

300618

10



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**"LAS PINTURAS COMO SISTEMAS  
COLOIDALES"**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
MARIA DEL PILAR ORTIZ COLLADO

MEXICO, D. F.,

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I GENERALIDADES	3
1.1. CONCEPTO DE COLOIDE	3
1.1.1 Tamaño de Partículas	4
1.1.2 Forma y Flexibilidad de la Partícula	7
1.1.3 Propiedades Superficiales	8
1.1.4 Interacción Partícula-Partícula y -- Partícula-Disolvente	9
1.1.5 Los Coloides y su Importancia	10
1.2. BOSQUEJO HISTORICO	12
1.3. CONCEPTO DE SISTEMA COLOIDAL Y DISPERSIONES COLOIDALES.	16
1.3.1 Agregados y Aglomerados	18
1.4. LEY DE STOKES	21
CAPITULO II CONCEPTO DE PINTURA	24
2.1. DEFINICION Y COMPONENTES	24
2.1.1 Componentes de una Pintura	25
2.1.2 Clasificación de las Pinturas	27
2.1.3 Factores que Afectan el Comportamiento de las Pinturas	29
2.1.4 Procedimiento de Fabricación	31
2.1.5 Especificaciones de las Pinturas	32
2.2. CONCEPTO DE DISOLVENTE	33
2.2.1 Clasificación de los Disolventes	33
2.2.1.1 Hidrocarburos	34
2.2.1.2 Disolventes Oxigenados	35
2.2.1.3 Terpenos	36
2.2.1.4 Disolventes Misceláneos	36

2.3. CONCEPTO DE RESINA	Pág. 37
2.3.1 Propiedades de las Resinas	37
2.3.2 Clasificación de las Resinas	38
2.4. CONCEPTO DE PIGMENTO	42
2.4.1 Propiedades de los Pigmentos	42
 CAPITULO III LA FASE DISPERSA	 46
3.1. CLASIFICACION DE LOS PIGMENTOS Y EL TAMAÑO DE PARTICULA	46
3.1.1 Pigmentos Sintéticos Inorgánicos	47
3.1.2 Pigmentos Sintéticos Orgánicos	50
 CAPITULO IV LOS MOLINOS COLOIDALES	 52
4.1. DISPERSION DEL PIGMENTO	52
4.1.1 Teoría del Proceso de Dispersión	52
4.1.2 Determinación del Grado de Dispersión	54
4.2. CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS DE DISPERSION	56
4.2.1 Mezcladores de Baja Velocidad	56
4.2.2 Mezcladores de Alta Velocidad	57
4.2.3 Mezcladores Baker Perkins	59
4.2.4 Molino de Arena	60
4.2.5 Molino de Bolas	61
4.2.6 Molino de Rodillos	64
4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN FUNCION DEL PIGMENTO	65
 CAPITULO V EL TAMAÑO DE PARTICULA EN FUNCION DEL MEDIO DE -- DISPERSION	 67
5.1. GENERALIDADES	67
5.2. DESARROLLO EXPERIMENTAL	70

	Pág.
5.2.1 Calibración del Viscosímetro	71
5.2.2 Material y Equipo Necesario	72
CAPITULO VI FLOCULACION	73
6.1. DEFINICION	73
6.2. CAUSAS Y EFECTOS DE LA FLOCULACION	76
6.2.1 Aditivos	76
6.2.2 Distribución de Grupos Polares	77
6.3. DETERMINACION DEL GRADO DE FLOCULACION	81
6.4. EFECTOS DE LA FLOCULACION	82
ANEXO A	
ESTRUCTURAS QUIMICAS	83
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	93
PROPIEDADES GENERALES	104
ANEXO B	114
ANEXO C	121
FORMULAS UTILIZADAS EN CALCULOS	121
CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO	123
AZUL DE FIERRO	124
AZUL DE FTALOCIANINA	131
ANARANJADO MOLIBDATO	136
VARIACION DEL TAMAÑO DEL AGLOMERADO CON RESPECTO AL MEDIO DE DISPERSION	145
ANEXO D	156
CONCLUSIONES	157
BIBLIOGRAFIA	159

## INTRODUCCION

## I N T R O D U C C I O N

La finalidad del presente trabajo es realizar un análisis de las pinturas y la importancia que éstas tienen como medio decorativo o de protección en el uso doméstico, industrial, automotivo y otros más.

Para ello en primer lugar se desglosan los elementos que conforman a las pinturas, siendo ésto de gran utilidad para demostrar que éstas pueden ser consideradas sistemas coloidales, - en donde el pigmento es la fase dispersa y el vehículo el medio de dispersión.

Se hace hincapié en los diferentes tipos de pigmentos que existen y se analizan las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Así también se mencionan los diversos equipos de dispersión que son utilizados en la industria de pinturas, todo ello - con el fin de tener el criterio suficiente y seleccionar lo idóneo para obtener un producto con calidad.

En capítulos posteriores se ven las posibles limitantes - que existen en el proceso de fabricación, considerando como una de las más importantes la floculación.

Otros de los fines del presente trabajo es que éste pueda ser de utilidad a los estudiantes de química de coloides y -- servir como un manual de aplicación práctico.

Por último se trata de elaborar un capítulo donde se pro  
pone determinar la influencia que tiene el medio de dispersión  
en los agregados y aglomerados de los pigmentos y observar la -  
variación que presenta el radio y la masa de los mismos.



C A P I T U L O I

GENERALIDADES

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. CONCEPTO DE COLOIDE.

(Del griego,  $\chi\acute{o}\lambda\lambda\alpha$  (cola) y oide (forma)).

En 1861 Thomas Graham basándose en el poder de difusión a través de membranas y por medio del método de diálisis clasificó a las sustancias como cristaloides y coloides. Definió a los coloides como sustancias no cristalizables que al estar dispersas en agua no dan disoluciones verdaderas y se difunden con lentitud a través de membranas orgánicas porosas. Se puede citar como ejemplo la gelatina y la cola, siendo esta última el origen de la palabra coloide debido a la similitud que presentan ambas.

La dimensión de los coloides se encuentra entre el intervalo de 1 nm ( $10^{-9}$  m) y 1 m ( $10^{-6}$  m). Los cristaloides según Graham son aquellas sustancias que dan disoluciones verdaderas, dializan con facilidad; por evaporación de los líquidos en que están disueltas cristalizan en forma característica y determinada para cada una de ellas. En esta clasificación se puede citar como ejemplo al cloruro de sodio.

Posteriormente se demostró que no puede mantenerse la división entre sustancias cristaloides y coloides, ya que algunas

substancias coloidales pueden cristalizar y presentar propiedades cristaloides, como es el caso de la hemoglobina y algunas -- típicamente cristaloides como es el ópalo, presentan similitud a las substancias coloidales. De todo lo anterior se deduce que -- la descripción de coloides no se refiere a cuerpos simples y a -- sus propiedades, sino a aquellas mezclas con propiedades coloidales; se habla entonces de sistemas y no de substancias coloidales.

Los factores que más contribuyen a la naturaleza de un -- sistema coloidal son:

- 1) Tamaño de la Partícula
- 2) Forma y Flexibilidad de la Partícula
- 3) Propiedades Superficiales
- 4) Interacciones Partícula-Partícula
- 5) Interacciones Partícula-Disolvente

#### 1.1.1 Tamaño de las Partículas

Esta es una propiedad importante que permite diferenciar a los coloides de los cristaloides. Las moléculas de las disoluciones coloidales son de mayor tamaño que las cristaloides y -- no pueden pasar a través de membranas permeables (papel pergaminado). Las partículas de disoluciones coloidales son pequeñas -- (ultramicroscópicas) y se pueden dividir en submicras.

La clasificación de las partículas según su tamaño establecida por Ostwald es la siguiente:

- 1) Dispersiones Groseras: suspensiones, emulsiones, con partículas hasta  $0.2\mu$ .
- 2) Sistemas Dispersos Comprendidos entre Suspensiones y Disoluciones Cristaloides: soluciones coloidales con partículas entre  $0.001\mu$  y  $0.2\mu$ .
- 3) Sistemas Dispersos Moleculares y Iónicos: soluciones cristaloides (electrolitos y no electrolitos) entre  $0.1\mu$  y  $1\mu$ .

Las partículas cuyo tamaño es inferior a la longitud de onda de la luz, presentan propiedades distintas que las partículas más gruesas. Estas diferencias se pueden apreciar en la tabla siguiente:

T A B L A I

0.1 $\mu$	1 $\mu$	10 $\mu$	100 $\mu$	1000 $\mu$	10 $\mu$	100 $\mu$	Imm
Región Ultramicroscópica				Región Microscópica			
				Las partículas se diseñan como objetos			
Gotitas de Aceite en Agua							
No se fusionan				Se Fusionan			
Las partículas pasan por el papel filtro				Las partículas son retenidas por el p. filtro.			
Movimiento Browniano							
Las partículas se mueven De Prisa				Las partículas no se mueven sensiblemente			
Despacio							
Cuarzo en agua no sedimenta sensiblemente				El cuarzo sedimenta			
Soluciones		Hidrosoles		Suspensiones			
Cristaloides		de Soluciones Coloidales		Enturbiamientos			

### 1.1.2. Forma y Flexibilidad de la Partícula.

Una propiedad interesante de los coloides, es la forma -- que presentan las partículas en el espacio. Las formas más -- comunes son las siguientes:

- 1) Laminares
- 2) Corpusculares
- 3) Lineales

La mayor parte de los sistemas coloidales están formados por partículas esféricas, ejemplo: dispersiones de sustancias -- poliméricas en agua, aerosoles líquidos y emulsiones. Algunas partículas corpusculares que no presentan forma esférica se con sideran como elipsoides de revolución, como es el caso de las -- proteínas. Como ejemplos de partículas laminares están el óxi- do férrico y la arcilla. Los polímeros están constituidos por largos filamentos lineales, los que pueden agruparse y adoptar -- formas diferentes.

Se puede hacer notar que muchas partículas presentan cier ta flexibilidad debido a la posibilidad que tienen de rotar alre dedor de los enlaces carbono-carbono u otros enlaces como es el caso de las moléculas de altos polímeros. Entre mayor número -- de enlaces carbono-carbono hay, mayor es la probabilidad de rota ción y flexibilidad. Los elementos rígidos son directamente --

proporcionales a la temperatura de fusión vítrea; entre mayor sea la temperatura de fusión vítrea de un compuesto menos flexible es.

### 1.1.3 Propiedades Superficiales.

La tensión superficial y la adsorción, son propiedades superficiales, las cuales desempeñan un papel importante ya que de terminan las propiedades físicas del sistema.

Hay dos definiciones de tensión superficial; "la primera establece que la tensión superficial de un líquido es la fuerza -- que actúa perpendicularmente a cualquier línea de longitud sobre la superficie del líquido". (17) Esta definición es imprecisa ya que no existe fuerza tangencial en la superficie de un líquido puro, por lo que es más conveniente redefinirla así: "es el trabajo necesario para aumentar a temperatura constante y de modo reversible el área de una superficie en una unidad". (17)

La tensión superficial disminuye al aumentar la temperatura y se hace muy pequeña en la región de la temperatura crítica. El método más preciso para medir la tensión superficial es el de elevación del capilar mediante la fórmula siguiente:

$$\gamma = \frac{rh \Delta \rho g}{2 \cos \theta}$$

donde  $\Delta p = p_1 - p_{\text{vapor}}$

$r$  = radio

$h$  = altura

$\theta$  = ángulo de contacto

Cuando se produce una adsorción de sustancias en las superficies o interfases de una solución en forma de capa monomolecular, se dice que dichas sustancias conocidas como surfactantes presentan actividad superficial. Los surfactantes son moléculas polares o no polares y la parte hidrofílica de los mismos lo constituye un grupo iónico.

#### 1.1.4 Interacción Partícula-Partícula y Partícula-Disolvente.

Una de las propiedades más importantes de las dispersiones coloidales es la tendencia de las partículas a agregarse o agruparse debido al movimiento browniano y a las fuerzas de atracción de Van der Waals ocasionando que floculen.

Hay tres tipos de atracción (intramolecular):

- 1) Cuando dos moléculas contiguas presentan dipolos ejercen una atracción hacia ellas.
- 2) Una molécula dipolar puede inducir un dipolo en otra molécula.



- 3) Hay moléculas que no presentan polaridad y sin embargo ejercen una atracción, ésto se debe a las -- fuerzas de dispersión. Estas fuerzas fueron estudiadas por London y por medio de un dipolo inducido ocasionan una desestabilización.

La afinidad partícula-disolvente se favorece por medios -- mecánicos y existen dos tipos de sistemas: liofílico cuando las partículas son afines al líquido y es estable. Liofóbico, inestable y las partículas no presentan afinidad por el líquido.

#### 1.1.5 Los Coloides y su Importancia.

Para hacer notable la importancia de la química de coloides, se debe tener presente que todos los seres vivos, tanto animales como vegetales están constituidos en gran parte por sistemas coloidales sin los cuales no podrían existir. Se observan -- en las células, en sus membranas, los jugos vegetales, el suero -- sanguíneo, etc. En la química inorgánica también están presentes, aunque su importancia es menor en comparación con los sistemas coloidales orgánicos. Ejemplo: el ácido sílico coloide y las jaleas más o menos puras. En la agricultura tienen un papel importante, ya que estudios realizados han demostrado que los coloides del suelo son los encargados de retener y suministrar los productos inorgánicos solubles necesarios para el desarrollo de las

plantas. Se pueden presentar fenómenos coloidales en la industria de plásticos, gomas, detergentes, papel, cerámica, vidrio, petroquímica y en la industria de las pinturas; este último punto es nuestro objetivo.

## 1.2. BOSQUEJO HISTORICO.

Lémercy en 1765 marcó la diferencia entre compuestos orgánicos e inorgánicos en su libro "Curso de Química".

Posteriormente Berzelius publicó la teoría "Vis Vitalis", la cual afirmaba que los compuestos orgánicos no pueden ser sintetizados en un laboratorio.

En 1824 Federico Wöhler sintetizó urea (compuesto orgánico), por lo que la teoría de Berzelius fue desmentida.

Los sistemas coloidales fueron conocidos empíricamente -- por los egipcios y los chinos. Los primeros utilizaban la goma arábiga como dispersante para evitar que las partículas se unieran. Los chinos utilizaban la gelatina como agente protector - en la fabricación de tintas.

En el siglo XVI (1595) Andreas Libeau describió en su libro "Alquimia" el uso de disoluciones de oro para la fabricación de vidrio rojo, utilizado en los vitrales de catedrales.

En el año 1779 Bergmann hizo las disoluciones de silicato de sodio y afirmó que los precipitados formados con la adición - de ácidos, pueden ser mantenidos en suspensión por un tiempo indefinido si la disolución es la adecuada.

Robert Brown descubrió en 1827 que pequeñas partículas - suspendidas en un líquido presentan movimiento en zig-zag, este movimiento fue denominado movimiento browniano en honor a su -- descubridor.

Durante 1838 Ascherson, a quien se considera el precur-- sor del ultramicroscopio, descubrió que la albúmina tiene afinidad con el aceite, sedimentando al provocar su unión.

Francisco Selmi publicó posteriormente dos tratados: el primero se refería a la desemeulsión de cloruro de plata a partir de una disolución coloidal de cloruro de plata y el segundo documento se refería a pigmentos; hizo investigaciones con azul de prusia y lo intituló "Pseudosoluciones de Azul de Prusia y - la Influencia de Sales en su Destrucción".

Selmi demostró que la pseudosolución no era homogénea ya que había partículas invisibles a simple vista que daban cierta turbidez a la disolución.

Faraday y Tyndall continuaron las investigaciones de Selmi y en su documento "Relaciones Experimentales de la Luz con - Oro y Otros Metales" demostraron la existencia de pequeñas partículas imperceptibles al ojo humano, pero que haciéndoles pasar un haz de luz se podían observar. Estas partículas no - -

eran otra cosa que coloides.

Thomas Graham considerado el padre de la "Química de Coloides" clasificó dos tipos de partículas: coloides y cristaloides.

Anteriormente a los trabajos de Graham, Carl Barus y A. - Schneider propusieron en 1891 la Teoría del Heterogéneo. Encontraron que las partículas formaban con el líquido dos fases y -- que se regían por las leyes mecánicas de sedimentación. Por -- esa misma época H. Picton y Ernest Linder decían que las disoluciones coloidales eran perfectas y estaban regidas por las leyes cinéticas de los gases. Esta teoría se conoció como "Teoría del Alótrofo". Años más tarde Zsigmondy demostró con el ultramicroscopio (inventado por él), que las disoluciones coloidales eran -- sistemas heterogéneos regidas por leyes mecánicas; así estableció los siguientes principios:

- 1) Los sistemas coloidales deben ser considerados como sistemas heterogéneos, formados por partículas de tamaño -- entre  $10^{-4}$  y  $10^{-7}$  m.
- 2) El movimiento browniano de las partículas se debe a movimientos térmicos, por lo que dichas partículas pueden ser regidas por la teoría cinética de los gases.

3) Los sistemas coloidales se rigen por la ley de distribución de energía de Boltzmann-Maxwell.

### 1.3. CONCEPTO DE SISTEMA COLOIDAL Y DISPERSIONES COLOIDALES.

Los sistemas coloidales, como ya se mencionó son heterogéneos; formados por partículas microscópicamente invisibles pero detectables con el ultramicroscopio, las cuales se encuentran en suspensión. El tamaño de dichas partículas oscila entre  $10^{-4}$  y  $10^{-9}$  m. Dichos sistemas se clasifican así:

- 1) Dispersiones Coloidales: son sistemas irreversibles, ya que no se pueden reconstruir después de que haya una separación de fases y son termodinámicamente inestables debido a la energía libre -- que presentan.
- 2) Disoluciones Verdaderas de Substancias Macromoleculares: son reversibles ya que se pueden reconstruir después de haber separado el soluto del disolvente; son termodinámicamente estables.
- 3) Coloides de Asociación: llamados electrolitos coloidales, son termodinámicamente estables.

Las dispersiones coloidales están constituidas por la fase dispersa (partículas) y el medio de dispersión (disolvente); -  
Ostwald propuso la siguiente clasificación:

FASE DISPERSA	MEDIO DE DISPERSION	NOMBRE	EJEMPLOS
Sólido	Sólido	Suspensión Sólida	Vidrio Rubí
Sólido	Líquido	Sol, Pasta	Sol de Oro Pasta de - Dientes
Sólido	Gas	Aerosol Sólido	Humo, Polvo
Líquido	Sólido	Emulsión Sólida	Suspensiones de Hidroso-- les con par- tículas sól <sup>i</sup> das
Líquido	Líquido	Emulsión	Leche, Mayo- nesa.
Líquido	Gas	Aerosol Líquido	Niebla, Pul- verizados Líquidos
Gas	Sólido	Espuma Sólida	Opalo, Per-- la, Poliesti- reno
Gas	Líquido	Espuma	Espuma de -- Jabón o -- Extintores

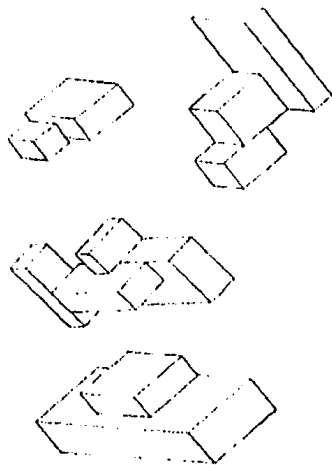


### 1.3.1 Agregados y Aglomerados.

Agregado es un grupo de partículas primarias (aquéllas -- que no provienen de otra) que están unidas axialmente. En un - aglomerado las partículas están unidas por sus vértices formando una estructura más abierta que la de un agregado, como se puede apreciar en las figuras I y II.

