



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO DE UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL  
DE CALIDAD ESTADISTICO EN PINTURAS  
ALQUIDALICAS

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
JOSE LUIS PEREZ HERNANDEZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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

|  | Pag. |
|--|------|
| OBJETIVO . . . . .                                     | I    |
| <br><b>CAPITULO I</b>                                  |      |
| INTRODUCCION . . . . .                                 | 4    |
| ANTECEDENTES . . . . .                                 | 4    |
| LAS PINTURAS HOY . . . . .                             | 7    |
| DEFINICION DE UNA PINTURA . . . . .                    | 9    |
| DIFERENTES CLASIFICACIONES DE PINTURAS . . . . .       | 10   |
| CONSTITUYENTES DE UNA PINTURA . . . . .                | 14   |
| CLASIFICACION DE POLIMEROS . . . . .                   | 15   |
| DEFINICION DE RESINA . . . . .                         | 17   |
| RESINA ALQUIDALICA . . . . .                           | 17   |
| ACEITES . . . . .                                      | 22   |
| DIGOLVENTES . . . . .                                  | 24   |
| PIGMENTOS . . . . .                                    | 25   |
| ADITIVOS . . . . .                                     | 29   |
| FORMULACION . . . . .                                  | 35   |
| CICLO OPERATIVO . . . . .                              | 35   |
| DIAGRAMA DE PROCESO TIPICO . . . . .                   | 40   |
| <br><b>CAPITULO II</b>                                 |      |
| EL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD . . . . .             | 45   |
| CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCION . . . . .          | 46   |
| CONTROL DE CALIDAD EN LAS FASES DE:                    |      |
| DISTRIBUCION, COLOCACION Y USO . . . . .               | 48   |
| CUATRO ASPECTOS DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD . . . . . | 49   |

|  |    |
|--|----|
| QUE BENEFICIOS APORTA EL CONTROL TOTAL DE C. . . . . | 50 |
|--|----|

### CAPITULO III

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCION . . . . .                             | 52 |
| CONCEPTOS DE CALIDAD . . . . .                     | 53 |
| COMO SE ESTABLECE Y DETERMINA LA CALIDAD . . . . . | 54 |
| CARACTERISTICAS DE CALIDAD . . . . .               | 54 |
| FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD . . . . .          | 55 |
| COSTO DE LA CALIDAD . . . . .                      | 57 |
| OBJETIVO DEL CONTROL DE CALIDAD . . . . .          | 58 |
| CONCEPTO DE CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD . . . . .  | 58 |
| EL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD . . . . .         | 59 |
| BENEFICIOS DEL CONTROL DE CALIDAD . . . . .        | 60 |
| EL CICLO DE CONTROL . . . . .                      | 62 |
| NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE CALIDAD . . . . .     | 64 |
| ESTABLECIMIENTO DE ESPECIFICACIONES . . . . .      | 65 |
| CONTROL POR VARIABLES O ATRIBUTOS . . . . .        | 67 |

### CAPITULO IV

|   |    |
|---|----|
| CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO TERMINADO . . . . .  | 72 |
| PRUEBAS DE LA PINTURA EN SU FORMA LIQUIDA . . . . . | 73 |
| PRUEBAS DE LA PELICULA APLICADA . . . . .           | 84 |

### CAPITULO V

|   |     |
|---|-----|
| CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD . . . . .        | 104 |
| GRAFICAS DE CONTROL; MECANISMO Y USOS . . . . . | 106 |
| GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES . . . . .     | 110 |
| GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS . . . . .     | 115 |

|   |     |
|---|-----|
| CONCEPTOS DE MUESTREO . . . . .                   | I20 |
| MUESTREO DE ACEPTACION . . . . .                  | I21 |
| PLANES DE MUESTREO SIMPLE, DOBLE Y MULTIPLE . . . | I24 |
| MUESTREO DE ACEPTACION POR VARIABLES . . . . .    | I27 |
| MUESTREO DE ACEPTACION POR ATRIBUTOS . . . . .    | I28 |
| CLASIFICACION DE DEFECTOS . . . . .               | I29 |

## CAPITULO VI

|  |     |
|--|-----|
| CIRCULOS DE CALIDAD . . . . .  | I33 |
| INTRODUCCION . . . . .   | I33 |
| ORIGEN . . . . .   | I34 |
| TEORIAS DE APOYO . . . . .   | I35 |
| ANALISIS PORCENTUAL DE EXPECTATIVAS AL<br>IMPLEMENTAR LOS CIRCULOS DE CALIDAD . . . . .    | I36 |
| ANALISIS COMPARATIVO DEL CIRCULO DE CALIDAD<br>CON OTROS ESQUEMAS MOTIVACIONALES . . . . . | I37 |
| TECNICAS EMPLEADAS EN LOS CIRCULOS DE CALIDAD. .   | I38 |

## CAPITULO VII

|                        |     |
|------------------------|-----|
| CONCLUSIONES . . . . . | I41 |
|------------------------|-----|

## CAPITULO VIII

|                        |     |
|------------------------|-----|
| BIBLIOGRAFIA . . . . . | I46 |
|------------------------|-----|

## OBJETIVO

En nuestro mundo actual, las cambiantes condiciones y los cada día más exigentes requerimientos de uso, hacen del diseño, formulación de pinturas, sea un reto fascinante que utiliza, los más avanzados conocimientos tecnológicos y científicos.

La industria de pinturas emplea un cúmulo de horas-hombre de investigadores y técnicos en áreas tan dispares como la química, la electrónica, la bioquímica, la física nuclear, la reología, la cinética, la óptica, la ecología y otras más, para responder a las necesidades de protección que tiene el hombre actual.

Recubrimientos con especificaciones de comportamiento tales, que a primera vista, parecen imposibles de obtener, y que gracias a la tenaz labor de investigación, se han logrado, con soluciones que, a veces, parecen tomadas de un libro de ciencia ficción. Por ejemplo. Un recubrimiento antivegetativo cuya velocidad de desgaste, precalculada, libera la dosis precisa de biocida (sustancia que impide que las algas y moluscos se adhieran al casco de un barco); y a la vez, al irse puliendo por la fricción del agua, según se diseña, hace que el casco del barco sea cada vez más terso y pueda navegar con menor fricción y, por ende, con menor consumo de combustible.

¿ Qué pasaría sino hubiera pinturas ?

Las pérdidas ocasionadas por la corrosión de valiosas instalaciones serían enormes. Se estima que actualmente en todo el país, se pierden más de un millón y medio de toneladas de acero por año, por efectos de corrosión. Por lo que todo esfuerzo para prolongar la vida útil de los artículos de acero es vital.

Las pruebas que se requieren sobre la pintura seca son muchas más que los de pintura en líquido y, por ser las finales, las que deben reunir las especificaciones deseadas, deben ser efectuadas periódicamente, desde muchas veces al día hasta una por mes o por bimestre, estas pruebas no contemplan las visuales, que se ejercen a base de criterio fundado en la experiencia y en retenes que muestran los límites "ACCEPTABLES" por cada defecto visual importante.

Estas características deben evaluarse al 100 % o por muestreo estadístico, según trabajo control de calidad en la empresa, el efectuar las pruebas que se citan implica una pequeña inversión que se justifica plenamente por la calidad de los resultados: "El rechazo y el reproceso cuestan también dinero". Además el rechazo en pintura tiende a ser alto cuando aparece y puede llegar a ser muy oneroso y hasta pudiera convertirse en "cuello de botella" en la producción. Si valuáramos esto, la inversión se pagaría más pronto todavía. Cabe aclarar, que mientras algunas pruebas son universales las otras son específicas para el uso final del producto. Entre están las pruebas de resistencia a ácidos, álcalis, manchado, etc.

Dentro de las características a evaluar en una pintura alquídica están: El secado; la flexibilidad; la densidad absoluta; la viscosidad; grado de molienda de los pigmentos; resistencia a la abrasión; brillo; etc.

# C A P I T U L O

## I



## INTRODUCCION

Los recubrimientos de superficies se han venido utilizando durante miles de años con un incremento gradual de su consumo a medida que la civilización se ha ido desarrollando.

### ANTECEDENTES

Se puede decir que en el período prehistórico, la pintura tuvo únicamente fines artísticos, mágicos, más que decorativos o protectores.

En el período prehistórico la pintura se desarrolla principalmente en las paredes de las cuevas del Sur de Francia y Norte de España donde habitaba el hombre paleolítico. Estas pinturas rupestres de Altamira y Lascaux, posiblemente sean las más antiguas de que tengamos noticias; tan remotas como la misma historia del hombre.

Desde sus primeras apariciones, los antecesores de las pinturas (burdas combinaciones de tierras de color, grasas y resinas naturales, que eran mezcladas a mano), llanaron primordialmente una función de comunicación, sin embargo, aún para el gusto del siglo XX tales pinturas encierran gran belleza, ritmo y expresividad.

En las civilizaciones preclásicas de Egipto, Mesopotamia y las Islas del Mar Egeo, las obras pictóricas se han conservado mejor que los monumentos arquitectónicos y escultóricos. Las pinturas de las tumbas egipcias y los frescos murales cretenses, realizados con tal pericia que conservan todavía su radiante colorido, constituyen los legados más importantes para nosotros.

En Grecia a juzgar por los textos literarios, la pintura alcanzó un gran desarrollo, pero solo se conoce a través de

las pinturas de la cerámica.

Algo análogo ocurre en Roma, aunque aquí, merced a los frescos pompeyanos y a los mosaicos se advierte la influencia de los modelos helenísticos, como ocurren en todas las manifestaciones del arte romano.

Pero además de su capacidad comunicativa, el hombre antiguo descubrió en las pinturas sus propiedades protectoras: Las superficies pintadas con ciertos colores, se deterioraban menos que las pintadas con otros. Algunos pigmentos resisten mejor a la humedad y al moho que otros y cuando la combinación de los ingredientes era la correcta, se obtenía mayor protección. También se observó que el deterioro sobre la madera, se controlaba aplicando compuestos de algún pigmento con brea, grasas y ceras, que impermeabilizaban tal superficie.

Con el advenimiento de la " Edad del Hierro " se inicia la interminable lucha del hombre contra la herrumbre. Sin comprender bien el fenómeno, descubrieron que aislando el metal del agua y limpiarlo o pulirlo (con aceites y grasas), mantenían sus artículos de hierro libres de oxidación. Más tarde descubrieron que el uso de pintura les daba esa protección.

La evolución de los pueblos desde la más remota antigüedad ha sido asociada con su evolución técnica en el arte de fabricar y aplicar pinturas. Ya mucho antes de la llegada de los españoles a México, las grandes culturas indígenas habían llegado a alturas excepcionales en los primeros siglos de la era cristiana, en sus murales expresivos y cerámica a dos colores. A lo largo y ancho del Sur de México se extendió el arte de la pintura y desde el siglo V hasta el XVI ese arte alcanzó gran difusión, sin embargo, no sólo influyó el sentido artístico de los pueblos precortesianos en

sus frescos y cerámicas, sino trascendió a sus construcciones y su estatuero.

Cabe mencionar que los principales colores que empleaban -- eran los siguientes: blanco, negro, amarillo, ocre, rojo, siena quemada, verde, azul, la mayoría de ellos obtenidos de minerales. El vehículo debe haber sido acuoso, a base de gomas, o bien de naturaleza protéinica.

Hasta la fecha hay fórmulas o recetas tradicionales que deben remontarse a varios siglos atrás, en las cuales se menciona el uso del jugo de pencas de agave como ligante del vehículo. Literatura de aquel tiempo, hace saber de la existencia de diferentes gomas solubles al agua, que deben haberse empleado en la manufacture de aquellas pinturas primitivas y menciona el uso de clara de huevo como ligante de algunas de ellas.

En cuanto a las pinturas o las resinas, deben haberse conocido desde tiempos muy remotos y en general consistían de dispersiones de pigmentos inorgánicos y orgánicos en vehículos a base de copal y aceites vegetales, tales como el Chia (*Elytis spicata*) y el de Chicalote (*Angomon mexicana*). La sustancia con que mezclaban los colores para darles fluidez (vehículo), parece haber sido sumamente aglutinante y viscosa, los pigmentos se reducían a polvo y se mezclaban con esta sustancia o se agregaban en forma de líquido concentrado. Se empleaban para estos generalmente varios pigmentos: doblon blanco perlasca, arcilla gris, arcilla rojiza, y se empleaban pigmentos y sustancias además minerales, entre los cuales cabe mencionar los siguientes:

casiterita, minio de plomo, azul de prusia, siena natural, ocreos diversos, etc.

El vehículo esta constituido por una resina y un aceite, la resina es una sustancia llamada aje, y el aceite normalmente es aceite de Chia. El aje es una sustancia animal producida por un insecto hemíptero (*Coccus lili*) que vive en varios árboles, entre ellos el ciruelo.

## LAS PINTURAS HOY

Fruto de esa incensable dedicación y a través del tiempo, las pinturas han ido evolucionando, de simples mezclas de tierras de color con resinas y grasas, a formulaciones muy complejas y cuidadosamente balanceadas para brindar las propiedades deseadas en cada uso.

En el periodo que podríamos llamar moderno, con la revolución industrial, se produjo la necesidad de proteger todo tipo de materiales de agentes que los atacaban al usarlos en medios no naturales. De esta forma se empezaron a idear recubrimientos que los protegieran, esto es agentes lo más inertes posibles en el medio.

Uno de los pioneros de esta industria describe las pinturas modernas como: "Una película insoluble tan delgada como una hoja de papel que debe reunir un sin número de propiedades de protección, resistencia química y física, y decoración, a un costo mínimo."

A través de la Edad Media y aun después de haber empezado la era industrial, el volumen de pinturas fabricadas era insignificante comparado con el de ahora, a causa del bajo nivel de vida de la inmensa mayoría de los habitantes del mundo.

Hasta que las primeras fábricas de pinturas y barnices fueron puestas en marcha en el siglo XIX. Los pintores tenían que elaborarse las pinturas ellos mismos, convirtiendo pigmentos en líquidos por medio de toscos molinos, un tipo de molinos consistía en una bola de piedra que rodaba de un lado a otro contra otra piedra. Los pintores compraban sus materias primas en las boticas, las cuales parecen haber sido la mayor fuente de aprovisionamiento de muchas de las que nuestros antepasados necesitaron, aparte de la comida y la ropa.

La formulación era entonces casi un arte. Los pintores guardaban sus limitados conocimientos, que habían obtenido lenta y pacientemente a lo largo de pruebas y errores, y es-

tos conocimientos pasaban oralmente de padres a hijos a través de generaciones. Los progresos técnicos eran extremadamente lentos. En los comienzos del siglo XIX la técnica de la pintura era aún bastante elemental.

La primera fábrica de Albalalde de los Estados Unidos se construyó en Filadelfia en 1804, y la primera planta de barniz apareció alrededor de 1815, aunque la fabricación de pinturas eran generalmente de baja calidad, ya que la técnica de la industria era todavía muy limitada y los químicos y laboratorios de investigación eran, por entonces, desconocidos. Alrededor de 1900, los fabricantes de pinturas empezaron a emplear químicos tratando de hallar el modo de producir pinturas y barnices realmente de buena calidad.

Este período también se caracterizó por la formulación de asociaciones comerciales para un intercambio mutuo de conocimientos en la realización de negocios seguros, extensión de mercados y supresión de abusos, de los cuales surgió la National Paint, Varnish and Lacquer Association, según la conocemos hoy en día. Los químicos y los productores eran al principio en 1914 pequeños grupos, que finalmente desembocaron en la moderna Federación de Sociedades para la Técnica de Pinturas (Federation of Societies for Paint Technology), designada en principio para el estudio mutuo de la tecnología de los revestimientos de superficies. Como resultado, las prácticas comerciales, así como la calidad de los artículos producidos comenzaron a mejorar.

Así pues, la función primordial de las pinturas es la PROTECCION.

## DEFINICION DE UNA PINTURA

En esta parte se definirá lo que es una pintura en general y trataré de darle la dimensión que tiene y que vá más alla de ser una simple película protectora o decorativa. Para tal dimensionamiento es necesario plantear lo siguiente: Tenemos un objeto determinado que debemos emplear, pero debe cumplir con los siguientes requisitos, que a menos que empleemos una pintura no podríamos satisfacerlos; así queremos que tenga resistencia mayor a la abrasión; que revista el ataque de agentes químicos, como son sustancias corrosivas; que resista al ataque de agentes atmosféricos, sol, lluvia, etc.; que llame la atención si es potencialmente peligroso; que armonice con el conjunto en el cual se encuentra; que proporcione sensaciones estimulantes o sedantes; que tenga flexibilidad; que no se decolore o se coloreé con la luz del sol o la humedad; que sea facilmente lavable, para que quede limpio sin que se deteriore; que no contamine las cosas con las cuales tiene contacto; que ahuyente cierto tipo de insectos; que permita aprovechar la luz sin aumentar el consumo de energía eléctrica; que no cause fatiga a los ojos; que proporcione sensación de peso o ligeresa; que proporcione sensación de frescura o bién de calor.

Una pintura en su más amplio concepto, es un producto que contiene, y a los cuales se les debe gran parte de sus propiedades, compuestos de carbono-hidrogeno, en forma de muchas pequeñas moléculas (monómeros), y que aplicada en una delgada capa sobre la superficie de un objeto, reacciona formando largas cadenas de moléculas (polimerización), y proporciona al objeto un aumento de su eficiencia, resistencia y funcionalidad en general.

## DIFERENTES CLASIFICACIONES DE PINTURAS

Las pinturas pueden clasificarse según cada autor lo de -  
sde, bien por su estudio o desarrollo del libro así lo ameri-  
ta, o bien porque proporciona un método y organización para  
explicar de manera coherente el tema, así como para facilit-  
tar su desarrollo.

Así las diferentes formas de clasificarlas y las razones pa-  
ra ello son:

### I.- Acabados, Intermedio, Primarios, Fondos, Selladores, Plastes.

Esta forma de clasificar una pintura, proporciona un mé-  
todo para comparar las diferentes partes de que puede  
constar un sistema, así como para un estudio o investiga-  
ción de un recubrimiento orgánico sumamente especializa-  
do.

### 2.- Acabados para interiores: Industriales, domésticos.

Acabados para exteriores: Publicitario, Industrial, do -  
méstico.

Esta clasificación, es quizá más amplia y es usada sobre  
todo para clasificar según sus características de resis-  
tencia, colores, adherencia, resistencia a la interperie  
o atmósfera corrosiva, reflexión de la luz, etc.

Permite resaltar las diferentes características en line-  
as muy generales.

### 3.- Acabados Industriales.

Acabados Automotivos.

Acabados Marinos.

Acabados Domésticos.

Acabados Litográficos.

Es de acuerdo al área específica en que se aplican y se  
quizá la mejor clasificación, así como la que cubre con

más amplitud todos los tipos de recubrimientos y la que permite el estudio comparativo entre ellas, resaltando sus diferencias y sus similitudes.

4.- Pinturas para pisos.

Pinturas para maquinaria.

Pinturas marinas.

Pinturas agrícolas.

Pinturas domésticas blancas.

Esta clasificación es de acuerdo al uso que se destinan y es una clasificación mas bien limitada a cierto tipo de pinturas semejantes en su formulación, y que permite su uso en un campo restringido.

5.- Brillante, Semibrillante o Semimate, Mate.

Esta forma de clasificarlas es de acuerdo a su brillo y permite el estudio de pigmentos que formando cuerpo y dando poder cubriente, permiten hacer más barata una pintura aunque restándole brillo. Permite también esta clasificación, el estudio y clasificación de resinas, que al curar proporcionan diversos brillos y tonos. Es especialmente importante y exacta en la línea de recubrimientos automotivos.

6.- Aplicación con brocha, Aplicación por aerosol por inmersión, Aplicación con pistola neumática, Aplicación por rodillos, Aplicación electrostática.

Esta clasificación de acuerdo a la manera en que se aplica el recubrimiento y permite el estudio comparativo de propiedades como viscosidad, reología, aditivos de todos tipos, solventes de rápida o lenta evaporación, polaridad.

7.- Pinturas de secado al aire (temperatura menor de 25°C)

Pinturas de secado forzado (temperatura menor de 100°C)

Pinturas de horneado (temperatura mayor de 100°C)



Clasifica los recubrimientos de acuerdo a las condiciones de secado y permite el estudio de mecanismos de polimerización de resinas y aditivos, así como de solventes y sus propiedades.

8.- Pinturas de curado por oxidación.

Pinturas de curado por termopolimerización.

Pinturas de curado por evaporación.

Pinturas de curado por agente curante.

Pinturas de curado por catalizador.

Es una clasificación que permite el estudio de los recubrimientos de acuerdo a los mecanismos de curado o polimerización de las resinas y permite su organización, así como su interacción de dos o más resinas en un recubrimiento y su forma mejor de aplicación y envasado y almacenaje.

9.- Acabado Pigmentado: metálico, metálico-no metálico, no metálico, pigmento inorgánico, pigmento orgánico.

Acabado transparente.

Permite esta clasificación su estudio de los pigmentos, su interacción y las propiedades que imparte a un acabado por comparación con un acabado transparente.

10.- Acabados Epoxi, Acabados Enólicos, Acabados ALQUIDALICOS Acabados Acrílicos, Acabados Vinílicos, Acabados de Nitrocelulosa, Acabados de Poliuretano, Acabados Cumarona Indeno, etc.

Es una clasificación de acuerdo al tipo principal de resina y permite el estudio de las propiedades que ellas imparten al recubrimiento, así como de combinaciones - adecuadas y funcionales de ellas para mejor uso y de más extensión.

11.- Acabados Decorativos, Acabados Protectores.

Es una clasificación que nos muestra un acabado de gran

resistencia y usos como son los protectores en contraste con los que son solamente decorativos, que tienen limitaciones fuera del uso de resistencia a condiciones atmosféricas normales, así como de la diferencia existente en su formulación, costo y control de calidad.

**I2.-Estimulantes, Sedantes, Depresivas, Contrastes, Preventivas.**

Esta clasificación se refiere unicamente al efecto psicológico del color sobre la fisiología del ser humano. Permite el estudio de los colores con relación a los efectos que pueda proporcionar de acuerdo a las necesidades específicas de una industria, de la publicidad, del hogar del médico, del psicólogo, etc.

## CONSTITUYENTES DE UNA PINTURA

En nuestros tiempos, la complejidad de una pintura en cuanto a sus constituyentes, sus interacciones, propiedades que le imparten y la mejor proporción de ellos, hace que sea imposible para un solo individuo tener todos los conocimientos necesarios, así como una adecuada información. De este hecho da por resultado que muchas veces la formulación de una pintura sea en gran parte práctica, por tanto el método rigurosamente científico para una experimentación en la industria se puede aplicar sólo en casos especiales. Considerando el método "NORMAL", para la formulación de una pintura, está tendam los siguientes constituyentes básicos:

- PIGMENTO:** Puede ser inorgánico u orgánico y puede ser uno o varios. (sólido que da al producto: color, opacidad y propiedades específicas de resistencia).
- ADITIVO:** Bajo este nombre agrupamos a los compuestos o sustancias que van en pequeña cantidad en un acabado, pero que son muy importantes. Estos son de naturaleza muy diversa, que imparten características especiales como: flexibilidad o dureza, secamiento rápido, uniformidad de la película, entre otras muchas.
- VEHICULO:** Polímero sintético o natural, que contiene o aglutina a los demás ingredientes y que forma la película.
- DISOLVENTES:** Sustancias que facilitarán la aplicación de la película.

### DEFINICION DE UN POLIMERO

El término polímero fué introducido en la química orgánica por Berzelius, destinado a complejas sustancias de más de - dos moléculas, que tenían idéntica estructura pero diferían en peso molecular.

En años posteriores, el término polimerización se aplicó a procesos de autoadición de compuestos no saturados, para dar productos que aparentan tener la misma composición pero múltiple peso molecular.

Los términos polímero y polimerización son usados ahora exclusivamente en conexión con compuestos de muy alto peso molecular.

#### CLASIFICACION DE POLIMEROS

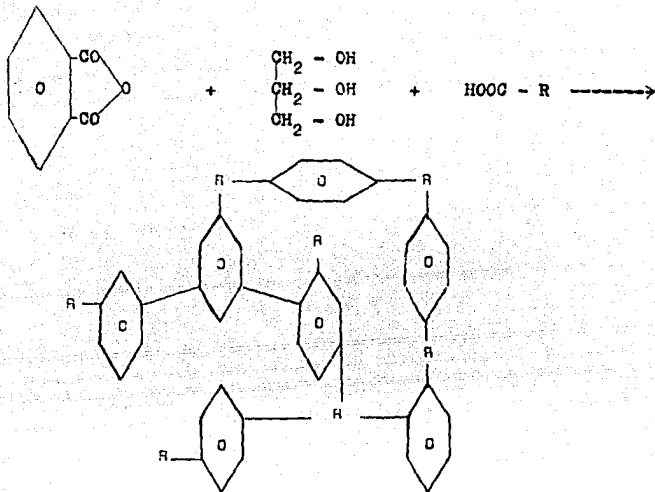
Los polímeros pueden ser clasificados de varias formas para facilitar su estudio, y la utilidad del sistema adoptado depende del punto de vista del autor.

