



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

90  
2eJ

LA CALIDAD DE LA PINTURA EN EQUIPO ORIGINAL



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

TRABAJO ESCRITO

Via Educación Continua

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

GREGORIO AGUSTIN MENDOZA DELINT



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

**Jurado Asignado**

**Presidente Prof.: HELIO FLORES RAMIREZ**

**Vocal Prof.: RAMIRO EUGENIO DOMINGUEZ DANACHE**

**Secretario Prof.: LEON CARLOS CORONADO MENDOZA**

**1er. Suplente Prof.: GUILLERMO MOLINA GOMEZ**

**2do. suplente Prof.: ADELA GIRAL BARNES**

**Sitio donde se desarrolla el tema:**

**México D. F.**

**I.Q. Leon Carlos Coronado Mendoza**

**Gregorio Agustín Mendoza Delint.**

A mi madre:

Virginia Delint Alarcón.

con gratitud, cariño en todo momento,  
haciendo un especial reconocimiento -  
por su empeño e interés por la reali-  
zación de este trabajo.

A mi Hermana:

Soledad

por su cariño y confianza depositado  
en mí.

A mi tío:

Lic. Gregorio Delint A.

con cariño y respeto.

A la memoria de mí:

Padre    Jesús Mendoza Munguía.

Hermano  Jesús Mendoza Delint.

Tía       Ma. Luisa Delint Alarcón.

Por el apoyo que me dieron para realizar  
mis estudios.

Agradecimientos:

A el Ing. Leon Coronado Mendoza por su apoyo y supervisión en el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autonoma de México, y en especial a la Facultad de Química. Quienes no han escatimado esfuerzos en el cumplimiento de sus objetivos primordiales, la formación de Profesionales.

Para ellos , mi gratitud.

<b>INDICE</b>	<b>PAGINA</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>BREVE BOSQUEJO DE UNA LINEA DE PINTURA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO II</b>	
<b>PROTECCION Y ACABADOS</b>	<b>7</b>
<b>RECUBRIMIENTOS AUTOMOTRICES</b>	<b>10</b>
<b>FOSFATOS</b>	<b>11</b>
<b>FOSFATO DE FIERRO</b>	<b>13</b>
<b>FOSFATO DE ZINC</b>	<b>15</b>
<b>PRIMARIOS</b>	<b>19</b>
<b>ELECTRODEPOSITACION DE PINTURA</b>	<b>23</b>
<b>PINTURAS</b>	<b>45</b>
<b>CLASIFICACION DE LA PINTURA</b>	<b>46</b>
<b>ACABADOS</b>	<b>56</b>
<b>CAPITULO III</b>	
<b>CALIDAD EN PINTURAS</b>	<b>64</b>
<b>NORMAS ISO</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>84</b>

## INTRODUCCION

Desde la más remota antigüedad el hombre ha empleado la pintura como expresión artística y como medio de protección, para objetos y cosas de utilidad.

Este trabajo tratará sobre la protección mencionada e ilustrará cómo desde los inicios de la industria automotriz se han presentado diversos problemas que se refieren a la calidad de la pintura para automóviles.

El desarrollo de acabados, equipos y proceso han ido superando día a día estos problemas.

En este trabajo se dará un panoramá general en forma teórica y práctica de las características y calidad que poseen los diferentes tipos de recubrimientos automotrices.

También se hará notar en forma general como se constituye la fabricación de las pinturas y los procesos dentro de la industria automotriz para obtener los acabados de la más alta calidad posible.

Asimismo se indicará la importancia y desarrollo profesional que tiene el ingeniero químico dentro de la industria automotriz.



A principio de siglo, las fábricas de automóviles utilizaban acabados óleorresinosos de secado al aire, obtenidos a partir de resinas fósiles de aceite de linaza.

La introducción de las resinas sintéticas realizó un importante progreso, pero aún así no llegó a satisfacer las demandas de los productores por su lentitud en el secado ni las exigencias del consumidor por su calidad.

Los primeros automóviles no solamente debían ser almacenados durante el invierno, sino que necesitaban repintarse en casi todas las estaciones del año, por el tipo de productos. El problema principal era el largo tiempo de secado de los acabados, estos hacían que la producción en serie se perdiera.

En la década de los veinte, aparecieron las lacas de nitrocelulosa, esto fue sin duda un gran acontecimiento, ya que la producción en gran escala estaba siendo obstaculizada por el largo tiempo que era necesario para los vehículos con esmaltes óleorresinosos.

La industria por lo tanto dio una rápida y efusiva bienvenida

a los acabados de secado al aire rápido, tal como la nitrocelulosa. Con esta pintura se podrían esperar tiempos de secado de 24 horas o menos, estos acabados tienen una tersura excelente y una adecuada dureza, debido al alto peso molecular y fuerza de cohesión de los componentes que intervienen en ella, pero a su vez tienen una baja adhesión, tendencia a la inestabilidad del color y migración del plastificante.

En la década de los treinta. apareció una pintura para automóviles basada en resinas sintéticas del tipo alquidálico modificadas con aceites secantes. Posteriormente, estos alquidales fueron modificados con aceites no secantes por lo que este tipo de acabados se tenía que hornear a temperaturas superiores a los 100°C . Con esto se logró que su mecanismo de secado fuese por polimerización, en vez de evaporación de disolventes.

Este acabado tenía varias ventajas en comparación con las lacas de nitrocelulosa, secan en corto tiempo, se necesitan solo dos ó tres capas de esmalte contra las cinco ó seis capas dobles de la nitrocelulosa. No sólo eran menos capas, sino que la capa final quedaba tan tersa y brillante que no necesitaba ser pulida.

Fue hacia 1956 cuando aparecieron los reportes de las lacas acrílicas de reflujo, en las cuales se afirmaba la excelente durabilidad, permanencia del color y alto brillo que este tipo de acabado poseía. Se llaman Lacas Acrílicas de Reflujo, porque debido a su capa termoplástica ya seca, puede volver a fluir mediante un segundo horneo, esto proporciona un acabado terso, sin basura y brillante.

En la década de los sesentas se empezaron a usar los esmaltes acrílicos termo fijos. Estos acabados se diferencian de las lacas en que no pueden reflejar, pero presentan una excelente resistencia a la intemperie, alto brillo inicial y pureza de tonos en colores lisos y metálicos.

## CAPITULO I

En general la línea de pintura en la industria automotriz sigue un procedimiento para la acción de pintar.

Esta secuencia de pintar se presenta como sigue:

- Preparación y limpieza de la superficie.
- Aplicación de la pintura.
- Curado.

La preparación de la superficie comprende el relleno de los ensambles de láminas y agujeros, aislamientos de superficie remoción de mugre y grasas.

Existen muchas formas de aplicar la pintura. La mayor parte de los procedimientos industriales utilizan las técnicas del baño corto o acción de inmersión o por aspersion. Se ha visto en los últimos años el surgimiento de técnicas nuevas tales como: La pintura de baño electrofóretico.

La pintura puede ser curada por medio de diferentes métodos tales como calentamiento por radiación de baño electrónico, exposición catalizadora de vapor, gas prendido, aire caliente y hornos infrarrojos siendo estos los más comunes.

Considerando el procedimiento para pintar unidades se puede mencionar que una línea de pintura está conformada por:

- Túnel de Fosfato
- Area de Electrodeposición Catódica
- Area de Sellado
- Area de Primario
- Aplicación de Calor
- Area de Reparaciones
- Línea de Uretanos

## CAPITULO II

### PROTECCION Y ACABADO

Se entiende por PINTURA a una mezcla o dispersión de pigmentos en un vehículo, que al secar forma una película que sirve de protección y es decorativa.

Al pintar el automóvil se persiguen dos objetivos:

Protección y  
Decorativo

#### 1.- Protección.

En la actualidad no hay que pensar sólo en vender al público un auto bonito, por medio del color, sino que se debe pensar en el aspecto protección para proporcionar una mayor calidad al producto. Un automóvil durante su vida normal, va a estar expuesto a las siguientes condiciones.

- Brisa Marina.
- Atmósfera Contaminada.
- Rayos Ultravioleta provenientes del Sol.

- Calor y Frío.
- Agentes Químicos.
- Lluvia y Humedad.
- Detergentes. Agua, Jabón.
- Golpes, Raspones.
- Pulidas.

En mayor o menor grado, estos factores contribuyen al deterioro de los acabados, por lo que es necesario el escoger el recubrimiento y proceso adecuados para lograr que el producto final satisfaga las necesidades, por las que el cliente ha pagado una cantidad considerable de dinero.

El principal enemigo del automóvil en lo que se refiere al recubrimiento es la CORROSION, por lo que se debe combatir en forma permanente, buscando siempre la protección y economía óptima.

## 2.- Decorativo.

Al público se le debe presentar un acabado agradable, novedoso, original, brillante y que estos colores provoquen en él un impacto tal que se decida a la adquisición de la unidad.

La dinámica de colores es muy importante para lograr este fin; se ha observado que los autos deportivos en su mayoría tienden a pintarse generalmente de color rojo, el cual aunado a los componentes destinados a este tipo de autos logran un cuadro completo.

Los autos chicos generalmente no se pintan de negro o colores muy oscuros porque esto haría que este tipo de unidades den la apariencia de más pequeños y calurosos. Los autos grandes se ven más suntuosos en colores claros metálicos y los colores pastel hacen que se vean más grandes y espaciosos.

Para fines de ventas, es necesario hacer uso de esta dinámica para hacer sentir al futuro cliente sentimientos de juventud, agresividad, elegancia, etc., y que esto ayude a la comercialización de las unidades.



