

300618

A
201



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**"Elaboración de un Recubrimiento Ecológico
con Bajo Contenido de Componentes
Volátiles Orgánicos"**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA:

MAURICIO MISDRAHI FLORES

DIRECTOR DE TESIS: I. Q. FERNANDO GARCIA MATA

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a mi esposa Gisele, que con su sonrisa, amor y comprensión logré terminar esta tesis, de igual forma a mis padres Isaac y Ruth que con su apoyo, orientación y cariño colaboraron en este término, a mis hermanos Marcos, Marian y Malka por las convivencias en un hogar, a mi abuela Mati por su ternura y amabilidad y a mi abuelo León Misdrahi Q.E.P.D.

En manera muy especial a mi asesor externo I.Q. Juan Diego Gutiérrez, que con su forma muy particular de observar las cosas, dejó una influencia muy valiosa en mi formación profesional, a mi director de tesis I.Q. Fernando Garcia Mata que con sus aportaciones, dirección y conocimientos pude realizar este trabajo. A los profesores de Química de la Universidad La Salle que con su calidad educativa permitieron que crezca como persona , a la Q.F.B. Ma. de Jesús Ramirez que más que una profesora es una amiga y por último a mis fieles amigos Esteban, Pedro y Ramón por su amistad desinteresada y experiencias vividas.

I N D I C E G E N E R A L

Página

| | | |
|--------------|---|----|
| Capítulo I | Introducción. | 1 |
| Capítulo II | Generalidades. | 3 |
| 2.1 | Definición de "VOC". | 3 |
| 2.2 | Resinas Alcídicas o Alquidálicas. | 5 |
| 2.2.1 | Alquidales según su tipo de Aceite | |
| 2.2.2 | Alquidales según su longitud de Aceite | |
| 2.2.3 | Alquidales Modificados | |
| 2.2.4 | Alquidales de Altos Sólidos | |
| 2.2.5 | Alquidales Reducibles en Agua | |
| 2.3 | Emulsión Acrílica. | 13 |
| 2.3.1 | Definición de Términos | |
| 2.3.2 | Características Físicas | |
| 2.4 | Disolventes. | 17 |
| 2.5 | Aditivos. | 18 |
| 2.5.1 | Agentes Antiespumantes y Desespumantes | |
| 2.5.2 | Antiflotantes | |
| 2.5.3 | Agentes Antinata | |
| 2.5.4 | Niveladores de Superficie | |
| 2.5.5 | Agentes Humectantes y Dispersantes | |
| 2.5.6 | Biocidas | |
| 2.6 | Pigmentos. | 21 |
| 2.6.1 | Clasificación Química | |
| 2.6.2 | Formas de Suministro | |
| Capítulo III | Estudio de Mercado. | 23 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Capítulo IV | Criterios de Formulación, | 37 |
| 4.1 | Conceptos Fundamentales, | 37 |
| 4.2 | Selección de Materia Prima, | 37 |
| 4.2.1 | Selección de Resina o Resinas | |
| 4.2.2 | Selección de Pigmentos y Extendedores | |
| 4.2.3 | Selección de Aditivos | |
| Capítulo V | Proceso, | 52 |
| 5.1 | Recepción de Materia Prima, | 53 |
| 5.2 | Reunión de Ingredientes, | 53 |
| 5.3 | Elaboración de la Pasta, | 54 |
| 5.4 | Molienda, | 54 |
| 5.5 | Ampliado, | 55 |
| 5.6 | Ajuste, | 56 |
| 5.7 | Envasado y Empacado, | 56 |
| 5.8 | Almacén de Producto Terminado, | 56 |
| 5.9 | Embarque, | 57 |
| 5.10 | Diagrama del Proceso, | 58 |
| Capítulo VI | Análisis del Producto Terminado, | 65 |
| 6.1 | Diseño de experimentos, | 65 |
| 6.2 | Densidad, | 68 |
| 6.2.1 | Desarrollo | |
| 6.2.3 | Interpretación | |
| 6.2.4 | Conclusiones | |
| 6.3 | Brillo, | 76 |
| 6.3.1 | Desarrollo | |
| 6.3.2 | Resultados | |
| 6.3.3 | Interpretación | |
| 6.3.4 | Conclusiones | |

| | | |
|-----------------------|--|-----|
| 6.4 | Dureza. | .82 |
| 6.4.1 | Resultado | |
| 6.4.2 | Conclusión | |
| 6.5 | Brillo, Dureza y Envejecimiento. | 83 |
| 6.5.1 | Dureza | |
| 6.5.2 | Envejecimiento | |
| 6.5.3 | Resultados | |
| 6.5.4 | Conclusión | |
| 6.6 | Esmalte base agua. Fórmula desarrollada. | 97 |
| 6.7 | Métodos de prueba. | 99 |
| 6.7.1 | Poder Cubriente | |
| 6.7.2 | Blancura | |
| 6.7.3 | Amarillamiento | |
| 6.7.4 | Finura | |
| 6.7.5 | Sólidos en peso | |
| 6.7.6 | Brillo | |
| Capítulo VII | Conclusiones. | 100 |
| Bibliografía. | | 103 |
| Apéndice 1 | Proyección de la demanda del recubrimiento con bajo "VOC". | 105 |
| Apéndice 2 | Pinturas o barnices. Importación Definitiva. Fracción - País. | 107 |
| Apéndice 3 | Pinturas o barnices. Exportación Definitiva. Fracción - País. | 109 |

INDICE DE TABLAS

| N° de Tabla | Titulo | Página |
|-------------|--|--------|
| 1. | Cuadro Comparativo de una Solución Alquidial, Emulsión Acrilica y Emulsión Convencional | .14 |
| 2. | Clasificación de Disolventes. | .17 |
| 3. | Clasificación del Mercado de Pinturas. | 23 |
| 4. | Demanda de Pinturas,Recubrimientos y | .24 |
| | Disolventes | |
| 5. | Pinturas y Recubrimientos Demanda por Ramos. | 28 |
| | de la línea doméstica | |
| 6. | Pinturas y Recubrimientos Demanda por Ramos. | 29 |
| | de la línea Industrial | |
| 7. | Demanda de Pinturas en el Ramo Automotriz. | 29 |
| 8. | Demanda de Disolventes. | .30 |
| 9. | Estimación del Recubrimiento. | .32 |
| 10. | Datos para el Cálculo del Coeficiente de. | .32 |
| | Correlación lineal | |
| 11. | Cuadro Comparativo del Análisis de Precios. | .34 |
| 12. | Flujos Comerciales entre México,USA y Canadá. | .35 |
| | Importaciones de Pinturas y Tintas México Principales Proveedores 1990 | |
| 13. | Flujos Comerciales entre México,USA y Canadá. | .35 |
| | Importaciones de Pinturas y Tintas EEUU Principales Proveedores 1990 | |
| 14. | Flujos Comerciales entre México,USA y Canadá. | .36 |
| | Importaciones de Pinturas y Tintas Canadá Principales Proveedores | |
| 15. | Distribución de las Fábricas de Pintura en. | .36 |
| | la República Mexicana en 1990 | |
| 16. | Algunas propiedades de las aminas. | 48 |
| 17. | Propiedades Fisicas de Algunos Disolventes | 51 |
| 18. | Resultados Experimentales de la Densidad. | .69 |
| 19. | Signos Algebraicos para calcular los efectos. | .77 |
| | en un diseño 2 a la 3 | |

I N D I C E D E T A B L A S

| N° de Tabla | Titulo | Pagina |
|-------------|---|--------|
| 20. | Resultados Experimentales de Brillo a 20° . . . | 78 |
| 21. | Signos algebraicos para calcular los factores. . . en un Diseño 2 a la 3 | 70 |
| 22. | Signos Algebraicos para calcular los efectos. . . en un Diseño 2 a la 3 | 84 |
| 23. | Resultados Experimentales de Brillo a 60° . . . | 86 |
| 24. | Resultados Experimentales de Dureza | 90 |
| 25. | Resultados Experimentales de Envejecimiento. . . | 91 |
| 26. | Evaluación del Producto Terminado. | 98 |

I N D I C E D E F I G U R A S

| Nº de Figura | Titulo | Página |
|--------------|--|--------|
| 1. | .Clasificación de Polioles e Isocianatos. | 10 |
| 2. | .Reacción de Obtención del grupo Uretano. | 11 |
| 3. | .Reacción de Obtención de un Alquidal Reducible. en Agua | 12 |
| 4. | .Demanda de Pinturas. | 24 |
| 5. | .Demanda de Pinturas 1987. | 25 |
| 6. | .Demanda de Pinturas 1988. | 25 |
| 7. | .Demanda de Pinturas 1989. | 26 |
| 8. | .Demanda de Pinturas 1990. | 26 |
| 9. | .Demanda de Pinturas 1991. | 27 |
| 10. | .Demanda de Pinturas Línea Doméstica. | 28 |
| 11. | .Demanda de Pinturas Línea Industrial. | 31 |
| 12. | .Demanda de Pinturas Línea Industrial. | 31 |
| 13. | .Estimación del Recubrimiento. | 33 |
| 14. | .Medidor de Finura. | 55 |
| 15. | .Diagrama del Proceso. | 58 |
| 16. | .Dispensor de alta Velocidad. | 59 |
| 17. | .Molino de Perlas. | 61 |
| 18. | .Llenadora. | 63 |
| 19. | .Variables en el Proceso. | 67 |
| 20. | .Diagrama de Factores a diferentes niveles. | 70 |
| 21. | .Densidad. Interpretación de resultados. Experimentales | 75 |
| 22. | .Diagrama de Factores a diferentes niveles. | 77 |
| 23. | .Brillo a 20°. Interpretación de Resultados. Experimentales | 81 |
| 24. | .Diagrama de Factores a diferentes niveles. | 84 |

INDICE DE FIGURAS

| <u>Nº de Figura</u> | <u>Título</u> | <u>Página</u> |
|---------------------|--|---------------|
| 25. | .Brillo a 60°. Interpretación de Resultados. Experimentales |89 |
| 26. | .Envejecimiento. Interpretación de Resultados. Experimentales |94 |

CAPITULO I

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

La necesidad cada vez mayor que tiene la industria de los recubrimientos, de diseñar productos que no deterioren el medio ambiente, que compitan en calidad con los materiales tradicionales y que tengan ventajas en cuanto a su versatilidad, aplicación y en el aspecto económico, nos lleva a plantear los mecanismos para la formulación de recubrimientos ecológicos con un proceso de elaboración sencillo en el que únicamente se requiera del equipo elemental para este fin.

Considerando la cada vez mayor severidad en la aplicación de restricciones ecológicas por parte del gobierno, se pretende en este trabajo, hacer una semblanza en cuanto a las alternativas para cubrir aquellas así como también cubrir las necesidades del mercado.

Es conveniente señalar que este trabajo podrá servir de base en trabajos posteriores para la formulación de recubrimientos acordes a nuestro tiempo.

Durante el desarrollo de pruebas experimentales se encontró que hay un gran número de alternativas de formulación de acuerdo con el tipo de recubrimiento deseado.

En el capítulo I se hace una breve reseña en cuanto a la terminología y a las materias primas que intervienen en la

elaboración de recubrimientos, con la finalidad de fundamentar el diseño de formulaciones de los mismos.

En el capítulo II se resume el mercado mundial y nacional de recubrimientos, para dar idea de la gran importancia de esta industria, así como de cada tipo de productos que de ella se derivan.

En el capítulo III se establecen los criterios de formulación y la selección de materias primas para la elaboración de recubrimientos.

En el capítulo IV se hace una descripción práctica del proceso de fabricación con las diferentes etapas, así como del control en cada una de ellas.

En el capítulo V se diseñan los experimentos utilizando técnicas para este fin, las cuales además nos ahorran una gran cantidad de trabajo, para la formulación de un recubrimiento específico.

En el capítulo VI se establecen las conclusiones de este trabajo, dando además alternativas de estudios mas amplios sobre este tema.

CAPITULO II
GENERALIDADES

Cada uno de nosotros tenemos la respuesta para combatir y disminuir la contaminación, es necesario conscientizar, para así proteger nuestro medio ambiente y conocer las medidas adoptadas por nuestro gobierno en lo que se refiere a los recubrimientos y su contenido de compuestos orgánicos volátiles "VOC". La conversión de las soluciones de polimeros base disolvente , para disminuir la contaminación por polimeros base agua , o recubrimientos de altos sólidos puede ser muy confusa. Esta necesaria conversión trae procesos y nuevos sistemas para los recubrimientos. La transición posee algunas dificultades para familiarizarnos con nuevas tecnologías base agua. Tanto para el fabricante como para el consumidor, este cambio involucra un nuevo pensamiento enfocado al México de hoy.

2.1) Definición de "VOC"

El término "VOC" es usado ampliamente para hacer referencia a dos situaciones:

- Indicar en sentido general, compuestos orgánicos volátiles "volatile organic compounds" o "VOC's".

- Indicar la concentración del contenido de volátiles orgánicos "Volatile Organic Content", en una formulación.

El "VOC" compuestos Orgánicos Volátiles esta definido por la siguiente relación:

$$\text{VOC} = \frac{\text{Gramos de Solvente Orgánico}}{\text{Litros de Pintura lista para aplicar}}$$

Este valor " VOC" esta en función de la densidad y los compuestos no volátiles. Este valor es muy sensible a los cambios de las mismas por muy pequeños que sean estos.

A continuación se presentará los componentes de un recubrimiento, partiendo de las materias primas, de que manera participa cada una de ellas, la evolución en algunos casos de las mismas y su clasificación.

2.2) Resinas Alcídicas o Alquidálicas

Las resinas alcídicas o mejor conocidas como resinas alquidálicas, han sido el caballo de batalla para la industria de los recubrimientos desde 1940. El término alquidal estuvo definido en la reacción de alcoholes polihídricos y ácidos polibásicos, en otras palabras Pollesteres. Deriva su nombre de los vocablos AL de alcohol y CID de ácido. Los primeros intentos de fabricar alquidales; fue el reaccionar un alcohol con un ácido, sin embargo la película que formaba carecía de adherencia, se debilitaba. Posteriormente se encontró, que al agregar un aceite, este da propiedades a la película tales como: flexibilidad, secado, dureza, brillo, adherencia y se adoptó, así pues, una resina alquidálica es un poliéster modificado con un aceite.

No obstante a los nuevos desarrollos de resinas para los recubrimientos, la familia de los alquidales ha mantenido su posición prominente por dos razones primordialmente. La primera los alquidales son extremadamente versátiles, la tecnología alquidal puede escoger una gran variedad de materia prima para la reacción y obtener una resina similar en propiedades y mantener los costos. La segunda razón, es el relativo bajo costo que presentan.

Clasificación de Alquidales

Los alquidales se pueden clasificar de diferentes maneras, que a continuación mencionaremos:

2.2.1) Alquidales según su Tipo de Aceite

2.2.1.1) Alquidales Secantes. Estos alquidales se clasifican así ya que son provenientes de aceites secantes. Los aceites secantes tienen tal cantidad de dobles ligaduras conjugadas que son fácilmente oxidables, y debido a esta característica permiten formar una película más rápida. Los aceites más comúnmente utilizados son:

- Aceite de Linaza
- Aceite de China
- Aceite de Cacahuanache
- Aceite de Pescado
- Aceite de Ricino Deshidratado
- Y sus ácidos grasos correspondientes.

2.2.1.2) Alquidales Semisecantes. Estos alquidales a diferencia de los otros, es que el aceite a emplearse contiene un menor número de dobles ligaduras conjugadas, de ahí su clasificación de alquidales semisecantes. Algunos ejemplos de estos aceites son:

- Aceite de Soya
- Aceite de Café
- Aceite de Cártamo
- Aceite de Algodón

- Aceite de Girasol
- Acidos grasos de Tall Oil (TOFA)
- Acidos grasos correspondientes.