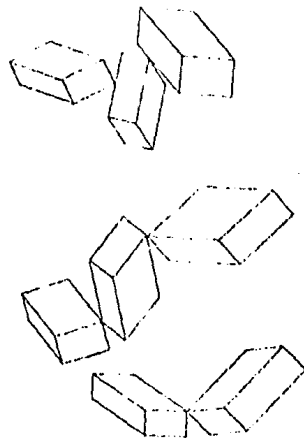
Los agregados al tener mejor unión pueden ocasionar en el medio una floculación fuerte, siendo ésta irreversible y requiriéndose un alto esfuerzo mecánico para romperla. Algo diferente ocurre en los aglomerados, en donde las partículas están holgadamente unidas, siendo la energía de unión muy débil y la distancia de separación muy grande dando lugar a una floculación -- débil. Figuras III y IV.

FIGURA I



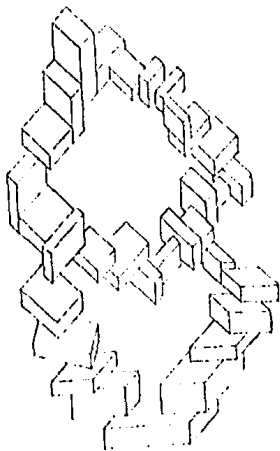
AGREGADOS

FIGURA II



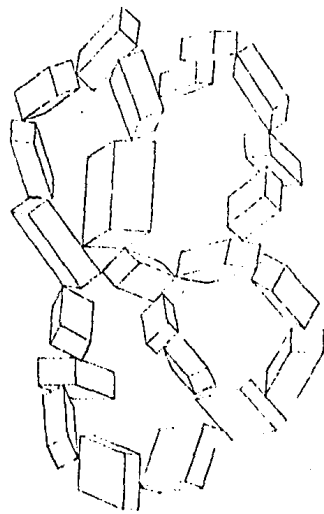
AGLOMERADOS

FIG. III



FLOCULACION FUERTE

FIG. IV



FLOCULACION DEBIL

#### 1.4 LEY DE STOKES.

Las partículas coloidales dispersadas en medios líquidos están en continuo movimiento, el cual puede deberse a un efecto térmico o a la influencia de campos gravitatorios o centrífugos. Para regir dichos movimientos existen leyes bien fundamentadas.

Cuando una partícula no cargada sedimenta, se debe a la fuerza motora o conductora que tiene, la cual puede expresarse de la siguiente forma:

$$F_d = m(1 - \bar{V} \rho)g \quad \delta$$

$$F_d = V(\rho_2 - \rho)g$$

donde  $m$  = masa de la partícula

$\bar{V}$  = volúmen específico parcial (de la partícula)

$\rho$  = densidad del medio

$g$  = gravedad

Algunas veces ocurre que las partículas no pueden moverse libremente debido a que el medio ofrece una resistencia al desplazamiento de las mismas. La fuerza que se opone a la fuerza conductora se conoce como fuerza de fricción y se expresa como sigue:

$$F_r = \Psi u$$

donde  $\Psi$  = coeficiente de fricción

$u$  = velocidad terminal

Considerando que la partícula es esférica Stokes determinó lo siguiente:

$$Q = 6\pi\eta r$$

siendo  $\eta$  viscosidad cinemática del medio y  $r$  radio de la partícula.

Igualando la fuerza conductora con la fuerza de fricción se obtiene:

$$f_d = -fr$$

$$v(\rho_2 - \rho)g = 6\pi\eta r u$$

como  $v = \frac{4}{3} \pi r^3$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_2 - \rho)g = 6\pi\eta r u$$

Despejando la velocidad se tiene:

$$u = \frac{4}{3} \pi \frac{r^3 (\rho_2 - \rho)g}{(6\pi\eta r)}$$

Simplificando la ecuación anterior:

$$u = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho_2 - \rho)g}{\eta}$$

que es lo que se conoce como ecuación de Stokes.

Hay tres condiciones que deben cumplirse para aplicar la Ley de Stokes:

- 1) El sistema coloidal debe ser continuo, es decir homogéneo en comparación con las dimensiones de las partículas (esto no es válido para iones pequeños).
- 2) El sistema coloidal debe ser muy diluido.
- 3) El movimiento de la partícula es lento.

C A P I T U L O   I I

C O N C E P T O   D E   P I N T U R A

## CAPITULO II

### CONCEPTO DE PINTURA

#### 2.1. DEFINICION Y COMPONENTES.

¿Qué es una pintura?

Es un compuesto de consistencia líquida, que se aplica sobre una superficie; al secar deja una película que sirve para -- uno o varios de los siguientes fines:

- 1) Proteger
- 2) Adornar
- 3) Colorear
- 4) Expresión Artística

La palabra secar, se entiende generalmente como la pérdida de agua, aplicando calor y/o aire. En la industria de las pinturas la palabra secar significa el paso del estado líquido - al sólido y este cambio puede deberse a los siguientes factores:

- 1) Evaporación de los disolventes
- 2) Oxidación de la parte líquida que no se evapora - (aceites).
- 3) Calentamiento para que suceda alguno de los casos anteriores.
- 4) Reacción (polimerización), como es el caso de resinas.



Una definición más técnica de lo que es una pintura, es - la siguiente: "Pintura es un producto líquido que contiene pigmentos (de una o varias clases), mezclados o dispersados en el - medio de dispersión y que una vez formada la película persisten, dando generalmente apariencia mate (sin brillo)".(4)

#### 2.1.1 Componentes de una Pintura.

En forma general se puede decir que una pintura está constituida por los siguientes elementos:

- 1) "Vehículo" (Medio de Dispersión)
- 2) Pigmentos (Fase Dispersa)
- 3) Inertes
- 4) Secantes
- 5) Aditivos Específicos
- 6) Disolventes y Diluyentes

#### VEHICULO (Medio de Dispersión).

Es el medio líquido utilizado primordialmente para formar una película, que aparte de tener propiedades específicas para el uso al que se va a destinar, sirve para dispersar en él los demás ingredientes.

#### PIGMENTOS (Fase Dispersa).

Son los materiales que en forma de polvo (coloides sólidos,

agregados y/o aglomerados) se agregan al vehículo, para dar propiedades específicas como color, opacidad, o transparencia y que al mismo tiempo no deben ser incompatibles con el medio de dispersión.

#### INERTES

Son materiales en forma de polvo, que se utilizan para un fin específico; ayudar a la suspensión del pigmento, imprimir aspecto mate, abaratar costo, variar el peso específico del producto, etc.

#### SECANTES

Son aditivos que contribuyen a mejorar el secado en parte ó en toda la película formada y/o disminuir el lapso necesario para dicho secado.

#### ADITIVOS ESPECIFICOS

Materiales usados en cantidades pequeñas, para dar características específicas, sin contraponerse o causar incompatibilidad. Como ejemplo se puede citar: silicones para evitar espuma, antinatas, fungicidas, etc.

#### DISOLVENTE Y/O DILUYENTES

Se usan para impartir una consistencia (viscosidad) adecuada a la pintura, tanto durante la fabricación, como en el almacenaje y a la hora de aplicarse.

## 2.1.2 Clasificación de las Pinturas

Sin pretender cubrir totalmente todos los productos, la siguiente clasificación, puede considerarse de las más completas:

- 1) Pinturas anticorrosivas
- 2) Pinturas de secado al aire (uso doméstico base - agua)
- 3) Pinturas secado al aire (uso industrial)
- 4) Pinturas tipo epóxicas (secado al aire)
- 5) Pinturas tipo epóxicas (secado al horno)
- 6) Pinturas tipo fenólicas
- 7) Pinturas tipo metálico (aluminio)
- 8) Pinturas marftimas (todas sus variedades)
- 9) Barnices (secado al aire)
- 10) Barnices (secado al horno)
- 11) Barnices aislantes
- 12) Esmaltes industriales
- 13) Esmaltés automotrices (originales y de repintado)
- 14) Esmaltes de poliuretano
- 15) Bases (primers), anticorrosivos de cinc, plomo y estroncio
- 16) Bases de nitrocelulosa
- 17) Lacas de nitrocelulosa para madera
- 18) Lacas de nitrocelulosa para metal

En la clasificación anterior se hizo referencia a los -- conceptos de esmalte, barniz y laca, a continuación se da una - breve explicación de cada uno de ellos:

#### BARNIZ

Es un producto líquido que al ser aplicado, puede secar dejando una película transparente (no opaca).

#### ESMALTE

Al igual que una pintura, contiene pigmentos que al secar, forman parte de la película, dando un acabado con brillo. Estos pigmentos, se encuentran en un grado de dispersión más alto que el de una pintura.

#### LACA

También forma una película, solo que su secado es por evaporación y no por polimerización ó oxidación.

Otra manera de clasificar a las pinturas, es de acuerdo a la forma como secan:

- 1) Secado al Aire Libre. En este grupo se encuentran la mayoría de las pinturas de interiores y exteriores, así como las de - conservación. Secan a una temperatura de 20 a 25°C en un -- tiempo razonable (4 horas).

Si la temperatura es muy baja, existe el peligro de que peque

ñas películas de humedad en la superficie, causen pérdida de adherencia y un levantamiento posterior, siendo el secado más lento.

- 2) Secado Forzado. Forman parte de este grupo las pinturas para acabados industriales y artículos porosos, la temperatura - - máxima que alcanzan es de 100° C en un lapso reducido (15 a - 30 minutos).

Una humedad adecuada, es importante en el secado forzado, especialmente en los acabados de productos de madera, ya que si la humedad es baja, se puede presentar agrietamiento.

- 3) Secado en Horno. Las pinturas de secado al horno, son por lo general usadas en artículos metálicos, siendo las temperaturas alcanzadas por éstas superiores a 100° C. El tiempo de secado es variante de acuerdo con la constitución de la película formada.

#### 2.1.3. Factores que Afectan el Comportamiento de las - - Pinturas.

Existen cinco factores que favorecen la calidad de las --  
pinturas:

- 1) Formulación.- Los ingredientes deben ser combinados en proporciones exactas, para obtener las características deseadas del producto.

- 2) Fabricación. - Las materias primas deben mezclarse de una manera apropiada; por ejemplo, los pigmentos deben estar debidamente dispersados y los productos extraños deben ser eliminados o separados.
- 3) Preparación de la Superficie. - La eliminación de la pintura vieja, herrumbre, suciedad, grasa, aceite, así como el lijado, son importantes antes de aplicar una pintura, ya que esto ayuda a una mejor adherencia de la misma.
- 4) Métodos de Aplicación. - Para seleccionar el método de aplicación adecuado, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: tipo de acabado superficial que se desea, el tamaño, forma, peso y número de piezas que se desean pintar, el espacio y mano de obra de que se dispone. Los principales métodos de aplicación son:
- 1) Brocha de Pelo
  - 2) Brocha de Aire
  - 3) Rodillo
  - 4) Método Electrostático
  - 5) Inmersión

Para cada uno de los casos anteriores, se requiere de una consistencia (viscosidad) diferente. Por ejemplo: cuando la pintura se aplica con brocha de pelo, debe tener una viscosi-

dad mayor que cuando se aplica con brocha de aire (pistola).

- 5) Secado. Este factor abarca todos los elementos que transforman un recubrimiento líquido en una película protectora, dura, tenaz y duradera.

#### 2.1.4 Procedimientos de Fabricación.

Los principales procesos utilizados en la fabricación de pintura son:

- 1) Procedimiento de "Olla Abierta", utilizado para la fabricación de barnices y olcorresinosos.
- 2) Procedimiento en reactores cerrados con calentamiento por gas, vapor, aceite o productos diseñados para el propósito, utilizado en la fabricación de resinas sintéticas (alquidales, fenólicas, urea-formaldehído, melamínicas).
- 3) Filtración de barnices y disoluciones de resinas.
- 4) Centrifugación de vehículos y pinturas.
- 5) Dispersión o molienda del pigmento.

### 2.1.5 Especificaciones de las Pinturas.

Es muy importante dentro de la industria de pinturas mencionar ciertas especificaciones necesarias para saber el tipo de producto que se requiere. Entre las más importantes están:

- 1) Uso al que se va a destinar el producto.
- 2) Condiciones a las que se va a exponer.
- 3) Sobre que superficies se va a aplicar.
- 4) Medios con los que se cuenta para su aplicación.
- 5) Tiempo y condiciones de almacenamiento.
- 6) Propiedades de resistencia que debe tener cuando sea sometido a condiciones generales específicas.
- 7) Rendimiento (Volumen vs Area).
- 8) Precio competitivo.
- 9) Tiempo y mecanismos de secado.



## 2.2. CONCEPTO DE DISOLVENTE.

Un disolvente es aquel fluido (puro ó en mezcla) capaz de disgregar a otras sustancias.

Los disolventes utilizados en la industria de pinturas, - son generalmente de origen orgánico y su función principal es la de controlar propiedades físicas de las pinturas como son: viscosidad, brillo, adherencia, continuidad y resistencia química.

### 2.2.1 Clasificación de los Disolventes.

Se han establecido diversos métodos de clasificación de - los disolventes, entre los cuales están: por su composición química, procedencia, características generales y propiedades físicas; sin embargo lo más conveniente para nuestro caso, es agruparlos por su composición química de la siguiente manera:

- 1) Hidrocarburos Cíclicos no Saturados. (hidrocarburos aromáticos de la serie del benceno), tales -- como benceno, tolueno y xileno.
- 2) Hidrocarburos Cíclicos Saturados. (naftalenos). - Como ejemplo de este grupo están: el ciclopentano, ciclohexano, y sus derivados alquílicos como di y trimetilo.

3) Hidrocarburos Saturados de Cadena Abierta.-

(parafinas o alifáticos) como ejemplo están el --  
hexano, heptano y octano.

Los aromáticos son los que presentan mayor capacidad di--  
solvente, después los naftalenos y por último las parafinas.

Una clasificación más precisa es la siguiente:

2.2.1.1 Hidrocarburos

2.2.1.2 Disolventes Oxigenados

2.2.1.3 Terpenos

2.2.1.4 Disolventes Misceláneos.

2.2.1.1. Hidrocarburos.- Se dividen a su vez en cinco gru--  
pos:

a) De Bajo Punto de Ebullición.- El rango de tem--  
peraturas de estos disolventes está entre 60--  
82°C. Como casos típicos están benceno, ci--  
clohexano y hexano. (C<sub>6</sub>)

b) Diluyentes de Lacas.- El rango de temperaturas  
está entre 93 y 121°C. Como ejemplo se puede -  
considerar al tolueno, heptano, octano y gaso--  
lina blanca. (C<sub>7</sub>- C<sub>8</sub>)

c) Disolventes de Nafta VMP.- (Punto de Ebulli---

ción Medio). El rango de temperaturas de estos disolventes está entre 115-120°C, en este -- grupo se encuentran las naftas alifáticas, -- aromáticas y xilenos. (C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub>)

d) Alcoholes Minerales.- (Punto de Ebullición -- Alto). Tienen un rango de temperaturas entre 150 y 240°C. Este grupo se ejemplifica con -- compuestos aromáticos, disolventes de alqui-- trán, gas nafta y disolventes aromáticos mez-- clados.

e) Intervalo del Keroseno.- (Tipo Petróleo). La temperatura de ebullición fluctúa entre 204 y 260°C. En este grupo se encuentran el petró-- leo y naftas aromáticas. (C<sub>12</sub>-C<sub>15</sub>).

2.2.1.2 Disolventes Oxigenados.- Como su nombre lo indi-- ca, contienen oxígeno en sus estructuras moleculares, además del carbono y del hidrógeno. Se agrupan como sigue:

a) Alcoholes.- Entre los cuales están metílico, etílico, propílico.

b) Esteres.- Son el producto de la reacción de los alcoholes y de los ácidos y a medida que el -- número de átomos de carbono en la molécula se incrementa, se hacen menos solubles al agua y

menos volátiles. Como ejemplo están acetato - de etilo, acetato de isopropilo, acetato de - amilo.

c) Esteres de Glicol.- Contienen dos grupos activos alcohol y éter y por esta razón son exce-lentes disolventes. Como ejemplo se tiene el cellosolve (éter monoetílico del etilenglicol), metilcellosolve (éter monometílico del etilen-glicol).

d) Cetonas.- Se caracterizan por la presencia -- del grupo carbonilo. Son disolventes buenos para los ésteres y éteres de celulosa, como - ejemplo están metiletilcetona, dimetilcetona (acetona), isoforona, etc.

2.2.1.3 Terpenos.- Se obtienen de la resina de pino y con-sisten en hidrocarburos, alcoholes, cetonas y éteres que difie--ren en estructura química. Forman parte de este grupo, el agua--rrás, aceite de pino, dipteno.

2.2.1.4 Disolventes Misceláneos.- Por ejemplo: nitropara-finas, compuestos halogenados, derivados de naftalenos, etc.

## 2.3. CONCEPTO DE RESINA.

Es una sustancia sólida, incristalizable, traslúcida e insoluble en agua, constituida químicamente por mezclas de materias orgánicas de naturaleza muy diversa.

Existen resinas que endurecen a algunos aceites y a la vez éstos pueden proporcionar flexibilidad y se dice entonces que plastifican a las resinas.

### 2.3.1 Propiedades de las Resinas.

Las principales propiedades de una resina son:

- 1) Dureza (Cuando están en estado sólido)
- 2) Brillo
- 3) Líquido viscoso no volátil
- 4) Color. Varía desde el trasparente al marrón obscuro o negro de las breas.
- 5) Punto de fusión elevado
- 6) Forman películas continuas a temperatura ambiente, debido a diversos mecanismos como pueden ser: evaporación de volátiles, polimerización por oxidación, polimerización por calor, reacciones químicas diversas ó enfriamiento de los filmógenos - - fluidificados por calor.
- 7) Están formadas principalmente de compuestos orgánicos.
- 8) Presentan compatibilidad con otros formadores de películas, esto significa, una solubilidad mutua dando una mezcla líquida, clara y homogénea.

- 9) Son solubles en disolventes orgánicos con algunas excepciones.

Cabe destacar la diferencia entre una goma y una resina; la primera es soluble en agua y se degrada con la temperatura en cambio una resina es soluble solo en disolventes orgánicos y funde con el calor.