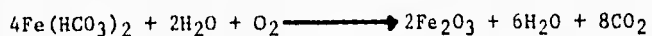
## RECUBRIMIENTOS AUTOMOTRICES

Debido a su elevado grado de afinidad química, todos los metales poseen cierta tendencia a abandonar espontáneamente su estado metálico, liberando a la vez energía para formar compuestos de naturaleza distinta. A la destrucción más o menos intensa de los metales bajo la acción de un medio ambiente, se le denomina CORROSION.

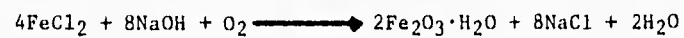
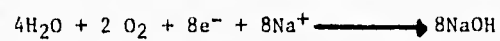
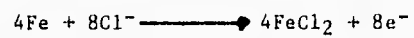
Uno de los metales en que se observa más claramente este fenómeno y en el que las pérdidas son más elevadas debido a su enorme consumo industrial, es el hierro. Este material reacciona incluso a temperaturas ambiente con la atmósfera y con las soluciones acuosas alcalinas o neutras, para formar una fina película más o menos coherente de color pardo oscuro, que está compuesta principalmente por óxidos de hierro.

Este fenómeno se produce con mayor rapidez en las ciudades, zonas tropicales y costas.

Las reacciones de la corrosión son las siguientes:



Con cloruro de sodio.



Para evitar este fenómeno, ya sea en ciudades o costas la industria automotriz ha establecido sistemas para combatir este problema. Los sistemas automotrices están basados en tres recubrimientos.

- a) Fosfatos
- b) Primarios
- c) Acabados

a) FOSFATOS.

El fosfatizado es un tratamiento químico que se realiza por contacto de las piezas en una solución de fosfatos ácidos de zinc y fierro. En el curso del tratamiento la superficie de las piezas se recubre de una película de fosfatos de los metales citados.

El beneficio que se deriva del tratamiento es la conversión de la superficie metálica física entre el sustrato y los agentes exteriores. Por lo tanto, la efectividad del tratamiento dependerá en gran parte de la continuidad de la misma.

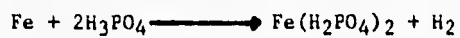
El principal objetivo del tratamiento de fosfatizado es la formación de una película estable y no reactiva combinada, químicamente con el metal base, la cual mejora notablemente la adherencia de la pintura y retarda la corrosión en la interfase pintura-metal en aquellas áreas en que la película ha sido descontinuada. Además de mejorar la adherencia, el fosfatizado aumenta la resistencia al impacto y flexibilidad de las pinturas automotrices.

Cuando el fosfatizado no se lleva a cabo adecuadamente o se carece del mismo, el acabado final producirá fallas como:

Falta de adhesión, ampollamiento (Blistering) y corrosión prematura. Son dos los sistemas de fosfatizado usados en la industria : Fosfato de Hierro y Fosfato de Zinc.

## FOSFATO DE FIERRO

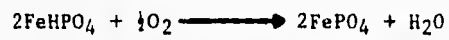
Los productos formulados para producir fosfato de hierro, funcionan convirtiendo la superficie de hierro a un fosfato de hierro insoluble. La reacción es la siguiente:



Fosfato Ferroso Primario ( Soluble )



Fosfato Ferroso Secundario ( Insoluble )



El término común utilizado en relación a la cantidad de película depositada, es el peso del recubrimiento, el cual oscila entre 30 - 90 mg/pie<sup>2</sup>. El fosfatizado de hierro es referido frecuentemente como amorfo, debido a que es tan delgado que no parece distinguirse del metal base. El color de estos recubrimientos formados sobre acero tienen un matiz azul o café, dependiendo de la composición y pH del baño de fosfato.

El fosfatizado se lleva a cabo en un rango de pH entre 5-6 y en presencia de agentes oxidantes, lo cual ofrece muy variadas ventajas.

La ventaja principal es que se puede llevar a cabo la limpieza de suciedades ligeras, al mismo tiempo que se realiza el fosfatizado, por lo que el producto puede ser formulado con detergentes para limpieza. Otra ventaja resultante por la operación en este rango de pH es que no se necesita equipo de acero inoxidable.

Típicamente el fosfatizado de fierro se aplica en tres pasos:

1. Limpieza y Recubrimiento
2. Enjuague
3. Enjuague Sellador

Debido a la naturaleza de recubrimiento delgado, el fosfatizado de hierro es bastante flexible, bajo pruebas severas de doblado o impacto, estos recubrimientos se comportan perfectamente. Estos baños son económicos y simples de operar, y la aplicación de estos se realiza por aspersión.

El fosfatizado de hierro es inferior en resistencia a la prueba de la cámara salina con respecto a un fosfato de zinc.

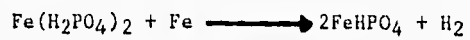
#### FOSFATO DE ZINC

El fosfato de zinc es diferente en su forma física del fosfato de hierro. Este es cristalino y cuando se observa al microscopio aparece claramente una red de agujas cerradas. Dependiendo de las condiciones de proceso, la estructura puede ser desde suave hasta gruesa, así como su color puede variar de un gris claro a un gris oscuro. El fosfatizado de zinc se forma a un pH menor que el de hierro, debido a esto las boquillas y tuberías de los baños deberán ser de acero inoxidable.

El proceso de depositar la capa de fosfato sobre el metal es demasiado complejo; diferentes autores, no se han puesto de acuerdo en su reacción definitiva.



**Fosfato Ferroso Primario Soluble**



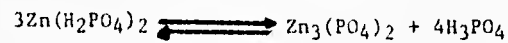
#### Fosfato Ferroso Secundario Insoluble

El hidrógeno desprendido forma hidrógeno molecular, el cual se adhiere sobre el metal en forma de burbujas retardando la depositación de la película de fosfato al evitar que la solución entre en contacto con la superficie, para evitar esto, se hace uso de agentes oxidantes llamados aceleradores tales como nitritos o nitratos.

El uso de estos aceleradores proporcionan además las siguientes ventajas: Disminuye el tiempo de fosfatización, proporciona cristales finos, estabiliza el baño.

El fosfato de zinc primario soluble en agua se disocia como sigue:

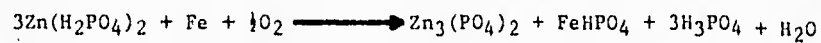




Fosf Zn. Prim. Soluble

Fosf. Zn. Terciario Insoluble

La reacción del ácido fosfórico con el hierro produce una supersaturación de la solución fosfatizante, la cual conduce a la precipitación de Fosfato de hierro secundario y Fosfato de zinc terciario sobre la superficie metálica, produciéndose la película fosfatizante.



**Película Fosfatizante**

La proporción de hierro de zinc en la película de fosfato varía de acuerdo con el método de aplicación, concentración, temperatura, tiempo y proceso.

Parte del fosfato ácido ferroso producto de la reacción con la superficie metálica se acumula en la solución y es oxidado al entrar en contacto con el aire precipitándose en forma de lodos.



El fosfatizado de zinc da una excelente resistencia a la corrosión y se prefiere sobre el de hierro para una máxima protección a la pintura, sus depósitos oscilan entre 150-300 mg/pie². Este recubrimiento también se aplica a superficies en las cuales mejora gradualmente la adhesión, como el hierro galvanizado.

Los baños de zinc requieren atención y control dado que son más sofisticados y delicados en su control que los de hierro, sin embargo, los resultados justifican estos problemas.

El proceso típico de aplicación para el fosfato de zinc es el siguiente:

1. Desengrase alcalino.
2. Uno a dos enjuagues.
3. Fosfato. ( aplicación )
4. Enjuague.
5. Sello crómico.
6. Enjuague con agua desmineralizada.

## PRIMARIOS

Primarios Epóxicos. Base disolvente.

Los primarios en los acabados automotrices son usados principalmente para proporcionar adhesión y resistencia a la corrosión en los sustratos metálicos.

Este tipo de primarios contienen una alta concentración de pigmentos inertes, los cuales proporcionan un alto contenido de sólidos que tienen por objeto rellenar las imperfecciones de las superficies metálicas.

Estos primarios requieren ser orneados y lijados dado que son cruzados con resinas amínicas.

Los componentes típicos de un primario automotriz son:

- . Resina éster epoxy.
- . Resina amínica.
- . Sulfato de bario.
- . Oxido de fierro.
- . Talco.
- . Pigmentos modificadores.
- . Solventes.

Los primarios automotrices son formulados generalmente a base de resinas éster-epoxy, esto proporciona una fuerte adhesión y flexibilidad a la superficie metálica. Para que estas resinas proporcionen al acabado final las características deseadas, se hacen reaccionar con resinas amínicas del tipo melamina-formaldehído o urea formaldehído a temperaturas de 150-170°C por periodos de 20-30 minutos.

Cada primario es diferente según el uso a que se destine. Aunque tienen las mismas bases teóricas, en algunas ocasiones se hará un cruzamiento éster-epoxy/melamina o éster epoxy/Melamina-urea, dependiendo de la dureza, flexibilidad, resistencia al exterior, que se requiera.

Altas concentraciones de melamina o urea tienden a mejorar la resistencia química, pero afectan la flexibilidad y adhesión por lo que el balance resina-amina debe ser exacto.

El sulfato de bario, es un pigmento de alto peso específico y baja absorción de aceite, el cual es muy resistente a los ataques químicos. Es muy importante en la pigmentación, ya que, proporciona buena apariencia, y no afecta el brillo inicial de lacas o esmaltes.

Los pigmentos de óxidos de fierro rojo o amarillo proporcionan propiedades de inhibir la corrosión, además de poder cubriente. En el caso de primarios de color gris, los pigmentos de óxido de fierro son reemplazados por una mezcla de pigmentos de bióxido de titanio y negro.

El talco o silicato de magnesio se utiliza para facilitar la reincorporación de la pigmentación del primario, el cual se puede sedimentar después de un largo período de almacenamiento. Este tipo de pigmentos mejora la lijabilidad y tienden a afectar el brillo final si este no es bien lijado.