Los términos gomas o cauchos, resinas, plásticos, frecuentemente se usan para distinguir materiales poliméricos asociados con ciertas características físicas.

Una clasificación tradicional es: Termofijos, Termoplásticos o tipo Convertible, tipo no - convertible. Quizá la clasificación más generalmente usada es la basada sobre el tipo de reacción química utilizada en su formación de los tipos de uniones que existen entre los segmentos de polímero y permite un número de generalización prácticas concernientes a la naturaleza química de los polímeros, su modo de formación y las propiedades asociadas con ellos. Esta clasificación es: Polímeros por condensación o policondensación y Polímeros de adición o polimerización.

Sin embargo para nuestro estudio y propósito, examinare los polímeros de acuerdo al tipo de monómero que constituye su cadena y tomaré como propiedades de ellos las clasificaciones antes enunciadas, por convenirme más de esta forma para la formulación, almacenamiento, compra y uso en una fábrica de pinturas.





Las características que imparten a un acabado, este tipo de resinas son las siguientes:

El ácido graso o aceite, puede ser completamente saturado o predominantemente no saturado; en el primer caso dará al -quidales plásticos de máximo color y retención de brillo. En el segundo caso en virtud de su alta funcionalidad en términos de centros no saturados, tiene cruzamiento de enlaces y seca rápidamente por oxidación, para dar películas correosas y durables.

El glicerol puede ser reemplazado por pentacritritol u otros polioles. El pentacritritol es particularmente valioso como un componente de alquidales secantes, porque el incremento de la complejidad molecular resultante de su uso, incrementa la velocidad de secado y la durabilidad del recubrimiento.

El anhídrido ftálico, puede ser reemplazado por otros ácidos polibásicos o anhídricos.

El ácido adípico da productos más flexibles.

El ácido isoftálico, da materiales más duros.

Los ácidos halogenados pueden ser introducidos para dar resinas con mayor o menor resistencia al fuego.

Al repasar las propiedades químicas de las resinas alquídicas nos damos cuenta de que las reacciones que intervienen, o las que les dan origen, son bastante sencillas, en tanto los productos que forman son muy complejos. Débase ello, por una parte, a la gran diversidad de materias primas con las que nos encontramos. Estas aseveraciones se aplican a los tres grupos de ingredientes esenciales: ácidos dibásicos, polialcoholes y aceites o bien ácidos grasos, y también se aplican a los numerosos productos que intervienen como modificadores.

Cuando se menciona la palabra resina alquídica o simplemente alquídico surge en la mente de la mayoría de los formadores de la industria de pinturas la idea de los productos formados por los tres grupos de ingredientes que se acaban de mencionar.

Al hablar de alquídico normal que se ha modificado por adición de un cuarto ingrediente tal como resina de pino, fenólica, epóxi; u otra resina o modificante apropiado. Usando con sensatez estos numerosos ingredientes el químico especialista encontrará una variedad infinita de productos que puede utilizar para innumerables aplicaciones en pinturas, esmaltes y lacas.

Surgió el empleo de los alquídicos en recubrimientos de superficies, al necesitarse modificadores de naturaleza resinosa en acabados para automoviles fabricados a base de nitrocelulosa. El excelente resultado que dieron condujo al uso de



productos oxidantes para reemplazar algunos barnices oleorresinosos de secado al aire y acabados para horneado.

Las propiedades y la utilidad de los alquídicos están determinadas por la proporción en que intervienen los tres ingredientes esenciales y los modificadores que se utilizan en su preparación. Para tener una idea clara de estó, en la tabla siguiente se describe el efecto de unos cuantos de los modificadores.

| MODIFICANTES              | VENTAJAS  | INCONVENIENTES   |
|---------------------------|---|--|
| Resinas de pino<br>(brea) | Secado rápido<br>Película dura  | Amarillea<br>Mala duración en <u>ext</u><br><u>teriores</u><br>Pronto se resquebraja la película |
| Fenólicas                 | Buena dureza<br>Resistente a los disolventes<br>Resistencia a los alcalis | Amarillea<br>Mala estabilidad<br>Se calea en <u>exterior</u><br>res                              |
| Epóxicas                  | Buena dureza<br>Resistencia a los disolventes<br>Resistencia química      | Amarillea<br>Se calea en <u>exterior</u><br>res<br>Costo elevado                                 |
| Estireno                  | Secado rápido<br>Colores claros<br>Retienen bien el color                 | Mala resistencia a los disolventes<br>Estabilidad regular<br>Dura poco en <u>ext.</u>            |

|                   |  |                                      |
|-------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Acrilicos</b>  | Secado rápido<br>buena adhesión<br>Excelente retención de color  | Costo elevado<br>Mala compatibilidad |
| <b>Poliamidas</b> | Viscosidad tixotrópica<br>Excelente nivelamiento<br>No se asienta  | Amarillea<br>Costo elevado           |
| <b>Silicones</b>  | Retención de color a temp. altas<br>Resistencia a oxidaciones<br>Resistencia a luz ultravioleta<br>Resistencia a los alcalis | Película blanda<br>Costo elevado     |

En la industria de las pinturas el nombre "poliester" raramente es aplicado para los aceites modificados de los alquidales y es reservado para los aceites no modificados.

Los mejores conocidos son los poliesteres no-saturado, comunmente derivados de dioles como propilenglicol o dietilen glicol y ácidos dicarboxílicos no-saturados, como el maleico y el fumárico.

Estos poliesteres son esencialmente lineares de estructura y en su uso son mezclados con un monomero no-saturado, comunmente esterino, que bajo la influencia de un peróxido iniciador, copolimeriza con los centros no saturados, entrelazando ligaduras, el sistema para dar películas de dureza y brillo.

Los aceites vegetales pueden ser clasificados de acuerdo a su funcionamiento en tres grupos:

Aceites secantes.

Aceites semisecantes.

Aceites no secantes.

De estos unicamente los aceites secantes, pueden ser usados para preparar pinturas y barnices de satisfactoria calidad.

Los aceites semisecantes, son juzgados como extendedores o adulterantes, los aceites no secantes, no pueden ser usados en esta industria.

Los acabados basados en aceites polimerizados, son generalmente muy pigmentados y las propiedades de la película dependen en gran magnitud de la naturaleza y proporción de los pigmentos presentes. Han sido producidos en muchos años, usando aceite de linaza como materia prima.

Los aceites linoleicos son deficientes en propiedades de secado. El aceite de soya ha sido usado como extendedor. Los acabados de este tipo, dan películas blandas pero elásticas con resistencia al agua, y su durabilidad depende grandemente del tipo de pigmentación y el espesor de la película.

Los barnices con aceite son tradicionalmente hechos con aceite de linaza refinado o polimerizado y actualmente mezclado con resinas sintéticas.

La proporción de aceite en el acabado o la longitud de él, determinan la velocidad de secado del barniz y las propiedades de la película resultante. Cuando el porcentaje de resinas en el acabado es incrementado, la velocidad de secado y la dureza de la película se hace mayor. Las propiedades de secado al aire de los barnices, dependen de la estructura de

los glicéridos. Estos son muy ligeramente pigmentados, más que los acabados de aceite anteriormente nombrados y su película es de más dureza y brillo.

Se obtienen productos muy funcionales de aceite de ricino - deshidratado y otros aceites artificialmente conjugados.

Alquidales no secantes modificantes con aceite de ricino, ri cino hidrogenado, aceite de coco o ácido láurico, son útiles plastificantes para acabados de horneado, como resinas de ní - trocelulosa y resinas amino.

Algunos aceites secantes y semisecantes, comunmente usados en la industria son:

aceite de linaza, aceite de soya, aceite de chia, aceite de ricino deshidratado, aceite de pescado, aceite de cartamo, aceite de coco; y de menor consumo los siguientes: aceite de cañamo, aceite de girasol, aceite de tallo, aceite de caca-- huanache.

Propiedades que imparten los aceites secantes:

- 1.- Aumentar la flexibilidad de la película
- 2.- Aumentar el brillo
- 3.- Resistencia a los agentes químicos
- 4.- Durabilidad
- 5.- Menor tiempo de secado en la película

Propiedades que imparten los aceites semisecantes:

- 1.- No se amarillean (aceite de soya, de cartamo, etc.)
- 2.- Flexibilidad a la película

## DISOLVENTES

Son fluidos volátiles o mezclas de los mismos capaces de disolver o dispersar otras sustancias.

Su papel en la pintura, es el de controlar la viscosidad, el contenido de sólidos, el peso específico y el de impartir - propiedades que ayudan a su conservación.

En cuanto a las propiedades de la película aplicada, los disolventes tienen una influencia decisiva sobre la nivelación o flujo, brillo, adherencia, continuidad, resistencia química y otras propiedades.

Los disolventes son materiales muy complejos y difíciles de clasificar, ya que se pueden agrupar atendiendo a varios factores como son: composición química, propiedades físicas, comportamiento en la pintura, obtención, etc.

De acuerdo con su comportamiento en lacas de nitrocelulosa, los disolventes se pueden dividir en tres grupos:

- 1.-Disolventes Activos (altamente polares): ésteres, cetonas nitroparafinas.
- 2.-Disolventes Latentes: como los alcoholes.
- 3.-Diluyentes: como los hidrocarburos.

De acuerdo a su composición química en:

- 1.-Hidrocarburos (benceno, hexano, tolueno, xileno, naftas, heptano, etc.)
- 2.-Disolventes oxigenados (alcoholes, ésteres, éteres y cetonas)
- 3.-Terpenos (aguarrás, aceite de pino, dipanteno, etc.)
- 4.-Disolventes Misceláneos (nitroparafinas, compuestos halogenados, derivados del nafteno, otros.)

## PIGMENTO

Un pigmento es una partícula sólida, muy fina, usada en la preparación de la pintura y sustancialmente insoluble en el disolvente. Los pigmentos podemos clasificarlos en dos grandes grupos: Pigmentos Inorgánicos y Pigmentos Orgánicos, o bien podemos dar otra clasificación: Pigmentos de bajo índice de refracción y Pigmentos de alto índice de refracción. Los pigmentos de bajo índice de refracción son comúnmente llamados extendedores o carga en la industria de pintura. Y son esencialmente pigmentos inorgánicos y pueden clasificarse en 5 grupos:

- 1.- Oxidos
- 2.- Hidroxidos
- 3.- Carbonatos
- 4.- Silicatos
- 5.- Sulfatos

Los pigmentos de alto índice de refracción son los que proporcionan el color a la pintura.

Los pigmentos Inorgánicos podemos clasificarlos en 10 grandes grupos de importancia en los recubrimientos de superficie. Estos son:

- 1.- Grupo Dioxido de Titanio.  $TiO_2$   
Es este el pigmento blanco más comercial
- 2.- Grupo de Plomo
  - a).- Plomo blanco  $(CH_3COO)_2Pb \cdot 2Pb(OH)_2$
  - b).- Sulfato de plomo  $2PbSO_4 \cdot PbO$
- 3.- Grupo Zinc
  - a).- Oxido de zinc
  - b).- Sulfato de zinc

El Itopon es usado ampliamente en acabados para interior. Este es de color amarillo limón.

4.- Grupo Antimonio  $Sb_2O_4$

Es quizá el más blanco de todos los pigmentos en su forma pura.

5.- Grupo Cromo - Plomo

El cromato de plomo  $PbCrO_4$  forma la base de una serie de pigmentos con matices de verde amarillento hasta verde rojizo.

6.- Grupo Verde Cromo

a).- Verde cromo

b).- Verde óxido de cromo

7.- Grupo Óxido de Hierro

Los óxidos y los óxidos de hierro hidratado, naturales y sintéticos cubren una amplia gama de tonos, desde el amarillo hasta el rojo púrpura e incluso un negro neutro. Químicamente son al menos tres compuestos:

Óxido férrico  $Fe_2O_3$

Óxido ferroso  $Fe_3O_4$

Óxido hidratado de hierro  $FeO \cdot OH$

8.- Grupo Azul Fierro

El principal constituyente es  $NH_4 Fe (Fe(CN)_6)$  acuoso, y puede llamarse ferrocianuro, ferro amónico o ferrocianuro amónico.

9.- Grupo Ultramarino

Químicamente el ultramarino es zeolitas y muestra propiedades zeolíticas. El sodio de los ultramarinos de tono azul, puede ser reemplazado por plata que tiene un tono amarillento.

10.- Grupo Amarillo y Rojo Cadmio

Cubren una amplia variedad de tonos: desde el amarillo hasta el rojo.

Los pigmentos orgánicos pueden clasificarse en tres grupos de acuerdo a su composición:

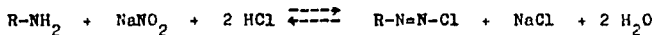
- 1.- Tintóreos
- 2.- Matizantes
- 3.- Transparentes o Translucidos

Los pigmentos tintóreos son compuestos completamente insolubles en agua, incluyen pigmentos azo y de ftalocianina.

Los pigmentos translucidos son similares en constitución a los matizantes, son derivados de compuestos orgánicos solubles en agua y obtenidos por precipitación en presencia de una base.

Esta clasificación es fundamentalmente Europea, ya que en los Estados Unidos, el matizante implica un pigmento orgánico concentrado, e incluye los tintóreos y los matizantes de la presente clasificación, el transparente incluye la presencia de extendedores. Pueden clasificarse de acuerdo a su constitución química, de la siguiente manera:

**Pigmento AZO.**- Se caracterizan por la presencia del grupo cromóforo azo  $-N=N-$ , se obtienen de acuerdo a la siguiente reacción general:



**Pigmento MONOAZO.**- Copulación con acetoarilamidas: son amarillos y naranjas.

Copulación con 7 - naftol: son naranjas y rojos.

Copulación con 3 - hidroxil 2 - naftonilidas: rojos.

Copulación con compuestos heterocíclicos hidronílicos: son amarillos y verdes.

Copulación con grupos conteniendo ácido sulfúrico: son rojos.



Pigmentos BI - AZO.- Son fundamentalmente amarillos y naranjas.

Pigmentos NO - AZO.-

- 1).- Productos misceláneos, son de diversos colores.
- 2).- Pigmentos ftalocianina, son azules y verdes.
- 3).- Pigmentos de Cuba o Tina, son de diversos colores.
- 4).- Compuestos heterocíclicos misceláneos, son rojos y violetas.

## ADITIVOS

**Definición:** Son aquellos productos cuyo objeto es proporcionar mejor apariencia, estabilidad y durabilidad a las pinturas, y no están presentes en gran proporción ni en la fórmula, ni en las propiedades.

Podemos mencionar como las más importantes las siguientes:  
Agentes tensoactivos, Agentes dispersantes, Agentes emulsificantes, Agentes antiespumantes, Agentes germicidas, Agentes secuestrantes, Agentes plastificantes, Agentes secantes y - Adsorvedores de luz ultravioleta.

• Los agentes tensoactivos, podemos clasificarlos de la siguiente forma:

- Catiónicos:** Sales de aminas simples  
Sales de amonio cuaternarias  
Amino amidas o imidazolinias  
Otros
- Aniónicos:** Ácidos carboxílicos: jabones, ácidos grasos, ácidos nafténicos, etc.  
Esteres del ácido sulfúrico: Sulfatos de alquilo, de alcoholes y olefinas.  
Sulfatos de aceite y esteres.  
Sulfatos de amidas y esteres.  
Misceláneos.
- Ácidos sulfónicos:** Sulfonatos de: alquilo de amidas y esteres.

No Iónicos: Ésteres y tioésteres de alquilo y arilo, ésteres y amidas e misceláneos.

Anfotéricos: Con grupos amino y carboxílicos.

Su aplicación a las pinturas es principalmente en la molienda de pigmentos y en la adecuada dispersión en el vehículo.

. Los agentes emulsificantes.

Tienen la misión de impedir la separación en dos capas bien definidas de dos líquidos inmiscibles entre sí.

Esta sustancia puede ser más o menos soluble en uno o en otro medio, o puede ser insoluble en ambos.

Un método para estabilizar emulsiones puede ser, el agregar al sistema un sólido finamente dividido.

Algunas sustancias de naturaleza liofílica, también pueden estabilizar emulsiones de proteínas, caseína y gomas diversas.

La pigmentación de pinturas emulsionadas se puede llevar a cabo mediante el uso de un agente de superficie, dependiendo de las propiedades del pigmento usado. Tanto los aniónicos como los iónicos o mezclas de ambos resultan eficaces para humectar y dispersar la mayoría de los pigmentos.

. Los agentes dispersantes.

Se oponen a la formación de aglomerados y uno de los principales problemas que resuelven es la sedimentación.

Entre los agentes dispersantes que comúnmente se añaden a los sistemas que comprenden un pigmento y un vehículo no acuosa, se encuentran los jabones metálicos y diferentes aminas solubles en aceite.

La dispersión del pigmento en medio oleoso, se puede llevar

a cabo mediante el uso de productos no - iónicos hidrófobos. Aún en pequeñas cantidades reducen el tiempo de molienda y eliminan los aglomerados formados por el pigmento.

. Absorvedores de radiación ultravioleta.

Con la necesidad de pinturas de gran visibilidad para señalar peligros o destacar vehículos en movimiento, principalmente aviones, se han hecho gran cantidad de estudios sobre vehículos y pigmentos que llenen los requisitos de fluorescencia, limpieza de tono, estabilidad de por lo menos seis meses a la interperie.

Pruebas efectuadas, han demostrado que el uso de algunos derivados de la benzofenona, son útiles como absorbedores de radiación ultravioleta y proporcionan mayor estabilidad a las pinturas.

. Agentes antiespumantes.

La formación de espuma es frecuentemente en diversas etapas de fabricación de una pintura; en la molienda de algunos pigmentos, durante el cocimiento de algunos barnices y principalmente en la fabricación de pinturas emulsionadas. Estos deberan poseer gran actividad superficial y escasa resistencia mecánica, de esta manera traban sustancias como el metanol, etanol, eter, etc. pues al ocupar la capa exterior de la burbuja, sé evaporan rapidamente haciendola inestable.

. Agentes germicidas.

En gran número de casos es necesario adicionar a las pinturas, barnices y lacas una sustancia que controle el desarrollo de los microorganismos, las sustancias usadas para este fin, podemos clasificarlas en tres categorías;

- 1.- Sales de amonio cuaternarias.
- 2.- Fenoles y sus derivados.
- 3.- Jabones metálicos, naftenatos.

. Agentes plastificantes.

Pueden ser descritos como líquidos de baja volatilidad que al ser mezclados con materiales resinosos incrementan la flexibilidad de éste. Estos agentes tienen una considerable influencia sobre la viscosidad y las propiedades finales de la película.

Los plastificantes más usados son el dioetil ftalato, el — trietolil fosfato y el bibutil sebacato.

Influyen también sobre el secado, el curado y el brillo del recubrimiento.

En general podemos dar las siguientes fuentes de plastificantes: hidrocarburos, ésteres, aceites vegetales epoxidados y poliésteres...

. Agentes secantes.

Químicamente son jabones de metales pesados de ácidos orgánicos siendo los más comunmente usados los de plomo, cobalto, manganeso, zinc, calcio, fierro, cobre y tierras raras. Comercialmente se distinguen los siguientes tipos: jabones linoleatos, resinatos, naftenatos, tallatos y actanatos. Los materiales que mejor cumplen la función de acelerar el secado de las pinturas son los secantes naftenicos. Un secante debe ser: estable en todo clima, ya sea sólido o líquido, — completamente soluble en disolventes polares y no polares, sin reactividad para los diversos pigmentos y vehículos, sin olor ni color. Uniformidad de contenido metálico y de resultados en la película, no ser absorbido o adsorbido por los pigmentos o vehículos, debe ser fungicida.

Basicamente los naftenatos se fabrican por precipitación de acuerdo con la siguiente reacción.



en donde: Me = Metal bivalente

R = Radical ácido correspondiente al ácido nafténico.

El proceso de secado debido a un secante tiene tres etapas que se enumeran a continuación:

- 1.- Oxidación de los compuestos no saturados.
- 2.- Entrelazamiento de los radicales oxidados.
- 3.- Re - arreglo de los radicales entrelazados para producir polímeros tridimensionales.

Los naftenos más usados son:

cobalto.- actua en la superficie de la película.

plomo.- polimeriza la superficie en contacto con el sustrato.

manganeso.- secante oxidante (intermedio).

. Agentes secuestrantes.

La presencia de iones de metales pesados resulta indeseable en algunas pinturas, pues contribuyen a variar los matices de los pigmentos usados, principalmente en los tonos pastel, así como tienen una influencia desfavorable en las emulsiones las que por lo general bajan su estabilidad.

Los productos que bloquean estos iones contaminantes más conocidos en el mercado para este objeto están formados por el ácido nitrilotriacético y el etilen diamino tetracético.

## FORMULACION

Se podrían señalar criterios básicos para la formulación de una pintura, sin embargo debe tenerse presente que la gran variedad de ellas, hacen imposible señalar un solo criterio absoluto en la formulación.

Así que los criterios que se dan a continuación podemos tomarlos como los más generales y de ninguna manera como absolutos, aunque sí como los más ampliamente usados en pinturas tradicionales.

Actualmente existen desarrollos de pinturas sumamente novedosos, pero de uso restringido por su especialización.

## CICLO OPERATIVO

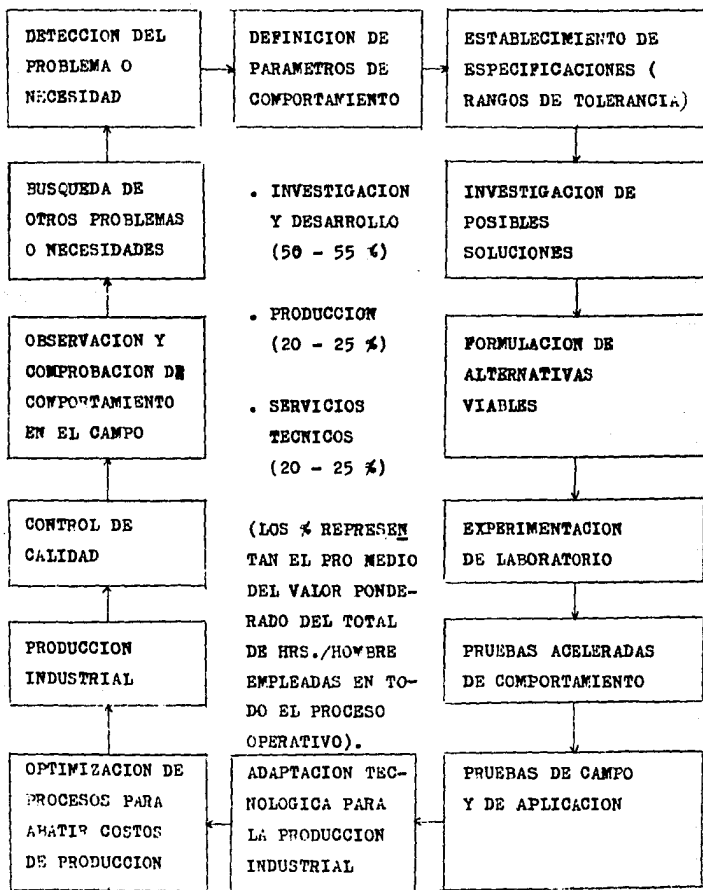
Para poder ofrecer la extensa gama de recubrimientos protectores que requiere nuestro país, en su proceso de crecimiento y consolidación, esta industria utiliza más de 1840 materias primas y realiza en forma continua las siguientes actividades representativas:

- Detección del problema o necesidad,
- Definición de los parámetros de comportamiento,
- Establecimiento de especificaciones (o range de tolerancia para cada uno de los parámetros de comportamiento),
- Investigación de posibles soluciones,
- Formulación de alternativas viables,
- Experimentación preliminar en el laboratorio, de las alternativas viables,
- Pruebas aceleradas de comportamiento (en el laboratorio), con ayuda de equipos y aparatos que reproducen las condiciones del servicio del producto,
- Pruebas de campo (de aplicación y comportamiento),

- Adaptación tecnológica para la producción industrial,
- Optimización de procesos productivos para reducir los costos de manufactura,
- Producción industrial,
- Control de calidad para asegurar que el producto satisface los requerimientos de uso,
- Servicio técnico al usuario, para observar y comprobar el comportamiento adecuado en el uso,
- Búsqueda de nuevos problemas o necesidades.



CICLO OPERATIVO DE LA INDUSTRIA DE PINTURAS



## INVESTIGACION Y DESARROLLO

El definir correctamente los parámetros de comportamiento y con base en ellos, establecer las especificaciones en forma objetiva, realista y funcional es la parte medular de la investigación, pues " el adecuado planteamiento del problema, facilita y guía a la solución más práctica y económica " La formulación del producto debe satisfacer, pero no sobrepasar, las necesidades del uso, pues simplemente se encarecería imltimente.