2.2.1.3) Alquidales No Secantes. Estos alquidales, no contienen en su aceite dobles ligaduras. Algunos ejemplos de estos aceites:

- Aceite de Coco
- Aceite de Ricino.

2.2.2) Alquidales según su Longitud de Aceite

Los Alquidales se pueden también clasificar en la longitud de aceite que contienen:

- A) Cortos. Estos alquidales contienen menos del 40% de Aceite en la resina.
- B) Medios. Los alquidales medios entre un 40 y 50% de Aceite.
- C) Largos. Contienen mas de un 50% de Aceite

El contenido de aceite se mide en porciento en peso, sobre el total de reactantes.

2.2.3) Alquidales Modificados

2.2.3.1) Alquidales Fenolados.

Son alquidales con alta resistencia a la corrosión, modificados con resinas fenólicas.

2.2.3.2) Alquidales de Cadena Cortada.

Son alquidales modificados con un ácido monobásico como el ácido Succínico. La idea es cortar la cadena y obtener un secado muy rápido, también se les conoce como CHAIN STOPPED.

2.2.3.3) Alquidales modificados con monómero de Estireno.

Son alquidales con un secado muy rápido en el cual no interesa la durabilidad del recubrimiento, son de bajo brillo, se desquebrajan fácilmente y tienden a amarillarse. Se recomiendan para aplicar por aspersión o inmersión.

2.2.3.4) Alquidales modificados con Acrílico o Acrilados.

Son alquidales modificados con monómero acrílico, a diferencia de los estirenados presentan durabilidad, un buen secado un tanto menor que el estirenado, excelente brillo y buena adherencia.

2.2.3.5) Alquidales modificados con Vinil-Tolueno.

Son de secado rápido al igual que los estirenados pero con mejores propiedades en la película, tales como brillo, adherencia. Se recomiendan para aplicar con brocha o inmersión.

2.2.3.6) Alquidales modificados con Poliuretano.

Son alquidales que presentan gran resistencia a la abrasión, se usan mucho para recubrimientos de piso, en maderas. Se modifican con isocianatos.

2.2.4) Alquidales de Altos Sólidos

Esta ha sido una fuerte tendencia, que se ha presentado recientemente, y es el incrementar el contenido de sólidos en el recubrimiento, para reducir la emisión de los vapores de disolventes. Esto es aumentar los sólidos y que el recubrimiento mantenga su viscosidad manejable. Para lograr altos sólidos y bajar la viscosidad se debe buscar un mecanismo adecuado en la etapa de secado que puede involucrar el alargamiento de la cadena del polímero o el entre cruzamiento utilizando polímeros de bajo peso molecular, con una adecuada selección de los reactivos esto es, de los polioles y los ácidos carboxílicos. Para poder tener una baja viscosidad y altos sólidos, se deben seleccionar los solventes que abatan grandemente la viscosidad del polímero o un diluyente reactivo, que es un material que tiene una volatilidad baja y reduce grandemente la viscosidad del recubrimiento, pero se debe de tomar en cuenta que tanto puede afectar el secado de la película. Por lo tanto, los alquidales elaborados a base de aceites secantes y de sus ácidos grasos se han de utilizar debido a su bajo costo, sin embargo presentará algunas limitaciones, en cuanto a compatibilidad, viscosidad, velocidad de secado. Otra alternativa podría ser el uso de monómeros libres utilizados inicialmente como disolventes y después integrados a la cadena. Otra posibilidad es

el uso de disolventes activos oxigenados tal es el caso de las cetonas, con el inconveniente de que se evaporan con gran rapidez , estas son algunas alternativas para bajar la viscosidad.

Existe otra parámetro para incrementar la longitud de la cadena del alquidal con el objeto de dar un peso molecular mayor en la etapa del secado contribuyendo a dar altos sólidos y este es, el uso de isocianatos y aminas. En este caso el alquidal se debe diseñar con el exceso adecuado de hidroxilos para que ocurra la reacción.

Poliol + isocianato + aditivos

Figura N° 1 Clasificación de Poliols e Isocianatos

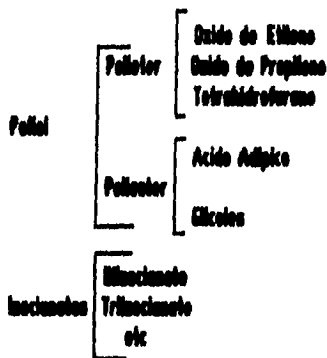
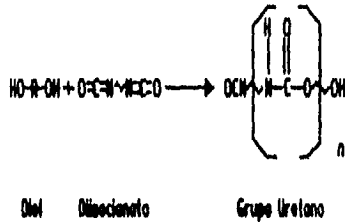


Figura N°2 Reacción de Obtención del Grupo Uretano



Muchos de los sistemas de altos sólidos o la mayoría, son utilizados en recubrimientos al horno y para acabados arquitectónicos, sin embargo su demanda es menor.

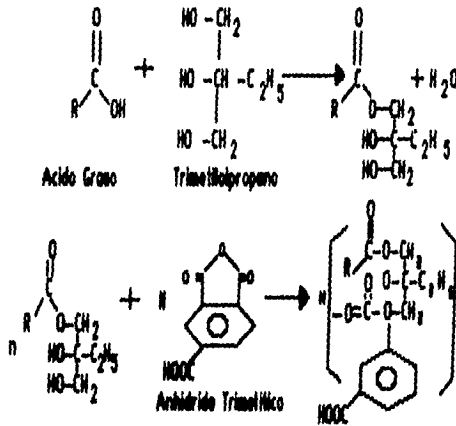
2.2.5) Alquidales Reducibles en Agua

Alquidales reducibles en agua. Son alquidales diseñados para hacerlos solubles en agua a través de disolventes polares y aminas.

El reemplazar los recubrimientos base solvente por recubrimientos base agua, no solo reduce la emisión de disolventes, sino también disminuye el peligro de un incendio, así como diversos riesgos a la salud.

El modo más común de impartir compatibilidad a una resina alquidálica es proveer al alquidal de grupos carboxílicos y neutralizar la acidez del alquidal con una base fugaz tal como el amoníaco o aminas de bajo peso molecular. Los materiales no fugaces ocasionan problemas tales como la facilidad de formar sales en la película y promueven la corrosión. El anhídrido Trimelítico es la materia prima más comúnmente utilizada para este fin.

Figura N° 3 Reacción de Obtención de un Alquidal Reducible en Agua



En el proceso de fabricación de un alquidal soluble en agua no es recomendable añadir desde el principio el anhídrido trimelítico, sino formar un prepolimero con el objeto de localizar los grupos carboxílicos, ya que de lo contrario no podremos obtener grupos carboxílicos libres, de ahí estriba la importancia de la preparación del prepolimero. Cuando la reacción ha avanzado entonces se adiciona el anhídrido trimelítico.

1) ACIDOLISIS. Se efectúa entre el aceite y un ácido para dar reactividad

2) ESTERIFICACION del ácido graso, poliol(trimetilolpropano) y el ácido isoftálico

3) ADICIONAR. Añadir el anhídrido trimelítico.

2.3) Emulsión Acrílica

En la elaboración de un esmalte base agua, se parte de una resina emulsionada, esta resina emulsionada podría ser una emulsión acrílica o emulsión acrílico-estireno. Podría caber la pregunta. ¿Cómo de una resina emulsionada convencional, que se usa en la elaboración de una pintura arquitectónica, se pueda hacer un producto con características y propiedades muy semejantes a un esmalte?. Para responder a este cuestionamiento debemos analizar esta resina emulsionada. Esta resina no es propiamente una emulsión convencional como se podría ver a primera vista, es una emulsión acrílica en solución. A continuación se presentará un cuadro comparativo para ilustrar este concepto.

Tabla N° 1 Cuadro Comparativo de una Solución Alquidal, Emulsión Acrilica y Emulsión Convencional

| | Solución Alquidal | Emulsión Acrilica en Solución | Emulsión Convencional |
|-------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Apariencia | Clara | Translúcida | Opalescente |
| Tamaño de Partícula | < 5 nm | 60 a 80 nm | 100 a 3000 nm |
| Peso Molecular | 1000 a 100000 | 100000 a 1000000 | 100000 a 1000000 |
| Viscosidad poise | 1 a 100 | 2 a 100 | 1 a 10 |
| Reologia | Solución | Cercana a la Solución | Pseudoplástica |
| Brillo en 20° | 85 | 60-80 | 40-50 |
| Brillo en 60° | 95 | 80-90 | 60-80 |
| Capacidad de Dispersión | Excelente | Excelente | No |
| Resistencia al shock | Excelente | Muy buena a Excelente | Pobre a buena |

2.3.1) Definición de Términos

Viscosidad. La viscosidad de un líquido es la medida de la resistencia interna que éste ofrece al movimiento relativo de sus distintas partes.

Reología. La reología es la ciencia de la deformación y flujo de la materia.

Emulsión. Una emulsión es un sistema disperso en el que las fases son líquidas no miscibles o parcialmente miscibles.

Como podemos observar la emulsión acrílica en solución tiene algunas propiedades cercanas a un alquidal como son la apariencia, la reología, el brillo, etc... como propiedades parecidas a una emulsión convencional como el peso molecular, la viscosidad. Cabe notar que el tamaño de partícula de una emulsión acrílica en solución es menor que una emulsión convencional dando estas propiedades muy importantes tales como la adherencia, el brillo, etc... De ahí la posibilidad del poder elaborar un esmalte sin serlo del todo, pero tampoco sin ser una pintura arquitectónica soluble en agua, adjudicando características de ambos elaboramos un esmalte base-agua.

2.3.2) Características Físicas

Una emulsión acrílica en solución debe tener un tamaño de partícula muy pequeño alrededor de 60 a 80 nm; este tamaño de partícula dará excelente claridad a la película ya seca, un alto brillo y una gran adherencia al sustrato, además el tamaño de partícula dará uniformidad y lisura a la película.

La emulsión acrílica en solución tiene una reología cercana a la newtoniana, esta propiedad beneficia al recubrimiento en aportarle una excelente fluidez y nivelamiento a la película.

La emulsión acrílica en solución puede dispersarse a alta velocidad e incluso puede ser sometida a la acción de un molino para la molienda del pigmento.

La emulsión acrílica convencional presenta funcionalidad carboxilica; estos grupos carboxílicos humectarán al pigmento permitiendo una eficiente dispersión.

La emulsión acrílica en solución presenta un punto crítico, cuando se le agrega un cosolvente puede este romper con la emulsión descomponiendo el sistema y por lo tanto alterando al mismo. La elección adecuada de un cosolvente es muy importante y en gran medida de esto dependerá el éxito del producto.

2.4) Disolventes

Los disolventes se pueden definir como fluidos volátiles o mezclas de los mismos capaces de disolver o dispersar otras sustancias.

Los disolventes no se consideran como parte integrante de la película seca, así pues contienen cero sólidos, sin embargo los disolventes o solventes juegan un papel muy importante ya que lo afecta en diferentes propiedades tales como: viscosidad, secado, brillo, etc... esto en estado líquido y ya aplicada la misma como película. Ejemplificando lo anterior, si una pintura tiene una viscosidad muy baja no se podrá aplicar ya que escurriría, por lo contrario si una pintura es muy viscosa al quererse rebajar perderá propiedades importantes como el poder cubriente.

Tabla N° 2 Clasificación de Disolventes

| | | |
|----|-------------------------|---|
| A) | HIDROCARBUROS | |
| B) | DISOLVENTES OXIGENADOS | Alcoholes Esteres Esteres del glicol Cetonas |
| C) | TERPENOS | |
| D) | DISOLVENTES MISCELANEOS | |

2.5) Aditivos

Los aditivos son productos que se usan en cantidades relativamente pequeñas para dar a los recubrimientos una o más propiedades deseables. Se recomiendan generalmente entre 0.1-2 % de la formulación. A continuación escribiremos acerca de algunos problemas que se presentan en la elaboración de un recubrimiento y como los aditivos pueden ayudar a corregirlos.

2.5.1) Agentes antiespumantes y desespumantes

Los problemas de atrapamiento de aire siempre han existido en la industria de pinturas. Debido a la agitación en la elaboración de la pintura o recubrimiento, se incorpora a la misma aire atrapado en forma de burbujas con la consecuente disminución en la resistencia de la pintura aplicada ocasionando un mayor volumen y menor velocidad en la dispersión. Para evitar lo ya expuesto se usa un agente antiespumante y/o desespumante, cabe mencionar que un exceso de antiespumante podría ocasionar ojos de pescado en la película ya seca.

2.5.2) Antiflotantes

La flotación puede prevenirse con una molienda adecuada usando agentes humectantes y dispersantes correctos; ambos son aditivos. Un exceso de aditivo provocaría la flotación.

2.5.3) Agentes Antinata

La formación de nata en las pinturas base solvente es un fenómeno provocado por la polimerización de los vehículos de las pinturas, en la capa expuesta al aire en los recipientes cerrados que contienen las pinturas. Esta nata es insoluble en la pintura misma, por lo que al mezclar la pintura, esta nata se fragmenta como pequeñas partículas que rompen la continuidad de las superficies pintadas. Cuando esto ocurre, es necesario filtrar la pintura para evitar que se presente este problema. Un aditivo antinata evita la oxidación de la pintura de una manera temporal, una vez aplicada la pintura el agente antinata emigra.

2.5.4) Niveladores de Superficie

Los acabados industriales y los decorativos basados en sistemas diluibles con solventes no acuosos, pueden llegar a presentar además de otros posibles defectos los llamados cráteres (cratering), ojos de pescado (fish eyes), poros (pinholes), en general se han atribuido estos defectos a dos causas principalmente :

- a) Problemas de humectación del sustrato a cubrir por el recubrimiento que se aplica.
- b) Falta de compatibilidad entre dos recubrimientos del mismo color pero provenientes de diferentes fabricantes.

2.5.5) Agentes Humectantes y dispersantes

Los materiales denominados humectantes y dispersantes, se pueden definir como agentes activos de superficie. A mayor facilidad de dispersión se reduce el tiempo de mezclado y molienda en la dispersión con el vehículo a la fineza requerida. Llegan a mantener el tamaño de partícula logrado por la molienda en la dispersión con el vehículo. Un humectante básicamente moja al pigmento y un dispersante ayuda a desaglomerar y mantener en suspensión al pigmento junto con el vehículo, el humectante además desplazará durante el proceso de humectación a la humedad y contaminantes del pigmento. Un exceso de estos aditivos provocaría falta de integridad en la película, como una baja en la lavabilidad, porosidad, etc...

2.5.6) Biocidas

Los biocidas ayudan a proteger las pinturas base acuosas. El agua es un medio de vida, procreación de seres vivos y se pueden desarrollar múltiples microbios tales como bacterias, hongos, etc... ocasionando la putrefacción de la pintura y como consecuencia reducción en la viscosidad de la misma. El biocida evita lo anterior así como la presencia de hongos y mohos en los envases abiertos y si además el nivel de uso es el adecuado lo hará también en la pintura ya aplicada sobre la pared evitando la presencia de mohos y hongos.

Por lo general son productos tóxicos, irritantes a la piel y ojos por lo que su manejo debe ser con precaución.

2.6) Pigmentos

Un pigmento es un polvo finamente dividido, insoluble en el medio en que se dispersa. Es estable física y químicamente, en condiciones normales de uso.

2.6.1) Clasificación Química

El grupo mayor es el de los pigmentos azoicos, constituido por los pigmentos monoazoicos y disazoicos. Los otros grupos comprenden los pigmentos de ftalocianina, quinacridrona, violeta de dioxacina y otros pigmentos policíclicos.