### 2.3.2 Clasificación de las Resinas.

Las resinas se clasifican en dos grandes grupos:

- 1) Resinas Naturales
- 2) Resinas Sintéticas

La diferencia entre ambas radica en que las resinas naturales son de origen vegetal y animal, mientras que las sintéticas son producidas por el hombre.

1.- Resinas Naturales.- Se clasifican en:

- a) Resina natural de origen vegetal
- b) Resina natural de origen animal

a) Resina Natural de Origen Vegetal.- Se encuentran en muchas partes del mundo, la mayoría de ellas provienen de tres familias:

I.- Pináceas.- Producen resinas del tipo de gomorresina del pino, de la cual se extrae la brea colofonia, - - bálsamo de Canadá, y kauri copales.

II.- Dipterocarpáceas.- Como ejemplo están los damares, -- mirra y mastiques.

III.- Leguminocéas.- Producen gomorresinas como el tolú y - bálsamo de Perú.

b) Resina Natural de Origen Animal.- Dentro de este grupo la resina más importante es la goma laca. "Se conoce bajo el nombre de goma laca al producto obtenido de la laca producida por insectos del género Coccus sobre tallos jóvenes de plantas muy diversas". (1)

La goma laca esta compuesta de dos partes: una parte dura, formada por interésteres de varios ácidos polihidroxíficos y una parte suave compuesta principalmente de ácido aleurítico, lactona lacólica y material colorido.

El uso de las resinas naturales ha ido decayendo con el transcurso del tiempo y han sido reemplazadas por las resinas -- sintéticas. La única resina natural que ha seguido siendo utilizada en México, es la brea colofonia. Esta brea se obtiene de la trementina extraída de los pinos después de remover los com-

puestos y aceites volátiles, está compuesta de ácidos tricíclicos monocarboxílicos; su fórmula es  $C_{20}H_{30}O_2$ .

Existen tres variantes de la brea colofonia:

- I) Colofonia Dimerizada.- Compuesta por ácidos resínicos dimerizados.
- II) Colofonia Estabilizada.- Compuesta por ácidos resínicos desproporcionados.
- III) Colofonia Polimerizada.- Compuesta por ácidos resínicos polimerizados.

2.- Resinas Sintéticas.- Se dividen en dos grupos:

- a) Resinas solubles en disolventes orgánicos
- b) Resinas solubles en agua.

a) Resinas Solubles en Disolventes Orgánicos.- Las principales - resinas que forman este grupo son:

- 1) Resinas acrílicas
- 2) Resinas alquidálicas
- 3) Resinas amínicas
- 4) Resinas cumarona/indeno
- 5) Resinas epon
- 6) Resinas epóxicas



- 7) Resinas fenólicas
- 8) Hule clorado
- 9) Resinas de nitrato de celulosa
- 10) Resinas de poliamida
- 11) Resinas de poliuretano
- 12) Resinas de silicón
- 13) Resinas de poliéster

b) Resinas Solubles en Agua. -

- 1) Resinas alquidálicas
- 2) Aceites modificados: aceites de linaza y copolime  
ros de acrílo-vinilo
- 3) Emulsiones: poliacetato de vinilo

## 2.4. CONCEPTO DE PIGMENTO.

Los pigmentos son sólidos que están finamente divididos y los cuales son utilizados para proporcionar color, dar consistencia y cuerpo, así como mayor duración a las pinturas. La principal característica de un pigmento que lo distingue de un colorante, es que es substancialmente insoluble en el medio en que se emplea, en cambio un colorante es soluble en cualquier medio.

Hay algunos pigmentos que dan los tonos descados, pero que no pueden ser usados en determinada aplicación, por carecer de propiedades indispensables como pueden ser falta de resistencia a la luz, ó precio muy alto.

### 2.4.1. Propiedades de los Pigmentos.

Las principales propiedades de los pigmentos son las siguientes:

- 1) Color Básico. Es el color que se pone de manifiesto cuando se dispersan los pigmentos solos en el vehículo.
- 2) Color Secundario.- Es el tono que se obtiene al mezclar los pigmentos coloreados con otros pigmentos en grandes cantidades.

- 3) Intensidad.- Es una propiedad tanto en los pigmentos blancos como en los de color, se refiere al poder colorante cuando se mezcla con otros pigmentos de tono secundario diferente.
- 4) Poder Cubriente.- Se refiere a la capacidad de un pigmento para cubrir los substratos cuando se incorpora a un medio adecuado.
- 5) Forma de las Partículas.- La mayoría de las partículas de los pigmentos, son amorfas, aunque redondeadas debido a que en la trituration a que son sometidas, pierden las esquinas y los bordes. Algunos polvos metálicos y talcos micáceos, son de forma plana ó laminar.
- 6) Distribución del Tamaño de las Partículas.- El tamaño de las partículas de los pigmentos afecta al poder cubriente, al brillo y a la tersura de la película de los recubrimientos de su superficie. Generalmente su tamaño varía en una amplia escala cuyo límite superior es 44 micras. Muchos recubrimientos son de 25 micras dando lugar a películas rugosas y ásperas.
- 7) Dispersabilidad.- Las partículas de los pigmentos tienden a aglomerarse como racimos de uvas a causa de ciertas fuerzas de cohesión (floculación) siendo el tamaño efectivo de las partículas de los pigmentos mucho más grande. Las fuerzas -

cohesivas varían desde floculados unidos casi sin cohesión -- hasta agregados de partículas que están casi "cementados".

El objetivo principal de los procesos de dispersión es romper los aglomerados para lograr un mojado total de cada partícula con el vehículo. Se dice que un pigmento tiene buena textura, cuando contiene solamente partículas primarias pequeñas o aglomerados que se separan rápidamente con un esfuerzo moderado de molienda obteniéndose una intensidad aceptable de brillo, poder cubriente y tersura de la película.

8) Viscosidad.- Los pigmentos dispersados en un vehículo aumentan su viscosidad y algunas veces es necesario que el espesamiento sea limitado, como sucede con las pinturas de conservación y empleadas en la construcción. Hay ciertas generalidades con respecto al poder de espesamiento:

- a) Cuanto más grande es la partícula, menor es el aumento de la viscosidad.
- b) Los pigmentos de partículas redondeadas producen menos viscosidad que las formas laminares o planas.
- c) Los pigmentos básicos producen un espesamiento mayor -- que los neutros, debido a que reaccionan con vehículos ácidos.

9) Brillo.- Todos los pigmentos tienden a reducir el brillo de -

los vehículos a los que se incorporan. Se puede obtener un gran brillo cuando el vehículo moja perfectamente al pigmento.

- 10) "Sangrado" (Degradación del Pigmento).- La mayoría de los pigmentos son completamente insolubles en aceites, resinas y disolventes. Sin embargo, ciertos pigmentos orgánicos tienen una solubilidad limitada y se conocen como pigmentos que sangran; ésto se puede comprobar si se aplica sobre un vidrio -- una pintura que contiene cierto pigmento, una vez que ésta ha secado, se aplica sobre la misma película una pintura blanca, si el pigmento es soluble coloreará la pintura blanca.

### CAPITULO III

#### LA FASE DISPERSA

## C A P I T U L O   I I I

### LA FASE DISPERSA

#### 3.1. CLASIFICACION DE LOS PIGMENTOS Y EL TAMAÑO DE PARTICULA.

Los pigmentos se pueden clasificar en dos grupos: natura--  
les y sintéticos. Los pigmentos naturales se usan cada día en -  
menor cantidad debido a los siguientes factores:

- 1.- Dificultad para obtener grandes volúmenes
- 2.- No se pueden reproducir las propiedades uniforme--  
mente
- 3.- Se obtienen rendimientos y concentraciones menores  
que con los pigmentos sintéticos
- 4.- Lentitud en su producción

Ejemplos de pigmentos naturales son: La cochinilla, sales  
metálicas, óxidos de hierro.

Los pigmentos sintéticos presentan mayores ventajas que -  
los pigmentos naturales y éstas son:

- 1.- Posibilidades de innumerables productos
- 2.- Volúmenes de fabricación grandes
- 3.- Uniformidad en los productos terminados
- 4.- Variedades de presentación ("chips", pasta, polvo  
de dispersión)

5.- Son prácticamente inalterables en el almacenamiento.

Los pigmentos sintéticos se agrupan en dos:

1.- Pigmentos Sintéticos Inorgánicos

2.- Pigmentos Sintéticos Orgánicos

NOTA: Referirse al anexo A para ver:

- Estructuras Químicas
- Ventajas y Desventajas
- Propiedades Generales.

### 3.1.1. Pigmentos Sintéticos Inorgánicos

Este tipo de pigmentos se obtienen generalmente de fuentes minerales y se pueden clasificar según su forma de fabricación, su composición o su color. Según su color se clasifican en:

I) Opacos Blancos o Alta Opacidad.

a) Pigmentos de Plomo

- 1) Carbonato Básico de Plomo
- 2) Sulfato Básico de Plomo
- 3) Silicato Básico de Plomo



**b) Pigmentos de Cinc**

- 1) Oxido de Cinc
- 2) Sulfuro de Cinc
- 3) Litopón

**c) Pigmentos de Titanio**

- 1) Bióxido de Titanio (Anatásico y Rutílico)

**d) Pigmentos de Antimonio**

- 1) Oxido de Antimonio

**II) Extendedores Blancos o de Baja Opacidad**

Se les conoce también como inertes o rellenos, su índice de refracción es muy bajo en este grupo se encuentran:

- a) Carbonato de Calcio (Blanco de España)
- b) Sulfato de Calcio (Yeso)
- c) Silicato de Magnesio
- d) Mica

**III) Rojos y Pardos**

**a) Rojos.**

- 1) Oxido de Hierro.
- 2) Rojos Cadmio
- 3) Minio

**b) Pardos**

- 1) Ocre y Sienas Naturales
- 2) Sienas Tostados
- 3) Sombras Naturales y Tostadas
- 4) Marrón Van Dyke

**IV) Amarillos y Anaranjados**

**a) Amarillos**

- 1) Amarillos de Cromo
- 2) Amarillos de Cinc (químicamente son cromatos de Cinc).
- 3) Oxidos de Hierro
- 4) Amarillos Cadmio

**b) Anaranjados**

- 1) Anaranjado Molibdato
- 2) Anaranjado Cromo

**V) Verdes**

- a) Verde Cromo (mezcla de azul de hierro y amarillo cromo)
- b) Oxidos de Cromo

**VI) Azules**

- a) Azul de Hierro (Azul de Prusia)
- b) Azul de Ultramar

## VII) Negros

- a) Negros de Carbón
- b) Negros de Horno
- c) Negros de Humo
- d) Negros de Huesos
- e) Negros Minerales

### 3.1.2 Pigmentos Sintéticos Orgánicos

#### I) Amarillos

Son más caros que los pigmentos inorgánicos. Entre los más importantes están:

- a) Amarillo Hansa (G, 10 G y RN) también son conocidos como amarillos toluidina
- b) Amarillos Bencidina
- c) Verde Oro

#### II) Anaranjados

- a) Anaranjados Bencidina conocidos como Anaranjados Pirazolona
- b) Naranja de Dinitroanilina
- c) Naranja de Tina GR y RK

#### III) Rojos

- a) Toluidina Paraclorado

- b) Toluidina Ortoclorado
- c) Litoles

Los que no son del tipo mono o diazo y tienen alto costo son:

- d) Perilenos
- e) Alizarinas
- f) Quinacridonas

#### IV) Azules

- a) Azul de Ftalocianina

#### V) Verdes

- a) Verde Ftalocianina
- b) Pigmento Verde  $\beta$

#### VI) Violetas

- a) Violeta de Metilo
- b) Rodamina

**C A P I T U L O   I V**  
**LOS MOLINOS COLOIDALES**

## C A P I T U L O   I V

### LOS MOLINOS COLOIDALES

#### 4.1. DISPERSION DEL PIGMENTO.

Los fabricantes de pinturas y pigmentos, han llevado a cabo una gran labor de investigación para reducir el tamaño de partícula y mejorar la textura de los mismos. Generalmente éste tamaño es pequeño, sin embargo, la mayoría de los pigmentos tienden a aglomerarse o agregarse durante el almacenaje o durante el proceso de secado.

Casi siempre estos agregados son difíciles de dispersar mediante una simple agitación y es necesario recurrir a fuerzas más grandes; esto es importante, ya que de no hacerlo el pigmento aparecerá sucio y con menor brillo que el deseado.

Si se logra una dispersión eficiente se produce una pintura con poder cubriente, tintóreo y con tonos óptimos, lo cual es vital en su fabricación.

##### 4.1.1 Teoría del Proceso de Dispersión.

El proceso de dispersión de pigmentos en líquidos puede ser dividido en tres fases:

1) Humectación del Pigmento por el Vehículo.

Es imposible dispersar un material en un líquido sin que éste humecte su superficie. Los pigmentos comerciales son razonablemente humectables por los vehículos usados y solo difieren en la velocidad de humectación.

2) Rompimiento de Agregados y Aglomerados.

Los pigmentos comerciales presentan agregados o aglomerados con diferente dureza y éstos se pueden romper incrementando el esfuerzo cortante o el impacto en el molino. Debido a la naturaleza de los agregados algunos son más fáciles de dispersar en sistemas de bajo esfuerzo cortante que en sistemas de alto es esfuerzo cortante.

En algunos sistemas el esfuerzo es aplicado por la pasta misma, si ésta es delgada el esfuerzo que se le aplique debe ser pequeño.

3) Floculación.

Muchas veces, después de haber dispersado un pigmento, las partículas de éste tienden a aglomerarse y formar floculos debido a la naturaleza de la superficie del pigmento y a la polaridad del vehículo.

La floculación propicia bajo brillo y bajo poder cubriente, efectos que son nocivos en la calidad de las pinturas.

#### 4.1.2. Determinación del Grado de Dispersión.

La forma más directa para determinar si los agregados o aglomerados han sido reducidos a un nivel deseado es medir el tamaño de las partículas en el producto terminado. En pinturas de color o de alto brillo es recomendable medir el poder tintóreo y brillo para conocer cuando se ha alcanzado la óptima dispersión.

Generalmente el grado de dispersión está en función del tiempo de residencia en el molino. Los tiempos relativos para alcanzar los valores máximos de algunas propiedades de las pinturas son los siguientes:

PROPIEDADES	UNIDADES RELATIVAS DE TIEMPO
Textura	50
Brillo	70
Poder Tintóreo	100
Claridad de la Película	100

Por lo tanto, las propiedades más importantes que se quieren tener en una pintura, deben ser consideradas para evaluar el grado de dispersión.

Para determinar la dispersabilidad de un pigmento, es necesario conocer las características del producto que se va a fa-



bricar, tipo de equipo en el que se va a llevar a cabo la dispersión, vehículo en el que se va a dispersar el pigmento y la relación pigmento/vehículo (p/b).

## 4.2. CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS DE DISPERSION.

Existen gran variedad de equipos dispersadores de pigmentos, siendo los principales:

- 1) Mezcladores de Baja Velocidad
- 2) Mezcladores de Alta Velocidad
  - a) Dispersador Cowless
  - b) Hockmeyer
  - c) Kady Mill
- 3) Mezclador Baker Perkins
- 4) Molino de Arena
- 5) Molino de Bolas
  - a) Molino de Perlas
  - b) Molino de Bolas de Acero y Porcelana
- 6) Molino de Rodillos

### 4.2.1 Mezcladores de Baja Velocidad.

Consisten en un tanque o tina con agitador de baja velocidad. Ejemplos de este tipo son los mezcladores de latas y los equipos de premezcla usados donde no se requieren una alta finura, como es el caso de las pinturas mate.

En este tipo de mezcladores, se debe utilizar pigmentos -- con aglomerados fáciles de romper, siendo la geometría de las as-

pas de agitación, importante en el comportamiento de las mezclas.

#### 4.2.2. Mezcladores de Alta Velocidad

##### a) Dispersador Cowless.

Este tipo de mezclador tiene suficiente potencia para alcanzar altas velocidades en pasta más o menos espesas, (5000 rpm) y menores velocidades (2000 rpm) en pastas delgadas.

El agitador que lleva es una hoja circular delgada de metal, que tiene en su periferia un arreglo de dientes de sierra, alcanzando mejores resultados de finura cuando se forma un remolino cerca del agitador (dona).

Debido a la constante agitación, la temperatura se incrementa, disminuyendo la viscosidad de la pasta, por lo que algunos equipos cuentan con chaquetas de enfriamiento para evitar -- que suceda lo anterior, manteniendo una temperatura constante.

En este equipo pueden ser dispersados pigmentos inorgánicos como amarillos cromo, naranja molibdato, amarillos de cinc. Los pigmentos orgánicos no son convenientes de dispersarse en -- este tipo de mezcladores; lo conveniente es formar una premezcla para que posteriormente sean molidos en otro tipo de molino.

Las dimensiones ideales para tanques de fondo cóncavo se dan a continuación en la siguiente tabla:

T A B L A II

Altura Tanque (in)	36-38	48-60	54-66	60-72	66-88	72-100
Diámetro Tanque (in)	36	48	54	60	66	72
Altura del Fondo (in)	6	8	9	10	11	12
Volumen Fondo (gal)	16	40	55	75	100	130
Tamaño Impulsor (in)	12-13	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26
Altura Impulsor desde el Fondo (in)	6-7	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
Potencia Motor (HP)	25-30	40-60	60-75	75-100	100-125	150
Tamaño de Lote Mínima (gal)	50-60	80-120	120-150	150-200	200-250	300
Tamaño de Lote Máxima (gal)	200-240	300-480	480-600	600-800	800-1000	1200

b) Hockmeyer

Este tipo de mezclador es similar al anterior, solo que en éste, existen diferentes tipos de agitadores y en la periferia del tanque, se encuentran unos deflectores que crean un alto esfuerzo cortante en los aglomerados. Se necesitan pastas de consistencia más delgada.

c) Kady Mill.

En este tipo de mezcladores se obtiene un esfuerzo cortante mayor, debido a que la pasta es forzada a pasar a través de bafles. La inconveniencia que presenta, es que la viscosidad de la pasta debe ser controlada, para lograr la máxima eficiencia de mezclado.

#### 4.2.3. Mezclador Baker Perkins.

Consta de una carcasa de forma cilíndrica de acero con ejes horizontales, y provista de una camisa por la que puede circular agua de refrigeración o vapor según se desee.

Este tipo de equipos manejan pasta de consistencia muy pesada, ya que la dispersión se logra por el esfuerzo cortante. Están equipados por motores de gran potencia, las espas que tienen son de forma sigma y giran con diferente velocidad en sentido inverso.

El tiempo de residencia es prolongado en estos equipos, así como el tiempo requerido para la limpieza. La capacidad de carga no es muy grande.

#### 4.2.4 Molino de Arena.

Este tipo de molino ha llegado a ser bastante usado para la dispersión de pigmentos, debido a importantes ventajas que presenta las cuales se mencionarán posteriormente.

Consiste en una unidad cilíndrica y fija con una camisa de agua, soportada en posición vertical y la mezcla pigmento vehículo, se agita con rotores en presencia de arena. Los rotores son hechos de aleaciones de metales resistentes a la abrasión y contienen una flecha vertical que gira a 2400 rpm.

