



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" ARAGON "

**PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACION DE UN NUEVO
SISTEMA DE PINTURA EN PIEZAS METALICAS
PARA JUGUETES**

Sist. 29221

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A

VICTOR MANUEL GUTIERREZ POPOCA

SAN JUAN DE ARAGON EDO. DE MEX. 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

A MIS PADRES
CON PROFUNDO CARIÑO.
GRACIAS.

A MIS HERMANOS
POR SU APOYO.

AL ING. AGUSTIN BARBA BARRAGAN
POR SU COLABORACION Y ESMERADA
DIRECCION EN LA ELABORACION DE
ESTA TESIS.

A ANGELINA GUZMAN M.

A MIS AMIGOS.

LA PRESENTE TESIS ES UN PROYECTO REALIZADO EN BASE A REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA LILI LEDY, S.A. DE C.V., COMPAÑIA DEDICADA A LA MANUFACTURA DE JUGUETES EN MEXICO.

I N D I C E

	PAG.
CAPITULO I INTRODUCCION.	1
-El Juguete en México.	7
-Mercado en México.	8
-Importancia del Juguete.	8
-Juguetes con Partes Metálicas.	8
-Características Fundamentales del Juguete.	9
CAPITULO II OBJETIVO.	11
CAPITULO III SISTEMAS DE LIMPIEZA	15
-Procesos de Limpieza.	16
-Métodos Mecánicos.	17
-Métodos Químicos.	22
-Limpieza con Ultrasonido.	29
-Fosfatizado.	30
CAPITULO IV DIFERENTES METODOS PARA LA APLICACION DE:	34
-Pintura.	34
-Pigmentos.	34
a) Vehículos.	40
b) Disolventes y Adelgazadores.	45
c) Agentes Modificantes.	46
-Pinturas en Polvo.	48
-Diferentes Métodos para la aplicación de Pintura.	51
-Aplicacion de Pinturas Líquidas.	51
-Aplicación de Pinturas Sólidas.	72

	PAG.
CAPITULO V	77
METODO ACTUAL Y ANALISIS DE OPCIONES.	
-Gráfica de Flujo para Recubrimiento de Piezas Metálicas.	79
-Análisis de Opciones.	87
Análisis del Sistema de Limpieza.	90
a) Métodos Mecánicos.	90
b) Métodos Químicos.	90
Fosfatizado.	92
CAPITULO VI	104
METODO PROPUESTO Y SELECCION DEL EQUIPO.	
-Método Propuesto.	104
CAPITULO VII	131
ANALISIS DE LOS COSTOS DE LOS METODOS - ACTUALES CONTRA LOS PROPUESTOS.	
-Método Actual.	131
-Método Propuesto.	138
-Análisis de Flujo de Efectivo y Tasa - Interna de Retorno.	152
CAPITULO VIII CONCLUSION.	155
BIBLIOGRAFIA	157

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

No podemos precisar con exactitud, cuando se inició la producción de juguetes, pero podemos asegurar que el juguete existe desde la aparición del hombre, siendo para él parte integrante de su formación y no concebimos una sociedad sin estos medios didácticos y de entretenimiento.

A través de los siglos, el juguete comenzó a ser parte importante para la sociedad, causa que obligó a determinado grupo de personas a producir diferentes tipos de juguetes como un medio auxiliar o completo para lograr su subsistencia económica; así es como se comienzan a integrar los pequeños talleres y fábricas destinadas a suministrar estos productos a la sociedad.

Una de estas fábricas es la nuestra, que surgió en el año de 1948 con una pequeña cantidad de maquinaria y debido a la gran demanda de sus productos, se logró integrar llegando en el año de 1983 a emplear 3 100 obreros y empleados que devengaron en sueldos y salarios 384 millones de pesos, se produjeron 464 artículos diferentes y se vendieron 957 millones de pesos en los 3 600 puntos de venta.

Para cumplir lo anterior la compañía requirió en 1982 los insumos de procesos que a continuación se indican:

-Plásticos.- 200 toneladas en sus diferentes variantes tales como polietilenos, propilenos, poliestirenos, plastisoles, P. V.C., acetales, nylon, etc.

-Metales.- 200 toneladas en C.R.S., S.A.E. 1010, S.A.E. 1018 tubulares, varillas, laminados, soleras, aluminio, cobre, latón, bronce fosforado, plomo, zamac, etc.

-Telas.- 10 mil metros en popelinas, poliesters, nylon, lana, encajes, etc.

-Empaques e impresos.- 200 toneladas en cartones corrugados, microcorrugados, plegadizos, impresos, etiquetas, etc.

-Además de todo lo anterior, se emplean otros tipos de materia les transformados como tornillos, pijas, roldanas, ojillos, hules, cables, terminales, remaches, espumas, glucosas, etc.

Dentro de las áreas de proceso se tienen:

-Departamento de Inyección de Plásticos.- Este es uno de los departamentos principales en donde comienza la transformación del plástico para lo cual se cuenta con 67 máquinas con capacidad de inyección de cinco gramos hasta cinco mil gramos por ciclo de inyección y son capaces de transformar 200 toneladas de plástico por año, éste ubicado en un área de 1 477 m².

-Departamento de soplado de Plástico.- Este es otro proceso -

de transformacion de plástico que tiene la propiedad de hacer piezas huecas que son necesarias para nuestra producción.

Se cuenta con nueve máquinas que tienen capacidad de 0.5 litros a 8 litros por ciclo, capaces de transformar 100 toneladas de plástico por año, ésto ubicado en un área de 180 m².

-Departamento Hornos de Rotación.- Recibe éste nombre puesto - que en realidad son hornos con un dispositivo interno que hace girar la pieza que desea curarse en movimiento de rotación sobre dos ejes a 90 grados, con el fin de que el material cubra todas las áreas de la pieza.

Este procedimiento se utiliza principalmente para piezas huecas de plastisol, las cuales son curadas por medio del calor. En este departamento se tienen diez hornos de gas natural, que - son capaces de producir nueve millones de piezas anuales. - Esto ubicado en un área de 560 m².

-Departamento de troquelado y soldadura.- Gran cantidad de los juguetes producidos de un modo u otro contienen piezas metálicas. Para obtener estas piezas se cuenta con 42 troquelado--ras, con capacidad de dos a cien toneladas.

También se tiene 8 máquinas soldadoras por arco eléctrico y - siete punteadoras, esto ubicado en un área de 552 m².

Departamento de Pintura.- En éste departamento se le da el recubrimiento necesario a piezas metálicas y plásticas que lo requieran y se cuenta con 50 casetas de aplicación para piezas plásticas y cuatro casetas para piezas metálicas con un sistema electrostático húmedo por aspersión, logrando pintar 636, - mil piezas anuales.

Existen otros departamentos a los cuales les llamaremos de subensamble en donde se fabrican ejes, pedales y accesorios metálicos para montables; para las muñecas; ojos, cajas de voz, -- vestidos, etc.

Areas de Ensamble.- 4 300 m². con 70 bandas transportadoras - que en el año de 1982 logro producir 2 millones, 200 mil juguetes en sus diferentes tipos como: Montables, kindermundo, auto pistas, trenes, juegos de salón, líneas de acción, etc. y 2 - millones, 800 mil muñecas.

A grandes rasgos este es el panorama general de nuestra empresa. El poner en operación este ciclo productivo nos demue--tra que el fabricar un juguete implica más de lo que pensába--mos, por lo que ahora nos hacemos la pregunta:

¿QUE ES UN JUGUETE?

Ya que es nuestro producto terminado, trataremos de dar la definición más acertada:

Un juguete es un objeto de cualquier tipo que tiene la finalidad de implicar o ser implicado en, un juego.

La palabra juego tiene infinidad de acepciones que dan una idea clara y concreta de lo que ha sido es y será un juego en cualquier parte donde se practique, y estas acepciones son las que definimos como:

-Diversión o esparcimiento con que entretienen su tiempo libre los niños y los adultos.

-Ejercicio recreativo planeado con otros compañeros y practicando como puro y simple pasatiempo.

-Competición que se disputa cumpliendo unas reglas previstas y dispuestas de antemano, cuya victoria se inclina a favor de unos y otros por suerte, ingenio, destreza, técnica, fuerza, afinidad, práctica, cultura o alguna combinación de éstas u otras cualidades.

Es decir que el juego y el juguete son uno complemento del otro.

Teniendo en cuenta ésto, es fácil comprender que existen una extensa y variada gama de juguetes, según sea la cualidad, instrumento, reglas, ambiente, objetivo y otras circunstancias que constituyan su todo.

Afirma una vieja y desusada opinión que el juego no es más que un recurso mediante el cual el organismo humano consigue evadirse del cansancio que le agobia y recuperar las perdidas - - fuerzas morales y físicas; por lo que las personas respondan - tras un esfuerzo muscular importante con ejercicios puramente mentales y viceversa.

Más con el paso del tiempo, tras infinitos estudios y experiencias se ha dado una mayor importancia al juego, considerándolo bajo tres aspectos bien delimitados: El físico, el intelectual y el moral, según sean sus facetas particulares y generales.

Bajo el aspecto físico, algunos juegos resultan de una importancia vital, puesto que hace trabajar los músculos de una manera general ó total sin que el jugador acuse un cansancio parcial excesivo. El juego responde así a la innata necesidad - que siente toda persona de dar rienda suelta al exceso de fuerza y vigor que guarda en su cuerpo cuando goza de una excelente salud, ó tiene necesidad de ello por otras situaciones.

Cuando el juguete se emplea al aire libre sus efectos son más beneficios. Pone rápido remedio a los efectos perjudiciales - del esfuerzo cerebral intenso y de la vida sedentaria, sea la del niño escolar o la de la persona adulta.

Bajo el aspecto intelectual, pese a que el juego en sí exige - un esfuerzo cerebral determinado, imprime un considerable desa

rollo a las facultades intelectuales del individuo, tales como: el coraje, la resistencia, el golpe de vista, la memoria, la atención, la velocidad de decisión, la astucia, etc., etc. El juego se desarrolla poniendo a prueba un máximo de energía y una gran habilidad en todas y cada una de las facultades del jugador, haciendo trabajar conjuntamente y en armonía las fuerzas del cuerpo y de la mente.

Bajo el aspecto moral, el juguete ayuda a cultivar el compañerismo, la actividad creativa, el altruísmo, la solidaridad, la sujeción a una regla fija, etc. En este aspecto por ejemplo, las muñecas cumplen satisfactoriamente un objetivo importante que es el de despertar el instinto maternal en las niñas.

También existen infinidad de juegos que hacen relacionar a los infantes en actividades sociales, evitando inhibiciones futuras en las personas.

EL JUGUETE EN MEXICO.

La industria a través de los años ha ido produciendo juguetes de acuerdo a las necesidades de la sociedad y sus demandas, pero desgraciadamente en algunas compañías se ha descuidado un factor muy importante, que es obtener calidad a bajo precio, lo cual repercute enormemente en la demanda del producto, ocasionando básicamente, disminución del mercado y sus naturales consecuencias. Las empresas en estos momentos de crisis económica, por la cual estamos pasando, tiene necesidad de integrarse para subsistir y si es posible, de acuerdo a la situación - -

actual, lograr calidad a bajo costo, con el fin de exportar dado que el valor actual de nuestra moneda nos hace competitivos en el mercado internacional. Es una tarea difícil, que sin embargo, muchas empresas están llevando a cabo con magníficos resultados.

MERCADO EN MEXICO.

Actualmente la demanda ha disminuido debido a los altos costos de producción y la baja calidad con que son presentados los juguetes, los padres de familia tienen más cuidado en la selección de los mismos exigiendo calidad y precio. Aquí es donde las empresas deben ver la forma de reducir el costo, obteniendo igual o mejor calidad. Esto parece difícil de lograr, pero es realizable con una verdadera selección de equipo, procesos y recursos en general, para la producción de estos.

IMPORTANCIA DEL JUGUETE.

Desde cualquier punto de vista, la producción de juguetes es fundamental tanto para las personas que los producen como para las que los utilizan, ya que como se vió anteriormente, el juguete es parte fundamental de la formación de la persona, desde los puntos de vista físico, mental, emotivo y social.

JUGUETES CON PARTES METALICAS.

Generalmente los juguetes son hechos de plástico, pero de una forma u otra la mayoría contienen piezas metálicas, las cuales son necesarias por facilidad de manufactura, costo, apariencia,

robustez, estética o por resistir ciertos esfuerzos que el --- plástico u otros materiales utilizados en los juguetes no soportarían satisfactoriamente. Aquí es donde encontramos uno de nuestros problemas, que radica en darle a estas piezas un recubrimiento (pintura), que cumpla con una adecuada resistencia al maltrato, imtemperie, corrosión, abrasión y otros agentes externos.

CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DEL JUGUETE.

Refiriéndonos principalmente a los juguetes, que contienen piezas metálicas observamos que deben cumplir con las siguientes cualidades:

a) Durabilidad.- El maltrato a que es sometido un juguete por los niños principalmente, es normalmente significativo, por lo que sus componentes deben contar con características a prueba de golpes, tensión, corrosión, imtemperie, etc. Sin que éstos factores modifiquen sus características originales.

b) Belleza.- su apariencia no debe representar un juguete tosco, aún con requerimientos de robustez, debe cuidarse la estética, es importante la armonía de colores, la textura, apariencia y demás características de los acabados.

c) Costo y calidad.- Aquí entran factores tan importantes como la aceptación por parte de los compradores, ya que actualmente se preocupan mas en el tipo de compra que hacen. Digamos que el mercado se ha hecho más exigente, cosa que obliga a las - -

empresas a mejorar su calidad sin descuidar el costo.

Para que LILI LEDY, S.A.C.V. cumpla con todos los parámetros - marcados anteriormente, tiene que realizar una serie de cambios en su estructura interna con el fin de obtener métodos y maquinaria que cumplan satisfactoriamente con los retos presentados por la actual situación del país y de la propia empresa.

Nos vemos en la necesidad de renovar el equipo de pintura con el fin de obtener mejor calidad a menor o igual costo, buscando la versatilidad de éste. Para ésto, es necesario una inversión mayor, pero ampliamente justificable. Uno de los principales problemas lo encontramos en el tipo de recubrimiento - utilizado para las piezas metálicas, puesto que podemos mejorar enormemente los costos, tiempos de pintados, calidad y durabilidad entre otros.

Los productos montables también tienen la posibilidad de exportación si cumplimos con prioridad tan importante como el de - obtener excelentes acabados metálicos.

Para lograr tales objetivos en este trabajo, se requiere analizar las diferentes alternativas de acabados para piezas metálicas, revisando métodos y técnicas con el propósito de seleccionar el proceso óptimo para el tipo de recubrimiento que es requerido, lo cual justifica la presente tesis.

C A P I T U L O I I

O B J E T I V O

El presente trabajo se fundamenta en necesidades actuales de la Compañía Lili Ledy, S.A. de C.V., en cuanto a calidad, costos, competitividad y posibilidades de ampliación de mercado, tanto interno como de exportación, dichas necesidades implican una reestructuración del sistema productivo, ya que las instalaciones actuales no cubren o dejarán de hacerlo en poco tiempo los volúmenes esperados y con la calidad requerida por el mercado a costos competitivos.

Lo anterior implica que varias áreas y departamentos deben ser renovados en lo que a instalaciones se refiere. Dentro de estos el Departamento de Pintura está considerado, dentro de los planes de renovación como prioritario, dado que como es fácil imaginar, en el mismo se generan las cualidades estéticas y la durabilidad de los juguetes metálicos, cualidades que también es fácil suponer, el cliente promedio considera para la elección de un juguete, esto es, que le parezca atractivo y que la apariencia sea de tal forma, que represente una alta calidad desligada de la estética.

En función de lo expuesto, el departamento actual de pintura, ha dejado de ser eficiente, en todos aspectos principalmente en los tres siguientes.

- a) El Sistema fué diseñado y construido hace aproximadamente - 16 años, lo cual lo hace obsoleto en cuanto a estado físico y en cuanto a actualización tecnológica, ya que la tecnología, de recubrimientos decorativos en México, durante esos años ha evolucionado enormemente en cualquiera de los puntos de vista industriales.
- b) La capacidad del Sistema, siendo tan viejo, no es la requerida actualmente, ya que el crecimiento de la compañía superó en ese lapso los pronósticos mas optimistas que se consideran en su diseño en cuanto a capacidad a futuro.
- c) Como consecuencia de lo anterior, ante un mercado interno - mas exigente y la necesidad de exportación, la calidad entregada por nuestro actual sistema, no es la requerida en la generalidad de los casos.

Para cubrir las deficiencias de Calidad y Costos, es necesario utilizar nuevos materiales que requieren de procesos diferentes a los implementados, lo cual hace imposible adaptar nuestro sistema a los actuales requerimientos por lo que se hace imperativo sustituir el equipo por uno que ademas de ser capaz de procesar los materiales de ultima generación, nos reduzca los costos en todos aspectos.

El objetivo de el presente trabajo, es entonces el diseñar un sistema factible de implementar en nuestra planta que cubra -

como mínimo los siguientes aspectos primordiales:

- a) Que sea actualizada a la tecnología vigente, tanto en diseño, materiales de construcción, operación como en materiales de acabado (pinturas) a emplear.
- b) Que cubra la capacidad de producción requerida actualmente y que tenga capacidad proyectada a un mínimo de 10 años. Lo anterior implica, dada la naturaleza de nuestro producto, que el Sistema sea versátil, aún para manejar productos no diseñados en la actualidad, lo cual limita la inversión ante la posibilidad, no contemplada actualmente, de que el sistema a implementar pudiese resultar no utilizable en un 100%, en un futuro mediato en función de cambios radicales en la industria juguetera.
- c) Que el sistema entregue un nivel de calidad integral y estética que resulta adecuada a los requerimientos de los mercados interno y de exportación, aún cuando en estos últimos la tecnología empleada por la competencia sea renovada con mayor frecuencia que lo que nuestro medio permite, sobre todo en función de volúmenes producidos y situación económica general.
- d) El sistema a implementar deberá suplir ventajosamente con un recubrimiento orgánico a el acabado en cromo empleado actualmente en varias piezas, esto dado que el cromado de -

metales ha incrementado desproporcionadamente sus costos en el ámbito nacional, lo cual implica que una calidad competitiva en el mercado internacional, nos pone en desventaja en cuanto a competitividad en costo. En cuanto al mercado nacional, ante la contracción de mercado, las piezas cromadas, por su alto costo, propician un círculo de incremento de precios-contracción de mercado. Todo lo cual, actúa cuando se pierda en parte apariencia, ha hecho impostergable el prescindir en lo posible de el cromo, ya que de otra forma pudiera caerse en una reducción consciente de calidad en la búsqueda de reducción de costos.

- e) El sistema a implementar debiera por necesidad obtener una reducción real de costos, que permita una mayor facilidad de acceso a los mercados potenciales mediante un precio accesible y adecuado, a la realidad económica, sobre todo en el mercado nacional.
- f) La inversión, dados los costos actuales del financiamiento en Mexico, debiera ser cuidada al máximo y la misma deberá tener una tasa de retorno tal que se superen los inconvenientes de tasas de interés e índices inflacionarios muy altos y no previsibles a futuros corto y mediano.
- g) El sistema en proponer deberá ser factible y congruente con las posibilidades de tecnología y materiales disponibles en México.

C A P Í T U L O I I I
S I S T E M A S D E L I M P I E Z A

Generalidades. Desde la más remota antigüedad, el hombre ha empleado la pintura como medio de expresión artística y como medio de protección; sin embargo, para aplicar un recubrimiento con resultados satisfactorios y que cumpla con las especificaciones de calidad que requieren nuestros productos, es necesario realizar una serie de operaciones destinadas a acondicionar y preparar su superficie con el fin de recibir las bases o el acabado. El sistema completo incluyendo tanto la superficie como la pintura debe formar una sola unidad y cualquier factor que afecte la habilidad del substrato para recibir y retener el acabado, afectará decisivamente la calidad y durabilidad de todo el sistema.

La adhesión de una película de pintura a una base, varía desde un simple contacto entre la película y la pieza, hasta la ligadura inter e intrasuperficial.

La experiencia nos ha demostrado que la presencia de una capa de gas, óxido o cualquier otro material extraño puede afectar profundamente la propiedad de dos superficies para adherirse entre si. Esta es la causa de que en la mayoría de los casos se trate de modificar el carácter de la superficie antes de aplicar la pintura.

En éste caso las piezas a limpiar son exclusivamente metálicas

y generalmente presentan los siguientes tipos de suciedad:

a).- Grasas, aceites minerales y vegetales, residuos de estirado, lubricantes y similares dejados sobre la superficie metálica durante las operaciones mecánicas, tales como el laminado y estampado.

b).- Residuos de pulido, que pueden comprender grasas, abrasivos, metal desgastado y material textil procedente de los discos de pulir.

c).- Virutas de metal, arenilla e incluso polvo atmosférico.

La limpieza comprende exclusivamente la eliminación de sustancias extrañas de la superficie del sustrato que pueden ser las mencionadas anteriormente y que como ya se dijo pueden afectar de manera decisiva , la adherencia del acabado.

PROCESOS DE LIMPIEZA.

La totalidad de las piezas que recubriremos son de algún tipo de acero, por lo que nos enfocaremos principalmente a la limpieza y tratamiento de las superficies del acero.

Fundamentalmente existen dos métodos de limpieza que son:

a).- Métodos mecánicos.

b).- Métodos químicos.

METODOS MECANICOS.

Limpieza por métodos manuales.- Se incluyen aquí todos los procesos mecánicos efectuados manualmente por medio de lijas, esmeriles, fibra de acero, etc., para eliminar los contaminantes superficiales.

Estas operaciones manuales se utilizan en trabajos pequeños, - en que no se justifica la compra de equipo especializado por - su bajo volumen de producción y también en piezas pequeñas de formas irregulares para las cuales no se pueden hacer adaptaciones de equipo.

Ninguno de estos métodos es muy efectivo, ya que no solamente dejan el orín y las escamas en los pequeños poros e imperfecciones de la superficie, sino que además tienen cierta tendencia a introducirlos dentro de las mismas, lo cual propicia posteriormente una falta de adhesión ú otros efectos nocivos para el mismo.

Limpieza por Impacto y Abrasión.- Este método es uno de los -- más efectivos y consiste en bombardear la superficie metálica con pequeñas partículas de algún abrasivo con el fin de eliminar todos los materiales extraños, tales como rebabas, residuos de soldadura, herrumbre, restos de pintura, etc. y al mismo - - tiempo dar tersura a las superficies demasiado ásperas.

Las piezas que se limpian por estos métodos, generalmente sufren un endurecimiento superficial debido al golpeteo a que es sometida la pieza, cambiando superficialmente su estructura.

El material abrasivo puede estar constituido por arena fina, perdigones, rebabas o bien abrasivos sintéticos como carburundum, óxido de aluminio, etc. El tamaño de las partículas debe ser controlado cuidadosamente, ya que entre mayor sea el tamaño de las mismas, mayor será el desgaste producido en la superficie, y efectuarán una deformación significativa para la pieza a recubrir. Y si por el contrario las partículas son excesivamente pequeñas, se debe desarrollar un trabajo extra-completamente innecesario para obtener el grado de limpieza deseado.

El tamaño de las partículas debe ser lo más uniforme posible considerándose el método de aplicación y el tipo de superficie.

La forma de las partículas abrasivas, también es importante, por ejemplo, los perdigones de forma esférica ó la arena de mar o de río cuyos bordes están redondeados debido al choque constante, tiende a uniformizar la superficie, y dan un perfil de desgaste más bajo que el que se obtiene empleando arena proveniente de otros depósitos naturales, ú obtenida por trituración.

El abrasivo más comunmente empleado es la arena, debido a su bajo costo, pero su uso tiene algunos serios inconvenientes

como el peligro de silicosis, por lo cual los trabajadores deben usar mascarillas especiales con bombeo de aire fresco, o - en su defecto una mascarilla con un filtro adecuado tal como - carbón activado o elementos húmedos.

Los perdigones y las rebabas tienen un costo inicial más alto pero debido a que las partículas no se rompen como en el caso de la arena y, a que se pueden recuperar más fácilmente, su uso, resulta al final más costeables; además que usando estos materiales se obtiene mayor dureza superficial y se elimina el peligro de silicosis.

Otro de los factores importantes que deben ser controlados en este sistema de limpieza son: La presión en el recipiente, el tamaño de la boquilla y el diámetro de la manguera alimentadora.

La fuerza motriz del sistema puede provenir de aire comprimido, vapor de agua o centrífuga, siendo el primero de estos métodos el más usado a pesar de presentar ciertas desventajas como son el enorme gasto de aire, lo cual requiere compresoras de gran capacidad.

Cuando se utilizan sistemas de agua, existe el problema de enmohecimiento de la superficie metálica, lo cual se puede evitar agregando al agua pequeñas cantidades de sustancias químicas inhibidoras de la corrosión, tales como ácido crómico, cromato de sodio, dicromato de sodio, etc.

En los sistemas a base de centrífugas se presenta el problema de mantenimiento y desgaste tremendo de maquinaria, pero también tienen la ventaja de que los abrasivos puedan ser recuperados fácilmente y uno de los métodos más ingeniosos es el patentado por la compañía VACU-BLAST, CO INC., el cual consiste en una manguera conectada alrededor del tubo de salida de aire, la cual succiona el abrasivo por medio de un sistema de vacío.

El costo de los tratamientos por abrasión depende del grado de limpieza que se desee, según especificaciones del comité de -- pintura de estructuras de acero ("STEEL STRUCTURES PAINTING - COUNCIL").

Los tres grados de limpieza son los siguientes:

a).- Limpieza hasta dejar el metal desnudo ("A METAL "BLANCO). Consiste en tratar la superficie metálica con el abrasivo hasta dejarla completamente uniforme, de un color blanco grisáceo, libre completamente de contaminación y ligeramente áspera.