2.6.2) Formas de Suministro:

2.6.2.1) Polvo

Se suministra corrientemente como producto en polvo aglomerado por vacío. Esta forma de entrega se ha estandarizado. Generalmente se recibe en sacos con doble envoltura de 25 kgs. Existiendo una gran variedad de tonos para un mismo color así pues un rojo, puede ser azulado o verdoso. Cabe mencionar algunas de las principales características de los pigmentos tales como su poder tintoreo, poder cubriente, sangrado, resistencia al álcalis, facilidad de dispersión, etc.

2.6.2.2) Granulados

Algunos pigmentos se presentan también en forma de granulados y están estandarizados de la misma forma que los de en polvo. Las ventajas que ofrecen son una manipulación más fácil y sobre todo un desprendimiento menor de polvillo volátil durante su aplicación.

2.6.2.3) Dispersión Acuosa

Para la coloración de pinturas acuosas se usan pigmentos adecuados en forma de pasta finamente dispersa y de fácil dispersabilidad en agua. Agregándose a la pintura en base blanca e igualando al tono que se requiera, según el patrón de la casa o al gusto del cliente. Ejemplificando esto para elaborar un rosa, se parte del blanco y se agrega rojo en pequeñas cantidades. Generalmente estas pastas se venden en envases de 19 litros, teniendo gran aceptación en el mercado.

CAPITULO III
E S T U D I O D E M E R C A D O

El estudio que se presenta a continuación muestra un panorama general de la demanda de las pinturas y recubrimientos en sus diversas clasificaciones que son doméstica, industrial, repintado automotriz y disolventes.

Basados en cifras de la demanda se calculó la proyección del producto que se elabora y propone en este trabajo, que es un recubrimiento de bajo contenido de componentes volátiles orgánicos

Participación de las líneas de producto en el valor de la producción:

Tabla N° 3 Clasificación del Mercado de Pinturas

| PINTURAS DE CONSUMO | PORCENTAJE DEL TOTAL |
|---|----------------------|
| Pinturas Emulsionadas Arquitectónicas | 29.80 % |
| Esmaltes y Barnices | 22.60 % |
| Recubrimientos para Madera | 6.60 % |
| Recubrimientos para repintado Automotriz | 12.00 % |
| Mantenimiento Industrial y Marino | 6.50 % |
| Pinturas Artes Manuales | 0.60 % |
| | |
| PINTURAS INDUSTRIALES | |
| Automotriz Equipo Original | 10.70 % |
| Recubrimientos Sanitarios | 4.20 % |
| Pinturas Industriales en Polvo | 1.30 % |
| Recubrimientos Aparatos Domésticos | 0.90 % |
| Recubrimientos para fabricación Metálicos | 4.80 % |
| TOTAL | 100.00 % |

Fte: ANAFAPYT, A.C.
1991

Tabla N° 4 Demanda de Pinturas, Recubrimientos y Disolventes

| | (Millones de litros) | | | | |
|----------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 |
| Doméstica | 151.95 | 153.80 | 190.0 | 201.05 | 215.40 |
| Industrial | 56.80 | 55.40 | 61.5 | 63.39 | 71.87 |
| Repintado Automotriz | 16.90 | 17,50 | 18.00 | 20.84 | 23.36 |
| Disolventes | 52.10 | 46.60 | 57.80 | 56.76 | 68.62 |
| Gran Total | 277.75 | 273.30 | 328.10 | 342.04 | 379.25 |

Como se observa el incremento de 1987 a 1991 fue del 36.5%

Fte: ANAFAPYT, A.C.
1991

Demanda de Pinturas Figura 4

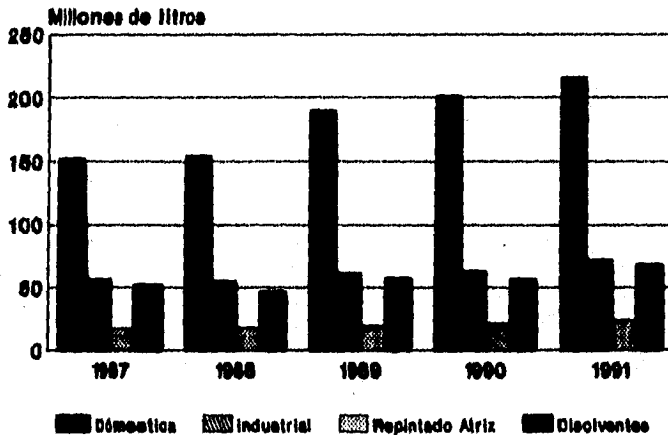
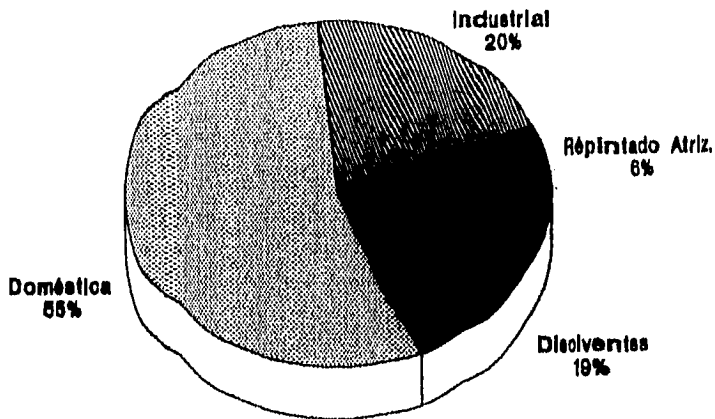


Fig. ANAFAPYT

Demanda de Pinturas 1987

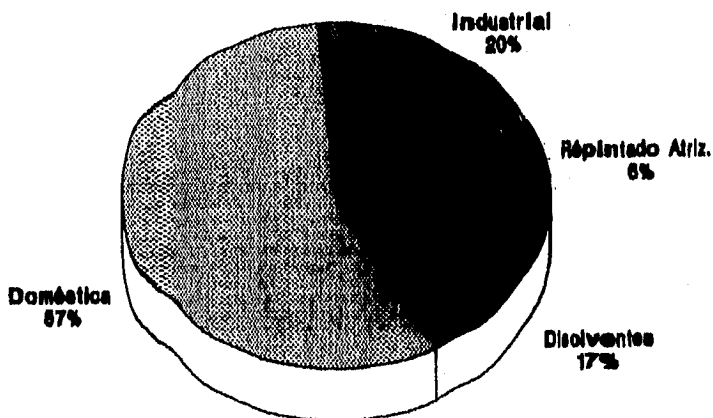
Figura 5



Fto. ANAPAPYT

Demanda de Pinturas 1988

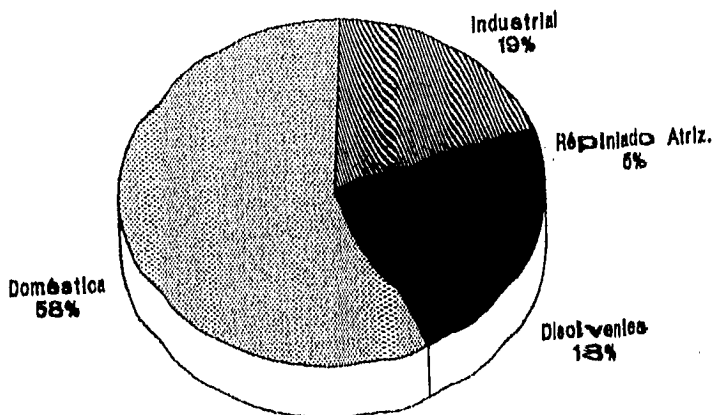
Figura 6



Fto. ANAPAPYT, A.C.

Demanda de Pinturas 1989

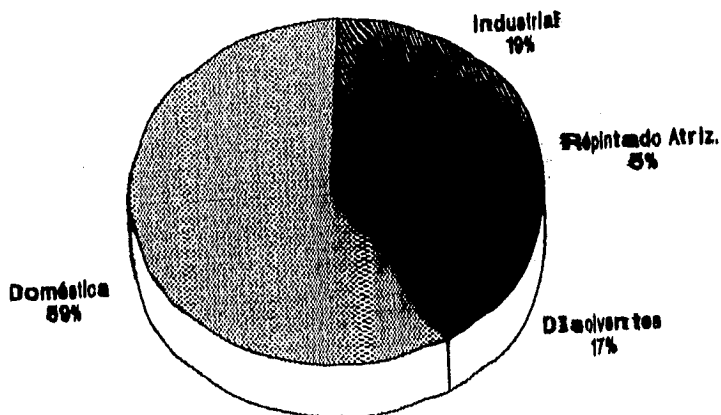
Figura 7



Fte. ANAFAPYT, A.C.

Demanda de Pinturas 1990

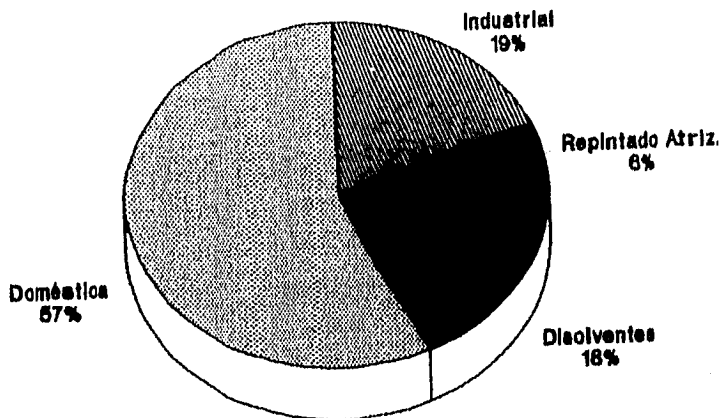
Figura 8



Fte. ANAFAPYT, A.C.

Demanda de Pinturas 1991

Figura 9



Fls. ANAFAPYT, A.O.

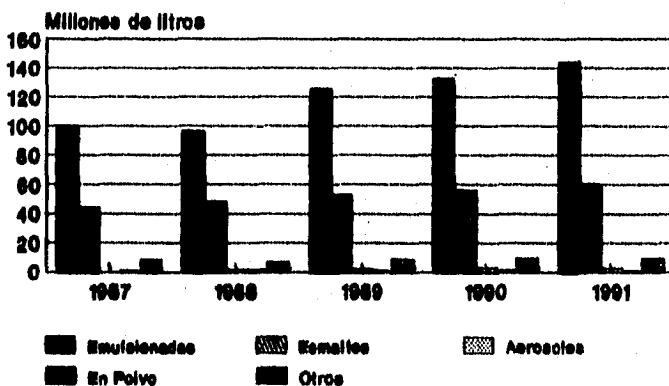
Tabla N° 5

Pinturas y Recubrimientos
 Demanda por Ramos de la línea Doméstica
 (Millones de litros)

| | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Emulsionadas | 99.00 | 96.00 | 125.30 | 132.15 | 143.89 |
| Esmaltes | 44.00 | 48.00 | 52.70 | 55.66 | 50.77 |
| Aerosoles | 0.05 | 1.40 | 2.20 | 2.74 | 2.47 |
| En Polvo | 0.60 | 1.60 | 1.00 | 0.99 | 0.94 |
| Otras Pinturas y Barnices | 8.30 | 6.80 | 8.80 | 9.51 | 9.33 |
| Total | 151.95 | 153.80 | 190.00 | 201.05 | 215.40 |

Fte: ANAFAPYT, A.C.
 1991

Demanda de Pinturas Línea Doméstica Figura 10



Fte. ANAFAPYT, A.C.

Tabla N° 6

Pinturas y Recubrimientos
Demanda por Ramos de la línea Industrial
(Millones de litros)

| | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Mantenimiento Industrial | 12.20 | 10.70 | 9.60 | 8.75 | 11.27 |
| Automotriz Original | 8.40 | 9.10 | 11.50 | 14.38 | 15.96 |
| Electrodoméstico | 1.00 | 1.80 | 1.40 | 1.45 | 1.17 |
| Sanitarios | 4.10 | 3.40 | 4.40 | 4.36 | 4.21 |
| Litográficos | 1.30 | 1.90 | 2.20 | 2.18 | 1.90 |
| Acabados para madera | 14.50 | 17.40 | 17.10 | 17.62 | 19.84 |
| Acabados Metálicos | 5.50 | 5.50 | 7.0 | 7.55 | 7.37 |
| Polvo Electrostático | 1.30 | 1.20 | 1.20 | 1.0 | 1.80 |
| Para rollo Metálicos | 1.40 | 1.0 | 2.10 | 1.72 | 1.64 |
| Misceláneos | 7.10 | 3.40 | 5.0 | 4.38 | 6.71 |
| Total Ind. | <u>56.80</u> | <u>55.40</u> | <u>61.50</u> | <u>63.39</u> | <u>71.87</u> |

Fte: ANAFAPYT, A.C.
1991

Tabla N° 7

Demanda de Pintura en el Ramo Automotriz
(Millones de Litros)

| | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 |
|--|-------|------|------|-------|-------|
| | 16.90 | 17.5 | 18.8 | 20.84 | 23.36 |

Fte: ANAFAPYT, A.C.
1991

Tabla N° 8

| | Demanda de Disolventes (Millones de litros) | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|
| | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 |
| | 52.10 | 46.60 | 57.80 | 56.76 | 68.62 |

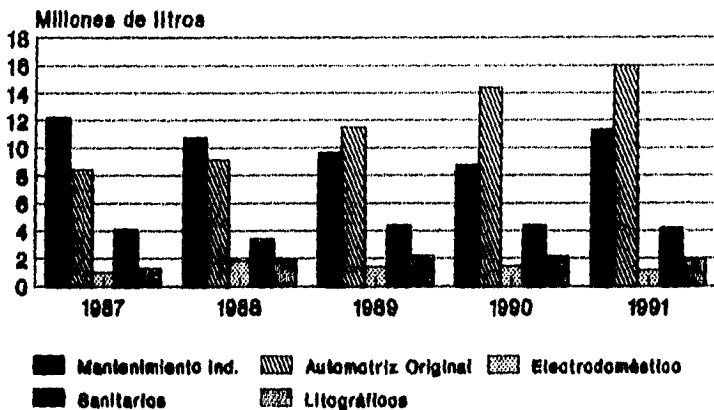
Fte: ANAFAPYT, A.C.
1991

Observando en la línea doméstica los esmaltes, que se localizan en la Tabla N° 5. Estos deberán ser sustituidos por un recubrimiento con bajo contenido de componentes volátiles el cual es uno de los objetivos de este trabajo. Cabe mencionar que las pinturas en aerosol, pintura Automotriz original, Repintado automotriz, Electrodomésticos, etc..deberán sustituirse por recubrimientos con un "VOC" bajo. Hacemos hincapié en los millones de litros de disolventes que se usan anualmente y que estos contaminan el medio ambiente; sin tomar en cuenta los disolventes necesarios que se utilizan en la fabricación de Resinas, ni tampoco el disolvente que ocupa el usuario para rebajar la pintura.

Demanda de Pinturas

Línea Industrial

Figura 11

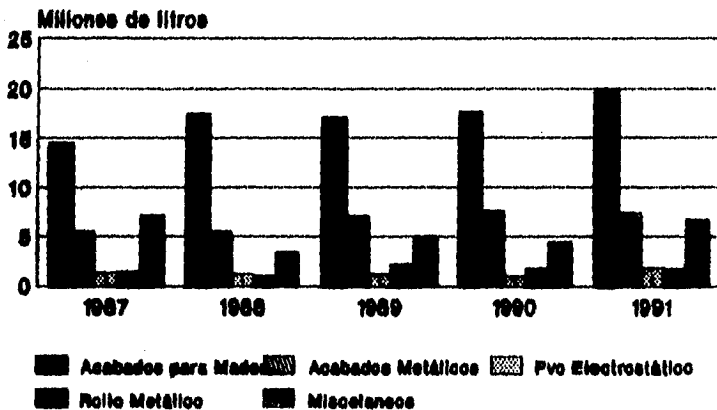


Fte. ANAPPYT, A.O.