La experimentación en el laboratorio ahorra tiempo en las pruebas aceleradas y evita costosos problemas en la aplicación. Las pruebas de laboratorio requieren de un sistemático y minucioso programa de evaluación que abarca según el producto, un promedio de 12 pruebas, con aparatos (algunos muy sencillos y otros electrónicos bastante sofisticados y precisos).

La investigación es un proceso continuo no sólo para desarrollar nuevos productos sino también para mejorar las existentes.

## PRODUCCION

Cuando se habla de la producción de pinturas, se tiende a pasar por alto el enorme trabajo de planeación, procuramiento de materiales, tráfico y logística que se realiza para lograr que la producción se efectue en forma continua y eficiente.

Determinar la demanda esperada, el tamaño del lote, y el orden de producción para más de cientos de productos, es tarea que requiere de visión, conocimiento y experiencia.

Cada producto tiene en su formula, un promedio de 12 - 15 materias primas. En total se usan más de 1340 materias cuyos tiempos de abastecimiento fluctúan desde 3 días hasta 3 meses. La obtención del cúmulo de materiales requeridos y su manejo económico y eficaz, hacen necesario a menudo, el empleo de computadoras.

La variedad de productos de la industria de pinturas se refleja también en la diversidad de procesos y operaciones unitarias que se realizan en la producción.

" Producción eficaz significa abastecimiento económico y oportuno para el usuario ".

#### SERVICIOS TECNICOS

Los servicios técnicos incluyen actividades tan variadas como:

- Analizar el problema para determinar los parámetros de comportamiento, es decir, separar las características necesarias, de las deseables, pero no indispensables y de las superfluas.
- Establecer junto con el usuario y el laboratorio de investigación, las especificaciones o rangos de tolerancia de cada una de las propiedades necesarias y de las características de funcionamiento del producto.
- Verificar en pruebas de campo los resultados de la experimentación de laboratorio.
- Comprobar la correcta utilización del producto por el usuario, lo que frecuentemente abarca desde el entrenamiento del operador, y comprobación de las condiciones de seguridad, hasta la resolución de problemas inesperados. La solución de problema en el uso, a veces requiere de asistencia continua del personal técnico durante días en-

teros hasta que el proceso esté debidamente controlado.  
" Un usuario que ha obtenido el óptimo resultado del producto que ordenó, es la más sólida base del progreso y continuidad de nuestra industria ".

#### INSUMOS

La industria de pinturas utiliza más de 1840 materias primas, que según su precedencia de fabricación, podrían clasificarse así:

- Por número de productos;

|   |       |    |   |
|---|-------|----|---|
| De producción nacional completa               | ..... | 30 | % |
| De producción nacional con insumos importados | ..... | 35 | % |
| De importación directa                        | ..... | 35 | % |

- Por volumen de consumo;

|   |       |    |   |
|---|-------|----|---|
| De producción nacional completa               | ..... | 34 | % |
| De producción nacional con insumos importados | ..... | 48 | % |
| De importación directa                        | ..... | 18 | % |

## DIAGRAMA DE PROCESO TIPICO DE LA INDUSTRIA DE PINTURAS

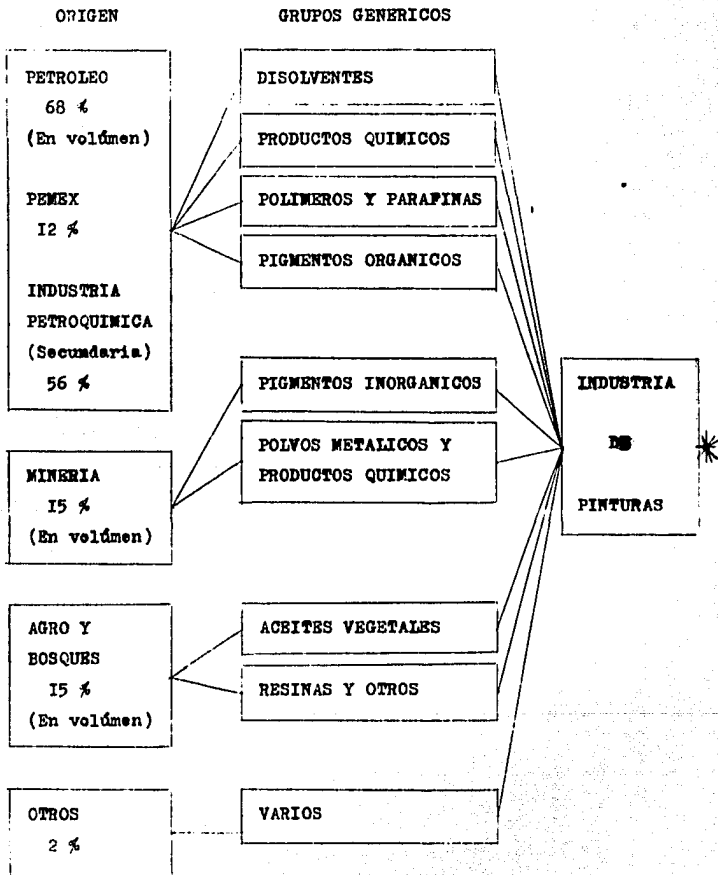
- I.- RECEPCION DE MATERIAS PRIMAS
- II.- ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS
- III.- REACTORES DE POLIMERIZACION
- IV.- TANQUE DE DILUCION
- V.- ALMACEN DE INTERMEDIOS (VEHICULO)
- VI.- DISPERSION DE ALTA VELOCIDAD
- VII.- MOLINOS
- VIII.-TANQUE DE AJUSTE
- IX.- CONTROL DE CALIDAD
- X.- ENVASE Y EMPAQUE

El proceso se inicia con la recepción de las materias primas (I) que una vez aprobadas por el laboratorio de control de calidad, pasan a los almacenes correspondientes (II). De ahí diversos productos químicos (dependiendo del vehículo) son cargados a un reactor (III), donde se obtiene el polímero, también llamado genéricamente resina, que es el vehículo de la pintura. Se detiene la reacción enfriando y diluyendo el polímero para estabilizarlo (IV) y almacenarlo (V) para uso posterior junto con pigmentos y disolventes para preparar una pasta homogénea, ya sea por dispersión a alta velocidad (VI) o usando un molino (VII) (algunos de ellos de diseño especial desarrollados por la propia industria de pinturas). En estos molinos, como el de arena, se obtiene la finura, es decir una dispersión de las partículas tan finas que no se debe palpar ningún grumo por pequeño que sea, pues aparecería en la pintura (que es de sólo unas milésimas de milímetro de espesor). Una vez obtenida la finura deseada, se pasa a los tanques de ajuste (VIII) donde se agregan una variedad de productos químicos llamados genéricamente "aditivos"

y que imparten al producto, características necesarias como: secamiento rápido, flexibilidad, plasticidad para que la película no se agriete o se parta, niveladores para que la película sea uniforme, etc. Por supuesto no todas las pinturas llevan todos los aditivos. Cada una lleva sólo las que necesita.

Todas estas cualidades que debe reunir el producto, son verificadas cuidadosamente por el laboratorio de control de calidad (IX) mediante aparatos que en muchos casos han sido específicamente diseñados para este único propósito. Actualmente se cuenta con diversos aparatos electrónicos que permiten - diagnosticar en forma rápida y precisa si el producto es óptimo o si podrá llegar a presentar algún problema de uso. Solamente después que el producto ha sido aprobado por el laboratorio de control de calidad, es pasado al departamento de envase y empaqué (X) para finalmente hacerlo llegar al usuario.

" El principal ingrediente de toda pintura es la investigación tecnológica aplicada sistemática y conscientemente " .



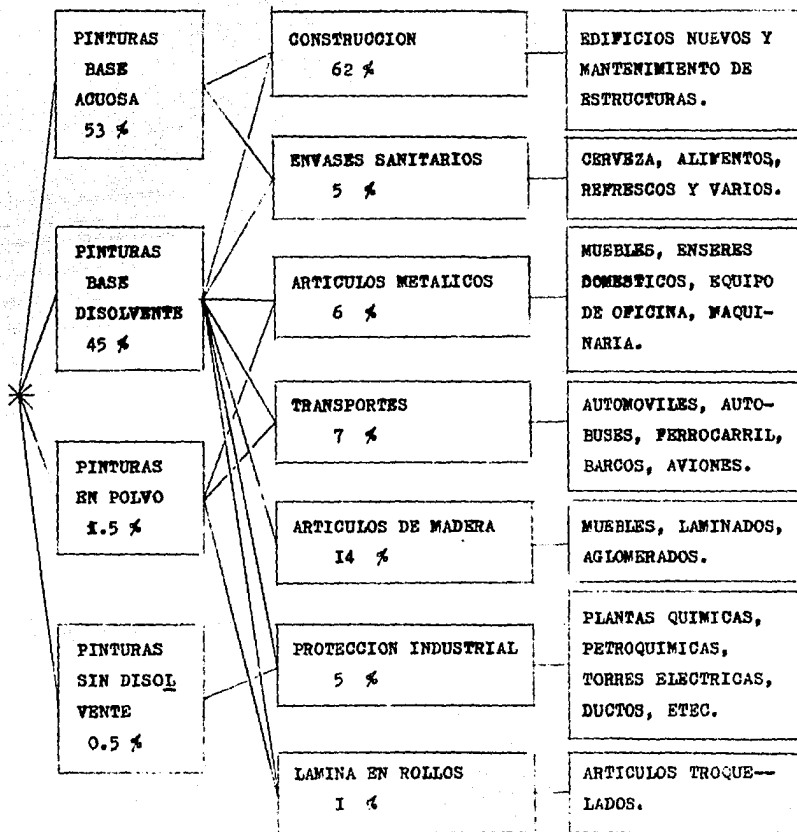
PRODUCTIVOS

PRODUCTOS TERMINADOS

CLASES

USOS

APLICACIONES





**C A P I T U L O**

**I I**

# EL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

## INTRODUCCION Y DEFINICION

Puedo afirmarse que la idea de calidad nació con el hombre mismo. Todo lo que servía para satisfacer sus necesidades era bueno. Pero el control de calidad sólo apareció hasta que el hombre empezó a comerciar.

A principios del siglo XX entró al escenario fabril el mayordomo de control de calidad. Al surgir las fábricas modernas en las que muchos hombres desempeñan tareas similares, se ve que hace falta un supervisor, quien asume la responsabilidad por la calidad del trabajo efectuado en su departamento.

Pero llega la Primera Guerra Mundial y el supervisor se preocupa más por la cantidad que por la calidad. 20 años después, se inicia el control de calidad por inspección. Aparece el primer inspector de tiempo completo, y esto conduce a que de 1920 a 1930 grandes organizaciones de inspección se encuentran separadas e independientes de la producción. Durante la Segunda Guerra Mundial aparece el CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD. Las principales aportaciones de esta etapa son las gráficas de control estadístico y la inspección por muestreo, en lugar de la inspección 100%.

Así que el control de calidad lo definimos de la siguiente manera:

- a.- Es la función administrativa cuyo objetivo es mantener la calidad de los productos que elabora una empresa, de acuerdo a una línea de NORMAS y ESTANDARES establecidas.
- b.- Es la coordinación de esfuerzos en la organización de manufactura para que la producción se llave a cabo en los niveles más ECONÓMICOS que permitan obtener completa satisfacción del consumidor.
- c.- Son todas las actividades que en una empresa manufacturera tienden a MEJORAR el comportamiento de las partes, de acuerdo a ciertas ESPECIFICACIONES, revisando las ya EXISTENTES, hasta alcanzar un nivel de calidad real.

## CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCION

El control de calidad en la fabricación es, de hecho, lo que viene a la mente en la mayor parte de las personas cuando escuchan el término control de calidad. En realidad, hay tres subfases importantes que describen el control de calidad a lo largo del proceso de fabricación. Estas tres subfases comprenden los siguientes aspectos:

- A).- Inspección y control de la calidad de las materias primas recién adquiridas.
- B).- La inspección de los productos y el control de los procesos.
- C).- La inspección y verificación del correcto funcionamiento de los productos.

Es en estas subfases en donde encuentran su mayor aplicación las acreditadas técnicas para inspección y control estadístico de la calidad.

Sin embargo, es convenientemente hacer notar en este punto, que el objetivo del control de calidad en el proceso de fabricación es el de implantar los patrones, midiendo para ello las características de las materias primas, piezas y productos, a fin de comparar estas medidas con las de los patrones establecidos, de tal manera que, a).- se acepten o se desechen los productos, b).- se corrija su funcionamiento mediante una realimentación de datos.

Es oportuno indicar que las técnicas que se han venido señalando desempeñan funciones distintas. Así las de inspección y verificación de productos, proporcionan el control necesario para evitar la filtración de artículos que no satisfacen los patrones de calidad, así como de aquellos con muy pocas probabilidades de satisfacerlos. Las técnicas de control, del proceso de producción, tienen como finalidad determinar: cuándo el proceso que genera las medidas patrones de calidad, tienen una probable falla. Estas técnicas proporcionan la acción correctiva a seguir antes de que las pérdidas por material de desecho se vuelvan prohibitivas. Por último, la realimentación de datos provenientes de las diversas operaciones de inspección y producción, suministra la información necesaria para realizar una revisión de los patrones de calidad y de los diseños del producto.

La aplicación de las técnicas modernas de inspección y la multitud de aspectos y secciones de la fabricación a que afecta, obliga a establecer una organización adecuada de la inspección, dividiéndola en diversas secciones que corresponden a las variadas funciones que se presentan en el sistema de control de calidad, cuya importancia y extensión dependen del volumen y características de la empresa y que son esencialmente las siguientes:

**SECCION TECNICA.-** El personal de esta sección tiene la misión de establecer los métodos y rutinas de la inspección adecuadas en cada caso, confeccionar planes de inspección, determinar y aplicar los métodos de control de calidad, decidir las gráficas de control que han de aplicarse, recoger y ordenar datos para establecer tendencias y causas de error y deducir resultados.

**INSPECCION DE RECEPCION.-** Interviene en la inspección de todos los productos que llegan a la factoría, comprendidas las máquinas - herramientas y equipos adquiridos en el exterior.

**INSPECCION DE FABRICACION.-** Comprende la inspección de mecanizado, de montaje y la de todos aquellos talleres que intervienen en la fabricación del producto, tales como los de acabados electrolíticos de función, pintura, barnizado, carpintería, etc.

**INSPECCION FINAL.-** Tiene como misión efectuar todas las pruebas de recepción establecidas para la unidad terminada, tanto las funcionales como de laboratorio; interviene también en el almacenamiento y en el embalaje y transporte del producto.

El concepto cabal de lo que es un control de calidad dentro de una organización, no sólo comprende el establecimiento de políticas de amplia extensión, el diseño de los patrones de calidad para los productos y la creación de controles para el proceso de producción. El control de calidad se debe extender hasta cubrir las fases de distribución, colocación y uso del producto. No hay que olvidar que para el consumidor final, la calidad no es lo que dictó la política de producción, ni el diseño elaborado por los técnicos, sino el funcionamiento correcto del producto que tiene en sus manos. Un artículo perfectamente concebido y producido puede estropearse al ser distribuido o bien puede quedar mal colocado. Por lo anterior, para muchos productos se hace necesario que el control de calidad abarque estas fases y sea considerado como una parte del proceso de producción. Además, los diseños mejor concebidos y los procesos de producción óptimamente controlados, no pueden impedir la filtración de algunos artículos defectuosos. Consecuentemente, las políticas y prácticas encaminadas a garantizar la calidad de los productos, deben determinar en el análisis final, si el último consumidor puede quedar satisfecho con la calidad del producto.

## CUATRO ASPECTOS DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

El control de calidad es llevado a los siguientes planos revistiendo en cada uno de ellos un aspecto distinto.

- 1.- Se aplica en aquellos niveles que deben determinar el nivel de calidad deseable en el mercado.
- 2.- Se lleva a la etapa de planeación técnica de la empresa, durante la cual se especifican los niveles de calidad que le permitirán competir con los niveles óptimos del mercado.
- 3.- Es indispensable en aquella etapa de producción que requiere el ejercicio de un control sobre las materias primas recién adquiridas, al igual que sobre las diversas operaciones de dicho proceso, a fin de hacer efectivas las políticas acordadas y lograr elaborar productos con los requisitos de calidad que se han determinado.
- 4.- Debe llevarse a las etapas de colocación, distribución y uso del producto, puesto que no es raro que la calidad del producto sufra menoscabo al ser mal colocado o distribuido. Y en lo que respecta al uso, es necesario el control de calidad puesto que la mayor parte de los productos son garantizados en el transcurso de tiempo X, y, consecuentemente el control de calidad debe extenderse hasta esta fase, vigilando que el funcionamiento de los productos sea tal que no defraude la garantía que se le otorga.

## QUE BENEFICIOS APORTA EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD

- Ventajas para la industria.- Productos de calidad sostenida. Reducción de costos de manufactura. Cumplimiento de normas. Incremento de prestigio. Compras repetitivas del público. Motivos para mejorar continuamente la fabricación, distribución y servicios. Impulso a la productividad.
- Ventajas para el público.- Adquisición de artículos a su precio justo, según su nivel de calidad. Confianza en las marcas nacionales.
- Ventajas para el país.- Abatimiento de las importaciones y del contrabando. Mayor actividad del mercado local y del internacional. Transición de industrias pequeñas a medianas y de éstas a grandes, originando más empleos. Potencial crediticio incalculable para las agrupaciones de industriales que les permitirán planes de expansión y diversificación de producciones, con el consiguiente beneficio para México.

C A P I T U L O

I I I



## INTRODUCCION

Hasta hace unos cuantos años el control de calidad se reducía a la simple labor de inspección para determinar qué productos deberían aceptarse y cuáles rechazarse.

Con la industrialización el panorama ha cambiado:

Actualmente hay intermediarios entre productores y consumidores llamados distribuidores que encargan el artículo. La producción, la demanda, la competencia han aumentado. Estas son razones poderosas que obligan al productor a mantener cuidado constante en las características que definen a su producto y protegen al consumidor contra la aceptación de malos productos. Esto es, la calidad debe mantenerse a un nivel uniforme, aceptable tanto para el productor como para el consumidor.

Ya no es suficiente separar lo bueno de lo malo ( que es en lo que consiste la inspección), porque esto no beneficia al fabricante, ya que lo mismo cuesta un artículo aceptable que uno rechazable.

La inspección, es cierto, evita muchas reclamaciones de los compradores, pero no es suficiente. Al fabricante le piden mejor producto, mejor calidad. Por esto es necesario comprender que la calidad no se inspecciona, sino que se fabrica.

En la fabricación y consumo de un artículo se presentan dos clases de riesgos:

1º.- Riesgo del productor: Que le sean rechazados lotes de materia-

bueno

2º.- Riesgo del consumidor: Que sean aceptados lotes malos considerados como buenos.

## CONCEPTOS DE CALIDAD

### ¿ QUE ES CALIDAD ?

" Es el grado en que un producto satisface los requerimientos propios del uso al que se le destine "

**CALIDAD.-** Es el conjunto de propiedades que concurren en un objeto a través de los diferentes pasos de su proceso de fabricación y que determinan que el objeto resulte útil o atractivo.

**LA CALIDAD DEL PRODUCTO.-** Puede definirse como las características combinadas de ingeniería y manufactura que determinan el grado en que el producto en uso alcanzará los deseos o necesidades del consumidor.

### ¿ QUE INTERESA AL CLIENTE RESPECTO AL PRODUCTO ?

**FUNCIONAMIENTO.-** El producto debe efectuar la función esperada y durante el tiempo planeado.

**APARIENCIA.-** Que el producto tenga el aspecto deseado y lo conserve.

**DURACION.-** El producto debe dar la "cantidad" de servicio planeado y mantenerlo.

**GARANTIA.-** Que en caso de falla, lo ampare una garantía.

**SERVICIO.-** Que aún después de expirar la garantía se pueda disponer de reparaciones y mantenimiento.

## COMO SE ESTABLECE Y DETERMINA LA CALIDAD

A través del análisis o investigación de mercados se conocen los requerimientos del cliente, sus deseos y necesidades.

Una vez que se ha conocido o determinado la necesidad, deseo o requerimiento del cliente, es necesario determinar la calidad y la base fundamental para esto son las características de calidad, de los productos o servicios a fabricar o a rendir.

### CARACTERISTICAS DE CALIDAD

Se llama "Características de Calidad" a toda propiedad física o química que define la naturaleza de un producto. Por Ejemplo para una pintura alquídica: Tiempo de secado, Flexibilidad, Densidad Absoluta, Viscosidad, Grado de Molienda de los Pigmentos, Resistencia a la Abrasión, Brillo etc.

Pueden concurrir diversas funciones y factores en el establecimiento de la característica de calidad, tales como:

- 1.- Diseño y Especificaciones.- El proyectista y el diseñador especifican la (s) característica (s) de calidad del producto sobre las cuales se realizará el control. Estas aparecen contenidas en las llamadas Normas de Calidad.
- 2.- Técnicas y Procesos.- El encargado del aspecto técnico diseña el proceso de fabricación a seguir en la producción.
- 3.- Compras.- El departamento de compras localiza las materias más adecuadas y económicas.
- 4.- Instrumentación.- Se detallan los instrumentos y patrones para las mediciones.

- 5.- Operación.- En la operación se instruye a los operarios para efectuar el proceso y manejar los instrumentos con el fin de hacer los productos de acuerdo con los planes y especificaciones.
- 6.- Calidad.- Informa sobre la capacidad de calidad de los procesos y concordancia con el proyecto o diseño y las especificaciones.
- 7.- Uso y Ventas.- Los clientes usan el producto y la experiencia adquirida por ventas en la aceptación o rechazo del mismo, sirve de base a modificaciones en el proyecto inicial repitiéndose así una y otra vez el ciclo.

#### FADORES QUE AFECTAN LA CALIDAD

Los factores de variabilidad, podemos clasificarlos en dos tipos:

1) Factores Controlables.

- a) Materia Prima.
- b) Maquinaria y Equipo.
- c) Mano de Obra. (Factores Humanos)
- d) Condiciones de Trabajo.

- 2) Factores no Controlables. (Factores de Azar, que también influirán en la calidad, aunque sea en una forma mínima).

## FACTORES CONTROLABLES

### a).- MATERIA PRIMA

La materia prima está sujeta a cambios que ocasionan variaciones en su calidad, a variaciones ocasionadas durante el almacenamiento o manejo, a contaminaciones, etc. Todas estas desviaciones posibles seguramente influirán en la calidad del producto terminado y aún dentro de especificaciones, vamos a tener diferencias de un producto a otro.

### b).- MAQUINARIA Y EQUIPO

El avance tecnológico y las necesidades del mercado han obligado al ingenio humano a crear equipo y maquinaria cada vez más eficiente, pero más compleja, tanto en su diseño como en su operación y en su mantenimiento. La velocidad con que trabajan estos equipos ocasionan desgastes o desajustes que también finalmente influyen en la calidad del producto.

### c).- MANO DE OBRA

Cualquier maquinaria por perfecta que sea, estará al cuidado de un operario y éste, para dar el rendimiento esperado, deberá ser seleccionado, adiestrado y motivado en forma adecuada; a pesar de esto, la actuación de un operario respecto a otro, imprimirá variación en la calidad del producto.

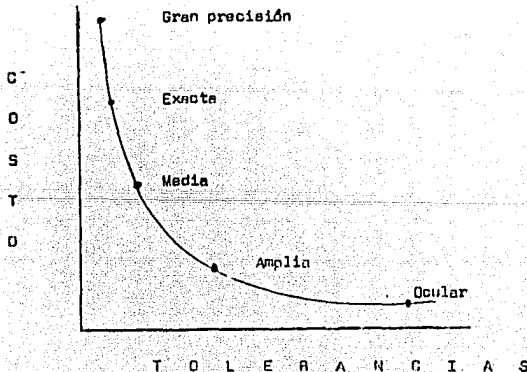
### d).- CONDICIONES DE TRABAJO

Este factor fué despreciado mucho tiempo y no se le dió la importancia que realmente tiene; pues un obrero que trabaja en condiciones de iluminación, ventilación o seguridad defectuosas, jamás podrá ni dar el mismo rendimiento ni la misma calidad de trabajo que otro con igual equipo y materia prima que trabaje en condiciones adecuadas.

## COSTO DE LA CALIDAD

Es muy importante determinar qué calidad es la realmente requerida para la elaboración de un producto. Para ello se debe tomar en consideración la opinión de todos los departamentos para determinar la aceptación del producto, su facilidad de manejo, posibilidad de manufactura, etc.

En muchas ocasiones el consumidor no requiere que el producto tenga la calidad que se le está dando. Esta información puede servir para determinar hasta qué grado de calidad el producto es aceptable en el mercado y, en función de ello, elaborarlo al costo mínimo aceptable ya que a medida que se desea obtener mayor calidad, los costos aumentan enormemente y pueden hacer incostruable el producto, como lo muestra la figura siguiente:



## ELEMENTOS DE CONTROL DE CALIDAD

### OBJETIVO DEL CONTROL DE CALIDAD

El objetivo de Control de Calidad es la producción de artículos o servicios que se rijan por una especificación deseada, sin apartarse de ellas más allá del grado de tolerancia permitido; es asegurar que al mercado sólo llegue el artículo ó servicio que satisfaga al cliente plenamente.