Los pigmentos modificadores varían de acuerdo al tipo de vehículo, uso, equipo, técnica de aplicación.

Los pigmentos inhibidores a la corrosión son la mayor parte de los pigmentos modificadores, los cuales pueden ser del tipo cromato de plomo insoluble a los más solubles como el cromato de zinc o estroncio. También se encuentran incluidos en estos pigmentos las bentonitas, las cuales son de gran utilidad para prevenir asentamientos.

Los disolventes proporcionan a los primarios las siguientes características: Ayudan a la humectación del sustrato, proporcionan estabilidad en el envase, influyen en la nivelación, y ayudan a la formación de la película final.

Los sistemas de primarios tradicionales constan de los componentes: Un primario base (rojo) y otro guía (gris o verde).

En el sistema de dos componentes el primario base es el que proporciona la mayor protección al metal, debido a que está formulado a base de pigmentos de óxido de fierro, mientras que la función del primario gris es esencialmente para facilitar el proceso, dado que actúa como guía.

El sistema de primario aunado a los recubrimientos fosfatizantes revisten gran importancia en la industria automotriz, dado que son estos los que proporcionan al metal las características de protección contra la corrosión. De un buen o mal sistema fosfato/primario dependerá la vida futura de la unidad producida.

## ELECTRODEPOSITACION DE PINTURA.

En el presente trabajo se describe el procedimiento de Electro-Deposición.

1. Conceptos Básicos y Antecedentes.
2. Ventajas y Limitaciones.
3. Como Funciona la Electrodeposición.
  - 3.a Sistemas Anódicos y Catódico.
  - 3.b Requisitos de Tanque.
  - 3.c Composición de la Pintura.
  - 3.d Reacciones Electrónicas - Coagulación.
  - 3.e Requisitos Eléctricos.
  - 3.f Ultrafiltración.
  - 3.g Poder de Dispersión.
  - 3.h Amina vs. Sistema de Hidróxido de Potasio

## CONCEPTOS BASICOS Y ANTECEDENTES.

La electrodeposición de la pintura es un procedimiento en el cual las partículas de pintura eléctricamente cargadas son "envueltas" por moléculas de agua para cubrir una parte conductora. El procedimiento se conoce como Electrodeposición, E-Coat, Elpo, y pintura electroforética.

La idea de polímeros que descargan eléctricamente para cubrir un objeto fue examinada primeramente en la década de 1930. Los objetivos entonces fueron para cubrir el interior de las latas de alimentos y coagular un látex de caucho en forma de guante.

Gran parte de la investigación básica que conduce el extenso empleo de la electrodeposición fue llevado a cabo en Europa en la década de 1960. El procedimiento se emplea ahora en todo el mundo, especialmente por los productores de automóviles. Las compañías norteamericanas no mostraron preferencia por la electrodeposición sino hasta fines de los sesentas, desde entonces el procedimiento ha sido ampliamente aceptado y usado para recubrimiento de partes de metal abarcando desde una extensión simple a carrocerías complejas de automóviles.

#### VENTAJAS Y LIMITACIONES.

Los pros y los contras de la electrodeposición se sintetizan en el cuadro #1 por medio de comparación con el atomizador convencional de aire.

CUADRO # 1

Características: Electrodeposición Vs. Atomizador de aire		
% de pintura aplicada	95	40 - 60
Inflamabilidad	No	Si
Solventes Toxicos	No	Si
Esgurrimiento	No	Si
Adhesión	Alta	Media
Resistencia a la corrosión	Alta	Media
Costo	Alto	Medio
Aire necesario	No	Alto
Aire comprimido	No	Alto
Problemas de humedad	No	Importante
Horneo	Si	Si
Espesor	Bajo	Alto
Tiempo de oreo	No	Si
Sup.ocultas cubiertas	Si	No
Enjuague	Si	No



En general las ventajas y limitaciones del procedimiento son:

Electrodeposición

VENTAJAS	Espesor uniforme, aún en los bordes.
	Desperdicio de pintura reducido.
	Resistencia mejor a la corrosión
LIMITACIONES	Dificultad en cambio de color
	Inversión requerida bastante capital
	Los sistemas multicapas no son posibles

COMO FUNCIONA LA ELECTRODEPOSITACION.

La electrodeposición requiere que a la mezcla de resinas de pintura, pigmento y a los aditivos se les de una carga eléctrica. Estos materiales cargados, bajo la influencia de un campo eléctrico migran a través del agua a la parte superficial donde se lleva a cabo la electrodeposición.

Una vez en esa parte los componentes de la pintura abandonan su carga, se hacen insolubles y cubren la superficie, entonces son removidos de la pintura, aclarados y curados en un horno ordinario para pintura.

El procedimiento requiere un tanque de pintura en el cual se sumerge la parte, y provisiones para control de temperaturas, filtración y circulación.

#### SISTEMA ANODICO Y CATODICO.

Dos tipos diferentes de sistemas de electrodeposición están en uso. Son conocidos como anódico y catódico, dependiendo en que la parte del ánodo o el cátodo sea el principal procedimiento electrónico.

El procedimiento anódico fue el primero introducido en norteamérica, pero los sistemas catódicos se han hecho usuales en años recientes. La mayor parte de la gente considera que hacer la comparación siguiente de los dos métodos es la mejor, indicando también que los sistemas catódicos son los mejores.

Características	Procedimiento
Mínima preparación de superficie	Catódico
Mejor resistencia de corrosión	Catódico
Más bajas temperaturas de cocimiento	Anódico
Formulaciones menos costosas	Anódico

#### REQUISITOS DE TANQUE.

La electrodeposición requiere que la parte sea sumergida durante uno o tres minutos: Con dos minutos de energía eléctrica puesta es normal. Los tanques deben ser suficientemente grandes para proporcionar el tiempo de inmersión deseado al ritmo de producción.

Algunos tanques de la industria automotriz son tan grandes como para 80,000 galones (225,000 Litros).

Como se discutió antes, las partes que se van a tratar por medio de la electrodeposición pueden fungir como ánodos o cátodos; Para los sistemas ánódicos el tanque mismo puede funcionar como el otro electrodo (cátodo) o se pueden colocar en el tanque cátodos metálicos por separado. Para los sistemas cátódicos, los ánodos metálicos son por separado.

Los tanques de electrodeposición están normalmente equipados con calentadores o intercambiadores de calor, también como con filtros, bombas, tanques de almacenamiento de pintura y ultrafiltros, para la recuperación de pintura la cual se limpia de la superficie de las partes cubiertas.

Se requieren intercambiadores de calor porque el procedimiento de electrodeposición genera calor que podría elevar la temperatura sobre los valores recomendados. La mayoría de los tanques se destinan para funcionar alrededor de 70°F (20°C). La temperatura no debe variar a más de 20°F (4°C).

El pH del tanque es importante y debe ser inspeccionado regularmente. Muchos sistemas funcionan ligeramente sobre el lado ácido del punto neutro (pH<7).

Se requiere abastecimiento de energía eléctrica relativamente fuerte con un rango de seguridad para que el personal no autorizado permanezca fuera del circuito eléctrico.

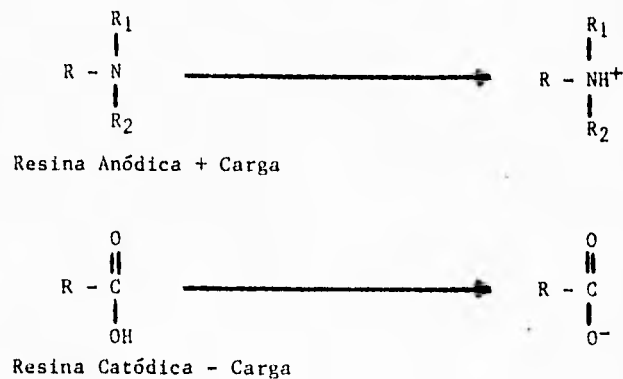
#### COMPOSICION DE LA PINTURA.

Las pinturas de electrodeposición se componen de una mezcla de resina, pigmentos y aditivos dispersos en agua. Las dispersiones son una mezcla compleja de partículas de mezcla de resinas que contienen aditivos y pigmentos.

Las partículas dispersas se cargan eléctricamente para que puedan emigrar en el campo eléctrico el cual se aplica durante la depositación.

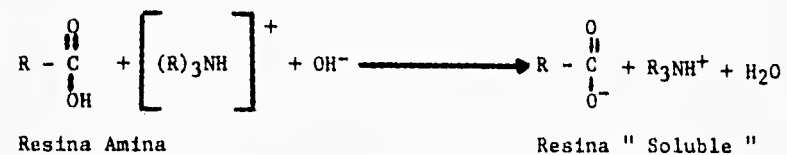
El rango de las partículas oscila de 0.5 - 5 micras de diámetro y son formuladas normalmente del 8 - 15 por ciento de sólidos.

La carga eléctrica en el material de pintura resulta de la ionización química de la mezcla de resinas después del tratamiento con un "Solubilizante". Hay una diferencia fundamental entre las resinas anódicas y catódicas, que se ilustra aquí.



Nótese que en cada caso la mezcla de resinas requiere una carga: negativa, para las resinas anódicas, positiva para los materiales catódicos. Esta carga se requiere para que la pintura sea útil, sin la carga no habría dispersión ni migración.

En algunos casos las resinas anódicas se hacen solubles con aminas más bien que con KOH (Hidróxido de Potasio) como se muestra aquí.



Resina Amina

Resina " Soluble "

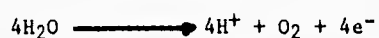
La resina adquiere una carga negativa exactamente cuando se usó KOH.