Demanda de Pinturas

Línea Industrial

Figura 12



Fte. ANAPPYT, A.O.

Estimación del Recubrimiento con Bajo "VOC"

Tomando como referencia la demanda de esmaltes, que se localiza en la Tabla N° 5. Empleandose el método de mínimos cuadrados, se calcula el valor de la proyección hasta el año de 1997. (APENDICE 1)

Tabla N° 9 Estimación del Recubrimiento

| ANO | Millones de litros |
|------|--------------------|
| 1987 | 44.38 |
| 1988 | 48.10 |
| 1989 | 51.82 |
| 1990 | 55.54 |
| 1991 | 59.26 |
| 1992 | 62.98 |
| 1993 | 66.70 |
| 1994 | 70.42 |
| 1995 | 74.14 |
| 1996 | 77.86 |
| 1997 | 81.58 |

La proyección calculada para 1997 es de 81.58 millones de litros.

Lo anterior se complementa con el cálculo del coeficiente de correlación lineal. Con fines prácticos se utiliza un programa de calculadora con los siguientes datos:

Tabla N° 10 Datos para el Cálculo del Coeficiente de Correlación lineal

| n | x | y |
|---|------|-------|
| 1 | 1987 | 44.00 |
| 2 | 1988 | 48.00 |
| 3 | 1989 | 52.70 |
| 4 | 1990 | 55.66 |
| 5 | 1991 | 58.77 |

Calculando el coeficiente de correlación lineal (r): $r=0.9952$

Estimación del Recubrimiento Figura 13

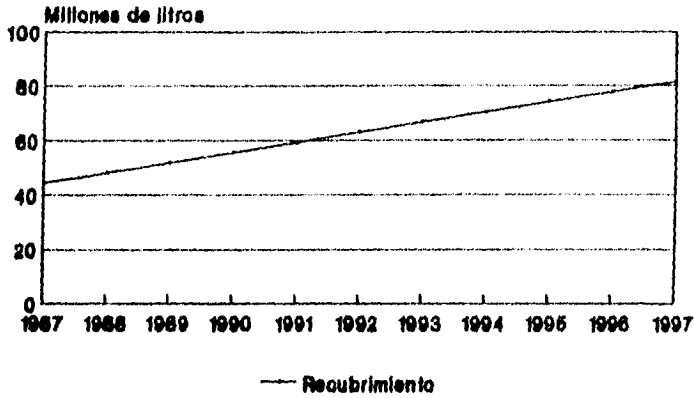


Tabla N° 11 Cuadro Comparativo del Análisis de Precios

A continuación enlistaremos una serie de productos con su precio, estos productos son de manufactura norteamericana.

| DESCRIPCION | MARCA | CANTIDAD | PRECIO (Dls/ USA) |
|---|------------|-----------|----------------------|
| Esmalte 100% Emulsión Acrilica Semi-Brillo, Exterior, Blanco. | BEHR | 0.971 Lt. | \$8.96 |
| Esmalte 100% Emulsión Acrilica Semi-Brillo, Interior, Blanco. | BEHR | 0.946 Lt. | \$8.48 |
| Esmalte 100% Emulsión Acrilica Brillante, Interior y Exterior Blanco. | Colorworks | 0.946 Lt. | \$6.62 |
| Esmalte 100% Emulsión Acrilica Brillante, Interior y Exterior Negro. | Colorworks | 0.240 Lt. | \$2.68 |
| Esmalte 100% Emulsión Acrilica Brillante, Interior y Exterior Blanco. | Colorworks | 0.240 Lt. | \$2.68 |

Tabla N° 12

Flujos Comerciales entre México, USA y Canadá
 Importaciones de Pinturas y Tintas
 México Principales Proveedores

| | 1990 MILLONES DE DOLARES | PORCENTAJE |
|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1 USA | 27.20 | 78.20 % |
| 2 Alemania | 3.00 | 8.60 % |
| 3 Suiza | 1.70 | 4.90 % |
| 4 Japón | 1.00 | 2.80 % |
| 5 Reino Unido | 0.40 | 1.10 % |
| 6 Italia | 0.30 | 0.90 % |
| 7 España | 0.30 | 0.90 % |
| 8 Brasil | 0.20 | 0.70 % |
| 9 Holanda | 0.20 | 0.50 % |
| 10 Francia | 0.20 | 0.50 % |
| OTROS | 0.30 | 0.90 % |
| TOTAL IMPORTADO | 34.80 | 100.00 % |

Fte:TLC en América del Norte
 Pinturas y tintas
 SECOFI

Tabla N° 13

Flujos Comerciales entre México, USA y Canadá
 Importaciones de Pinturas y Tintas
 EEUU Principales Proveedores

| | 1990 MILLONES DE DOLARES | PORCENTAJE |
|------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1 Canadá | 55.40 | 24.20 % |
| 2 Alemania | 41.70 | 18.20 % |
| 3 Japón | 40.50 | 17.70 % |
| 4 Reino Unido | 24.10 | 10.50 % |
| 5 Holanda | 19.40 | 8.50 % |
| 6 Suiza | 8.60 | 3.80 % |
| 7 Bélgica | 8.00 | 3.50 % |
| 8 Italia | 6.50 | 2.80 % |
| 9 Suecia | 4.70 | 2.00 % |
| 10 Francia | 4.60 | 2.00 % |
| 11 México | 3.80 | 1.70 % |
| OTROS | 12.00 | 5.10 % |
| TOTAL IMPORTADO | 229.30 | 100.00 % |

Fte:TLC en América del Norte
 Pinturas y tintas
 SECOFI

Tabla N° 14 Flujos Comerciales entre México, USA y Canadá
 Importaciones de Pinturas y Tintas
 Canadá Principales Proveedores

| | 1990 | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------|
| | MILLONES DE DOLARES CANADIENSES | PORCENTAJE |
| 1 ESTADOS UNIDOS | 328.40 | 90.10 % |
| 2 Holanda | 9.20 | 2.50 % |
| 3 Alemania | 8.10 | 2.20 % |
| 4 Reino Unido | 7.30 | 2.00 % |
| 5 Japón | 4.20 | 1.20 % |
| 6 Suiza | 2.20 | 0.60 % |
| 7 Italia | 1.50 | 0.40 % |
| 8 Francia | 1.20 | 0.30 % |
| 9 Bélgica | 1.00 | 0.30 % |
| 10 Israel | 0.30 | 0.10 % |
| OTROS | 1.30 | 0.30 % |
| 25 México | | |
| TOTAL IMPORTADO | 364.70 | 100.00 % |

Fte: TLC En América del Norte
 Pinturas y Tintas
 SECOFI

Tabla N° 15 Distribución de las Fábricas de Pintura en
 la República Mexicana en 1990

| | |
|-----------------------|---------------------|
| D.F y Edo. de México | 108 |
| Aguascalientes | 1 |
| Baja California Norte | 4 |
| Chihuahua | 2 |
| Guanajuato | 5 |
| Hidalgo | 1 |
| Jalisco | 23 |
| Nuevo León | 15 |
| Puebla | 4 |
| Querétaro | 2 |
| Quintana Roo | 1 |
| San Luis Potosí | 2 |
| Tabasco | 1 |
| Sonora | 1 |
| Tamaulipas | 1 |
| Veracruz | 2 |
| Yucatán | 2 |
| Total | 176 Fábricas |
| Empleados | 5401 |
| Obreros | 4282 |

Fte. Tesis del I.Q. Ramón E. González Pérez
 Nota: Esta distribución corresponde a Fábricas Asociadas
 ANAFAPYT.

CAPITULO IV
CRITERIOS DE FORMULACION

4.1) CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Para formular cualquier recubrimiento debe tenerse la mayor información, especificaciones, etc... acerca de él. Los incisos que a continuación se señalan son fundamentales.

- A) Tipo de producto (esmalte , laca, primario, etc.)
- B) Color exacto (con muestra líquida y sustrato aplicado)
- C) Necesidades en el comportamiento (resistencia al calor, intemperie, etc...)
- D) Contenido porcentual de materia sólida.
- E) Clase de disolventes y de materia no volátil.
- F) Disolvente o mezcla de disolventes apropiada para diluir.
- G) Métodos de aplicación (brocha, aspersión, inmersión, etc...)
- H) Condiciones de secado (al aire, al horno, etc...)
- I) Costo requerido de materia prima por litro.
- J) "VOC" máximo requerido.

4.2) SELECCION DE MATERIA PRIMA

En la formulación de un recubrimiento intervienen diferentes factores entre estos factores esta la selección de materia prima, esta selección es un punto de suma importancia, esta debe cubrir las características físicas , químicas y económicas del

recubrimiento que se desea formular además de cumplir con estas características debe cumplir con las regulaciones ecológicas de SEDESOL.

4.2.1) SELECCION DE RESINA O RESINAS

Para la formulación de recubrimientos ecológicos, de bajo contenido de componentes volátiles orgánicos, tomaremos como base para este trabajo las siguientes resinas:Alquidales de altos sólidos, Alquidales diluibles en agua y polímeros en emulsión.Es importante mencionar que también existen otro tipo de recubrimientos industriales que cubren con reglamentaciones ecológicas tales como ésteres epóxicos base agua, Resinas de uretano diluibles en agua, Alquidales y ureas formaldehído diluibles en agua para esmaltes de horneado y poliéster de altos sólidos los cuales serian materia de un trabajo posterior.

4.2.1.1) ALQUIDALES DE ALTOS SOLIDOS.

Son resinas elaboradas a base de aceites o ácidos grasos de aceites (vegetales o animales),glicoles(glicerina,pentaeritritol, Neopentil glicol, Trimetilolpropano y etilenglicol) y ácidos (Anhídrido ftálico, Anhídrido trimelítico, Acido Isoftálico y Acido benzoico) que pueden ser modificados (con estireno,acrilatos, etc.).Estos alquidales se diseñan para presentar altos sólidos y baja viscosidad (En solventes aromáticos, alcoholes y disolventes oxigenados) de tal forma que se pueden elaborar recubrimientos con bajo "VOC".

Este tipo de resinas encuentran aplicación en recubrimientos de secado al aire o al horno, para uso doméstico (brillantes o semibrillantes para interiores y exteriores) e industrial (para metal, plástico o madera). Presentan la ventaja de un bajo costo y la desventaja es que se utilizan para "VOC" de hasta 300 máximo.

4.2.1.2) ALQUIDALES DILUIBLES EN AGUA.

Son resinas en cuya formulación intervienen materiales similares a los alquidales de altos sólidos pero con la variante que sean solubles en disolventes polares de tal manera que puedan reducirse con agua formando puentes entre los carboxilos libres del alquidal y los solventes polares utilizando aminas como enlace (neutralizadores).

Estas resina encuentran aplicación en recubrimientos para uso industrial de secado al aire o al horno. Su principal ventaja es que se pueden formular recubrimientos con un "VOC" mas bajo que los alquidales de altos sólidos presentando la desventaja de alto costo.

4.2.1.3) POLIMEROS EN EMULSION.

Son productos de la polimerización en emulsión de monómeros como el acetato de vinilo, acrilatos (metil metacrilato, 2-etil hexilo acrilato, butilo acrilato, etc.) y monómeros de estireno.

Los copolímeros de vinil-acrilo y acrilo-estireno debido a su bajo costo se utilizan para la formulación de pinturas domésticas brillantes o mates para interiores y exteriores. Estas pinturas llamadas tradicionalmente vinílicas (por que la resina utilizada en épocas anteriores para su formulación fue el acetato de polivinilo) se aplican en paredes y techos.

Los polímeros acrílicos, se utilizan en la elaboración de recubrimientos industriales y domésticos con mejores características de adherencia, flexibilidad, brillo, dureza, etc.. que los de vinil-acrilo y acrilo-estireno. Cabe mencionar que los polímeros acrílicos tienen un costo mayor a los ya mencionados.

La gran ventaja de esta resina es que prácticamente están exentos de volátiles orgánicos teniendo limitantes en su uso.

4.2.2) SELECCION DE PIGMENTOS Y EXTENDEDORES

En la selección de pigmentos y extendedores se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones.

- 1) Precio
- 2) Color
- 3) Poder cubriente
- 4) Tamaño de partícula
- 5) Facilidad de humectación
- 6) Absorción al Aceite
- 7) Densidad

- 8) Resistencia a la luz, agua, productos químicos, temperatura, sangrado, etc...
- 9) Poder inhibidor de la corrosión
- 10) Compatibilidad con el sistema (Altos sólidos, diluible en agua y emulsionado).
- 11) Para el caso de blancos el pigmento universal es bióxido de titanio.

4.2.2.1) SISTEMAS DE ALTOS SOLIDOS

Los pigmentos y extendedores utilizados son los mismos que los recomendados para los sistemas base solvente tradicionales, tales como bióxido de Titanio, Negros de Humo, ftalocianinas, etc...

4.2.2.2) SISTEMAS DILUIBLES EN AGUA.

En este caso se debe ser cuidadoso de no utilizar pigmentos reactivos que puedan ocasionar sedimentación o gelación del sistema. Se recomienda no utilizar sales metálicas altamente básicas porque pueden reaccionar con los grupos carboxílicos del sistema ocasionando el consecuente desequilibrio del mismo. Los extendedores mas recomendables son el Carbonato de Calcio, Sílica, Caolin, Talco, Barita y Mica.

Los pigmentos mas recomendables para estos sistemas son:
INHIBIDORES DE CORROSION: Cromato de Bario, Cromato de estroncio y fosfato de Zinc.

PIGMENTOS ROJOS: Se recomiendan los rojos BON, quinacridonas. Los rojos litol se recomiendan para interiores.No son recomendables los rojos toluidina.

AZULES Y VERDES.Los mas recomendables son los pigmentos ftalocianina y óxidos de Cromo.Los azules de fierro y verdes Cromo no tienen estabilidad en estos sistemas.Para estos sistemas existen dispersiones acuosas.

4.2.2.3) SISTEMAS EMULSIONADOS

Para estos sistemas se pueden utilizar los pigmentos y extendedores tradicionales, tales como Carbonatos de Calcio, Caolines,Talcos,Diatomaceas,etc...

En el caso de inhibidores de corrosión el más recomendable es el Cromato de Zinc, Benzoato de Amonio, Nitrito de Sodio.

4.2.3) SELECCION DE ADITIVOS

En la selección de aditivos es conveniente utilizar el número y cantidad óptima de aditivos, ya que el hecho de utilizar más aditivo y mayor cantidad a la necesaria ocasiona serios trastornos en las características finales del recubrimiento.

4.2.3.1) ADITIVOS PARA SISTEMAS DE ALTOS SOLIDOS

Los aditivos que se emplean en la elaboración de estos sistemas son los típicamente conocidos para sistemas base disolvente tradicionales.

4.2.3.2) ADITIVOS PARA SISTEMAS QUE UTILIZAN ALQUIDALES DILUIBLES EN AGUA

En este tipo de sistemas por ser más delicado en su estabilización, es conveniente tomar una serie de consideraciones en cuenta, que a continuación se detallan:

4.2.3.2.1) CATALIZADORES ACIDOS

El más comúnmente utilizado es el ácido para toluen sulfónico siendo de suma importancia la forma en que se añade. Se recomienda añadir lentamente controlando el pH entre 1-2 y de ser necesario se balancea el pH adicionando la amina que lleve el sistema. El catalizador ácido se utiliza para curar sistemas a temperaturas abajo de 95°C dependiendo de la amina que utilice el sistema, ya que ésta debe evaporarse para que el catalizador funcione.