Este tipo de limpieza resulta muy costoso, debido a que la velocidad de operación es lenta comparada con los sistemas siguientes, pero es la que presenta mejor anclaje de la pintura.

b).- Limpieza Comercial.- Es el tipo de limpieza más usado, ya que elimina prácticamente toda contaminación superficial y -- aunque la apariencia final de la superficie no llega a ser tan

uniforme como en el caso anterior, ésto no afecta de manera notable la duración de sistema de acabado. La velocidad con que se efectúa la operación es tres o cuatro veces mayor que el método anterior, reduciendo el costo sensiblemente, y el anclaje de la pintura resulta generalmente muy satisfactoria.

c).- Limpieza Rápida.- Sólo se trata de eliminar las rebabas, óxido o restos de pintura que se encuentran sueltos. Este método resulta desde luego mas rápido y económico que los dos anteriores.

Por último, toda pieza que haya sido limpiada y atersada por los métodos antes citados debe ser protegida lo más rápidamente posible con el fin de evitar que una oxidación o una contaminación que pueda malograr el éxito de la operación.

Limpieza con Flama.- En éste método se hace uso de una flama de oxiacetileno, la cual se pasa repetidamente sobre la superficie metálica, removiendo gran parte del óxido y de la escama, debido a la expansión diferencial del acero; la superficie se limpia enseguida con un cepillo de alambre con el fin de eliminar completamente toda la suciedad. Este método no es muy efectivo, ya que no remueve totalmente la escama delgada que está firmemente adherida a la superficie y afecta estructuralmente a los materiales.

MÉTODOS QUÍMICOS.

Al usar productos químicos para la limpieza es necesario seleccionar el sistema adecuado de acuerdo con la clase de metal y el tipo de contaminación, tomando en cuenta costo, tiempo del proceso, etc.

Los contaminantes como grasas, aceites y lubricantes de formado son los más frecuentes en piezas metálicas, algunos se aplican intencionalmente para evitar la oxidación y otros son requeridos por los procesos de fabricación como el laminado o estampado.

La grasa y los aceites son la forma de contaminación más frecuente en nuestras piezas metálicas, debido a que se acostumbra aplicar sobre la superficie una capa delgada de aceite, que generalmente es del tipo mineral, con el fin de protegerla de la oxidación durante su almacenamiento.

Entre los métodos químicos para la limpieza de metales tenemos los siguientes:

- 1.- Limpieza con solventes.
- 2.- Limpieza con álcalis.
- 3.- Limpieza con emulsiones.
- 4.- Limpieza con ácidos.

Limpieza con Solventes.- Consiste en un tratamiento superficial con un solvente, en el cual deben ser solubles los diferentes tipos de contaminantes que contienen las piezas.

Por éste método no se eliminan otros contaminantes superficiales, tales como óxido, rebabas, escamas, etc.

Los solventes mas usados industrialmente en este proceso son los hidrocarburos puros o clorados, tales como el percloro, --etileno, debido a su alto poder solvente y baja inflamabilidad.

El método manual de desengrasado frotando la superficie con estopas y lienzos humedecidos con el solvente, es uno de los más usados sobre todo en donde no se justifica una inversión en un equipo especializado; sus resultados no son muy satisfactorios, ya que generalmente lo único que se consigue es la distribución de la grasa sobre la superficie, aunque es util para re--blandecer y usar otro sistema posterior.

Uno de los métodos de desengrasado más efectivo consiste en el uso de vapores de solventes. El equipo consta principalmente de un tanque provisto de un sistema de calentamiento y colocado en una cámara cerrada en el cual es volatilizado el solvente y que debe contar con suficiente espacio libre arriba del nivel de ebullición para suspender los objetos que se van a --desengrasar; además, en la parte superior del tanque, se instala un condensador enfriado con agua con el fin de recircular -

el solvente y evitar pérdidas del mismo.

Al introducir piezas metálicas frías dentro del tanque, los vapores del solvente se condensan en la superficie de la misma - disolviendo y arrastrando las impurezas. Cuando la temperatura del metal llega al punto de rocío de vapor, cesa la condensación y el objeto puede retirarse completamente seco.

Si se usan solventes clorados en el proceso, deben de ser estables con el fin de evitar que bajo la influencia del calor y - la humedad ambiental se forme ácido clorhídrico cuyos vapores son altamente corrosivos.

En el método de desengrase por medio de solventes al estado líquido, los objetos que van a ser lavados, se sumergen en tinas con solvente calentado a ebullición. Como en el método anterior, el solvente evaporado se recupera por medio de condensadores, los cuales envían el solvente limpio condensado a un compartimiento, mientras que el exceso del solvente sucio fluye en sentido contrario, de tal modo que las piezas son sumergidas primero en el solvente más sucio y al último en el solvente condensado. Este método es el más efectivo para superficies contaminadas con pasta de pulir, aceites pesados, lubricantes sólidos, etc.

Otro método de desengrase con solventes consiste en utilizar - un tunel provisto de aspersores a presión con el propósito de

que el golpeteo mecánico y la acción del solvente limpien más satisfactoriamente la pieza. Posteriormente es recuperado el solvente en tinas y filtrado para utilizarlo nuevamente.

Ninguno de los métodos de limpieza por solventes descritos anteriormente da resultados satisfactorios cuando se trata de eliminar carbón o algún otro material sólido no grasoso de la superficie. Tampoco se recomienda como tratamiento único cuando se desea un acabado de buena calidad; sin embargo son muy efectivos cuando la superficie va a ser sometida posteriormente a algún tratamiento químico de superficie.

Limpieza con Alcalis.- Es el método más común para el desengrasado industrial de superficies metálicas. Originalmente se usaban en este proceso soluciones desengrasadoras de sosa o potasa cáustica; posteriormente fueron introducidas en el mercado mezclas de álcalis con otras sales, como fosfato trisódico, boratos, silicatos y carbonatos, agentes emulsificantes, jabón, etc. Hasta llegar a las mezclas de álcalis con algunos detergentes sintéticos.

La acción limpiadora de éstas mezclas se debe en primer lugar a la saponificación de las grasas y aceites tanto vegetales como animales, las cuales son convertidas en jabones solubles y glicerinas, en segundo lugar a la emulsificación de los aceites y grasas no saponificables y por último a la peptización de las impurezas sólidas, las cuales son convertidas en mics-

las que permanecen en suspensión.

Los detergentes mejoran las propiedades humectantes de las soluciones alcalinas, reduciendo la tensión superficial.

La eficiencia de un desengrasante alcalino, depende no solo de su poder para remover y mantener en suspensión la suciedad y la grasa presentes en la superficie metálica, sino de la facilidad con que a su vez pueden ser removidos de dicha superficie. Este factor debe ser tomado en consideración, ya que con mucha frecuencia, las piezas metálicas que pasan por un tratamiento alcalino conservan huellas de álcali sobre la superficie, afectando desfavorablemente la durabilidad del sistema de pintura.

En algunos casos se acostumbra neutralizar las huellas de álcali con ácido fosfórico o crómico en solución.

La limpieza con álcalis se puede efectuar por el método de inmersión o por el de aspersion.

El método por inmersión es el más sencillo y el equipo consiste en un tanque de tratamiento y dos tanques de enjuague. En donde es sumergida la pieza a limpiar.

Se recomienda tener una buena agitación en los tanques para lograr una acción mecánica sobre la solución sobre la superficie

metálica tanto en el tanque de lavado como en los tanques de -
enjuague. A pesar de ésto, la operación resulta lenta, sobre
todo cuando se trata de remover de la superficie lubricante só
lidos y no es aconsejable en procesos continuos totalmente me-
canizados.

El método de limpieza alcalino por aspersion es muy efectivo y
se recomienda cuando se tiene una producción en serie. El --
equipo consiste fundamentalmente en un tanque de almacenamien-
to para la solución alcalina, la cual es mantenida a una tempe-
ratura y concentración determinadas, desde donde es bombeada y
atomizada directamente sobre la superficie metálica.

El proceso es bastante rápido en comparación con el de inmer-
sión. Debido al efecto mecánico del choque de la solución ca
liente sobre el metal; se recomienda ampliamente para procesos
continuos.

Después del tratamiento alcalino, las piezas metálicas reciben
un enjuague con agua fría y otro con agua caliente, pasando -
inmediatamente a los tanques de tratamiento químico o bien a
los departamentos de pintura, ya que la superficie metálica de
sengrasada, se oxida rápidamente. Para obtener mejores resul-
tados es recomendable una prelimpieza con solventes como se -
indica en el inciso anterior.

Limpieza con Emulsiones.- Este método consiste en el lavado de la superficie metálica con emulsiones a base de disolventes, - como por ejemplo, petróleo, una solución acuosa de un álcali - débil y un agente emulsificante. Durante el proceso, las grasas y aceites son disueltos por el petróleo y emulsificados en la fase acuosa junto con las partículas peptizadas.

Este tratamiento deja la superficie aceitosa, por lo cual solo es usado cuando antecede a un tratamiento químico antes de la aplicación de la pintura.

El tratamiento se puede hacer por inmersión o por aspersión, - siendo este último el más efectivo.

Limpieza con Acidos.- En éste método, la limpieza de la superficie se efectua por medio de inmersiones de ácidos inorgánicos, tales como sulfúrico o fosfórico combinados con agente - humectante y disolventes. Se puede seguir cualquiera de los métodos convencionales como inmersión, aspersión, frotado con franela, etc.

Este tratamiento tiene la ventaja de que elimina en una sola - operación la grasa y otras formas de contaminación como agentes corrosivos, dejando ademas en el caso de que se use ácido fosfórico una capa de fosfato sobre la superficie metálica, la cual mejora la adhesión de la película de pintura.

LIMPIEZA CON ULTRASONIDO.

Se entiende por ultrasonido la vibración mecánica cuya frecuencia es superior a los 20,000 ciclos/seg., es decir que se trate de ondas sonoras imperceptibles para el hombre.

En el campo, dichas ondas sonoras producen concentraciones elevadas de energía, manifestadas por esfuerzos de presión y de tracción en un espacio mínimo. Si éstos esfuerzos son sobre las piezas a tratar en un baño de algún solvente o desengrasante, se consigue un desprendimiento espontáneo de todas las partículas de suciedad aunque estén fuertemente adheridas.

El ultrasonido resulta particularmente interesante en el desengrase de piezas difíciles o imposibles de tratar con los métodos usuales y que debían forzosamente ser sometidos a un tratamiento manual posterior como:

- 1.- Piezas con residuos de pasta de pulir fuertemente adherida.
- 2.- Piezas con residuos de barnices.
- 3.- Piezas con barrenos, rincones, hendiduras, espacios huecos, moleteados, etc.
- 4.- Piezas con suciedad vieja adherida que requieren un tiempo prolongado de tratamiento, etc.

No debe caerse en el error de creer que basta llenar una cuba con disolvente e introducir en la masa del mismo un vibrador ultrasónico para lograr así el efecto deseado, sino que por el

contrario para conseguir la total eficiencia en la utilización del ultrasonido a escala industrial, es absolutamente preciso el empleo de equipos diseñados especialmente para tal objetivo, así como de los aparatos necesarios para la regeneración y filtración del desengrasante o medio de limpieza.

En muchas ocasiones es conveniente una prelimpieza en la que se eliminan los excesos de grasa y residuos sólidos adheridos al sustrato.

Para producciones elevadas es imprescindible contar con equipos para la previa filtración y destilación continua del disolvente, pues una vez saturado de impurezas, tiene poca eficacia.

FOSFATIZADO (Recubrimiento con fosfatos).

Después de la limpieza de la superficie y en aquellos casos en que se desea el máximo de protección del sustrato a los agentes exteriores se aconseja un tratamiento químico que en casos de superficies de acero y hierro y otros materiales, consiste en la aplicación de soluciones fosfatizantes en composición variable de acuerdo con el tipo de superficie que se desee y el método de aplicación que se vaya a emplear, pero que generalmente están basadas en mezclas de fosfatos primarios, secundarios o terciarios de zinc y manganeso, ácido fosfórico, agentes oxidantes o aceleradores y ciertos iones metálicos pesados como cobre o níquel.

La aplicación de fosfato puede aplicarse por inmersión, aspersión, brocha, rodillos, etc.

El beneficio inmediato que se deriva de un tratamiento de fosfatizado, estriba en la conversión de la superficie metálica en una película de fosfato insoluble, la cual actúa como una barrera física entre el sustrato y los agentes exteriores. Por lo tanto la efectividad del tratamiento dependerá en gran parte de la continuidad de la película, del espesor y de la densidad de la misma. El principal objetivo del tratamiento del fosfatizado es la formación de una película estable y no reactiva combinada químicamente con el metal base, lo cual no solamente retarda la corrosión sino que mejora notablemente la adherencia de la pintura y en la mayoría de los casos aumenta su flexibilidad, resistencia al impacto, etc.

Además de mejorar la adherencia de la pintura, la película de fosfato reduce la actividad química del metal previniendo en esta forma la corrosión, en la interfase pintura-metal y el avance de la misma en aquellas áreas en que la película de pintura es discontinua.

El sistema de fosfatizado consiste esencialmente en los siguientes pasos:

- a).- Desengrasado de la superficie por medio de solventes.
- b).- Lavado con un detergente alcalino.
- c).- Enjuague con agua.

- d).- Tratamiento de fosfato.
- e).- Enjuague con agua.
- f).- Lavado con ácido crómico diluido con el fin de sellar la superficie e incrementar la resistencia a la corrosión.
- g).- Enjuague con agua desmineralizada para evitar depósitos de sales disueltas.
- h).- Secado de la pieza a una temperatura alta con el fin de evitar que la solución permanezca demasiado tiempo sobre la superficie, ya que las pequeñas gotas pueden dar lugar posteriormente a la formación de ámpulas en el acabado.

La cantidad de fosfatos sobre la superficie metálica depende del uso que se le vaya a dar a la pieza terminada. Según la especificación DEF-29 titulada "Tratamiento de fosfatización de hierro y acero para protección contra la corrosión". Las películas de fosfato se dividen en tres clases que son:

Clase 1.- El peso mínimo de la película de fosfato debe ser 7.5 g/m² y generalmente no se usa como base para pintura, sino para un sellador de aceite y cuando se desea el máximo de resistencia a la corrosión, generalmente se usa fosfato de manganeso.

Clase 2.- El peso mínimo de la película de fosfato debe ser de 4.3 g/m² y que generalmente se usa como base para pinturas en sistemas automotivos, de refrigeradores, lavadoras, etc. Generalmente se usa como base para pinturas en sistemas automotivos, de refrigeradores, lavadoras, etc. Generalmente se usa fosfato de zinc.

Clase 3.- El peso mínimo de la película de fosfato no debe ser menor de 1.6 g/m^2 y se usa solamente en el pre tratamiento de piezas de acero ligeras y como base para pinturas con un al to poder anticorrosivo, se usa fosfato de fierro o de zinc.

Una cláusula especial permite películas de fosfato con un peso de $0.5-1.6 \text{ g/m}^2$, en el caso de laminaciones delgadas de acero que vayan a ser troqueladas o dobladas después de pintar. Generalmente se usa fosfato de fierro.

Los revestimientos de fosfato funcionan de la siguiente manera:

- a).- Promueven en la superficie una condición no alcalina, los residuos alcalinos debilitan la pintura y por consiguiente pro vocan la corrosión.
- b).- El fosfatizado impone uniformidad relativa de la textura superficial y mejora la uniformidad de tratamientos posteriores tales como el pintado.
- c).- Preveen reacciones entre los aceites en la pintura y los metales sensitivos.
- d).- Inhiben la propagación de corrosión de una área dañada a una área contigua.
- e).- Mejora la adhesión de la pintura.
- f).- Aisla los metales de la corrosión electroquímica.

C A P I T U L O I V
D I F E R E N T E S M E T O D O S P A R A L A A P L I C A C I O N D E P I N T U R A

Para tratar este capítulo es necesario definir qué es una pintura: Pintura es un recubrimiento que tiene el objetivo de cubrir determinada superficie y se compone de:

1. Pigmento.

Son sustancias sólidas insolubles que imparten color a la pintura; de alto índice de refracción y se dispersan perfectamente en el vehículo para formar una mezcla homogénea.

2. Vehículo.

Es la sustancia que puede extender sobre una superficie, - encontrándose en estado líquido y que una vez seco produce una capa adherida al sustrato.

El vehículo se compone de:

- a).- Formadores de película.
- b).- Disolventes y adelgazadores.
- c).- Agentes modificantes.

PIGMENTOS

Entre los pigmentos tenemos principalmente:

- a) - Pigmentos blancos.- Las propiedades de los pigmentos blancos son una de las bases de la eficiencia y calidad de las pinturas en cuanto a poder cubriente, durabilidad, brillo u - opacidad, etc.

La opacidad y el poder cubriente, son dos de las propiedades - más importantes, están en función del tamaño de la partícula y de su índice de refracción.

La influencia del tamaño de las partículas se puede apreciar - objetivamente comparando la apariencia del vidrio molido y cla sificándolo en diferentes tamaños, siendo las partículas más pequeñas las que dan aspecto de más blancura y opacidad.

Tratándose de un pigmento blanco el color es afectado por impu rezas principalmente de metales como: fierro, cromo, cobre, -- etc.

Entre los pigmentos blancos más importantes tenemos:

Carbonato básico de plomo.- Comercialmente se puede presentar con un contenido de 50 a 70% de pigmento y 50 a 30% de agua o bien como un polvo seco con 100% de pigmento puro, también se puede obtener como pasta espesa en aceite de linaza con 91% - de pigmento.

Sulfato básico de plomo.- Conocido como sublimado blanco de plomo, descubierto en 1855 por MARTTLET. Su uso ha disminuido notablmente por su toxicidad.

Pigmentos blanco de zinc.- El óxido de Zinc llamado también blanco de zinc. Las pinturas preparadas con este pigmento -

tiene la propiedad de absorber menos humedad atmosférica.

Pigmentos blancos de bióxido de titanio.- Químicamente el blanco de titanio es un óxido del titanio. Se usa principalmente de excepcional opacidad, lo cual es el resultado normal de su alto índice de refracción. Es el más empleado industrialmente.

Pigmentos blancos de óxido de antimonio.- Es un polvo blanco y suave, que se usa en toda clase de acabados, principalmente en pinturas retardadoras del fuego y en especial cuando éstas contienen cloro.

b).- Pigmentos de color orgánico.- En 1856 se descubrió el -- primer colorante de anilina sintética de aplicación práctica y que se conoce con el nombre de Malva. A partir de este acontecimiento el descubrimiento de pigmentos orgánicos fué en incremento hasta obtener una gran variedad, como ejemplo de los pigmentos orgánicos más importantes tenemos los siguientes:

-Violeta de Metilo. Tiene buena resistencia a la luz y es muy usual en tintas de imprenta, papel carbón y crayones.

-Rodamina. Tiene una buena resistencia a la luz, raramente se utiliza para pinturas, se usa preferentemente en tintas de imprenta.

-Naranja de dinitro anilina. Presenta resistencia a los álcalis y se usa cuando no se requiere la presencia del plomo.

-Rojo para clorado. Es muy versátil, su mayor uso es para pinturas emulsionadas.

-Marrón toluidina. Su uso es en lacas automotivas.

-Amarillo toluidina. Es muy usada en formulaciones de pintura emulsionada.

c).- Pigmentos de color inorgánicos. Entre los más importantes tenemos:

Pigmentos de romo.

-Amarillo de cromo. Que son básicamente cromatos de plomo y aunque los productos industriales no son cien por ciento cromatos de plomo, se les considera como tales, sus usos más comunes son en pinturas para interiores.

-Naranja cromo. Se diferencian fundamentalmente de los amarillos, en su composición química, ya que están constituidos por un cromato básico de plomo.

-Naranja molibdato. Se obtiene a partir de coprecipitados complejo de cromato de plomo, molibdato de plomo y sulfato de plomo. Se pueden usar para interiores y exteriores,

pero en un grado admisible, otra de sus ventajas es que puede mezclarse con ciertos rojos oscuros para obtener -- tonos claros de rojo muy económicos.

Es importante hacer notar que el uso de pinturas a base de plomo, o material igualmente tóxicos está limitado por el Código Sanitario y por esta causa no se usa en juguetes.

-Verde cromo. Obtenido a base de la coprecipitación controlada de un azul de hierro con un amarillo de cromo.

-Ferrocianuros. Azules de hierro que se obtienen a partir de ferrocianuros de potasio y sulfato ferroso.

-Sulfuros y sulfoseleniuros. Pigmentos de cadmio, que se obtienen sintéticamente a partir del sulfato de cadmio y éste puede variar de color desde un amarillo primavera hasta un marrón.

-Oxidos y Oxihidratos. Fueron los primeros colorantes usados por el hombre y se pueden dividir en cuatro grupos -- principalmente:

-Amarillo Óxido de hierro.

-Café Óxido de hierro.

-Rojo Óxido de hierro.

-Negro Óxido de hierro.

d).- Pigmentos negros. De todos los pigmentos disponibles en la actualidad para la industria de pinturas, no hay ninguno -

que tenga la versatilidad de esta familia conocida con el nombre de negro de humo que por lo general son productos de combustión.

f).- Pigmentos metálicos.- La industrialización de los pigmentos metálicos fué desarrollada por Sir Henry Bessemer (1813---1898), el célebre siderúrgico quien utilizando latón con apariencia de oro, desarrolló un método mecánico para preparar -- polvo color oro a base del referido metal.

Cuando se trata de aluminio, los molinos pueden alimentarse -- con dicho material atomizado el cual se obtiene desintegrando un fino chorro de aluminio líquido en una potente corriente de aire.

g).- Pigmentos luminicentes. Son llamados también pigmento luminosos de efecto prolongado, ya que la fosforecencia se produce por la acumulación de energía luminosa en el pigmento; estos pigmentos son compuestos de sulfuro de zinc, sulfuro de -- calcio y zinc., etc. Dentro de los pigmentos luminiscentes -- encontramos también los pigmentos fluorescentes que se caracterizan por la alta luminosidad debido al fenómeno llamado -- fluorescencia.

h).- Pigmentos perlescentes. Los pigmentos nacarados son ho--juelas con una singular propiedad óptica de alta reflectividad de las partículas y de su forma laminar. Podemos distinguir

tres tipos de pigmentos que producen efectos nacarados:

-Los pigmentos nacarados propiamente dicho son aquellos que comunican un lustre aperlado, son plaquetas generalmente transparentes, incoloras y de alto índice de refracción.

-Los pigmentos de interferencia son nacarados especiales en los cuales el color se produce por interferencia de luz causada por las plaquetas paralelas dentro de la película.

-Los pigmentos metálicos llegan a impartir lustre nacarado dependiendo de la profundidad de la película y del grado de pulverización de las hojuelas son plaquetas opacas y con un alto índice de reflexión.

VEHICULOS:

a) Formadores de Película:

En el vehículo, la fracción mas importante es la de los formadores de película, y los mas comunes son:

Aceites orgánicos.- El objetivo de un aceite es formar una película y la propiedad de estos aceites es que pasan del estado líquido al sólido, al contacto con el aire.

Los principales aceites secantes y semisecantes por sus características son:

Aceite de linaza.

Aceite de soya.

Aceite de ricino deshidratado.

Aceite de pescado.

Aceite de coco.
Aceite de amapola.
Aceite de girasol.
Aceite de china.
Aceite de perilla.
Aceite de cártamo.

Las razones por las que se usan aceites orgánicas en la industria son:

Aumentar la flexibilidad (si solo fuera pigmento, resina y - - disolvente, la película sería quebradiza).

Dar mayor brillo.

Dar resistencia a los agentes químicos.

Durabilidad.

Menor tiempo en el secado de la película.

En cambio en los aceites secantes y no secantes las características buscadas son:

No amarillar con el tiempo.

Flexibilidad de la película.

Resinas naturales.-Las resinas naturales, como su nombre lo indica son resinas que ya existen como tales en la naturaleza, - su uso seremonta a épocas tan remotas que se pierden en el - - tiempo; basta recordar que la mirra bíblica es una resina natural y que en las momias incas y egipcias se utilizaban productos derivados del bálsamo.

Con el avance de la tecnología moderna de pinturas cada vez es menor el uso de resinas naturales y en cambio aumenta el volumen de resinas sintéticas que se emplean. Sin embargo las resinas naturales continúan empleándose en campos muy especializados donde hasta la fecha no ha encontrado un sustituto aceptable.

La mayor parte de las resinas naturales proviene de tres familias: Las pináceas, las legumináceas y las dipterocarpaceas.

Pináceas.- Producen resinas del tipo similar a la trementina.

Dipterocarpaceas.- Entre las resinas producidas por este tipo de vegetales pueden mencionarse: mirra, mastique, etc.

Legumináceas.- Producen resinas como el tolú y el bálsamo de Perú.

Resinas sintéticas.

Resinas epoxi.- Las resinas epoxi constituyen uno de los materiales mas nuevos y versátiles de los polímeros modernos, habiendo sido sintetizado simultáneamente por Pierre Castan en Suiza y en los Estados Unidos por S.O. Greenlee en el año de 1933 causando una gran evolución en la industria de los revestimientos protectores a partir de la segunda guerra mundial.

Han encontrado gran demanda en la industria y en las operacio-

nes manufactureras en menos tiempo que algunos de sus predecesores, encontrando su principal empleo en aplicaciones industriales, revestimientos superficiales, adhesivos, espumas, etc.

En algunos casos no solo han reemplazado a los plásticos sino que han entrado en terrenos en donde éstos no habían podido -- aplicarse.

El término "epoxi" se deriva del prefijo griego "ep" que significa sobre o entre y el sufijo "oxi" que denota oxígeno o sea es un compuesto que contiene un átomo de oxígeno entre dos átomos de carbono.

Resinas fenólicas.- Las resinas fenólicas se obtienen por la condensación entre el fenol o sus derivados y el formaldehído en presencia de catalizadores, entre sus principales usos tenemos adhesivos, pulimentos emulsionados, recubrimientos superficiales, polvos de moldeo, artículos, esmaltes, etc.

