el papel.
- El color se compara en las zonas de mayor y menor espesor de la película, esta operación se hace observando el papel con luz directa.

- El poder cubriente o grado de opacidad se compara sobre la franja negra, informándose si hay o no ocultamiento de la misma.

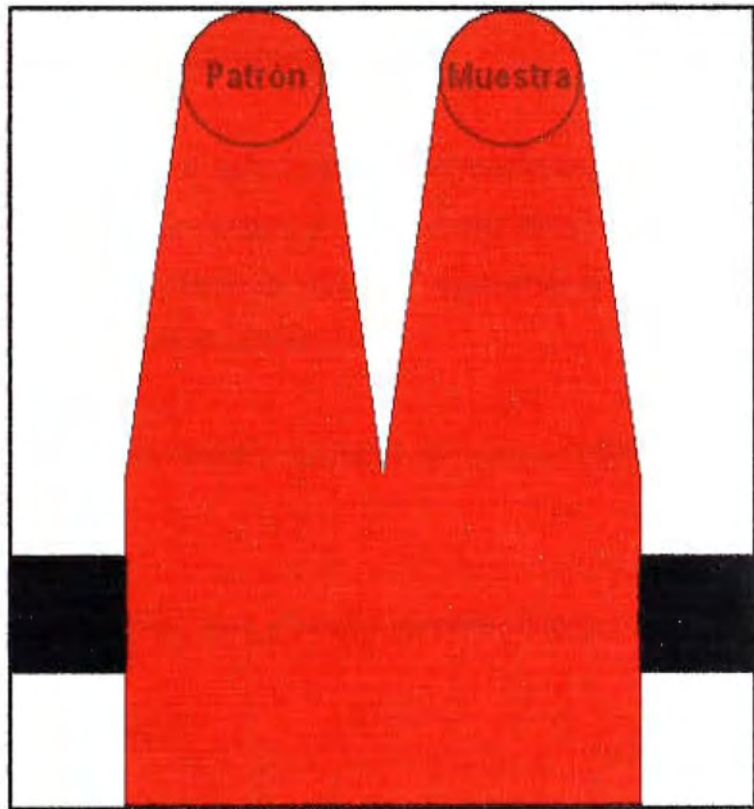


Figura 6.4 ENSAYO DEL PODER CUBRIENTE Y COMPARACIÓN DE COLOR

## 6.2.2 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN HÚMEDA

Esta propiedad la proporciona la resina a la pintura; la resina sintetizada en condiciones estables, y con la dosificación adecuada de la resina en la fabricación de la pintura, permiten que la película tenga resistencia a la abrasión húmeda.

La prueba se basa en la aplicación de una muestra de pintura sobre una lámina de plástico negro, la que se seca durante 7 días, y se somete a la acción frotante de un cepillo con cerda de nylon, al cual se le ha aplicado un medio abrasivo.

Esta propiedad se determina mediante el ensayo establecido por la NTP.319.181:1983.

APARATOS: Máquina para abrasión húmeda (Figura 6.6)

### MEDIO ABRASIVO

El medio abrasivo tiene la siguiente composición:

- |  |        |
|--|--------|
| • Agua destilada o desionizada             | 49.6 g |
| • Hidroxietil celulosa (Cellosize QP-4400) | 1.0 g  |
| • Hidróxido de amonio al 28 %              | 0.1 g  |
| • Detergente (Tritón X-100)                | 2.0 g  |
| • Fosfato trisódico anhidro                | 2.0 g  |
| • Sílice                                   | 15.0 g |
| • Acido acético glacial                    | 0.2 g  |
| • Preservante                              | 0.1 g  |