Para lograr este objetivo, deben de establecerse sistemas que permitan evaluar los resultados obtenidos en producción.

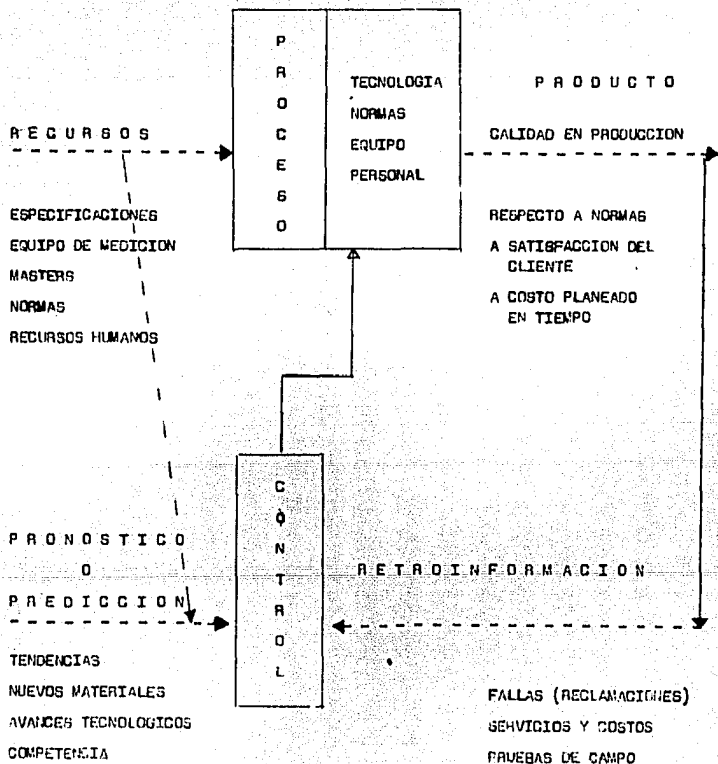
Al evaluar un producto respecto a sus especificaciones, sabemos si es que se está logrando la calidad deseada o se deben hacer correcciones o modificaciones de operaciones, procesos, grado de tolerancia, diseño, etc.

### CONCEPTO DE CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD

" Es un sistema que integra los esfuerzos de desarrollo, mantenimiento y mejoramiento de la calidad entre los diferentes grupos de una organización, con el objeto de permitir una producción ( de un objeto o de un servicio ), que al nivel más económico, satisfaga al cliente ".

# EL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

---





## BENEFICIOS DEL CONTROL DE CALIDAD

Los beneficios del Control de Calidad pueden ser los siguientes:

- 1.- Aumento del Nivel de Calidad
- 2.- Incremento de la Productividad
- 3.- Reducción de Costos
- 4.- Elevación de la Motivación del Personal

### I.- AUMENTO DEL NIVEL DE CALIDAD

El nivel o índice de la calidad final del producto se puede obtener de dos fuentes. En primer lugar la cantidad o porcentaje de producto rechazado diariamente, que hace el inspector, es una indicación inmediata de la calidad de los productos fabricados; en 2º lugar, las reclamaciones.

Por regla general, la mejora de la calidad se nota inmediatamente en los departamentos que ejecutan el trabajo. La disminución de las quejas o reclamaciones de los clientes tarda algo más en notarse.

Al mejorar la calidad y disminuir los rechazos y/o defectos, se reduce al personal de inspección, lo que reduce el costo de la misma, y en último término el costo unitario del producto.

### 2.- INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

La calidad debe incorporarse al producto. Para lograrlo con máxima eficiencia hay que emplear el método apropiado, el equipo de la capacidad necesaria, las especificaciones precisas al igual que las tolerancias y una mano de obra previamente motivada y adiestrada. Logrando lo anterior, como los defectos y rechazos se reducen al mínimo y todos los productos satisfacen las normas de calidad, los planes y programas de producción brevísimos se cumplen en su plenitud, incrementándose la productividad, ya que todo esto se logra con los mismos recursos.

Incluso, en operaciones altamente repetitivas, en las cuales las máquinas son las que fijan el ritmo de trabajo, las técnicas de control de calidad, al abatir el rechazo, hace que se incremente la productividad.

### 3.- REDUCCION DE COSTOS

Otro beneficio del Control de calidad está en los menores costos unitarios de producción. Esta reducción de costos es debida al empleo del mejor método posible y a la disminución de los rechazos .

### 4.- ELEVACION DE LA MOTIVACION DEL PERSONAL

Cada operario espere y confía que los productos que hace serán aceptados por el departamento de control de calidad. Cada supervisor o jefe de departamento espera y pretende que los operarios produzcan artículos que satisfagan las normas de calidad establecidas. Cuando las piezas o productos rechazados son muchos, se crea un clima de tensión entre el supervisor y los operarios, entre el supervisor y el inspector, etc. Los operarios se resisten al ver sus productos rechazados por el departamento de control de calidad, y no pueden evitar y sufrir las críticas de sus supervisores. Estos también son blanco de las críticas de sus jefes, cuando los rechazos en sus respectivos departamentos exceden los límites tolerados. Todo esto conduce a que empeoren las relaciones ante jefes, supervisores, inspectores y operarios; lo cual empeorará la situación respecto al cumplimiento de metas.

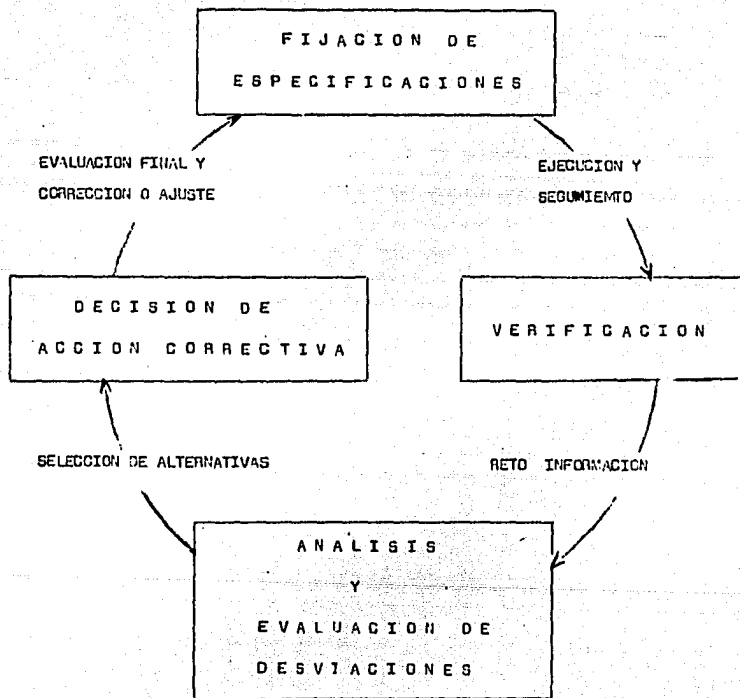
Por el contrario, el mejoramiento de la calidad de los productos, se traducen en una elevación de la motivación de todos: inspectores, jefes, supervisores y operarios.

## EL CICLO DE CONTROL

Para controlar la calidad de una parte o producto existen principios básicos; en todos los casos, son sencillos; pues para controlar cualquier cosa se deben seguir los siguientes puntos:

- 1.- Tener una norma o especificación y tolerancias contra las cuales se comparan las partes o artículos producidos.
- 2.- El artículo, parte, pieza, material, ensamble, etc. al ser controlado deberá ser mensurable ó verificable y debe ser medido o verificado.
- 3.- El valor obtenido (medido o verificado) deberá ser comparado con un resultado deseado o necesario que lleve el nombre de medida, norma o especificación. Esta puede ser fija o puede cambiar con el tiempo.
- 4.- La comparación produce una diferencia generalmente llamada: "error", falla, defecto, etc., y de ésta se deriva una "corrección".
- 5.- La corrección es aplicada al proceso, operación, método, diseño, etc. y mientras no se ejecuta, no puede hablarse de "Control".
- 6.- Se efectúa una nueva medición o verificación, de las características de calidad, para conocer los efectos de la acción correctiva. Así como el grado de desviación respecto a lo planeado.
- 7.- Entre el punto No. 1 y No. 2 se debe decidir antes, qué se va a controlar, para esto habrá que identificar, dividir y clasificar las características de calidad ya sea de la materia prima, del artículo en proceso o en este caso del PRODUCTO TERMINADO. Una vez decidido que característica de calidad se va a controlar se debe establecer el cómo se va a realizar este control y para esto se tiene que seleccionar el medio más adecuado, entre estos están: la inspección, la verificación, las pruebas y los ensayos que constituyen el área de control de calidad NO estadístico. Y los medios o técnicas que forman el Control Estadístico de Calidad de los cuales los principales son: las distribuciones de frecuencia, las gráficas de control por variables, las gráficas de control por atributos, los planes de muestreo para la aceptación de variables, los planes de muestreo para la aceptación por atributos, la técnica de "precontrol", los índices de calidad y los métodos especiales estadísticos como el análisis de varianza, la hipótesis nula, etc. 52

## EL CICLO DE CONTROL



## NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

Para controlar la calidad de los productos y asegurar que estos salgan con la calidad, se debe contar con referencias que sirvan para comparar y evaluar la calidad de los productos fabricados y en base de esto poder — efectuar las acciones de control pertinentes.

A ciertas referencias es lo que en control de calidad se les da el nombre de especificaciones de calidad.

**LA ESPECIFICACION DE CALIDAD.**— Las especificaciones de calidad, no solamente pueden estipular las características físicas o químicas del producto terminado, sino también estipular, entre otras cosas: la materia prima, los métodos de fabricación, la calidad propuesta del producto, las tolerancias; muestran cómo se van a efectuar las operaciones y de qué materiales, partes o subensambles se van a hacer los productos, etc.

Cuando se reúnen una serie de especificaciones para un producto, se tiene una norma.

Por lo tanto, las normas incluyen la definición y descripción detallada de un producto, sus partes componentes, los materiales de que ésta hecha y cualquier otra enunciación de características de calidad particulares tales como el tamaño, el grado de calidad, el rendimiento y las propiedades adicionales que pueden desearse o que tengan aceptación entre fabricantes y consumidores.

La especificación es una herramienta importante del Control de Calidad, mediante la cual se obtiene un producto de calidad aprobada

La especificación de calidad es una ley o regla industrial, que nos sirve para indicar qué es lo que está bien o mal; una parte, un producto o un servicio.

El propósito de una especificación de calidad es la definición; es decir, una característica de calidad, de un producto o un servicio, deberá estar definida de tal forma que no se mal interprete por las partes interesadas.

La norma del producto intenta definir las características de calidad deseadas en el mismo y simultáneamente permitir la máxima flexibilidad en la elaboración del producto, además, una comunicación adecuada entre las personas involucradas.

**ESTABLECIMIENTO DE ESPECIFICACIONES.**- El diseño y establecimiento de las especificaciones, es esencialmente un arreglo entre los requerimientos del consumidor y las posibilidades del productor; debido a que, idealmente al productor le gustaría no tener límites y el consumidor desearía que cada uno de los productos fuera idéntico al anterior, es frecuente que existan discusiones en relación a los límites; porque el productor, quisiera límites no razonables. Y el consumidor no se da cuenta de que los procesos de producción tienen limitaciones y si él insiste en algo mejor de lo que es capaz el proceso, tendrá que pagar por ello, ya sea directa o indirectamente. Por otra parte, los límites sobre los cuales se insiste, de hecho, son innecesariamente estrictos y podrían ser ampliados sin que se afecte, apreciablemente la calidad y en cambio, podría resultar un costo más bajo. Las características esenciales de un producto son tomadas, generalmente, como base para fijar las especificaciones y estas últimas para fijar las tolerancias en la calidad de diseño de un producto. La fijación de especificaciones y tolerancias mediante el uso de los métodos estadísticos es el camino más científico, que brinda las máximas ventajas a todos.

**RESPONSABILIDAD EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESPECIFICACIONES.**- En párrafos anteriores ya mencionamos que se llega a la selección de lo que deben ser las características de calidad de un producto, mediante la discusión entre los departamentos. Todos contribuyen un algo, así: VENTAS da a conocer la opinión de los clientes; INGENIERIA, manifiesta las limitaciones de

costo y de personal; etc. y CUMFRAS las de disponibilidad de materiales.

Debe existir una fuente única autorizada para emitir las especificaciones de calidad del producto, de otra manera habría confusión. Esto es, debe ser un departamento único, quien tenga la facultad y la responsabilidad de publicar las especificaciones oficiales del producto.

Este departamento en algunas empresas, es el departamento de Ingeniería o diseño, en otras, el departamento de investigación; ó el departamento técnico, etc.

Cuando algunas tolerancias son establecidas por el departamento responsable, sin tener la suficiente información sobre el producto y con el fin de protegerse sobre posibles quejas de parte del consumidor, las diseñan estrechas, esto tiene las consecuencias siguientes:

- 1.- El personal de producción y de inspección, guarda poco respeto a las especificaciones y tolerancias.
- 2.- Se aumenta el costo de fabricación del producto.
- 3.- Habrá exceso de desperdicio y de material o producto reprocesado.

Las especificaciones de calidad, fijan tolerancias o indican características del producto. Al apearnos a ellas, obtendremos un producto que podrá enfrentarse a la competencia, porque su nivel de calidad será satisfactorio.

Es necesario tener en cuenta que en cada producto va comprometida la reputación y el prestigio de la empresa, por lo que se debe velar para que las normas y especificaciones se cumplan; ellas son las que aseguran la calidad permanente del producto.

## VARIABLES Y ATRIBUTOS

Ya hemos visto la importancia de las especificaciones y está claro que sin estas, no puede haber Control de Calidad; ahora bien, dependiendo del tipo de especificaciones disponibles, podemos tener:

### CONTROL DE VARIABLES.-

Se tiene este tipo de control cuando la característica de calidad por evaluar, puede expresarse en números ( Kgm. gr. cm., No. de ciclos; %; etc. )

### CONTROL POR ATRIBUTOS

Este tipo de control se hace a través de comparación ocular respecto a un "mester"; por apreciación en función de la experiencia del inspector. Generalmente el control por atributos, se hace en función de defectos: Grietas, Poros, Roturas, Golpes, Mancha, Torcido, Ampolles, etc.

Estos dos tipos de controles son aplicables o bien pueden implementarse en la industria de las PINTURAS. Ya que el producto terminado debe cubrir ciertas especificaciones de dimensionamiento, resistencia, aprobaciones, etc.

A continuación daré una lista de las pruebas, medición y tipo de control que se efectúan en la industria de Pinturas:



| <u>PRUEBA</u>                   | <u>MECION</u>            | <u>CONTROL POR:</u>   |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Viscosidad                      | stokes, seg., etc.       | Variables             |
| Contenido de sólidos            | gramos                   | Variables             |
| Oacidad o Poder<br>Cubriente    | metros cuadrados/litro   | Variables y Atributos |
| Peso Especifico y<br>Densidad   | gramos/centimetro cubico | Variables             |
| Grado de Dispersión<br>o Finura | micras                   | Variables             |
| Color                           | comparación con stds.,%  | Variables y Atributos |
| Tiempo de secado                | segundos                 | Variables             |
| Grosor de película              | milimetro                | Variables             |
| Dureza                          | gramos, porciento        | Variables y Atributos |
| Adhesión                        | porciento                | Variables y Atributos |
| Flexibilidad y<br>Elasticidad   | agrietamiento            | Variables y Atributos |
| Resistencia al<br>Impacto       | centimetro / gramo       | Variables y Atributos |
| Grillo                          | absorvancia ( % )        | Variables y Atributos |

|                                   |                                     |                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Resistencia a la Tensión          | kilogramo / centímetro <sup>2</sup> | Variables y Atributos |
| Resistencia a la Abrasión         | kilogramo / centímetro <sup>2</sup> | Variables y Atributos |
| Resistencia a la Corrosión        | kg / cm <sup>2</sup> , fisuras      | Variables y Atributos |
| resistencia a los Alcalis         | gramos, porcentaje                  | Variables y Atributos |
| Resistencia al Manchado           | Manchas                             | Atributos             |
| Resistencia a las Grasas y Aceite | hinchamiento                        | Atributos             |
| Resistencia a la Humedad          | ampollamiento, %                    | Variables y Atributos |

## CONTROL POR VARIABLES O ATRIBUTOS

### COMPARACION:

| CARACTERISTICA               | ATRIBUTOS | VARIABLES |
|------------------------------|-----------|-----------|
| 1.- Costo de Inspección      | Menor     | -----     |
| 2.- Habilidad Requerida      | Menor     | -----     |
| 3.- Rapidez de Inspección    | Mayor     | -----     |
| 4.- Complejidad al registrar | Menor     | -----     |
| 5.- Costo por Observación    | Menor     | -----     |
| 6.- Grado de Información     | -----     | Mayor     |

Por lo antes visto, tiene una serie de ventajas controlar por atributos y debe hacerse siempre que sea factible.

El control por variables se justifica cuando:

- a).- Se trata de productos caros
- b).- Se trata de productos "Peligrosos" por su uso
- c).- Cuando se está realizando Investigación.

C A P I T U L O

I V

## CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO TERMINADO

La evaluación de las propiedades de los acabados orgánicos en general, ya se trate de lacas, esmaltes, o barnices, tanto en su forma líquida como en su forma de película seca, ha sido siempre de interés para los técnicos en esta especialidad, debido al gran desarrollo de plásticos y materiales de recubrimiento, se hizo necesario un estudio a fondo de los métodos de control ya existentes y la creación de nuevas técnicas e instrumentación para la evaluación de las pinturas.

Esta evaluación tiene por objeto ejercer un control de calidad de los productos terminados y lo que es más importante asegurar una calidad uniforme en los diferentes lotes de producción..

Para que una prueba de evaluación pueda ser considerada como satisfactoria sus resultados deben ser exactos y reproducibles y su rango de medición debe cubrir las variaciones extremas del producto a evaluar. La operación debe ser de preferencia rápida y el costo del equipo lo más bajo posible pero su cualidad principal es que puede ser correlacionada con el comportamiento real de la película de pintura en condiciones normales de servicio.

Es de vital importancia efectuar una selección cuidadosa de los técnicos de control para cada tipo especial de pintura.

Este desarrollo cada vez mayor de los métodos de control tiene sus inconvenientes, ya que una acumulación de pruebas y datos innecesarios puede conducir a la confusión con la consiguiente pérdida de tiempo y aumento de costos de producción. Con el fin de evitar esta confusión es necesario tener en cuenta las siguientes reglas:

- 1.- Las únicas propiedades que deben ser valoradas en cada material son aquellas necesarias para satisfacer las exigencias del usuario, dependiendo del uso a que vaya a ser destinado.
- 2.- Las pruebas específicas para un material dado deben ser

efectuados siempre en condiciones idénticas hasta donde sea posible, con el fin de que los resultados sean -- significativos.

- . Mismo sustrato
- . Mismo preparación de superficies
- . El grosor de película debe ser constante
- . El ciclo de horneo debe ser controlado cuidadosamente.

3.- Las condiciones climatológicas deben ser constantes.

4.- Se debe recordar que los resultados obtenidos en el laboratorio tienen ciertas limitaciones por lo cual no se -- debe depender de ellos exclusivamente.

Las pruebas de evaluación a las cuales son sometidos -- los acabados orgánicos pueden ser divididas en dos grupos:

- 1o. Pruebas de los materiales en su forma líquida
- 2o. Pruebas de la película aplicada.

#### 1o. PRUEBAS DE LAS PINTURAS EN SU FORMA LIQUIDA

##### VISCOSIDAD

La viscosidad se puede definir como la resistencia al flujo de un líquido simple o Newtoniano.

La viscosidad es una de las propiedades más significativas de los acabados orgánicos ya se trate de lacas, esmaltes ó barnices y generalmente se busca una formulación con -- una viscosidad tal que al ser aplicada en una sola mano -- sobre la superficie por recubrir deposite una película continua, al máximo grosor requerido y libre de defectos tales como escurrimientos, falta de nivelación, etc.

Se encuentran en el mercado actualmente, varios tipos -- de instrumentos para medir la viscosidad de las pinturas, a continuación doy una lista de los diferentes tipos de medidores de viscosidad o viscosímetros:

- Tipo de burbuja de CADET
- Copas "POW" (Pinturas)
- Copas "ONE SHOT"
- Copas "LAMB." (Pinturas)
- Copas "ENGLER" (Para Alquitrans)

Copas "SAYBOLT" (para productos de Petróleo)  
Medidores "STORNER Y SHOOKFIELD" (Cualquier Líquido)  
Móvilmetro "GARDNER" (productos de alta viscosidad)  
Capilares "OSTWALD" (Cualquier líquido)

Existen tablas de equivalencias para los diferentes tipos y principios de medición de la viscosidad.

La viscosidad se puede medir en:

STOKES (Viscosidad cinemática)  
SEGUNDOS (Tiempo)  
Segundos SAYBOLT Universales (S.U.V.)  
Centistokes (Viscosidad cinemática)  
Centisporres  
etc.

Métodos estándar para determinar la viscosidad:

ASTM D 1200-82  
ASTM D 154-76  
ASTM D 154-58T  
FMMS 141 MÉTODO 4282  
ASTM D 2196-81  
NOM U 37-1978  
NOM U 38-1978

La determinación debe ser hecha a una temperatura con el fin de obtener resultados reproducibles; esta temperatura es generalmente de 25° aunque algunas determinaciones especiales se efectúan a otras temperaturas.

## CONTENIDO DE SÓLIDOS

Es una de las propiedades más significativas de esmaltes, lacas y barnices en su forma líquida, ya que conociendo el contenido de sólidos de un material y manteniéndolo constante, se puede controlar fácilmente el grosor de película seca, cualquiera que sea el método de aplicación.

Es de suma importancia fijar las condiciones en que se debe efectuar cada determinación, en especial tiempo y temperatura, con el fin de obtener resultados satisfactorios.

El procedimiento es sencillo y solamente se debe contar con una balanza analítica, una estufa con circulación de aire, un desecador, una jeringa común sin boquilla y una serie de navecillas metálicas, las cuales se deben mantener a pesos constante.

El procedimiento consiste en llenar la jeringa con el material, pesarla, depositar la cantidad requerida de muestra sobre la navecilla, volver a pesar la jeringa y meter la navecilla a la estufa manteniéndose durante el tiempo requerido, a la temperatura especificada.

Se saca la navecilla de la estufa al desecador y después de un mínimo de diez minutos se pesa. El contenido de sólidos se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ sólidos} = a-b/c-d \times 100$$

en donde:

- a = peso de la navecilla con el material seco
- b = peso de la navecilla vacía
- c = peso de la jeringa llena.
- d = peso de la jeringa después de tomar la muestra.

NOM U 22-1976

ASTM D 4139-82

ASTM D 4209-82

ASTM D 2611-69



## OPACIDAD O PODER CUBRIENTE

Esta prueba determina la capacidad que tiene una pintura, en cubrir el sustrato en tal forma que este último no se trasluzca, en este punto, ( el más eficiente ) se determina el espesor de la película y se conocen los litros por metro cuadrado que se requieren para cubrir ese propósito.

Esta propiedad depende en primer lugar del tipo de pigmento usado, y está relacionada directamente con el índice de refracción del mismo.

El mayor poder cubriente corresponde al pigmento con el mayor índice de refracción, o sea el bioxido de Titanio rutilica; mientras que el menor poder cubriente corresponde a las baritas, sílicas, y tierras diatómicas, las cuales tienen un bajo índice de refracción y están consideradas como pigmentos inertes o cargas.

El poder cubriente depende de muchos otros factores - tales como el índice de refracción del vehículo relación de pigmento a vehículo, proporción de pigmento en la pintura, grado de dispersión, forma y tamaño de partícula opacidad, absorción, color, etc.

El aparato o instrumento que se usa para este fin es el criptometro ofand que tiene un aplicador de película tipo - cuña que hace posible determinar en pocos minutos el poder cubriente u opacidad, en líquido de las pinturas.

El criptometro consiste de dos placas de vidrio separadas por un ángulo que forman las clavijas de la placa superior, al apoyarse en la placa base. Cuando se vierte la pintura entre las placas, esta forma una cuña. La placa base tiene la escala para tomar las lecturas; la placa superior es transparente y se resbala hacia atrás y hacia adelante, - permitiendo ver como la línea de separación (de blanco y negro) aparece y desaparece. Cuando aparece la línea se tomar la lectura. Por otro lado se escurre a una tabla que - convierte el valor obtenido de la escala a espesor en milésimas de pulgada y consumo en pies cuadrados por galón, que luego se convierte el sistema métrico decimal, si así se -

prefiere. La tabla se suministra con el instrumento. Conviene que se cuide la intensidad y el ángulo en que llega la luz al instrumento, asimismo la temperatura que debe ser de 21 a 26°C. Se debe escoger la placa que se va a usar (Números 2,3,5,7).