Silicones.- Las resinas de silicón son de interés en la industria de las pinturas debido principalmente a su aplicación como vehículo para recubrimientos resistentes a temperaturas altas.

Resinas Vinílicas.- Las resinas vinílicas de solución se pueden definir como polímeros orgánicos termoplásticos solubles en -- ciertos disolventes originales.

Resinas Alquidálicas.— Las resinas alquidálicas se conocen también con el nombre de resinas alcídicas alquídicas, alquid, -- etc. y se puede clasificar de acuerdo con su longitud (cantidad de aceite):

	% Aceite	% Anhídrido
Largas	70	20
Medias	54	30
Cortas	42	40
Muy corta	26	50

Las del tipo largo son de baja viscosidad, baja ácidos y normalmente se usan con gran contenido de sólidos. Se utilizan para tintas de imprenta, en manufacturas de pastas universales, para entintar productos semi-elaborados, etc.

Las resinas del tipo medio son las más usadas en acabados finos de secado al aire, se usan en acabados domésticos y de tipo industrial de secado al aire, esmaltes para maquinaria y de tipo automático de retoque.

Los alquidales de tipo corto son más usadas en acabados de horno. En los esmaltes aparte de mejorar la resistencia al exterior y aumentar la viscosidad, tiene buena resistencia de color, buen brillo y excelente resistencia general.

Los alquidales muy cortos son poco usados, tienen alta viscosi

dad y acidez, se usan casi siempre en acabados de horneado, se seca al aire y es muy rápida al tacto pero lenta para endurecer.

Disolventes orgánicos, formando parte del grupo de los plásticos.

Entre las propiedades sobresalientes las resinas sintéticas se encuentran:

- Practicamente inertes a ambientes corrosivos.
- Ausencia de olor y sabor.
- Resistentes a la interperie
- Excelente dureza y flexibilidad.
- Resistentes a agentes químicos.
- Resistentes al envejecimiento, por calor y luz.
- Resistentes a la humedad.

B.- Disolventes y Adelgazadores.

Estos componentes del vehículo actúan primordialmente como modificadores de la viscosidad y desde luego puede hacerse una distinción entre unos y otros. Los disolventes son aquellos líquidos que modifican la viscosidad mediante una verdadera solución del formador de película; es decir, forman agregados moleculares de baja viscosidad con los aceites y las resinas.

Los adelgazadores, puede decirse que son simples lubricantes moleculares y la acción de bajar la viscosidad es meramente el

resultado de mezclar un líquido de alta viscosidad con un líquido de baja viscosidad para dar un valor proporcional.

Sin embargo esta clasificación no es en manera alguna ni absoluta ni limitativa, ya que en muchas ocasiones en una pintura o formulación especial, el mismo líquido que actúa como adelgazador para un componente de la formulación, actúa como disolvente para otro.

C.- Agentes Modificantes.

Bajo éste nombre se agrupan una larga lista de sustancias con las más diversas propiedades y efectos sobre la película seca y húmeda y sobre la pintura en estado líquido. Algunos ejemplos típicos de los agentes modificantes son:

- Lecitina de soya.- En esmalte desecado al aire, contribuye a darle una mejor brochabilidad a la pintura.
- Secantes nefténicos.- Contribuyen a disminuir el tiempo de secado y a proporcionar una película de mejores propiedades.
- Agentes anti-nata.- Permiten almacenar la pintura por tiempo relativamente largo sin presentar una oxidación superficial.
- Agentes tixotrópicos.- Proporcionan una falsa viscosidad a la pintura permitiendo periodos largos de almacenaje sin asentamientos significativos.

-Agentes tenso-activos.- Modifican el ángulo de contacto entre pigmentos y vehículos permitiendo moliendas efectivas y más económicas.

-Agentes bactericidas.- No permiten el desarrollo de bacterias que descomponen la pintura cuando ésta se encuentre en estado líquido, o en forma de película seca.

-Agentes deodorisantes.- Enmascaran olores desagradables y permiten el uso de substancias que de otra manera no podrían usarse por su olor penetrante e inadecuado.

-Despersantes.- Tienen como objeto evitar que las partículas dispersas vuelvan a formar agregados.

Actualmente las pinturas se formulan con extrema precisión con el objeto de tener acabados adecuados para cualquier tipo de condiciones. Los acabados comunes van siendo relegados al campo de la pintura doméstica, en tanto que las pinturas industriales se diversifican constantemente. Con el objeto de tener una idea de esta diversificación se cita a continuación -- una lista de productos que se manejan en una fábrica aquí en México:

- 1.- Pinturas brillantes anticorrosivas.
- 2.- Esmaltes para pisos.
- 3.- Esmaltes para maquinaria.
- 4.- Esmaltes para implementos agrícolas.

- 5.- Esmaltes para automóviles, secado al horno y al aire.
- 6.- Esmaltes anticorrosivos.
- 7.- Pinturas adelgazables en agua.
- 8.- Pinturas epoxi, secadas al aire y horneables.
- 9.- Esmaltes de poliuretano.
- 10.- Pinturas a base de hule colorado.
- 11.- Barnices de secado al aire y horneables.
- 12.- Pinturas a base fenólica.
- 13.- Barnices fenólicos puros y modificados.
- 14.- Fondos anticorrosivos de óxido de hierro.
- 15.- Fondos anticorrosivos de cromato de zinc.
- 16.- Lacas nitrocelulosas para madera.
- 17.- Tintas penetrantes para madera.
- 18.- Pinturas marinas.
- 19.- Pinturas para altas temperaturas.
- 20.- Pinturas de acabado corrugado.
- 21.- Pinturas vinílicas.

Hasta aquí hemos tratado las pinturas líquidas, pero recientemente se ha desarrollado un nuevo tipo de pintura seca denominada pintura en polvo, de la cual hablaremos a continuación.

PINTURAS EN POLVO.

Aunque los recubrimientos en polvo son similares a los líquidos (ambos usan polímeros similares y los mismos pigmentos), - abren una nueva era a la industria de cubrimientos plásticos,

ya que no hay la limitación de la solubilidad del polímero, en consecuencia, se pueden usar polímeros de más alto peso molecular, resultando recubrimientos de más alta calidad.

Además, polímeros que a causa de su insolubilidad no han sido usados, pueden usarse. Ejemplo de esto son las poliamidas -- como el nylon.

Se han obtenido materiales más duros, más tenaces y más resistentes. Así como películas con propiedades de plásticos, por ejemplo aislantes del calor, maquinables y autolubricables.

Los polvos se clasifican en dos grandes grupos:

Termoplásticos y Termofijos.

Entre los más importantes tenemos:

-Celulosa.- El acetato butirato de celulosa es el polímero termoplástico, más importante de esta clase. Es de un costo -- relativamente bajo y tiene excelentes propiedades decorativas. Posee además buen color y brillo que no pierde bajo condiciones normales.

-Poliéster clorado.- Es un termoplástico muy caro que posee -- buenas propiedades de resistencia a la intemperie, así como -- a la corrosión y agentes químicos. Además puede maquinarse, lo cual lo hace ideal para los equipos que así lo requieren.

-Epoxi.- Este polímero bien conocido es de un costo moderado, puede aplicarse en películas delgadas y compiten con un sistema líquido de dos capas. Los epoxis son de fácil manejo debido a su punto de fusión (que es bajo), también se pigmentan con facilidad y posee muy buenas propiedades para aplicarse - por pulverización electrostática.

-Poliamidas.- El nylon es el representante típico de éste producto. Es un termoplástico de buena resistencia a los disolventes y es fácil de limpiar.

-Poliéster.- Los poliésteres se encuentran clasificados como - termoplásticos o termofijos y son de costo moderado. No requieren primarios y pueden aplicarse en capas relativamente - delgadas. Actualmente su uso es muy limitado pero crece - - rápidamente.

-Polietileno.- Existen dos tipos, el de alta densidad y de baja densidad. El primero se usa en recubrimientos de tanques y el segundo se usa como decorativo, generalmente en mallas - de alambre.

-Cloruro de polivinilo.- Este termoplástico también es muy conocido, posee buenas propiedades decorativas, resistencia al impacto, a la corrosión, al agua y al exterior, posee también cualidades parecidas a las del hule.

DIFERENTES METODOS PARA LA APLICACION DE PINTURA.

Los métodos usuales de aplicación de pintura para nuestro tipo de piezas son los siguientes:

I.- PINTURAS LIQUIDAS.

1.- Brocha

2.- Aspersión

a).- Con aire (frío o caliente).

b).- Sin aire (frío o caliente).

c).- Electrostático (frío o caliente) (con aire o sin aire).

3.- Inmersión

a).- Por arrastre

b).- Por electrodeposición.

c).- Flujo y baño giratorio.

d).- Eliminación.

II.- PINTURAS EN POLVO.

1.- Lecho fluidizado.

a).- Arrastre

b).- Electrostático.

2.- Aspersión electrostática.

a).- Con aire

b).- Sin aire.

1.- Aplicación con brocha.- Es uno de los métodos más comunes debido a su sencillez y bajo costo. El éxito de la aplicación depende principalmente de la calidad de la brocha y más aún del tipo de cerda usado en la fabricación de la misma y de la calidad de la pintura.

Algunos acabados industriales, sobre todo en los talleres pequeños se aplica también con brocha de mano debido que resulta más económico que la pistola de aire convencional, tanto en lo que se refiere a inversión del equipo como a desperdicio de pintura; pero ante otros puntos de vista resulta antieconómico debido a la lentitud de operación y al elevado costo de la mano de obra; además presenta la desventaja de la falta de uniformidad en el grosor de la película aplicada y en el acabado.

2.- Aspersión.- Este método es el más usado en la actualidad para la aplicación de acabados industriales debido a las numerosas ventajas que presenta, tales como su rapidez de aplicación y bajo costo de mano de obra, además de que la película depositada es generalmente bastante uniforme y continua. Se puede usar para gran variedad de artículos de formas diversas, siempre que las superficies a pintar no sean demasiado estrechas o discontinuas, pues en estos casos el desperdicio de pintura es significativo.

La inversión para un equipo de aspersión es elevada si se tiene en cuenta sus accesorios: compresora de aire, caseta de - -

aplicación, sistema de extracción, etc. Además de los costos de mantenimiento.

Debido a la creciente necesidad de la industria y a la aplicación de nuevos tipos de pintura se han hecho varias modificaciones del sistema convencional, dado origen a las siguientes variantes:

- A.- Aspersión con aire comprimido. (sistema frío o caliente).
- B.- Aplicación por aspersión sin aire. (sist. frío o caliente).
- C.- Aplicación electrostática. (sistema frío o caliente, con aire o sin aire).

A.- Aspersión con aire. Este método consiste especialmente en la atomización de la pintura por medio de una corriente de aire comprimido y la proyección de las partículas de pintura hacia la superficie por recubrir.

La aplicación se efectúa a temperatura variable y puede ser normal o automática; el fluido es inyectado a presión y en esta forma pasa de los tanques de almacenamiento a los sistemas de distribución central y a la pistola.

Estas pistolas tienen generalmente un dispositivo el cual permite el paso controlado de aire y gradua al amplitud del abanico. Una vez regulada la entrada de aire y la amplitud de aspersión, el aire pasa a una cámara en el extremo anterior de

la pistola accionando el gatillo, el cual acciona una válvula que permite el paso simultáneo de pintura y aire para efectuar la atomización. La cantidad de pintura es regulada por medio de una extrangulación. Este equipo se usa generalmente para producción en serie.

Hay otros tipos de pistola, los cuales contienen la pintura en un pequeño depósito que se encuentra en la parte inferior de la pistola. La pintura en este caso es succionada debido a la diferencia de presiones creadas por el paso de corriente de aire. La pintura pasa a la pistola tras de una boquilla y es atomizada en la misma forma que el caso anterior.

Para pintar con éste tipo de pistola es necesario contar con una persona con bastante experiencia y destreza con objeto de evitar pérdidas de tiempo, de pintura y obtener películas uniformes. Además hay que tener en cuenta que la pintura debe estar formulada precisamente para este tipo de aplicación, sobre todo a lo que refiere al balanceo de solventes, ya que si son demasiado volátiles impiden la buena nivelación produciendo defectos tales como la cáscara de naranja (rugosidad de la película), y por lo contrario disolventes de evaporación muy lenta dan ocasión a que la pintura se escurra. Se debe tener cuidado también de no formular pinturas con resinas demasiado reactivas, sobre todo aquellas que aceleran el curado superficial, ya que esto puede producir el defecto de corrugado

el cual en ocasiones llega a ser tan fino que es imperceptible a la vista, pero reduce notablemente el brillo del esmalte debido a que la luz es reflejada en diferentes ángulos. La presión en el envase y la presión del aire, deben ser reguladas - de acuerdo con la viscosidad del material que se vaya a atomizar. Por regla general a una mayor viscosidad corresponde -- una mayor presión.

Es de vital importancia mantener una distancia constante entre la pistola y la superficie y por regla general se aconseja de 20 a 35 cm., ya que una distancia mayor puede dar como resultado una aplicación demasiado seca debido a la volatización de - los disolventes y una distancia menor haría que la pintura se escurra y que la película no sea uniforme.

Cuando el volumen de producción lo justifica y el caso de que las piezas a recubrir sean idénticas, planas o simétricas y -- vayan a ser pintadas del mismo color, se aconseja el uso de - sistemas mecanizados o automáticos con los cuales se consigue una reducción notable en la mano de obra y en el consumo de material.

En algunos sistemas, la pistola se encuentra fija en un lugar y los artículos que se van a pintar se transportan por medio - de una banda continua pasando por el frente de la pistola, la cual es disparada en forma automática. En otros casos la pistola es móvil y se dirigen los contornos de la pieza conservan-

do una distancia constante. Los métodos usados son en su mayoría mecánicos y las pistolas dotadas de movimientos recíprocos son accionadas por levas y un mecanismo fotoeléctrico.

Existen otras variantes de este sistema, pero en principio es el mismo, por ejemplo, ya existen en el mercado Robots programables a 360 grados en todas direcciones que se pueden programar para realizar los más sofisticados movimientos, además de operar con varios colores. Las instrucciones se pueden dar por medio de coordenadas, programadas, o mandarlas efectuar haciendo los seguimientos una vez, y la máquina se encargará de repetir el mismo movimiento tantas veces como sea necesario. Este sistema es utilizado en producciones en serie, pero una de sus grandes limitaciones es el costo inicial.

Debido a la aparición en el mercado de pinturas en doble envase, tales como los acabados para madera a base de poliéster, los envases a base de poliuretanos, los primarios con ácido fosfórico, los acabados de tipo epoxi catalizado, etc. en los cuales la transformación se efectúa por la adición de un catalizador o activador el cual actúa sobre la resina produciendo películas infusibles y resistentes a los agentes exteriores. Estas mezclas tienen una vida limitada que desde unos cuantos minutos hasta varias horas, debido a que desde el momento de mezclar los componentes se inicia una reacción que conduce a un incremento progresivo de la viscosidad hasta la solidifica--

ción, de ahí la necesidad de mezclarlos fuera de la pistola y en el momento de la aplicación.

El sistema consiste en dos bombas de presión, las cuales se encuentran acopladas por medio de engranes. Una de las bombas envía el material base en un tubo alimentador de la pistola -- mientras la otra envía la cantidad correcta de catalizador a un alimentador secundario con el fin de que ambos se unan al salir de la boquilla.

Hay otros equipos de doble alimentación en el cual el catalizador es alimentado por gravedad y la resina por presión.

Es importante hacer notar que los métodos anteriormente descritos pueden ser aplicados por aspersión en frío o caliente.

La aspersión en caliente tiene las siguientes ventajas:

- La viscosidad es abatida incrementando la temperatura de aplicación con lo cual se limita la adición de disolvente.
- Reducción del peligro de incendio, ya que no se utiliza disolvente en demasía.
- Economía de disolvente.
- Aplicación de películas más gruesas con menor número de manos.
- Reducción de la cantidad de aire comprimido para la aplicación.

-En las lacas, la aplicación en caliente mejora las propiedades de fluidez y nivelación.

-Reducción de la contaminación, por no usar gran cantidad de disolvente.

Para la aplicación en caliente es necesario el uso de un equipo especializado, el cual consiste básicamente, en un cambiador de calor que tiene como objeto elevar la temperatura y una boquilla resistente al ataque de disolventes calientes.

En los equipos más comunes, la pintura es circulada por un serpentín, el cual se encuentra dentro de un medio de calentamiento.

En otro sistema, el calentamiento se hace por medio de aire comprimido (caliente). En la boquilla tiene dos salidas concéntricas; la anterior por la cual es alimentada la pintura y la exterior por la cual circula el agua o el aire comprimido (medios de calentamiento) manteniendo la pintura a su temperatura de trabajo.

En cualquier tipo de aspersión en caliente los cambiadores de calor deben ser a prueba de explosión, termostáticamente controlados con termómetros y medidores de presión.

B.- Aplicación por aspersión sin aire.- (sistema frío o caliente). En este sistema se elimina el aire como elemento de

presión, utilizando en cambio las fuerzas hidrostáticas producidas al forzar el material a presión a través de un orificio muy fino. La evolución instantánea de los vapores del disolvente de la pintura debida a la caída de presión repentina en el orificio de salida de la pistola, combinada con el efecto de extrusión y la energía cinética a través de la boquilla producen la atomización de la pintura.

El equipo consta principalmente de un sistema de recirculación, una bomba, una válvula de regulación de presión y una pistola especial, la cual consiste esencialmente en una boquilla de expansión y una válvula de fluido, la cual es regulada por el gatillo de la pistola.

Esta técnica de aplicación sin aire es diferente de la técnica convencional de aplicación por aspersion, debido fundamentalmente a que la cantidad de pintura atomizada solamente puede ser regulada seleccionando una boquilla adecuada. Además la cantidad de material atomizado es mayor.

Este método tiene una ventaja sobre los métodos de aplicación con aire de reducir el desperdicio de pintura y simplificar el sistema de extracción de gases y reducción de costos de aire comprimido en la caseta de aplicación, si se toma en cuenta que los sistemas convencionales una parte de pintura es atomizada con 80 a 90 partes de aire.

C.- Aplicación electrostática.- Este término es usado para -- identificar el proceso de pintura utilizando una carga elec-- trostática, la cual controla el movimiento de las partículas - de pintura altamente cargadas, las cuales son atraídas al objeto describiendo una trayectoria curva con fuerza suficiente co mo para que el excedente que tiende a escapar sea frenado en - el aire y retorne al objeto.

El sistema electrostático ha ido en aumento, particularmente - en los casos de producción en serie, debido en primer lugar al ahorro considerable de pintura comparado con los métodos comu-- nes de aspersion en los cuales se puede decir que de cada dos partículas de pintura atomizada, una va hacia el objeto por -- pintar y otro se pierde.

Otras de las ventajas de éste método son la reducción del cos-- to de mano de obra y la facilidad de aplicación sobre piezas - de superficies descontínuas, tales como rejillas, en las cua-- les la aplicación por pistola de aire común arrojaría grandes pérdidas de material utilizable.

Este método tiene el problema o inconveniente de que las pie-- zas deben ser diseñadas especialmente sobre todo en lo que re fiere a bordes o depresiones muy pronunciadas, ya que estas - áreas se deposita un grosor mayor de película debido a la con-- centración de la carga. Otra de las limitaciones es por ejem

plo el flujo máximo que puede dar una pistola es menor al flujo de una pistola convencional, la cual se compensa por que en un sistema electrostático pueden ser aplicadas primero con un contenido de sólidos mayor, al igual que los métodos anteriores se puede utilizar con el sistema de pintura caliente o fría.

De los procesos más usados es el denominado RANSBURG No. 2 en el cual una cantidad controlada de pintura es alimentada al centro, por un disco plano de una campana giratoria de 3600RPM, los cuales se encuentran cargados a un potencial de 90 000 volts, aproximadamente. La pintura es arrastrada a los bordes de la pieza rotatoria por la fuerza centrífuga y es atomizada por una combinación de éstas y la fuerza electrostática. Las pequeñas partículas cargadas electrostáticamente son atraídas hacia los objetos a pintar, las cuales son conectadas a tierra.

Los factores que afectan el comportamiento de la pintura son:

-Resistividad de la pintura.

La resistividad del material influye decisivamente en sus propiedades de aplicación y depende en gran parte de la composición de los disolventes usados en la formulación, ya que por ejemplo los alcoholes y cetonas causan una caída de la resistividad, mientras que los hidrocarburos aromáticos tienen poca influencia sobre la misma.

-Viscosidad de aplicación.

Reduciendo la viscosidad se mejora la atomización con la limitación del grosor de la película aplicada.

-Composición del disolvente.

Debido a las pérdidas tan enormes de disolvente, entre el rotor y la pieza por pintar es necesario aumentar la proporción de disolventes de evaporación lenta con el fin de mejorar la nivelación del material.

-Alimentación del material al rotor.

A mayor volumen de alimentación, mayor tamaño de las partículas, por lo cual es necesario controlar cuidadosamente éste factor si se desea obtener una atomización adecuada y si en estas condiciones el grosor de película resulta deficiente a la velocidad de producción normal, será necesario aumentar la cantidad de discos.

La atomización es influenciada por la velocidad de rotación del disco, pero generalmente ésta es fija para cada equipo y no es posible efectuar ningún cambio.

-Magnitud de potencial se mejora la atomización y se reduce la incidencia de partículas no atomizadas, lo cual ocurre cuando grandes gotas del material caen sobre la pieza, cuando ya se

encuentra prácticamente fuera de la zona de pintura.

Los equipos electrostáticos son seguros respecto al manejo de voltajes, pero para mayor seguridad es recomendable aterrizar todo el sistema. Inclusive el operario debe usar botas de --cuero y si usa guantes debe cortar un dedo al mismo para tener contacto con la pistola de aplicación.

3.- Aplicación por Inmersión. (Por arrastre). Este método es uno de los más sencillos, ya que consiste esencialmente en su mergir las piezas que van a ser pintadas en tanques llenos de pintura, después de lo cual se dejan escurrir y son secadas.

En éste método no es necesario ocupar personal experimentado - para la aplicación, además las pérdidas de pintura son peque--ñas debido a que el material que escurre de las piezas pintadas puede ser recuperado casi en su totalidad, retornándolo a los tanques de inmersión. También se debe tomar en cuenta que el costo de la mano de obra es reducido y que el trabajo manual - consiste prácticamente en colgar y descolgar las piezas de la cadena que las transporta a través del sistema.

Uno de los problemas más serios de éste método constituye el - peligro de incendio, debido al almacenaje de grandes cantida--des de pintura en los tanques, lo cual debe ser cotrolado por tipos y cantidad de solventes (incluso agua, ventilación, co--nexiones a tierra, etc.). Las piezas que serán pintadas por

inmersión no deben tener ángulos demasiado agudos, cavidades, ni cualquier otro obstáculo que impide un buen drenado de la pintura.

Los acabados obtenidos por éste método no tienen la calidad de los que se obtienen mediante otros sistemas, por ejemplo el de aspersión, sobre todo en lo que se refiere a la uniformidad -- del grosor de película, ya que generalmente hay un depósito -- mayor de pintura en la parte inferior de la pieza, además en -- la película seca se presentan ciertas líneas debidas al flujo de la pintura, las cuales en algunos casos llegan a ser bastan -- te notables sobre todo cuando se tienen capas con diferentes -- pigmentos.

El tamaño de la pieza tiene una gran influencia sobre la apa-- riencia final, pero en general se puede decir que el método no dá buenos resultados para artículos grandes, debido a que la -- pintura tarda más tiempo en fluir dando ocasión a la evapora-- ción, modificandose así el contenido de sólidos y la viscosidad.

La formulación de acabados horneables para ser usados en el mé -- todo de inmersión, presentan una serie de problemas, ya que en primer lugar deben tener lo que se llama una buena estabilidad en el tanque o sea que su consistencia no debe modificarse a -- pesar de la constante aereación durante la operación de inmer-- sión, además el pigmento no se debe sedimentar y la apariencia de la película aplicada debe ser satisfactoria y sin cambios -- significativos de color, finalmente el material debe drenar --

sin formación de cortinas o gotas en los tiempos normales de -
escurrido.

Los equipos de aplicación por inmersión pueden ser tan sencill-
los como un simple tanque y una cadena donde se sostengan las
piezas, la cual puede ser accionada manualmente, hasta los - -
equipos más complejos totalmente mecanizados, controlados por
sistemas eléctricos o hidráulicos.

Electrodeposición. Es un fenómeno de electróforesis que con--
siste básicamente en introducir la pieza en un tanque que con--
tiene pintura adelgazada con agua y luego se hace pasar una co--
rriente eléctrica por el sistema. Generalmente el objeto ha--
ce las veces de ánodo de tal manera que los sólidos de la pin--
tura que tienen carga negativa son atraídos y se depositan en
la superficie formando una película. En éste sistema toman -
parte tres fenómenos que a continuación enumeramos:

- 1.- Electólisis.- Separación de la pintura en sólidos de pin--
tura cargados negativamente y en agentes solubilizantes con
carga positiva, o viceversa.
- 2.- Electroosmosis.- Salida de agua e ingredientes solubles -
hacia afuera de la película de pintura.
- 3.- Electroforesis o electrodeposición.- Es el transporte y
depósitos de partículas coloidales en medio acuoso, bajo -
la influencia de una corriente eléctrica continua y es, en

principio un proceso similar a la galvanoplastia, pero -- con la diferencia fundamental que por electroforesis, es - posible depositar partículas no metálicas.

El material de recubrimiento, mediante polarización de los radicales libres es llevado a un estado de solubilidad aparente en agua y al aplicar un campo eléctrico, las partículas se moverán dentro del campo, donde la pintura representa un ión y se dirige a uno de los electrodos, en este caso la pieza a -- recubrir. El material de recubrimiento al hacer contacto con el electrodo, cede su carga e inmediatamente regresa al estado insolubilidad original y se adhiere para formar la película.