## PROCEDIMIENTO

- La máquina para la prueba de abrasión húmeda, contiene esencialmente un motor eléctrico, montado en una plancha plana de metal, y mecanismo por medio del cual el motor imprime al cepillo un movimiento recíproco a lo largo de la lámina de prueba.
- La máquina debe estar graduada y nivelada a  $37 \text{ ciclos/min} \pm 1.0 \text{ ciclo/min}$  y las cerdas del cepillo deben de estar niveladas.
- El número total de ciclos varía dependiendo de los requisitos de la pintura, el número de ciclos varía de 1000 a 5000.
- Las condiciones de secado de las láminas debe ser de  $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  y  $50 \% \pm 5^\circ$  de humedad relativa.
- Se extiende 10 g de medio abrasivo sobre las cerdas del cepillo, se coloca el cepillo en un extremo de la trayectoria y se humedece con  $5 \text{ cm}^3$  de agua en el recorrido del cepillo.
- Se coloca el contador de ciclos en cero y se inicia el ensayo. La operación del paso anterior se repite cada 400 ciclos si es que no hay fallas en la película.
- La prueba se da por terminado cuando se forma una línea continua a lo ancho de la cuña (Ver en la Figura 6.5)

- La resistencia a la abrasión húmeda, se expresa en número de ciclos . después que la pintura se ha desgastado a lo ancho de la cuña.