Se debe efectuar la lectura en 5 ocasiones y sacar promedio. La placa No. 2 es la más común.

Los resultados del criptómetro Ofand son más bien comparativos y su valor principal estriba en hacer reproducibles las propiedades de un material en los diferentes lotes de producción.

Método Estándar

ASTM D 2244-79

ASTM D 1535-80

ASTM D 2616-67

ASTM D 1729-82

NOM U 35-1972

FTMS No. 141 Método 4112

## PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD

El peso específico de una pintura se define como la relación entre el peso de un volumen dado de la misma y el peso de un volumen igual de agua; mientras que la densidad es el peso por unidad de volumen. En el sistema métrico decimal -- los valores de peso específico y densidad coinciden, siempre que esta última sea expresada gramos per centímetro cubico. En el sistema inglés la densidad es dada en libras per galón imperial y para ser convertida a peso específico es dividida entre 10. En el sistema americano, se expresa en libras per galón americano y se divide entre 8.3 para obtener el peso específico.

La determinación del peso específico constituye parte del sistema de control de una pintura y básicamente a una comprobación de que no se ha producido ningún error durante el proceso de fabricación.

La temperatura a la cual se efectúan generalmente estas determinaciones es de 20 a 25 °C pero cualquiera que ésta sea, debe ser mantenida constante con el fin de obtener resultados comparativos y que se pueden correlacionar fácilmente entre sí.

Uno de los métodos más usados en el laboratorio de pinturas para la determinación de densidad y peso específico es el de las llamadas "copas de peso per galón". Estas copas están fabricadas de acero inoxidable, aluminio o latón niquelado y son de forma cilíndrica, con el fondo plano y una tapa especial con un orificio en el centro.

Para hacer la determinación el material que va a ser valorado se lleva a temperatura constante y se vierte en la copa, llenandola hasta la línea pulida, en seguida se coloca la tapa en su lugar forzándola hacia abajo de tal modo que el ex-

peso de pintura salga por el orificio del centro como en un picnómetro. Se toma el peso de la copa vacía y se restará del peso de la copa llena.

En las copas de peso por galón americano, la capacidad es de 83.2 gramos de agua, por lo cual el peso en gramos de la pintura dividido entre 10 nos da directamente la densidad en libras por galón, y este valor multiplicado por 0.12 es el peso específico.

En las copas de peso por galón imperial, la capacidad es de 100 g, por lo cual, el peso del contenido dividido entre 10 da el peso en libras por galón y dividido entre 10, el peso específico del material.

La balanza de Mohr Westphal se usa para la determinación del peso específico de pinturas, en aquellos casos en que se requiere un grado mayor de exactitud.

#### Método estándar

|        |           |
|--------|-----------|
| ASTM D | 1968 - 84 |
| ASTM D | 89I       |
| NOM U  | 19 - 1974 |
| NOM U  | 24 - 1976 |

GRADO DE DISPERSION  
O  
FINURA DE MOLIENDA

Es otra de las propiedades significativas de los sistemas pigmentados. Durante el proceso de dispersión esta determinación tiene por objeto controlar el tamaño de las partículas del pigmento mientras que en los productos terminados es además una comprobación de que no hubo contaminación con materiales extraños o bien que no se produjo un choque al adicionar una sustancia incompatible al sistema o al no agregar los componentes de la formulación en el orden debido, lo cual puede producirse aglomeraciones del pigmento.

Del grado de dispersión del pigmento depende en gran parte la apariencia final de la película de pintura ya que a un menor tamaño de partícula corresponden un mejor brillo y un mayor poder cubriente.

"North Standards" para la determinación de textura. Fue el primer método desarrollado para la determinación de la finura de molienda de los pigmentos y consistía en comparar la muestra en estudio contra serie de estándares de diferente finura, los cuales se preparaban moliendo 73 partes de óxido de zinc en 27 partes de aceite de linaza refinado. La pasta resultante se mezclaba con pasta abrasiva aloxite.

Método de Hegman. El aparato consta de una placa de acero templado de 17.78 cm. de largo, 6.35 cm. de ancho y 1.27 cm. de espesor aproximadamente, en cuya superficie, perfectamente pulida y plana, se encuentra un canal de 13.25 cm de largo por 1.27 cm. de ancho en un desnivel que va desde 100m. en un extremo hasta cero en el otro.

El producto es extendido en la placa por medio de una rasqueta de acero de 8.29 cm. de largo por 3.81 cm. de ancho y 0.63 cm. de espesor, cuyos dos extremos se encuentran redondeados a un radio de 0.25 cm. aproximadamente.

Para hacer la determinación, un ligero exceso de material es colocado en el extremo más profundo del desnivel y haciendo uso de la rasqueta es extendido a lo largo del

canal con un movimiento uniforme, ejerciendo una presión suficiente para dejar limpios los bordes de la placa a los lados del canal. En algún punto del canal, las partículas o aglomerados resultan visibles debido a que su tamaño excede de la altura del desnivel. La lectura se hace en el lugar en que la distribución de las partículas se hace más uniforme y corresponde directamente a la finura de la molienda, y sea en milésimos de pulgada, en micras o en la escala de Hegman.

Se debe procurar que el ángulo entre la superficie de la placa y la línea de visión no sea mayor de 30 ni menor de 20 grados.

El error personal de apreciación es eliminado haciendo uso de patrones standard impresos mostrando los diferentes tamaños de partículas.

Métodos Estándar

ASTM D 1210-79

## COLOR DE MATERIALES NO PIGMENTADOS

Aunque la espectrofotometría es muy usada para el análisis química de líquidos, transparentes, raramente es empleada para la determinación de color en lacas y barnices, en la industria de pinturas, en donde generalmente se usan métodos más simples de comparación, como por ejemplo, con soluciones standard o con cristales coloridos, conocidos como escalas de color. En realidad lo que se mide con estos standard o con cristales coloridos, conocidos como escalas de color, En realidad lo que se mide con estos standards no es propiamente el color sino la intensidad del mismo, - ya que el color de la muestra rara vez coincide con el del material usado en la preparación de la escala; pero tienen la ventaja de su simplicidad, bajo costo y adaptabilidad a las más variadas condiciones de trabajo.

Esta prueba de color es muy delicada, al hacer comparaciones de color, muchas cosas deben tomarse en cuenta:

El panel usado como patrón de color pudiera decolorarse o amarillearse o palidecerse con el tiempo. Este cambio es usualmente muy pequeño como para hacerse perceptible en corto tiempo pero, eventualmente, habrá un cambio significativo. La luz, tanto su intensidad como su tipo, debe mantenerse uniforme y normalizada, a veces se especifica luz diurna, pero aun esta es muy variable, por lo que se prefiere alguna forma de iluminación estándar. aun en materiales pigmentados el espesor de la película, el tiempo de secado y el método de aplicación pueden influenciar ligeramente el color y, en el caso de acabados claros o transparentes sobre madera es necesario checar el sistema completo.

El color se mide con medidores por diferencia de color automáticos de alta sensibilidad. Gardner tiene muchos modelos, están diseñados para conformarse a los conceptos de colorimetría. Mide el color absoluto en 3 escalas, de las que se calcula la diferencia de color.

### Método estandar

ASTM D 2090-61

ASTM D 2244-79

ASTM D 2616-67

ASTM D 1729-62

## TIEMPO DE SECADO

El tiempo requerido para que seque suficientemente una pintura aplicada normalmente y que permita que se aplique otra capa sobre ella y se ponga en servicio, varía con el tipo de pintura y con las condiciones atmosféricas que prevalezcan, también depende el espesor, del número de capas y de la severidad del ambiente.

Por ejemplo; bajo condiciones atmosféricas favorables, el tiempo de secado entre capas puede variar de una hora en una pintura a base de látex hasta 48 horas en una pintura a base de aceite, no obstante se requirieran tiempos muchos mayores, para estas mismas pinturas, bajo condiciones de alta humedad, baja temperatura y pobre circulación de aire. Un sistema de 5 capas requerirá normalmente periodos de secado mayores entre capas que un sistema de 3 capas.

Los recubrimientos destinados a exposiciones muy severas en ambientes muy corrosivos o abrasivos deben tener una manera "CURA" por capa y total, antes de ponerlos en servicio. En todo caso el criterio lo debe dar el fabricante y lo más recomendable es seguirlo.

Para llevar a efecto esta prueba es necesario colocar la película de pintura en placas de vidrio con dimensiones de 20 por 10 cm.

### Método estándar

ASTM D 1640 - 83  
ASTM D 1650 - 76  
ASTM D 711 - 87  
ASTM D 3259 - 84  
NOM U 31 - 1977



## 2ª PRUEBAS DE LA PELICULA APLICADA

Una vez que un material ha pasado satisfactoriamente las pruebas antes mencionadas, se procede a su aplicación con el fin en primer lugar de ver - si esta puede ser conducida normalmente y en segundo lugar para valorar las propiedades de la película aplicada.

La mayoría de las pinturas son adelgazadas a una viscosidad específica antes de ser aplicadas y la selección del adelgazador así como la proporción del mismo dependen no solamente del tipo de material sino del método de aplicación que vaya a ser empleado. Después de adelgazada la pintura y una vez - ajustada la temperatura, en los casos en que esta se requiera se procede a su aplicación la cual debe ser hecha espesándose hasta donde sea posible a - las condiciones normales de trabajo.

### GRUSOR DE PELICULA (ESPESOR)

La determinación del grosor de película es una de las pruebas básicas de control en un laboratorio de pinturas, ya que en la mayoría de los casos, gran parte de las propiedades de los esmaltes tales como brillo, dureza, flexibilidad, adhesión, resistencia al choque, a la corrosión y a los agentes químicos, etc., dependen en mayor o menor grado del grosor de película - depositado sobre el sustrato.

A su vez la determinación del grosor de película por el usuario reviste una gran importancia por las siguientes razones:

- 1a.- En los acabados industriales para asegurar el máximo de calidad del - producto terminado.
- 2a.- En las pinturas de mantenimiento, con el fin de obtener la protección - óptima del sustrato.
- 3a.- En los acabados de tipo doméstico o puramente decorativo, para conse- - guir un rendimiento máximo unido a una buena apariencia del objeto - pintado.

Ahora bien, ¿Cuál es el grosor de la película correcta?

No se puede dar una respuesta generalizada a esta pregunta ya que este valor dependerá en cada caso del tipo de material usado y propiedades que se deseen en la película aplicada, pero como regla general puede decirse que el grosor de película promedio para primarios aplicados sobre superficies metálicas debe ser de 0.013 - 0.025 mm, y el grosor del acabado de 0.025 - 0.043 mm, dependiendo estos valores desde luego de un gran número de factores tales como el grado de protección del sustrato que se requiera, experiencia final del artículo, etc.

Hablando de películas secas, existen muchos tipos de medidores de espesor. Las películas sobre madera se miden con un micrómetro de carátula que trabaja a base de resorte; este es el único tipo existente que no daña la película. Para las películas sobre metal hay varios métodos que no dañan la película.

El "MFGNE - GE" mide el espesor de capas no magnéticas sobre bases o sustratos magnéticos como el acero, éste se diseñó originalmente para medir los espesores de depósitos electrofíticos, es esencialmente una barra magnética colgando del extremo de un brazo horizontal activado por un resorte espiral. El objeto recubierto se coloca bajo el imán, que luego es bajado hasta hacer contacto con la perilla que desenvuelve o desenrolla un resorte. A mayor espesor de película, menor es la fuerza de atracción entre el imán y el sustrato, esta fuerza se mide enrollando el resorte hasta que se zafe el imán, la fuerza es convertida a espesor refiriéndola a curvas de calibración que se suministran con el equipo.

El medidor de espesores "GE" (General Electric), también es del tipo magnético. La cabeza de medición es un imán en forma de barra con rebordes en cada extremo, el imán se energiza por medio de la corriente eléctrica, los rebordes se aplican o apoyan sobre la película que funciona como claro para cambiar la impedancia de la cabeza medidora, una carátula graduada directamente en milésimas de pulgada (la industria nacional usa las milésimas de pulgada para medir espesores de película, más que cédimas o centésimas de milímetro) indica el espesor.

Un tercer tipo de medidor de espesores magnéticos es el "ELCOMETRO". Este difiere del tipo anterior en que es integral y no requiere conectarse a la corriente eléctrica, es portátil y puede usarse en los otros citados, para usarlo basta con colocar los dos esferoides o patas de detección sobre el recubrimiento y oprimir el botón que fija la aguja, cuando la aguja ya no se mueve, se libera el botón y se lee el espesor directamente en una escala contenida en la parte superior del instrumento. Se repite la operación en la misma zona a 90 ° y se promedian las dos lecturas.

El "FILMETER" mide espesores de película sobre aluminio y otros metales no magnéticos. Su acción se basa en los cambios de inductancia que ocurren en la bobina en la que está fluyendo una corriente alterna cuando la bobina se coloca cerca de un metal no magnético, contiene un circuito compuesto por 3 bobinas de éstas es un oscilador fijo, otra es un oscilador variable y la tercera es una bobina reguladora, el variable sirve para captar, o sea, que es la que se pone en contacto con la película a medir, los otros dos producen un sonido audible que se pueda acallar por medio del ajuste del oscilador variable. Hay dispositivos para medir las películas a base de encajar una aguja a la base conductura para completar un circuito eléctrico. Entre estos está el MEDIDOR GAMMA y el MICROMETRO ELECTRONICO DE CARSON.

El "DERMITRON" (modelos DB y DBB) sirve en pruebas no destructivas, para medir recubrimientos sobre sustratos metálicos magnéticos y no magnéticos depósitos electrolíticos, anodizados, pinturas, etc. también mide capas o recubrimientos metálicos sobre bases no metálicas, opera por virtud de corrientes de eddy inducidas sobre superficies metálicas, estas corrientes son corrientes alternas minúsculas que circulan en trayectorias cortas y correadas en la cara de un material conductor, estas corrientes son inducidas por uno de sus cuatro sensores sobre la película sujeta a prueba, cada uno lleva una corriente de diferente frecuencia.

Métodos estándares para determinar el espesor:

ASTM D 1186 - 81  
ASTM D 1400 - 81  
ASTM D 1212 - 79  
ASTM D 823 - 84  
ASTM D 4414 - 84

## DUREZA

Es bien sabido que a medida que avanza el curado de la película de pintura ya sea por simple evaporación de disolvente, o polimerización de sus componentes, el grado de dureza de la misma va aumentando hasta llegar a un máximo que puede ser alcanzado en el término de varias semanas o bien de unos cuantos segundos dependiendo del tipo de material y de las condiciones de secado.

Esta es una de las pruebas básicas que deben ser efectuadas en todo laboratorio de pinturas, debiendo tener en cuenta que en la mayoría de los casos el usuario prefiere el máximo de dureza ya que esto representa una mejor resistencia de la película a los agentes exteriores, pero como infortunadamente en la mayoría de los casos este aumento de dureza va unido a la pérdida de otras propiedades de la película tales como flexibilidad, resistencia al impacto, etc. se llega fácilmente a la conclusión de que en cada caso se debe buscar un balanceo perfecto de tales propiedades de acuerdo con el uso específico que se le vaya a dar a la pintura.

### Ensayo de dureza por el procedimiento al lápiz

(WILKINSON Y GARDNER)

Es uno de los métodos más sencillos para la determinación de dureza en películas de pintura y tiene la ventaja de que puede ser usado sobre superficies de cualquier forma y en cualquier posición, que se encuentren, pero desgraciadamente sus resultados se consideran semicuantitativos ya que son difíciles de reproducir debido a que dependen de varios factores tales como error personal del manipulador, marca de los lápices, forma que se le da a la puntilla, presión ejercida sobre el lápiz y ángulo en el cual se mueva, etc. básicamente el método consiste en tratar de rayar la superficie de pintura con lápices de creciente dureza que va desde 6B hasta 9H, los cuales deben ser sostenidos en posición de escribir en un ángulo de 45° y empujados hacia adelante, ejerciendo una presión uniforme.

La graduación del lápiz que penetra la película de pintura se reporte como la dureza del material.

En el método de Wolf Wilbron (Erichsen 291) los lápices son colocados sobre un soporte montado en rodillos y cuyo peso se regula en tal forma que la presión de la punta del lápiz sobre la película de pintura es exactamente de 300 g. Una marca que posee el aparato permite situar exactamente la punta del lápiz, con lo cual se consigue ejercer una presión uniforme sobre la superficie. El aparato es arrastrado sobre el material bajo ensayo por medio de una empuñadora. Se aconseja no usar este sistema para pinturas mates o primarios en los cuales el tipo de pigmento puede influir sobre la lectura.

La General Electric CO., estableció un procedimiento para valorar o graduar en % esta prueba, la cual es la siguiente:

| Resultado de prueba<br>de lápiz | % de dureza<br>permitida ( DP ) |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Menor que 6B                    | 0                               |
| 6B                              | 8                               |
| 5B                              | 16                              |
| 4B                              | 24                              |
| 3B                              | 32                              |
| 2B                              | 40                              |
| B                               | 45                              |
| HB                              | 50                              |
| F                               | 55                              |
| H                               | 60                              |
| 2H                              | 65                              |
| 3H                              | 70                              |
| 4H                              | 75                              |
| 5H                              | 80                              |
| 6H                              | 85                              |
| 7H                              | 90                              |
| 8H                              | 95                              |
| 9H                              | 100                             |

#### DUREZA " SWARD - ROCKER "

El principio de este instrumento es: "a mayor dureza de la superficie, menor la fricción, mayor el número de oscilaciones obtenidas antes que la amplitud del oscilador decaiga a un nivel especificado".

El aparato cuenta con un contador de oscilaciones a base de un haz de luz en la derecha que es interceptado por un obturador en la izquierda, que hace que se energice un contador electrónico, el panel se sujeta a la base por medio de una placa con un resorte a presión, se pone el oscilador sobre el panel de prueba y se mantiene en su posición de arranque por un gatillo. Un giro de una perilla libera al oscilador, el contador, contará las oscilaciones hasta que el obturador corte permanentemente el haz de luz.

El equivalente SWARD - ROCKER al  $\frac{1}{2}$  DP de lápiz, se logra multiplicando por dos la lectura del oscilador estandar regulado a 50 oscilaciones.

#### DUREZA " HOFFMAN "

Este equipo llena la necesidad de un dispositivo de bolsillo para probar películas de pintura a base de rayado. Se colocan sus cuatro ruedas sobre la superficie y se arrastra el dispositivo sobre el acabado, repite la prueba, aumentando o disminuyendo la carga en la palanca hasta que se logre una marca o raya visible, la escala de la palanca está graduada de 0 a 20 divisiones y cada división equivale a 20 gramos.

#### DUREZA " P - FUND "

Este probador de dureza opera a base de medir el diámetro de una indentación producida por un zafiro hemisférico que se clava bajo una carga especificada.

#### Métodos estandar

ASTM D 1474 - 68

ASTM D 3363 - 74

ASTM D 4366 - 84

NUM U 90 - 1981

## ADHESION

Uno de los requisitos para que el comportamiento de una película de pintura sea considerada como satisfactorio es que presente una buena adhesión al sustrato sobre el cual se encuentra aplicada sin embargo, el criterio para la evaluación de un material no puede ser normado exclusivamente por la adhesión sino que esta propiedad debe ser correlacionada con otras muchas tales como flexibilidad, tenacidad, permeabilidad, etc.

La adhesión de una pintura depende básicamente de las fuerzas polares desarrolladas en la interfase formada con el sustrato y éstas a su vez dependen de la naturaleza de los materiales formadores de la película y de la orientación de los diferentes componentes dentro de la misma durante el proceso de secado.

Ahora bien la adhesión se ve influenciada además por muchos otros factores como tipo de superficie, preparación de la misma, etc. Una superficie discontinua o rugosa como la de piezas de acero vaciadas y lámina de acero rodado en frío, o porosa como madera y yeso, proporciona un mejor anclaje mecánico a la pintura que una superficie completamente lisa como vidrio, lámina de acero rodada en caliente, lámina estañada de tipo electrolítico, etc.

Esta prueba siempre ha sido un problema y una frustración de los técnicos en el diseño de equipos de pruebas, prácticamente se ha descartado el "adherometer" y el "Microknife" de Interchemical y de Arco respectivamente y se usa el método del cuadrículado en el que se hacen 20 cortes, 10 longitudinales y 10 transversales separados entre sí 1 mm. (o sea se hace una cuadrícula de 100 cuadrillos de 1mm x 1mm). Se cuentan los cuadrillos que se desprenden, éste es el porcentaje de desprendimiento. Existe una herramienta con 10 navajas que se incrusta y arrastra primero longitudinalmente y luego transversalmente, se debe incrustar hasta el sustrato.

Otro método con ajuicio más sofisticado es el probador de adherencia al rayado por viga balanceada que determina la carga requerida para remover la película de pintura con un gancho en forma de "U".

### Métodos estándar:

ASTM D 2197 - 79;      ASTM D 3359 - 83;      ASTM D 4145 - 83;  
ASTM D 1654 - 84;      NBS U 34 - 1977;

## FLEXIBILIDAD Y ELASTICIDAD

Para la mayoría de los acabados de tipo industriales como pintura para automóviles, equipo para uso doméstico, etc., una buena adhesión y dureza no son suficientes para asegurar la durabilidad del sistema, sino que una propiedad adicional, la flexibilidad, debe ser cimentada dentro de la formulación.

La flexibilidad es aquella propiedad que permite la deformación de la película aplicada sin deterioro de la misma. Esta prueba desde hace tiempo se viene haciendo a base de someter a las pinturas aplicadas sobre lámina de acero al ensayo de doblado sobre un mandril cónico, la película se aplica sobre una lámina de acero SAE 1010 de 190 mm X 115 mm X 0.8 mm, a la que previamente se le han removido las rebabas y se le ha dado el pretratamiento especial de limpieza, desengrasa, etc.

Se deben hacer 3 placas pintadas:

- A).- Con el espesor indicado
- B).- Con el espesor de 0.0005 pulg. mayor que (A)
- C).- Con el espesor de 0.0005 pulg. menor que (A)

Esto orienta sobre el comportamiento de las variaciones del espesor de la película sobre la flexibilidad de la misma.

El mandril consiste de un cono truncado de 200 mm de largo con un diámetro inicial de 3.2 mm y un final de 38 mm con apoyos en cada extremo para que se sujete horizontalmente, un dispositivo de sujeción de las placas de prueba, un arco doblador con palanca de mano y la guía - prensa.

Una vez doblado a 180°, la película sufre una serie de agrietamientos que parten del lado del cono de 3.2 mm  $\varnothing$  hacia el extremo de 38 mm  $\varnothing$ . Este agrietamiento se origina por el alargamiento o estiramiento progresivo de la pintura. El punto de medición es aquel lugar donde termina el agrietamiento de la pintura.

En algunos casos se hace necesario el uso de un vidrio de aumento con el fin de detectar las fallas de la película de pintura.

### Métodos estandar

ASTM D 522 - 60;      ASTM D 1642 - 70;      ASTM D 1737 - 62  
ASTM D 2370 - 80;      FTMS 60 Método 6222



## RESISTENCIA AL IMPACTO

Esta prueba unida a las anteriores nos da una medida de la adhesión y flexibilidad de las películas de pintura y lo mismo que todas ellas debe ser efectuada en condiciones standard en lo que se refiere a tipo y preparación de sustrato, grosor de película, etc.

La resistencia al impacto se mide con un probador de impacto de "GARDNER" o de cualquier otra marca. Este aparato consiste de una placa base, de una barra de acero cilíndrica sólida con una punta hemisférica que es el percutor o punzón que ajusta a un agujero en la placa base (matriz) de 12,7 mm de diámetro, con un tubo ranurado vertical en el que el percutor se levanta hasta la altura deseada y se deja caer libremente, transversalmente al tubo hay marcas en pulg., el tubo está soportado por una mensula que parte de la placa base y que lo mantiene en correcta posición vertical.

La resistencia al impacto se determina colocando uno o los dos lados del panel de prueba a un impacto de 2 pulg.-lb. en intervalos de este mismo valor a la larga del tubo hasta llegar a impactos de 56 pulg/lb ó de 160 pulg/lb. según el aparato. Se use lámina de 100 mm X 100 mm X 0.8 mm SAE 1010.

El impacto produce agrietamientos, desfoliación, desconchado, se pretende ver a qué altura no sufra ningún daño visible.

Energía de impacto =  $PXS$  donde:

$P$  = peso del percutor

$S$  = altura (caída)

Los resultados se dan en Kg/cm en el sistema métrico decimal y en lb/pulg en el sistema inglés.

Métodos estándar

ASTM D 3281 - 74

NOM U 80 - 1984

## B R I L L O

La brillantez no es juzgada por el ojo tan precisamente como el color, por esto se usan instrumentos que dan resultados con alto grado de precisión, no siempre, sin embargo, concuerdan con el ojo, esto es más dramático cuanto más alta sea la brillantez. El brillo de un acabado es más susceptible a variaciones por las condiciones de polición, de sacado y de edad de la película, que el color. El mayor conocimiento de la brillantez ha ocasionado que se desarrollen varios tipos de medidores de brillantez. Los medidores se hacen para 20°, 45°, 60°, 75° y 85°, hay, aún embargo, un medidor que cubre todos los ángulos y se llama multiangular, los estándares para estos ángulos se obtienen de "National Bureau of Standards" de los Estados Unidos. Abarcan toda la gama desde el vidrio blanco hasta los mosaicos cerámicos esmaltados en blanco.