Durante esta operación los sólidos de la pintura cubren todas las superficies conductoras sin importar la forma, con una película que puede ser controlada con mucha exactitud. A medida que la película aumenta de espesor, la resistencia aumenta y - la depositación se hace muy lenta en este momento.

Al final de la operación de electrodeposición el artículo sumergido es recubierto por una capa adicional de pintura que se adhiere al igual que en el proceso de inmersión por arrastre.

La capa de pintura debido al arrastre contiene una alta proporción de agua y es más porosa que la capa aplicada por electrodeposición, de ahí que sea necesario removerla por medio de un lavado.

La capa de pintura debido al arrastre contiene una alta proporción de agua y es más porosa que la capa aplicada por electrodeposición, de ahí que sea necesario removerla por medio de un lavado.

Un sistema de electrodeposición incluye el siguiente equipo:

-Tanque. Un tanque de inmersión de forma conveniente que en un extremo tiene un dique para permitir un flujo de pintura que pasa a las siguientes unidades.

-Filtros. La pintura se pasa continuamente por filtros para eliminar continuamente partículas grandes de pintura o contaminantes sólidos.

-Tanque de premezcla. Que son usados para la adición de pintura de reposición.

-Cambiadores de calor. Un efecto lateral de la electrodeposición es la elevación de la temperatura del baño. Estos cambiadores de calor se utilizan para mantener una temperatura óptima de trabajo.

-Deionizadores. La pintura del tanque es también un electrolito conductor, de ahí que debe usarse agua deionizada, ya que el baño sería afectado adversamente por el contenido de sales del agua.

Deberá usarse agua deionizada para el enjuague, después del -
tratamiento del metal y para el lavado de la capa de pintura
producida por el arrastre, ya que ésta última regresa al tan--
que.

-Estación de enjuague. Se usa para el enjuague inicial, des--
pués del tratamiento del metal y para el enjuague de la pelí-
cula de pintura depositada por el drenado.

-Tanque de retención. Se usa para retener la pintura en los -
periodos de limpieza del tanque principal.

-Fuente de energía. La electrodeposición requiere de un alto
consumo de energía y la corriente alterna es rectificada a co
rriente directa y luego controlada para obtener el espesor de
la película deseado.

-Transportador electificado. Los artículos se sostienen en el
transportador que comunmente está aislado de los contactos --
eléctricos. En cuanto la pieza entra en el tanque es elec--
trificado para comenzar con la electrodeposición y se desconeca
ta cuando sale del tanque.

-Equipo adicional. El equipo para el tratamiento del metal, -
horno de secado; después del tratamiento puede omitirse si el
agua adherida es deionizada y se ha tomado en cuenta en el --
contenido del tanque.

-Ultrafiltración. Elimina automáticamente agentes neutralizantes, disolventes y otros compuestos solubles en agua que se quedan en el tanque durante el proceso.

La ultrafiltración permite la recuperación de la pintura actuando como un riñón eliminando partículas sólidas.

Sistema de Flujo y Baño Giratorio.- El sistema de flujo es otro de los métodos muy antiguos para la aplicación de pintura, en éste sistema la pieza es bañada con el material por medio de una serie de magueras en cuya extremidad se encuentra una boquilla por la cual fluye la pintura a una presión más o menos reducida y que no presenta atomización.

Este método es utilizado para el recubrimiento de piezas de gran tamaño, como transformadores, chasises, bastidores de acero, etc., para los cuales no sería posible usar la máquina de aspersion debido a las pérdidas de material y por el método de inmersión se necesitaría hacer una gran inversión tanto en los tanques de pintura como en la cantidad de pintura.

En este sistema encontramos básicamente los mismos problemas que en el de inmersión.

En los sistemas mecanizados, las piezas por pintar se colocan en un transportador y son llevadas a una cámara cerrada en la

cual unas espreas de baja presión suministran un exceso de pintura, el artículo pasa entonces a otra cámara en la cual se extraen los disolventes con los cuales se ayuda a obtener un buen flujo y brillo de la pintura. Los escurrimientos de las cámaras de aplicación y extracción son recirculados previa filtración, con el fin de eliminar polvo y algunas otras partículas extrañas. Se debe mantener un constante control de viscosidad con el fin de mantenerla en un rango adecuado por medio de adición de disolvente, además se debe efectuar reposición controlada de pintura fresca.

La economía de pintura y de mano de obra en este sistema es la misma que en el de inmersión, pero con la ventaja que la inversión en pintura es menor, ya que la cantidad de pintura en los tanques es más reducida.

Las pérdidas por evaporación de disolventes son considerables debido a la superficie expuesta a la aereación, y con el fin de reducir esas pérdidas se recomienda utilizar disolventes de evaporación, lo más lenta posible.

Sistema de Baño Giratorio.- Este método se usa solamente para artículos pequeños y consiste en un tambor o barril hecho de acero o madera de forma variable en cuyo exterior se aplica la pintura y las piezas que van a ser recubiertas, su sección transversal puede ser redonda, hexagonal, etc. y están dotadas de -

un movimiento giratorio de determinada velocidad, dependiendo del diámetro y construcción de los mismos, el eje de rotación puede ser horizontal o inclinado.

Están dotados de una entrada ajustada bloqueable que puede ser intercambiada por una malla con el fin de escurrir la pintura y generalmente van montados sobre una mesa a conveniente altura con el fin de facilitar su manejo. El equipo necesario para esta operación no es costoso y la mano de obra reducida, pero como se dijo anteriormente solo es práctico en objetos pequeños, siempre que no tengan bordos afilados y que no tengan formas irregulares, ya que en estos casos el depósito de pintura sobre las piezas resulta irregular.

Para este método se puede aplicar cualquier tipo de pintura, ya que no tiene el problema de la evaporación de los disolventes por tratarse de un sistema cerrado.

Las piezas se descargan y se secan al aire o se pasan por un horno que acelera el secado.

Por lo que se refiere a la viscosidad de la pintura debe ser similar a la del sistema de inmersión. La cantidad del material empleado en la carga del barril afecta la apariencia de los efectos terminados, ya que si se adiciona poco, disminuye el espesor aplicado y el exceso hace que los artículos se adhieran entre si.

Aplicación por eliminación (centrífuga).- Este método se puede considerar realmente como una diversificación del método de inmersión, solamente que el drenado de la pintura es acelerado - por centrifugación, con lo que se obtiene películas más tersas y uniformes, ver figura IV-10. Este sistema se usa para piezas pequeñas como tornillos, broches, resortes, etc., los cuales son cargados a una canasta centrífuga con malla abierta que se coloca dentro de la centrífuga y asegurados sobre la fecha. El recipiente que contiene la pintura y que se encuentra en la parte inferior, es elevado hasta cubrir por completo los artículos y vuelve a bajar.

El exceso de pintura es eliminado por la fuerza centrífuga. La pintura empleada debe ser de alta viscosidad y sus propiedades deben mantenerse constantes.

II.- PINTURAS EN POLVO.

Los recubrimientos en polvo también llamados pinturas secas o pinturas plásticas son un concepto relativamente nuevo en la tecnología del recubrimiento; esencialmente en lugar de pintura líquida se usa un polvo fino que se adhiere al sustrato, - el cual posteriormente es fundido con el fin de recubrir la - pieza, logrando las propiedades deseada.

Existen varios métodos de aplicación, los más importantes son:

- a.- Lecho fluidizado por arrastre.
- b.- Lecho fluidizado electrostático.
- c.- Aspersión electrostática.

a.- Lecho fluidizado por arraste. Consiste en un tanque de fondo falso (un plato poroso de plástico o metal) que es llenado a la mitad con la pintura en polvo y hace circular aire a través del plato poroso, para mantener el polvo en suspensión. - Al hacer ésto se duplica el volumen de polvo y hace que el conjunto parezca y opere como un fluido; de ahí su nombre. Generalmente se usa un vibrador para mantener un movimiento horizontal en el polvo, esto evita que el aire se canalice a través del polvo o que forme burbujas.

El artículo es precalentado a una temperatura arriba del punto de fusión del polvo y luego es sumergido en el lecho. El polvo se adhiere al substrato caliente formando una película, inmediatamente que se funde.

Al mismo tiempo que el artículo se sumerge y es sometido a un movimiento de rotación en diferentes direcciones para asegurar un recubrimiento uniforme. En seguida el artículo se saca -- del lecho, se sacude o sopletea para quitar polvo adherido en exceso e inmediatamente después es enfriado o recalentado. Esto último se hace para obtener una película más uniforme con materiales termofijos. El enfriado puede hacerse en condiciones ambiente o por inmersión en agua para ahorrar espacio en

sistemas automáticos, también para mejorar algunas propiedades, por ejemplo: brillo.

El equipo es simple y lo único diferente al equipo convencional es el lecho en sí, el cual puede ser muy sencillo para sistemas manuales o muy complicado para sistemas automáticos.

b.- Lecho fluidizado electrostático. Consiste en un lecho -- fluidizado al que se le han agregado cargas electrostáticas. En este sistema el polvo es aereado y vibrado al igual que el método de lecho fluidizado, sin embargo la carga electrostática hace que el polvo sea atrapado por cualquier objeto conectado a tierra y que se acerque por la parte superior del lecho, haciendo que el polvo vuele hacia el objeto y se adhiera del mismo modo que en la aspersión electrostática. De ahí que -- sea posible aplicar películas relativamente delgadas y a temperatura ambiente.

Aspersión Electrostática.- La aplicación por Aspersión electrostática se compara con la de lecho fluidizado, del mismo modo que la aplicación electrostática de pinturas líquidas con pulverización convencional. sin embargo, cuando se aplican -- polvos por aspersión electrostática no es necesario el precalentamiento del artículo y al igual que los métodos de aspersión convencional de pinturas líquidas aplicados con aire y -- sin aire.

La carga electrostática no solo proporciona la formación de una capa de polvo continua y uniforme, sino que la mantiene firmemente unida al substrato hasta que éste se hornea para fundir el polvo.

El principio básico de la aspersión electrostática de pintura en polvo que las cargas opuestas se atraen y cargas iguales se repelen. Por lo que el polvo es pasado por un electrodo negativo altamente cargado que se encuentra en la punta de la pistola y cuando es atomizado recoge la carga. Cuando se acerca la pieza conectada a tierra y cargada positivamente, es atraída a la superficie del artículo y se adhiere fuertemente. Cuando se forma la película, el substrato se aísla y el polvo que formó la película repele el polvo que está atomizado, como resultado, éste es recuperado por un ciclón para ser usado nuevamente. El resultado es una película muy uniforme parecida a la película formada por electrodeposición, sólo que ésta tiene que calentarse para formar la película final.

El equipo necesario para la pulverización electrostática consiste en:

- 1.- Pistola. La pistola provista de manguera para el material y cable de alto voltaje, puede ser ajustada para esprear el material según sea necesario.

- 2.- Depósito. Para el polvo equipado con un vibrador y aire -

para fluidizar el polvo (es un pequeño lecho fluidizado). El polvo debe conservarse fluidizado para que pase por la manguera que va a la pistola.

3.- Cuba. Es muy diferente y más simple que las cubas para pinturas líquidas, tiene un fondo inclinado para recolectar el polvo y lo manda al ducto del sistema de recuperación.

4.- Sistema de recuperación. Consiste en un ciclón recolector con o sin bolsa o tubo filtrante, practicamente se recoge todo el polvo. El polvo recolectado es filtrado a través de una malla y mezclado con material virgen y usado nuevamente.

5.- Fuentes de poder. Para convertir la corriente normal de 50 000 a 100 000 voltas de corriente directa y de 100 a 200 miliamperios.

6.- Compresores para suministro de aire. Este compresor utiliza un secador muy eficiente, puesto que los polvos son sensibles a la humedad.

7.- Tablero de control. Es para controlar voltaje, amperaje, presión de aire, volumen de aire al lecho y a la pistola y la frecuencia del vibrador del lecho.

C A P I T U L O V

METODO ACTUAL Y ANALISIS DE OPCIONES

En éste capítulo presentaremos el método actual que se utiliza en nuestra empresa para el recubrimiento de piezas metálicas y analizaremos los diferentes métodos de limpieza y recubrimientos metálicos más usuales con el fin de obtener mejoras en el proceso de fabricación.

METODO ACTUAL.

Para poder presentar un bosquejo general del método actual para el recubrimiento de piezas metálicas nos auxiliaremos de diagramas de proceso, gráficas de flujo, etc.

OPERACION  -Una operación ocurre cuando un objeto es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características físicas, es ensamblado o desensamblado de otro objeto o es preparado u ordenado para otra operación.

TRANSPORTACION  -Cuando se mueve algo de un lugar a otro se simboliza por medio de una flecha. El transporte puede ser por medio de una persona o aparato mecánico.

RETRASO  -Este símbolo representa un retraso. El retraso tiene lugar con relación a un objeto.

Se utiliza cuando no se permite o requieren la ejecución inmediata de la próxima acción planeada, es decir, cuando hay un lapso de tiempo no planeado o no programado, antes de ejecutar la siguiente acción.

INSPECCION



-El cuadro se utiliza como símbolo de inspección o exámen de objeto, pero sin cambiarlo.

El resultado predominante de éste tipo de paso es el de verificar sus características, debe aceptar o rechazar.

ALMACEN



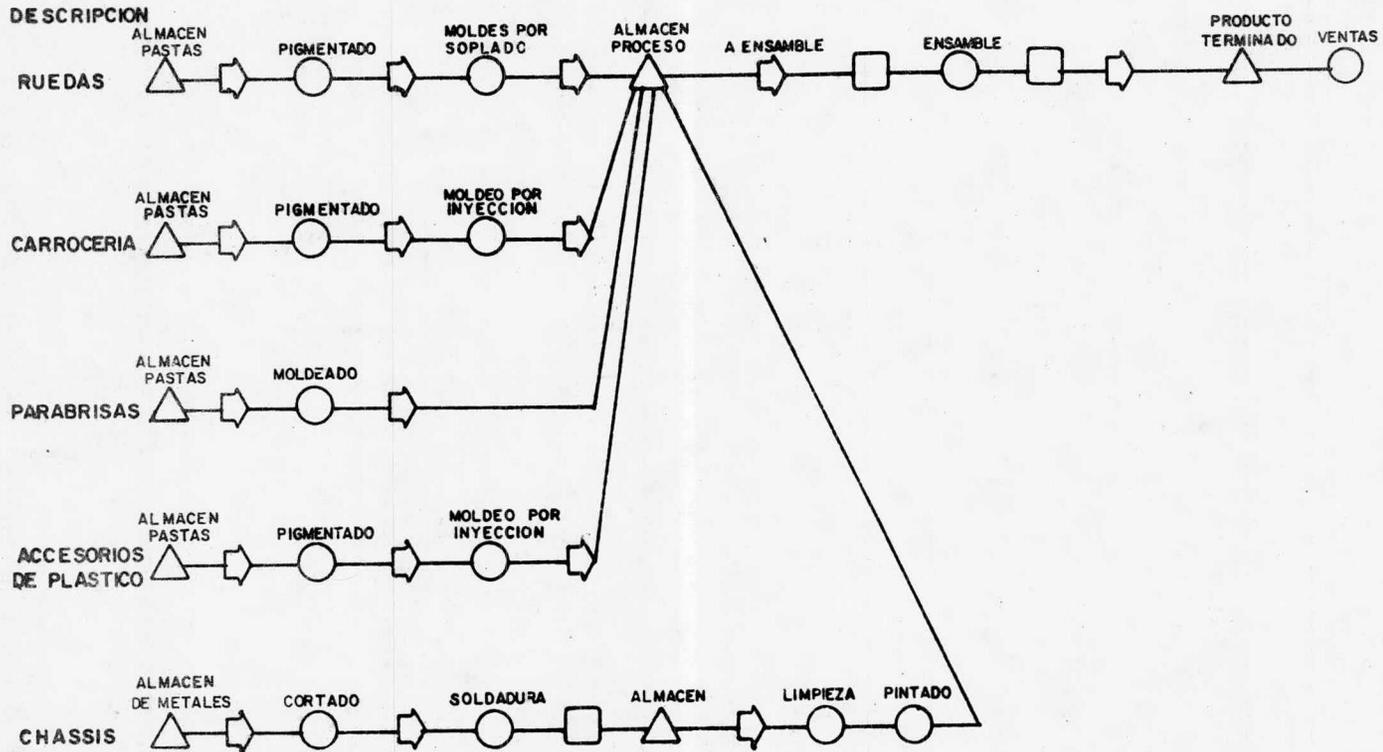
-El triángulo simboliza el archivar o almacenar.

Se refiere a la retención de un objeto en un lugar especificado.

Aplicando éstos símbolos presentaremos los pasos fundamentales requeridos para la fabricación de un juguete montable, auxiliándonos de la siguiente gráfica multicolumnar. Donde nos muestra las secuencias para la fabricación de un juguete montable.

Para nuestros fines analizaremos más a fondo el flujo de las piezas metálicas auxiliándonos de la siguiente gráfica de flujo de proceso:

GRAFICA MULTICOLUMNAR PARA LA FABRICACION DE UN JUGUETE MONTABLE



GRAFICA DE FLUJO PARA RECUBRIMIENTO DE PIEZAS METALICAS.
(al detalle).

DETALLES DEL METODO ACTUAL

	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacén
1	Revisar especificaciones de compra.	●	◁	□	▷
2	Comprar materia prima.	●	◁	□	▷
3	Recibo de materia prima.	●	◁	□	▷
4	Traslado al almacen.	○	◁	□	▷
5	Almacenaje.	○	◁	□	▷
6	Traslado a manufactura.	○	◁	□	▷
7	Maquinado.	●	◁	□	▷
8	Inspección de la pieza.	○	◁	■	▷
9	Protección de la pieza.	●	◁	□	▷
10	Almacenamiento.	○	◁	□	▷
11	Enviado a pintura.	○	◁	□	▷
12	Limpieza del substrato.	●	◁	□	▷
13	Colocar en transportador aereo.	●	◁	□	▷
14	Pintado.	●	◁	□	▷
15	Colocar en cadena para horneado.	●	◁	□	▷
16	Inspección.	○	◁	■	▷
17	Enviado al almacén.	○	◁	□	▷

18	Almacenamiento.	○ → □ D ▽
19	Envío a ensamble.	○ ● □ D ▽
20	Ensamblado.	● → □ D ▽
21	Inspección.	○ → ■ D ▽
22	Empacado.	● → □ D ▽
23	Almacenado.	○ → □ D ▽
24	Venta.	● → □ D ▽

A continuación presentamos una somera descripción de los puntos anteriores:

1.- Revisar especificaciones de compra. Consiste en consultar - las características requeridas para el producto según sus necesidades. Estas características las formula Ingeniería del - - Producto en base a sus estudios realizados respecto a los materiales requeridos especificando en caso de partes metálicas, ti po de acero, tipo de agente protector para la corrosión, características como resistencia a tensión, resistencia a compresión, dureza, estado superficial del material. Este material es pedido según las necesidades en lámina, solera, ángulo, tubo, etc.

Posteriormente, debido a programas de producción, se hace un es timado de la cantidad necesaria para cubrir la cantidad de pro-

ductos y se manda a adquirir el departamento de compras.

2.- Comprar materia prima. Una vez que se ha recibido el pedido, el Departamento de Compras busca el mejor proveedor que dé las características requeridas y el mejor precio con lo - - cual realiza la adquisición.

3.- Recibo de materia prima. El Departamento de Recibo de - Materiales tiene la obligación de verificar la adquisición efectuada por compras, revisando calidad y cantidad.

En caso que reciba materiales y tenga dudas respecto a la adquisición, debe de consultar con el Departamento de Ingeniería del Producto con el fin de cerciorarse si el material es el indicado. En caso contrario es rechazado el lote.

4.- Traslado al almacén. Ya aceptado el material es mandado - al almacén.

5.- Almacenaje. La materia prima es registrada y almacenada hasta que la producción la requiera de acuerdo a su programa.

6.- Traslado a Manufactura. Una vez requerido el material - es mandado a manufactura para su proceso de transformación.

7.- Maquinado. En este departamento se comienza a procesar - las piezas metálicas dándoles forma y características eseni---

ficadas por Ingeniería del Producto. Para realizar éstos trabajos son necesarios según la pieza a transformar: Troqueladoras, soldadoras, dobladoras, cortadoras, tornos, etc.

Las piezas llevan uno o varios pasos que pueden ser en el caso de una pieza común: cortado, doblado, troquelado, soldado y -- acabado metálico.

8.- Inspección de la pieza. Con el fin de eliminar fallas en el proceso es revisada cada pieza en diferentes puntos del mismo.

9.- Protección de la pieza. Con el fin de evitar principalmente la corrosión durante el almacenaje, la pieza es protegida con un aceite fácilmente removible en la limpieza del mismo.

10.- Almacenamiento. La pieza ya manufacturada es almacenada nuevamente.

11.- Enviado a pintura. De acuerdo al programa de producción la pieza es mandada a recubrir para lo cual es trasladada al Departamento de Pintura.

12.- Limpieza del sustrato. Toda pieza metálica a recubrir es necesario limpiarla y en éste departamento de limpieza se efectúa de la siguiente forma:

- a).- Desengrase.
- b).- Enjuague.
- c).- Fosfatizado.

a).- Desengrase. En el departamento de pintura, existe una grúa viajera que transporta una canastilla de un metro de ancho por 0.80m. de alto y 0.50m. de largo; la cual es llenada de piezas a limpiar y es sumergida en una tina que contiene un detergente diluido en agua a ochenta grados centígrados. Las piezas son dejadas durante quince minutos y sacadas posteriormente para meterlas en la tina de enjuague.

En éste paso no existe sistema de agitación para el agua por lo que el contacto con el substrato es inadecuado, ya que la agitación produce un efecto mecánico desincrustante.

Aquí son removidas aunque en forma deficiente, las grasas, aceites y suciedad que pudiera traer las piezas.

El sistema de calefacción es efectuado por un serpentín que contiene vapor sobrecalentado y está situado en el interior de la tina.

b).- Enjuague. Como su nombre lo indica, este paso tiene por objeto quitar por medio del arrastre natural todos los residuos de detergente que quedan en la pieza.

Al igual que en el anterior sistema, la canastilla también es sumergida dentro de la tina de enjuague durante diez minutos. La tina de agua es calentada mediante un serpentín para que -- circule vapor sobrecalentado.

c).- Fosfatizado. El recubrimiento de fosfato de zinc se aplica a las piezas tratándolas con una solución acuosa diluida de ácido fosfórico y fosfato de Zinc.

El transporte y los movimientos de las piezas se hacen manualmente, por lo que se presenta suciedad de manos o guantes, lo que representa problemas de contaminación.

13.- Colocar en transportador aereo. Ya que las piezas se han secado, el personal las coloca en un transportador aereo de - cadena para ser pintadas.

14.- Pintado. Para ésta operación existen tres métodos que como ya se aclaró anteriormente adolecen de varias deficiencias, estos son:

- a).- Pintado por aspersion (Pintura líquida).
- b).- Pintado por aspersion electrostática. (Pintura Líquida)
- c).- Pintado por inmersión.

a).- Pintado por aspersion. Las piezas grandes son tomadas y pintadas por el sistema de aspersion con aire, utilizando una

caseta de aplicación de pintura tipo cortina de agua.

En éste proceso el desperdicio de pintura es bastante considerable, (70%), además de contaminar el ambiente exterior e interior. Ocupa tiempos mayores que el electrostático y más tiempo en mano de obra.

b).- Pintado por aspersión electrostática. Como ya se vió anteriormente este sistema presenta más ventajas, ya que el operador solo tiene que dirigir el flujo de pintura hacia la pieza y ésta es cubierta en todas sus áreas. A pesar de esto el desperdicio de pintura es considerable y la contaminación por solventes es la misma que en el proceso anterior.

c).- Pintura por Inmersión. Este sistema es utilizado en piezas que no requieren un acabado estético, ya que generalmente la pintura se escurre y forma gotas en las partes inferiores de la pieza.

15.- Colocar en cadena para horneo. Cualquiera que sea el método de pintado, todas las piezas son colgadas en una cadena aerea la cual pasa por un horno de secado para las pinturas y el recorrido dentro del horno es de veinte minutos a 150 grados centígrados.

16.- Inspección. Con el fin de evitar lotes de producción malos, existe una persona de control de calidad que revisa las -

piezas aceptando o rechazando el acabado.

17.- Enviado al almacén. Ya que la pieza está pintada es enviada al almacén con el fin de tenerla lista para el ensamble final.

18.- Almacenamiento.

19.- Envío a ensamble. Cuando programación lo decide, las piezas recubiertas y demás componentes son enviadas a ensamble para realizar las operaciones de armado final en líneas de producción.

20.- Ensamblado. En la banda o línea transportadora son conjuntados todos los componentes y ensamblados todos los juguetes.

21.- Inspección. Aquí se realiza la última inspección del producto para ser enviados a ventas.

22.- Empacado. El juguete es empacado según sus características.

23.- Almacenado.

24.- Venta. Este paso es la culminación del proceso dentro de nuestra empresa.

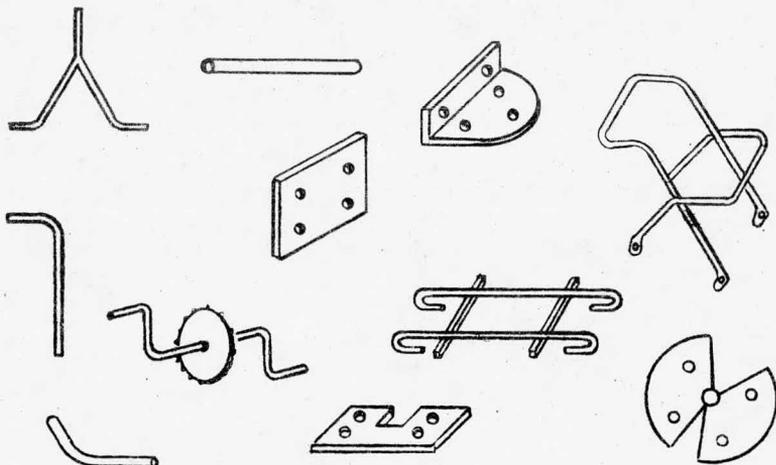
Como podemos ver todo este sistema puede ser modificado principalmente en lo concerniente a limpieza y pintado de piezas metálicas, por lo que pasaremos a hacer un análisis del método más adaptable a nuestras necesidades, que cubra las deficiencias actuales y los requerimientos a futuro.