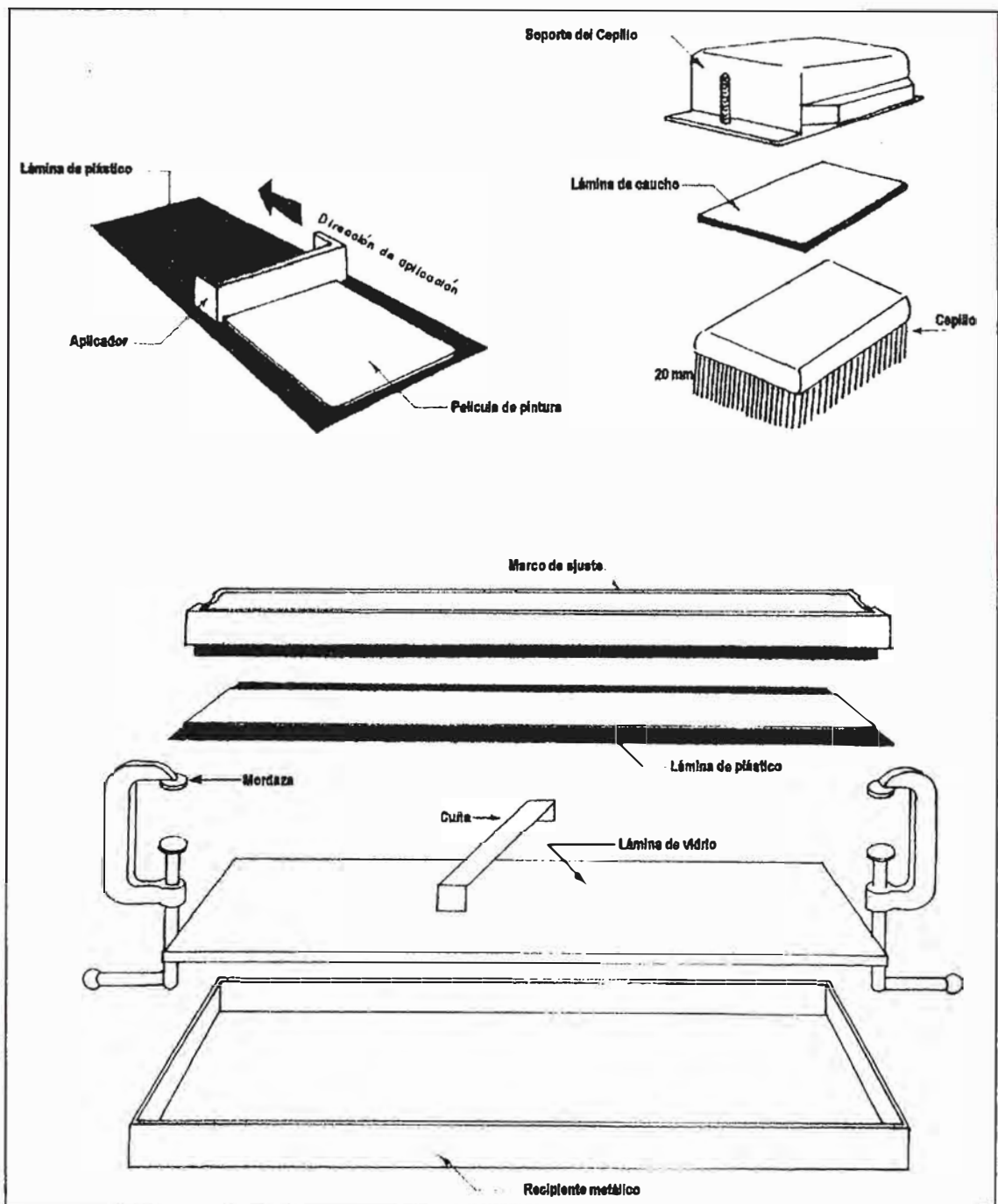


Figura 6.5 PIEZAS DEL EQUIPO DE ABRASIÓN HÚMEDA



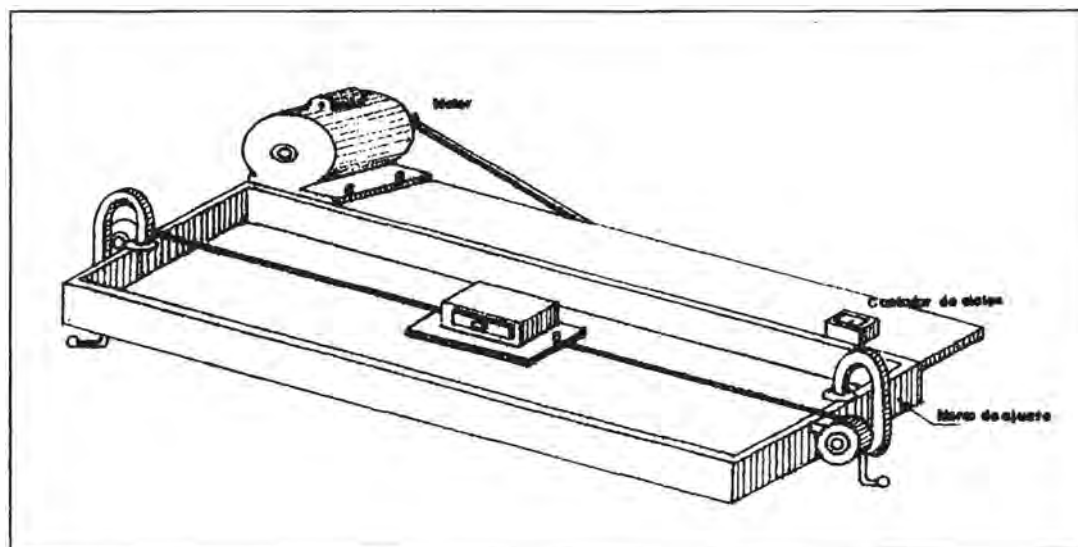


Figura 6.6 DISPOSITIVO ENSAMBLADO PARA LA ABRASIÓN HÚMEDA

### 6.2.3 ADHERENCIA

La adherencia es una propiedad que otorga la resina a la pintura, es decir que una pintura tenga buena adherencia, depende que la resina se haya sintetizado en condiciones estables. Asimismo la buena adherencia se debe a que la dosificación de la resina sea en proporciones adecuadas.

El método de ensayo es para determinar la adherencia de pinturas aplicadas sobre paneles de ensayo.

Esta propiedad se determina mediante el ensayo establecido por la NTP.319.123:1982.

**INSTRUMENTOS:** Cuchilla de disco múltiple de acero al carbono, cinta autoadhesiva de 2.5 cm de ancho, lupa, láminas de acero de superficie redondeada (Figura 6.7).