Existen dos tipos de molino de arena; los de "batch" en los cuales la pintura es cargada y procesada durante un tiempo de residencia dado para obtener las propiedades deseadas. Una vez logrado ésto, se descarga a través de una malla que evitará el paso de la arena. El otro tipo de molino es el "continuo" en el cual la pintura es alimentada por el fondo del molino a cierto flujo, siendo obligada a pasar por los rotores y descargada por la parte superior del molino, que contiene una malla para evitar el paso de la arena. Esto se conoce como paso de

molienda, después de cada paso se miden las propiedades de la -- mezcla y una vez alcanzadas las requeridas se termina la molienda.

Algunas condiciones generales de molienda para este tipo de molinos son:

	Relación Pigmento/ Vehículo	Tiempo de Molienda
Pigmentos Inorgánicos	5-20	3-5 minutos
Pigmentos Orgánicos	0.5-1	15-30 minutos

Debido a su bajo costo, flexibilidad y poca área requerida, tienen gran aceptación en la industria de pinturas y tintas estos molinos.

#### 4.2.5. Molino de Bolas.

Este tipo de molino se usa mucho cuando se desea obtener la mayor dispersión posible del pigmento. Consta de cámaras -- cilíndricas de acero, montadas sobre cojinetes en cada extremo y con motores que las hacen girar en un eje horizontal. Llevan - una camisa para enfriar con agua o calentar con vapor la mezcla.

Al tiempo que el molino está girando, las bolas están en continuo movimiento y en cada choque de éstas, la base de la - -

molienda es oprimida entre las dos bolas y triturada, rompiendo de esta manera los aglomerados del pigmento.

Dentro de esta clase de equipos se encuentran incluidos -- los molinos de perlas, de bolas de acero y de bolas de porcelana. A continuación se da una explicación más detallada de los mismos.

a) Molinos de Perlas.

El medio de molienda en este tipo de molino, es bolas de porcelana sintética hechas de varios tipos, tamaños, formas y densidades. La mejor molienda se obtiene cuando el molino se carga con perlas a la mitad de su volumen, siendo la carga de pintura del 20% el volumen total del molino. En el esquema I Anexo B se muestra la relación carga de bolas y la eficiencia de molienda.

La velocidad de rotación del molino deberá ser del 65 al 80% de la velocidad crítica. Ésta es la velocidad a la cual un molino con perlas sin pintura gira de forma que las perlas se encuentran adheridas a las paredes del molino, debido a la fuerza centrífuga. La velocidad crítica puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$vc = 54.19/\text{radio} = 76.6/\text{diámetro [=} \text{ft}$$



El esquema II, Anexo B relaciona la velocidad crítica y óptima con el radio del molino de bolas.

El vehículo para bases de molinos de bolas, debe -- ser poco viscoso, para permitir que éstas caigan -- libremente y desarrollen la fuerza del impacto según se golpean una con otra. La tabla I Anexo B muestra los porcentajes de los diferentes pigmentos usados para bases de molienda en los molinos de -- bolas y rodillos. Se anexa también el esquema III Anexo B que muestra la relación entre el tiempo de molienda y el volumen de la base de molienda.

b) Molino de Bolas de Acero y Porcelana.

Este molino no puede usarse para la dispersión de -- pigmentos blancos, ya que la abrasión que existe -- entre el acero y el pigmento, mancha a este último.

La molienda es más rápida que en los molinos de per las debido al tamaño de las bolas y a la densidad -- de las mismas. El tiempo requerido varía desde 4 horas para pigmentos inorgánicos fáciles de dispersar, hasta 48 horas para algunos pigmentos orgáni--cos.

#### 4.2.6 Molino de Rodillos.

Los molinos de rodillos realizan una acción trituradora y cortadora en los aglomerados semipastosos, los más usados en la industria de las pinturas, tienen 3 y 5 rodillos montados sobre ejes horizontales. El primer rodillo alimentador es el más lento y cada uno posterior, se mueve más rápidamente, realizando una acción de corte que rompe los aglomerados.

La acción de dispersión se logra al hacer pasar la pasta a dispersar entre los dos rodillos, los cuales giran en sentido inverso y a diferente velocidad.

La eficiencia de la molienda depende de la consistencia de la base y el vehículo para ésta, debe tener un buen poder "mojante" y una cierta viscosidad para favorecer la acción cortante de los rodillos. Los componentes volátiles deben evitarse, debido a las pérdidas que se tienen al evaporarse éstos.

#### 4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN FUNCION DEL PIGMENTO.

EQUIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mezcladores de Alta Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dispersión en un solo paso</li> <li>-Tiempo requerido pequeño</li> <li>-Poca Inversión</li> <li>-No se necesitan muchas refacciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pigmentos muy finos -- difíciles de dispersar</li> <li>-Difícil de obtener -- buena dispersión sin -- una relación cuidadosa de las materias primas.</li> <li>-Se requiere de pigmentos más costosos para una mejor dispersión.</li> </ul>
Molinos de Arena	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se utiliza cualquier pigmento.</li> <li>-Alta calidad de dispersión</li> <li>-Poco tiempo de mezclado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Requiere de premezcla</li> <li>-Es difícil de cambiar de colores y su limpieza.</li> </ul>
Molino de Bolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No requiere premezcla.</li> <li>-Pérdida de solventes nula.</li> <li>-No requiere personal adiestrado.</li> <li>-Manejo de materiales viscosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mucho tiempo de mezclado.</li> <li>-Volumen de carga fijado por volumen de rodillo.</li> <li>-Ocasionalmente problemas en la descarga.</li> </ul>

Molino de Rodillos

-Manejo de materiales viscosos

-Dispersiones de alta calidad.

-Puede dispersar pigmentos difíciles de dispersar.

-La operación se lleva a cabo en tres etapas.

-Requiere de estrecha supervisión y personal entrenado.

-No es de alta productividad el equipo.

C A P I T U L O   V

EL TAMAÑO DE PARTICULA EN FUNCION DEL  
MEDIO DE DISPERSION

## C A P I T U L O V

### EL TAMAÑO DE PARTICULA EN FUNCION DEL MEDIO DE DISPERSION

#### 5.1. GENERALIDADES.

El objetivo principal de este capítulo, es demostrar la importancia que tiene la química de coloides y superficies en la industria de las pinturas. Esto se logrará, determinando el tamaño del aglomerado (partículas visibles al ojo humano) de los pigmentos a estudiar, los cuales variarán en sus propiedades físicas, dependiendo del tamaño que presenten.

Durante la precipitación, se forma una nueva fase y ésta se lleva a cabo en dos etapas que son: nucleación o formación de centros de cristalización y el crecimiento de los cristales. La velocidad relativa de estos dos procesos, es la que determina el tamaño de partícula del precipitado que se forma. Se produce una dispersión alta cuando la velocidad de nucleación es grande y la de crecimiento pequeña.

La velocidad de crecimiento de una partícula, depende de los factores siguientes:

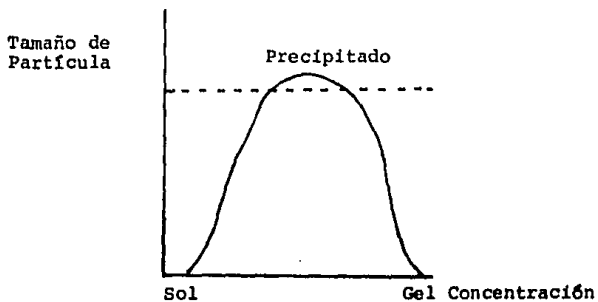
- 1) Cantidad de sustancia disponible
- 2) La viscosidad del medio controla la velocidad de difusión de la sustancia a la superficie de la partícula.

- 3) Facilidad con que la sustancia se orienta correctamente y se incorpora a la red cristalina.
- 4) Adsorción de impurezas sobre la superficie de la partícula que actúan como inhibidores del crecimiento.
- 5) La agregación partícula-partícula.

Ven Weimarn en 1908 investigó la influencia de la concentración del reactivo en el tamaño de las partículas en precipitados de sulfato de bario obtenidos en mezcla alcohol-agua.

A concentraciones muy bajas  $10^{-4}$  a  $10^{-3}$  M la sobresaturación es suficiente para que tenga lugar una gran nucleación, el crecimiento del cristal viene limitado por la baja disponibilidad de sustancia y se forma un sol. A concentraciones moderadas  $10^{-2}$  a  $10^{-1}$  M, el grado de nucleación no es mayor y hay más material disponible para el crecimiento de los cristales y se obtiene un precipitado grosero filtrable. Si las concentraciones son muy altas 2 a 3 M la viscosidad del medio disminuye la velocidad de crecimiento del cristal, lo suficiente para dar tiempo a que haya una mayor nucleación y formación de partículas muy pequeñas, pero debido a su proximidad, las partículas de sulfato bario tenderán a unirse y la dispersión toma la forma de un gel.

Lo anterior se puede entender mejor con la siguiente ---  
gráfica:





## 5.2. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

- 1) Calibrar viscosímetro
- 2) Poner en dos probetas cantidades iguales de la sustancia a correr (agua, etanol, tolueno o acetato de etilo)
- 3) Templarlas a 20°C
- 4) Colocar una muestra pequeña de pigmento en la superficie del líquido de la probeta.
- 5) Dar seguimiento a un grupo de partículas (aglomerado de pigmento) y anotar para determinadas distancias, el tiempo que tarda el pigmento en sedimentar.
- 6) Repetir cada experimento diez corridas, para verificar que no hay error a la hora de tomar las lecturas.
- 7) Sacar un promedio de las diez lecturas y graficar - para ver si lo que se obtuvo fue recta o curva de tipo cuadrática.
- 8) Obtener la ecuación de la recta (ajustándola por mínimos cuadrados) o de la curva cuadrática.
- 9) Tomar una alícuota de 5 ml de cada una de las probetas y correrlas en el viscosímetro.

- 10) Una vez obtenidas las ecuaciones, derivarlas con respecto al tiempo para obtener el gradiente de velocidad ( $dx/dt$ ).

### 5.2.1. Calibración del Viscosímetro.

- 1) Poner el viscosímetro en un baño de 20°C (el capilar del viscosímetro varía con la temperatura)
- 2) Anotar el tiempo que tarda en pasar el líquido de una sección a otra.
- 3) Obtener de tablas la densidad y viscosidad cinemática de la sustancia utilizada.
- 4) Obtener la viscosidad absoluta de la sustancia dividiendo la viscosidad cinemática entre la densidad.
- 5) Despejar la constante K de la siguiente ecuación:

$$\eta = k \rho t$$

donde  $\eta$  = viscosidad absoluta

$\rho$  = densidad del líquido

t = tiempo

- 6) Repetir el experimento con otra sustancia
- 7) Comparar los resultados y las dos constantes deben ser similares.

### 5.2.2. Material y Equipo Necesario.

1) Viscosímetro de Ostwald

2) 2 Probetas de 100 ml

3) 1 Cronómetro

4) Pigmentos:

Azul de Fierro  
Azul de Ftalocianina  
Naranja Molibdato

5) Disolventes:

Agua  
Alcohol Etilico  
Acetato de Etilo  
Tolueno

6) Termómetro

**NOTA:** Los cálculos y resultados se muestran en el Anexo C.

C A P I T U L O   V I

F L O C U L A C I O N

## C A P I T U L O VI

### FLOCULACION

#### 6.1. DEFINICION.

La floculación se puede definir, como la tendencia que --  
tienen las partículas a unirse y formar grupos de las mismas - -  
(flóculos), en lugar de permanecer dispersadas en el vehículo. -  
(Ver primer capítulo punto 1.3.1.).

Los flóculos son diferentes a los agregados y aglomerados  
la principal diferencia es que mientras los primeros se forman -  
en el medio líquido y en la etapa final del proceso, los agrega-  
dos y aglomerados están presentes en el concentrado seco antes -  
de mezclarse en el medio líquido. Se pueden considerar dos ti-  
pos de flóculos: fuerte y débil. En el primero las partículas  
están fuertemente unidas en el medio y se requiere un alto es---  
fuerzo mecánico para romperlas, generalmente son procesos irre--  
versibles. En el flóculo débil las partículas están holgadamen-  
te unidas y son fácilmente redispersables con agitación ligera,  
siendo el proceso reversible. Los sistemas reversibles se con-  
sideran liofílicos y los irreversibles liofóbicos.

Las principales fuerzas que ocasionan la unión de las par-  
tículas son las coulómicas y las de Van der Waals. Las prime-

ras pueden ser atractivas o repulsivas y disminuyen con el cuadrado de la distancia; las de Van der Waals están basadas en -- interacciones eléctricas y son fuerzas atractivas entre dipolos de partículas polares.

La floculación es notable cuando hay más de un pigmento presente, como por ejemplo en los colores pastel. En ocasiones el pigmento blanco se aglomera y produce flóculos con grandes espacios abiertos, originando que las partículas del pigmento entonador vengán a la superficie de la película, creando un problema de flotación y dando un color intenso. Si por el contrario los pigmentos de color son los que floculan, la película será más clara de lo que debería de ser.

Se puede definir un sistema en equilibrio, como aquel en el que no ocurren cambios espontáneos ó que tiene energía libre. Si un sistema está en verdadero equilibrio con respecto a un cambio se puede llamar estable, si no, es inestable. Los coloides estables son por ejemplo los detergentes (dodecil sulfato de sodio), capaces de romper la tensión superficial. Los sistemas inestables pueden ser de varios tipos:

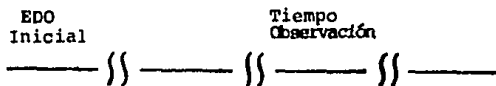
- 1) Metaestable.- No se percibe el cambio, ya que éste es brusco en un tiempo pequeño. Como ejemplo se puede citar un sistema sobresaturado.

2) Coloides Caducos.- Estos sistemas flocculan o precipitan y es posible de observar el cambio. Se puede citar como ejemplo los procesos de precipitación.

3) Coloides de Larga Duración.- Son sistemas que flocculan lentamente y los cambios no son percibidos en el tiempo considerado.

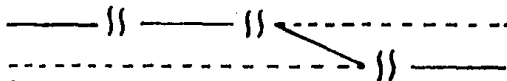
A continuación se muestran unos esquemas de estos sistemas.

Sistema Estable.-

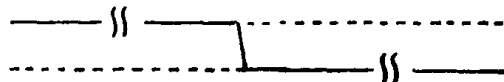


Sistemas No Estables.-

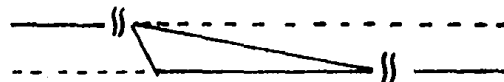
Larga Duración.-



Metaestable.-



Caduco.-



## 6.2. CAUSAS DE LA FLOCULACION ( EFECTOS DE LA DOBLE CAPA)

La floculación de los pigmentos depende de varios factores entre los cuales están:

- 1) Pigmento
- 2) Vehículo
- 3) Aditivos (agentes surfactantes, espesantes y humectantes)
- 4) Distribución de grupos polares (doble capa)
- 5) Diferencia entre los pesos moleculares del pigmento y vehículo
- 6) Choque de partículas cuando se hace una reducción con vehículo muy delgado (solvente)

### 6.2.1. Aditivos.

Los aditivos que facilitan la humectación de los pigmentos se conocen como agentes humectantes, dispersantes o surfactantes. Una mala humectación de los pigmentos, añadida con una dispersión lenta produce la floculación del pigmento. Los agentes humectantes facilitan la dispersión, ya que ayudan al vehículo a penetrar en los aglomerados de las partículas del pigmento y rodear cada una de ellas.

Entre los principales agentes humectantes están: fenoles,



alcoholes, ácidos grasos, jabones metálicos como estereato de -- aluminio y compuestos sulfatados. Este tipo de aditivos consigten en grupos altamente polares unidos a cadenas de carbono largas. Los grupos polares son atraídos por las partículas del -- pigmento y las cadenas de carbono son solubles en los vehículos orgánicos atrayendo pigmentos y vehículos a la vez, permitiendo ésto la humectación de los primeros.

Otro tipo de aditivos son los agentes espesantes que permiten rebajar temporalmente la viscosidad (tixotropía), de una - pintura bajo la influencia de un esfuerzo cortante, volviendo a la viscosidad original cuando se acaba el efecto de dicho esfuerzo.

Los fungicidas, son también otra clase de aditivos, los - cuales se emplean para la protección de los substratos contra -- la descomposición, putrefacción y enmohecimiento.

#### 6.2.2. Distribución de Grupos Polares.

Las sustancias pueden adquirir una carga eléctrica superficial cuando se ponen en contacto con un medio polar como el -- agua. Hay tres mecanismos de carga:

- 1) Ionización.- Depende del pH de la disolución; a un

pH bajo, por ejemplo una molécula de proteína estará cargada positivamente y a un pH alto estará cargada negativamente.

2) Adsorción Iónica.- Puede ser positiva o negativa.

Las superficies en contacto con medios acuosos se cargan de modo negativo, esto se debe a que los cationes están más hidratados - que los aniones y permanecen en el líquido, mientras que los - aniones tienden a adsorberse.

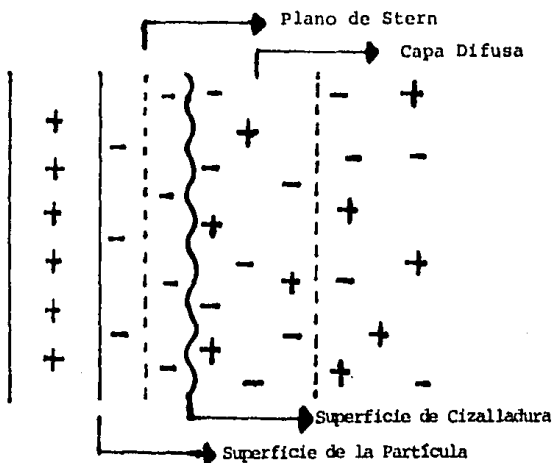
3) Disolución de Iones.- Las sustancias iónicas pueden adquirir carga superficial en virtud de una disolución desigual de iones de signo contrario que las constituyen.

Los iones vecinos con carga opuesta (contraiones), son atraídos a la superficie y los que tienen la misma carga (coiones), son repulsados de la superficie. Todo esto junto con la tendencia de mezclarse debido a los movimientos de carácter térmico conduce a la formación de una doble capa eléctrica constituida por la superficie cargada y un exceso neutralizante de contraiones sobre coiones distribuidos de modo difuso en el medio polar.

Stern, propuso un modelo en el que la doble capa está dividida en dos partes separadas por un plano llamado plano de Stern, localizado a una distancia de la superficie igual a la --

del radio iónico hidratado. Los centros de cualquier ión adsorbido están localizados en la capa de Stern, es decir entre la superficie y el plano de Stern. Los iones localizados más allá de la capa de Stern forman la parte difusa de la doble capa. - - Ver figura 1.

FIGURA I



Una de las propiedades más notables de los soles liofóbicos es su sensibilidad a la floculación. Cuando se le añaden cantidades de electrolito, éste produce una compresión de las partes difusas de la doble capa que rodea las partículas. El sol flocula cuando la zona de acción de las fuerzas repulsivas de la doble capa se hace pequeña y permite una aproximación de las partículas teniendo predominio las fuerzas de Van der Waals.