#### REACCIONES ELECTRICAS - COAGULACION.

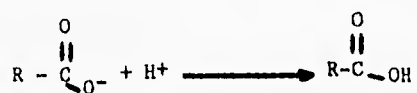
La primera reacción que ocurre cuando la energía eléctrica corre en un tanque de electrodeposición es la descomposición del agua en cada electrodo. Las sustancias químicas producidas cuando el agua se descompone reaccionan con la pintura para convertirla en la forma insoluble que tenía antes que fuera "solubilizada".

Las reacciones se ilustran aquí:

En el ánodo. Descomposición del agua.



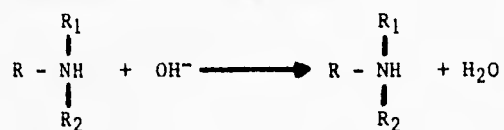
Coagulación de la resina anódica



En el cátodo. Descomposición del agua



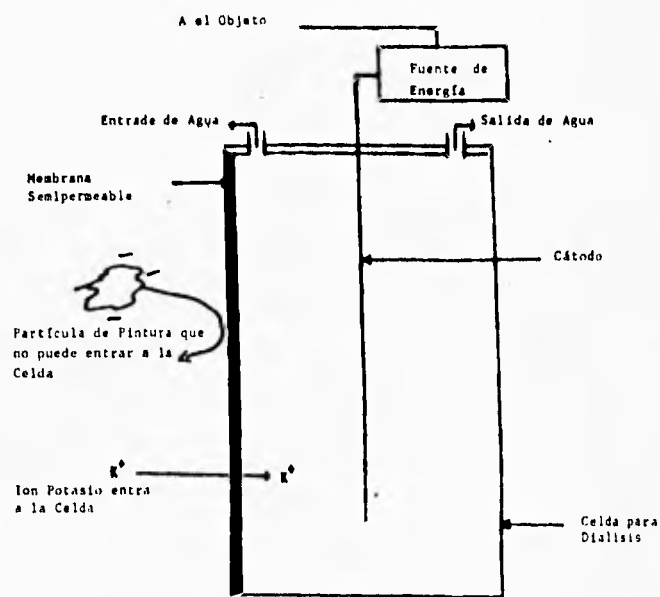
Coagulación de la resina catódica.



Con los sistemas anódicos hay una acumulación gradual de iones hidróxido (OH-) en el cátodo.

De los sistemas catódicos resulta el ion hidrógeno montado (H+) sobre el ánodo. La concentración de estos iones debe estar controlada para evitar que la pintura se haga demasiado conductora. Normalmente el exceso de hidróxido se remueve por medio de células dialíticas (Diálisis) rodeando los cátodos.

Estas células impiden que las partículas de pintura se acerquen al electrodo y no permiten que el exceso de iones puedan ser eliminados con agua desionizada, cuando su concentración alcanza un nivel especificado.

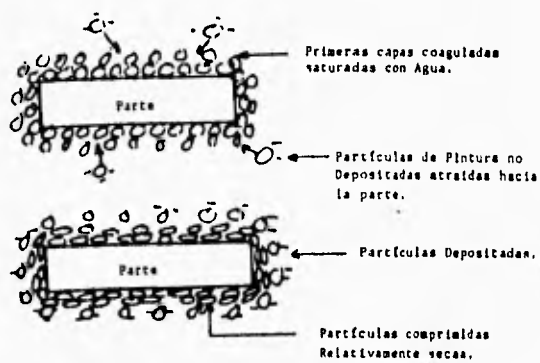


Celda Dialitica es usada al rededor del cátodo para remover los Iones de Potasio en exceso .

Los sistemas anódicos aminos-solubilizados emplean el exceso de amina el cual se produce cuando la pintura se deposita para solubilizar el relleno de las resinas de pintura.



Una vez que las partículas de pintura insoluble han cubierto la parte automotriz, un fenómeno importante ocurre. Las primeras capas de partículas coaguladas son comprimidas por las partículas que las siguen, las cuales son atraídas hacia la parte automotriz (por recubrir) por medio de la carga a la superficie. La presión de las partículas que llegan exprime el agua de la capa de pintura en desarrollo. La capa compacta de pintura relativamente seca aísla la superficie y eleva la depositación a un espesor el cual depende del voltaje para un sistema de resinas determinado. Este procedimiento se ilustra en la figura siguiente:



La capa inicial electrodepositada es comprimida por partículas subsecuentemente depositadas.

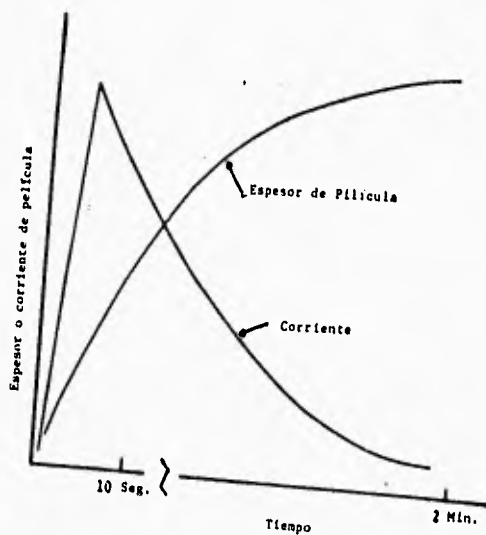
#### REQUISITOS ELECTRONICOS.

La naturaleza del recubrimiento de pintura por electrodepositación requiere mucho más energía eléctrica que el atomizador electrostático. Objetos grandes como carrocerías de autos, las cuales pueden tener más de 600 pies cuadrados (56 Mts. Cuadrados) de área de superficie, pueden requerir más de 1000 amps. en períodos breves.

La grafica siguiente mostrará como se comporta el espesor o la corriente contra el tiempo. Nótese la rápida sobretensión de corriente la cual alcanza un máximo en unos cuantos segundos y disminuye rápidamente. Este comportamiento refleja la naturaleza aislante de las capas depositadas recientemente, los sistemas pueden ser accionados ya sea por voltaje constante o corriente constante aunque el primero es más común. Algunos tanques se dividen en zonas con voltajes que van en aumento conforme la parte automotriz avanza hasta el fin del tanque. Este arreglo de voltaje dividido en zonas reduce la sobretensión inicial de la corriente.

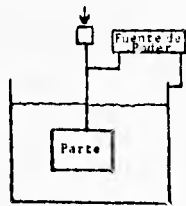
Las partes pueden entrar al tanque ya sea con la energía eléctrica puesta o apagada.

La entrada con energía eléctrica sin embargo, puede dejar marcas de impurezas en la capa final. Estas son ondulaciones que resultan del levantamiento en forma de ola y que cae de la superficie de la pintura en frente de la parte como un resultado de la agitación de la pintura. El efecto del voltaje en el poder de dispersión de una capa de electrodeposición será tratado más adelante.

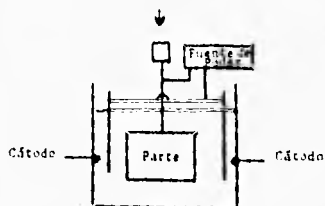


Tiempo vs. corriente y espesor de la capa para una mano de pintura de electrodepositado.

La mayor parte de los tanques de electrodeposición son contruidos de acero, como se explicó anteriormente los sistemas anódicos emplean el tanque como cátodo o tienen cátodos de metal separados como se muestra aquí.

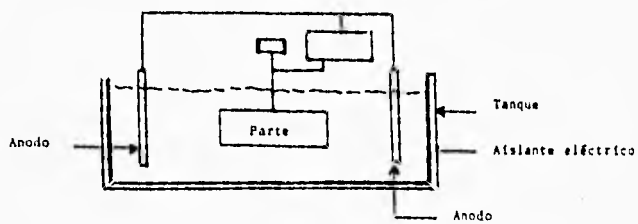


El Tanque es el Cátodo



Cátodo Separado del Metal

Los tanques con sistemas catódicos deberán estar aislados del suministro de energía eléctrica esto es porque si el tanque fuera el ánodo se disolvería gradualmente. De hecho el acero común no puede usarse como material del ánodo por la misma razón. Láminas de carbón o metales inertes se usan como ánodos en sistemas catódicos como se muestra aquí.



#### ULTRAFILTRACION.

La pintura no solidificada que se conduce fuera del tanque en la superficie de la parte, debe ser enjuagada antes de que la capa sea horneada. Esto es necesario para asegurar un acabado liso y para cubrir nuevamente los sólidos de la pintura sin usar. Muchos sistemas emplean una corriente de agua en gran cantidad seguida de un enjuague de atomizador en volumen pequeño para remover el residuo.

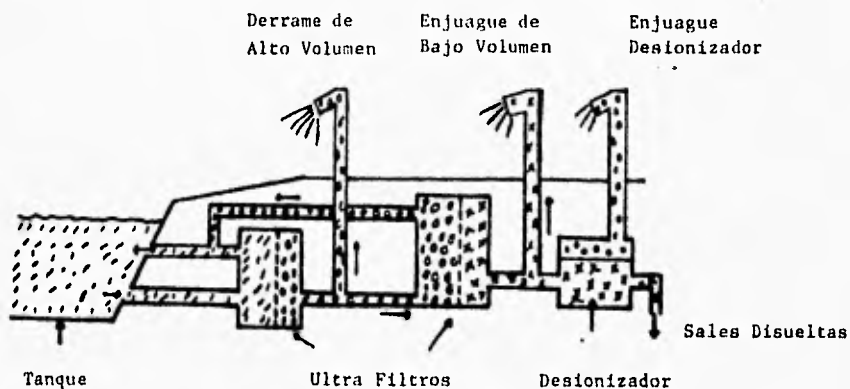
La pintura enjuagada escurre de regreso dentro del tanque para su uso. Para objetos grandes tales como carrocerías de autos el volumen total de agua de enjuague para cada trabajo puede ser tan abundante como 750 L (200 galones).