4.2.3.2.2) AGENTES ANTINATA

Para sistemas de secado al aire se recomienda metil etil cetoxima (un 0.2% sobre sólidos de resina) y para sistemas de horneado se recomiendan antioxidantes fenólicos en muy pequeñas cantidades sobre todo si estos recubrimientos se mantienen en tanques de almacenamiento.

4.2.3.2.3) BIOCIDAS

En la mayoría de los sistemas no son necesarios y solo se utilizarían en aquellos en que se usarán espesantes tales como caseína, proteínas o almidones (los cuales son nutrientes) y que no forman parte de este trabajo.

4.2.3.2.4) ANTIESPUMANTES

Algunos solventes orgánicos inmiscibles o parcialmente miscibles con el sistema acuoso funcionan como antiespumantes. Algunos ésteres y cetonas como el acetato de butilo, fosfato de tributilo y metil etil cetona se recomiendan para este fin. Algunos ésteres de acetato de butoxietanol como el acetato de butil carbitol se recomiendan como antiespumantes, particularmente cuando en el sistema interviene una resina en emulsión ya que esta actúa también como coalescente. El aceite de pino y el octanol también se recomiendan como antiespumantes.

4.2.3.2.5) SECANTES

En forma general se recomienda la siguiente mezcla de secantes (importante que sean base agua), se expresa en base metal (sobre sólidos de resina).

0.1 - 0.15 % de Zr

0.1 - 0.15 % de Ca

0.05 - 0.1 % de Co

Para aumentar la velocidad de secado en colores se puede utilizar 0.1 % de Mn. En colores blancos se puede aumentar la velocidad de secado usando 0.15 % de Co con un activador (como el activ 8, Dri-Rx o Dri max) 0.5%.

Para mejorar la estabilidad del sistema, se recomienda usar la misma cantidad de Zr y Ca.

Para sistemas de horneado se puede usar secantes de tierras raras.

4.2.3.2.6) DISPERSANTES

Para este tipo de sistemas (aún cuando intervengan resinas en emulsión) se recomiendan los siguientes dispersantes comerciales.

Kelecin 1081 (Reichhold)

Disper-Byk (Byk - Chemie)

Tamol 731 (Rohm & Haas)

4.2.3.2.7) ANTIFLOTANTES

Una combinación adecuada de solventes como glicocéteres tales como butil cellosolve o propasol P con un alcohol, como isopropanol o butanol funcionan en forma efectiva aunque también hay aditivos, como Lactimon WS (Byk-Chemie) que se usa del 0.5 - 2 % sobre pigmento.

4.2.3.2.8) CONTROL DE FLUJO Y NIVELADORES DE SUPERFICIE

Los aditivos comerciales para este fin: DC-29 DC-14 (DOW CORNING), Byk 301 (BYK-CHEMIE) y Silwet 7004 (UNION CARBIDE).

Para sistemas híbridos dispersión de alquidales/emulsión acrílica se pueden utilizar surfactantes ni iónicos como: CTA-639, CO-630, CO-830 (GAF Corp.) Y Tritón X405 (Rohm & Haas) para mejorar el flujo, estabilidad en el envase y retención de brillo. También se pueden utilizar surfactantes fluorocarbonados como Lodyne S-107B (Ciba Geigy) y FC-430 (3M).

4.2.3.2.9) NEUTRALIZADORES

Es una parte importante dentro de los sistemas base agua ya que la amina utilizada puede afectar la velocidad de secado, reducción de viscosidad, formación de espuma, estabilidad, integración de la película, decoloración y costo.

Dependiendo el sistema se puede tomar la siguiente guía en la selección de aminas:

Evaporación Rápida :

- 1) Amoníaco
- 2) Trietil Amina
- 3) Dietil Amina
- 4) Dimetil etil Amina (menos rápido)

Evaporación lenta :

- 1) Trietanol Amina (más lenta)
- 2) Dietanol Amina
- 3) Monoetanol Amina (menos lenta)

El mas barato es el amoniaco

Para horneo con mejor retención de color

- 1) Trietil Amina
- 2) Dimetil Etanol Amina

Para alto brillo en sistemas catalizados y Hornsados.

- 1) Dimetil Etanol Amina
- 2) Amino Metil Propanol

Mas espuma: Dietanol Amina

Menos espuma: Trietil Amina

El pH es un factor critico que afecta la estabilidad de la resina, la suspensión del pigmento, y otras propiedades de la pintura. El pH varia según el sistema de 7-9. Lo mas recomendable es ajustar el pH cerca del límite superior en el sistema que se utilice.

Para calcular la cantidad de amina teórica para 100% de neutralización se usa la siguiente ecuación:

$$\text{PESO AMINA} = \text{PM amina} \times \text{N}^{\circ} \text{Acido (Res. base sólida)} \times \text{Peso sólidos de res.}$$

56100

En la Tabla siguiente se muestra los Pesos Moleculares de las aminas más comúnmente utilizadas.

Tabla N° 16 Algunas propiedades de las aminas

| AMINA | PESO MOLECULAR | PTO. DE EBULLICION |
|-----------------------|----------------|--------------------|
| *Amoniaco | 17 | -33 |
| Monoetanol amina | 61 | 170 |
| Monoisopropanol amina | 75 | 159 |
| Aminometil propanol | 89 | 165 |
| Diethylamina | 73 | 55 |
| Morfolina | 87 | 128 |
| Diethanol amina | 105 | 268 |
| Trietil amina | 101 | 89 |
| Dimetil etanol amina | 89 | 134 |
| Trietanol amina | 149 | 335 |

* En el caso del amoniaco dependiendo de la concentración (hidróxido de amonio tal como se usa en solución) se divide el peso de amina calculado entre la concentración.

4.2.3.2.10) DISOLVENTES

En los criterios a seguir en la utilización de un disolvente en una fórmula, uno se debe cuestionar lo siguiente: ¿Qué tipo de polímero disolveré o dispersaré?. ¿Qué efecto tendrá la viscosidad?. ¿Qué grado de volatilidad necesito?. La retención del disolvente, las propiedades de película y la nivelación que requiero.

En los sistemas de resinas diluibles en agua se recomienda utilizar cosolventes en una proporción aproximada a 80/20 agua disolvente. Hay que tomar en cuenta la eficiencia en compatibilidad, la tensión superficial, velocidad de evaporación, la estabilidad, etc...

Cuando se requiere alto brillo en el recubrimiento se utilizan o seleccionan solventes que se evaporen al mismo tiempo que el agua; los más comúnmente usados son glicóéteres y alcoholes tales como: butoxietanol (butil cellosolve), butanol, isobutanol y propasol P.

Cuando se requiere control de sangrado y secado inicial rápido aún cuando se tenga que sacrificar brillo se utilizan alcoholes como propanol y alcohol terbutílico, el uso de alcoholes de menor peso molecular está limitado porque pueden ocasionar inestabilidad en estos sistemas.

El alcohol diacetona mejora el brillo en sistemas de horneado particularmente en aquellos que contienen pigmentos orgánicos.

La metil etil cetona funcionan (utilizando bajos niveles) como cosolvente y antiespumante, Solventes tales como el octanol y el aceite de pino actúan como antiespumantes en estos sistemas.

En los sistemas elaborados con emulsión acrílica, un factor a considerar es la capacidad de plasticidad del recubrimiento, el olor, la toxicidad y el costo.

Un factor importante a considerar en la selección de un disolvente es el parámetro de solubilidad.

Definiciones:

1. Parámetro de Solubilidad: La raíz cuadrada de la densidad de energía de cohesión del líquido.

$$\delta = (\Delta E_v / V_m)^{1/2}$$

donde:

ΔE_v = Energía de Vaporización

V_m = Volumen Molar.

2. Parámetro medio de Solubilidad: Se constituye de tres parámetros de solubilidad relativos de fuerzas intermoleculares - No polar, Polar y Enlaces de Hidrógeno.

$$(\delta_T)^2 = (\delta_{NP})^2 + (\delta_P)^2 + (\delta_{HB})^2$$

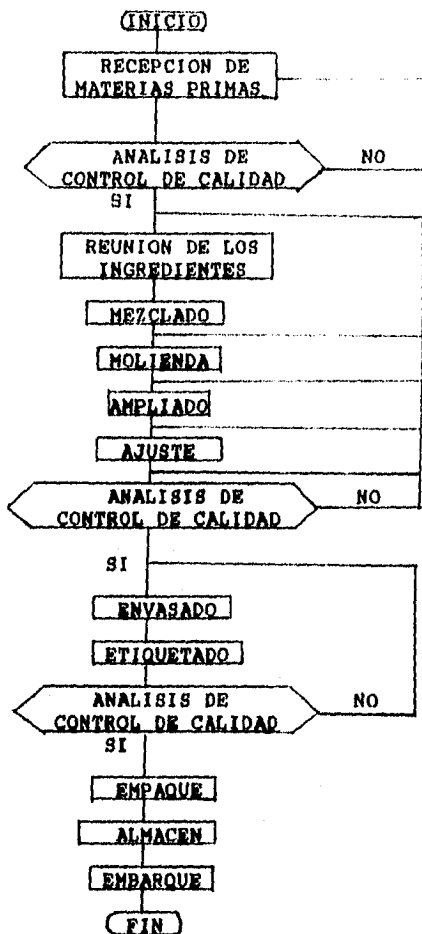
Tabla N 17 Propiedades físicas de algunos disolventes

| Producto | Temperatura de Ebullición (°C) | | | | Grav. Esp. (g/ml) | Viscosidad (cP) |
|-------------------|--------------------------------|-------|-----|-----|-------------------|-----------------|
| | Total | Polar | H-P | MB | | |
| Isopropanol | 11.5 | 4.8 | 6.9 | 7.8 | 290 | 6.55 2.37 |
| M E K | 9.5 | 4.5 | 6.9 | 4.6 | 660 | 6.71 0.42 |
| Isopropil Acetato | 8.6 | 4.1 | 7.0 | 2.8 | 500 | 7.26 3.33 |
| Etileno | 8.9 | 3.5 | 8.2 | 8.7 | 70 | 7.29 0.73 |
| MP A Metilol | 7.6 | 1.2 | 7.5 | 8 | 120 | 6.29 0.86 |

CAPITULO V

PROCESO

El proceso en la fabricación de un recubrimiento con bajo contenido en componentes volátiles orgánicos es muy similar a la elaboración de una pintura base disolvente. A continuación se mostrará un diagrama de flujo.



5.1) RECEPCION DE MATERIA PRIMA

La recepción de materia prima se hace dependiendo del producto que es, si se trata de Pigmentos, Cargas, Resina, etc...Se procede a pesar el transporte con el producto lleno, se registra el peso en báscula y después al final de descargado se repite el pesado, obteniendo así el peso neto del material, el proveedor generalmente trae consigo un certificado de control de calidad del producto siendo este de gran utilidad para el fabricante. Si se trata de aditivos generalmente se reciben por tambor de 25, 50 y 200 kgs. La materia prima se muestrea de acuerdo a procedimientos de control de calidad, muestreando de cada uno de los tambores, si se trata de cuñetes o sacos se muestrea la raíz cuadrada del número de unidades; si se trata de pipa se checa que traiga los sellos de inviolabilidad y se procede a muestrear por arriba y por abajo. Se procede a efectuar el análisis de control de calidad mismo que debe cumplir con los requerimientos de la empresa y/o especificaciones del producto, de no aprobarse se rechaza el envío.

5.2) REUNION DE INGREDIENTES

La materia prima se agrupa para la elaboración de un producto; una vez reunida la misma, se deberá pesar con cuidado en el equipo adecuado, este equipo deberá estar en óptimas condiciones como en limpieza. En caso de usar una medida volumétrica, el equipo deberá estar bien graduado.

5.3) ELABORACION DE LA PASTA.

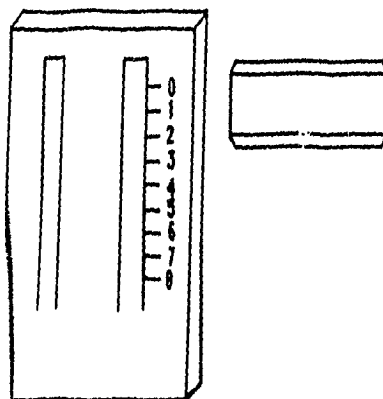
Una vez reunido y pesado correctamente los materiales se agitarán estos con la finalidad de obtener una pasta o un concentrado de vehiculo-pigmento homogéneo. Esta operación se realiza en un agitador convencional sin necesidad de tener alta velocidad. Esto se hace de acuerdo con un instructivo elaborado para este fin.

5.4) MOLIENDA

Con la pasta homogénea y bien mezclada se procede a pasarla por el molino; dependiendo del tipo de molino deberá la pasta cumplir con determinadas propiedades físicas como viscosidad, densidad, etc..

La molienda concluirá una vez que Control de Calidad apruebe la misma para ello se debe medir la finura, es decir que tanto se ha dispersado o se ha desaglomerado el pigmento en el vehiculo y para esto se emplea un medidor de finura que se ilustra en la figura N° 14.

Como se observa consta de una placa de acero inoxidable y un rizador; la pasta se coloca en el canal, este canal esta graduado con una escala de cero a ocho, en el cero el canal es mas profundo y en el ocho mas superficial. Con ayuda del rizador se aplica la pasta en el canal y se observarán una serie de "grumos" o pequeños puntitos estos se ubican en la escala numérica y de esa forma se procede a leer la finura de la pasta.



5.5) AMPLIADO

Ya con la pasta preparada y aprobada por Control de Calidad, se procede a realizar el ampliado. Esto en una forma ilustrativa es, de un concentrado diluirlo, por ejemplo de la leche de 1/2 litro concentrada se obtiene 1 litro diluida que se puede beber. En el ampliado se le agregan otros aditivos necesarios como secantes, agentes antinatas, agentes tixotrópicos, etc...

Una vez terminado este, se checan algunas propiedades físicas como la viscosidad y el cubrimiento de la pintura, de no coincidir el recubrimiento se marca como fuera de especificaciones y se procede a realizar ajustes.

5.6) AJUSTE

Se ajusta el recubrimiento de acuerdo al Control de Calidad que la empresa especifique. En tal caso de encontrar al recubrimiento alto en viscosidad, se agrega una cantidad moderada de disolvente, por lo contrario de estar bajo en viscosidad, se agrega un aditivo, que funcione como espesante.

5.7) ENVASADO Y EMPACADO

Se envasa el producto de acuerdo a las necesidades del mercado en diferentes medidas colocando en el envase el número del lote con la fecha, con el objeto de rastrear algún producto que por algún motivo este fuera de especificaciones. El llenado puede ser manual o automático; se etiqueta el material y se empaqueta en cajas según el caso.

5.8) ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

Se almacena el producto por líneas y color llevando así un control en el inventario. Guardando condiciones de higiene, bajas temperaturas y la menor humedad posible. Además cuidando la rotación del producto.

5.9) EMBARQUE

Se despacha el producto en unidades de la empresa o particulares, es un producto inflamable y se deberá tener cuidado durante la transportación y entrega del material. El transporte deberá estar señalizado con la norma SIMAR, indicando que es un material peligroso e inflamable.