### 6.3. DETERMINACION DEL GRADO DE FLOCULACION.

La floculación se puede determinar mediante el método de "rub-up", que consiste en frotar la película de pintura mientras está secando. Al frotar se rompen los flóculos del pigmento y cuando seca se tiene el color real. Se puede evaluar el grado de floculación, comparando la parte frotada con la no frotada de la película, sin embargo, es necesario el uso de un reflectómetro para que mediante la teoría de Kubelka-Munk se determine los coeficientes de absorción y dispersión de luz  $k/s$ .

$$k/s = \frac{(1 - R_{\infty})^2}{2 R_{\infty}}$$

donde  $R_{\infty}$  = brillantez infinita de una partícula gruesa.

$$\text{Floculación} = \frac{k/s \text{ (área brocheada)}}{k/s \text{ (área no brocheada)}} = x \ 100$$

Si el valor de la relación anterior es 100, indica que no hay floculación, si es menor a 100 indica que el pigmento que -- flocula es el blanco (bióxido de titanio) y si es mayor a 100 el pigmento de color es el que flocula.

#### 6.4. EFECTOS DE LA FLOCULACION.

La floculación de los pigmentos se presenta en muchas ocasiones en pinturas y tintas terminadas, originando problemas que afectan la calidad de las mismas.

Entre los principales efectos que ocasionan la floculación de los pigmentos en una pintura están:

- 1) Pérdida de brillo
- 2) Bajo poder cubriente
- 3) Asentamiento
- 4) Flotación de color
- 5) Separación de vehículo (sinéresis)
- 6) Aumento de la viscosidad lo que ocasiona mala dispersión del pigmento.

"ANEXO A"

## **ESTRUCTURAS QUIMICAS**



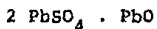
## ESTRUCTURAS QUIMICAS

### PIGMENTOS INORGANICOS.-

#### I.- OPACOS BLANCOS

##### 1) Pigmentos de Plomo

###### a) Sulfato Básico de Plomo



##### 2) Pigmentos de Cinc

###### a) Litopón



###### b) Sulfuro de Cinc



###### c) Oxido de Cinc



##### 3) Pigmentos de Titanio

###### a) Rutilo y Anatásico



##### 4) Pigmentos de Antimonio

###### a) Oxido de Antimonio

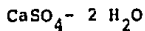


## II.- EXTENDEDORES

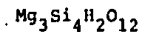
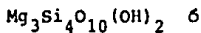
- 1) Carbonato de Calcio



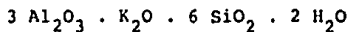
- 2) Sulfato de Calcio



- 3) Silicatos de Magnesio



- 4) Mica



## III.- ROJOS Y PARDOS

- 1) Oxido de Hierro



- 2) Rojos de Cadmio

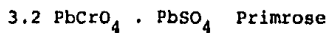


- 3) Minio

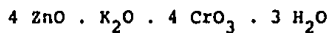


#### IV. AMARILLOS Y ANARANJADOS

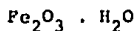
##### 1) Amarillos Cromo



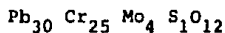
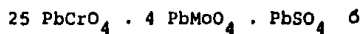
##### 2) Amarillos de Cinc



##### 3) Amarillos Oxido de Hierro

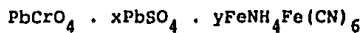


##### 4) Anaranjado Molibdato



#### V.- VERDES

##### 1) Verdes Cromo

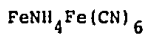


##### 2) Oxidos de Cromo

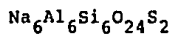


VI.- AZULES

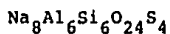
1) Azul de Hierro



2) Azul de Ultramar



. Claro

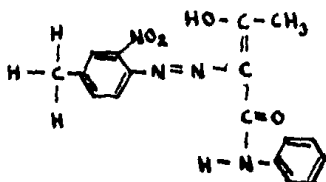


Obscuro

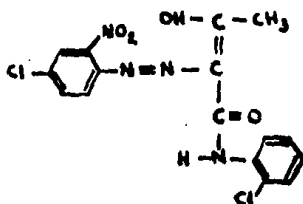
# PIGMENTOS ORGANICOS.-

## I.- AMARILLOS

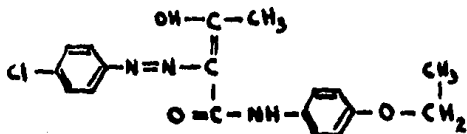
### 1) Hansa G



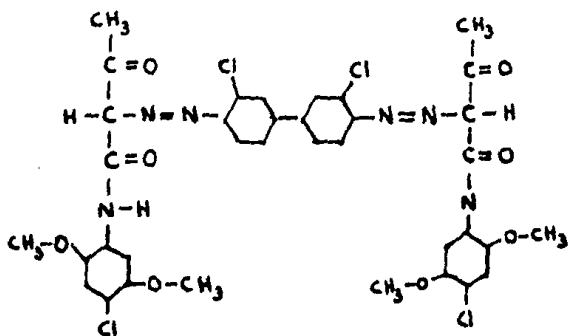
### 2) Hansa 10G



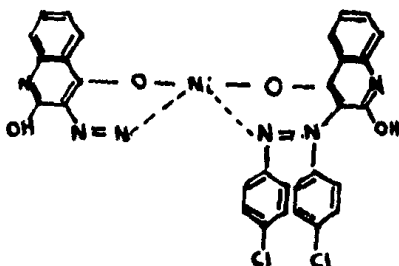
### 3) Hansa RN



4) Amarillos Bencidina



5) Verde Oro

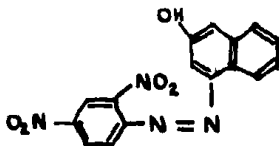


## II.- ANARANJADOS

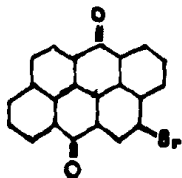
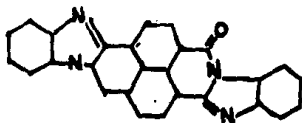
### 1) Anaranajdos Bencidina

Igual al amarillo Bencidina

### 2) Naranja de Dinitroanilina

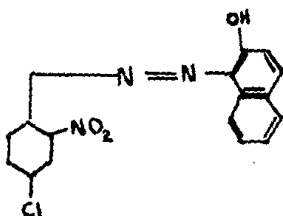


### 3) Naranja de Tína GR y RK

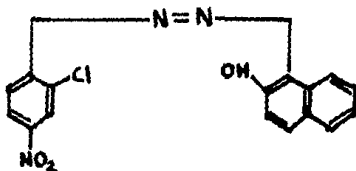


### III.- ROJOS

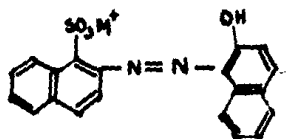
#### 1) Toluidina Paraclorado



#### 2) Toluidina Ortoclorado



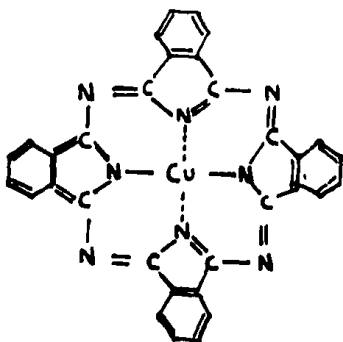
#### 3) Litoles





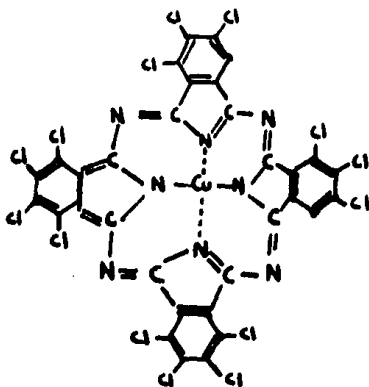
#### IV.- AZULES

##### 1) Ftalocianina

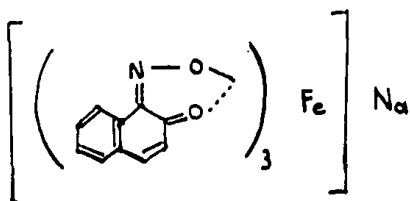


#### V.- VERDES

##### 1) Verde Ftalocianina

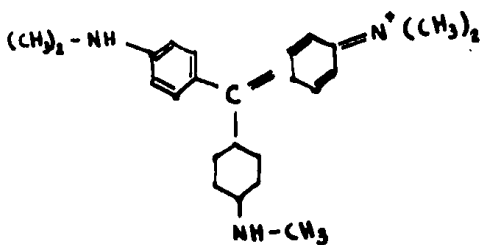


2) Pigmento Verde  $\beta$



VI.- Violetas

1) Violeta de Metilo



## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
I.- OPACOS BLANCOS		
1.- Pigmentos de Plomo		
a) Sulfato Básico de Plomo	-No reacciona con los vehículos -Alto brillo	-Contiene plomo -Tóxico para usarse en pinturas
2.- Pigmentos de Cinc		
a) Litopón	-Baja toxicidad -Buen poder cubriente -Resistencia a álcalis y ácidos -Resistencia al calor	-Menor poder tintoreo con relación al $TiO_2$ -Su color puede ser degradado con hierro, cadmio y otros metales
b) Sulfuro de Cinc	-Resistencia a amarillarse a altas temperaturas -Produce alto grado de luz ultravioleta	-Menor resistencia a los ácidos y a condiciones atmosféricas -Menor eficiencia óptica
c) Oxido de Cinc	-Fácil de dispersar -Buen poder cubriente -Proporciona propiedades fungicidas a pinturas -Soluble en soluciones alcalinas	-Insoluble en agua -Con temperatura cambia de color blanco a amarillo

## PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO (cont.)	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>3.- Pigmentos de Titanio</b>		
a) Rutilo y Anatásico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No reacciona con la mayoría de vehículos</li> <li>-Resistente a reactivos químicos</li> <li>-Buena opacidad</li> <li>-Inalterable en su color</li> <li>-Elevado poder cubriente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No soluble en todos los disolventes</li> <li>-No es completamente blanco absorbe long onda de zona azul del espectro</li> </ul>
<b>4.- Pigmentos de Antimonio</b>		
a) Oxido de Antimonio	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Imparte propiedades poco flamables</li> <li>-Proporciona dureza a algunas resinas</li> <li>-Resiste altas temperaturas</li> <li>-Se dispersa fácilmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bajo poder tintoreal en plásticos vinílicos</li> <li>-En algunas formas presenta impurezas</li> </ul>
<b>II.- EXTENDEDORES</b>		
<b>1.- Carbonato de Calcio</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-En papel proporciona brillantez y durabilidad</li> <li>-Reduce aspecto gredoso en pinturas para exteriores</li> <li>-Retiene el color en tintas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Su pH limita su uso con pigmentos sensibles a la alcalinidad</li> <li>-Efecto mate en las pinturas</li> </ul>

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO (cont.)	VENTAJAS	DESVENTAJAS
2.- Sulfato de Calcio	-Alto brillo -Tamaño fino de partícula -Resistencia al calor	-Soluble en agua fría, por -- lo que a la hora de almace-- narse produce cristales -Baja solubilidad en caliente
3.- Silicato de Magnesio	-Sirve como agente controlador de viscosidad en pinturas -Bajo costo . -Inerte a agentes químicos	-Contiene impurezas -Propiedades hidrofóbicas -Al tacto es resbaloso
4.- Mica	-En papel imparta brillo sedoso y nacarado -En pinturas exteriores dá ex- celente adhesión -Resistencia a agrietamiento	-Bajo coeficiente de expan--- sión -Coeficiente de temperatura - de capacitancia bajo
III.- ROJOS Y PARDOS		
1.- Oxido de Hierro	-Alta opacidad -Bajo costo -Excelente resistencia a la luz -Resistencia al sangrado, al -- horneo y a prod. químicos	-Baja intensidad de color -Bajo poder tintoreal -Poca retención del brillo

## PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
2.- Rojos de Cadmio	<ul style="list-style-type: none"><li>-Excelente resistencia a la luz</li><li>-Buen poder cubriente</li><li>-Resistencia al sangrado</li><li>-Fácil de dispersar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Costo elevado</li><li>-Baja intensidad de color</li><li>-Bajo poder tintoreál</li><li>-Baja retención del brillo</li><li>-Sensible a productos químicos</li></ul>
3.- Minio	<ul style="list-style-type: none"><li>-Alta densidad</li><li>-Baja absorción de aceite</li><li>-Inhibidor a la oxidación</li><li>-No se corre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Bajo poder cubriente</li><li>-Poco poder colorante</li></ul>
<b>IV.- AMARILLOS Y ANARANJADOS</b>		
1.- Amarillos Cromo	<ul style="list-style-type: none"><li>-Baja absorción de aceite</li><li>-Intensidad de color alta</li><li>-Buena opacidad y bajo costo</li><li>-Facilidad de molienda</li><li>-Resistencia a la luz y al sangrado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Contiene plomo</li><li>-Bajo poder cubriente</li><li>-Poca resistencia a los álcalis y prod. químicos</li><li>-Tendencia a asentamiento</li></ul>
2.- Amarillos de Cinc	<ul style="list-style-type: none"><li>-Buena protección a metales</li><li>-Fácil molienda</li><li>-Buena resistencia al horneó y al sangrado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Soluble parcialmente en agua</li><li>-Baja resistencia a álcalis</li><li>-Baja opacidad y bajo poder tintoreál</li></ul>

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
3.- Amarillos de Oxido de Hierro	-Buena resistencia a la luz -Buena resistencia al sangrado y al horneo -Buen poder cubriente excepto los hidratados -Bajo costo	-Reacciona con vario vehiculos -Bajo poder tintoreal -Baja intensidad de color
4.- Anaranjados Molibdatos	-Buen poder cubriente -Fáciles de moler -Resistencia al sangrado a la luz y al horneo	-Contiene plomo -Poca resistencia a los álcalis -Poca resistencia a los sulfuros
V.- VERDES		
1.- Verdes Cromo	-Buen poder cubriente -Color brillante -Bajo costo -Buena resistencia al sangrado, al horneo -Fácil de moler	-Moderada resistencia a la luz -Contiene plomo -Alta gravedad especifica -Poca resistencia en almacenamiento -Tendencia a flotar



PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
2.- Oxidos de Cromo	-Excelente resistencia a la luz, al sangrado y al horneado -Buen poder cubriente -Baja absorción de aceite	-Poca intensidad de color  -Poco poder tintoreoal -Poca retención de brillo
<b>VI.- AZULES</b>		
1.- Azul de Hierro	-Buen poder tintoreoal -Costo bajo en tonos medio y -- oscuros -Excelente resistencia a la luz, al sangrado y al horneado -Buena resistencia a los ácidos	-Moderada resistencia a la luz en tonos reducidos -Poca resistencia a los álcalis -Algunos tienden a aglomerarse -Moderada intensidad de color
2.- Azul de Ultramar	-Color intenso -Buena resistencia a la luz -Buena resistencia al sangrado, al horneado y a los álcalis	-Poca resistencia a los ácidos -Bajo poder cubriente y tintoreoal -Duro de moler y es de poco brillo. -Decolora con sulfuros

PIGMENTOS ORGANICOS

CLASE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>I.- AMARILLOS</b>		
<b>1.- Amarillos Hansa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fácil de moler</li> <li>-Buena textura</li> <li>-Resistencia a la luz y buen poder colorante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Absorción de aceite alta</li> <li>-Sangra con disolventes - - hidrocarburos</li> </ul>
<b>2.- Amarillos Bencidina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Intensidad de color</li> <li>-Buen poder tintoreal y cubriente.</li> <li>-Buena resistencia al horneado y productos químicos</li> <li>-Buena resistencia a la luz</li> <li>-Libres de plomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Poca opacidad</li> <li>-Poca resistencia a la luz</li> <li>-Alta absorción de aceite</li> <li>-Costo alto</li> <li>-Baja resistencia al sangrado.</li> </ul>
<b>3.- Verde Oro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Excelente resistencia a la luz</li> <li>-Buena resistencia al horneado</li> <li>-Libre de plomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tono muy verdoso</li> <li>-Sangra ligeramente</li> <li>-Afectado por PH extremos</li> </ul>

PIGMENTOS ORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>II.- ANARANJADOS</b>		
1.- Anaranjado Bencidina	-Color intenso -Buen poder tintoreal -Buena resistencia a la luz en colores oscuros	-Costo alto -Opacidad baja -Sensibles al calor -Sangran fácilmente
2.- Naranja de Dinitroanilina	-Color intenso -Buen poder tintoreal -Buena resistencia a la luz -Buena resistencia a productos químicos	-Costo alto -Opacidad baja -Poca resistencia al sangrado y al horneado -Absorción de aceite alta
3.- Naranja de Tina GR y RK	-Resistencia al sangrado -Inalterable con la luz -No reacciona con vehículos -Resistencia al calor	-Alto precio
<b>III.- ROJOS</b>		
1.- Toluidina	-Intensidad de color -Buena resistencia a la luz y productos químicos -Fácil de moler	-Baja resistencia al sangrado -Poca resistencia a la luz en tonos rebajados -Tiende a desarrollar velo

## PIGMENTOS ORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
2.- Rojos Paraclorados	<ul style="list-style-type: none"><li>-Intensidad de color</li><li>-Buena resistencia a la luz y a productos químicos</li><li>-Fácil de moler</li><li>-Costo moderado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Baja resistencia al sangrado y al horneado</li><li>-Sensible a secantes</li><li>-Poca retención de brillo</li><li>-Tiende a broncear</li></ul>
3.- Litoles	<ul style="list-style-type: none"><li>-Intensidad de color</li><li>-Buen poder cubriente</li><li>-Buena resistencia al sangrado</li><li>-Bajo costo</li><li>-Fácil de moler</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Poca resistencia a la luz y a los álcalis</li><li>-Baja resistencia al horneo</li></ul>
IV.- AZULES		
1.- Azul de Ftalocianina	<ul style="list-style-type: none"><li>-Gran intensidad de color</li><li>-Alto poder tintoreal</li><li>-Excelente resistencia a la luz en tonos reducidos</li><li>-Resistencia al sangrado y al -- horneo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Costo alto en tonos llenos</li><li>-Broncea en tonos oscuros</li><li>-Tendencia a flocular</li></ul>

PIGMENTOS ORGANICOS

CLASES DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
V.- VERDES		
1.- Verde Ftalocianina	-Estabilidad con el calor -Resistencia a ácidos, álcalis y solventes -Alto poder tintoreal -Limpieza de tono -Resistencia a la luz	-Flocula en pinturas
2.- Pigmento Verde	-Buen poder cubriente -Buena resistencia a los - - álcalis, al horneado y al - - sangrado -Resistencia a los ácidos -Fácil de dispersar	-Poca intensidad de color -Poca resistencia a la luz en tintes -Tiende a la decoloración
VI.- VIOLETAS		
1.--Violeta de Metilo	-Resistencia a la luz en tono concentrado -Resistencia al horneado -No sangra con la mayoría de los disolventes -Resistencia a ácidos -Buena opacidad	-Moderada resistencia a la luz en tono reducido -Poca resistencia a los -- álcalis