Los medidores de brillantez se piden a partir del uso principal que se les va a dar; a los artículos que se han de pintar, para esto Gardner laboratory INC. tiene muchos modelos.

El brillo de un material está dado por la relación de la luz incidente a luz reflejada sobre la superficie del mismo, cuando los ángulos de incidencia y reflectancia son iguales pero de signo opuesto; en otras palabras, el brillo es la medida de cómo un material funciona como espejo.

### Métodos estándar

ASTM D 523 - 80

ASTM D 3928 - 80

NOM U 93 - 1981

FTMS No 141 método 6101

## C O L O R

Existen dos escalas básicas de color, una acromática y otra cromática, la escala acromática circunscribe el rango de color al blanco al negro y a todos los valores grises intermedios. La escala cromática incluye todos los matices de colores así como las mezclas entre ellos y el rango acromático. La escala acromática puede ser modificada solamente en una dirección, esto es, más oscuro a más claro mientras que la escala cromática puede ser modificada en tres direcciones, esto es un amarillo puede hacerse más verde o más rojo; segunda, cualquier color puede hacerse más o menos intenso, y tercera, a cualquier color se le puede dar un matiz grisáceo.

Esta prueba se aplica más que nada a pinturas transparentes y se hace llenando tubos de cristal (probetas) y comparándolos con otros que son patrones como los estandares de Gardner, los cuales muestran una estabilidad de brillo y color bastante razonables.

Método estándar

ASTM D 307

## RESISTENCIA A LA TENSION

Las moléculas dentro de la película de pintura se encuentran unidas entre sí debido a las fuerzas de cohesión existentes entre ellas, en oposición a las cuales se encuentran fuerzas externas que tratan de destruir la integridad de la misma. La habilidad de la película para permanecer intacta y sin deterioro, es lo que se denomina como resistencia a la tensión y la determinación de la misma es un complemento de las pruebas anteriores. El resultado generalmente es reportado en  $\text{Kg/cm}^2$  y es el máximo de tensión unidireccional que puede ser tolerado por una película sin ruptura.

La diferencia entre esta prueba y las anteriores estriba en que la película es separada del sustrato para ser valorada; con este fin, el material en estudio es aplicado sobre una lámina de estaño amalgamada, basándose en que la adhesión de los acabados orgánicos sobre este tipo de superficies es nula, lo cual permite la remoción del material sin deterioro de la película.

Después de ser desprendida del sustrato, la película es colocada en el aparato de prueba y sujeta a una tensión que puede variar desde algunos gramos hasta milas de kilogramos. Las condiciones térmicas de la prueba pueden ser controladas dependiendo del tipo de material en estudio, desde temperaturas bajo cero hasta  $200^\circ$  o  $300^\circ\text{C}$ .

En algunos casos se hace necesario observar los cambios de un material debidos al envejecimiento de la película, para lo cual las láminas de prueba son sometidas a intemperismo natural o acelerado, temperaturas elevadas, etc. y vuelven a ser probadas anotándose los cambios observados.

Uno de los aparatos más usados para esta determinación es el "INSTROM" el cual opera con cargas de 10 gramos hasta 4536 Kgs. en 32 pasos divididos en 6 etapas a velocidades de 0.508 a 50.8 cm por minuto.

Método estándar

ASTM D 2794 - 84

NOM U 33 - 1977

## RESISTENCIA A LA ABRASION

Es obvio que la resistencia a la abrasión debe ser una característica esencial en algunos tipos de acabados tales como lacas para pisos, pinturas de tráfico, etc., pero se puede decir que la mayoría de las pinturas y seas que se aplican con fines decorativos o para dar protección al sustrato deben entrar en contacto directo con otras superficies más o menos abrasivas durante el transcurso de su vida útil, por lo cual la determinación en el laboratorio de la resistencia a la abrasión o sea de la habilidad para resistir el uso mecánico es de hecho una valiosa ayuda para fijar la duración de la película de pintura.

Hay varios tipos de equipos para esta prueba:

Uno se basa en un borrador de lápiz "Faber - CASTELL" con un peso de 100 g que se mueve de un lado a otro dentro de un área de 6 cm. de longitud. El resultado se mide por el número de ciclos que se requieren para desgastar una milésima de pulgada, la película de pintura.

Otro medidor desarrollado por la BELL TELEPHONE LABORATORIES, INC. El panel recubierto que se va a probar se coloca a 45° del tubo vertical de la boquilla, se acerca la boquilla al panel hasta hacer contacto, la película se desgastada totalmente en una área a la salida de la boquilla por un chorro de Carborundum (granalla o arena de carburo de tungsteno) controlado, así pues se calcula a base del peso conocido antes en la tolva y después de la prueba y de la medición del área desgastada, el resultado son los gramos gastados de carborundum por milésima de pulgada de película.

Así también el medidor de abrasión (tal vez el más antiguo). Formado por una tolva en forma de embudo conteniendo 10 litros de arena, teniendo un cuello de 19 mm de  $\phi$ , un soporte a 45° de la horizontal y un recipiente para 18.9 litros para el abrasivo, un tubo de 91.4 cm que termina en 2.5 cm arriba del panel de prueba, se deja caer la arena hasta que se logra la abrasión requerida, una vez realizado la caída se mide el peso de la arena gastada.

### Método estándar

ASTM D 658 - 81

ASTM D 968 - 81

ASTM D 4060 - 84

ASTM D 4213 - 83

NOM U 20 - 1970

## RESISTENCIA A LA CORROSION

Le gran mayoría de los acabados orgánicos, tanto de tipo industrial como de mantenimiento o puramente decorativos son aplicados sobre superficies metálicas tales como estructuras, tanques de almacenamiento, vagones de ferrocarril, automóviles, refrigeradores, muebles, etc., todas las cuales se encuentran expuestas al peligro de la corrosión ya sea debido a condiciones de intemperismo extremas, como en el caso de materiales usados en la costa o en lugares húmedos, o bien a la exposición continua en atmósferas industriales, etc.

Para llevar a cabo dicha medición es esencialmente contar con una cámara de prueba protegida interiormente con un material resistente a la corrosión don de los paneles de ensayo son colocados en un ángulo de 45° con respecto a la vertical. La operación se efectúa generalmente a una temperatura de 33°C. Los paneles a utilizar tienen como medida 100 mm X 200 mm X 0.8 mm. Estos deben estar limpios, desengrasados y fosfatizados (preferiblemente) y con la aplicación de la pintura dentro de las especificaciones. Se le practica una "X" con navaja que llegue hasta el sustrato y luego se introducen suspendidas con un cordón de plástico en la cámara ya antes citada, que tendrá niebla salina de cloruro de sodio al 5%. Al concluirse las 200 horas no deberán tener ampollas, estralladuras o fisuras; también no deberá haber corrosión interfacial en la "X" ni en las aristas. Si la prueba se prolongara a 240 horas, tampoco debería haber señales de ampollamiento, desprendimiento, fisuras y la corrosión interfacial no deberá exceder de 1.6 cm en la cruz o en los bordes.

### Métodos estándar

ASTM D 2933 - 74

ASTM D 1735 - 80

ASTM D 1654 - 84

ASTM D 610 - 68

## RESISTENCIA AL MANCHADO

En algunos productos domésticos como las licuadoras, batidoras, cuchillos electrónicos, trituradores, partes interiores de refrigeradores y congeladores, etc., esta prueba es muy importante.

Es conveniente como se comporta la pintura expuesta al jugo de tomate, a la mostaza, al jugo de zanahoria, a la papa molida, al platano licuado, al puré de manzana, al mole poblano, al hotabul, a los hongos, a las carnes rojas, al jugo de uva, al jugo de limón y al de naranja y al lápiz labial ( esta sólo cuando el producto pudiera estar expuesto a este cosmético ).

Estos productos en una forma o en otra manchan a la pintura al ponerse en contacto con él por horas o por días. Esto es más notable en el color blanco y en los tonos de color pastel, sin embargo, se prueba durante 10 días a temperatura ambiente, aplicandole una muestra de jugo de limón, una de tomate rebanado, una de salsa picante tipo tabasco, una de salsa catsup, una de mantequilla natural y otra de mayonesa.

Después de esto no debe haber ninguna mancha, también se prueba con mostaza durante 10 días a temperatura y aquí si se acepta una ligera mancha. Otra prueba consiste en aplicar durante 24 horas a temperatura ambiente, muestras de jugo de naranja, de tomate y de uva, un trozo de carne roja y una pasada de lápiz labial rojo. Solo se acepta una ligerísima o apenas perceptible mancha de cualquiera de los agentes indicados.

Método estándar

ASTM D 1308 - B1

## RESISTENCIA A LOS ALCALIES

Es comun que muchos productos estén sujetos a limpieza con productos alcalinos como jabones, y detergentes. Los que pudieran estar sujetos se someter a una prueba acelerada y representativa. Se preparan 3 paneles de 100 mm X 200 mm X 0.8 mm SAE IUIO y se sumergen en un recipiente que contenga  $\text{NaOH}$  al 5% o al 10% según la rigidez deseada. (5% es la mas común). No es muy significativa esta prueba, a menos que el producto vaya a trabajar frecuentemente con alcalies, como es el caso de las lavadoras de ropa o de trestes. Se dejan los paneles en inmersión por 96 horas, despues de las cuales no debe haber amollamientos o decoloración anormal, el reblandecimiento no deberá exceder de un grado de dureza de lápiz probada despues de 24 horas de haber terminado la prueba. En ningún caso se aceptará que la dureza caiga en menos de "H".

### Método estándar

ASTM D 2486 - 74

ASTM D 2248 - 82

ASTM D 1647 - 83

NOM U 84 - 1980



## RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES

Algunos productos domésticos están sujetos a las grasas y a los aceites comestibles. Entre las grasas están las mantecas de origen animal y las de origen vegetal, siendo las de animal más fuertes. Entre los aceites están los de ajonjolí, soya, cártamo y oliva.

Una representación de los efectos de estas grasas y aceites se logra mezclando partes iguales de ácido oléico puro y aceite de manteca. Se aplica una porción sobre un panel y se deja durante 120 horas a temperatura ambiente. Al concluir las 120 horas se remueve la mezcla de ácido oléico y manteca con una solución de jabón suave (de manos), se deja secar durante dos horas y luego se ve si no ha habido reblandecimiento e hinchado, sólo se acepta un ligerísimo reblandecimiento y no se acepta el hinchado de la película.

Método estándar

ASTM D 2571 - 81

## RESISTENCIA A LA HUMEDAD.

Esta prueba pretende anticipar, en una prueba acelerada, el comportamiento de la pintura a condiciones de servicios de alta temperatura y de alta humedad relativa que producirán ampollamiento, decoloración, reblandecimiento, deslustrado y recuperación. Estos defectos se evalúan después de un número determinado de horas de exposición en la cámara de humedad y según el tamaño y frecuencia de las ampollas.

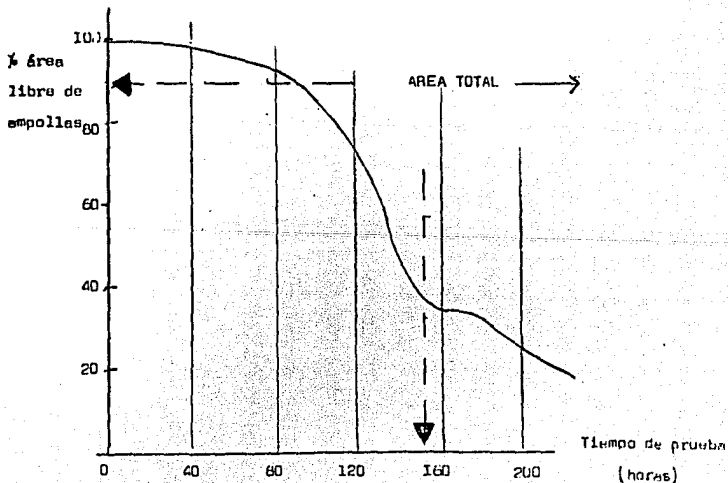
Lo más importante no es el tamaño, sino más bien la distancia entre ellas, en terminos de sus diámetros y de la concentración por área.

Hay tablas de tamaños y frecuencias en ASTM y van desde 0.1% de área afectada hasta 90% (20 gráficas).

El % de ampollamiento a valor máximo se determina de la siguiente forma:

$$\% \text{AVM} = \text{Área bajo la curva} / \text{Área total} \times 100$$

Este procedimiento se aplica también a las siguientes propiedades: Ampollamiento, corrosión interfacial, reblandecimiento y recuperación.



Valores para la prueba de HUMEDAD

|                  | Valor MÁX.<br>permitido<br>% | Valor MÁX. permitido<br>para el color negro<br>% |
|------------------|------------------------------|--|
| Ampollamiento    | 35                           | 45   |
| Reblandecimiento | 35                           | 40   |
| Decoloración     | 10                           | --   |
| Deslustrado      | 10                           | --   |
| Recuperación     | 10                           | --   |
| Total            | 100                          | 100  |

Fórmula para calcular la recuperación

$$\% \text{ de RVM} = \frac{VR - VP}{VD - VP} \times 100$$

donde  
 VD = Valor máx. de recuperación antes de la prueba (%)  
 VP = Valor máx. de recuperación durante la prueba (%)  
 VR = Valor máx. de recuperación después de recuperada (%)

Esta ecuación pudiera ocasionalmente dar un valor superior a 100 % (un índice terminado) o un número negativo, se duplica la prueba y si ésta confirma la situación, darle a la película todo el valor máx. establecido ( 35% del 100% de las 5 propiedades).

Normalmente se especifica así: " después de 200 horas no debe haber ampollamiento o decoloración. El reblandecimiento no debe exceder de un grado de dureza de lápiz, después de 24 horas de haberse terminado la prueba. En ningún caso se aceptará que la dureza caiga en menos de H "

Método estándar

ASTM D 1647 - 83

ASTM B 2495 - 79

NOM U 84 - 1980

**C A P I T U L O**

**V**

Para entender el control estadístico de calidad conviene definir lo que es estadística.

No se limita simplemente a la recopilación de una serie de datos que son presentados en forma de tablas o gráficas.

La estadística es una ciencia que trata de responder a preguntas como:

¿Cuál es la forma de planear un programa para obtener datos, de tal manera que se puedan inferir buenas conclusiones a partir de ellas ?

¿ Como se van a analizar los datos ?

La función del estadístico es la dedicación de llevar a cabo una acumulación de datos, obteniendo algunas conclusiones de ellos. Sin embargo, tales conclusiones serán extraídas cuando los datos no representen dificultad; pero a medida que el fenómeno que se estudia, llega a ser más complejo, es necesario utilizar conceptos más especializados, con el fin de hacer un verdadero estudio. En estos casos aparecen las técnicas estadísticas que indican la forma de coleccionar, trabajar, analizar e interpretar los datos.

En concreto:

Los métodos estadísticos consisten en hacer inferencias a partir de datos recolectados para llegar a conclusiones satisfactorias en el estudio de un evento determinado.

Ovviamente, el control estadístico de calidad, es el control de calidad en el que se utilizan métodos estadísticos.

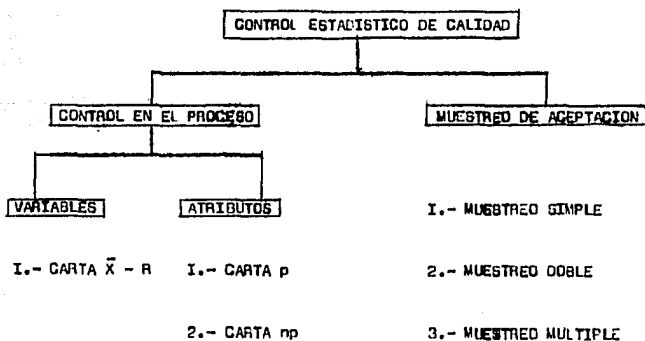
En otras palabras, es un sistema de inspección, análisis y acción, aplicado a un proceso de manufactura, de tal manera que, por medio del estudio de una pequeña parte del producto manufacturado y analizando adecuadamente los datos concernientes a sus características de calidad, se pueda determinar la acción por seguir en el proceso, para mantener un nivel deseado de calidad.

La colección, análisis e interpretación, son realizados por el departamento de control de calidad. La acción correctiva es prescrita por el departamento de producción.

En su más amplia aplicación, el control estadístico de calidad es una herramienta preventiva usada para minimizar el desperdicio, aumentando la producción.

ORGANIGRAMA DEL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

---



La calidad de los productos manufacturados puede ser expresada en dos maneras diferentes: mediante variables y mediante atributos. Cuando la calidad es expresada mediante una medida real, se dice que es expresada mediante una variable, tal como dimensión en pulgadas y peso en libras. Cuando la calidad es expresada, ya sea porque llena o no los requerimientos especificados, bueno o malo, aceptado o rechazado, defectuoso o no, la calidad se dice que es expresada mediante un atributo, tal como una pintura no brillante se considera como mala o defectuosa y una si brillante se considera buena o no defectuosa. Frecuentemente una característica de calidad puede ser expresada en cualquiera de las dos maneras. Por ejemplo, una dimensión de un producto puede ser inspeccionada usando un aparato para medir, y registrada en las unidades reales de medida (variable) o inspeccionada usando un calibrador adecuado y registra si o no (atributo).

Las técnicas de control estadístico de la calidad pueden ser clasificadas en dos grupos: 1) gráficas de control y 2) planes de muestreo de aceptación especificada. Ambos grupos pueden ser aún clasificados de acuerdo con las dos maneras de expresiones de la calidad: mediante variables y mediante atributos.

### GRAFICAS DE CONTROL; MECANISMO Y USOS.

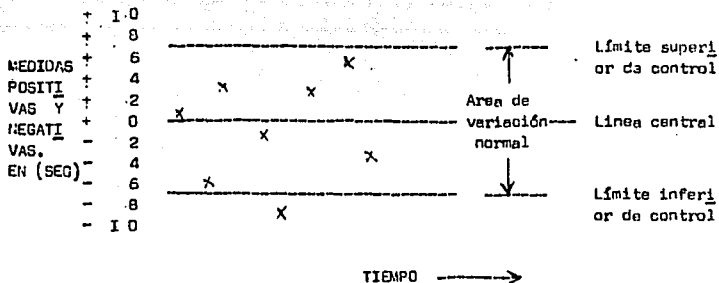
Gráficas de control.- Una de las aplicaciones más importantes que tienen las técnicas de muestreo estadístico es la de la gráfica de control, la cual se ha venido usando como instrumento para controlar el rendimiento de la producción desde 1924. Las gráficas pueden utilizarse tanto para medir las características de atributo o de variable que presenten los productos, como para detectar cuándo un proceso está bajo control y cuándo se está saliendo de control. Si se teme que el proceso se esté saliendo de control, mediante gráficas, se puede medir la probabilidad de que efectivamente así esté sucediendo. Esta capacidad peculiar de la gráfica de control la convierte en un instrumento sumamente útil en la prevención de desviaciones.

Las alteraciones que el producto sufra durante el proceso de producción, se pueden atribuir al azar o a diversos factores asignables, o bien a ambos. Analizando, es muy poco lo que puede efectuarse para reducir las alteraciones que se presentan; excepto cambiar el proceso o eliminar las unidades defectuosas mediante el muestreo de recención. Lo anterior no sucede con aquellas alteraciones debidas a causas específicas tales como a los trabajadores; maquinaria y materias primas, todo lo cual es controlable. Cuando en alguna forma se logran controlar las alteraciones, se dice que el sistema está bajo un control estadístico. Una de las formas de someter a control estadístico un proceso de producción, es mediante el empleo de gráficas de control estadístico. " Obsérvese que el uso de tales gráficas está orientado hacia la prevención de desviaciones, y no a detectarlas una vez que han ocurrido." .

MECANISMO.- Para ilustrar el mecanismo de las gráficas de control se tomará una fase del proceso de producción de una expresión X, durante la cual se mide el tiempo de secado de una pintura. Se han producido muchos lotes de pinturas que satisfacen una tolerancia de 6 seg., sin embargo, de pronto, surge un lote de pintura el cual rebasa el límite de tolerancia establecido. Intuitivamente se sabe que está ocurriendo algo fuera de lo normal. Se piensa en posibilidades tales como; a) el equipo de medición está mintiendo; b) la materia prima utilizada en la elaboración no es la adecuada; y c) los operarios están trabajando mal. Se llega a estas conclusiones porque las alteraciones de la producción es demasiado grande para atribuirla a una alteración normal; debe existir una causa específica responsable de ello.

Las alteraciones que se presentan al azar, las comunes, se determinan en las gráficas de control mediante límites de control. Se establecen límites y las alteraciones que caigan dentro de ellos se atribuyen a causas inexplicables o la casualidad. Las alteraciones que caen fuera de estos límites son atribuidas a una causa específica, la cual se investiga. Cuando se presentan alteraciones que van más allá de los límites fijados, se considera que el proceso de producción se encuentra fuera de control y requiere una acción correctiva.





#### MUESTRA DE UNA GRAFICA DE CONTROL PARA LA MEDICION DE TIEMPO DE SECADO

La figura aquí mostrada, presenta una gráfica de control simplificada. La mayor parte de las mediciones de tiempo de secado caen dentro de los límites, por lo que no requiere de investigación alguna, ya que se supone que la alteración de tiempo de secado fue causal. La medición que cayó fuera de los límites amerita investigación. Si al realizar dicha investigación, se identifica la causa de la interacción (tal como equipo de medición no calibrado); se debe proceder a su corrección inmediata, de otra manera todo el proceso quedará pronto fuera de control. Puede darse el caso de que no se encuentre ninguna causa a la que pueda atribuirse a la pérdida alterada, por lo cual su alteración puede deberse al azar. Sin embargo, la persistencia de medidas alteradas, cuyas causas no se logran detectar, es un síntoma claro de que el proceso está fuera de control y que la causa de ello no se logra aislar. Conviene hacer notar, que la preocupación por identificar las señales que acusan un proceso de producción se está saliendo de control, es considerada como una característica de un operador de control consciente y responsable.

USO.- Normalmente, si el proceso marcha muy fuera de control, pronto, aunque no tiene por qué ser inmediatamente, se saldrá uno de los puntos de los límites de control. Cuando esta suceda se notificará al supervisor encargado, localizándose, si es posible, la anomalía y corrigiéndose enseguida.

En la utilización de la gráfica de control durante el proceso de producción pueden cometerse dos clases de errores:

- Puede quererse buscar una anomalía que no exista. En estos errores se cae con frecuencia cuando los límites de control son demasiado estrechos.
- Se puede dejar de buscar una anomalía que realmente exista. Estos errores suelen ser frecuentes cuando los límites de control son demasiado amplios.

Por el contrario, se actuará correctamente si:

- No se buscan las anomalías que no existan.
- Se buscan las anomalías que realmente existan.

No se puede determinar la probabilidad de buscar o dejar de buscar anomalías que existan sin saber sus magnitudes. Sin embargo, si tal anomalía es de mucha importancia, es probable que la percibamos antes de haber tomado muchas muestras. Cuando un proceso deja de marchar controlado, ello no implica que un punto haya de salirse inmediatamente fuera de los límites. En consecuencia, pueden estar fuera de control varias muestras anteriores a la que dé la alarma. De ser así, tales muestras deberán excluirse para calcular los nuevos límites de control y el valor central.

Aunque en el muestreo variable y en el de atributo, se utiliza el mismo enfoque básico para las gráficas de control, es distinto el método empleado para calcular los límites de control. Los pasos que se siguen, generalmente, en el desarrollo y empleo de las gráficas de control son los siguientes:

- Se seleccionan las características que se desea controlar, y se determina el método de medición.
- Se toman muestras de la producción realizada.
- En base a las muestras se calculan los límites de control.
- Se revisan y analizan los límites para determinar si son factibles desde un punto de vista económico.
- Se establecen los límites en la gráfica, y se trazan las características de las muestras.

## GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

Son aquellas en las cuáles durante el control se efectúan mediciones.  
La más generalizada es la de  $\bar{X} - R$ .

Fases a seguir para su Construcción:

- a).- Selección de la característica por controlar
- b).- Selección de la frecuencia del Muestreo y tamaño de muestra
- c).- Cálculo de la media Aritmética ( $\bar{X}$ ) y amplitud o rango (R) en cada de subgrupo
  - 1.-  $\bar{X} = \sum X / n$
  - 2.-  $R = X_M - X_m$
- d).- Cálculo de la Gran Media ( $\bar{\bar{X}}$ ) y del rango medio ( $\bar{R}$ )
  - 3.-  $\bar{\bar{X}} = \sum \bar{X} / N$
  - 4.-  $\bar{R} = \sum R / N$
- e).- Cálculo de los límites de control por Medias Aritméticas
  - 5.- Límite superior de control (L.S.C.<sub>X</sub>):  
 $L.S.C._X = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$   
Línea Central =  $\bar{\bar{X}}$  (fórmula 3)
  - 6.- Límite inferior de control (L.I.C.<sub>X</sub>):  
 $L.I.C._X = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$
- f).- Cálculo de los límites de control por Rangos o Amplitudes:
  - 7.- L.S.C.<sub>R</sub> =  $D_4 \bar{R}$   
Línea Central =  $\bar{R}$  (fórmula 4)
  - 8.- L.I.C.<sub>R</sub> =  $D_3 \bar{R}$
- g).- Construcción de la Gráfica
- hi).- Determinación de si es económico emplear los límites de control.
- j).- Implantación de la gráfica.