ANALISIS DE OPCIONES.

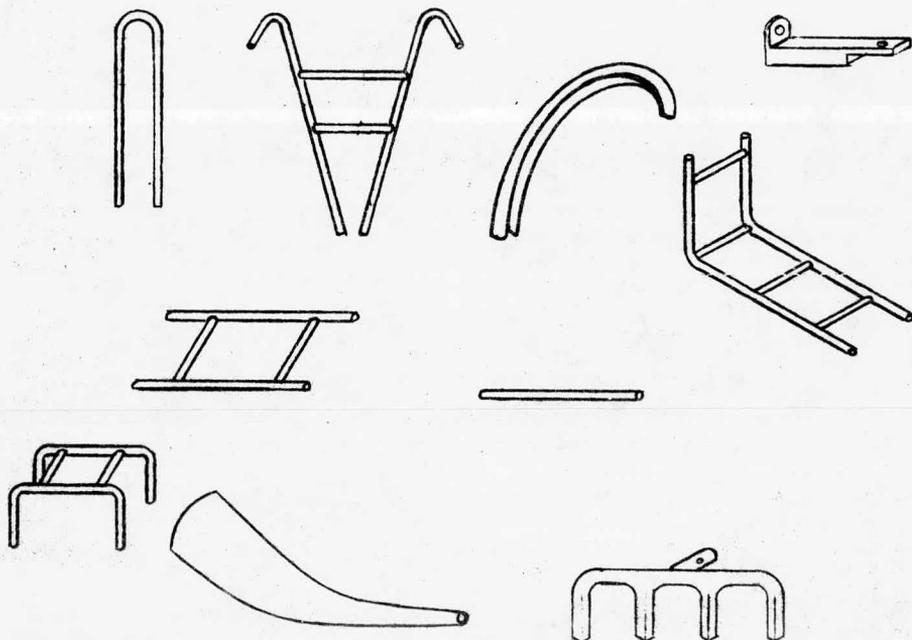
La selección del equipo y proceso requerido para nuestra empresa debe presentar el mayor número de ventajas respecto al actual, tanto en proceso como en calidad de acabados.

Se establecerá que un recubrimiento orgánico puede sustituir al cromado que se emplea como acabado en algunas piezas, ya que por costos un acabado de pintura puede superarlo como protección y decoración. De acuerdo a la tecnología actual el cambio de cromado por pintado es factible, por lo que lo tomaremos como un objetivo y lo analizaremos conjuntamente.

Para poder seleccionar el equipo y proceso adecuados a la compañía es necesario conocer el tipo de piezas que recubriremos por lo cual presentamos las más típicas, ya que año tras año se cambian o innovan los juguetes que se producen.



TIPO DE PIEZAS QUE SE PINTAN



TIPO DE PIEZAS QUE SE CROMAN

Para poder seleccionar el método más útil también es necesario conocer la cantidad de producción y se representa en la siguiente tabla en donde se marcan piezas tanto cromadas como pintadas.

Cantidad de productos que se pintan:

Mecanismos	238 000
Bases de órganos	12 000
Chasis montables	184 000
Triciclos estructuras	201 000
Total	635 000

Cantidad de productos que se mandan cromar:

Accesorios	44 000
Manubrios	148 000
Soportes	50 000
Total	242 000

Conociendo la cantidad y tipo de piezas a recubrir nos enfocaremos a un sistema de limpieza y pintura que cumpla básicamente los siguientes puntos:

- Bajo costo de operación
- Excelente acabado.
- Que no contamine.

- Producción en serie.
- Que pueda sustituir el cromado.
- Que se pueda instalar en nuestro departamento de pintura.
- Que se obtenga una tasa de retorno atractiva.
- Reducción de costos referido a los métodos actuales.

ANALISIS DEL SISTEMA DE LIMPIEZA.

METODOS MECANICOS.

Limpieza por métodos manuales. Como se vió en el capítulo III, este sistema de limpieza se utiliza en trabajos de baja producción y para nuestros fines no es de utilidad.

Limpieza por abrasión e impacto. La forma de nuestras piezas nos obligarían a utilizar diferentes equipos de limpieza que aumentarían el costo de producción. Generalmente este sistema se utiliza para piezas de fundición o similares en donde -- las incrustaciones de contaminantes son muy fuertes y es necesario una acción mecánica para desincrustar estos materiales. Los tiempos de limpieza son muy elevados.

METODOS QUIMICOS.

Limpieza con solventes. La limpieza con solventes como ya viamos anteriormente es útil para eliminar grasa o aceite que -- sean solubles en el solvente, de ahí la importancia de saber -- que tipo de contaminante trae la pieza.

Entre los métodos de limpieza con solventes más útiles y prácticos está el sistema de aspersion que facilita la producción en serie. Este sistema de limpieza requiere que posteriormente la pieza se someta a otro tratamiento previo a pintura.

Limpieza con álcalis. Este sistema de desengrase es uno de los más comunes entre las empresas que se dedican al recubrimiento de metales. Consiste en la saponificación de las grasas y aceites, la emulsificación de las grasas y aceites no saponificadas y la peptización de las impurezas sólidas. Es muy recomendable hacer una prelimpieza con disolventes para eliminar excedentes de contaminantes.

Al igual que el método anterior, el sistema más recomendable es el de aspersion.

Limpieza con emulsiones. En el capítulo III, hicimos notar que este sistema de limpieza consiste en hacer el lavado de la superficie metálica con emulsiones a base de solventes como el petróleo, una solución acuosa de un álcali débil y un agente emulsificante. Para nuestros fines el sistema de limpieza con álcalis es de mayor efectividad.

Limpieza con ácidos. Se puede decir que en éste método se reunen tres funciones que son: Limpieza de superficie, cambio de superficie lisa a áspera y tratamiento químico; por lo que

es ampliamente utilizado en talleres pequeños y cuando no se requiere un máximo de protección en la pieza.

Fosfatizado. Aunque no es un sistema de limpieza, generalmente se utiliza para convertir la superficie metálica en una película de fosfato insoluble, la cual actúa como una barrera física.

El principal objetivo es formar una película estable y no reactiva, combinada químicamente con el metal base, la cual no solamente retarda la corrosión sino que mejora notablemente la adherencia de la pintura. En la mayoría de los casos aumenta su flexibilidad y resistencia al impacto.

La experiencia nos ha demostrado que para nuestros artículos el fosfatizado es de vital importancia si queremos obtener mayor durabilidad y resistencia de los acabados.

Resumiendo. El tratamiento más recomendable para la limpieza de las piezas metálicas que van a ser recubiertas por pintura es el siguiente:

- a).- Prelimpieza con solvente.
- b).- Desengrase con detergente alcalino.
- c).- Enjuague con agua.
- d).- Tratamiento de fosfato de Zinc.
- e).- Enjuague con agua.

f).- Pasivado con ácido crómico (sellado).

g).- Enjuague con agua desmineralizada.

Debido a la cantidad de piezas y la necesidad de producción, - el método más cómodo es un transportador y un túnel de asper-- sión. En el siguiente capítulo haremos una descripción de es-- te sistema.

ANALISIS DEL SISTEMA DE PINTURA.

Pintado con brocha. No es útil para nuestros fines por la can-- tidad y forma de nuestras piezas metálicas.

Aspersión con aire (sistema frío). La experiencia dentro de nuestra compañía ha demostrado que este sistema no es el indi-- cado para recubrir nuestros tipos de piezas debido al gran des-- perdicio de pintura que se tiene.

Otras desventajas significativas son:

-Contamina el ambiente.

-Alto riesgo de explosión por la cantidad de solvente que se utiliza.

-La calidad del acabado es de acuerdo a la pericia del opera-- dor.

-La velocidad de operaciones baja.

Aspersión con aire (sistema caliente). Como ya dijimos anteriormente, este sistema reduce el uso de solventes y tiene mayor poder cubriente, pero el desperdicio de pintura es muy similar al método anterior. Entre sus desventajas principales tenemos:

- La calidad del acabado es de acuerdo a la pericia del operador.
- La velocidad de operación es baja.
- Se requiere equipo para el calentamiento de la pintura.

Aspersión sin aire (sistema frío). Al igual que los métodos anteriores el desperdicio de pintura es muy grande y esto repercute en los costos aumentándolos enormemente.

Sus desventajas más grandes son:

- Contamina el ambiente.
- La calidad del acabado es de acuerdo a la pericia del operador.
- La velocidad de operación es baja.

Aspersión sin aire (sistema caliente). En este sistema el desperdicio de pintura también es muy significativo, y requiere mayor pericia de los operarios, por que la cantidad de la pintura atomizada solamente puede ser regulada seleccionando una boquilla adecuada.

Entre sus ventajas tenemos:

- No es necesario diluir la pintura, debido a que la temperatura reduce la viscosidad.
- Baja contaminación por no utilizar solventes.

Sus principales desventajas son:

- La calidad del acabado es de acuerdo a la pericia del operador.
- El acabado por el tipo de materiales que se emplean para el proceso no tiene las características apropiadas para sustituir al cromado.

Aspersión electrostática (sistema frío). Como ya vimos anteriormente en este sistema el desperdicio de pintura no es tan significativo, ya que esta es atraída electrostáticamente. Este sistema ha sido de gran utilidad a nuestra empresa, para los costos de pintura aún son elevados porque no toda la pintura es aprovechada. Además de presentar riesgo de incendio y contaminación de ambiente.

Entre otras ventajas tenemos:

- Este sistema proporciona películas uniformes.
- No es necesario un operador experimentado.
- Se adapta al tipo de piezas a pintar.

Sus desventajas son:

- El flujo de pintura es menor al que puede dar una pistola convencional.
- Este sistema de pintura también contamina.
- El porcentaje de utilización de pintura es del 60%.
- El acabado es satisfactorio, pero la pintura no representa la calidad solicitada para exportación ni cumple los requerimientos para sustituir al cromado.

Aspersión electrostática (sistema caliente). La diferencia entre este sistema y el anterior estriba básicamente en que la -pintura es calentada para disminuir su viscosidad y no requiere de solventes. Entre sus ventajas principales tenemos:

- Las películas aplicadas son uniformes.
- No es necesario un operador experimentado.
- Se adapta al sistema.

Sus desventajas son:

- El flujo de pintura es menor a los sistemas de aspersión con aire.
- El porcentaje de utilización de pintura es aproximadamente el 60%.
- El acabado es satisfactorio, pero la pintura no representa la calidad solicitada para exportación ni puede sustituir en calidad al cromado.

Sistema de inmersión por arrastre. Este sistema consiste en - introducir la pieza a tanques de pintura y secarlas en hornos.

Sus principales desventajas son:

- La pintura se escurre.
- Espesor no controlado.
- Alto riesgo de incendio.
- Mala apariencia.
- Contaminación del ambiente.
- Alto riesgo de contaminación de la pintura.

Sistema de inmersión por electrodeposición. Como ya hablamos anteriormente de este sistema, nos concretaremos a enunciar - sus ventajas y sus desventajas.

- A).- Película uniforme y tersa, sobre toda la superficie incluyendo filos, esquinas y hendiduras, sin puntos de alfiler, gotas, escurridos, ampollas o burbujas, etc.
- B).- No atrapa polvo.
- C).- La adhesión y la resistencia a la corrosión mejoran debido a la película densa que se forma en el proceso de electroforesis.
- D).- Mejor control en el espesor de la película.
- E).- La película de pintura contiene una pequeña cantidad de - agua que se elimina en el horneado.
- F).- Se puede diseñar un sistema continuo sin desperdicios.

- G).- Producción en serie.
- H).- Bajo porcentaje de rechazo.
- I).- Se puede aplicar el acabado de inmediato, húmedo sobre húmedo, o mediante un secado a temperatura menor que la de curado.
- J).- Se puede eliminar o disminuir el lijado de primarios.
- K).- Menor costo de mano de obra, ya que uno o dos operarios - pueden manejar la línea incluyendo control de calidad.
- L).- Máxima utilización de pintura. (prácticamente total).
- M).- Menor costo de seguros.
- N).- Menor contaminación atmosférica. (agua como solvente).
- Ñ).- Menor riesgo de fuego.
- O).- No se requiere instalación a prueba de explosión.

Por otro lado presenta las siguientes limitaciones:

- A).- La formulación de la película es crítica y es muy sensible a contaminantes.
- B).- Los polímeros disponibles en México son limitados (pinturas importadas).
- C).- El metal tiende a disolverse en la película (en anódica) - lo cual afecta al color, especialmente al blanco en sustratos ferrosos.
- D).- Los colores metálicos no pueden ser aplicados.
- E).- Se puede aplicar una sola película y la segunda solo se puede aplicar sobre primarios conductores.
- F).- La película de pintura tiende a resaltar todos los defectos del sustrato.

- G).- La pintura requiere ser recirculada y agitada constantemente para mantener la homogeneidad.
- H).- La variedad de colores es limitada, ya que en un tanque solo puede aplicarse un solo color. (Inversión alta para varios colores).
- I).- Se requieren dos tipos de pintura, uno para el llenado -- inicial del tanque y otro para la reposición de la pintura consumida.
- J).- Es necesario hornear para secar.
- K).- Se requiere capital inicial muy elevado.
- L).- Riesgo de dañar y contaminar grandes cantidades de pintura.
- M).- Servicio técnico especializado.
- N).- Costo de pintura (mayor).
- O).- No aplicable a piezas pequeñas por la necesidad de contacto eléctrico aplicado manualmente.

Sistema de flujo. Este sistema se utiliza en piezas muy grandes y por esta razón no es apreciable a nuestras piezas.

Baño giratorio. Al igual que el anterior no es aplicable a -- nuestras piezas.

Sistema de eliminación. No es aplicable por la variedad de -- piezas, además de presentar acabados de baja calidad.

Lecho fluidizado de pintura en polvo (arrastre). En capítulos anteriores hablamos de este método y cabe recordar que tiene mucha similitud con el equipo de inmersión por arrastre; entre sus ventajas tenemos:

- a).- Se pueden aplicar películas muy gruesas sin presentar escurrimiento o goteo.
- b).- Se obtienen características especiales en películas gruesas como textura y brillo.
- c).- Se cubren defectos de superficie en algunos materiales.
- d).- buen cubrimiento en esquinas y filos.
- e).- Se pueden controlar espesores de películas controlando la temperatura de precalentamiento y el tiempo de inmersión.
- f).- Aplicación de acabado sobre primario sin enfriar y la estufa de precalentado se puede usar para curado del primario.
- g).- El equipo es simple y puede ser diseñado según el tamaño y la forma del artículo.
- h).- Los problemas de limpieza son mínimos.
- i).- Bajo costo de operación.
- j).- Instalación rápida del equipo en las líneas ya existentes.
- k).- Pérdidas mínimas y sin problema de recolección de polvo.

ENTRE LAS LIMITACIONES TENEMOS:

- a).- Presenta siempre películas muy gruesas.
- b).- No se puede recubrir únicamente un lado.
- c).- Las temperaturas de precalentamiento son generalmente altas para sustratos no metálicos o para partes soldadas.
- d).- Se requieren dos hornos.
- e).- El costo de la pintura en polvo, es alto.

PULVERIZACION ELECTROSTATICA.

Lecho Fluidicado electrostático. Este sistema tiene similitud con el anterior con la diferencia principal que se ha cargado electrostáticamente para cubrir la pieza.

Las ventajas del lecho fluidizado son:

- 1.- La cantidad del polvo para trabajar satisfactoriamente es más o menos la décima parte comparada con la del lecho -- fluidizado.
- 2.- Se recubre a temperatura ambiente.
- 3.- El objeto se pinta sin sumergirlo en el polvo.
- 4.- Se pueden recubrir metales delgados.
- 5.- Es más rápido que el lecho fluidizado.

Entre sus limitaciones tenemos:

- 1.- Debido a que el polvo no tiene la velocidad que proporciona una pistola, éste únicamente es atraído por la fuerza electrostática y de ahí que sea efectivo solo a corta distancia.
- 2.- Se requieren varios equipos para manejar varios colores - eficientemente (inversión alta).

Aspersión electrostática de pintura en polvo. Este sistema tiene todas las ventajas del sistema electrostático húmedo y sus principales ventajas son:

- 1.- Capas uniformes que cubren totalmente las esquinas y fi-- los.
- 2.- Se puede aumentar el espesor de las películas precalentando el objeto. Cuando la película se funde se convierte - en conductora, lo cual permite aumentar el espesor.

- 3.- Se puede recubrir metal delgado.
- 4.- No es necesario precalentamiento.
- 5.- No produce contaminación ambiental.
- 6.- Es económico, ya que se utiliza prácticamente 100% del -- producto.
- 7.- Los riesgos de incendio son reducidos al máximo al utilizarlos y almacenarlos.
- 8.- La pintura se entrega lista para usarse. No hay necesi-- dad ni de diluir ni de controlar viscosidad, temperatura o resistividad.
- 9.- Con éste proceso se pueden recubrir piezas de forma y di-- mensiones muy diversas.
- 10.- Sólomente se requiere de una mano para obtener una capa - protectora que cubra desde 25 a 500 micras de espesor.
- 11.- El recubrimiento obtenido presenta características de su resistencia a la corrosión y un aspecto mejor que la ma-- yoría de las pinturas convencionales.
- 12.- Es posible realizar recubrimientos especiales como los - requeridos por aislamiento eléctrico, alimentos, produc-- tos químicos, etc.
- 13.- No importa cual sea el tipo del substrato que quiera pro-- tegerse, no se necesitan primarios para la aplicación de la pintura en polvo.
- 14.- Los métodos de limpieza aceptados son en general los ya conocidos: granaría, chorro de arena, baños alcalinos, - etc. Es preciso señalar que en proceso continuos, los baños por inmersión, esparado o vapores, son los más indi-- cados, se recomiendan fosfatos de zinc.
- 15.- Los acabados son de tal calidad que pueden sustituir al cromo como protección y como apariencia.

DESVENTAJAS.

- 1.- Pérdida de tiempo al cambiar color.
- 2.- Inversión inicial alta.
- 3.- Es necesario controlar el tamaño del polvo.

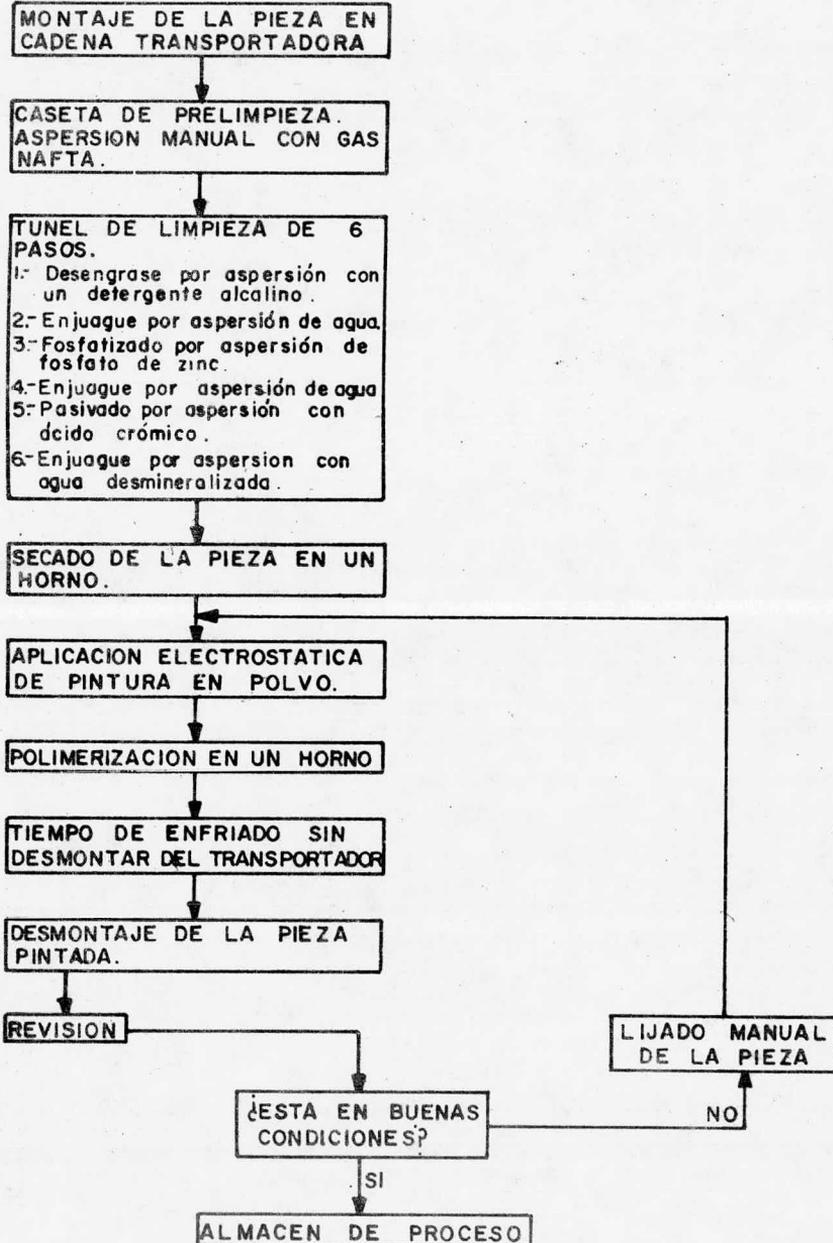
Revisando los equipos y métodos anteriormente expuestos, nota remos que los más útiles para nuestro propósito son aquellos que utilizan pintura en polvo, por la calidad de acabado que proporcionan y entre éstos el que más ventajas tiene y que -- más se acopla al tipo de piezas que recubrimos es el de pulverización electrostática en polvo, con un sistema de fosfatizado de los cuales hablaremos en el siguiente capítulo.

C A P I T U L O V I

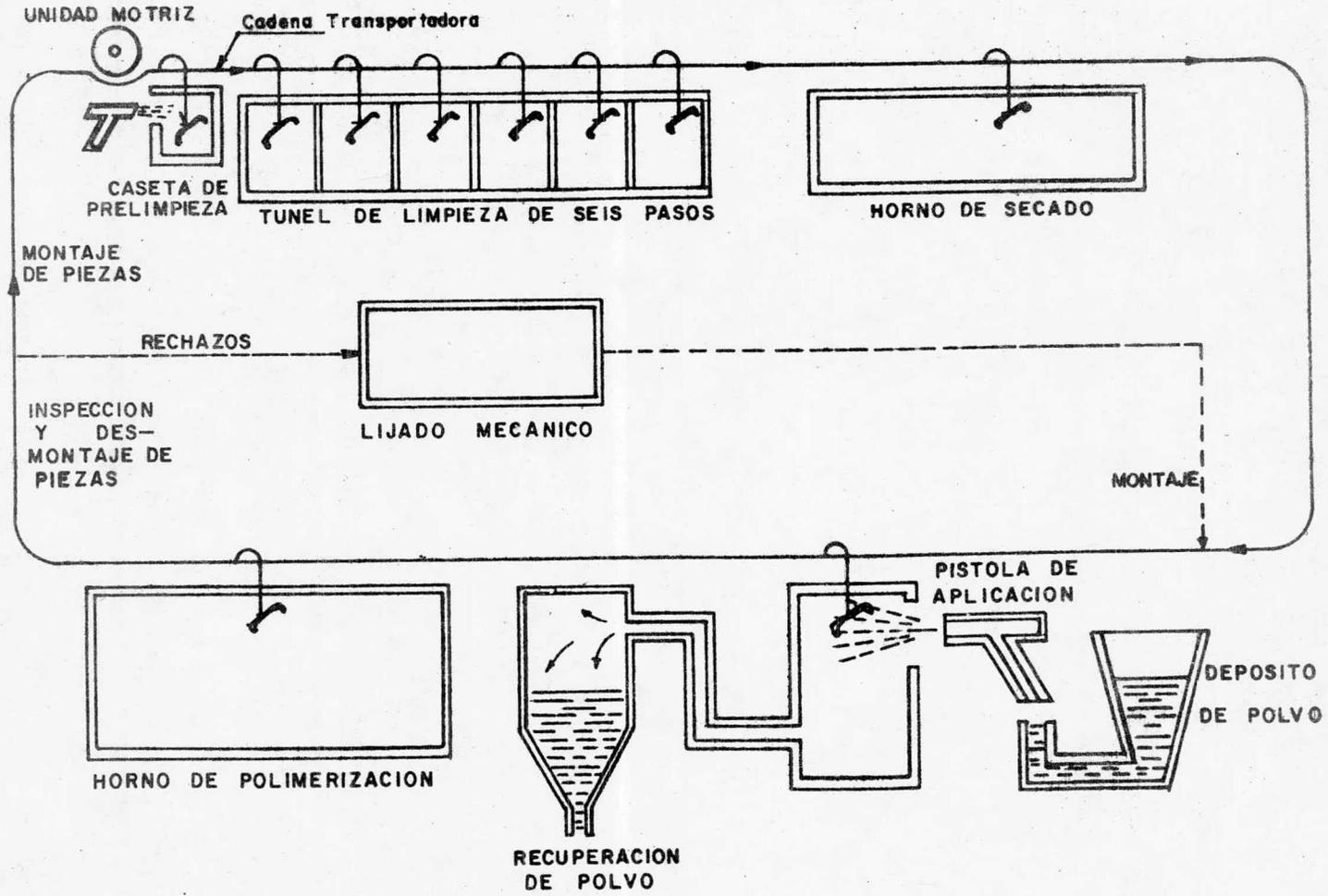
METODO PROPUESTO Y SELECCION DEL EQUIPO.