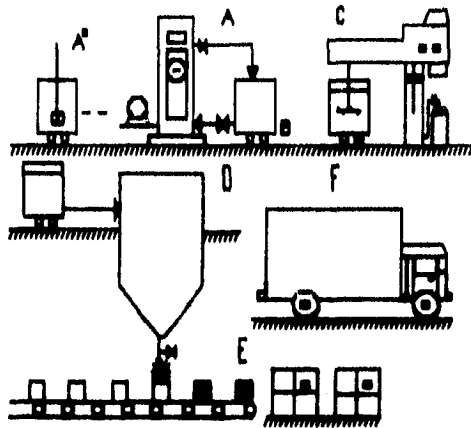
5.10)

DIAGRAMA DEL PROCESO

El proceso generalmente se maneja por proceso "batch", como se ilustra:

Figura N° 15

DIAGRAMA DEL PROCESO

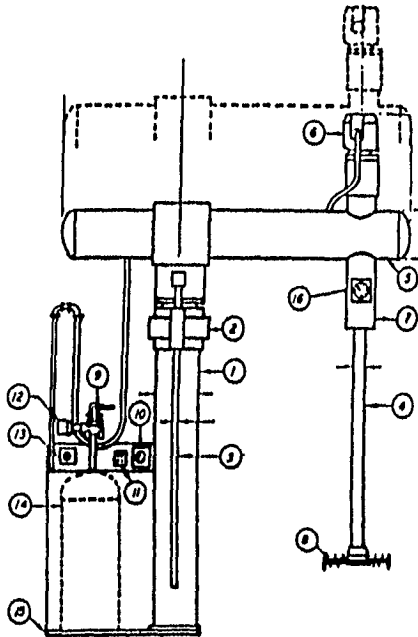


A=Molino de Perlas.
B=Tina recolectando la pasta.
D=Tanque de almacenamiento
F=Embarque y Entrega del material.

A°= Mezclado de Materia Prima.
C=Dispersor de alta Velocidad.
E=Envasado y Empacado.

Figura N° 16

DISPERSOR DE ALTA VELOCIDAD



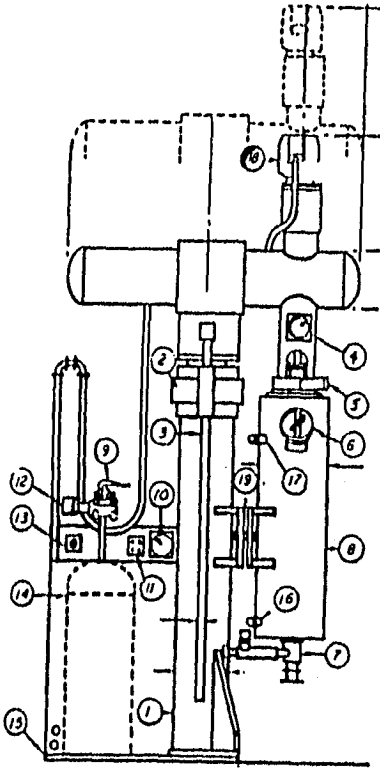
Fte: "Estudio Técnico-Económico para la Instalación de una Fábrica de pinturas diversas en la Cd. de Querétaro.
Tesis Profesional, Presenta: Ramón González Pérez 1993.

CODIFICACION DEL DISPERSOR ALTA VELOCIDAD

1. Elevador Hidráulico
2. Guía de barra de freno
3. Barra de Freno
4. Flecha de agitación
5. Cuerpo del dispersor
6. Motor del dispersor
7. Caja de valeros
8. Disco Impulsor
9. Válvula de aire
10. Manómetro
11. Estación de Botones
12. Silenciador
13. Válvula de Control de velocidad
14. Tanque de aceite
15. Base de dispersor

Figura N° 17

MOLINO DE PERLAS



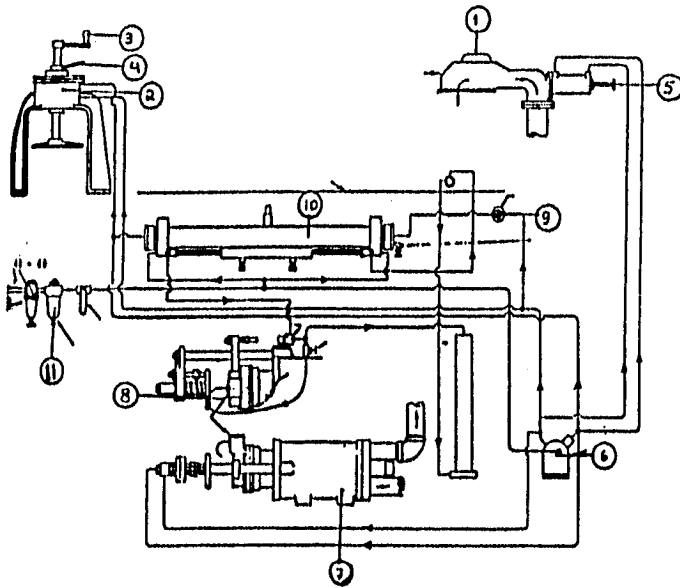
Fte: "Estudio Técnico-Económico para la Instalación de una Fábrica de pinturas diversas en la Cd. de Querétaro. Tesis Profesional, Presenta: Ramón González Pérez 1993.

Codificación del Molino de Perlas

1. Elevador Hidráulico
2. Guia barra de freno
3. Barra de freno
4. Tacómetro
5. Salida de producto
6. Entrada medio de molienda
7. Válvula entrada del producto
8. Cámara de molienda
9. Válvula de aire
10. Manómetro
11. Estación de botones
12. Silenciador
13. Válvula control de velocidad
14. Tanque de almacenamiento de aceite
15. Base del molino
16. Entrada de agua de enfriamiento
17. Salida de agua de enfriamiento
18. Motor Hidráulico
19. Montaje Basculante.

Figura N°18

LLENADORA



Fte: "Estudio Técnico-Económico para la Instalación de una Fábrica de pinturas diversas en la Cd. de Querétaro. Tesis Profesional, Presenta: Ramón González Pérez. 1993.

CODIFICACION DE LA ENVASADORA

1. Llenador
2. Presionador de las Tapas
3. Ajustador para la altura del bote
4. Seguro del nivel
5. Válvula dosificadora de pintura
6. Válvula controladora de flujo
7. Cilindro medidor de capacidad
8. Bomba
9. Válvula medidora de capacidad
10. Motor para movimiento de la charola
11. Medidores de presión de aceite

CAPITULO VI

ANALISIS DEL PRODUCTO TERMINADO

6.1) Diseño de experimentos

Los investigadores realizan experimentos virtualmente en todos los campos del saber, por lo general para descubrir algo acerca de un proceso o sistemas en particular. Literalmente, un experimento es una prueba o ensayo. Un experimento diseñado es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida.

Los métodos de diseño de experimentos tienen un cometido importante en el desarrollo de procesos y en la depuración de procesos para mejorar el rendimiento. En muchos casos, el objetivo puede ser desarrollar un proceso consistente o robusto; esto es, un proceso afectado mínimamente por fuentes de variabilidad externas.

Los métodos de diseño experimental tienen amplia aplicación en muchas disciplinas. Es posible considerar a la experimentación parte del proceso científico y una de las formas en que aprendamos acerca de la forma en que funcionan los sistemas o procesos. Por lo general este aprendizaje se da a través de una serie de actividades en las cuales hacemos conjeturas acerca de un proceso, y entonces usamos la información del experimento para establecer nuevas conjeturas, que llevan a realizar nuevos experimentos y así sucesivamente.

El diseño experimental es un medio de importancia crítica en el medio de la ingeniería para mejorar el rendimiento de un proceso de manufactura. También se emplea extensamente en el desarrollo de nuevos procesos. La aplicación de técnicas de diseño experimental en una fase temprana del desarrollo de un proceso puede dar por resultado :

1. Mejora en el rendimiento del proceso.
2. Menor variabilidad y mayor apego a los requerimientos nominales u objetivo.
3. Menor tiempo de desarrollo.
4. Menores costos globales.

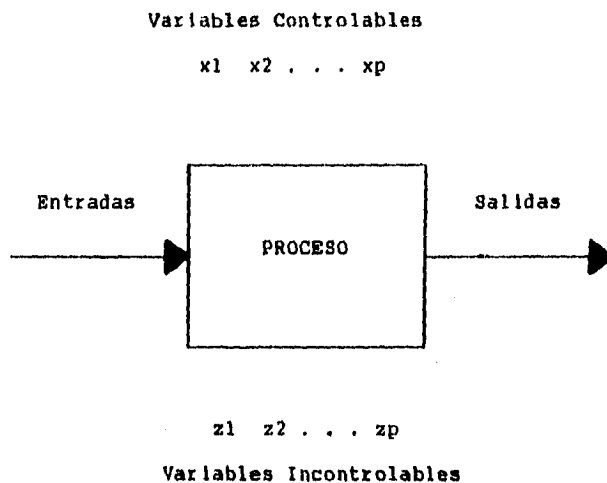
Los métodos de diseño experimental también tienen un cometido importante en las actividades de diseño técnico, en las cuales se desarrollan nuevos productos y se mejoran otros ya existentes. Algunas aplicaciones del diseño experimental en el diseño técnico son :

1. Evaluación y comparación de configuraciones de diseño básicas.
2. Evaluación de materiales alternativos.
3. Selección de parámetros de diseño de modo que el producto funcione bien en una amplia variedad de condiciones de campo (de uso real); esto es, de modo que el producto sea consistente (robusto).

El uso del diseño experimental en estas áreas puede dar como resultado productos con mayor confiabilidad y mejor funcionamiento en el campo, menores costos y menor tiempo de diseño y desarrollo del producto.

Existen variables que afectan al recubrimiento dentro de un proceso, estas pueden ser controlables o incontrolables, fig (1). En los siguientes experimentos que se presentan, se aplican técnicas experimentales para el desarrollo del recubrimiento, así como de diferentes factores que puedan gobernar las propiedades fisicoquímicas del recubrimiento, ya sea como película seca o como recubrimiento líquido en el envase .

Figura N° 19 Variables en el proceso



6.2) DENSIDAD

Objetivo: Determinar cual de los siguientes factores afecta o afectan considerablemente la densidad del recubrimiento. Obteniendo distintos valores en los experimentos que pueden ser muy valiosos.

Diseño Factorial: Se uso un diseño factorial 2^3 de 3 factores con dos réplicas.

Condiciones de Experimentación: Se usó la copa galón para la determinación de la densidad, tomando el peso en una balanza Ohaus digital con una décima de precisión, a una temperatura de 25°C. Los resultados se reportan en gr/ml.

Los factores que afectan a la densidad del recubrimiento, son:

FACTOR A : Resina

FACTOR B : Pigmento

FACTOR C : Antiespumante

Al usar diferentes niveles de c/u de los distintos factores, el objeto es que no se pierda información del recubrimiento que puede ser muy valiosa. Los niveles que se usaron se determinaron en base al conocimiento empirico. A continuación se presentan los resultados del experimento

Tabla N° 18

Resultados Experimentales de la Densidad

| | 15% | | PIGMENTO (B) | | 30% | |
|---------------|-------------------|--------------|-------------------|---------------|-------------------|------|
| | ANTIESPUMANTE (C) | | ANTIESPUMANTE (C) | | ANTIESPUMANTE (C) | |
| RESINA (A) | 0.04% | 0.7% | 0.04% | 0.7% | 0.04% | 0.7% |
| 19.4% | (1) d1=1.1592 | c d1=1.1964 | b d1=1.4016 | bc d1=1.4304 | | |
| | d2=1.1544 | d2=1.1968 | d2=1.4076 | d2=1.4340 | | |
| | dt=2.3136 | dt=2.3932 | dt=2.8092 | dt=2.8644 | | |
| 34.0% | a d1=1.0224 | ac d1=1.1220 | ab d1=1.1712 | abc d1=1.2504 | | |
| | d2=1.0212 | d2=1.1172 | d2=1.1748 | d2=1.2468 | | |
| | dt=2.0436 | dt=2.2392 | dt=2.3460 | dt=2.4972 | | |

Figura N° 20

Diagrama de Factores a diferentes niveles

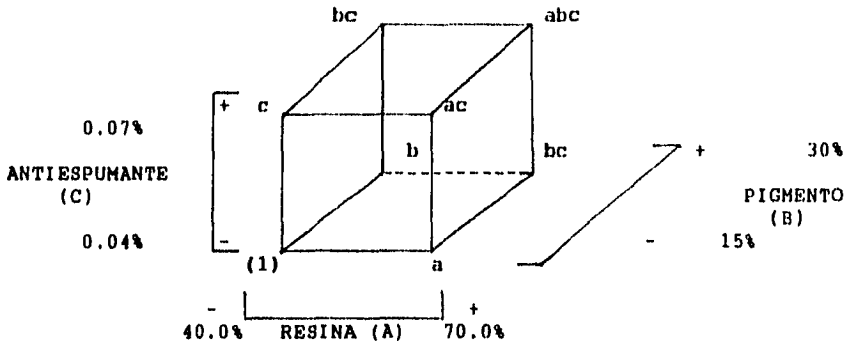


Tabla N°19 Signos algebraicos para calcular los efectos en un

3

diseño 2

| CORRIDA | COMBINACIONES | | | | | | | |
|---------|-----------------|---|---|---|----|----|----|-----|
| | DE TRATAMIENTOS | A | B | C | AB | AC | BC | ABC |
| 1 | (1) | - | - | - | + | + | + | - |
| 2 | a | + | - | - | - | - | + | + |
| 3 | b | - | + | - | - | + | - | + |
| 4 | ab | + | + | - | + | - | - | - |
| 5 | c | - | - | + | + | - | - | + |
| 6 | ac | + | - | + | - | + | - | - |
| 7 | bc | - | + | + | - | - | + | - |
| 8 | abc | + | + | + | + | + | + | + |

En base a los resultados de la Tabla N°18 y con ayuda de la Tabla N°19, se puede calcular el factor o los factores y la relación entre ellos; de que manera afectan a la densidad del recubrimiento. Con estos resultados se tendrán valores objetivos y no apreciativos, logrando con esto elaborar el recubrimiento con una densidad apropiada y determinar cuánto de cada factor se debe adicionar, en la elaboración del recubrimiento.

6.2.1) DESARROLLO

Fórmulas:

$$A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc] \dots\dots 1$$

$$B = \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac] \dots\dots 2$$

$$C = \frac{1}{4n} [c - ab + bc + abc - (1) - a - b + ac] \dots\dots 3$$

$$AB = \frac{1}{4n} [ab - a - b + abc + (1) - ac - bc + c] \dots\dots 4$$

$$AC = \frac{1}{4n} [ac - a + b + abc + (1) - ab - bc - c] \dots\dots 5$$

$$BC = \frac{1}{4n} (bc + a - b + abc + (1) - ac - ab - c) \dots 6$$

4n

$$ABC = \frac{1}{4n} (c + a + b + abc - (1) - ac - ab - bc) \dots 7$$

4n

Donde n= número de réplicas.