Nota: Los valores de  $A_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$  se toman de la tabla No. I

FACTORES PARA EL CALCULO DE LIMITES DE CONTROL

-----

| No. de<br>Observaciones<br>en la muestra | Gráficas para<br>medias |       | Gráficas para<br>desviación<br>Standard |       | Gráfica para<br>amplitudes |       |
|--|-------------------------|-------|---|-------|----------------------------|-------|
|  | $A_1$                   | $A_2$ | $B_3$                                   | $B_4$ | $D_3$                      | $D_4$ |
| 2  | 3.759                   | 1.880 | 0                                       | 3.658 | 0                          | 3.268 |
| 3  | 2.394                   | 1.023 | 0                                       | 2.692 | 0                          | 2.574 |
| 4  | 1.800                   | .729  | 0                                       | 2.330 | 0                          | 2.262 |
| 5  | 1.596                   | .577  | 0                                       | 2.128 | 0                          | 2.114 |
| 6  | 1.410                   | 0.483 | 0.003                                   | 1.997 | 0                          | 2.004 |
| 7  | 1.277                   | 0.419 | 0.097                                   | 1.903 | 0.076                      | 1.924 |
| 8  | 1.175                   | 0.373 | 0.169                                   | 1.831 | 0.136                      | 1.864 |
| 9  | 1.094                   | 0.337 | 0.227                                   | 1.774 | 0.184                      | 0.816 |
| 10                                       | 1.028                   | 0.308 | 0.273                                   | 1.727 | 0.223                      | 1.777 |
| 11                                       | 0.973                   | 0.285 | 0.312                                   | 1.688 | 0.256                      | 1.744 |
| 12                                       | 0.925                   | 0.266 | 0.346                                   | 1.654 | 0.284                      | 1.717 |
| 13                                       | 0.884                   | 0.249 | 0.375                                   | 1.625 | 0.308                      | 1.692 |
| 14                                       | 0.848                   | 0.235 | 0.400                                   | 1.599 | 0.329                      | 1.671 |
| 15                                       | 0.817                   | 0.223 | 0.423                                   | 1.577 | 0.348                      | 1.652 |

Ejemplo de una Gráfica de  $\bar{X} - R$

A continuación, se dan los valores de las pruebas de BRILLANTEZ, Les pruebas se hicieron con un grupo de diez muestras, conteniendo cada una cinco determinaciones

Heer los cálculos necesarios para elaborar una gráfica  $\bar{X} - R$  y construirla.

| i         | X1   | X2   | X3   | X4    | X5   | X6    | X7   | X8   | X9   | X10  |
|-----------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 1         | 16   | 15   | 14   | 12,5  | 10,5 | 11,5  | 10,5 | 12,5 | 12   | 10,0 |
| 2         | 15   | 17   | 15   | 11,8  | 11,5 | 10,8  | 11   | 12,5 | 13   | 9    |
| 3         | 12   | 16   | 11   | 13    | 10,5 | 10,8  | 11   | 12   | 10,5 | 10,0 |
| 4         | 13   | 14,5 | 12   | 11    | 12   | 13    | 12   | 12   | 11,5 | 11   |
| 5         | 14,5 | 15,5 | 11,5 | 12    | 11   | 14    | 11,5 | 13   | 9    | 12   |
| E X       | 70,5 | 80,0 | 63,5 | 60,3  | 55,5 | 60,1  | 56,0 | 63,0 | 56,0 | 52,0 |
| $\bar{X}$ | 14,1 | 16,0 | 12,7 | 12,06 | 11,1 | 12,02 | 11,2 | 12,6 | 11,2 | 10,4 |
| R         | 4,0  | 3,5  | 4,0  | 2,0   | 1,5  | 3,2   | 1,5  | 1,0  | 2,5  | 3,0  |

Control por  $\bar{X}$  :

Cálculo de la gran media  $\bar{X}$ ; 3.-  $\bar{X} = E \bar{X} / N = 123,38/10 = 12,34$

L.S.C. <sub>$\bar{X}$</sub>  =  $\bar{X} + 1,2 \bar{R}$ ; si  $\bar{R} = ER / 11 = 26,2 / 10 = 2,62$

5.- L.S.C. <sub>$\bar{X}$</sub>  =  $12,34 + ( 0,577 \times 2,62 ) = 12,34 + 1,51 = 13,85$  y;

6.- L.I.C. =  $12,34 - ( 0,577 \times 2,62 ) = 12,34 - 1,51 = 10,83$

Control por R :

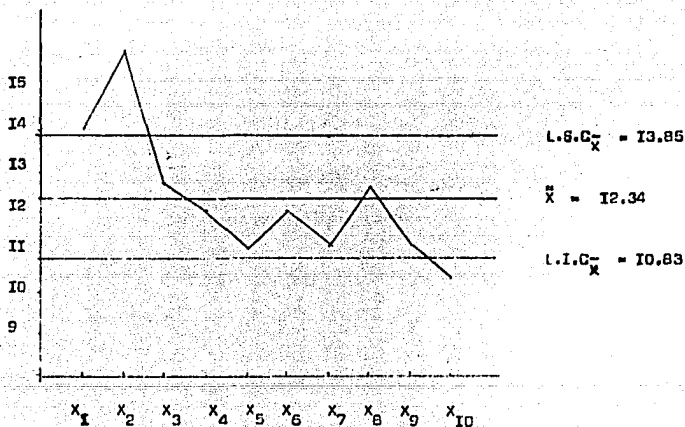
$$\bar{R} = 2,62$$

$$7.- L.S.C_R = D_4 \times \bar{R} = 2,114 \times 2,62 = 5,54$$

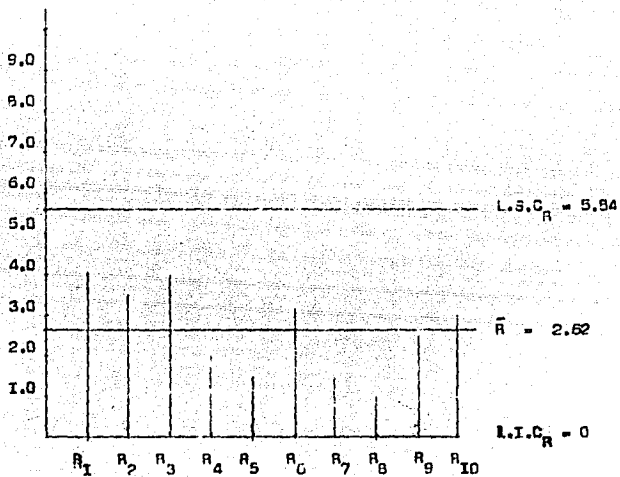
$$8.- L.I.C_R = D_3 \times \bar{R} = 0 \times 2,62 = 0$$

GRAFICA  $\bar{X}$

4.- Control por Medidas : (  $\bar{X}$  )



B.- Control por Rangos:



## TIPOS DE GRAFICAS POR ATRIBUTOS

Los mas usuales son:

Gráficas de "  $\bar{p}$  " ( De porcentaje defectivo o frecuencia defectiva ).

Gráfica de "  $n\bar{p}$  " ( De número de defectos, expresados en forma absoluta ).

Gráfica de " C " ( De defectos por muestra )

¿CUANDO DEBEN DE USARSE?

- a).- Cuando es muy costoso controlar por variables (  $\bar{X}$  y R )
- b).- Cuando no es posible medir la característica de calidad
- c).- Cuando las piezas tienen muchas características por evaluar

Al igual que en las gráficas por Variables, con este tipo se tiene una idea clara del proceso y se detecta facilmente cualquier cambio.



GRAFICA DE  $\bar{p}$ .

Como ya lo definimos, es aquella que sirve para controlar el "porcentaje defectivo". Pasos a seguir para su construcción:

- a).- Muestreo ( 25 a 50 piezas o inspección 100 % ).
- b).- Calcular fracción defectuosa.
- c).- Gráficar los puntos.
- d).- Calcular la línea central.
- e).- Calcular límites de Control.
- f).- Interpretación y ajustes.
- g).- Implantación.

Nomenclatura usada.

$\bar{p}$  = Media del porcentaje defectivo (% promedio de defectuosos).

C = No. de defectivos.

n = Tamaño de la muestra o lote individual.

$\bar{n}$  = Muestra promedio

$\bar{p} = \frac{C}{n} \times 100$  ..... 1

La desviación estandar  $\bar{p}$ , se calcula así:

$$\sqrt{\bar{p}} = \sqrt{\frac{\bar{p} (100 - \bar{p})}{\bar{n}}} \quad \text{..... 2}$$

Límites de Control.

$$L.S.C. = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (100 - \bar{p})}{\bar{n}}} \quad \text{..... 3}$$

$$L. \text{ Central} = \bar{p}$$

$$L.I.C. = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (100 - \bar{p})}{\bar{n}}} \quad \text{..... 4}$$

Ejemplo de una gráfica de " $\bar{p}$ "

Del 1<sup>o</sup> al 14 de Marzo, se inspeccionaron 10 lotes de pinturas, los datos correspondientes aparecen en la siguiente lista.

Calcular los límites (Superior e inferior) y elaborar la gráfica correspondiente.

Nomenclatura a emplear:

C = No. de pruebas defectuosas / lote

p = % de defectuosas / lote

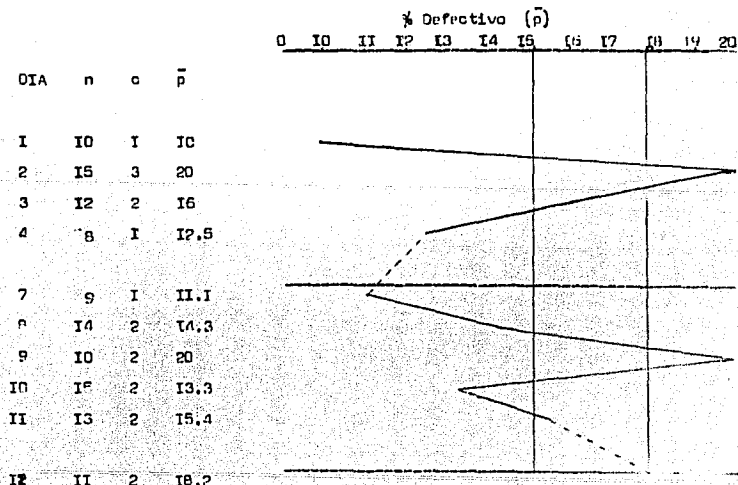
n = lote ( pruebas a realizar )

GRAFICA DE CONTROL  $\bar{p}$

PRODUCTO: PINTURA ALQUIDALICA

PERIODO : 1<sup>o</sup> al 14 de Marzo.

INSPECCION: Final



|         | n  | c | p    |
|---------|----|---|------|
| SEMANA: |    |   |      |
| 1       | 45 | 7 | 15.5 |
| 2       | 61 | 9 | 14.8 |

|           |     |    |      |
|-----------|-----|----|------|
| QUINCENA: | 106 | 16 | 15.1 |
|-----------|-----|----|------|

Sustituyendo resultados en las formulas:

$$\bar{p} = 16 / 106 \times 100 = 15.09 = 15.1 \quad \dots\dots 1$$

$$\bar{n} = 106 / 10 = 10.6$$

$$\sqrt{\bar{p}} = \sqrt{15.1 \times 84.9 / 10.6} = 10.9 = 11 \quad \dots\dots 2$$

$$L.S.C. = 15.1 + (3 \times 11) = 15.1 + 33 = 48.1 \quad \dots\dots 3$$

$$\text{línea central} = \bar{p} = 15.1$$

$$L.I.C. = 15.1 - (3 \times 11) = 15.1 - 33 = 17.9 \quad \dots\dots 4$$

## Gráfica de "np"

En esta gráfica, en vez de que se grafiquen los porcentajes ( $\bar{p}$ ) o frecuencias defectivas, se utilizan directamente las pruebas defectuosas; así, tomando como ejemplo el caso de la gráfica de  $\bar{p}$  en que se inspeccionan lotes de pinturas, la media aritmética en vez de ser 15.1 %, será de 2 pruebas malas (  $15.1 \% \times$  muestra promedio =  $0.151 \times 10.6$  ). Y el límite superior de control en vez de ser 48.1 % será igual a 5 pruebas malas (  $0.481 \times 10.6$  ); siendo el límite inferior en vez de 17.9 % de 2 pruebas (  $0.179 \times 10.6$  ).

La razón de que existan las gráficas np es debido a la necesidad que hay de concientizar al trabajador de los resultados de su trabajo respecto a la calidad; y si bien para algunos de ellos resulta difícil entender una gráfica expresada en porcentajes, para ninguno lo será si se expresa en función de un número de pruebas defectuosas.

Las gráficas "np" son de gran ayuda si se presentan en las áreas de trabajo correspondientes, pues darán ideas claras al obrero del resultado de su esfuerzo diario o semanal.

Nota:  $0.151 \times 10.6 = 1.6 = 2$  (para fines prácticos)  
 $0.179 \times 10.6 = 1.89 = 2$  \*

## CONCEPTOS DE MUESTREO

**UNIVERSO, POBLACION O LOTE.**- Es el total de objetos de un mismo tipo, por estudiar.

**MUESTRA.**- Es una porción representativa que se toma de un lote para evidenciar la calidad de este, a través de un análisis.

### FACTORES QUE DECIDEN EL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

I.- Costo de cada lectura ( Factor Económico )

II.-Grado de Exactitud Necesario.

#### FACTORES DE EXACTITUD:

- a).- Muestra suficientemente grande
- b).- Selección adecuada (en forma aleatoria)
- c).- Instrumentos o equipo de medición apropiados; así como los "Registros" correspondientes.

#### DESVENTAJAS DE LA INSPECCION AL 100 %

- a).- Alto costo.
- b).- Inseguridad.- La hnce personal no especializada.
- c).- No puede ser destructiva.
- d).- Es una simple separación.
- e).- Errores por fatiga.
- f).- Se emplea demasiado tiempo.

## MUESTREO DE ACEPTACION

### ¿ QUE ES ?

El muestreo para la aceptación de material por atributos es un método estadístico, por el cual se determina la calidad de los lotes recibidos a través de la inspección de una o varias muestras extraídas en forma aleatoria; o sea, en forma tal que cualquier pieza del lote tenga igual oportunidad de ser elegida.

La aleatoriedad de la muestra es base fundamental para un plan de muestreo, pues sólo en esta forma la porción tomada (muestra) es realmente representativa del lote y evidencia de la calidad del mismo.

Las técnicas estadísticas aplicadas, se basan en el criterio de porcentaje o tanto por uno y no tienen en cuenta la cantidad exacta de piezas defectuosas en el lote. Según las leyes probabilísticas, las defectuosas contenidas en la muestra, guardan relación directa con las contenidas en el lote de que provienen.

### APLICACION DE LOS PLANES DE MUESTREO.

- a).- Inspección de recepción de los materiales y piezas que entren al almacén provenientes de proveedores. (material comprado).
- b).- Inspección del proceso en diversas etapas de la producción (material semimanufacturado).
- c).- Inspección antes de embarcar el producto (PRODUCTO TERMINADO saliente).

## RAZONES PARA USAR EL MUESTREO

Son tres razones fundamentales para el uso del muestreo

- a.- Reduce costos. El costo de hacer 100 % de inspección puede exceder el costo del producto.
- b.- El 100 % de inspección no es 100 % efectiva debido a la fatiga y a la monotonía. El inspector que revisa cada uno de los artículos se cansa al cabo de unas cuantas horas, de tal manera que es muy fácil que confunda cuando es bueno o malo el artículo.
- c.- Las pruebas destructivas hacen que el 100 % de inspección sea impráctico porque sencillamente no se tendría producción.

### EL MUESTREO CONSIDERA DOS TIPOS DE RIESGOS:

#### a.- Riesgo del consumidor.

Este riesgo se refiere a que el consumidor, basándose en la muestra, concluye que el lote es satisfactorio aunque realmente no lo sea. Es decir, es el riesgo de aceptar lotes malos al ser considerados como buenos.

#### b.- Riesgo del productor.

O sea, el riesgo de que, con base en la muestra, el lote sea rechazado siendo satisfactorio. Riesgo de rechazar lotes buenos tomados como malos.

## CURVA CARACTERISTICA DE LA OPERACION

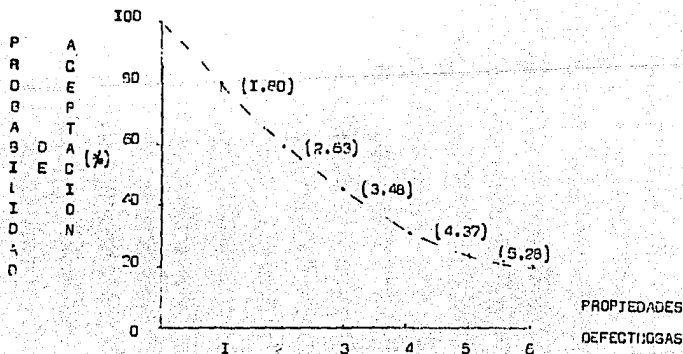
Es una aplicación del cálculo de probabilidad mediante la cuál, conociendo el tamaño del lote, el tamaño de la muestra y el criterio de aceptación, se puede calcular el % de probabilidad que tiene dicho lote de ser aceptado.

Las curvas características de operación, son la base de los actuales planes de muestreo... que puede decirse, son una aplicación del análisis combinatorio.

Ejemplo: Calcular la curva característica de operación para un lote de pinturas alquídicas ( 20 propiedades en su forma líquida, como en forma de película seca ), si sabemos que contiene 6 defectuosas.

- (S) El tamaño del lote es: 20 propiedades
- (N) El tamaño de la muestra es de 4 propiedades
- (C) El criterio de aceptación es de C defectuosas

Fórmula a emplear  $C_N^S = \frac{S!}{N!(S-N)!}$





## PLANES DE MUESTREO SIMPLE, DOBLE Y MULTIPLE

### a.- SIMPLE.

Seleccionar una muestra al azar de tamaño  $n$  y aceptar el lote si la muestra no tiene más de  $c$  defectuosos

### b.- DOBLE.

El muestreo doble consiste en tomar 2 muestras:

1ª. Muestra  $n$ , con  $c$  como número de aceptación.

2ª. Muestra  $n/2$  con  $c/2$  como número de aceptación.

Esto se traduce así:

Aceptar el lote si en la primera muestra el número de defectuosos no excede a  $c/2$

Rechazar el lote si en la primera muestra el número de defectuosos excede a  $c/2$

Si el número de defectuosos en la primera muestra excede a  $c/2$  pero es menor que  $c/2$  tomar una segunda muestra.

Aceptar el lote si en la segunda muestra el número total de defectuosos no excede a  $c/2$

Rechazar el lote si en la segunda muestra el número total de defectuosos excede a  $c/2$

### c.- MULTIPLE.

Se procede en forma similar que en el muestreo doble, sólo que el número de muestras que se saca es mayor.

Las muestras doble y múltiple tiene la desventaja de ser más complicadas tanto, para entenderse como llevar los records. Sin embargo tienen las siguientes ventajas:

1.- Son más económicas porque se inspeccionan menos piezas, especialmente en lotes muy buenos o muy malos.

- b.- Fácil de vender, porque el echo de tomar más de una muestra reinterpreta una ventaja psicológica que consiste en hacer pensar al inspector que está dando al lote más oportunidades de ser aceptado.

#### SELECCION DE UN PLAN DE MUESTREO

El criterio por seguir en la selección de un plan es el siguiente:

- a.- Como primer paso, en lugar de diseñar un plan propio, conviene más utilizar alguno de los ya tabulados por Dodge - Romig o acudir al Estándar Militar I059.
- b.- Se debe pensar la clase de protección que se desea:
- L.T.P.D. (Lot Tolerance Percent Defective)  
Por ciento defectuoso tolerado en el lote
  - A.O.Q.L. (Average Outgoing Quality Limit)  
Límite de la calidad media saliente
  - A.Q.L. (Acceptable Quality Level)  
Nivel de calidad aceptable
- c.- Se debe conocer el tamaño del lote.
- d.- Tipo de plan. Generalmente al iniciar un programa de inspección conviene utilizar el muestreo simple.
- e.- Conocer el % defectuoso del proceso.
- f.- Lograr un nivel medio de calidad especificado.

## PLANES ESTANDAR DE MUESTREO

### a.- Tablas de Dodge y Romig.

Estas tablas hacen mínimo el costo de la inspección tanto en el tamaño de la muestra como el 100 % de inspección en los lotes rechazados.

Aquí se consideran 2 tipos de protección:

PROTECCIÓN L.T.P.D. Y A.O.D.L.

En estas tablas se considera que los lotes rechazados se debe hacer sobre ellos un 100 % de inspección. Esta inspección debe hacerla ya sea el productor o el consumidor, según previo acuerdo. Además las tablas son sólo para muestreo simple y muestreo doble.

### b.- Estándar Militar I053

En las tablas se usa la protección A.O.L. y aquí no interesa al comprador que se haga el 100 % de inspección a los lotes rechazados.

En esta serie de tablas se pueden hacer 3 tipos de inspección, normal, estricta y reducida, utilizándose 3 niveles de inspección.

Generalmente se comienza con el nivel II y con inspección normal, pasándose a estricta o reducida según la calidad de los lotes que se estén recibiendo.

Los dos grupos de tablas son muy satisfactorios y ampliamente usados en Japón y en los Estados Unidos. Ambas rinden muy buenos resultados.

## MUESTREO DE ACEPTACION POR VARIABLES

Muchas características de calidad son medibles; por ejem. : grosor de película, tiempo de secado, dureción de la pintura (resistencia), etc.

Generalmente, tales variables son continuas. Es posible cualquier valor dentro de ciertos límites. Cuando el proceso marcha controlado, la distribución de sus frecuencias suele ser aproximadamente normal, tal como lo indica la fig. siguientes:

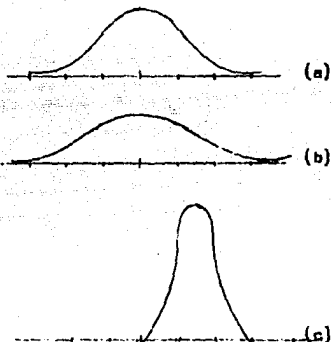
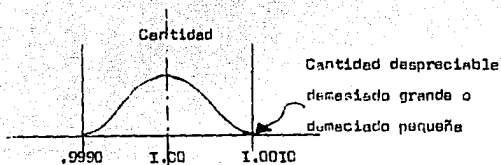


Fig. que muestra:  
tres tipos de curvas que  
muestran las distribucio  
nes normales de probabili  
dad.

Como se aprecia en la fig. las distribuciones normales tienen forma de campana, son simétricas y presentan un solo "pico" en la zona central de la distribución.

Como ejemplo del método estadístico, supongamos que se está fabricando una pintura con una tolerancia en la dureza de 0.999 mm a 1.001 mm. Con frecuencia se miden las muestras para comprobar la dureza real. Si la tolerancia es razonable y las condiciones de fabricación son normales, muy pocas muestras resultarán mayores que 1.001 o más pequeñas que 0.999 mm, cuando se mida estrictamente, y el promedio será de 1.00 mm. Las medidas registradas

se trazarán en una gráfica, de acuerdo con la bien conocida curva de probabilidad, mostrada a continuación.



Generalmente, en el muestreo de aceptación por variables, se hacen y se anotan las mediciones reales, en lugar de simplemente clasificar las pruebas como buenas o malas.

#### MUESTREO DE ACEPTACION POR ATRIBUTOS

Inspeccionar es el proceso de medir, examinar, comprobar, calibrar o emplear cualquier procedimiento que permita comparar la "unidad" del producto con los dibujos y especificaciones del mismo.

La inspección por atributos es aquella que permite clasificar el producto en aceptable o defectuoso, respecto a una dimensión, una característica o una especificación determinada.

Las normas de inspección por atributos establecen los planes de muestreo y los procedimientos a seguir para la inspección.

Al procederse a la inspección, se comenzará por examinar la pieza o elemento a inspeccionar, clasificando en importancia las cotas y características de la misma. Si una cota o característica no se ajusta a las exigencias del dibujo o de las especificaciones, diremos que la unidad tiene un defecto que debe ser debidamente clasificado, de acuerdo con las normas que se indican a continuación.

## CLASIFICACION DE LOS DEFECTOS

La clasificación de los defectos es muy importante para poder establecer si el producto reúne las condiciones de calidad necesarias.