Los filtros industriales normales no son capaces de separar el exceso de agua del tanque por el tamaño extremadamente pequeño de las partículas de pintura. Para superar esta dificultad se utilizan filtros especiales, llamados Ultrafiltros que han sido perfeccionados, los cuales son capaces de separar agua y sales disueltas de los sólidos de la pintura, en virtud del tamaño tan pequeño de sus poros, los ultrafiltros tienen relativamente bajas capacidades de filtración.

Como resultado se hacen necesarias áreas de filtro de superficie amplia.

El flujo se estima de 40-70 L/M<sup>2</sup>/ Hr. (25-40 Gal/Pie<sup>2</sup> / días) son típicos.

Los ultrafiltros son algo más delicados para funcionar que los filtros industriales ordinarios y requieren atención minuciosa. Una instalación típica de ultrafiltrado se presenta por el diagrama siguiente, indicando que un desionizador se emplea para remover sales disueltas que entran al sistema preventivo del procedimiento fosfatante. La limpieza periódica la cual se requiere para disponer de las sales removidas por medio del desionizador implicará que algunos materiales entrarán en el sistema de desagüe de la planta. Así un procedimiento de electrodeposición no es un sistema verdaderamente cerrado aunque se acerca mucho. Es esencial emplear un desionizador para remover sales disueltas a efecto de mantener la conductividad y la resistencia de corrosión a niveles deseados.







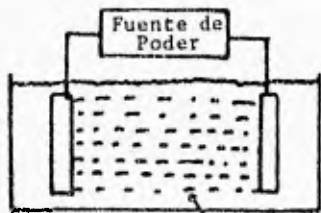
-  - Pintura circulando (8-15% Sólidos) y Sales conducidas al tanque.
-  - Enjuague Ultrafiltrado (Menos de 1% sólidos), Sales Disueltas
-  - Atomizador Ultrafiltrado (Sólidos de Pintura no Disueltos) y cualquier sal.
-  - Agua Deionizada para enjuague final Precocido.

Diagrama de un Sistema de Electrodeposición con un Ultra Filtro.

#### PODER DE DISPERSION.

A la capacidad de una resina de electrodeposición para penetrar y cubrir los huecos se le llama Poder de Dispersión. El poder de dispersión es una propiedad importante cuando se cubren partes que tienen hueco. El poder de dispersión de una resina refleja su capacidad para ser dirigida a lo largo de las líneas de fuerza del campo eléctrico, el cual existe entre la parte y el otro electrodo del sistema. Este campo eléctrico es mostrado en la siguiente figura:



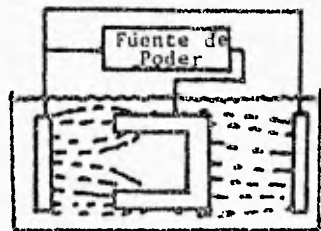
Un campo eléctrico entre el cátodo sumergido y el ánodo

Línea de comportamiento eléctrico.

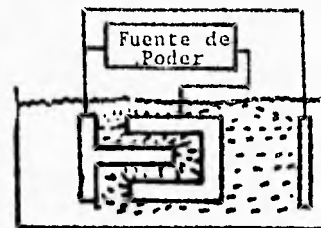


Objeto Cubierto

El campo busca el camino mas corto a la tierra. De esta manera no penetra bien en las aberturas, o al lado mas distante del objeto que esta cubriendo



Un arreglo mejor .



Un arreglo aún mejor aunque no puede ser muy práctico.

**Efecto de la forma del electrodo en el poder de dispersión de un sistema de electrodeposición.**



La profundidad de penetración es aproximadamente igual a la anchura de la abertura del hueco.

Hay tres formas de aumentar el poder de dispersión de una pintura de electrodeposición y son:

La primera técnica es emplear un voltaje mas alto. Esto originará que el campo de fuerza eléctrica penetre más profundamente en el hueco. El voltaje sin embargo, puede ser solamente aumentado hasta un punto determinado. El voltaje más elevado origina más calor localizado, el cual extiende el gas producido en la superficie de la parte. A cierto voltaje, llamado Voltaje de Roptura, la pintura húmeda será arrojada de la parte. También el voltaje más elevado aumentará la estructura de esta manera, aumentando el consumo de pintura.

En la práctica la mayor parte de los tanques se hacen funcionar a 200 - 400 V DC.

El segundo planteamiento para mejorar el poder de dispersión es colocar electrodos auxiliares en los huecos que deban ser cubiertos como se muestra en la figura anterior. Esto reduce el campo eléctrico requerido y aumenta su fuerza.

Desgraciadamente los electrodos auxiliares son frecuentemente voluminosos y propensos a cortos circuitos accidentales, si las partes son grandes y complejas.

El tercer método para el mejoramiento del poder de dispersión es emplear una resina la cual tenga una capacidad migratoria mayor. Las resinas sí difieren en su capacidad para penetrar huecos; pero desgraciadamente aquellas con el poder de dispersión más elevado normalmente son los más caras.

#### AMINAS VS. SISTEMA DE HIDROXIDO DE POTASIO.

El hidróxido de potasio (KOH) solubiliza los sistemas, que tienen algunas ventajas sobre el sistema de aminas solubilizadas. Son más baratos, tienen mejor poder de dispersión y son un poco más fijos en el tanque.

Además el exceso de hidróxido que se acumula en los tanques puede simplemente desecharse.

Por otra parte la células dialíticas deben usarse para concentrar el exceso de OH<sup>-</sup> y estas requieren cuidado y sustitución. También la resistencia a la corrosión en los sistemas de hidróxido de potasio un poco más bajos que sus contrapartes de amina por que algunos iones inorgánicos son bloqueados en la pintura durante la depositación.

## PINTURAS.

La pintura puede definirse como un material que forma una capa o película la cual puede o no contener pigmento.

La pintura se usa muy frecuentemente para proteger o adornar, algunas veces se usa para ambas cosas. De vez en cuando una superficie puede pintarse por otras razones; como aislamiento, reflejar la luz, o conductora de electricidad.

Para el consumidor habitual el valor decorativo de la pintura es de apreciación visual; no así para el industrial.

Este interés por la protección es necesario por que muchos materiales tienden a corroerse o descomponerse cuando son expuestos a servicio en el medio ambiente.

El trabajo de la pintura frecuentemente representa la manera mas razonable de prevenir la degradación de los materiales.

## CLASIFICACION DE LA PINTURA

La pintura se puede clasificar principalmente por sus funciones o por sus características de aplicación con base en su función, como ejemplo podemos decir.

**ULTIMA MANO:** La capa de pintura final, la capa efectiva (real) la cual se observa.

**CAPA INTERIOR:** Cualquier capa de pintura abajo de la última mano.

**PRIMERA:** Una capa inferior aplicada directamente a la superficie que se pinta. Las primeras, son normalmente utilizadas para aumentar la adhesión de la capa siguiente, para reducir la corrosión o ambas.

**SELLADORA.**

Normalmente una capa inferior aumenta la adhesión entre cualquiera de las capas de pintura. Algunas veces una selladora se utiliza para prevenir penetración de pigmento o aceites dentro de una capa final.

#### **AISLADORA.**

Una capa inferior se utiliza para rellenar las imperfecciones de la superficie. Las aisladoras son normalmente formuladas para un aislamiento fácil.

También la pintura puede clasificarse sobre la base de sus características de curado o aplicación, por ejemplo:

**SECADO DE AIRE.** Pinturas que no necesitan ser calentadas para curarse. Las pinturas de casa y algunos productos de reparación automotriz son ejemplos de ellas.

**HORNEADAS:** Pinturas que son formuladas para ser calentadas para curarse.

**PINTURAS DE DOS COMPONENTES:** Pinturas que tienen dos componentes reactivos los cuales deben conservarse separados antes de su aplicación. Los componentes se mezclan precisamente antes de utilizarse.

**PINTURAS DE LACA.** Pinturas las cuales secan por medio de la pérdida de disolvente por evaporación, ninguna reacción química se lleva a cabo en la pintura.

**ESMALTES:** Estos son normalmente pinturas que tienen una reacción química entre los materiales aglutinados que resulta en la formación de una capa sólida. Algunas veces el término esmalte se aplica a cualquier pintura de mucho brillo.

**LATEX.** Una pintura la cual se aplica como una emulsión flotante. El secante ocasiona una pérdida de agua por evaporación y la fusión de las partículas de pintura.

**CAPAS DE POLVO:** La pintura seca pulverizada en partículas pequeñas la cual se aplica a la parte y entonces se calienta hasta que se derrite, con lo cual la pintura sale copiosamente y forma una capa lisa, esta capa se solidifica al enfriarse.

**ALTOS SOLIDOS (High Solids):** Normalmente las pinturas que contienen sólidos por más de 50-60 (del total de la mezcla). En virtud de que se usa menos disolvente el costo y la contaminación pueden reducirse, normalmente deben calentarse durante la aplicación para tener una viscosidad pulverizante (para rociar el líquido).