PIGMENTOS ORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
2.- Rodamina	<ul style="list-style-type: none"><li>-Resistencia a la luz en tonos concentrados</li><li>-Resistencia a la mayoría de agentes químicos</li><li>-Alto brillo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Baja resistencia a la luz en tonos reducidos</li><li>-Bajo poder cubriente</li><li>-Poca resistencia a álcalis</li><li>-Poca opacidad</li></ul>

## **PROPIEDADES GENERALES**

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMAÑO DE PARTICULA	¿ES UN COLOIDE?	USOS
1.- BLANCOS				
1.- Sulfato Básico de Plomo	6.4	1	Si	-Formulaciones de -- Mezclas de pig. -Estabilizar comp. - de plástico
2.- Pig. de Cinc				
a) Litopón	4.30	0.4	Si	-Pinturas Vinílicas -Lacas celulósicas - para cubrir madera -Plásticos
b) Sulfuro de Cinc	4.0	0.3	Si	-Blanquear pinturas -Papel -Plástico
c) Oxido de Cinc	3.6	0.2	Si	-Endurecedor pinturas exteriores -Cosméticos -Cerámica -Textiles



PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMANO DE PARTICULA ( )	¿ES UN COLOIDE?	USOS
3.- Pig. de Titanio				
a) Anatómico	3.8-4.1	0.3	Si	-Pinturas Exteriores -Pinturas Automotivas
b) Rutílico	3.9-4.2	0.2-0.3	Si	-Plásticos -Cerámica
4.- Pig. de Antimonio				
a) Oxido de Antimonio	5.3-5.7	1.0	Si	-Pinturas ignifugas -Plásticos -Adhesivos -Textiles -Cerámica
II.- EXTENDEDORES				
1.- Carbonato de Calcio	2.71-2.9	1.5-12	No	-Pinturas -Plásticos -Prod. de goma -Papel -Adhesivos

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMAÑO DE PARTICULA (μ)	¿ES UN COLOIDE?	USOS
2.- Sulfato de Calcio	2.96	20	No	-Rellenador de resinas -Formación de plasters -Pinturas
3.- Silicato de Magnesio	2.7-2.8	5	No	-Papel -Pinturas -Plásticos -Cosméticos
4.- Mica	2.82	Part. Chica 5-10	No	-Pinturas de exteriores. de aluminio.
		Part. Grande 10-20	No	-Pinturas anticorrosivas
III.- ROJOS Y PARDOS				
1.- Oxido de Hierro	4.5-5.18	Part. Chica 0.3	Si	-Protector de pinturas -Plásticos
		Part. Grande 4	No	-Papel -Cerámica
2.- Rojos de Cadmio	4.9	0.1-1.0	Si	-Plásticos -Pinturas de Esmalte

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMANO DE PARTICULA ( )	¿ES UN COLOIDE?	USOS
3.- Minio	8.9	3.5	No	-Pinturas Anticorrosivas
IV.- AMARILLOS Y ANARANJADOS				
1.- Amarillo de Cromo	5.4-6.09	0.1-0.8	Si	-Colorante para papel y goma -Pinturas secado al aire y por horno -Tintas para imprenta
2.- Amarillos de Cinc	3.36-3.49	Part. Chica	Si	-Pinturas anticorrosivas -Colorantes
		Part. Grande	No	
		5		
3.- Amarillos de Oxido de Hierro	4.05	0.1-0.8	Si	-Como colorante de plástico vinílicos -Acabados metalizados

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASES DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMAÑO DE PARTICULA ( )	¿ES UN COLOIDE?	USOS
4.- Anaranjado Molibdato	5.41-6.34	0.1-1.0	Si	-Pinturas secado al -- aire y por horneó -Pinturas epóxicas -Tintas para imprenta
V.- VERDES				
1.- Verde Cromo	4.10-4.40	Claro	Si	-Pinturas y tintas para impresión
		Mediano	Si	-Recubrimientos de pisos (linoleum)
		Extra Obs. 2.5	No	-Plásticos
2.- Oxido de Cromo	5.09-5.40	0.05	Si	-Pigmento inerte -Cerámica -Colorante para cemento
VI.- AZULES				
1.- Azul de Hierro	1.70-1.85	Part. Chica	Si	-Tintas para imprenta
		Part. Grande	Si	-Pinturas secado al -- aire y por horneó

PIGMENTOS INORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMAÑO DE PARTICULA ( )	¿ES UN COLOIDE?	USOS
2.- Azul de Ultramar	2.2-2.70	Claro	Si	-Tintas de impresión
		0.5-1.0		
		Obscuro	No	-Textiles
		3.0-5.0		-Gomas
				-Colores para artistas
				-Lubricantes

PIGMENTOS ORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMAÑO DE PARTICULA ( )	¿ES UN COLOIDE?	USOS
<b>I. AMARILLOS</b>				
<b>1.- Amarillos Hansa</b>				
a) G	1.35-1.48	1.0	Si	-Pinturas Vinílicas -Tintas
b) 10 G	1.51-1.62	1.0	Si	-Colorantes para Plásticos
c) RN	1.45	1.0	Si	-Papel -Adhesivos
<b>2.- Amarillos Bencidina</b>	1.4-1.5	- -	-	-Pinturas industriales económicas -Tintas para imprenta -Litografía
<b>3.- Verde Oro</b>	1.61-1.66	0.077	Si	-Pinturas de secado al aire, fenólicas -Pinturas acrílicas -Tintas para imprenta

PIGMENTOS ORGANICOS

CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMAÑO DE PARTICULA ( )	¿ES UN COLOIDE?	USOS
<b>II.- ANARANJADOS</b>				
1.- Anaranjado Benzidina	1.35-1.45	- -	-	-Pinturas de uso industrial -Tintas para imprenta - -Rotograbado
2.- Naranja de Dinitroanilina	1.64	- -	-	-Pinturas emulsionadas -Pigmentación de lacas y esmaltes -Tintas para imprenta
<b>3.- Naranja de Tina</b>				
a) GR	1.61-1.67	- -	-	-Tintas para impresión -Emulsiones -Plásticos
b) RK	1.94-2.0	- -	-	-Lacas -Linoleum -Pinturas automotivas

PIGMENTOS ORGANICOS

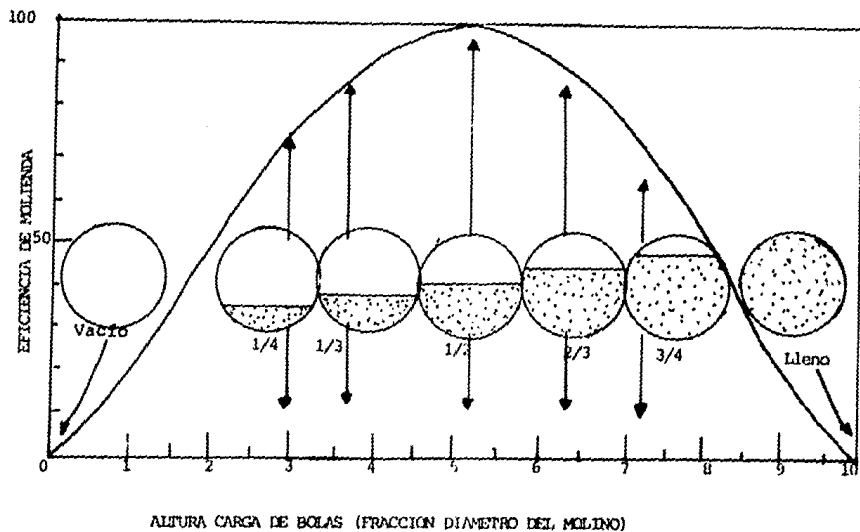
CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	TAMAÑO DE PARTICULA ( )	¿ES UN COLOIDE?	USOS
<b>III.- ROJOS</b>				
1.- Toluidina	1.37-1.50	P. Chica 0.08	Si	-Pinturas de secado al aire
		P. Grande 0.20	Si	-Colorear cemento -Pinturas emulsionadas
2.- Toluidina Orto y Para Colorada	1.45-1.65	P. Chica 0.15	Si	-Tintas para imprenta
		P. Grande 0.18	Si	-Rotograbado -Offset
3.- Litoles	1.58-1.70	P. Chica 0.03	Si	-Litografía -Offset
		P. Grande 0.15	Si	-Crayones -Tintas impresión
<b>IV.- AZULES</b>				
1.- Ftalocianina	1.53-1.75	0.02-0.05	Si	-Recubrimientos de - plásticos -Pinturas -Tintas para impresión



CLASE DE PIGMENTO	DENSIDAD (Kg/Lt)	PIGMENTOS ORGANICOS		USOS
		TAMANO DE PARTICULA	¿ES UN COLOIDE?	
V. - VERDES				
1.- Ftalocianina	1.94-2.05	0.015-0.05	Si	-Esmaltes -Lacas -Plásticos -Pinturas emulsionadas
2.- Verde Beta	1.40-1.58	0.01-0.35	Si	-Pinturas de secado al aire -Pinturas fenólicas -Tintas de imprenta -Rotograbado -Plásticos
VI.- VIOLETAS				
1.- Violeta de Metilo	1.87-2.54	-	-	-Tintas stencil -Papel carbón -Tintas imprenta -Flexografía
2.- Rodamina	1.84-2.45	-	-	-Lacas y esmaltes -Tintas para imprenta -Crayones -Material para artistas

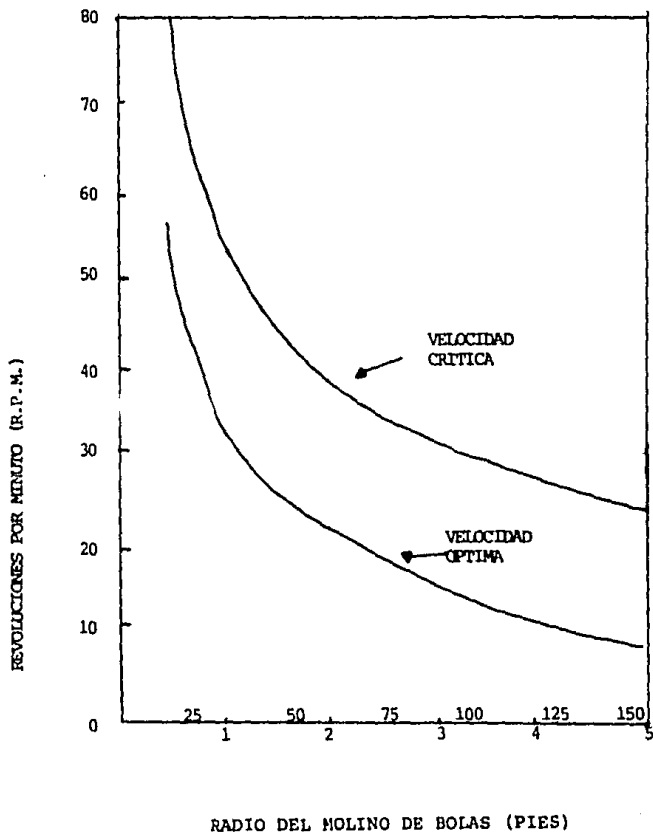
"ANEXO B"

ESQUEMA 1  
RELACION ENTRE LA CARGA DE BOLAS Y LA  
EFICIENCIA DE MOLIENDA



ESQUEMA II

RELACION ENTRE EL RADIO DEL MOLINO DE BOLAS Y LA VELOCIDAD CRITICA Y OPTIMA



T A B L A I

PORCENTAJES DE PIGMENTOS PARA BASES DE MOLIENDA  
DE RODILLOS Y DE BOLAS

PIGMENTO	MOLINO DE RODILLOS	MOLINO DE BOLAS
<b>BLANCOS.-</b>		
Carbonato básico de plomo blanco:		
Rico en $\text{CO}_4\text{Pb}$ (69%)	82	75
Pobre en $\text{CO}_3\text{Pb}$ (62%)	88	80
Oxido de Cinc:		
Fino	70	50
Grueso	80	60
Bióxido de titanio:		
Rutilo	80	60
Anatasa	80	60
Calcio-titanio	70	50
<b>NEGROS.-</b>		
Negro de carbón:		
Alta intensidad de negro	8	5
Baja intensidad de negro	15	10
Negro de humo:		
Grueso	30	17
Fino	15	10

**T A B L A I**  
(CONT.)

PIGMENTO	MOLINO DE RODILLOS	MOLINO DE BOLAS
<b>AMARILLOS Y NARANJAS.-</b>		
Amarillo y naranja de cromo:		
Amarillo verdoso	70	50
Amarillo excelsior	70	50
Amarillo Medio	70	50
Naranja Claro	75	55
Naranja Medio	80	60
Naranja oscuro	85	65
Naranja de molibdato	70	50
Litopón de Cadmio	80	65
Amarillos de cinc	65	45
Amarillos y naranjas de ferrita	60	40
Amarillos orgánicos	30	20
<b>AZULES.-</b>		
Azul de hierro	30	20
Azul de ultramar	80	60
Azul de ftalocianina	15	10
Azul de indantreno	30	20

**T A B L A I**  
(CONT.)

PIGMENTO	MOLINO DE RODILLOS	MOLINO DE BOLAS
<b>VERDES.-</b>		
Verdes de cromo:		
Claro	65	45
Medio	60	40
Oscuro	55	35
Verde de ftalocianina	20	15
Oxido de cromo	80	65
 <b>ROJOS Y MARRONES.-</b>		
Rojos de litol	30	20
Rojos para	35	25
Rojos toluidina	35	25
Litopones de cadmio	80	65
Oxidos de hierro sintéticos:		
Tipo caparrosa:		
Claro	70	55
Medio	75	60
Oscuro	80	65
Tipo ferrita:		
Claro	60	40
Oscuro	60	40

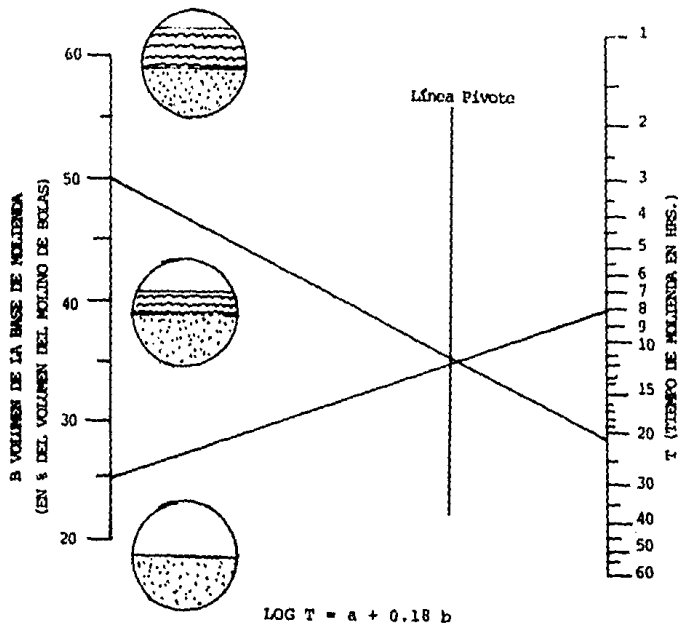
**T A B L A I**  
(CONT.)

PIGMENTO	MOLINO DE RODILLOS	MOLINO DE BOLAS
Oxidos de hierro naturales	75	60
Rojos de nitroanilina clorada	30	20
Rojos y marrones Bon	30	20
Minio	88	--
Rubí litol	30	20
Rojos y marrones orgánicos perm.	30	20
Rojo alizarina	40	30
 <b>MARRONES.-</b>		
Sienas	65	45
Sombras	65	45
Marrones metálicos	75	55



ESQUEMA III

MONOGRAMA QUE RELACIONA EL VOLUMEN DE LA BASE DE  
DE MOLIENDA Y EL TIEMPO DE MOLIENDA.



"A N E X O C"

## CALCULOS CAPITULO V

### FORMULAS UTILIZADAS EN LOS CALCULOS

1.- Ecuaciones para calibrar el viscosímetro.

$$\eta = \rho tk$$

$$\mu = \eta \rho$$

donde  $\eta$  = viscosidad cinemática del líquido

$\mu$  = viscosidad absoluta del líquido

$\rho$  = densidad del líquido

k = constante del viscosímetro

2.- Ecuación para evaluar al radio del aglomerado.

$$a = \sqrt{\frac{9 \mu dx/dt}{2(\rho_2 - \rho_1)g}}$$

3.- Ecuación de Stokes para el cálculo de la velocidad de sedimentación.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{2a^2 (\rho_2 - \rho_1)g}{9\mu}$$

donde  $a$  = radio del aglomerado

$\rho_2$  = densidad del pigmento

$\rho_1$  = densidad del medio dispersor

$g$  = gravedad

$\mu$  = viscosidad absoluta del medio dispersor

4.- Coeficiente de Fricción.

$$f = 6\pi\mu a$$

5.- Ecuación para determinar masa del aglomerado.

$$m = \frac{f \cdot dx/dt}{(1 - \bar{v}\rho) g}$$

donde  $\bar{v}$  = volumen específico del pigmento

$\rho$  = densidad del medio dispersor

$\frac{dx}{dt}$  = gradiente de velocidad

$f$  = coeficiente de fricción

## CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO.

La calibración se hizo utilizando dos disoluciones de sustancias conocidas, en este caso fueron agua y etanol. El experimento arrojó los siguientes resultados:

AGUA	ETANOL
$T = 630 \text{ seg}$	$T = 336 \text{ seg}$
$\rho = 0.7893 \text{ gr/cm}^3$	$\rho = 0.9986 \text{ gr/cm}^3$
$\mu = 1.2 \text{ gr/cm seg}$	$\mu = 1.03 \text{ gr/cm seg}$
$\eta = 1.5203 \text{ cm}^2/\text{seg}$	$\eta = 1.0318 \text{ cm}^2/\text{seg}$
$k = 0.00305$	$k = 0.00307$

Sacando una  $k$  promedio ésta es igual a 0.00306. Se puede corroborar el resultado por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{\eta_{\text{etanol}}}{\rho_{\text{agua}}} = \frac{\rho_{\text{etanol}} t_{\text{etanol}}}{\rho_{\text{agua}} t_{\text{agua}}}$$

$$\frac{1.5203}{1.0318} = \frac{0.7893 (630)}{0.9982 (336)}$$

$$1.4734 \approx 1.4826$$

AZUL DE FIERRO.-

TONO VERDOSO

CONDICIONES:

Se corrió en agua jabonosa para romper la tensión superficial, ya que el pigmento en agua pura no se humecta y queda en la superficie del líquido.