Una correcta clasificación de los defectos y una eficiente utilización de hombres y máquinas, permitirá encauzar debidamente el esfuerzo hacia la consecución de los objetivos de la producción de calidad.

Clasificaremos a los defectos en los cuatro siguientes grupos:

**GRUPO I. DEFECTOS CRITICOS.** Definiremos como defectos criticos aquellos que pueden considerarse comprendidos en los cuatro apartados siguientes:

- Los que pueden ocasionar o producir condiciones de peligro para los individuos que utilizan o mantienen el producto.
- Los que afectan a las características, a las cualidades, o al rendimiento del producto.
- Los que afectan de un modo apreciable el costo de la unidad terminada; este hecho podrá producirse cuando, aun descubriendo el defecto al principio del proceso de fabricación, su eliminación dé origen a gastos importantes, o exija fabricar nuevamente las piezas cuyo costo influya de un modo importante en el producto.
- Los que afectan a la seguridad funcional del producto.

**GRUPO II. DEFECTOS MAYORES.** Definiremos como defectos mayores:

- Los que pueden afectar a las cualidades y rendimientos del producto en un volumen que no permita clasificarlos como criticos, bien porque la influencia sea poca apreciable o porque el porcentaje de unidades terminadas en que puede producirse no se considere que afecta a la calidad que se solicite del producto.
- Los que afectando al costo de la unidad terminada no pueden considerarse como criticos, o cuando se estime que la probabilidad de un aumento apreciable del costo será muy escasa.

De un modo general, podrán considerarse como defectos mayores aquellos que no representando peligro para los usuarios del producto, no pueden considerarse por su importancia como defectos criticos, o que la probabilidad de que el producto pueda llegar a ser critico sea muy escasa. El concepto de defecto mayor, está muy ligado a la calidad que se desea para el producto.

### GRUPO III. DEFECTOS MENORES. Serán clasificados así:

- Los que no afectan a las cualidades, a la calidad o al rendimiento del producto.
- Los que considerándose necesaria su eliminación, los gastos que originan afectan de un modo insignificante al costo de la unidad terminada.
- Aquellos cuya supresión no se considera necesaria sin que por ello quede afectada la calidad del producto.

### GRUPO IV. DEFECTOS SECUNDARIOS.

Serán considerados defectos secundarios todas aquellas desviaciones de las normas o especificaciones que no afectan a la calidad y al costo de las piezas, pero cuya supresión tiende de un modo general a mejorar la calidad del producto, a dar fluidez a la fabricación y aumentar el rendimiento de la producción, disminuyendo los tiempos y los costos.

La clasificación de un defecto, puede ser efectuada en el momento de descubrirse, y para determinar la clase de inspección que ha de llevarse a cabo, pero en una fabricación organizada esto no es lo habitual. La clasificación de un defecto debe ser la misma que la de la característica a que afecta, por lo que debe comenzarse por confeccionar fichas o pautas de inspección de todos los elementos que han de recibirse antes de su entrada en la factoría procedentes del exterior o los ya terminados procedentes de fabricación, antes de ingresar en el almacén de obra en curso; las operaciones intermedias deben, igualmente, inspeccionarse de acuerdo con los datos contenidos en dichas fichas o pautas. Estas fichas o pautas de inspección deberán ser confeccionadas por el personal perteneciente a la sección técnica del departamento de inspección, y deberá procederse en el siguiente orden a la vista de la pieza o elemento a considerar:

- Determinación de todas las cualidades a inspeccionar, ordenándolas debidamente, para poder deducir cuáles son los artículos que se apartan de las especificaciones.
- Determinación del efecto de cada uno de los posibles defectos, primero, en el conjunto a que pertenece y después en la unidad terminada.

Se determinará también, si es posible que el defecto afectará a la correcta utilización de los útiles de fabricación o de montaje que han de utilizarse con la pieza considerada, pues aun no afectando a la calidad del producto, puede originar un aumento en el costo de la fabricación.

Evaluación de la importancia económica del defecto.

Clasificación de cada una de las cualidades consideradas, en uno de los cuatro grupos anteriores.



C A P I T U L O

V I

## CIRCULOS DE CALIDAD

### INTRODUCCION

Los círculos de calidad, constituyen el concepto revolucionario en el trabajo, que ayudo a Japon a construir una imagen insuperable como productor de alta calidad.

Despues de observar esta transformación en Japon, las compañías de todo el mundo se han interesado en conocer y adoptar la idea de los círculos de calidad.

El concepto de los círculos de calidad, se basa en el reconocimiento por parte de la gerencia de que una excelente forma de resolver los problemas relacionados con el trabajo, consiste en aprovechar el conocimiento, la inteligencia y creatividad de quienes lo realizan.

En la practica, un círculo de calidad lo forman un reducido grupo de personas de la misma área de trabajo que en forma voluntaria se reúnen todas las semanas para identificar y analizar problemas de trabajo. Posteriormente, el círculo hace sus recomendaciones a la gerencia, de quien dependerá la decisión final.

Tanto la gerencia como los miembros del círculo obtienen ventajas de la solución participativa de los problemas, y a que la compañía, con ello, mejora su posición competitiva, como consecuencia de:

- a).- Una mejor calidad
- b).- Una reducción del costo
- c).- Un desempeño mas efectivo

Ademas, los miembros del círculo, logran una satisfacción personal al poder participar en decisiones que afectan su trabajo.

## ¿QUIENES PUEDEN EMPLEAR LOS CIRCULOS DE CALIDAD ?

- Cualquier compañía y/o trabajador que desee:
- a).- Mejorar la calidad del producto
- b).- Mejorar la calidad de la vida de trabajo

## VENTAJAS DE LOS MIEMBROS DEL CIRCULO

- Tener voz en la toma de decisiones
- Aumentar la satisfacción en el trabajo
- Lograr el crecimiento personal
- Incrementar la seguridad en el trabajo.

## SU ORIGEN:

Después de la segunda guerra mundial, Japon quedó prácticamente en "niebla" y requirió del apoyo económico de Estados Unidos y de sus estrategias de comercialización a nivel mundial.

Inicialmente, Japon adoptó una política comercial equivocada:

"BAJO PRECIO A CAMBIO DE CALIDAD"; la cual fracasó en los años 50's y en -  
tonces, buscó la asistencia técnica del Dr. Deming y el Dr. Jurán, máximos  
exponentes del Control de Calidad.

Después de algunas visitas, establecieron la: COMPANY WIDE QUALITY CONTROL  
como una visión Japonesa del "CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD" .

Ya en 1962, el Dr. Kaoru Ishikawa, publicó la revista "GEMBA TO Q.C."  
(Control de Calidad para supervisores) y en ella proponía, los CIRCULOS DE  
LECTURA, que se transformaron en "CIRCULOS DE CALIDAD".

1) MC. GREGOR

Reconocimiento y utilización del potencial intelectual del trabajador.

2) A. MASSLOW

Necesidades Sociales de Reconocimiento y Auto-realización del hombre.

3) HERZBERG

Factores de Higiene y Motivación

4) ARGYRIS

En todo proceso humano existe:

- Desarrollo de información válida
- Libertad de escoger
- Compromiso

ANALISIS PORCENTUAL DE EXPECTATIVAS AL IMPLEMENTAR LOS CIRCULOS DE CALIDAD

| ASPECTO    | %  | CONCEPTOS   |
|------------|----|---|
| CALIDAD    | 30 | Prevención de defectos; reducción de reproceso y mejor control de operación.                                  |
| COSTOS     | 18 | Reducción de tiempos muertos; mayor aprovechamiento de recursos y como consecuencia, una reducción de costos. |
| EFICIENCIA | 14 | Abatimiento de movimientos innecesarios; mejor disposición de equipo y mejores sistemas.                      |
| EFICACIA   | 14 | Prevención de errores; reducción de inspección; estandarización y automatización.                             |
| SEGURIDAD  | 9  | Prevención de condiciones inseguras y accidentes de trabajo.  |
| MOTIVACION | 8  | Mejor comunicación; automotivación; mejores relaciones humanas y mayor integración de grupo.                  |
| OTROS      | 7  | Mayor información; aprendizaje y capacitación; mejores controles administrativos.                             |

-----  
100

## ENFOQUE MOTIVACIONAL DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD:

En todos los países industrializados se ha alimentado por mucho tiempo la teoría que dice que los problemas de calidad se deben a:

- Indiferencia
- Errores y hasta
- Sabotaje de los trabajadores

Bajo esta creencia, sólo el trabajador puede resolver los problemas de Calidad si se le propone la MOTIVACION APROPIADA.

### ANALISIS COMPARATIVO DEL CIRCULO DE CALIDAD CON OTROS ESQUEMAS MOTIVACIONALES

| FACTORES A<br>COMPARAR                       | PLANES MOTIVACIONALES<br>CONVENCIONALES  | CIRCULOS DE CALIDAD   |
|--|--|---|
| Elección de<br>proyectos                     | Se deja al empleado identificar su propio proyecto.  | Algunos proyectos los identifica la Gerencia; otros el propio círculo de calidad.   |
| Entrenamientos<br>previos de <u>análisis</u> | No existen   | Hay un programa formal de entrenamiento fuera de horas de trabajo y voluntario.   |
| Análisis del<br>proyecto                     | Lo hace el empleado por sí mismo, con la ayuda que el consiga ó por su gerencia formal de un 3º. | El análisis lo hace el Círculo de Calidad usando conocimientos y técnicas previamente adquiridas, y fuera de la jornada de trabajo. |

|                             |  |  |
|-----------------------------|--|--|
| Compensación del proyecto   | Ninguna  | Desde cero, hasta el porcentaje total de las horas dedicadas.  |
| Compensación por los logros | Varía en función de el beneficio a la empresa  | No existe; sólo la hay en forma indirecta, como reparto de utilidades.   |
| Otros incentivos            | Reconocimiento; Oportunidad para desarrollo de la creatividad; orgullo y satisfacción personal | Oportunidad para capacitación y desarrollo; Reconocimiento; Membresía de un grupo; Respuesta al liderazgo empresarial. |

#### TECNICAS EMPLEADAS EN LOS CIRCULOS DE CALIDAD

Para implementar Círculos de Calidad, aparte de las teorías de motivación, sin las cuáles no se tendría el clima favorable para una alta participación de los integrantes de una organización; se emplean dentro de su proceso metodológico, técnicas de análisis de problemas como las siguientes:

- Tempestad de ideas.- (El concepto anglosajón de pensar en voz alta y colectivamente) Todos los miembros del grupo contribuyen a una sesión en donde se identifican todos los problemas, incluso aquéllos fuera de la órbita de control de un círculo.
- Lista de comprobación.- Anotación de problemas dentro del área de control del círculo durante un periodo de tiempo específico.

- .- Diagrama de Pareto.- Ilustración gráfica de datos de la lista de comprobación mostrando problemas que suceden con mayor frecuencia. El método identifica un 20% de los problemas que causan un 80% de las dificultades.
- .- Diagrama de causa y efecto.- Ilustración gráfica que clasifica las causas de un problema específico según las áreas o funciones. En un proceso de producción las clasificaciones comprenden la maquinaria, materiales, métodos y fuerza laboral.
- .- Histogramas.- También conocido por "tabla de columnas". Representación gráfica de la frecuencia y magnitud de problemas. Las columnas en estas tablas se trazan según una escala proporcional a cada problema, y se relacionan unas con otras.
- .- Diagrama de dispersión.- También conocido por "tabla del sraupión". Un método de localización de defectos en el que se anotan las faltas colocando puntos en donde se producen, sobre una imagen del producto. Las agrupaciones densas de puntos señalan las áreas principales de problemas en la elaboración.
- .- Gráfica de control.- Verifican el desempeño de un proceso de producción. Periódicamente, se toman muestras de una área y se comprueban para cerciorarse de que cualesquiera variaciones caen dentro de los límites de tolerancia.
- .- Estratificación.- Asegure el muestreo aleatorio. En un proceso manufacturero ello se efectúa generalmente inspeccionando los mismos productos procedentes de distintas áreas o sectores de producción.

En esencia, la filosofía de los Círculos de calidad es: " Las personas se interesan más en su trabajo si son involucradas en la Toma de Decisiones, análisis y solución de sus problemas " .



**C A P I T U L O**

**V I I**

## CONCLUSIONES

En la actualidad hablamos mucho del control de la calidad y generalmente decimos tiene o no calidad, pero muy pocas veces hacemos un análisis completo del significado de la calidad.

Hemos pensado que un producto tangible o intangible en cuya realización nosotros colaboramos, la medida de nuestra calidad será la medida de la calidad del producto. Hemos pensado que por el solo hecho de participar en la manufactura de un producto estamos imponiendo condiciones que independientes de las características del mismo, son las nuestras, son las que determinamos nosotros como seres humanos.

Los volúmenes de consumo de esta industria de pinturas, han motivado la instalación de muchas otras empresas productoras. Por ello es de suma importancia el diseño, formulación y producción a nivel nacional e internacional, para esto existen métodos que bajo formas y procedimientos establecidos nos permiten obtener un producto óptimo dentro de las normas específicas de control de calidad.

No siempre el producto más barato es el más económico, sino aquel que satisface las necesidades al menor costo.

Por todo lo anterior es necesario el establecimiento de un sistema de control de calidad que corresponda a los productos, adecue todas las ideas individuales que aparezcan a un sistema integrado, poniéndolas a trabajar para beneficio de todos y de todo producto.

La creación de un sistema de control de calidad deberá ser de manera que se vean involucradas todas y cada una de las actividades y todos y cada uno de los niveles de la empresa. Deberá ser un sistema en el que el movimiento de calidad se haga sentir a todos y en el que todos sean participantes de la misma idea, pues se desea evitar el que en alguna ocasión nosotros mismos seamos víctimas de nuestros errores.

Deberá ser un sistema en el que el usuario sea también parte del complicado engranaje del sistema de Control de Calidad, que como en ciertos casos se le llama "el inspector final", sea el que nos indique con conocimiento de causa, el nivel de calidad de los productos que está usando; será su opinión valiosa respecto a los rendimientos y su enseñanza de los mejores métodos de uso de los productos.

Para asegurar este control de una manera adecuada debe establecerse - dentro de una empresa, un departamento especializado en el manejo de los métodos estadísticos; que cuente con los aparatos necesarios y el personal adiestrado para su uso, de tal manera que se detecten las anomalías o fallas que el producto pueda presentar. Y desde luego la colaboración decidida, total y el apoyo definitivo de cada uno de los departamentos de la empresa, sólo así se logrará el siguiente postulado que sería el que - debemos seguir :

" HACER LAS COSAS BIEN DESDE EL PRINCIPIO "

Este control de calidad se hará a través de una supervisión y vigilancia continua.

Todo esto nos llenará de orgullo al pensar que nuestro producto tiene calidad en el nivel adecuada a su uso, en el que la satisfacción del cliente sea nuestro mejor premio y que el servicio sea el que corresponde a nuestras necesidades como compradores y por último que el precio sea el correcto para así corresponder a las necesidades del mercado, luego entonces una inversión para mejorar el control de calidad no es una inversión infructuosa, sino por el contrario una inversión que se verá reflejada en ventas de nuestro producto terminado.

En un período en el cual muchas empresas han empezado a pensar con seriedad voluntariamente o no en áreas como la exportación, el control ambiental, semanas de 40 horas y productividad, parece que sólo muy pocas de ellas están considerando con cuidado un área directamente relacionada

con todas (especialmente con la productividad): el Control de Calidad.

Hasta la fecha, con excepción de las grandes empresas, el control de ca lidad no ha sido más que una frase pasajera, discutida, pero por lo gene- ral, ignorada en su aplicación técnica real. Es por eso que el control to tal de la calidad será un elemento cada día más vital para la superviven- cia competitiva, sea en el mercado doméstico o en el exterior.

De esta manera, a través de un sistema como el presentado, llegaremos a que sea realidad el lema de:

" LO HECHO EN MEXICO ESTA BIEN HECHO "

## CUAL ES LA PROBLEMÁTICA DEL CONTROL TOTAL DE CALIDAD ...

### • PÚBLICO CONSUMIDOR.-

No se le orienta adecuadamente sobre la calidad.

### • INDUSTRIA.-

Requiere incrementar la conciencia de calidad, - contratar técnicos que cumplan con esta función para ser entrenados por expertos y que sus políticas administrativas favorezcan los programas - de control y de adiestramiento de los obreros.

### • INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES.-

No se aprovechado el poder de compra del Estado para originar un estricto control en las adquisiciones, con miras a exigir a los proveedores el cumplimiento de normas de manufacturas.

### • DIRECCION GENERAL DE NORMAS.-

No cuenta con la cooperación, medios y personal suficientes para imponer con todo rigor la legislación correspondiente al sector industrial.

### • INSTITUCIONES EDUCATIVAS.-

En la mayoría de las carreras relacionadas con - ciencia, tecnología y administración, no se im- parte el control de calidad como materia electi- va ni obligatoria, razón por la cual algunos de los profesionales carecen de conciencia de la ca lidad.

C A P I T U L O

V I I I

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

- 1.- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS  
U.S.A. 1980
  
- 2.- ANDREWS H. GEORGE  
CONTROL DE CALIDAD  
HERRERO HNDS, BUGS., S.A. 1963
  
- 3.- BLANCO MATAS ALBERTO  
YVES VILLEGAS LUIS  
TECNOLOGIA DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS ORGANICOS  
EDITORIAL QUIMICA, S.A. 1966  
TOMO I Y II
  
- 4.- BOXALL J.  
VON FRAUNHOFER J. A.  
CONCISE PAINT TECHNOLOGY  
CHEMICAL PUBLISHING CO., INC.  
Iera. EDICION  
NEW YORK, N.Y. 1977
  
- 5.- CATALOGOS DE PIGMENTOS ORGANICOS  
HOECHST
  
- 6.- CATALOGO DE PRODUCTOS  
INDUSTRIAS QUIMICAS SYNRES, S.A. MEXICO
  
- 7.- COLORQUIM, S.A. DE C.V. 1976  
CATALOGO

- 8.- CONFERENCIAS DEL III CONGRESO LATINOAMERICANO Y  
VI NACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD  
INSTITUTO MEXICANO DE CONTROL DE CALIDAD, A.C.  
QUERETARO, QRO. 1978
- 9.- CROSBY P. B.  
QUALITY IS FREE  
THE ART OF MAKING QUALITY  
EDIT. MENTOR EXECUTIVE LIBRARY 1980
- 10.- CHATEFIELD H. W.  
BEEN ERNEST  
THE SCIENCE OF SURFACE COATINGS  
LIMITED LONDRES 1962
- 11.- DICCIONARIO ENCICLOPEDICO SALVAT  
SALVAT EDITORES S.A. 1980
- 12.- ENCICLOPEDIA DE LA QUIMICA INDUSTRIAL  
TECNOLOGIA DE LOS RECUBRIMIENTOS DE SUPERFICIE  
TOMO 7
- 13.- ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA  
ESPARSA CALPE S.A.
- 14.- FEINGENBAM A. V.  
CONTROL TOTAL DE CALIDAD  
EDIT. CECOSA  
SEPTIMA EDICION  
MEXICO 1974



- 15.- FETTER S. ROBERT  
SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD  
EDIT. " EL ATENEO "  
BUENOS AIRES 1971
- 16.- FLEMING PAYNE HENRY  
ORGANIC COATING TECHNOLOGY  
JOHN WILEY AND SONS. INC.
- 17.- BARBIN MAURICIO  
INVREA GREGORIO  
EL CONTROL DE CALIDAD  
EDICIONES DEUSTO, S.A.  
ESPAÑA 1979
- 18.- GARDNER A. HENRY  
SWARD B. G.  
PHYSICAL AND CHEMICAL EXAMINATION OF  
PAINT VARNISHES. LACQUERS. COLORS.  
ONCEAVA EDICION 1950
- 19.- GLENN HAYES E.  
MODERN QUALITY CONTROL  
BRUCE DE GLENCOE LONDON 1977
- 20.- GONZALES LARA ENRIQUE J.  
CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD  
ASOCIACION NACIONAL MEXICANA DE ESTADISTICA  
Y CONTROL DE CALIDAD A.C.  
CUARTA EDICION  
MEXICO 1976

- 21.- GRAN ENCICLOPEDIA DEL MUNDO  
URVAN, S.A. DE EDICIONES - BILBAO  
BARCELONA 1979  
TOMO 15
- 22.- GRANT L. EUGENE  
LEAVENWORTH G. RICHARD  
CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD  
CECBA MEXICO 1981
- 23.- HALPIN F. JAMES  
CERO DEFECTOS  
EDICIONES CEA  
BARCELONA - ESPAÑA 1970
- 24.- HANSEN BERTRAND L.  
TEORIA Y PRACTICA DEL CONTROL DE CALIDAD  
EDIT. HISPANO EUROPEA  
BARCELONA - ESPAÑA 1972
- 25.- HISTORIA DE LA HUMANIDAD  
EDITORIAL PLANETA, S.A.  
QUINTA EDICION 1982  
TOMO I
- 26.- IBERT MELLAN  
INDUSTRIAL SOLVENTS  
REINHOLD PUBLISHING CORP 1946

- 27.- ISHIKAWA KADRU  
QUE ES EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD  
EDIT. NORMA  
COLOMBIA 1986
- 28.- JOURNAL OF PAINT TECHNOLOGY  
VOLUMEN 44 No. 569 JUN. 1972  
VOLUMEN 44 No. 573 OCT. 1972  
VOLUMEN 44 No. 574 NOV. 1972
- 29.- JURAN M. JOSEPH  
QUALITY CONTROL HANDBOOK  
Mc. GRAW - HILL  
SEGUNDA EDICION  
NEW YORK, N. Y. 1962
- 30.- KIRK E. RAYMOND  
OTTMER F. DONALD  
ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA  
UTEHA 1962  
VOLUMEN: 12, 13 Y 16
- 31.- LACAS Y TINTAS DE MEXICO, S.A.  
MANUALES DE FABRICACION Y OPERACION
- 32.- MARTENS R. CHARLES  
EMULSION AND WATER - SOLUBLE PAINTS AND COATINGS  
REINHOLD PUBLISHING CORPORATION  
SEGUNDA EDICION  
NEW YORK, N.Y. 1965

- 33.- MARTIN VALERO VICENTE  
ESTADISTICA MATEMATICA Y CONTROL DE CALIDAD  
PUBLICACIONES DE LA FUNDACION JUAN MARCH GUADARRAMA  
ESPAÑA 1973
- 34.- NUEVA ENCICLOPEDIA LAROUSSE  
EDIT. PLANETA, S.A.  
PRIMERA EDICION  
BARCELONA 1961  
TOMO 8
- 35.- PATTON TEMPLE C.  
ALKYD RESIN TECHNOLOGY  
INTERSCIENCE PUBLISHERS JOHN WILEY AND SONS, INC.  
NEW YORK, N.Y. 1962
- 36.- PATTON TEMPLE C.  
PAINT FLOW AND PIGMENT DISPERSION  
JOHN WILEY AND SONS, INC.  
SEGUNDA EDICION  
NEW YORK, N.Y. 1979
- 37.- PINTURRERIAS VOLUMEN XXIII No. 268 ABO - SEP - OCT DE 1972  
ADHESION, LO QUE EL QUIMICO DE PINTURAS DEBE SABER SOBRE ELLA  
ING. WILLIAM BRUSHWELL
- 38.- PINTURRERIAS VOLUMEN XXIV No. 275 FEB. 1974  
MEJORAS EN LA MOLIENDA Y DISPERSION DE PIGMENTOS  
ING. JOSE M. VILLAGENOR

- 39.- PINTURRERIAS VOLUMEN XXIX No. 407 SEP - OCT 1983  
INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE TINTAS  
ING. ANTONIO GUEVARA
- 40.- PINTURRERIAS VOLUMEN XXX No. 412 JUL - AGO 1984  
DESARROLLO DEL SISTEMA NACIONAL DE ACREDITAMIENTO DE  
PRUEBAS EN LA INDUSTRIA QUIMICA  
ING. ROGELIO CUELLAR
- 41.- PINTURRERIAS VOLUMEN XXXI No. 418 JUL - AGO 1985  
FORMULACION DE ADELGAZADORES  
ING. MARTIN GONZALES R.
- 42.- SANCHEZ SANCHEZ ANTONIO  
LA INSPECCION Y EL CONTROL DE LA CALIDAD  
EDIT. LIMUSA  
MEXICO 1980
- 43.- SHAD P. STEPHEN  
ESTADISTICA PARA ECONOMISTAS Y ADMINISTRADORES DE EMPRESAS  
HERRERO HERMANOS, SUCS. S.A.  
DECIMO NOVENA EDICION  
MEXICO 1985
- 44.- TEILLAC MAURICE  
CONTROL TECNICO Y ESTADISTICO DE LA CALIDAD  
EDICIONES DUESTO, S.A. 1962
- 45.- VELAZQUEZ MASTRETTA GUSTAVO  
ADMINISTRACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION  
EDIT. LIMUSA  
QUINTA EDICION  
MEXICO 1983