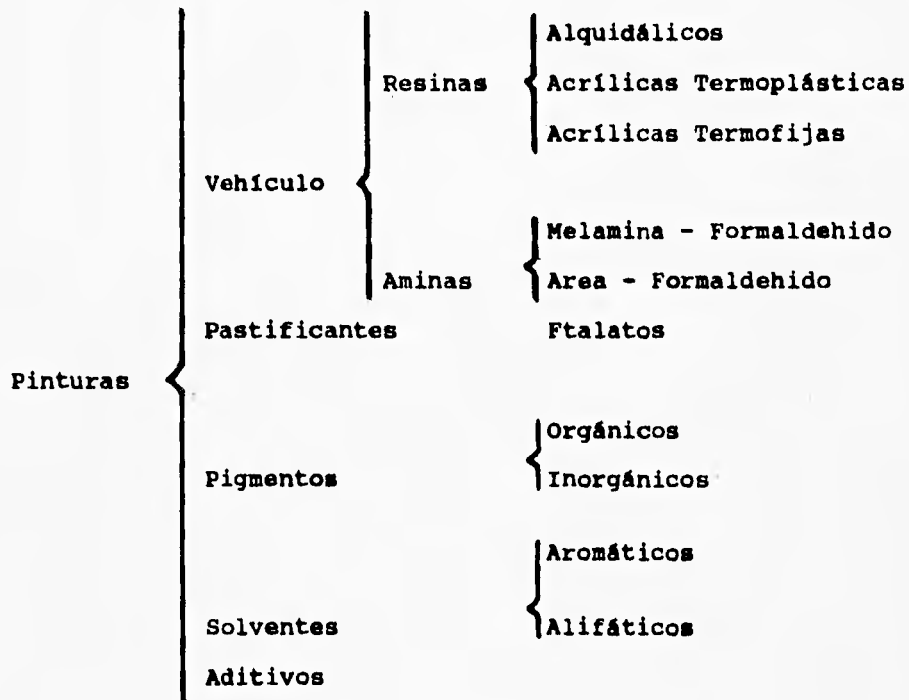
**FLOTANTE:** Pinturas que son disueltas o retenidas en agua para evitar problemas de vapor.

COMPOSICION DE LA PINTURA.

La composición exacta de una pintura especial es a menudo compleja y propia en general, y contiene lo siguiente:

- Vehículo.
- Pigmentos.
- Aditivos.

Cuadro Esquemático de Componentes de una Pintura.





VEHICULO: Es frecuentemente llamado así estando formado por resina y solvente juntos, proporcionando a la pintura características especiales de dureza, flexibilidad, adhesión, resistencia a la humedad, salina y otras.

RESINA: La resina de pintura es el material sólido el cual forma el espesor de película de la pintura. Es generalmente un material resistente, sin forma regular, polímero el cual da a la pintura la mayor parte de sus propiedades térmicas, mecánicas y de desgaste.

Algunas resinas como el asfalto y el caucho son blandas y semi-elásticas, otras epóxicas y acrílicas, son resistentes y pueden ser un poco quebradizas.

Las partículas más pequeñas de una resina se llaman moléculas y son verdaderamente pequeñas. Una molécula típica de pintura (laca) con resina es de una estructura del tipo de un hilo tal vez solamente una millonésima de largo de una pulgada. En la película seca de la pintura esta molécula tiende a enrollarse desordenadamente. En tanto están separadas químicamente las moléculas de la resina se mantienen juntas por medio de fuerzas físicas de atracción, tales resinas se

llaman Termoplásticas por que se reblandecen cuando se calientan.

En otras pinturas, principalmente esmaltes, cuando la resina es aplica reacciona con otras cuando la pintura se cura.

Esta reacción resulta en una molécula tridimensionalmente ramificada, la cual puede por lo menos en teoría, envolver la superficie cubierta. Estos materiales no se reblandecen cuando se calientan y por lo tanto son conocidos como Termofijos.

El siguiente cuadro compara las propiedades generales de algunas resinas más comunes.

Debe hacerse hincapié que estas propiedades frecuentemente se pueden modificar por pigmentos y aditivos.

Resina	Resistencia Humedad	Resistencia Granallado	Resistencia Temperatura	Costo del Material
Acrílicas	Mediana	Baja	Mediana	Mediano
Alquidálicas	Mediana	Mediana	Mediana	Mediano
Asfálticas	Alta	Alta	Baja	Baja
Epoxicas	Alta	Alta	Alta	Alta
Uretanos	Mediana	Alta	Variable	Alta

#### PIGMENTOS.

Se llama pigmento a la partícula fina y sólida usada en la pintura y sustancialmente insoluble en el vehículo que imparte a la película, propiedades de resistencia, color y opacidad. En general se puede decir, que la mayoría de los pigmentos usados en la industria automotriz son buenos, con respecto al exterior, esto es originado por las pruebas tan críticas a que son sometidos.

Los pigmentos para ser considerados automotrices, tienen que cumplir los siguientes requerimientos:

1. Color y Tono
2. Poder cubriente

3. Reactividad con el vehículo
4. Absorción de aceite.
5. Resistencia al exterior.

Los pigmentos de mayor uso automotriz son:

Verdes:	Ftalo, green gold
Azules:	Ftalo, indantreno, cinquasia.
Violetas:	Perrindo Marrón, cinquasia, permanente.
Amarillos:	Cromo, óxido de fierro, permanente.
Naranjas:	Molibdato, cromo, óxido, indantreno.
Blancos:	Bióxido de tritanio rutilico.
Rojos:	Oxido, cinquasia, cadmio, permanente.
Negros:	Oxido de fierro, negro de humo.
Aluminio:	Fino, mediano y grueso no leafing.

Los pigmentos proporcionan a la película final: poder cubriente, brillo, resistencia a la decoloración y apariencia, etc.

## DISOLVENTES.

Los disolventes son aquellos fluidos capaces de disolver o dispersar otras sustancias. Aunque los solventes no se consideran como parte integral de una pintura debido a que se evaporan con mayor o menor rapidez. Estos desempeñan un papel muy importante, dado que intervienen en características tales como: viscosidad, contenido de sólidos, brillo, fluidez, apariencia, etc.

Las propiedades que determinan el uso de un disolvente en un acabado automotriz son: poder de dilución, punto de ebullición, compatibilidad, puntos de inflamación e ignición, velocidad de evaporación, costo y seguridad.

Atendiendo a su poder de dilución en lacas de nitro, los solventes se clasifican en:

1. Activos: Eteres, cetonas, ésteres
2. Latentes: Alcoholes
3. Diluyentes: Toluol, xilol, aromina 100, aromina 150, VM& Pnaftas.

**ADITIVOS.**

Los aditivos son sustancias químicas agregadas a la pintura, normalmente en cantidades pequeñas para lograr efectos especiales. Sin embargo, los aditivos han sido usados en las pinturas por mucho tiempo, su forma de funcionar es algo incierto hoy en día. Los aditivos típicos de uso en pinturas pueden clasificarse por su efecto sobre las propiedades de la pintura líquida o seca.

Algunos ejemplos importantes de las propiedades de la pintura, las cuales son afectadas por los aditivos son como sigue:

* Propiedad de la capa húmeda	* Propiedad de capa seca
afectada por aditivos	afectada por aditivos.
* Dipersión del pigmento	* Presentación al fuego
* Viscosidad	* Flexibilidad (dureza)
* Espumosa	* Brillo
* Bajo Brillo	* Estabilidad a la luz

## ACABADOS

En México existen tres tipos de pinturas usados como acabados finales que son:

Esmaltes Alquidálicos.

Lacas Acrílicas de reflujo.

Esmaltes Acrílicos.

cada empresa tiene sus razones para usar tal o cual acabado, por lo que se hará un enfoque general de los mismos.

### ESMALTES ALQUIDALICOS.

Las resinas alquidálicas son el producto de la esterificación de un poliácido con un polialcohol. Una resina de este tipo puede ser obtenida, a partir del anhídrido ftálico y glicerina siendo el alquidal modificado con un aceite no secante o semi-secante.

Los alquidales en combinación con resinas amínicas tales como la melamina formdehído o urea formaldehído forman películas satisfactorias para uso automotriz.

Para hacer posible el cruzamiento entre las resinas amínicas y el alquidial modificado se requieren temperaturas superiores a 100°C.

Los componentes típicos de un esmalte alquidial de horneado son:

- . Resina alquidálica modificada
- . Melamina
- . Estabilizador
- . Pigmentos
- . Solventes
- . Aditivos

Los esmaltes alquidálicos tienen las siguientes características:

1. Alto brillo inicial
2. Cédulas cortas de horneado
3. Altos sólidos
4. Buena retención de brillo en colores lisos
5. Buena resistencia a agentes químicos
6. Superficies duras y brillantes
7. Tendencia al amarillamiento a temperaturas altas en colores blancos, debido a las impurezas de los aceites no secantes.



8. Menor pureza de tono en colores pastel, por ser la resina alquidámica amarilla
9. Deficiente durabilidad en colores metálicos
10. Películas con muy buena nivelación
11. Son producidos a partir de aceites vegetales
12. Buena resistencia a Cámara Salina
13. Muy buena flexibilidad
14. Buena adherencia al metal sin primario.

#### LACAS ACRILICAS DE REFLUJO.

Básicamente las lacas de reflujo están compuestas por una resina acrílica termoplástica, acetato butirato de celulosa (CAB) y plastificantes. En estos acabados el CAB proporciona dureza y el plastificante imparte la flexibilidad, nivelación y brillo.

Estos recubrimientos tienen la particularidad de poder recuperar su apariencia original mediante un segundo horneado. La reacción que se lleva a cabo en el horneado es un endurecimiento por evaporación de solventes de la resina -CAB- plastificante.

Básicamente la ventaja de este recubrimiento es el obtener un acabado libre de basura, terso y con excelente brillo. Debido a su alta viscosidad y bajo contenido de sólidos las lacas se deben aplicar a espesores altos (2.2 - 2.8 mils) para obtener la calidad automotriz deseada; la alta viscosidad es proporcionada por el CAB y las resinas termoplásticas.

Los plastificantes comunmente son usados con ftalatos, por su particularidad de no emigrar a la superficie.

Los thinners son disolventes especiales que incluyen: cetonas, esteres, alcohol ésteres, tolueno y xileno, mezclados en diferentes proporciones según el proceso y equipo disponible.