En base a los requerimientos de nuestro proceso y analizando -
todos los métodos expuestos anteriormente sobre limpieza y - -
aplicación de pintura, mostramos a continuación el:

METODO PROPUESTO



METODO PROPUESTO (Proceso)



Una vez marcado a esquemáticamente el método propuesto, lo analizaremos paso por paso en detalle.

1.- Sistema de transporte de las piezas a pintar.- El mejor método es utilizar una cadena transportadora movida por un motorreductor.

Esta cadena debe pasar por la cabina de prelimpieza, el tunel de limpieza de seis pasos, el horno de secado, las casetas de aplicación de pintura en polvo y el horno de polimerización - con el fin de que sea un sistema continuo.

La velocidad del transportador está restringido por el tiempo necesario de aplicación de pintura que es de quince segundos, lo cual nos representa una velocidad de 2.3 m/min. con ganchos de sujeción separados 0.15 m. uno de otro.

En su capacidad máxima se podrá recubrir:

$$\frac{2.3 \text{ m/min.}}{0.15 \text{ m.}} = 15 \text{ piezas por minuto.}$$

La producción de piezas para el presente año será de:

Piezas que pintamos	635,000
Piezas que mandamos cromar	<u>242,000</u>
Sub Total	877,000
Factor de rechazo 10%	<u>87,700</u>
T o t a l	964,700

De acuerdo a estudios hechos por mercadotecnia se pronostica -
 un incremento de producción del 10% anual, de la siguiente - -
 forma:

Año 1	964,700
Año 2	1'061,170
Año 3	1'167.287
Año 4	1'284,015
Año 5	1'412,417
Año 6	1'553,658
Año 7	1'709,024
Año 8	1'879,927
Año 9	2'067,919
Año 10	2'274,711

Analizando para nuestra máxima producción, tenemos que en un -
 turno normal de trabajo se pueden producir:

$$7.5 \text{ Hr.} \times 15 \text{ piezas/min.} \times 60 \text{ min.} = 6,750 \text{ piezas/turno}$$

$$6,750 \text{ piezas/turno} \times 288 \text{ días} = 1'944,000 \text{ piezas/año.}$$

Teóricamente nuestra capacidad está sobrada, ya que la satura-
 ción de maquinaria se hace siempre en base a dos turnos de tra-
 bajo, pero debemos tomar en cuenta que nuestra producción es -
 de temporada y lo más frecuente en nuestra compañía es iniciar
 la producción tres o cuatro meses después de iniciado el año.

Respecto al peso máximo que debe soportar la cadena, sabemos - que la pieza más robusta pesa 2 kilogramos.

Longitud aproximada.

80 m. x 2 Kg. x 6.66 piezas/m. = 1065.6 kg.

en su máxima capacidad.

Además la cadena debe estar lubricada con una grasa resistente al calor, ya que pasa por hornos en donde la temperatura es - alta.

2.- Caseta de prelimpieza.- La caseta de prelimpieza tiene la finalidad de quitar el exceso de suciedad o de contaminantes - que contenga la pieza e iniciar la remoción de lubricantes de formado y antioxidantes. La limpieza se efectuará por asper- sión manual de gas nafta, este se almacenará en un depósito con - el fin de recuperarlo posteriormente.

Los parámetros para esta caseta son:

Tiempo de aplicación	15 seg.
Solvente	Gas nafta.
Gasto (gas nafta)	2 litros por min.
Temperatura	Ambiente
Presión	2.0 kg/cm ² .
Gasto de Aire extracción	10 m ³ /min.

3.- Túnel de limpieza de seis pasos.- La cadena transportadora introducirá la pieza al túnel, en donde se efectuará el siguiente proceso:

a).- Desengrase. El desengrase se efectuará por aspersion de un detergente alcalino que tiene la finalidad de saponificar -- las grasas y aceites tanto vegetales como animales, las cuales se convertirán en jabones solubles y glicerinas. También el - detergente dá lugar a la emulsificación de los aceites y grasas no saponificables y a la peptización de las impurezas sólidas. El uso del detergente alcalino será por recirculación.

Los parámetros de este sistema son:

Tiempo de aplicación	un minuto.
Desengrasante	detergente alcalino
Temperatura de aplicación	80 ± 5 °C
Gasto total	9.6 lts/min.
Presión	2 kg/cm ²
Tinas y accesorios	Acero comercial.

b).- Enjuague. Una vez que ha salido la pieza del desengrase - es necesario efectuar un enjuague con agua con el fin de remover los residuos peptificados y saponificados que dejó el desengrase, para esto se utilizarán boquillas de aspersion repartidas uniformemente. El agua utilizada será recirculada parcialmente.

Los parámetros de este sistema son:

Tiempo de aplicación	0.5 min.
Enjuague	Agua
Temperatura de aplicación	Ambiente.
Gasto total	8 lts/min.
Presión del agua	1.5 kg/cm ²
Tinas y accesorios	Acero comercial.

c).- Fosfatizado. El fosfatizado tiene como principal objetivo el de formar una barrera física entre la pieza y los agentes - exteriores, además de mejorar la adherencia de la pintura a la pieza, entre otras cosas, como ya se mencionaba en el capítulo III.

La aplicación se efectuará por aspersion de fosfato de zinc el cual se recuperará para su recirculación.

Los parámetros de este sistema son:

Tiempo de aplicación	1.5 min.
Fosfatizante	Fosfato de zinc.
Temperatura de aplicación	70 ± 5°C
Gasto total	12 lts/min.
Presión	1 kg/cm ²
Tinas y accesorios	Acero inoxidable.

d).- Enjuague. Igualmente al segundo paso.

e).- Pasivado con ácido crómico. El pasivado se hará utilizando agua desmineralizada que se ocupará en el siguiente paso - (enjuague final) y ácido crómico, los cuales se mezclarán y almacenarán en una tina de acero inoxidable para poder aplicar - por medio de un sistema de aspersion.

El sistema será recirculante con purga constante.

Los parámetros para este sistema son:

tiempo de aplicación.	20 seg.
Pasivado.	Acido crómico
Presión.	1 kg./ cm.2
Temperatura.	70 ± 5°C.

f).- enjuague. con el fin de garantizar una buena adherencia se efectúa el último enjuague con agua desmineralizada para - que al secarse la pieza no quede adherida ninguna partícula ex - traña que pueda malograr el objetivo. El agua ya utilizada - se enviará para el pasivado.

Los parámetros son:

tiempo de enjuague .	7 seg.
Caudal.	1.5 lt./min.
Presión.	1.5 kg/cm ² .
Temperatura.	Ambiente
Gasto.	7 lt./min.

4.- Horno de secado.- El horno de secado deberá estar instalado a la salida del túnel de limpieza y su finalidad es dejar las piezas completamente secas para la aplicación de la pintura.

Los parámetros para este sistema son:

Temperatura interior del horno.	150°C
tiempo de la pieza en el interior del horno	8.5 min.

cortinas de aire a la entrada y salida de horno, paredes aislantes del calor.

Controladores de flama y temperatura.

5.- Tipo de pintura.- Entre los proveedores más importantes de pintura en polvo que se encuentran en México y que cumplen los requerimientos de pintura que solicitamos, tenemos:

- Recubrimientos en polvo marca INDA.
- Recubrimientos en polvo marca SAMES.
- Recubrimientos en polvo marca NAREK.

De éstos tres, el que tiene más disponibilidad en el mercado, mejores precios y variedad de colores es el de la compañía NAREK.

Es importante hacer notar que en cualquier momento las otras dos compañías pueden cumplir con nuestras necesidades.

Las características de la pintura en polvo que utilizaremos -- son las siguientes.

CARACTERISTICAS DEL POLVO:

Nombre comercial	BIN.
Tipo de pintura	Epóxica.
Peso específico	1.3 gr./cm ³ .
Punto de fusión	200°C.
Rango de espesor requerido	52 micras mínimo.

HORNEO.

Ver gráfica del horneado en fig. adjunta.

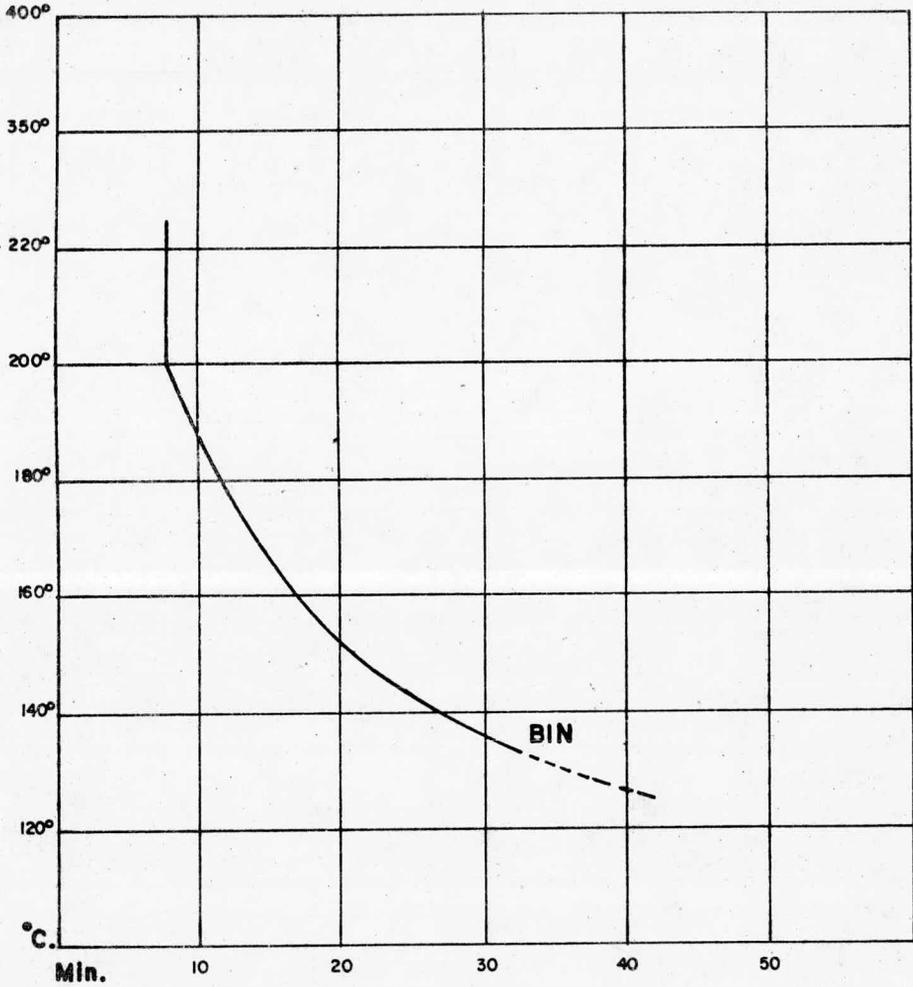
CARACTERISTICAS DE RECUBRIMIENTO POLIMERIZADO.

Apariencia	Brillante y lisa.
Adherencia	0% de desprendimiento
Resist. a la intemperie.	24 meses mínimo.
Dureza al lápiz	3 h.
Resistencia a la niebla salina	200 horas sin cambio.
Resistencia a la humedad	200 horas sin cambio.
Capacidad de igualación	Todos los tonos.

RESISTENCIA A AGENTES QUIMICOS.*

Solventes: Acetona.	Cambio una semana.
Tolueno	Cambio en 3 meses
Gasolina	Sin alteración 8 meses.

* Inmersión a temperatura ambiente.



**DIAGRAMA DE TEMPERATURA
TIEMPO PARA LAS PINTURAS BIN**

6.- Casetas de aplicación de pintura.- Con el fin de no detener la producción al hacer cambio de color, se construirán dos casetas de aplicación de pintura en polvo, ya que la limpieza del sistema tarda de una a dos horas.

La caseta estará diseñada para aplicar manualmente la pintura por un medio electrostático. Además contará con un sistema de ciclón que tiene el fin de capturar todo el polvo que no se ha adherido a la pieza, recirculándolo nuevamente al depósito principal. La caseta deberá contar con un buen sistema de iluminación y estar aterrizada eficientemente.

7.- Equipo de aplicación de pintura.- El equipo de aplicación de pintura será electrostático para pintura en polvo, por aspersión con aire, sistema manual, que asegura una excelente dispersión de polvo que será alimentado a partir de un depósito de fluidizado o un depósito distribuidor de polvo.

8.- Horno de polimerización.- El horno de polimerización deberá tener las siguientes características para garantizar la polimerización satisfactoria de la pintura.

Temperatura interior del horno $180 \pm 5^{\circ}\text{C}$

Tiempo de la pieza en el interior del horno 15 min.

Cortinas de aire a la entrada y salida del horno, paredes aislantes del calor.

Controladores de flama y temperatura.

9.- tiempo de enfriado.- Una vez que ha salido la pieza del horno de polimerización es necesario que se enfríe la pieza y para ello se requiere que permanezca a la intemperie durante 10 minutos, como mínimo, para poder descolgarla y sea revisada por control de calidad.

SELECCION DEL EQUIPO.

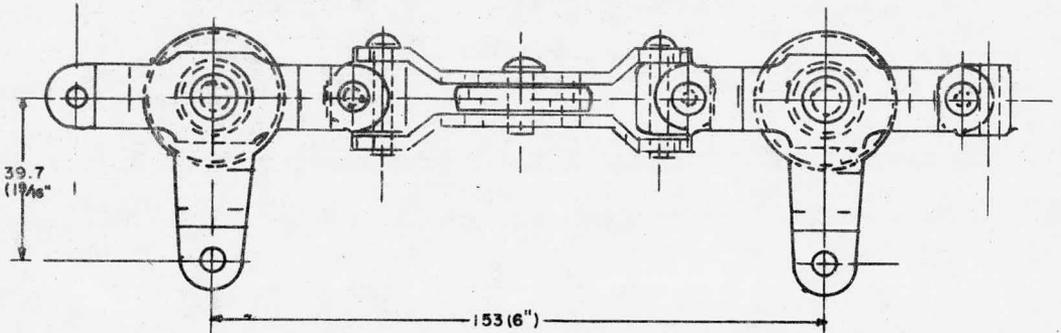
En esta sección daremos a conocer los principales equipos y accesorios para la construcción del sistema, ya que detallar completamente la construcción y efectuar los desarrollos de cada proceso no es el objetivo de este trabajo.

Cadena Transportadora.- La cadena transportadora será de la marca AEREO KUICK o similar, con capacidad de kilogramos a la tensión, fabricada en acero tratado, con rodamientos de baleros de bola y ganchos de carga a cada 15 centímetros e introducida en un tubo especial rolado en frío de 4.3 centímetros de diámetro interior con ranura de .6 centímetros.

Caseta de prelimpieza.- Será construida en acero SAE 1010 o similar calibre 20 y el recubrimiento de la caseta será de pintura epóxica.

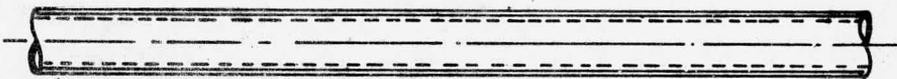
El sistema de aspersión de gas nafta será por medio de una pistola de aplicación marca GRACO modelo 600 o similar, con tanque de presión con todos sus accesorios como válvulas de seguridad

CADENA Y COMPONENTES



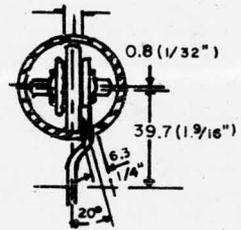
CADENA DE ALTA RESISTENCIA A LA TENSION DE ACERO TRATADO, CON RODAMIENTOS DE BALEROS DE BOLAS.

VIA TUBULAR Y COMPONENTE



GUIA RECTA

ESPECIFICACIONES: Tubo especial rolado en frio



Componentes

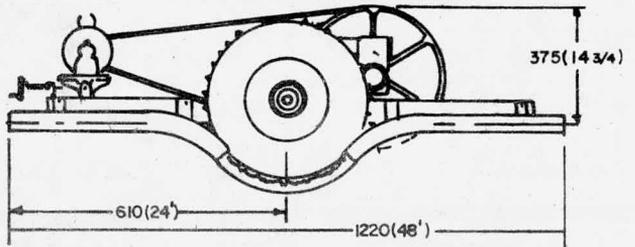
Tabla de velocidades

Relación 2.8: 1

VELOCIDAD
(F.P.M.) | 1500:1 reductor

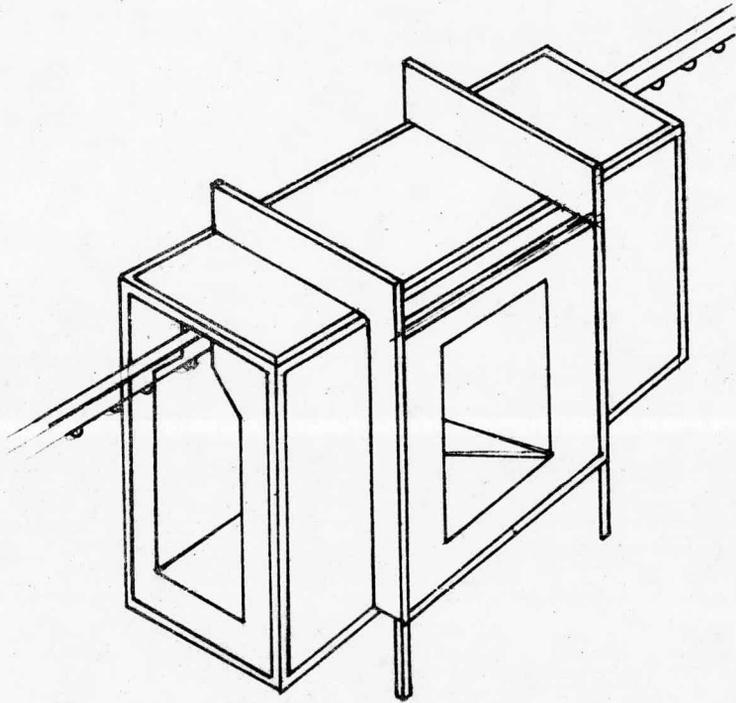
.18(0.6')	.49(1.6')	.43(1.4')	1.16(3.8')
.21(0.7')	.55(1.8')	.49(1.6')	1.40(4.6')
.24(0.8')	.67(2.2')	.67(2.2')	1.83(6.0')
.27(0.9')	.76(2.5')		
.30(1.0')	.85(2.8')		
.36(1.2')	1.00(3.3')		

UNIDAD MOTRIZ



VERTICAL

CADENA TRANSPORTADORA



CASETA DE PRELIMPIEZA

reguladores de aire, manómetros, filtros de aire, etc.

Tunel de limpieza de seis pasos.- La construcción será según -- la figura adjunta y constará básicamente de:

Tanques de almacenamiento de las soluciones.- Las tinas 1, 2, 4, 6, serán construídas en lámina de acero SAE 101 calibre 16 y - se complementan de:

Tapas de limpieza.

Tubería de desague a la cual va acoplada una válvula de mariposa que permite la evacuación de los lodos en la limpieza.

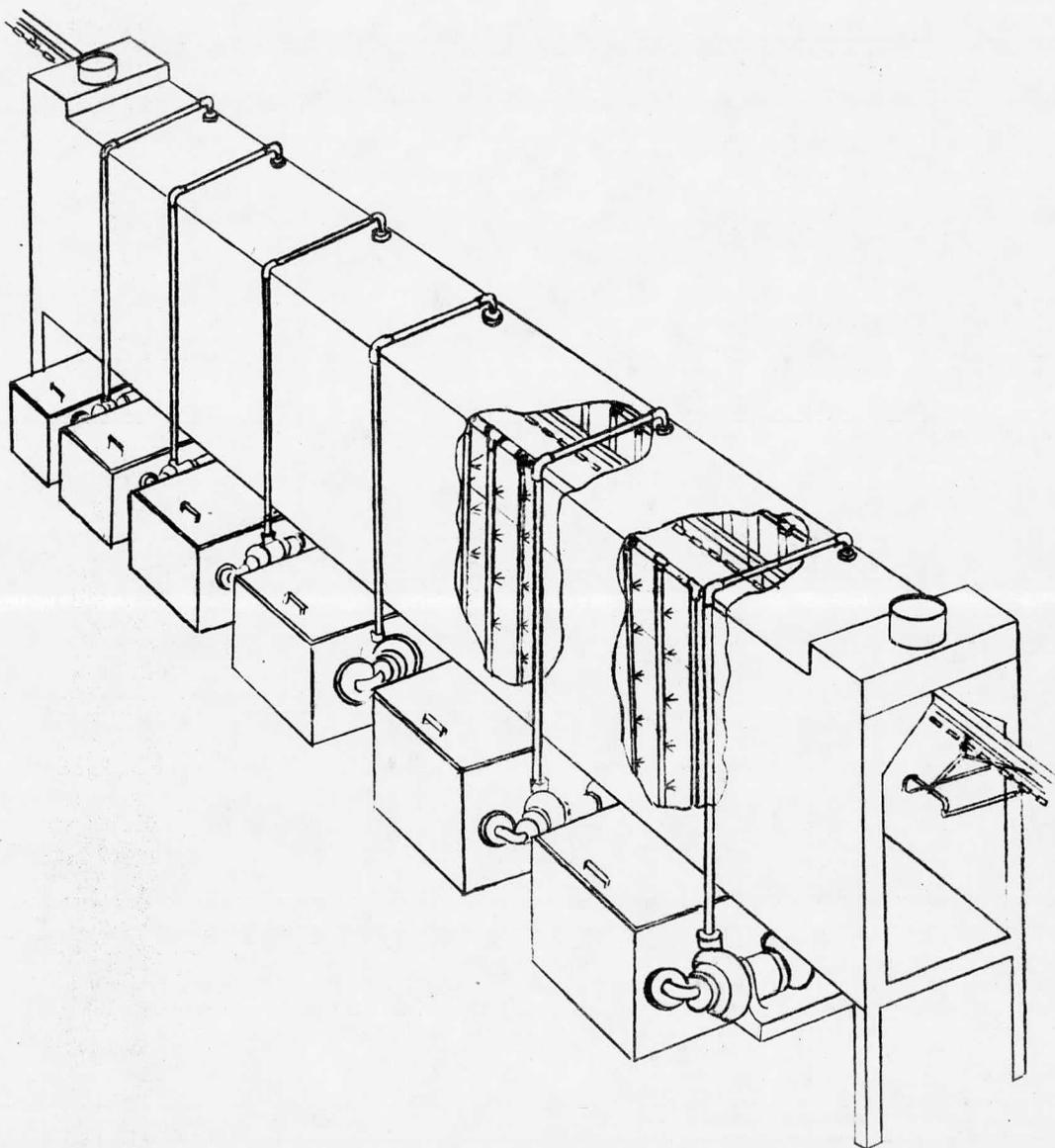
Tubería del sistema de aspersión, comercial cédula 40.

Bombas centrífugas para realizar el esreado de las diferentes soluciones.

Accesorios.- Se utilizará manómetros, termómetros, reguladores de presión, carátulas indicadoras, etc.

Las tinas 3 y 5 serán de las mismas características, pero serán construídas en acero inoxidable 304, ya que las soluciones de fosfatizado y el sello cromo son muy corrosivos, igualmente las tuberías de sistema de aspersión.

Construcción.- El tunel, en todas las etapas, será de lámina de acero SAE 101 o similar calibre 20, recubierto con pintura - - epóxica en el interior.



SISTEMA DE LIMPIEZA POR ASPERSION

Filtros.- Para el filtradomecánico antes de la aspiración de -- las bombas, se preveen un conjunto de filtros de malla de acero inoxidable desmontables para su limpieza.

Protección del transportador.- Para evitar la contaminación de la cadena transportadora se utilizará el procedimiento de montar el transportador por el exterior del túnel, protegido por unos guardas regulables y un ducto de aspiración de vapores situados en la lateral del túnel.

Estos vapores serán expulsados a la atmósfera por medio de un ventilador centrífugo.

Cortina de aire.- Tanto a la entrada como a la salida se instalará una cortina de aire de tal forma que recupere todos los vapores que por ella pudieran salir e irán acoplados a unos ventiladores y extractores centrífugos.

Charolas de recolección y recirculación de agua.- En la parte inferior se instalarán unas charolas desmontables que permitan la recolección de las piezas que eventualmente puedan caer del transportador, estas charolas serán perforadas para que permitan la recirculación lógica de los productos químicos y agua de enjuagues.

Siluetas.- Para evitar al máximo la contaminación entre los pasos de limpieza, se instalarán siluetas de paso entre el proceso.

Horno de secado.- El horno tendrá las siguientes dimensiones:

Largo	20.5 m.
Ancho	1.5 m.
alto	2.1 m.

Construcción.- El horno será de construcción recta, fabricado en lámina de acero SAE 101 o similar calibre 20 con sus correspondientes siluetas de entrada y de salida de las piezas, con cortinas de aire a la entrada y a la salida, para impedir la fuga de calor al exterior.