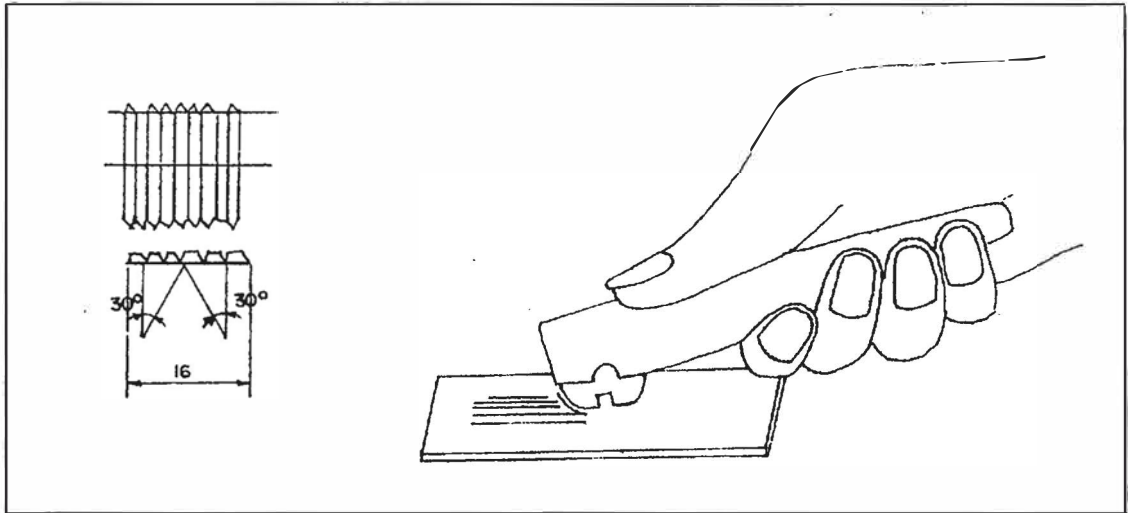


Figura 6.7 INSTRUMENTOS PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD DE ADHERENCIA

#### PROCEDIMIENTO

- Para películas de espesor húmedo hasta de 0.06 mm, se utiliza la cuchilla con distancia de 1 mm y para películas de un espesor húmedo superior a 0.06 mm, se utiliza la cuchilla con distancia de 2 mm. Sobre la película ya seca se efectúa una serie de cortes paralelos hasta llegar a la lámina de metal y luego en forma perpendicular a estos, formando así 25 cuadros (Figura 6.8).

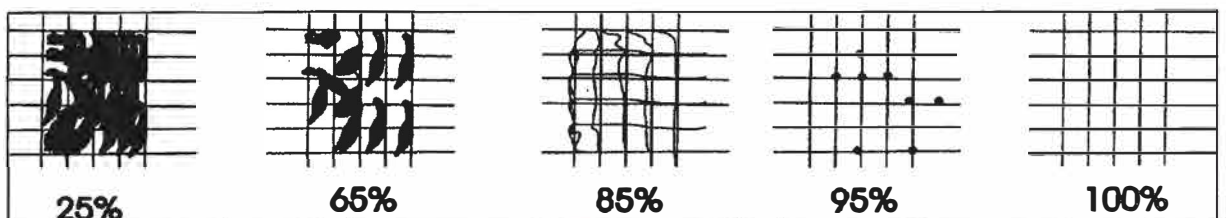


Figura 6.8 DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA

- A continuación se cubren totalmente con cinta autoadhesiva cuidando que quede adherida, y luego con un movimiento rápido se levanta la cinta.
- Se suma el área no desprendida, relacionándola con el número de cuadros completos.
- La adherencia de la pintura, expresada en porcentaje, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{C_d}{C_t} \times 100$$

A : Porcentaje de adherencia

C<sub>d</sub>: Es el número de cuadros no desprendidos

C<sub>t</sub> : Es el número total de cuadros

## 6.3 PROPIEDADES AL MOMENTO DE LA APLICACIÓN

### 6.3.1 BROCHABILIDAD

Esta prueba sirve para determinar que tan fácil es la aplicación de la pintura sobre el soporte o sustrato.