Una formula típica sería:

- . Resina acrílica termoplástica
- . Acetato butirato de celulosa
- . Plastificantes como ftalato de butil bencilo
- . Pigmentos
- . Solventes

Las características generales de estos recubrimientos son:

1. Acabado terso y de alto brillo.
2. Buena durabilidad a la intemperie en colores lisos y metálicos.
3. Por ser termoplásticos y con alto espesor su mantenimiento es duradero a base de pulidas.
4. Pureza de tonos en colores lisos y metálicos. por ser el vehículo transparente.
5. Buena estabilidad en el envase.
6. Por ser termoplástico el acabado es sensible a solventes aromáticos.

7. Por su alta viscosidad, se requieren fuertes cantidades de solvente para su aplicación.
8. Buena resistencia a la humedad, cámara salina y agentes químicos.
9. Los thinners para lacas son especiales y caros.
10. Tienen facilidad de reparación en el proceso.

Para entender porqué se obtienen acabados lisos, brillantes y sin basura, se explicará el proceso.

- 1o. Aplicación de 3-5 capas de laca sobre la carrocería - imprimida.
- 2o. Secado a 80 - 100°C por 10 - 15 minutos.
- 3o. Lijado de atersamiento con lija de aluminio No. 600 y gas.
- 4o. Horneo de reflujo a 130 - 160°C por 30 - 40 minutos.

El secado evapora el solvente y deja una superficie lo suficientemente dura para poderse lijar. En el segundo horneo la película funde, nivela y obtiene su brillo original.

El proceso fundamental es controlar los horneos para

evitar problemas, ya sea de cuarteamiento por altos hornos o pobres apariencias en brillo por bajo horneo.

Este sistema se caracteriza por su largo proceso en cuanto a equipo y mano de obra; sin embargo, la apariencia final es excelente, por lo que el proceso se compensa.

#### ESMALTES ACRILICOS.

Las resinas acrílicas termofijas son polímeros derivados de ácido acrílico y metacrílico. Los polímeros acrílicos se distinguen por su claridad, resistencia a la humedad y resistencia al exterior.

Estas resinas tienen muy buena resistencia al calor, ya que muestran poco o nada de cambio a temperaturas arriba de los 170°C, su descomposición ocurre arriba de los 260°C.

Los ésteres acrílicos termofijos contienen grupos funcionales hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ), que al reaccionar por medio de calor con resinas amínicas forman películas adecuadas para uso automotriz.

Los componentes típicos de un esmalte acrílico termofijo son:

- . Resina acrílica termofija
- . Melamina
- . Pigmentos
- . Solventes
- . Aditivos

Las características de los esmaltes acrílicos son:

1. Buena retención de color.
2. Buena resistencia a agentes químicos.
3. Pureza de tonos en colores lisos y metálicos
4. Buena resistencia a la intemperie en colores lisos y metálicos.
5. Mayor dureza que otros acabados.
6. No se amarillean en sobre-horneo.
7. La flexibilidad no es muy buena.
8. Acabados con mayores problemas de nivelación.
9. Problemas de compatibilidad entre esmaltes acrílicos.
10. Menor tendencia a formar fillos húmedos.
11. Son producidos a partir de resinas sintéticas provenientes del petróleo.
12. Se tienen problemas regulares de reparación.

### CAPITULO III

#### CALIDAD EN PINTURAS.

Para comprobar la calidad de los acabados y pinturas, se han establecido una serie de normas automotrices que deben cumplirse. Aquí se ha hablado de primarios, esmaltes alquidálicos, lacas de reflujo y esmaltes acrílicos, los cuales tienen diferentes características y por ende diferentes especificaciones.

La ASTM en Estados Unidos y la DIN en Europa han establecido procedimientos para llevar a cabo las pruebas bajo el mismo parámetro, pero es la planta Armadora, la que proporciona las especificaciones de cada uno de ellos de acuerdo al equipo y proceso establecido.

Hoy sólo hablaremos de las principales pruebas de los esmaltes acrílicos termofijos usados en la industria automotriz.

No hablaremos de primarios, dado que los métodos de prueba son muy similares al de los acrílicos, no así las especificaciones.

Las especificaciones de las Plantas Americanas son muy similares entre si, no así contra las especificaciones de Plantas Europeas.

Las características que un recubrimiento debe seguir para ser considerado automotriz son:

#### REQUERIMIENTOS BASICOS

##### TOXICIDAD

El material no debe contener compuestos tóxicos, a fin de evitar olores desagradables e intoxicaciones.

##### ESTABILIDAD

El material no debe gelarse o sedimentarse, de tal forma que no pueda dispersarse con agitación normal, después de haber sido almacenado durante seis meses a temperatura ambiente.

##### COMPATIBILIDAD

El material debe ser compatible con los disolventes comúnmente usados para este tipo de acabados y no deberá causar contaminaciones con otros recubrimientos del mismo proveedor o de otros.



#### ESCURRIMIENTO

Por ningún concepto deberá presentarse escurrimiento cuando se apliquen tres manos húmedo en húmedo del esmalte sobre el metal debidamente preparado.

#### RESISTENCIA A LOS DISOLVENTES.

Después de 24 horas de haber sido horneado el esmalte, no debe ser atacado por: xilol gas nafta, gasolina y lubricantes usados en una línea de producción.

Las características de tono, dureza y brillo deberán conservarse.

El color y tono deben ser iguales al que previamente haya sido autorizado.

#### LIJADO Y PULIDO

El esmalte debe tener facilidad de lijado sin afectar la película en durabilidad, cuando se emplee lija de carburo de silicio N° 600 y sea pulido. Además deberá mantener su apariencia original cuando se someta a pulido.

#### PANELES DE PRUEBA

Los paneles de prueba son láminas metálicas marca PARKER o fosfatizadas, de acuerdo al proceso. El calibre de las láminas debe ser del N° 20 y las dimensiones serán de 3 x 8 ó 4 x 12 pulgadas.

#### HORNEO

Para las condiciones de prueba, el esmalte será horneado a 130°C durante 18 minutos, al cabo del cual la película de esmalte deberá curar completamente.

#### APARIENCIA

Después del ciclo de horneado especificado, el esmalte debe presentar una superficie libre de: cráteres, hervido, apariencia de cáscara de naranja, manchado y grumo.

## ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA

### CONTENIDO DE SOLIDOS A VISCOSIDAD DE ENVASE

Esta propiedad es variable y muy importante, debido a que la película sólo esta compuesta por sólidos y afecta directamente el costo del producto.

### VISCOSIDAD

La viscosidad del envase del material debe oscilar entre 30-35 seg CF#4, para que, al emplear en su dilución un máximo del 25% de solvente, se obtenga en el esmalte una viscosidad de 17 1 seg. CF#4 a 25°C.

Con esta propiedad se controlan las características tales como nivelación, hervido, escurrido, manchado, espesor del acabado y apariencia.

### PODER CUBRIENTE SECO

El esmalte debe cubrir totalmente el papel contraste blanco y negro a un espesor máximo de película seca de 0.0017 pulgadas.

Con el cubriente se controlan los párametros tales como: transparencias, espesores finales, escurridos, grumo y manchado.

#### BRILLO

Utilizando un Brillómetro a 60°, el esmalte deberá tener un brillo mínimo de 92 puntos en todos los colores y un espesor comprendido entre 0.0015-0.002 pulgadas.

El brillo es fundamental dado que afecta directamente la apariencia final del acabado y su comercialización.

#### DUREZA

Utilizando el péndulo Sward se deberá obtener una dureza en la película seca de 36 - 44, media hora después de haberse horneado el esmalte.

La dureza es importante porque controla los parámetros de: resistencia al rayado, pulido y lijado flexibilidad, impacto, adherencia y resistencia a los disolventes.

#### ADHERENCIA

Una vez horneado el esmalte, se raya la superficie a fin de formar una cuadrícula de 1mm . se coloca la cinta de celulosa en esta área y se tira fuertemente. No debe existir evidencia de falta de adhesión. Esta propiedad es fundamental, dado que afecta apariencia e imagen del producto final

#### IMPACTO

Usando el impactometro Gardner se aplica al acabado horneado un impacto directo de 28lb/pulg.

La superficie no deberá presentar agrietamientos o desprendimientos.

Esta propiedad es una medida de flexibilidad, pero además da cierta idea del comportamiento que el material va a tener en el campo contra posibles golpes.

#### ADHERENCIA ENTRE CAPAS

Al esmalte ya horneado, se aplica una segunda capa, la cual también es horneada y se verifica la adherencia que existe entre ambas. No debe existir falla de adherencia de la segunda a la primera capa.

Esta propiedad representa una garantía para operaciones de repintado o combinaciones de colores dentro del proceso.

#### FLEXIBILIDAD

Esta prueba no está estandarizada para esmaltes acrílicos, dado que son acabados duros y por ende fallaría

La prueba está estandarizada para primarios.

Usando el mandril cónico, se coloca el panel y se flexiona hasta formar un ángulo de 180° en un tiempo de 15 segundos.

Con esta propiedad se tendrá una idea de la resistencia que el acabado tendrá a golpes y abolladuras.

#### RESISTENCIA A LA HUMEDAD.

El esmalte debe soportar un período de exposición de 100 hrs sin pérdida de adherencia, flexibilidad, brillo o ampollamiento. Mediante esta prueba se puede conocer la resistencia que un acabado tiene a climas húmedos y de lluvias.

#### RESISTENCIA A CAMARA SALINA.

El esmalte debe soportar un período de exposición de 240 hrs sin sufrir pérdida de brillo, adherencia, flexibilidad o ampollamiento. Esta prueba es fundamental para conocer el comportamiento a largo plazo de los recubrimientos automotrices.

De los buenos o malos resultados de esta prueba se podrá definir la calidad del acabado.