SUSTITUCION

$$A = \frac{1}{8} (2.0436 - 2.3136 + 2.3460 - 2.8092 + 2.2392 - 2.3932 + 2.4972 - 2.8644)$$

8

A = -0.1568

$$B = \frac{1}{8} (2.8092 + 2.3460 + 2.8644 + 2.4972 - 2.3136 - 2.0436 - 2.3932 - 2.2392)$$

8

B = 0.1909

$$C = \frac{1}{8} (2.3932 - 2.3460 + 2.8644 + 2.4972 - 2.3136 - 2.0436 - 2.8092 + 2.2392)$$

8

C = 0.0602

$$AB = [2.3460 - 2.0436 - 2.8092 + 2.4972 + 2.3136 - 2.2392 - 2.8644 + 2.3932]$$

8

$$AB = -0.0508$$

$$AC = [2.2392 - 2.0436 + 2.8092 + 2.4972 + 2.3136 - 2.346 - 2.8644 - 2.3932]$$

8

$$AC = .0265$$

$$BC = [2.8644 + 2.0436 - 2.8092 + 2.4972 + 2.3136 - 2.2392 - 2.346 - 2.3932]$$

8

$$BC = -.0086$$

$$ABC = [2.3932 + 2.0436 + 2.8092 + 2.4972 - 2.3136 - 2.2392 - 2.346 - 2.864]$$

8

$$ABC = -0.00245$$

6.2.2) RESULTADOS

$$A = -.1568$$

$$AB = -.0508$$

$$B = .1909$$

$$AC = .0265$$

$$C = .0602$$

$$BC = -.0086$$

$$ABC = -.00245$$

6.2.3) INTERPRETACION

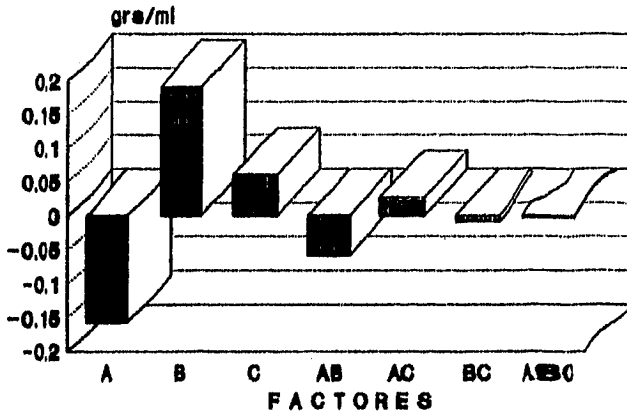
De los resultados anteriores, se demuestra que el factor B, es el que afecta en mayor importancia la densidad del recubrimiento, quiere decir que un aumento del pigmento determinará esta propiedad, la contribución del factor C, no es tan significativa, pero si de tomarse en consideración. El factor A tiene un signo negativo, lo cual es indicativo de que al incrementar la resina la densidad disminuye. Las interacciones de los factores no son significativas.

6.2.4) CONCLUSIONES

En la elaboración del recubrimiento, la cantidad de pigmento por adicionar debe estar en el orden de 20 a 30 %. La cantidad de antiespumante entre un 0.05 a 0.07% y la cantidad de resina entre un 50 a 60 % en peso del recubrimiento. Con estos porcentajes se podrán evaluar otras propiedades, con las que se llegará al objetivo final, que es la elaboración del recubrimiento.

Densidad

Figura 21 Interpretación de resultados Experimentales



Factor A-Resina
Factor B-Pigmento
Factor C-Antiespumante

6.3) BRILLO

Objetivo: Determinar que factor(es), afectan al brillo del recubrimiento.

1

Diseño Factorial: Se uso un diseño factorial 2 con 3 réplicas.

Condiciones de Experimentación: Para este experimento se ocupó, el brillómetro Hunter a un ángulo de 20°, a 24 hrs. de secado y 3 milésimas de espesor de película seca.

Los factores que se analizan en la influencia del brillo, en este primer experimento son:

FACTOR A: Coalescente

FACTOR B: Tensioactivo

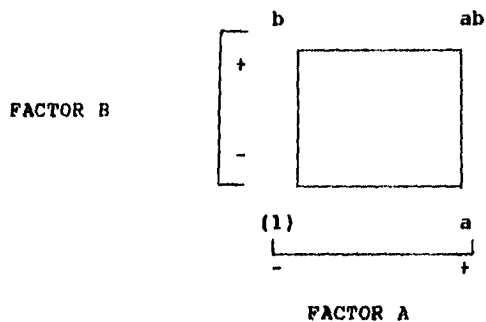
factores fijos:

| | | |
|----------------------|----------|---------------|
| Pigmento | : | 20.00% |
| Resina | : | 60.00% |
| Espesante | : | 1.00 % |
| Antiespumante | : | 0.06% |

Tabla N° 20 Resultados Experimentales de Brillo a 20°

| | (1) | a | b | ab |
|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1° Réplica | 28.6 | 30.0 | 35.0 | 38.0 |
| 2° Réplica | 29.0 | 29.5 | 35.0 | 37.0 |
| 3° Réplica | 29.5 | 29.4 | 34.5 | 39.0 |
| TOTAL | 87.1 | 88.9 | 104.5 | 114.0 |

Figura N° 22 Diagrama de Factores a diferentes Niveles



| | | | |
|-----------------|--------------------|--------------|-------------|
| FACTOR A | COALESCENTE | 6.0% | 9.0% |
| FACTOR B | TENSOACTIVO | 0.08% | 0.3% |

Tabla N° 21 Signos algebraicos para calcular los factores
 2
 de diseño 2

| CORRIDA | COMBINACION DE TRATAMIENTOS | A | B | AB |
|---------|--------------------------------|---|---|----|
| 1 | (1) | - | - | + |
| 2 | a | + | - | - |
| 3 | b | - | + | - |
| 4 | ab | + | + | + |

En base a los resultados de la tabla 3, y con ayuda de la tabla 4 se obtiene el siguiente desarrollo:

6.3.1) DESARROLLO

Fórmulas

$$A = 1 \left[ab + a - b - (1) \right] \dots\dots\dots 1$$

$$2n$$

$$B = 1 \left[ab + b - a - (1) \right] \dots\dots\dots 2$$

$$2n$$

$$AB = 1 \left[ab + (1) - a - b \right] \dots\dots\dots 3$$

$$2n$$

SUSTITUCION :

$$A= 1 (114 + 88.9 - 104.5 + 114)$$

$$\frac{\quad}{2(3)}$$

$$A= 1 (212.4)$$

$$\frac{\quad}{6}$$

$$A= 35.4$$

$$B= 1 (114 + 104.5 - 88.9 + 87.1)$$

$$\frac{\quad}{2(3)}$$

$$B= 1 (42.5)$$

$$\frac{\quad}{6}$$

$$B= 7.08$$

$$AB= 1 (114 + 87.1 - 88.9 + 104.5)$$

$$\frac{\quad}{2(3)}$$

$$AB= 1 (7.7)$$

$$\frac{\quad}{6}$$

$$AB= 1.28$$

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

6.3.2) RESULTADOS

A=35.4

B=7.08

AB=1.28

6.3.3) INTERPRETACION

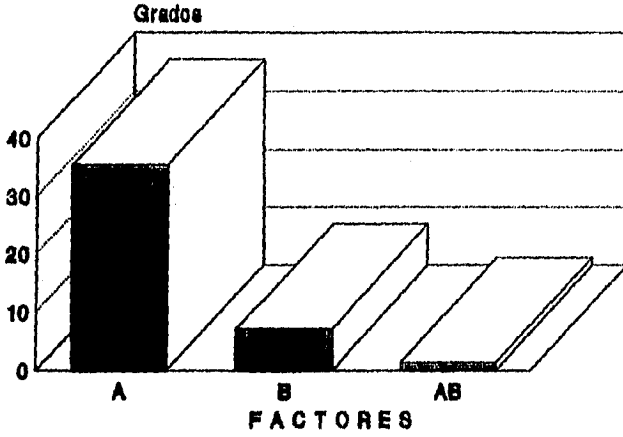
De los resultados obtenidos se observa que el factor A contribuye significativamente en el brillo, seguido del factor B. La interacción de ambos factores no afecta significativamente en el brillo.

6.3.4) CONCLUSIONES

Del experimento se concluye lo siguiente: el coalescente es un ingrediente que afecta considerablemente al brillo del recubrimiento por lo que se tomará el nivel alto del factor del 9%.

Brillo a 20

Figura 23 Interpretacion de Resultados Experimentales



Factor A=Coalescente
Factor B=Tensoractivo

6.4) Dureza

Objetivo: Determinar la dureza con la resina que se esta empleando.

Condiciones de Experimentación:La dureza se midió a 24 hrs. de secado, sobre superficie de vidrio, a 1.5 milésimas de espesor de película seca.

FACTORES EN EL RECUBRIMIENTO:

| | | |
|---------------|---|--------|
| Pigmento | : | 20.00% |
| Resina | : | 60.00% |
| Espesante | : | 1.00% |
| Antiespumante | : | 0.06% |
| Coalescente | : | 2.40% |

6.4.1) Resultado

La medición fue efectuada con lápices de diferente escala con una fuerza de 300 lbs. como constante, se registró un resultado de 4B.

6.4.2) Conclusión

La dureza que registró el recubrimiento fue muy débil, por lo que se empleará la combinación con otra resina, con la finalidad que adquiera esta propiedad sin alterar las otras.

6.5) Brillo, Dureza y Envejecimiento

Objetivo:Determinar el brillo, dureza y el envejecimiento (amarillamiento) , con la combinación de dos resinas en el recubrimiento, con la finalidad de que el recubrimiento adquiriera dureza, sin que se pierda el brillo ni aumente el amarillamiento.

]

Diseño Factorial:Se uso un diseño factorial 2 con una réplica.

Condiciones de experimentación:En el caso de la dureza se usaron lápices con diferentes escalas, con una fuerza de aplicación de 300 lbs., sobre una superficie de vidrio a 24 hrs. de secado con 3 milésimas de espesor de película húmeda.Para la medición del brillo se usó el brillómetro Hunter a 20° y 60°, sobre superficie de cartón simulando madera, a 6 milésimas de espesor de película húmeda y un tiempo de secado de 24 hrs..En el caso del envejecimiento o amarillamiento se usó el medidor LAB, leyendo la coordenada y.

FACTORES FIJOS

Pigmento : 20.00%
Antiespumante: 0.06%
Espesante : 1.00%

| | - | + |
|-----------------------|-----|-----|
| FACTOR A: RESINA 60 | 25% | 35% |
| FACTOR B: RESINA 37 | 25% | 35% |
| FACTOR C: COALESCENTE | 6% | 9% |

Figura N° 24

Diagrama de Factores a diferentes niveles

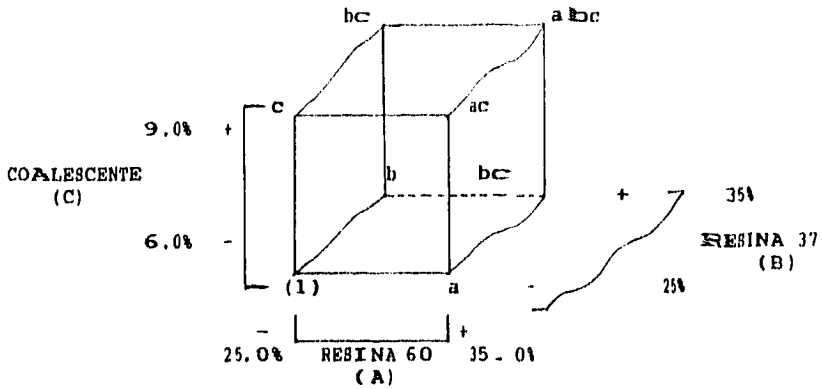


Tabla N° 22 Signos algebraicos para calcular los efectos en un

3

Diseño 2

| CORRIDA | COMBINACIONES DE TRATAMIENTOS | | | | | | | |
|---------|----------------------------------|---|---|---|----|----|----|-----|
| | | A | B | C | AB | AC | BC | ABC |
| 1 | (1) | - | - | - | + | + | + | - |
| 2 | a | + | - | - | - | - | + | + |
| 3 | b | - | + | - | - | + | - | + |
| 4 | ab | + | + | - | + | - | - | - |
| 5 | c | - | - | + | + | - | - | + |
| 6 | ac | + | - | + | - | + | - | - |
| 7 | bc | - | + | + | - | - | + | - |
| 8 | abc | + | + | + | + | + | + | + |

DESARROLLO

Fórmulas:

$$A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc] \dots\dots 1$$

$$B = \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac] \dots\dots 2$$

$$C = \frac{1}{4n} [c - ab + bc + abc - (1) - a - b + ac] \dots\dots 3$$

$$AB = \frac{1}{4n} [ab - a - b + abc + (1) - ac - bc + c] \dots\dots 4$$

$$AC = \frac{1}{4n} [ac - a + b + abc + (1) - ab - bc - c] \dots\dots 5$$

$$BC = \frac{1}{4n} [bc + a - b + abc + (1) - ac - ab - c] \dots\dots 6$$

$$ABC = \frac{1}{4n} [c + a + b + abc - (1) - ac - ab - bc] \dots \dots \dots ?$$

4n

Donde n= número de réplicas.

Resultados

Brillo a 60°, lecturas medidas con brillómetro Hunter a 24 hrs. de secado.

Tabla N° 23 Resultados Experimentales de Brillo a 60°

| Combinación de Tratamientos | <u>Réplicas</u> | | | TOTAL |
|--------------------------------|-----------------|------|------|-------|
| | I | II | III | |
| (1) | 67.0 | 66.5 | 66.0 | 199.5 |
| a | 75.7 | 76.0 | 75.5 | 227.2 |
| c | 76.5 | 75.0 | 75.2 | 226.7 |
| ac | 83.5 | 84.0 | 84.5 | 252.0 |
| b | 68.5 | 69.0 | 69.0 | 206.5 |
| bc | 79.0 | 80.0 | 80.0 | 239.0 |
| ab | 72.0 | 72.5 | 72.8 | 217.3 |
| abc | 81.5 | 80.7 | 82.0 | 244.2 |

SUSTITUCION

$$A = [227.2 - 199.5 + 217.3 - 206.5 + 252 - 226.7 + 244.2 - 239]$$

—

12

$$A = 5.75$$

$$B = [206.5 + 217.3 + 239 + 244.2 - 199.5 - 227.2 - 226.7 - 252]$$

—

12

$$B = 0.13$$

$$C = [226.7 - 217.3 + 239 + 244.2 - 199.5 - 227.2 - 206.5 + 252]$$

—

12

$$C = 9.28$$

$$AB = [217.3 - 227.2 - 206.5 + 244.2 + 199.5 - 252 - 239 + 226.7]$$

—

12

$$AB = -3.08$$

$$AC = [252 - 227.2 + 206.5 + 244.2 + 199.5 - 217.3 - 239 - 226.7]$$

—

12

$$AC = -0.66$$

$$BC = (239 + 227.2 - 206.5 + 244.2 + 199.5 - 252 - 217.3 - 226.7)$$

—
12

$$BC = 0.61$$

$$ABC = (226.7 + 227.2 + 206.5 + 244.2 - 199.5 - 252 - 217.3 - 239)$$

—
12

$$ABC = -0.26$$

RESULTADOS

$$A = 5.75$$

$$AB = -3.08$$

$$B = 0.13$$

$$AC = -0.66$$

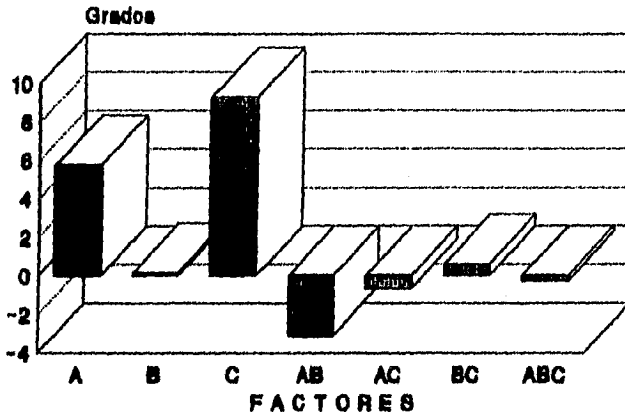
$$C = 9.28$$

$$BC = 0.61$$

$$ABC = -0.26$$

Brillo a 60

Figura 25 Interpretación de Resultados Experimentales



Factor A-Resina 80
Factor B-Resina 87
Factor C-Cealecente

6.5.1) Dureza

La dureza se midió a 24 hrs. de secado, sobre superficie de vidrio, a 1.5 milésimas de espesor de película seca. La medición fue efectuada con lápices de diferente escala con una fuerza de 300 lbs como constante.