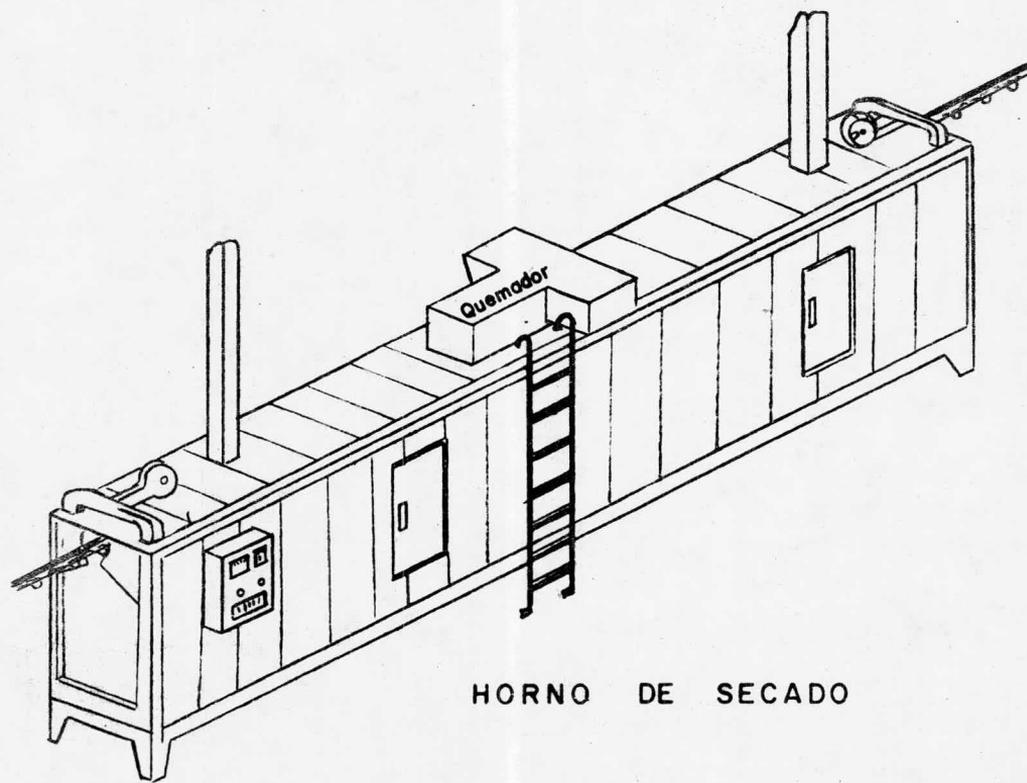
El recorrido interior de la parte activa será de 19.8 metros correspondiente a 8.5 minutos a la velocidad de 2.33 m/min. Las características principales son:

-Páneles calorifugados de fibra de vidrio de 20 centímetros de espesor y forrados con lámina galvanizada calibre 20 con pisos calorifugados de asbesto.

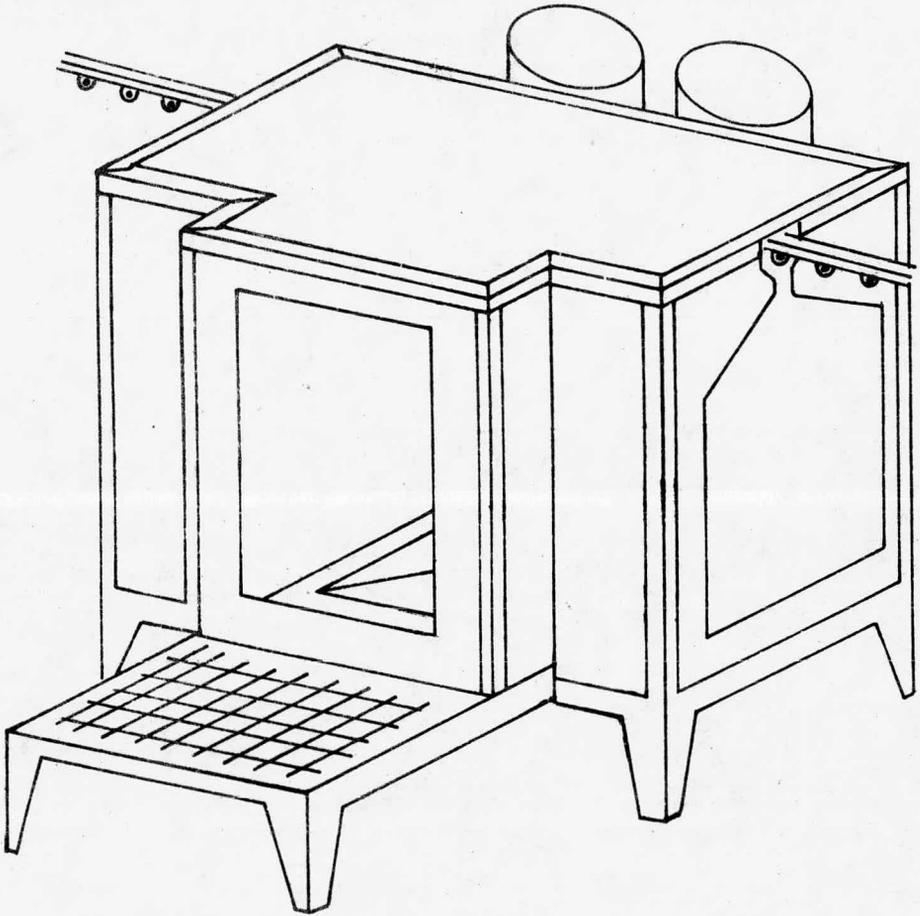
-el calor se distribuirá a través del horno por medio de ductos en el interior del mismo.

Caseta de aplicación de pintura.- Las dimensiones generales de la cabina son:

Largo	1.2 m.
ancho	1.5 m.
Alto	2.0 m.



HORNO DE SECADO



CASETA DE APLICACION DE PINTURA EN POLVO

Construcción: El recinto de la cabina estará construido con páneles de lámina galvanizada calibre 18 y armados con perfiles comerciales. La protección de la cadena está resuelta de la forma que el transportador se situará al exterior de la cabina y será protegido por una guarda de hule que tiene la función - de cierre.

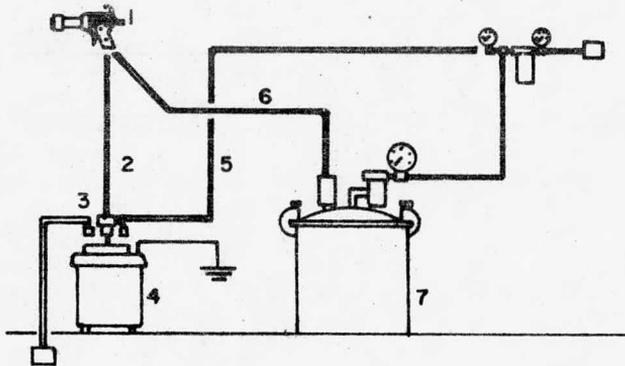
Llevará igualmente dos pantallas de iluminación en la parte superior con una potencia unitaria de 200 watts. La aspiración y la recuperación de polvo se efectará por la parte inferior - con unos conductos que van acoplados al ciclón. El ciclón -- comprende unas amplias puertas de visita y limpieza.

Equipo de aplicación de pintura.- El equipo de pintura elec---trostática en polvo será de la marca SAMES modelo STARJET de - las siguientes características:

-Pistola STARJET.- La pistola tiene conectados un cable del generador de alta tensión y un ducto de alimentación de polvo. Mediante un dispositivo, al unirse se carga el polvo y se proyecta por el cañón a la pieza a recubrir.

El cuerpo de la pistola es de material plástico, de alta resistencia mecánica y eléctrica. el cabezal de proyección asegura una excelente dispersión del polvo proyectado. De esta -- forma se obtiene un chorro homogéneo cargado electricamente y penetrante. El chorro de polvo puede ser regulable con la -

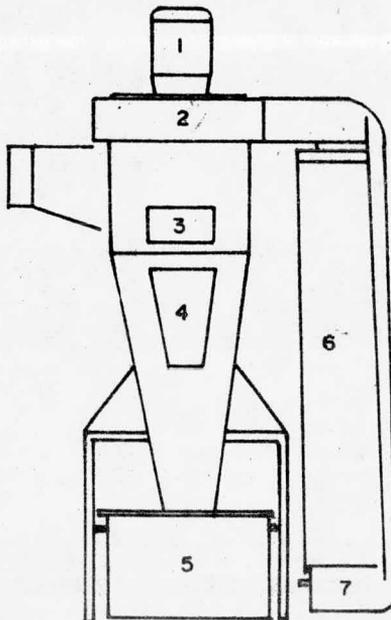
EQUIPO ELECTROSTATICO DE PINTURA EN POLVO



IDENTIFICACION

- 1.- PISTOLA DE APLICACION
- 2.- CABLE DE ALTO VOLTAJE Y AIRE
- 3.- SWITCH DE AIRE
- 4.- FUENTE DE PODER
- 5.- MANGUERA DE AIRE
- 6.- MANGUERA DE PINTURA
- 7.- DEPOSITO DE PINTURA

COLECTOR DE POLVO TIPO CICLON



IDENTIFICACION

- 1.- MOTOR
- 2.- VENTILADOR
- 3.- COMPUERTA SUPERIOR
- 4.- COMPUERTA INFERIOR
- 5.- DEPOSITO CICLON
- 6.- FILTRO
- 7.- DEPOSITO FILTRO

ayuda de una válvula de ajuste colocada en la parte posterior de la pistola.

Generador.- Las características del generador permiten la obtención de un mejor rendimiento del campo eléctrico en los cabezales de proyección, así como un mejor rendimiento de la pistola a la cual el generador está conectado.

-Alimentación de polvo.- La alimentación será realizada de la siguiente forma:

a).- alimentación a partir de un depósito de polvo de lecho fluidizado.

Este depósito permitirá:

-Cambio rápido de color.

-La alimentación de varias pistolas a partir de un mismo depósito distribuidor de polvo.

-El uso automático del polvo recuperado no depositado sobre la pieza.

Los dispositivos de alimentación están compuestos de:

-Un dispositivo tipo VENTURI que se coloca sobre el dispositivo de lechofluidizado.

-El VENTURI aspira el polvo del depósito y lo transporta a la pistola. La cantidad de gasto puede regularse.

-Un conjunto de control electro-neumático que está fijo y muy cerca del operador.

Este conjunto consta de tres manómetros y sus válvulas, así como la electro-válvula que acciona a todo el sistema.

Horno de polimerización.- El horno tendrá las siguientes dimensiones:

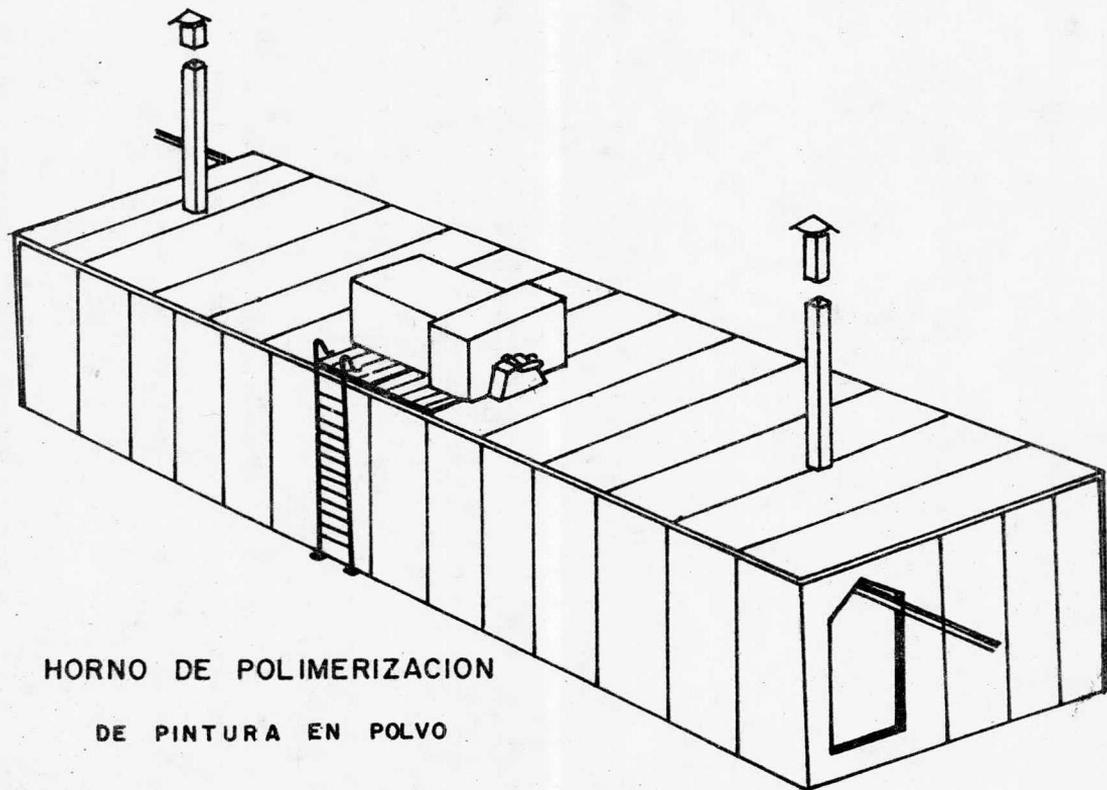
Largo	12	m.
Ancho	2.5	m.
Alto	2.56	m.

Construcción.- El horno será de construcción recta fabricada en lámina SAE 1010 o similar calibre 20, con sus correspondientes siluetas de entrada y de salida de las piezas con cortina de aire a la entrada y a la salida para evitar fugas de calor.

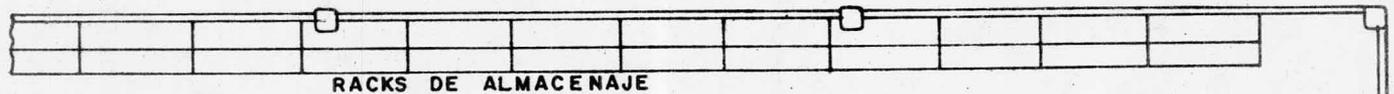
El recorrido interior de la parte activa será de 35 m. en forma de "S" que representa 15 minutos a la velocidad de 2.33 - - m/min., las características principales son:

Páneles calorifugados de fibra de vidrio de 20 cm. de espesor y forrados con lámina galvanizada calibre # 20 con pisos calorifugados de asbesto.

Una vez que se ha descrito el equipo seleccionado haremos el análisis de costos en el siguiente capítulo.



HORNO DE POLIMERIZACION
DE PINTURA EN POLVO



MONTAJE DESMONTAJE

CABINAS DE PINTURA

HORNO DE POLIMERIZADO

Ciclones

UNIDAD MOTRIZ

HORNO DE SECADO

CASETA PRELIMPIEZA

DESENGRASE

ENJUAGUE

FOSFATIZADO

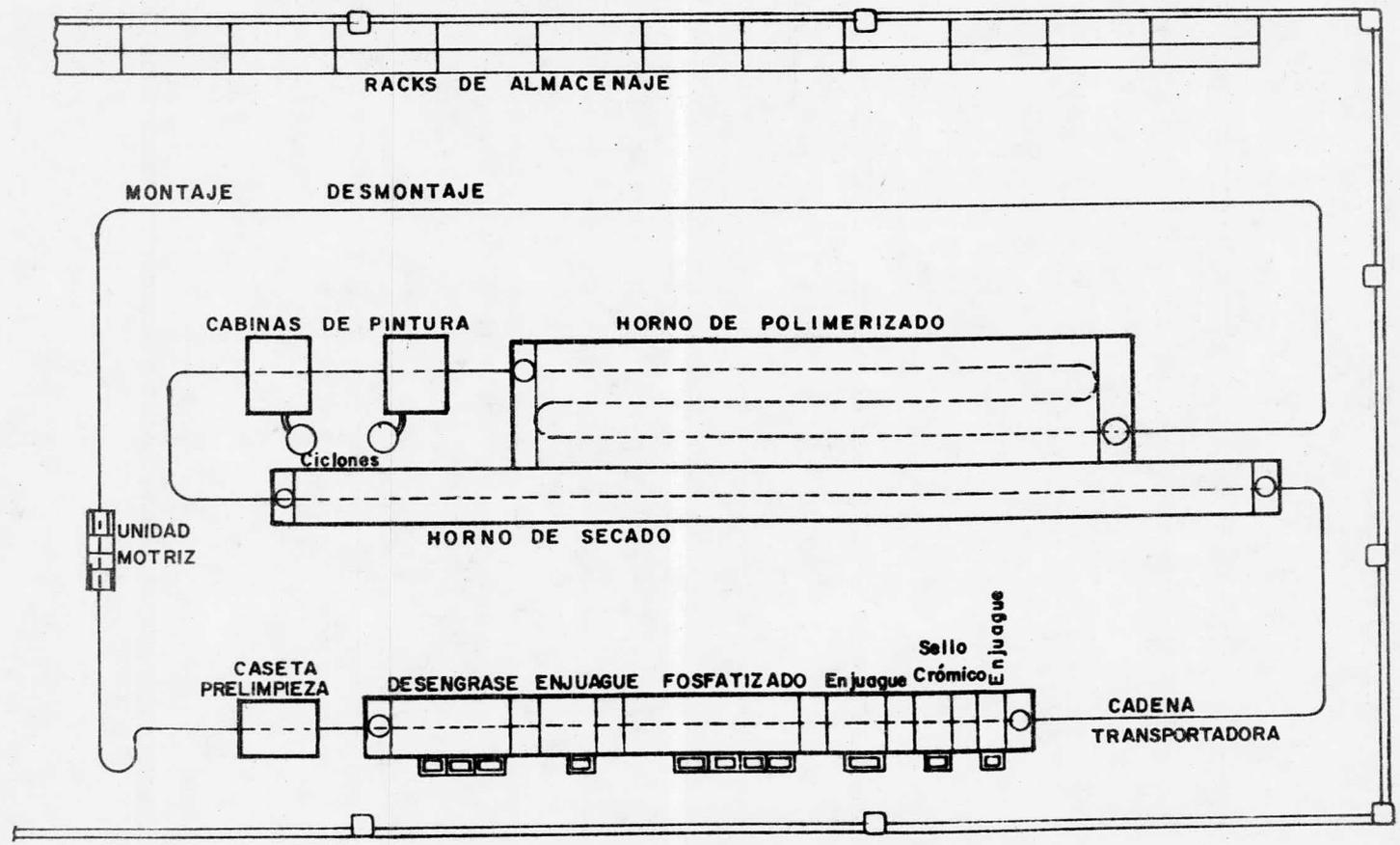
Enjuague

Sello Crómico

Enjuague

CADENA TRANSPORTADORA

DISTRIBUCION GENERAL



C A P I T U L O VII

ANALISIS DE COSTOS DE LOS METODOS ACTUALES
CONTRA LOS PROPUESTOS

METODO ACTUAL.

Para hacer un análisis económico del método actual consideramos lo siguiente:

- a).- Gastos de mano de obra y supervisión.
- b).- Gastos de mantenimiento.
- c).- Gastos de materia prima. (Pintura, silventes y productos - químicos).
- d).- Gastos de energía (vapor, luz, gas y aire).
- e).- Depreciación del equipo.
- f).- Costos de cromado.

Respecto a gastos de almacenaje, gastos administrativos y otros gastos indirectos no se considerarán por variar insignifican-
mente independientemente del sistema de pintura que se utilice.

a).- Gastos de mano de obra y supervisión.- Actualmente este -
departamento trabaja:

Según Lay Out adjunto 14 obreros y un supervisor que representa un costo de:

14 obreros x \$ 900.00/día x 365 días	=	4'599,000
1 supervisor x \$ 1,500.00/día x 365 días	=	<u>547,500</u>
T o t a l		\$5'146,500

b).- Gastos de mantenimiento.- Los gastos de mantenimiento se calcularon de acuerdo a un control de órdenes de mantenimiento que lleva a cargo este departamento, reportándonos 730 horas - anuales que representan:

730 hrs. x \$ 538.00/hora.	\$ 392,740
Respecto a costos de refacciones se verificó un gasto en el año de 1983 de	\$ <u>1'540,230</u>
T o t a l.	\$ 1'932,970

Y se considera un incremento del 10% anual sobre el gasto inicial de la siguiente forma:

1/er. año	1'932,970
2/o. año	2'126,267
3/er. año	2'338,803
4/o. año	2'572,783
5/o. año	2'830,061
6/o. año	3'133,067
7/o. año	3'424,374
8/o. año	3'766,811
9/o. año	4'143,492
10/o. año	4'557,841

c).- Gastos de materia prima.-

Pintura.- El consumo anual de pintura de diferentes colores es de 40,000 litros anuales y el costo varía de color a color. -
Obteniendo la media de los precios tenemos que el costo promedio

por litro de pintura es de \$ 427.00 por lo tanto:

40,000 litros x \$ 427.00/litro = 17'080,000 para el primer año,
pero variará proporcionalmente de acuerdo al incremento de pro
ducción que se pronostica al 10% anual.

1/er. año	17'080,000
2/o. año	18'788,000
3/er. año	20'666,800
4/o. año	22'733,480
5/o. año	25'006,828
6/o. año	27'507,510
7/o. año	30'258,261
8/o. año	33'284,088
9/o. año	36'612,496
10/o. año	40'273,746

Solventes. El consumo anual de los principales solventes:

Toluol 10 000 lts x \$ 110.00/litro	=	1'100,000
Alcohol 150 propilico 8,000 x \$120.00/litro	=	960,000
Metil etilcetona 10,000 litros x \$133.00/litro	=	1'330,000
Acetona 10,000 litros x \$ 140.00/litro	=	1'400,000
Otros 12,000 litros x \$ 115.00 \$ 115.00/litro	=	<u>1'380,000</u>
T o t a l		6'170,000

Para el primer año, pero variará proporcionalmente de acuerdo al incremento de producción que se pronostica al 10% anual:

1/er. año	\$ 6'170,000
2/o. año	6'787,000
3/er. año	7'465,700
4/o. año	8'212,270
5/o. año	9'033,497
6/o. año	9'936,846
7/o. año	10'930,531
8/o. año	12'023,587
9/o. año	13'225,942
10/o. año	14,548,536

Productos químicos.-

Los productos químicos utilizados para la limpieza y fosfatizado de las piezas metálicas representa un costo de:

Desengrase	\$ 2'500,000
Fosfatizado	<u>3'500,000</u>

T o t a l \$ 6'000,000 para el primer año,
pero variará proporcionalmente de acuerdo al incremento de producción que se pronostica al 10% anual:

1/er año	\$ 6'000,000
2/o. año	6'600,000
3/er. año	7'260,000
4/o. año	7'986,000
5/o. año	8'784,600

6/o. año	9'663,060
7/o. año	10'629,366
8/o. año	11'692,302
9/o. año	12'861,532
10/o. año	14'147,686

d).- Gastos de energía.

Gastos por consumo de vapor	\$1'500,000
Gastos por consumo de gas	800,000
Gastos por consumo de energía eléctrica	956,000
Gastos por consumo de aire comprimido.	<u>785,000</u>
T o t a l	4'041,000

Pero variará en proporción de acuerdo al incremento de producción el 10% anual de la sig. forma:

1/er. año	4'041,000
2/o. año	4'445,100
3/er. año	4'889,610
4/o. año	5'378,571
5/o. año	5'916,428
6/o. año	6'508,070
7/o. año	7'158,877
8/o. año	7'874,765
9/o. año	8'662,242
10/o. año	9'528,466

e).- Depreciación del equipo.-

Este equipo está completamente depreciado en libros, pero tiene un valor de rescate de \$ 1'500,000.

f).- Respecto a los costos de cromado tenemos:

Descripción	Costo de cromado	Cantidad	Costo anual
Accesorios	\$ 145.00	44,000	\$ 6'380,000
Manubrios	95.00	148,000	14'060,000
Soportes	102.00	50,000	<u>5'100,000</u>
T o t a l			\$ 25'540,000

Para el primer año, pero variará proporcionalmente de acuerdo al incremento de producción el 10% anual de la siguiente forma:

1/er. año	25'540,000
2/o. año	28'094,000
3/er. año	30'903,400
4/o. año	33'993,740
5/o. año	37'393,114
6/o. año	41'132,425
7/o. año	45'245,667
8/o. año	49'770,234
9/o. año	54'747,258
10/o. año	60'221,984

3.- Caseta de prelimpieza según descripción anterior;
\$ 850,000.00

4.- Horno de secado de humedad consistente en:

Horno con paredes aislantes de calor
Grupo motor ventilador para recirculación de aire.
Quemadores y ductos.
Costo de lo anterior \$ 4'500,600.00

5.- Dos cabinas de pintura en polvo que constan de:

Cabinas construídas con páneles de lámina galvanizada y --
armadas con perfil comercial.
Pantallas de iluminación.
Ciclón acoplado para la recolección de polvo.
Filtros para el polvo.
Motores, ventiladores y accesorios.
Costo de lo anterior \$ 1'200,000.00

6.- Horno de polimerización.

Construcción recta con páneles calorifiguados de asbesto y
fibra de vidrio y forrados con lámina galvanizada.
Ductos para conducción de calor y de recirculación.
Motor, ventilador, transportador y accesorios.
Costo de lo anterior \$ 6'253,000.00

7.- Cadena transportadora para todo el equipo.
\$ 1'020,000.00

8.- Desmineralizador de agua \$ 1'500,000

Todas éstas cotizaciones comprenden todo el equipo instalado - con chimeneas de extracción, instalaciones de aire, de vapor, - de energía eléctrica y gas, así como instalaciones del tipo general de mando.