Para esto la pintura previamente diluida (según indicación del producto), se aplica con una brocha de 4 pulgadas sobre la superficie del sustrato. Se aplica a sustratos con imprimante o sin ellos, y con una superficie porosa.

Se debe utilizar una técnica de aplicación, como por ejemplo dos pasadas de izquierda a derecha y luego una de arriba hacia abajo.

Con este método se puede observar la facilidad con que se desplaza la brocha sobre el sustrato, obteniéndose una película uniforme.

### **6.3.2 NIVELACIÓN**

Esta prueba se realiza para asegurarse de que luego de la aplicación de la pintura con brocha o rodillo no se detecten sus marcas.

Asimismo, no se debe observar la presencia de cráteres, ocasionados por la burbujas de aire que ascienden lentamente y se rompen una vez que llegan a la superficie.

### **6.3.3 RENDIMIENTO**

Esta propiedad es un indicador de la calidad de una pintura respecto a otra.

Esta prueba se realiza sobre superficies porosas con imprimante, se aplica la pintura previamente pesada sobre 1 m<sup>2</sup> de superficie.

El rendimiento se calcula determinando el peso de la cantidad de pintura gastada para una mano y para dos manos de pintura, con el dato de peso por galón se calcula el volumen utilizado por 1 m<sup>2</sup> de superficie.

Este valor se extrapola para un galón de pintura, obteniéndose el rendimiento de la pintura en m<sup>2</sup> por galón..

#### **6.3.4 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE SECADO**

Esta propiedad se determina mediante el ensayo establecido por la NTP.319.012:1982.

Para determinar el tiempo de secado se requiere un cuarto bien ventilado, pero libre de corrientes, libre de polvo y a la luz difusa (no a la luz del sol). La temperatura debe estar entre 20 °C y 30 °C y una humedad relativa del 70 % al 80 %.

APARATOS: Aplicador de película húmeda y placas de vidrio.

#### **PROCEDIMIENTO**

- Se extiende con el aplicador la película de pintura sobre una placa de vidrio limpio, para determinar los diversos tiempos de secado.
- Secado al tacto: La película es considerada seca al tacto, cuando no hay transferencia del material al dedo, después de ser tocado levemente.
- Secado para repintado: Una película se considera seca para repintar, cuando una segunda mano de pintura o un recubrimiento superior específico puede ser aplicado sin que se desarrollen irregularidades en la película tales como levantamiento pérdida de adhesión de la primera mano, y el tiempo de secado para la segunda mano no excede al máximo especificado para la primera.

## **VII. APORTES A LA EMPRESA**

### **IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y SU SOLUCIÓN RESPECTIVA**

En un inicio las pinturas látex que producía la Empresa, presentaban problemas de sedimentación luego de haber transcurrido aproximadamente un mes, observándose que estos problemas sólo se presentaban en los látex que eran a base de ocras. Para corregir este problema, se tuvo que mejorar las propiedades reológicas de las pinturas incrementando la dosificación en un 25 % del aditivo reológico, e incrementando en un 25 % la cantidad de aditivos dispersantes y humectantes. Inicialmente se hicieron pruebas preliminares incrementando los aditivos en un 10%, 15% y 20%, no obteniéndose los resultados esperados, pero al aumentar en un 25% las cantidades de los aditivos dispersante, humectante y reológico, se logró controlar el problema de sedimentación por un lapso de doce meses, cumpliéndose con la Norma Técnica Peruana 319.216:1984 Requisitos para pinturas a base de látex para interiores y exteriores.