Temperatura 20°C

DATOS NECESARIOS:

Densidad del Agua = 0.9986 gr/cm<sup>3</sup>

Densidad del Pigmento = 1.818 gr/cm<sup>3</sup>

CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

t = 359.67 seg

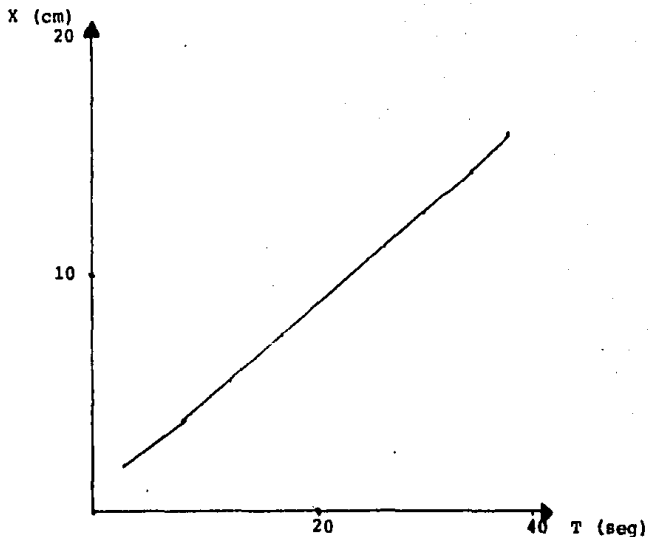
$\eta$  = 1.099 cm<sup>2</sup>/seg

$\mu$  = 1.0975 gr/cm seg

RESULTADOS

Distancia (cm) X	Tiempo (seg) T
1.8	3
3.6	8
5.4	12
7.2	18
9.0	21
10.8	25
12.6	30
14.4	34
16.2	37

### GRAFICA



NOTA: Como la gráfica prácticamente es una recta, se hace un - -  
ajuste por mínimos cuadrados para obtener la ecuación de -  
la misma.

### ECUACION

$$X = 0.4186 T + 0.2541$$

### RESULTADOS

$$\frac{dx}{dt} = 0.4186$$

$$a = 0.0507 \text{ cm}$$

$$f = 1.0484 \text{ gr/seg}$$

$$m = 992.5 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

AZUL DE FIERRO.-  
TONO VERDOSO

CONDICIONES:

Se corrió el mismo pigmento en etanol para hacer una comparación con el de agua jabonosa.

Temperatura 20°C

DATOS NECESARIOS:

Densidad del Etanol = 0.789 gr/cm<sup>3</sup>

Densidad del Pigmento = 1.818 gr/cm<sup>3</sup>

CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

t = 631 seg

$\eta = 1.52 \text{ cm}^2/\text{seg}$

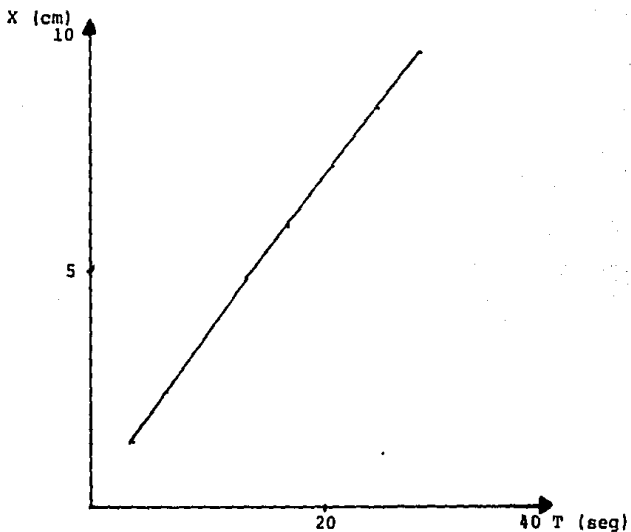
$\mu = 1.203 \text{ gr/cm seg}$

RESULTADOS

DISTANCIA (cm)	TIEMPO (seg)
X	T
1.2	3.1
2.4	6.0
3.6	9.6
4.8	13.6
6.0	16.8
7.2	21.2
8.4	25.5
9.6	28.7



### GRAFICA



NOTA: Se hace un ajuste por mínimos cuadrados para obtener la ecuación de la recta.

### ECUACION

$$X = 0.3195 T + 0.4263$$

### RESULTADOS

$$\frac{dx}{dt} = 0.3195$$

$$a = 0.04140 \text{ cm}$$

$$f = 0.9389 \text{ gr/seg}$$

$$m = 540.5 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

AZUL DE FIERRO.-

TONO ROJIZO

CONDICIONES:

Se corrió en agua destilada pura

Temperatura 20°C

DATOS NECESARIOS:

Densidad del Agua = 0.9986 gr/cm<sup>3</sup>

Densidad del Pigmento = 1.8518 gr/cm<sup>3</sup>

CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

t = 333.7 seg

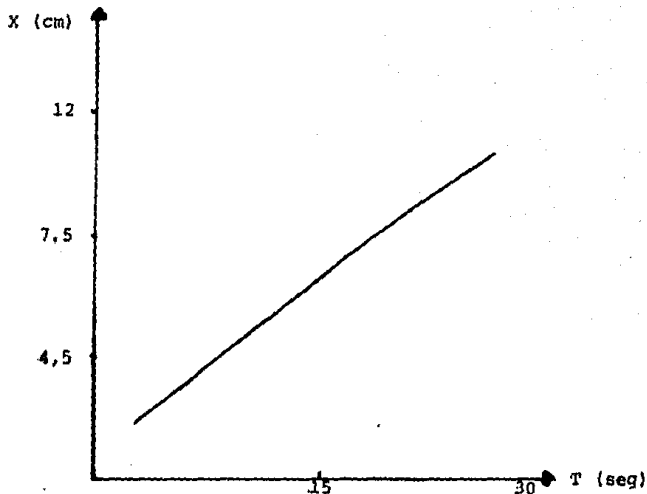
$\eta$  = 1.0196 cm<sup>2</sup>/seg

$\mu$  = 1.0182 gr/cm seg

RESULTADOS

Distancia (cm)	Tiempo (seg)
X	T
1.2	2.2
2.4	4.4
3.6	7.5
4.8	10.3
6.0	13.2
7.2	16.7
8.4	20.5
9.6	24.8
10.8	26.7

### GRAFICA



NOTA: Para obtener la ecuación de la recta, se hizo por mínimos cuadrados.

### ECUACION

$$X = 0.3735 T + 0.7573$$

### RESULTADOS

$$\frac{dx}{dt} = 0.3735$$

$$a = 0.04521 \text{ cm}$$

$$f = 0.8676 \text{ gr/seg}$$

$$m = 716.94 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

## CONCLUSIONES.-

Si se observan los resultados en la siguiente tabla, se puede apreciar que el tamaño del aglomerado es más pequeño en alcohol que en agua, esto significa que la polaridad del disolvente así como su densidad afectan el tamaño del aglomerado.

El tono rojizo tiene un tamaño de aglomerado menor que el tono verdoso, esto significa que el tamaño de partícula de un pigmento rojizo es más chico y es lo que le da distintas características a las del tono verdoso.

	Tono Verdoso Agua Jabonosa	Tono Verdoso Etanol	Tono Rojizo
Gradiente de Veloc.	0.4186	0.3195	0.3735
Radio (cm)	0.0507	0.0414	0.04521
Factor de Fricción (gr/seg)	1.0484	0.9389	0.8676
Masa (gr)	$992.5 \times 10^{-6}$	$540.5 \times 10^{-6}$	$716.94 \times 10^{-6}$

AZUL DE FTALOCIANINA.-

TONO ROJIZO

CONDICIONES:

Se corrió en alcohol etílico

Temperatura 20°C

DATOS NECESARIOS:

Densidad del Etanol =  $0.7893\text{gr/cm}^3$

Densidad del Pigmento =  $1.587/\text{cm}^3$

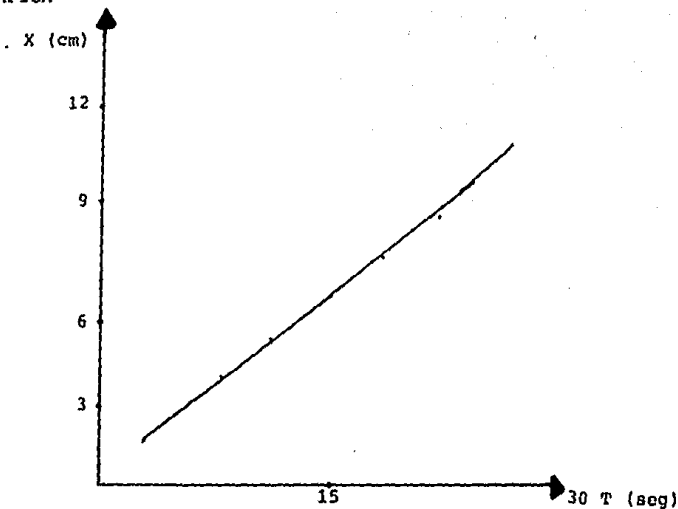
CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

Por ser el tamaño del aglomerado tan grande, existió el peligro de tapar el viscosímetro, por lo que se consideró una dilución infinita y se tomó como viscosidad absoluta del etanol la del etanol puro (1.2)

RESULTADOS

Distacia (cm)	Tiempo (seg)
X	T
1.2	2.3
2.4	5.2
3.6	7.7
4.8	11.0
6.0	14.3
7.2	18.0
8.4	22.1
9.6	23.6
10.8	25.6

### GRAFICA



NOTA: Como la gráfica prácticamente es una recta, se obtiene la ecuación de la misma por medio de mínimos cuadrados.

### ECUACION

$$X = 0.3879 T + 0.4056$$

### RESULTADOS

$$\frac{dx}{dt} = 0.3879$$

$$a = 0.05173 \text{ cm}$$

$$f = 1.1701 \text{ gr/seg}$$

$$m = 920.47 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

AZUL DE FTALOCIANINA.-  
TONO VERDOSO

CONDICIONES:

Se corrió en alcohol etílico

Temperatura 20°C

DATOS NECESARIOS:

Densidad Etanol = 0.7893 gr/cm<sup>3</sup>

Densidad Pigmento = 1.6 gr/cm<sup>3</sup>

CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

t = 658 seg

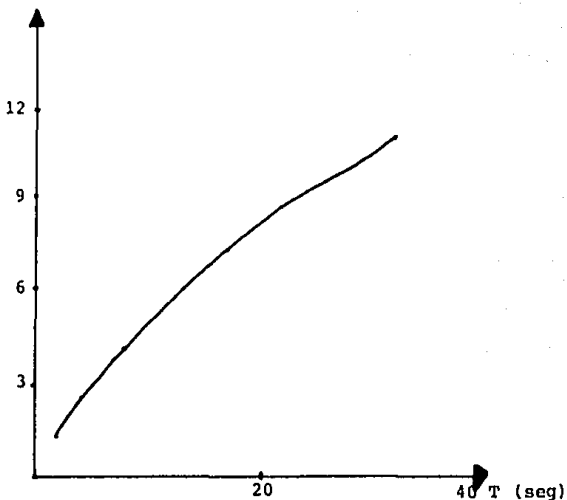
$\eta = 1.5892 \text{ cm}^2/\text{seg}$

$\mu = 1.254 \text{ gr/cm seg}$

RESULTADOS

DISTANCIA (cm)	TIEMPO (seg)
X	T
1.2	1.41
2.4	3.91
3.6	6.83
4.8	9.80
6.0	13.0
7.2	17.25
8.4	21.33
9.6	27.0
10.8	32.0

GRAFICA  
X  
(cm)



NOTA: Como la gráfica es una curva, se obtiene la ecuación de la misma por el método de una ecuación cuadrática. (Ver Anexo D).

ECUACION:  $X = - 0.00519 T^2; + 0.4872 T + 0.5233$

RESULTADOS

$T = 1.41 \text{ seg}$

$\frac{dx}{dt} = 0.4725$

$a = 0.05790 \text{ cm}$

$f = 1.368 \text{ gr/seg}$

$m = 1300 \times 10^{-6} \text{ gr}$

$T = 32 \text{ seg}$

$\frac{dx}{dt} = 0.1550$

$a = 0.03316 \text{ cm}$

$f = 0.7838 \text{ gr/seg}$

$m = 244.41 \times 10^{-6} \text{ gr}$



## CONCLUSIONES

Si se observan los resultados de las dos ftalocianinas en la tabla siguiente, se nota que el tipo verdoso sigue una ecuación cuadrática, ésto es debido a que posiblemente durante la sedimentación el aglomerado pierde parte de su masa o que por el tamaño del cristal, su densidad o forma espacial frene al paso del tiempo.

A un tiempo inicial el aglomerado de ambos tonos tiene un radio similar a 0.05 cm, la masa es mayor en el tono verdoso a un tiempo inicial y la velocidad de sedimentación disminuye con el paso del tiempo.

	Tono Rojizo	Tono Verdoso T = 1.41	Tono Verdoso T = 32 seg
Gradiente de Veloc.	0.3879	0.4725	0.1550
Radio (cm)	0.05173	0.05790	0.03316
Factor de Fricción(gr/seg)	1.1701	1.368	0.7838
Masa (gr)	$920.47 \times 10^{-6}$	$1300.0 \times 10^{-6}$	$244.41 \times 10^{-6}$

ANARANJADO MOLIBDATO  
TONO ROJIZO

CONDICIONES:

Se corrió en agua

Temperatura 20°C

OBSERVACION:

Se vió que hay dos tipos de aglomerados, unos formados por partículas grandes que caen a mayor velocidad, otros formados por partículas chicas siendo la velocidad con que caen menor.

Se midió por lo tanto, el tiempo de sedimentación de partículas grandes y pequeñas.

DATOS NECESARIOS:

Densidad del agua =  $0.9986 \text{ gr/cm}^3$

Densidad del Pigmento =  $5.0 \text{ gr/cm}^3$

CALIBRACION VISCOSIMETRO

$t = 330 \text{ seg}$

$\eta = 1.0083 \text{ cm}^2/\text{seg}$

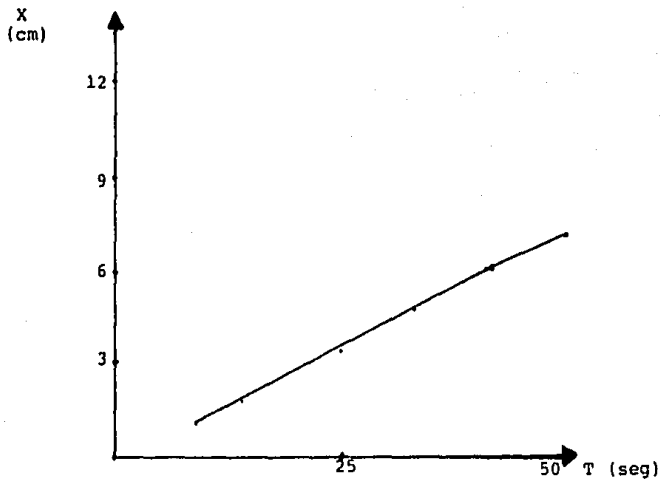
$\mu = 1.006 \text{ gr/cm seg}$

## RESULTADOS

Distancia cm	Tiempo (seg) Part. Chica	Tiempo (seg) Part. Grande
1.2	8.9	1.2
2.4	16.7	3.5
3.6	25.3	6.4
4.8	32.9	9.3
6.0	41.6	12.4
7.2	50.5	15.7
8.4	-	19.6
9.6	-	24.0
10.8	-	28.0

## GRAFICA

Partfcula Chica



NOTA: Como es prácticamente una recta, se obtiene la ecuación de la misma por mínimos cuadrados.

#### ECUACION

$$X = 0.1445 T - 0.0390$$

#### RESULTADOS

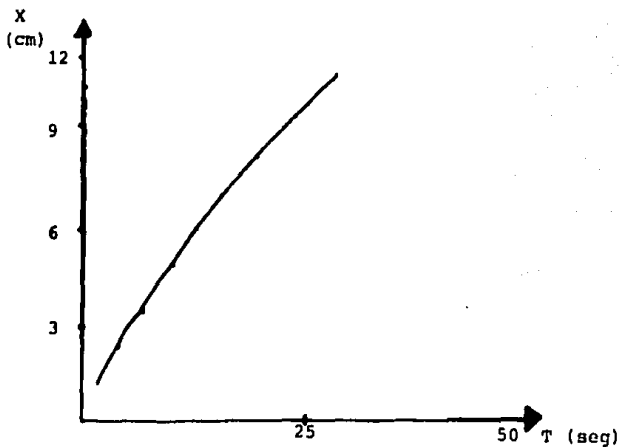
$$\frac{dx}{dt} = 0.1445$$

$$a = 0.01290 \text{ cm}$$

$$f = 0.2446 \text{ gr/seg}$$

$$m = 45.02 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

GRAFICA  
Partícula Grande



NOTA: Como es una curva se obtiene la ecuación de la misma por medio de la ecuación cuadrática, (Anexo D.)

#### ECUACION

$$x = -0.0046 T^2 + 0.4927 T = 0.6153$$

#### RESULTADOS

$$T = 1.2 \text{ seg}$$

$$T = 28 \text{ seg}$$

$$\frac{dx}{dt} = 0.4816$$

$$\frac{dx}{dt} = 0.2351$$

$$a = 0.2356 \text{ cm}$$

$$a = 0.01646 \text{ cm}$$

$$f = 0.4467 \text{ gr/seg}$$

$$f = 0.3121 \text{ gr/seg}$$

$$m = 274.02 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

$$m = 93.46 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

ANARANJADO MOLIBDATO  
TONO AMARILLENTO

CONDICIONES:

Se corrió en agua

Temperatura 20°C

OBSERVACION:

Al igual que en el anaranjado molibdato tono rojizo se midieron dos tipos de partículas, grandes y chicas.

DATOS NECESARIOS:

Densidad del Agua = 0.9986 gr/cm<sup>3</sup>

Densidad del Pigmento = 1.38 gr/cm<sup>3</sup>

CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

t = 325 seg

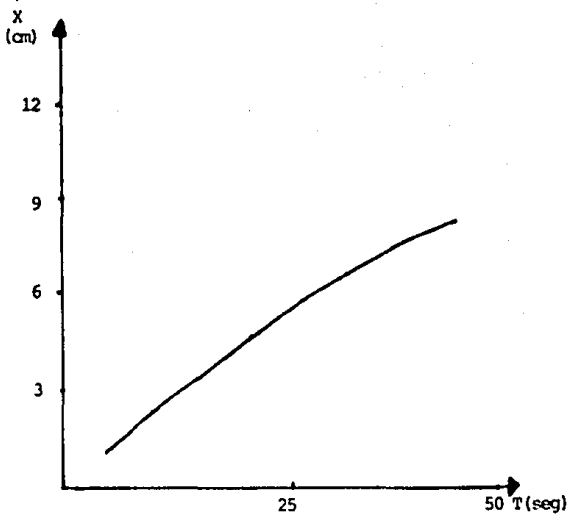
$\eta$  = 0.9931 cm<sup>2</sup>/seg

$\mu$  = 0.9917 gr/cm seg

## RESULTADOS

Distancia (cm)	Tiempo (seg) Part. Chica	Tiempo (seg) Part. Grande
1.2	4.3	1.5
2.4	9.0	3.7
3.6	14.6	5.9
4.8	20.5	8.6
6.0	26.3	11.3
7.2	34.0	14.5
8.4	42.3	17.7
9.6	-	20.2
10.8	-	23.3

GRAFICA  
Particula Chica



NOTA: Como es una curva se obtiene la ecuación, por medio de una ecuación cuadrática. (Ver Anexo D).