#### RESISTENCIA A LA INTEMPERIE.

Paneles preparados adecuadamente deberán ser expuestos a 5 grados al sur de Miani, Florida., por un tiempo de 12 meses, En México se colocan en Acapulco con la misma indicación y tiempo. Después de la exposición, el esmalte no deberá presentar cambios drásticos en su apariencia, tales como: caleo (decoloración), ampollamiento, bajo brillo o cualquier otro cambio que afecte la apariencia del acabado.

Esta prueba definirá la resistencia que tendrían los pigmentos a la decoloración o caleo y los vehículos a la formación de ampollas o cuarteamientos.

Una variante más rápida, pero no tan efectiva es el WHEATHEROMETRO, este se usa generalmente para dar una decisión rápida y oportuna acerca de la aprobación o rechazo de algún recubrimiento, pero siempre es recomendable al esperar los resultados de intemperie para dar la decisión final.

Hablando de otros recubrimientos se tienen pruebas, tales como:

- a) Resistencia a  $SO_2$
- b) Resistencia a ácido sulfúrico
- c) Resistencia a luz de cuarzo
- d) Dureza de péndulo
- e) Resistencia a gravelometro
- f) Flesibilidad por embutido
- g) Inmersión en agua

En forma general y para concluir, podemos decir que los colores:

Rojo, Amarillo, Marrones y Naranjas tienen mayores problemas de intemperie; mientras que los Azules, Verdes, Blancos y Negros son bastante resistentes.

Las pruebas mencionadas para la pintura húmeda como para la película de pintura seca siempre se han considerado fundamentales.

En la actualidad se han manejado nuevos conceptos sobre calidad desde círculos de calidad hasta certificación ISO 9000; de lo cual a continuación se hará una breve explicación del concepto.



Por varias décadas previas a 1980 algunos de los principales conceptos básicos de calidad fueron adquiriendo significados confusos, términos tales como Administración de Calidad, "Control de Calidad", Sistemas de Calidad, Aseguramiento de Calidad adquiriendo diferencias y conflictos significativos, no sólo entre diferentes países sino dentro de estos y aún entre sectores industriales diferentes. El concepto Calidad adquirió a nivel mundial una gran importancia y llevó a varias normas a preparar guías aplicables al campo de la calidad.

En 1980 la organización ISO (International Standardization Organization) cuyo propósito es el de desarrollar y promover normas para la comunidad europea pero aplicables a nivel mundial, y cuya sede se localiza en Ginebra, Suiza, formó un comité técnico en calidad, denominado TC 176, al cual le asignó la responsabilidad de preparar normas para la Administración de la Calidad. Como resultado del trabajo en 1987 se produjo la serie ISO 9000 normas de Administración y Aseguramiento de Calidad, así como la norma ISO 8402 en la que se define la terminología genérica sobre calidad.

El papel de las normas de Administración de Calidad y Aseguramiento de Calidad es complementario al que desempeñan las normas de producto, las cuales están orientadas a mejorar la calidad afectando la funcionabilidad de productos o servicios. Debe de enfatizarse que el método general, la estandarización de la Administración y de Calidad y Aseguramiento de Calidad se refieren a los elementos de un sistema de calidad que deben de implementarse y no a la tecnología para ser aplicados.

La serie ISO 9000 es genérica por naturaleza, y cuando se usa adecuadamente en conjunto con las normas de Aseguramiento de Calidad de una industria en particular, ISO 9000 puede significar un fuerte apoyo para su Sistema de Calidad.

#### **SISTEMAS DE CALIDAD.**

Un sistema de calidad es la estructura organizativa, la responsabilidad, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la función de calidad.

El sistema de calidad se debe estructurar y adaptar al tipo de actividad particular de la empresa.

El sistema de calidad deberá funcionar en tal forma que genere la confianza necesaria para que:

- a) El sistema sea eficaz y bien atendido
- b) Los productos y servicios realmente den satisfacción a los requisitos y expectativas del cliente.
- c) Se haga más énfasis en la prevención de los problemas que en su detección después de producirse.

Los objetivos de un sistema de calidad son

- . Prevenir Riesgos
- . Detectar Desviaciones
- . Corregir Fallas
- . Mejorar la Eficiencia
- . Reducción de Costos

Se puede mencionar que como alcances del sistema de calidad tenemos:

- Satisfacción del Cliente
- Calidad a todos los Niveles de la Empresa
- Buena Comunicación
- Hacerlo bien a la Primera

### Requisitos del Sistema de Calidad

- 1) Establecer normas para el Sistema de Calidad
- 2) Apoyo por la Alta Dirección de la Empresa
- 3) Desarrollo e Implementación del Sistema de Calidad
- 4) Mejora del Sistema de Calidad
- 5) Reconocimiento Nacional o Internacional del Sistema de Calidad.

Para el DESARROLLO DEL SISTEMA DE CALIDAD, se necesita:

#### A. Documentación

Manual de Calidad

Planes de Calidad

Procedimientos    1 { Operativos  
                          2 { Técnicos

Registros

#### B. Implantación

Difusión

Sensibilización

Capacitación.

#### C. Seguimiento

Auditorias Internas

Revisiones Periódicas

Evaluación de Proveedores

#### **PROCESO DE CERTIFICACION.**

Es la obtención de un Certificado de Calidad que acredita que una empresa tiene implementado un Sistema de Aseguramiento de Calidad, el cual cumple con los lineamientos de la norma ISO 9000, este Certificado es otorgado por una empresa certificada.

Para obtener este certificado es necesario:

- 1) Contacto Inicial con el Organismo Certificador
- 2) Llenar forma de solicitud y enviar Documentación
- 3) Revisión de Manual por Organismo Certificador
- 4) Comentarios al cliente y fecha de Auditoria
- 5) Auditoria
- 6) Certificación

#### **NORMAS ISO 9000**

Las normas ISO 9000 son un conjunto de normas establecidas y editadas en 1987 que comprenden los sistemas, procedimientos, métodos de trabajo, especificaciones, seguimientos operacionales, auditorias que deben formar parte de un sistema de calidad y se usarán para:

- Establecer y mantener un Sistema de Administración y Calidad.
- Satisfacer Internamente los requisitos de calidad
- Satisfacer los requisitos cliente proveedor
- Redundan en beneficios tanto económicos como la permanencia en el mercado para las compañías que las aplican.
  
- No son especificaciones técnicas de productos (pureza consistencia, propiedades físicas, químicas, funcionales).
- No son obligatorios (el que quiere se afilia)
- No son programas de corta duración que aporten requerimientos de inversión.
- ISO no es el punto final de la mejora continua
- La certificación ISO no debe ser vista como el próximo programa de calidad.

#### DEFINICION GENERICA DE NORMAS ISO

Las normas ISO están integradas y certificadas por medio de una numeración dependiendo del tipo de actividad de la organización que genere un bien o servicio.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**ISO-9000 (NOM-CC-2-1990)**

Comprende la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad, directrices, selección y uso.

Es una guía para decidir cual de los seguimientos, normas, aplicar a una empresa.

**ISO 9001 (NOM-CC-3-1990)**

Comprende sistemas de calidad, modelos para aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalaciones y servicios al cliente aplicaciones a empresas que diseñan, fabrican y embarcan sus productos, dando además servicio a clientes.

**Elementos de la norma ISO 9001**

- Responsabilidad de la Dirección.
- Sistema de Calidad
- Revisión del Contrato (relación entre dos partes.)
- Control de Diseño
- Control de Documentación
- Compras

- **Productos. suministrados por el Cliente**
- **Identificación y Rastreabilidad del Producto**
- **Control de Procesos**
- **Inspección y Ensayo**
- **Control de Equipos de Inspección, Mediación y Ensayo**
- **Estado de Inspección y Ensayos**
- **Control del Producto fuera de Especificaciones**
- **Acciones Correctivas**
- **Manejo, Almacenamiento, Envase y Entrega**
- **Registros de Calidad**
- **Auditorías Internas de Calidad**
- **Formación, Adiestramiento**
- **Servicio Post - Venta**
- **Técnicas Estadísticas**



**CONCLUSIONES:**

Por lo expuesto en este trabajo se puede concluir:

- 1) Gracias a la evolución en el desarrollo de las pinturas para equipo original en la actualidad tenemos acabados con mayor duración a las diferentes condiciones climatológicas y ambientales.
  
- 2) La complejidad de la preparación de las superficies cada día es más especializada para obtener los mejores resultados finales.
  
- 3) La fabricación de las pinturas fundamentalmente están constituidas por los mismos componentes, pero cada fabricante es libre de usar cualquier tipo de acabado según sus necesidades y especificaciones.

- 4) Los métodos de prueba para comprobar la calidad en las pinturas, para el fabricante o el usuario son las mismas; en lo que se refiere tanto a la pintura en su forma líquida como a la película aplicada.
  
- 5) La función del Ingeniero Químico en la Industria Automotriz es fundamental ya que por la gama tan amplia de conocimientos y preparación adecuada, puede desarrollar productos que serán utilizados, controlados en procesos secundarios y a la vez son primordiales para esta industria.

**Bibliografía.**

Estudio de un Sistema de Control de Calidad de Materia Prima  
para la elaboración de Pinturas Alquidálicas 074155 1988

Estudio de Sistemas Total de Calidad Estadístico en Pinturas  
Alquidálicas 079643 1988

Control de Calidad de Producto Terminado en una fábrica de  
Pinturas 168050 1963

**Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgánicos.**

- Alberto Blanco Matas
- Luis Sánchez Reyes
- Luis Villegas
  
- Editorial Química, S. A.  
Edición Diciembre 1974
  
- Indertanding Paint and Painteng Proccess  
Dr. G. L. Shneberger  
3ra. Edición
  
- International Standard ISOO 9000 (1987)