Para la fabricación de la pintura, se incrementó el tiempo de dispersión, ya que en un inicio el personal que laboraba no le daban el tiempo apropiado para lograr una buena humectación de las partículas del pigmento, rotura de los aglomerados y estabilización de las partículas primarias del pigmento; actualmente el tiempo apropiado que se da para esta operación es de 25 minutos, pero anteriormente sólo le daban una dispersión de 10 minutos. Se determinó este tiempo como el apropiado, porque a partir del mismo se podía llegar a una finura de dispersión en Unidades de Hegman de 3.5 como mínimo, cumpliéndose con la Norma Técnica Peruana 319.216:1984. Debido a la buena dispersión obtenida de los pigmentos a base de ocras, se ahorró el uso de pigmentos hasta un 40 % y asimismo se evitó problemas de sedimentación.

Se solucionó problemas de veteo, que era un defecto que se presentaba en la película de pintura aplicada una vez seca, pues se observaba zonas más claras y otras más oscuras. Para esto se incrementó la dosificación del etilenglicol hasta en un 25%, que era la cantidad suficiente para controlar dicho problema, haciendo posible un buen acabado de la pintura una vez aplicada.

### **ELABORACIÓN DEL REGULADOR DE PH**

Debido a la escasez del aditivo regulador de PH y al incremento excesivo de su costo se tuvo que reemplazar, y empezar a elaborar un aditivo contratipo que tuviera las mismas propiedades sobre la pintura. Para lograr este objetivo se elaboró el aditivo contratipo a base de una amina terciaria, soda cáustica y otros componentes. Este nuevo aditivo elevó el PH del látex en el rango apropiado y se ha mantenido estable por un periodo largo de almacenamiento.

### **MEJORAMIENTO EN DETERMINADAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN**

Se implantó un programa de control de calidad de las materias primas de los proveedores antes de ser utilizados. El programa de control fue para verificar que cumplan las especificaciones requeridas. Para esto se solicitó a los proveedores que certifiquen la calidad de sus productos. A causa de la implantación de este programa, en algunos casos se tuvo que devolver las materias primas que no cumplían las especificaciones requeridas.

Asimismo se empezó a exigir a los proveedores el envío de hojas técnicas y hojas de seguridad para la correcta manipulación de sus productos.

Se reemplazó el uso de preservantes mercuriales, por ser sustancias que contaminan el medio ambiente, por otros preservantes menos contaminantes a base de hemiacetales alifáticos.

Para disminuir la generación de aguas residuales debido al uso de agua en la limpieza de los equipos donde se preparan las pinturas, se programó la producción de pinturas de colores claros a los más oscuros o similares, para evitar el desperdicio de insumos remanentes de una producción anterior contenidos en el agua de lavado de los equipos.

Se estableció un manual de procedimiento para la correcta elaboración de las pinturas, en el cual se indica el orden apropiado y tiempo de la dosificación de todos sus componentes, además detalla la importancia de cada uno y algunas variaciones en la dosificación de los componentes para determinados colores de pintura. En el orden de la dosificación de los aditivos para la etapa de dispersión se recomienda agregar primero el preservante, para controlar en un inicio cualquier medio que contribuya al crecimiento de microorganismos, seguidamente la mitad de la cantidad total de antiespumante, y los aditivos humectantes y dispersantes, para luego agregar los pigmentos y cargas. Esta etapa de dispersión, es la más importante porque hace posible la correcta distribución de los pigmentos y cargas en todo el volumen de la pintura.

## **REFORMULACIÓN DE LAS PINTURAS PARA CUMPLIR CON LAS EXIGENCIAS DEL CLIENTE**

En la Empresa se comenzó a recibir pedidos de pinturas a la exigencia del cliente, para ello se tuvo que reformular para obtener propiedades específicas como mayor rendimiento (área pintada en m<sup>2</sup> por galón), mayor lavabilidad y color diferente a los convencionales. Para la reformulación se tuvo que aumentar la cantidad de resina, agente coalescente, entre otros, con el objetivo de cumplir con las exigencias del cliente.