#### ECUACION

$$x = - 0.0015 T^2 + 0.2594 T + 0.1123$$

#### RESULTADOS

$$T = 4.3 \text{ seg}$$

$$T = 42.3 \text{ seg}$$

$$\frac{dx}{dT} = 0.2465$$

$$\frac{dx}{dT} = 0.1325$$

$$a = 0.05422 \text{ cm}$$

$$a = 0.03975 \text{ cm}$$

$$f = 1.013 \text{ gr/seg}$$

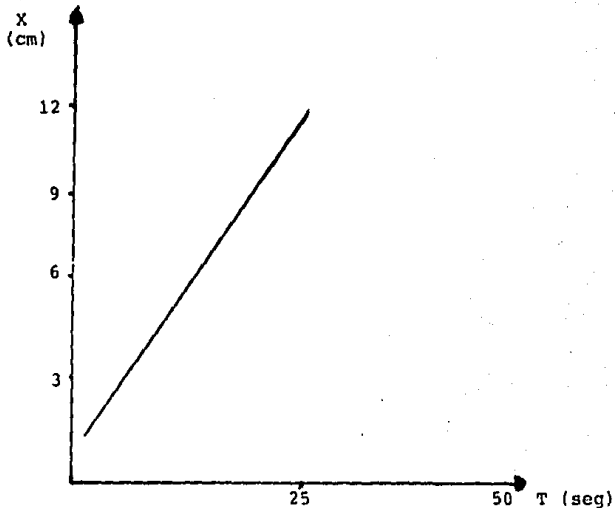
$$f = 0.74305 \text{ gr/seg.}$$

$$m = 920.99 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

$$m = 363.13 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

#### GRAFICA

Partícula grande





NOTA: Se obtiene la ecuación de la recta por mínimos cuadrados.

#### ECUACION

$$X = 0.4317T + 0.8807$$

#### RESULTADOS

$$\frac{dx}{dt} = 0.4317$$

$$a = 0.0717 \text{ cm}$$

$$f = 1.3402 \text{ gr/seg}$$

$$m = 2139.9 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

## CONCLUSIONES

Se puede apreciar en las gráficas que el naranja molibdato tono rojizo tiene una curva cuadrática para sus partículas -- grandes y una recta para las partículas chicas, lo contrario - - ocurre en el tono amarillento.

Analizando la tabla siguiente se observa que el tono amarillento tiene el tamaño de aglomerado más grande y por lo tanto su masa también es mayor a la del tono rojizo.

	$dx/dt$	$a$ (cm)	$f$ (gr/seg)	$m$ (gr)
<b>TONO ROJIZO</b>				
Part. Chica	0.1445	0.01290	0.2446	$45.02 \times 10^{-6}$
Part. Grande				
$T_1$	0.4816	0.2356	0.4467	$274.02 \times 10^{-6}$
$T_2$	0.2351	0.01646	0.3121	$93.46 \times 10^{-6}$
<b>TONO AMARILLENTO</b>				
Part. Chica				
$T_1$	0.2465	0.05422	1.013	$920.99 \times 10^{-6}$
$T_2$	0.1325	0.03975	0.74305	$363.13 \times 10^{-6}$
Part. Grande	0.4317	0.0717	1.3402	$2139.9 \times 10^{-6}$

## VARIACIONES DEL TAMAÑO DEL AGLOMERADO CON RESPECTO AL MEDIO DE - DISPERSION.

A continuación se muestra la variación en el tamaño del aglomerado que presenta un pigmento, (naranja molibdato tono roji zo) según los diversos disolventes que se utilicen. Los disolventes empleados en este caso fueron: agua, etanol, acetato de -- etilo y tolueno, todos ellos a una temperatura de 20°C.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### I.- AGUA

#### DATOS NECESARIOS:

Densidad del Agua =  $0.9986 \text{ gr/cm}^3$

Densidad del Pigmento =  $5 \text{ gr/cm}^3$

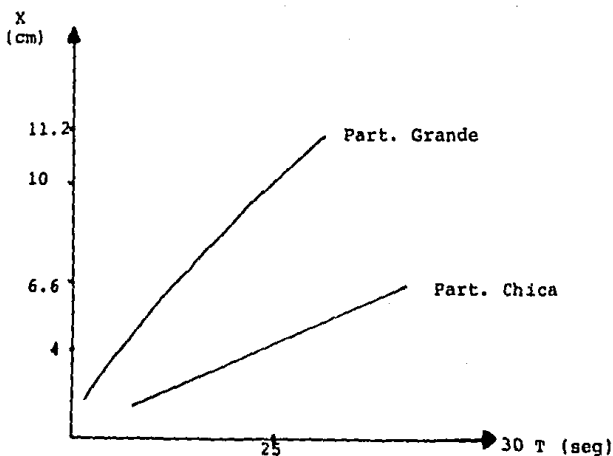
#### CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

$t = 330 \text{ seg}$

$\eta = 1.0083 \text{ cm}^2/\text{seg}$

$\mu = 1.0069 \text{ gr/cm seg}$

## GRAFICA



NOTA: La grafica de partículas chicas es una recta y se obtiene la ecuación de la misma por mínimos cuadrados, la de partículas grandes es una curva y su ecuación se obtiene por medio de la ecuación cuadrática.

## ECUACION

Partícula Chica  $X = 0.18 T - 0.521$

Partícula Grande  $X = -0.0045 T^2 + 0.49 T + 0.63$

## RESULTADOS

### Partícula Chica

$$\frac{dx}{dt} = 0.18$$

$$a = 0.0144 \text{ cm}$$

$$m = 62.4 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

### Partícula Grande

$T_1$

$$\frac{dx}{dt} = 0.48$$

$$a = 0.0234 \text{ cm}$$

$$m = 268 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

$T_2$

$$\frac{dx}{dt} = 0.45$$

$$a = 0.0229 \text{ cm}$$

$$m = 251 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

## II.- ETANOL

### DATOS NECESARIOS

Densidad del Etanol =  $0.7893 \text{ gr/cm}^3$

Densidad del Pigmento =  $5 \text{ gr/cm}^3$

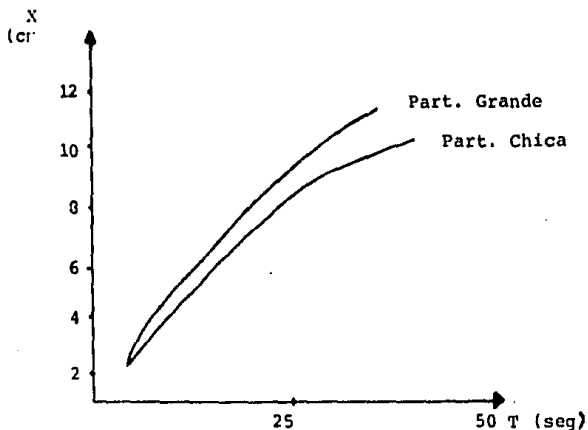
### CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

$t = 524 \text{ seg}$

$\eta = 1.2655 \text{ cm}^2/\text{seg}$

$\mu = 0.9989 \text{ gr/cm seg}$

### GRAFICA



NOTA: Tanto para partículas grandes como pequeñas, se obtiene una curva, por lo que se utiliza la ecuación cuadrática para -- calcular su ecuación.

## ECUACIONES

Partícula Chica  $X = -0.0063 T^2 + 0.50 T - 0.25$

Partícula Grande  $X = -0.0073 T^2 + 0.60 T - 0.66$

## RESULTADOS

Partícula Chica

$T_1$

$$\frac{dx}{dt} = 0.46$$

$$a = 0.0224 \text{ cm}$$

$$m = 236 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

$T_2$

$$\frac{dx}{dt} = 0.064$$

$$a = 0.0083 \text{ cm}$$

$$m = 12.1 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

Partícula Grande

$T_1$

$$\frac{dx}{dt} = 0.56$$

$$a = 0.0246 \text{ cm}$$

$$m = 312 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

$T_2$

$$\frac{dx}{dt} = 0.18$$

$$a = 0.0138 \text{ cm}$$

$$m = 55.1 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

### III.- ACETATO DE ETILO

#### DATOS NECESARIOS

Densidad del Acetato de Etilo =  $0.901 \text{ gr/cm}^3$

Densidad del Pigmento =  $5 \text{ gr/cm}^3$

#### CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

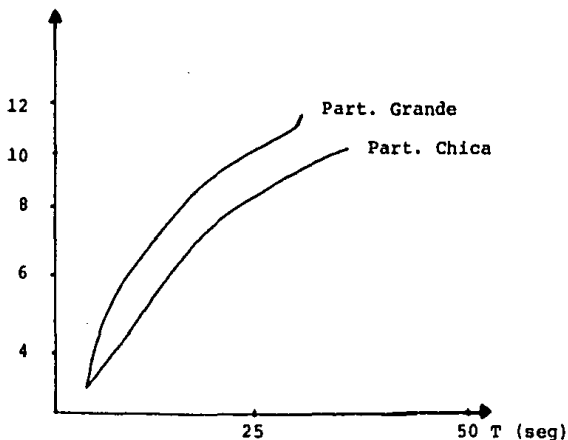
$t = 161.5 \text{ seg}$

$\eta = 0.4452 \text{ cm}^2/\text{seg}$

$\mu = 0.4011 \text{ gr/cm seg}$

#### GRAFICA

X  
(cm)



NOTA: Las gráficas obtenidas son dos curvas, por lo que se calculan sus ecuaciones respectivas, por medio de una ecuación cuadrática.



## ECUACIONES

$$\text{Partícula Chica } X = -0.0083 T^2 + 0.58 T - 0.46$$

$$\text{Partícula Grande } X = -0.0170 T^2 + 0.89 T - 1.17$$

## RESULTADOS

### Partícula Chica

 $T_1$ 

$$\frac{dx}{dt} = 0.53$$

$$a = 0.0154 \text{ cm}$$

$$m = 141 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

 $T_2$ 

$$\frac{dx}{dt} = 0.06$$

$$a = 0.0051 \text{ cm}$$

$$m = 2.7 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

### Partícula Grande

 $T_1$ 

$$\frac{dx}{dt} = 0.80$$

$$a = 0.0189 \text{ cm}$$

$$m = 141 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

 $T_2$ 

$$\frac{dx}{dt} = -0.01$$

$$a = - - - -$$

$$m = - - - -$$

#### IV.- TOLUENO

##### DATOS NECESARIOS:

Densidad del Tolueno =  $0.866 \text{ gr/cm}^3$

Densidad del Pigmento =  $5 \text{ gr/cm}^3$

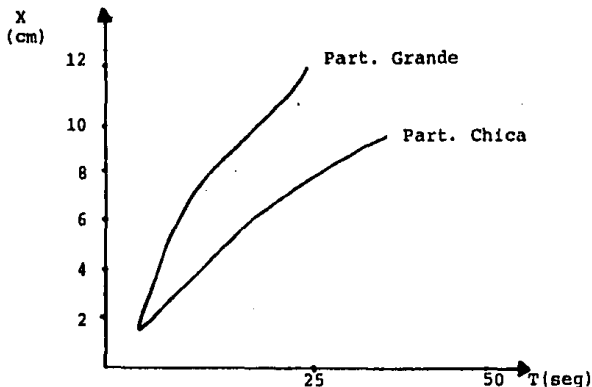
##### CALIBRACION DEL VISCOSIMETRO

$t = 212.5 \text{ seg}$

$\eta = 0.5631 \text{ cm}^2/\text{seg}$

$\mu = 0.4876 \text{ gr/cm seg}$

##### GRAFICA



NOTA: Al igual que en los demás casos se utiliza la ecuación - - cuadrática para obtener las ecuaciones de las curvas.

## ECUACIONES

$$\text{Partícula Chica } X = -0.0052 T^2 + 0.443 T - 0.19$$

$$\text{Partícula Grande } X = -0.0220 T^2 + 1.07 T - 1.80$$

## RESULTADOS

Partícula Chica

$T_1$

$$\frac{dx}{dt} = 0.408$$

$$a = 0.0148 \text{ cm}$$

$$m = 68.3 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

$T_2$

$$\frac{dx}{dt} = 0.130$$

$$a = 0.0083 \text{ cm}$$

$$m = 12.1 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

Partícula Grande

$T_1$

$$\frac{dx}{dt} = 0.92$$

$$a = 0.0223 \text{ cm}$$

$$m = 232 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

$T_2$

$$\frac{dx}{dt} = 0.02$$

$$a = 0.0035 \text{ cm}$$

$$m = 0.9 \times 10^{-6} \text{ gr}$$

## CONCLUSIONES

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, el tamaño del aglomerado varía con respecto a la densidad del disolvente -- así como a su viscosidad.

El pigmento disuelto en etanol es el que presenta el mayor radio y la ~~menor~~ más grande para partículas grandes y chicas. El radio más pequeño, se obtiene en partículas chicas utilizando -- como disolvente agua, mientras que para partículas grandes el ra dio más pequeño se obtiene con acetato de etilo.

Es necesario hacer notar que otro factor que influye en -- el tamaño del aglomerado es la polaridad de la substancia que se emplee.

TABLA COMPARATIVA

### PARTICULAS CHICAS

SUSTANCIA:		dx/dt	Radio (cm)	m (gr)
1.- Agua		0.18	0.0144	$62.4 \times 10^{-6}$
2.- Etanol	T <sub>1</sub>	0.46	0.0224	$236.0 \times 10^{-6}$
	T <sub>2</sub>	0.064	0.0083	$12.1 \times 10^{-6}$
3.- Acetato de Et'ilo	T <sub>1</sub>	0.53	0.0154	$141.0 \times 10^{-6}$
	T <sub>2</sub>	0.06	0.0051	$2.7 \times 10^{-6}$

4.- Tolueno	$T_1$	0.408	0.0148	$68.3 \times 10^{-6}$
	$T_2$	0.130	0.0083	$12.1 \times 10^{-6}$

PARTICULAS GRANDES

SUSTANCIA:		dx/dt	Radio (cm)	m (gr)
1.- Agua	$T_1$	0.48	0.0234	$268.0 \times 10^{-6}$
	$T_2$	0.45	0.0229	$251.0 \times 10^{-6}$
2.- Etanol	$T_1$	0.56	0.0246	$312.0 \times 10^{-6}$
	$T_2$	0.18	0.0138	$55.1 \times 10^{-6}$
3.- Acetato de Etilo	$T_1$	0.80	0.0189	$141.0 \times 10^{-6}$
	$T_2$	-0.01	-	-
4.- Tolueno	$T_1$	0.92	0.0223	$232.0 \times 10^{-6}$
	$T_2$	0.02	0.0035	$0.9 \times 10^{-6}$

"A N E X O D"

EVALUACION DE ECUACION CUADRATICA

$$x_0 \quad y_0$$

$$x_1 \quad y_1$$

$$x_2 \quad y_2$$

$$x_0 \neq x_1 \neq x_2$$

$$a = x_1 - x_0$$

$$\alpha = y_1 - y_0$$

$$b = x_2 - x_0$$

$$\beta = y_2 - y_0$$

$$A = \frac{-(a\beta - b\alpha)}{ab(a-b)}$$

$$B = \frac{a^2\beta - b^2\alpha}{ab(a-b)}$$

$$Y = A(x - x_0)^2 + B(x - x_0) + y_0$$

$$Y = AX^2 + (B - 2AX_0)X + (AX_0^2 - BX_0 + y_0)$$

## CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

Como se mencionó durante el desarrollo de este trabajo, - los componentes básicos de una pintura son: resinas y disolventes como medio de dispersión y pigmentos (coloides, agregados y aglomerados) como fase dispersa.

Se pudo comprobar que la viscosidad de una pintura puede ser una de las causas de la agregación y floculación del pigmento, la cual depende de los diversos disolventes utilizados en el sistema los que al presentar distintas polaridades, influyen directamente en el tamaño del agregado o aglomerado.

Se estudiaron las dos grandes familias de pigmentos: los orgánicos y los inorgánicos, se analizaron sus ventajas y desventajas. Se mostró como la selección del pigmento (fase dispersa) y el equipo de dispersión dependen del costo, calidad y propiedades que se quieran obtener en el producto terminado.

Una de las causas principales de la mala calidad de una pintura es la floculación y en algunos casos puede causar serios problemas como ocurre en las pinturas automotivas, para ello se dieron técnicas de como detectar y eliminar dicho problema.

Por otro lado este trabajo atacó uno de los tres sistemas coloidales: el sol o dispersión coloidal, por lo que creo que -- puede ser de utilidad a estudiantes para comprender más la química de coloides.

## BIBLIOGRAFIA

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Blanco M.A. y Villegas CH.L., Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgánicos, Editorial Química, S.A., Volumen I, -- México (1966).
- 2.- Colorquim, Catálogo de Pigmentos, México (1976).
- 3.- Colorquim, Dispersión Teoría y Práctica, México (1979).
- 4.- Colorquim, La Fabricación de Pinturas, México (1979).
- 5.- De Lille Borja José, Biología General, Editorial Porrúa, - - México (1958).
- 6.- Erdozain Juan Carlos, El Análisis Instrumental Aplicado a la Industria de las Pinturas, México (1983).
- 7.- Hauser E.A., Colloidal Phenomena, The Technology Press, - - (1954).
- 8.- Industrias Químicas Synres, S.A., Catálogo de Productos Fabricados en México.
- 9.- Martens CH.R., Technology of Paints, Varnishes and Lacquers, Robert E. Krieger Publishing Company, New York (1968).
- 10.- Mone G. John, Organic Color Pigments, Federation of Societes for Coatings Technology, Estados Unidos (1968).
- 11.- Mysels K.J., Introduction to Colloid Chemistry, Interscience Publishers, Inc., New York (1959).

- 12.- Patton T.C., Pigment Handbook, Wiley-Interscience Publication, Volumen III, New York (1973).
- 13.- Perry R.H. y Chilton C.H., Chemical Engineer's Handbook, -- McGraw Hill Kogakusha, LTD (5a. Edición) 1973.
- 14.- Preoss P. Harold, Pigments in Paint, Noyes Data Corporation, Inglaterra (1974).
- 15.- Parker H. Dean, Tecnología de los Recubrimientos de Superficies, Ediciones Urmo, España 1970.
- 16.- Resinas Sintéticas, catálogo de Productos Fabricados en -- México.
- 17.- Shaw D.J., Introducción a la Química de Superficies y Coloides, Editorial Alhambra (1977)..
- 18.- Silverberg, P.M., Chemical Engineering, Junio (1979).
- 19.- Wayne R. Fuller and Charles H. Love, Inorganic Color Pigments, Federation of Societes for Coatings Technology, - -- Estados Unidos (1968).
- 20.- Zsigmondy R., Coloidequímica, Editorial Calpe, Madrid - - (1923).