Resumen, el costo total de todo el equipo es de \$24'108,820.00

b).- Gasto de mano de obra y supervisión:

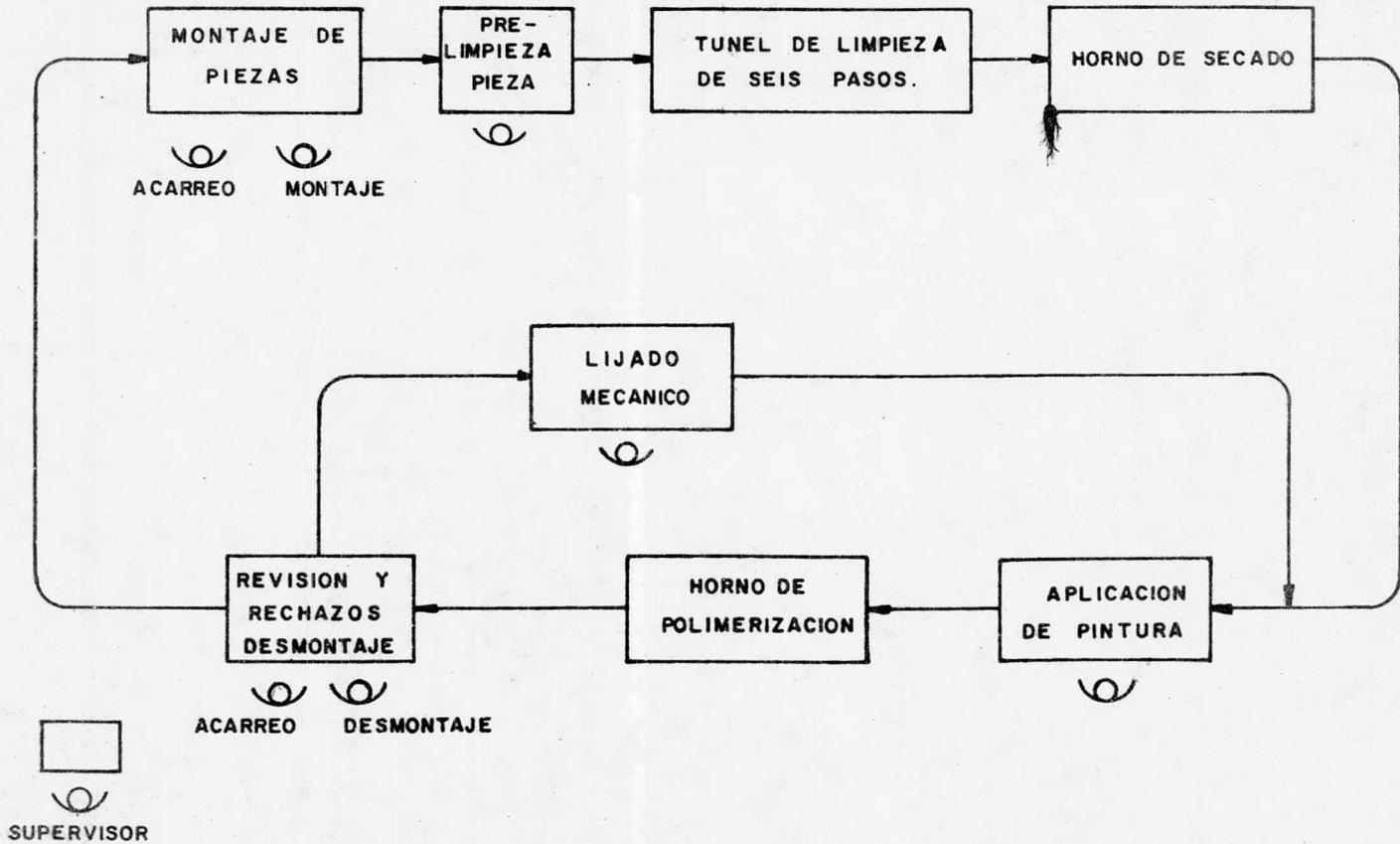
Según estudios y Lay Out tenemos:

- Una persona de acarreo.
- Una persona para colgar las piezas.
- Una persona en prelimpieza
- Un pintor
- Una persona desenganchando piezas.
- Una persona de acarreo.
- Una persona recuperación
- Un supervisor.

7 Obreros x \$900.00/día x 365 días =	\$ 2'299,500.00
1 Supervisor x \$1,500.00/día x 365 días =	\$ <u>547,500.00</u>
T o t a l	\$ 2,847,000.00

c).- Gastos de mantenimiento.- Los gastos de mantenimiento estimamos incrementarán el 1% anual de la inversión inicial, por lo que tendremos lo siguientes:

SISTEMA DE PINTURA EN POLVO



1/er. año	233,374
2/o. año	466,749
3/er. año	700,123
4/o. año	933,498
5/o. año	1'166,873
6/o. año	1'400,247
7/o. año	1'633,622
8/o. año	1'866,996
9/o. año	2'100,371
10/o. año	2'333,746

d).- Gastos de materia prima (pintura y productos químicos).

Para calcular el consumo de pintura en polvo recurriremos a la siguiente fórmula:

$$K = \frac{P. \text{ grs. } S.}{1000} \quad \text{Donde}$$

K = Precio promedio por m²

P.= Precio promedio del polvo.

grs.= Peso específico (gramos/cm.³)

S.= Espesor de la película en micras.

El costo actual de la pintura es de \$ 700.00 a \$ 850.00 - - -
dependiendo del color y el peso específico del polvo. Consideraremos un costo general de \$ 850.00 por kilogramo.

El peso específico de la pintura que generalmente utilizaremos es de 1.3 grs/cm³.

El espesor máximo de la película que requeriremos es de 50.8 -- micras. Para cumplir con resistencia y suplir cromo.

Respecto a la superficie a cubrir tenemos lo siguiente:

En piezas que actualmente se pintan:

Artículo	Número de piezas	Area unitaria	Total m ²
Mecanismos	238,000	0.021	4,998
Bases de órganos	12,000	0.110	1,320
Chasises montables	184,000	0.101	18,584
Triciclos (estructura)	201,000	0.130	<u>26,130</u>
T o t a l.			51,032

En piezas cromadas, tenemos:

Artículo	Número de piezas	Area unitaria	Total m ²
Accesorios	44,000	0.15	6,600
Manubrios	148,000	0.11	16,280
Soportes	50,000	0.12	<u>6,000</u>
T o t a l.			28,880

Aplicando la fórmula anterior tenemos:

$$K = \frac{P. \text{ gr. } S. \text{ en}}{1000}$$

$$P. = \$850.00/\text{kgr.}$$

$$\text{gr.} = 1.3 \text{ grs/cm}^3$$

$$S. = 50.8 \text{ micras}$$

Sustituyendo tenemos:

$$K = \frac{850 \times 1.3 \times 50.8}{1000} = \$ 56.13/\text{m}^2$$

Si tenemos que actualmente lo que se pinta tiene un área de --
51 032 m².

$$51\,032 \text{ m}^2 \times \$ 56.13/\text{m}^2 = \$ 2'864,426.16$$

Considerando una pérdida por fugas y rechazos del 10%, tenemos:
2'864,426 x 1.1 = a 3'150,868 = costo neto de pintura para el --
presente año, pero se pronostica un incremento del 10% anual en
producción, por la que el costo será:

1/er. año	3'150,868
2/o. año	3'465,954
3/er. año	3'812,550
4/o. año	4'193,805
5/o. año	4'613,185
6/o. año	5'074,504
7/o. año	5'581,954
8/o. año	6'140,150
9/o. año	6'754,165

10/o. año 7'429,581

El costo de pintar las piezas que actualmente se mandan cromar sería de:

$$28,880 \text{ m}^2 \times \$ 56.13/\text{m}^2 = 1'621,034$$

Considerando la pérdida de fugas y rechazos tenemos:

1'621,034 x 1.1 = \$ 1'783,137 = costo neto para el presente año, pero se pronostica un incremento del 10% anual de producción, - por lo que el costo será:

1/er. año	1'783,137
2/o. año	1'961,450
3/er. año	2'157,593
4/o. año	2'373,355
5/o. año	2'610,690
6/o. año	2'871,759
7/o. año	3'158,935
8/o. año	3'474,829
9/o. año	3'822,312
10/o. año	4'204,543

Los productos químicos utilizados para la limpieza, fosfatizado y sello crómico representan un costo de:

Prelimpieza	2'200,000.00	
Desengrase	5'300,000.00	
Fosfatizado	6'600,000.00	
Sello crómico	3'800,000.00	
Agua desmineralizada	<u>2'900,000.00</u>	
T o t a l.	20'200,000.00	para el presen <u>te</u>

te año, pero se pronostica un incremento del 10% anual en producción, por lo que el costo será de:

1/er. año	20'200,000
2/o. año	22'220,000
3/er. año	24'442,000
4/o. año	26'886,200
5/o. año	29'574,820
6/o. año	32'532,302
7/o. año	35'785,532
8/o. año	39'364,085
9/o. año	43'300,493
10/o. año	47'630,542

e).- Gastos de energía.

Gastos por consumo de vapor	1'800,000	
Gastos por consumo de gas natural	1'900,000	
Gastos por consumo de energía - - eléctrica.	2'350,000	
Gastos por consumo de aire - - - comprimido.	<u>1'085,000</u>	
T o t a l	7'135,000	para el presente

año, pero variará proporcionalmente de acuerdo al incremento - de producción que se pronostica del 10%.

1/er. año	7'135,000
2/o. año	7'848,500
3/er. año	8'633,350
4/o. año	9'496,685
5/o. año	10'446,353
6/o. año	11'490,988
7/o. año	12'640,086
8/o. año	13'904,094
9/o. año	15'294,503
10/o. año	16'823,953

f).- Depreciación del equipo.- El equipo se depreciará por método de la línea recta a diez años, por lo que tenemos:

1/er. año	2'410,882
2/o. año	2'410,882
3/o. año	2'410,882
4/o. año	2'410,882
5/o. año	2'410,822
6/o. año	2'410,822
7/o. año	2'410,822
8/o. año	2'410,822
9/o. año	2'410,822
10/o. año	2'410,822

g).- Prima de seguros.- Entre mas seguridad tenga un departamen-
to menor será la cuota correspondiente a la prima de seguros y -
ya que los riesgos se estan reduciendo. La compañía asegurado
ra reducirá un 4% si el uso de solventes se elimina en el depar-
tamento de pinturas por lo tanto tenemos que si actualmente es-
tamos pagando \$48'000,000.00 anuales el 4% será:
 $\$ 48'000,000.00 \times 0.04 = \$ 1'820,000.00$ de ahorro anual.

Haciendo una tabla comparativa de los dos sistemas (actual y --
propuesto) tenemos:

	Costo sist. act.	Costo sist. prop.	Diferencia. (ahorro)
Gastos mano de obra y supervi- ción.	5'146,500	2'847,000	+ 2'299,500
Gastos de mante- nimiento.	1'932,970	233,374	+ 1'699,596
Gastos de mate- ria prima.	29'250,000	23'350,868	+ 5'899,132
Gastos de ener- gía.	4'041,000	7'135,000	- 3'094,000
Prima 'Seguros		- 1'820,000	1'820,000
Gtos. 'Cromado	25'540,000	1'783,137	23'756,863
T o t a l.			32'381,091

La tabla anterior nos dá una idea del ahorro que se obtiene al implantar -
el nuevo método, pero no se puede cuantificar ni estimar el re-
torno de la inversión.

Con el fin de obtener el valor estimado de las ventajas de este nuevo sistema haremos un análisis de flujo de efectivo y -- del retorno, que consiste en mostrar en una tabla la inversión, los flujos positivos (ahorros), los flujos negativos (gastos), flujos antes de impuesto (utilidad bruta), impuestos, flujos -- después de impuesto (utilidad neta), valor de rescate, siendo ésto para todos los años que fué calculado el sistema propues- to.

Actualmente los bancos estan dando una tasa de interés del 42% anual, por lo que la tasa de retorno de inversión en éste pro- yecto deberá ser mayor al 42% para que sea costeable a la em- presa.

Este análisis de flujo de efectivo y tasa de retorno no consi- dera la tasa inflacionaria lo que hace más confiable la inver- sión, porque si se define una inversión como una transacción -- que hace aumentar la riqueza real del inversionista, vemos que un depósito en el banco no es una inversión puesto que dá co- mo resultado una pérdida de riqueza real, debido a que un aho- rro en época inflacionaria reduce su poder adquisitivo porque las tasas de interés de los bancos es menor al índice inflacio- nario.

El adquirir el equipo en época de inflación tampoco representa una inversión porque midiendo el poder adquisitivo, el inver--

sionista no gana nada, es como si se guardara esa suma y mantuviera su poder adquisitivo, esto representa una ventaja sobre el depositar una cantidad en el banco.

La tasa interna de retorno se calculó pasando a valorar presente todos los ingresos y que la suma aritmética de la inversión sea cero.

La fórmula para obtener el valor presente es la siguiente:

$$P = \frac{S}{(1 + i)^n}$$

donde:

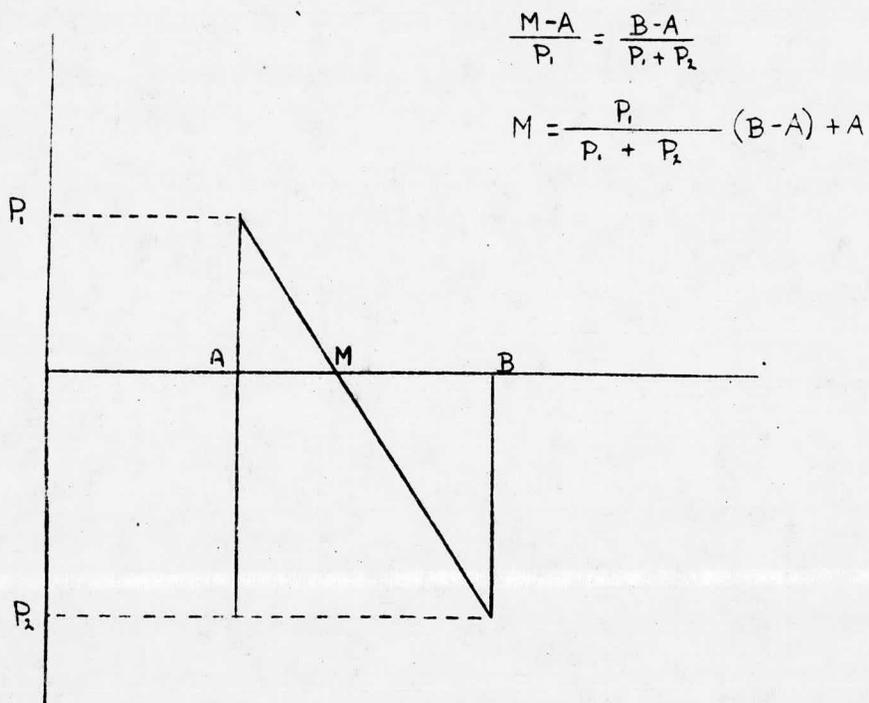
P = Es el valor presente

S = Cantidad a fin de periodo.

i = Tasa de interés.

n = Número de periodos de interés.

Un método fácil es por aproximación presentando una tasa aproximada que se acerque a cero con un valor positivo y cambiando el valor de (i) obtener un valor negativo para efectuar la siguiente gráfica:



Donde M tiende a ser el valor de la tasa de interés que se está trabajando.

Al final del capítulo lo calcularemos.

SISTEMA DE PINTURA EN POLVO
ANALISIS DE FLUJO DE EFECTIVO Y TASA DE RETORNO

(000 M.N.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ROI = 88%										
Retorno de la inversión = 1.18 años										
1 DESEMBOLSO DE CAPITAL										
Inversión						24,108				
Venta equipo actual						<u>1,500</u>				
T o t a l						22,608				
2 FLUJOS POSITIVOS										
Ahorro mano de obra y -- supervisión	2,299	2,299	2,299	2,299	2,299	2,299	2,299	2,299	2,299	2,299
Ahorro en mantenimiento	1,699	1,660	1,638	1,638	1,664	1,713	1,791	1,900	2,083	2,224
Ahorro materia prima Pintura	12,147	13,362	14,697	16,167	17,783	19,562	21,519	23,670	26,036	28,640
Ahorro en solventes	6,170	6,787	7,465	8,212	9,033	9,936	10,930	12,023	13,225	14,548
Ahorro en prima de seguros	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820
Ahorro en maquila de cromo	25,540	28,094	30,903	33,993	37,393	41,132	45,245	49,770	54,747	60,221
T o t a l	49,675	54,022	58,822	64,130	69,992	76,462	83,603	91,482	100,210	109,752
3 FLUJOS NEGATIVOS										
Gastos Extra en productos químicos	14,200	15,620	17,182	18,900	20,709	22,869	25,156	27,672	30,439	33,483
Gastos extras energía.	1,135	1,248	1,373	1,510	1,662	1,827	2,011	2,212	2,443	2,676
Depreciación	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410
T o t a l	17,745	19,278	20,965	22,820	24,781	27,106	29,577	32,292	35,292	38,569
4 FLUJO ANTES DE IMPUESTO	31,930	34,744	37,857	41,310	45,211	49,356	54,026	59,190	64,918	71,183
5 IMPUESTOS (50%)	15,965	17,372	18,928	20,655	22,605	24,678	27,013	29,596	32,459	35,591
6 FLUJO DESPUES DE IMPUESTO.	15,965	17,372	18,928	20,655	22,605	24,678	27,013	29,596	32,459	35,591
7 DEPRECIACION.	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410
8 VALOR DE RESCATE.										4,000
9 FLUJO NETO DE EFECTIVO	18,375	19,782	21,338	23,065	25,015	27,088	29,423	32,005	34,869	42,001

El impuesto se estima del 50% por ser 42% para el Fisco y el 8% restante en participación de utilidades y otros.

Para calcular el retorno de inversión se resta el desembolso - de capital al flujo neto de efectivo de cada año, tantas veces sea necesario para obtener un valor de cero:

Desembolso de capital 22,608 - 18,375 = 4,233 = (un año)

$$\frac{4,233}{22,608} = 0.187 \text{ años}$$

Por lo tanto el retorno de inversión será en 1.187 años.

Para obtener la tasa de retorno utilizaremos la fórmula anterior mente expuesta:

$$P = \frac{S}{(1 + i)^n}$$

Estimando un valor de $i = 87\%$ tenemos:

$$P = \frac{18375}{(1 + 0.87)^1} + \frac{19782}{(1 + 0.87)^2} + \frac{21338}{(1 + 0.87)^3} + \frac{23065}{(1 + 0.87)^4} +$$

$$\frac{25015}{(1 + 0.87)^5} + \frac{27088}{(1 + 0.87)^6} + \frac{29423}{(1 + 0.87)^7} + \frac{32005}{(1 + 0.87)^8} +$$

$$\frac{34869}{(1 + 0.87)^9} + \frac{42001}{(1 + 0.87)^{10}} = 23143$$

22,608 - 23,143 = 535 Este valor se aproxima por lo que ahora lo calcularemos con una (i) de 89%

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{18375}{(1 + 0.89)^1} + \frac{19782}{(1 + 0.89)^2} + \frac{21338}{(1 + 0.89)^3} + \frac{23065}{(1 + 0.89)^4} + \\
 &\frac{25015}{(1 + 0.89)^5} + \frac{27088}{(1 + 0.89)^6} + \frac{29423}{(1 + 0.89)^7} + \frac{32005}{(1 + 0.89)^8} + \\
 &\frac{34869}{(1 + 0.89)^9} + \frac{42001}{(1 + 0.89)^{10}} = 22579
 \end{aligned}$$

22,579 - 22,608 = -29 Obtenemos un valor negativo y podemos aplicar la siguiente fórmula.

$$M = \frac{P_1}{P_1 + P_2} (B - A) + A$$

Sustituyendo:

$$M = \frac{535}{535 + 29} (0.89 - 0.87) + 0.87 = 0.88$$

Por lo que la tasa interna de retorno es 88%.

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

C O N C L U S I O N E S

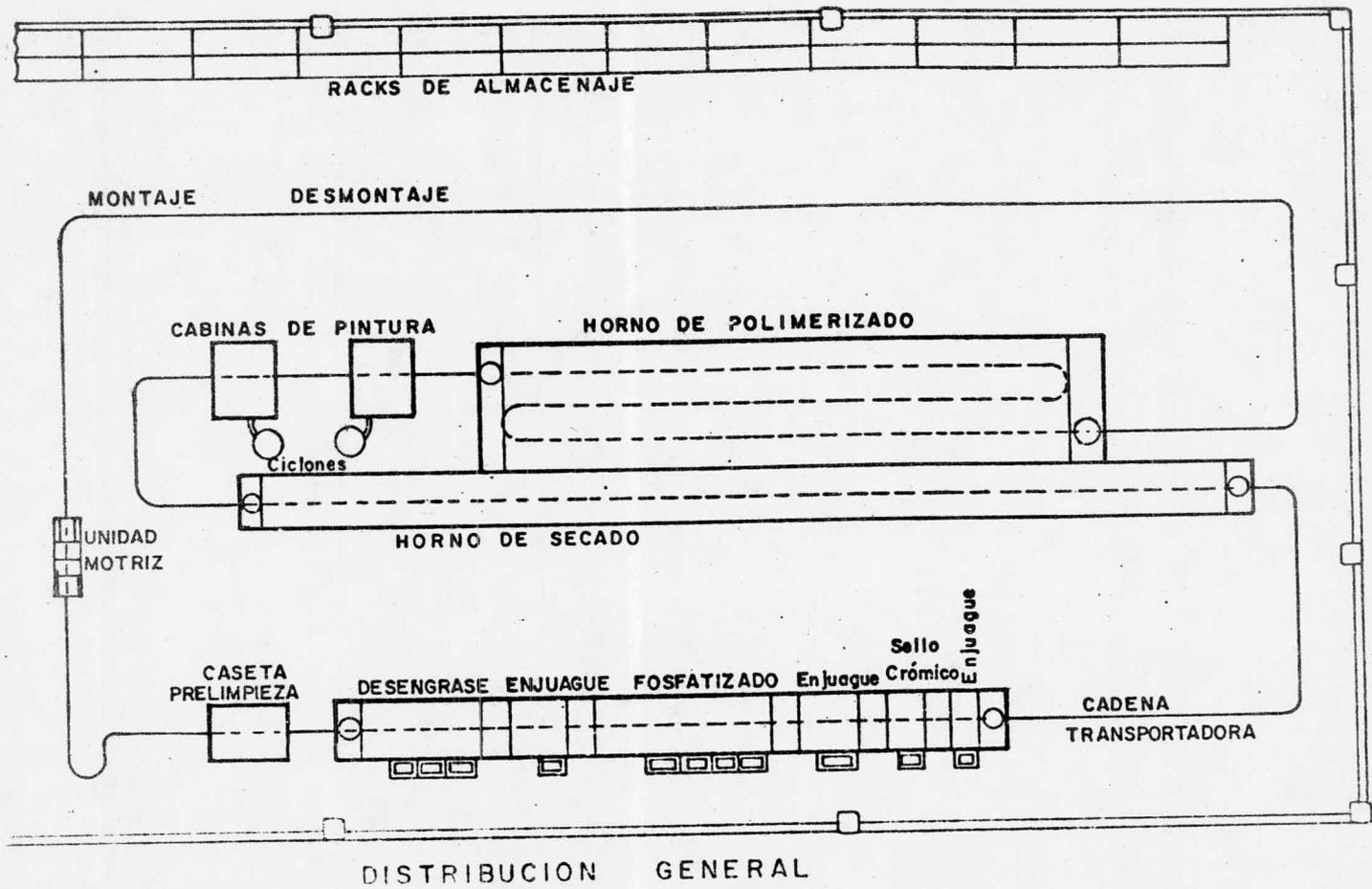
En función de lo desarrollado, analizando las posibilidades, - con las limitaciones impuestas por nuestros objetivos, se concluye que un sistema como el expuesto en el capítulo VI, y que a continuación se describe en forma condensada, es factible . (ver Lay Out).

Como ha sido expuesto y justificado razonablemente y en detalle en los capítulos anteriores, el sistema propuesto cubre -- nuestros objetivos primordiales, si se considera que:

- a) El sistema está tecnológicamente actualizado.

- b) La capacidad de producción en el mismo cubre los pronósticos a 10 años, según nuestro departamento de Ventas y a nuestra calendarización de las mismas, es además factible cubrir un rango más amplio al modificar las políticas de producción - por épocas.

- c) La calidad de acabados que puede producir el sistema pro--- puesto, es en definitiva superior a la actual y se tiene la certeza que la misma cubrirá los requerimientos, tanto del mercado nacional como de el de exportación.



- d) El cromado de piezas puede ser sustituido por un acabado -- orgánico, que garantice por lo menos similitud de resistencia a un costo sensiblemente inferior.
- e) Los costos de producción serán efectivamente disminuidos al eficientar nuestro sistema.
- f) La inversión, en relación a nuestros activos no representa sacrificio financiero, dado su monto y la recuperación de la misma, está garantizada en un lapso dentro de el cual se tiene base firme en cuanto a tipo de producción, y satisfase las necesidades impuestas por el mercado financiero actual en México.
- g) El sistema propuesto requiere solamente de tecnologías y materiales de uso común en México.

Por otra parte, el sistema propuesto, dada su versatilidad es fácilmente adaptable a requerimientos de la industria Metal--Mecánica en general.

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

TECNOLOGIA DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS ORGANICOS, TOMO I Y II.
ALBERTO BLANCO MATA, LUIS SANCHEZ R., Y LUIS YUES V.

ORGANIC COATINGS TECHNOLOGY
LEE FLEMING PAYNE.
JOHN WILEY & SONS, INC.

PROTECTIVE AND DECORATIVE COATINGS
JOSEPH J. MATIELLO.
JOHN WILEY & SONS, INC.

METAL FINISHING GUIDE BOOK
METAL AND PLASTICS PUBLICATIONS INC.

METAL FINISHING
VOLUME 72, NO. 11
METALS AND PLASTICS PUBLICATIONS INC.

NOTICIAS TECNICAS
M 762067
CONACYT

EL MEDIO AMBIENTE Y LOS SISTEMAS DE ACABADO
FRANCIS P. FLITHER.
SOCIETY OF OAUTOMOTIVE ENGINNEERS SECCION MEXICO.

INGENIERIA ECONOMICA
ANTHONY J. TARQUIN
LELAND T. BLANK
EDITORIA MC. GRAW-HILL. 1978.

BOLETINES INFORMATIVOS, FOLLETOS DE LAS COMPAÑIAS:

NARESA, S.A.

INDA, S.A.

PINTURAS PITTSBURG DE MEXICO, S.A.

RANSBURGH ELECTRO-COATING. CORPO.

DEVILBISS DE MEXICO, S.A.

DU PONT, S.A. DE C.V.

SHERWIN WILLIAMS, S.A. DE C.V.

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES DE MEXICO, S.A. DE C.V.

OXY METAL INDUSTRIES DE MEXICO, S.A.



COPINOVA

av. inst. pol. nal. 1342-a

754-34-26 - lindavista