## VIII. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

1. La dosificación apropiada de aditivos humectantes y dispersantes, es fundamental para lograr la distribución uniforme de los pigmentos en todo el volumen del vehículo, evitando de esa manera que surgan problemas de flotación, mala humectación del soporte e incluso problemas de sedimentación.
2. Las combinaciones de un antiespumante con aditivos nivelantes (acrílicos) es beneficiosa: después de romper la burbuja, la pintura puede nivelar con más rapidez y evitar la formación de puntos de aguja o pequeñas marcas (cráteres)
3. Si se utiliza antiespumantes de silicona en la producción de las pinturas, para evitar la aparición de cráteres en los recubrimientos, estos se deben incorporar con un esfuerzo de cizalla suficiente.
4. Los compuestos reológicos son imprescindibles en la formulación de una pintura, ya que ayudan a prevenir los problemas de sedimentación durante el almacenamiento, y descuelgue durante la aplicación de la pintura sobre el sustrato.
5. La dosificación de los compuestos reológicos debe ser la apropiada, para evitar que la espuma suba lentamente a la superficie de la pintura y perjudique a la nivelación. Es por eso que se sugiere que la cantidad de espesante celulósico adicionado, no debe sobrepasar el 0.55% en peso, con respecto al peso de la pintura.
6. Para que una pintura látex, desarrolle sus máximas propiedades de adhesión al sustrato y resistencia a la abrasión, el copolímero vinil-acrílico debe estar bien disperso en toda la pintura, de tal manera que toda su área superficial esté disponible para humectar a toda la masa.

7. Debido al costo relativamente alto del dióxido de titanio, siendo éste de uso indispensable debido a su poder cubriente, actualmente se le reemplaza parcialmente con el silicato de aluminio sintético, que es de bajo costo y posee buen poder cubriente.
8. El etilenglicol a parte de actuar como agente coalescente, contribuye con la estabilidad de la pintura a bajas temperatura, evitando que la resina se deteriore irreversiblemente.
9. Para mejorar el desarrollo de los aditivos antiespumante, se puede combinar con la de aditivos nivelantes acrílicos, ya que permite, que una vez que se rompa la burbuja , la pintura se pueda nivelar con facilidad, y evitar la formación de puntos de aguja y pequeñas marcas de cráteres.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. MANFRED, “Defectos de las capas de pinturas causas y remedios”, Editorial Blume, España 1973, pág 315, 327,330.
2. GROSS, “Applications Manual for Paint and Protective Coatings”, Editorial Mc Graw Hill, U.S.A 1970, pág 110 – 120
3. LOUIS, “Antiespumantes Moleculares”, Revista Técnica para la Industria y Pintura, Vol. 10, Argentina 2006, pág 39 -41
4. PARKER, “Tecnología de los recubrimientos de superficie”, Ediciones Urmo, 1970, pág. 314 - 327
5. REITNARTZ, “Nuevos surfactantes Gemini como aditivos para pinturas” 7mo Congreso de Nüremberg, Alemania, Abril 2003
6. BYK – Chemie Gmbh, “The World of Additives”, Alemania 2000
7. Journal of Coating Technology , Vol. 71, N °896, September 1999, pág 75 - 80
8. The Dow Chemical Company, “Cellosize QP 52000H hydroxyethyl cellulose”, U.S.A 2001, <http://www.dow.com/PublishedLiterature/dh016a/09002f138016a7dd.pdf?filepath=cello/pdfs/noreg/325-22.pdf&fromPage=GetDoc>
9. Cidetec, “Hoja informativa de corrosión”, Junio 2005, <http://www.cidetec.es/media/archivos/corrosion7>
10. Pinturas Lusol, “Defectos de las pinturas”, Agosto 2005, <http://www.lusol.com.uy/boletin9.es/media/archivos/corrosion7>