Tabla N° 24 Resultados Experimentales de Dureza

Resultados:

| | |
|-----|----|
| (1) | 6B |
| a | 5B |
| b | 4H |
| c | 5B |
| ab | 6B |
| ac | 4B |
| bc | 4B |
| abc | 1B |

6.5.2) Envejecimiento

Tabla N° 25 Resultados Experimentales de Envejecimiento

| | |
|-----|--------|
| (1) | 0.0069 |
| a | 0.0084 |
| b | 0.0075 |
| c | 0.0087 |
| ab | 0.012 |
| ac | 0.0098 |
| bc | 0.010 |
| abc | 0.010 |

Consultando la Tabla N° 22 y sustituyendo en las fórmulas se obtiene lo siguiente:

SUSTITUCION :

$$A = (0.0084 - 0.0069 + 0.012 - 0.0075 + 0.0098 - 0.0087 + 0.010 - 0.010)$$

4

$$A = 0.001775$$

$$B = (0.0075 + 0.012 + 0.010 + 0.010 + 0.0069 - 0.0084 - 0.0087 - 0.0098)$$

4

$$B = 0.004875$$

$C = \{0.0087 - 0.012 + 0.010 + 0.010 - 0.0069 - 0.0084 - 0.0075 + 0.0098\}$

—
4

$C = 0.00925$

$AB = \{0.012 - 0.0084 - 0.0075 + 0.010 + 0.0069 - 0.0098 - 0.010 + 0.0087\}$

—
4

$AB = 0.000475$

$AC = \{0.0098 - 0.0084 + 0.0075 + 0.010 + 0.0069 - 0.012 - 0.010 - 0.0087\}$

—
4

$AC = -0.001225$

$BC = \{0.010 + 0.0084 - 0.0075 + 0.010 + 0.0069 - 0.0098 - 0.012 - 0.0087\}$

—
4

$BC = -0.000675$

$ABC = \{0.0087 + 0.0084 + 0.0075 + 0.010 - 0.0069 - 0.012 - 0.010\}$

—
4

$ABC = 0.004125$

6.5.3) RESULTADOS

A=0.001775

AB=0.000475

B=0.004875

AC=-0.001225

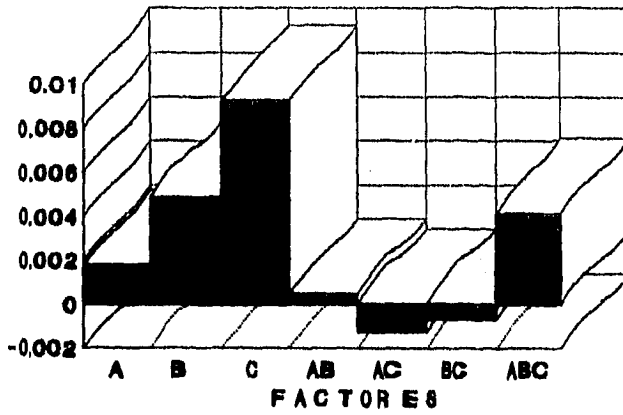
C=0.00925

BC=-0.000675

ABC=0.004125

Envejecimiento

Figura 26 Interpretación de Resultados Experimentales



Factor A-Resina 60
Factor B-Resina 67
Factor C-Calcio

6.5.4) Conclusión

De los resultados anteriores, en cuanto al brillo se refiere, determinamos que el factor C (Coalescente) influye notablemente al mismo (gráfica N°8), seguido del factor A (Resina 60) este factor ayudará a aumentarlo por lo que una combinación adecuada de ambos nos proporcionará un excelente brillo, el factor B (Resina 37) no presenta un efecto negativo por lo que no matizará al recubrimiento, pero tampoco lo beneficiará en esta propiedad. En la dureza el experimento b es quien registró un nivel mas alto de 4H, en la formulación de este experimento resulta que el factor B esta en su nivel mas alto y los factores A y C en los niveles mas bajos, por lo que la Resina 37 beneficia considerablemente a la dureza, observando los demás experimentos nos damos cuenta que el coalescente no afecta considerablemente a la dureza y la Resina 60 si la modifica, por lo que lo conveniente sería manejar una relación de resinas de:

La resina 60 en su nivel mas bajo, la resina 37 en su nivel mas alto, como ya se observó el brillo no se ve alterado negativamente por este factor , y el coalescente como no afecta a la dureza y si beneficia notablemente al brillo en su nivel más alto; Cabe mencionar que aunque la Resina 60 ayuda al brillo pero afecta a la dureza se optó por tomar el nivel bajo, aun con este nivel el brillo alcanzado es bastante aceptable, compensandose con el nivel de coalescencia alto. Por último vendría a ser el envejecimiento el factor A es el que contribuye en menor grado, seguido del B y por ultimo el C, la diferencia entre el valor mayor y el menor es

despreclable, por lo que el nivel que se elija en la formulación no afectará la propiedad citada. Por lo anterior podemos seleccionar las siguientes variables en la formulación:

Resina A : 25.00%

Resina B : 35.00%

Coalescente: 9.00%

Se definió al factor A en el nivel más bajo y al factor B en el nivel más alto, ya que una combinación de ambos, en los niveles ya indicados favorecen notablemente a la dureza y no se altera considerablemente el brillo. El factor C, que es el coalescente, en el nivel alto para que el recubrimiento adquiriera un buen nivelamiento y por consiguiente un alto brillo.

6.6)

ESMALTE BASE AGUA BLANCO DE ALTO BRILLO

PARA INTERIORES Y EXTERIORES EN MADERA, METAL Y PLASTICO RIGIDO

FORMULA DEBARROLLADA

| | | |
|-----------------|---|--------|
| Resina A | : | 25.00% |
| Resina B | : | 35.00% |
| Pigmento | : | 20.00% |
| Espesante | : | 1.00% |
| Antiespumante | : | 0.06% |
| Coalescente | : | 9.00% |
| Biocida | : | 0.15% |
| Anticorrosivo | : | 0.15% |
| Regulador de pH | : | 0.15% |
| Agua | : | 9.49% |

TOTAL **100.00%**

Observaciones: En lo que se refiere al Biocida se agrega si el producto requiriere una vida de anaquel prolongada, con el objeto de no permitir la proliferación de microorganismos que alteren propiedades en la pintura. El anticorrosivo prevendrá una posible corrosión al aplicar el recubrimiento sobre metal que no tenga primario, o sin previo tratamiento. El regulador de pH es necesario para evitar que el mismo pH vire, provocando un desequilibrio en el sistema, con las consecuencias de una pérdida en propiedades del recubrimiento.

Tabla N° 26

Evaluación del Producto Terminado

| | | |
|---------------------------------|---|-------------------|
| | 2 | |
| * m / lt a cubriente completo : | | 9.65 |
| * Blancura | | : 92.70 |
| * Amarellamiento | | : 0.009 |
| * Brillo a 60° | | : 89.50 |
| * Densidad a 25°C gr/ml | | : 1.227 |
| * Finura | | : 7.0 H |
| * Sólidos en peso | | : 47.0% |
| * pH | | : 8.5 a 9.5 |
| * Sólidos en Volumen | | : 43% |
| * "VOC" | | : 110 grs/lt |
| * Viscosidad | | : 3000 a 3500 Cps |

6.7) **Métodos de prueba**

Los Métodos de prueba que a continuación se presentan, tienen el objetivo de unificar patrones experimentales, para la realización de ellos, no se necesitan de sofisticados equipos y aparatos de medición, sino de uso convencional.

6.7.1) **Poder Cubriente**

Utilización de la teoría de Kubelka y Munk midiendo el poder de desviación de la luz de una película opaca, aplicada en una superficie de colores contrastantes (blanco y negro)

6.7.2) **Blancura**

Propiedad óptica basada en la determinación de la reflectancia de la luz blanca, utilizando un filtro verde, o el valor "Y" del sistema de color "CIE".

6.7.3) **Amarillamiento**

Tonalidad determinada por la función:

$$Y = \frac{R - A}{V}$$

R=Reflectancia usando filtro rojo
A=Reflectancia usando filtro azul
V=Reflectancia usando filtro verde

6.7.4) **Finura**

Uso del grindómetro con escala de 0 a 8.

6.7.5) **Sólidos en Peso**

Se toma un gramo de la muestra a 110°C durante una hora.

6.7.6) **Brillo**

Lecturas tomadas en el brillómetro Hunter a 20 y 60°.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

La sociedad mexicana debe concientizarse y estar cada vez mejor informada acerca de la ecología. Este trabajo presenta información acerca de la situación que prevalece en el país en cuanto a las emanaciones de compuestos volátiles orgánicos a la atmósfera, que se manifiestan al hacer uso de recubrimientos o pinturas base disolvente.

El usuario debe balancear el costo-beneficio y percatarse de las bondades que ofrece el usar una pintura con bajo "VOC", este recubrimiento puede aplicarse en interiores reducidos sin dejar olores desagradables, irritantes y nocivos para la salud provocados por los disolventes.

En este trabajo, se toca muy superficialmente, otras alternativas de elaboración de recubrimientos con bajo "VOC", tales como altos sólidos y alquidales reducibles en agua. Los sistemas de altos sólidos presentan un panorama muy favorable para su fabricación ya que son de fácil formulación, no requieren de una alta tecnología como los alquidales reducibles en agua o esmalte en emulsión pero, tienen la desventaja de no poder reducir el "VOC" mas abajo de 350 grs/lit. Los alquidales reducibles al agua son recubrimientos muy costosos, y de difícil formulación. Los sistemas antes mencionados pertenecen a un gran campo de experimentación y de conocimiento, y serian tema de otro trabajo.

El gobierno mexicano está próximo a oficializar el máximo "VOC" permitido en esmaltes de línea doméstica que será de 490 grs/lit., e ir reduciendo el "VOC" paulatinamente. Con esta norma

el beneficiado será , indudablemente, el consumidor; ya que adquirirá un producto de mejor calidad, permitiéndole ahorrar en mano de obra, disolventes adicionales como "thinner" o aguarrás porque solo tendrá que dar una sola mano en vez de dos, dado que el producto vendrá listo para aplicarse.

En cuanto a la parte técnica se refiere, en la elaboración del recubrimiento, es de suma importancia la selección adecuada de la resina, esta es el corazón del recubrimiento o pintura; Existen en el mercado distintas marcas, líneas y productos pero no todos funcionan o cumplen con los requerimientos en propiedades fisicoquímicas, tales como dureza, retención del color, reología, etc... La selección de los aditivos es un punto importante a considerarse, estos deben presentar compatibilidad y transparencia con la resina, de lo contrario el recubrimiento presentará una separación de fases, asentamientos, mal olor, etc. Otro aspecto primordial es el nivel y tipo de coalescente(s) que se emplean, de este punto se generan propiedades en el recubrimiento muy importantes como el brillo, el tiempo de secado, etc...

En el capítulo cinco se desarrolló el recubrimiento con diseño y análisis de experimentos, existen distintas técnicas tales como:

- Diseño por bloques incompletos
- Diseños factoriales
- Diseños jerárquicos, etc...

según el objetivo y las necesidades del experimentador, usara las distintas técnicas. En nuestro caso escogimos un diseño factorial, este diseño es muy eficiente para 2 ó 3 componentes en distintos niveles. Por diseño factorial se entiende aquel en el que se investigan todas las posibles combinaciones de los niveles de

los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento, así
pues, el uso adecuado de diseño y análisis de experimento es una
herramienta muy importante, que, actualmente se debe combinar con
un control de calidad total, para poder obtener un producto óptimo,
que compita en el mercado nacional e internacional.

BIBLIOGRAFIA

1. AMOCO. How to Process better Coating Resins with Amoco. Handbook.
2. BERKMAN, B. y Eglöff., Emulsions and Foams
3. BLANCO, A. M., Tecnología de pinturas y recubrimientos orgánicos
1a. Edición.
4. BRAGDON, C. R., Film Formation, Properties and Deterioration of Paint.
5. DARR D., Selección de Solventes en Recubrimientos de Pinturas y Tintas., Boletín Técnico de Jornadas Técnicas 1994. IMTPYT.
6. DAVIDSON, R. L. y Sitting, M., Water Soluble Resins
7. DOUGLAS C. Montgomery, Diseño y Análisis de Experimentos
Grupo Editorial Iberoamérica
9. FEDERATION SERIES ON COATING TECHNOLOGY, Resinas. Follato Técnico.
10. GARDNER, H.A. and Sward, G.G. Physical and Chemical Examination of Paint.
11. HOFFMAN, E., Measurement of Adhesion of Paint Films by the Schmidt test.
12. MACWORTHER, Alkyds and Emulsions. Waterborne Handbook.
13. MATTIELO, J.J. Protective and Decorative Coatings.
14. MONTIEL Tejada, Hilda, Pinturas y Recubrimientos Orgánicos
Tesis Profesional, México 1981.
15. PARKER, D.H. John Wiley & Sons., Principales of Surface Coating Technology.
16. PATTON., Resinas Alquídicas.
17. PINTURRERIAS N° 335 Septiembre 1979
18. REICHMOLD., Waterborne. Handbook.
19. SINGER, E., Fundamentals of Paint Technology.
20. SUDOVICH, M., The Importance of Low Dynamic Surface Tension in Waterborne Coating And Printing Inks., Boletín Técnico de Jornadas Técnicas 1994. IMTPYT.
21. TAYLOR, C.J. and Marks., Paint Technology Manuals.

BIBLIOGRAFIA

1. AMOCO. How to Process better Coating Resins with Amoco. Handbook.
2. BERKMAN, B. y Egloff., Emulsions and Foams
3. BLANCO, A.M., Tecnología de pinturas y recubrimientos orgánicos
1a. Edición.
4. BRAGDON, C.R., Film Formation, Properties and Deterioration of Paint.
5. DARR D., Selección de Solventes en Recubrimientos de Pinturas y Tintas. Boletín Técnico de Jornadas Técnicas 1994. IMTPYT.
6. DAVIDSON, R.L. y Sitting, M., Water Soluble Resins
7. DOUGLAS C. Motgomery, Diseño y Análisis de Experimentos
Grupo Editorial Iberoamérica
9. FEDERATION SERIES ON COATING TECHNOLOGY, Resinas. Folleto Técnico.
10. GARDNER, H.A. and Sward, G.G. Physical and Chemical Examination of Paint.
11. HOFFMAN, E., Measurement of Adhesion of Paint Films by the Schmidt test.
12. MACWORTHER., Alkyds and Emulsions. Waterborne Handbook.
13. MATTIELO, J.J. Protective and Decorative Coating.
14. MONTIEL Tejada, Hilda, Pinturas y Recubrimientos Orgánicos
Tesis Profesional, México 1981.
15. PARKER, D.H. John Wiley & Sons., Principales of Surface Coating Technology.
16. PATTON., Resinas Alquídicas.
17. PINTURRERIAS N°335 Septiembre 1979
18. REICHMOLD., Waterborne. Handbook.
19. SINGER, E., Fundamentals of Paint Technology.
20. SUDOVICH, M., The Importance of Low Dynamic Surface Tension in Waterborne Coating And Printing Inks. Boletín Técnico de Jornadas Técnicas 1994. IMTPYT.
21. TAYLOR, C.J. and Marks., Paint Technology Manuals .

22. WILSON N., Waterborne Soluble Resins., Boletín Técnico de Jornadas Técnicas 1993. IMTPYT.

APENDICE 1 Proyección de la Demanda del Recubrimiento con bajo "VOC"

A continuación se presenta la proyección de la demanda del recubrimiento elaborado, tomando los datos de la línea de esmalte doméstico desde 1987 a 1991 y proyectando la misma hasta 1997.

ECUACIONES

$$1) \quad r = a n + b \sum c$$

$$2) \quad r c = a \sum c + b \sum c^2$$

$$3) \quad r = a + b c \quad \text{Ecuación de proyección.}$$

donde n= Número de observaciones = 5
 c= Suma de número de años = 10
 r= Demanda nacional millones de litros

a y b las incógnitas

| | c | r | c ² | rc |
|------|---|-------|----------------|--------|
| 1987 | 0 | 44.00 | 0 | 0 |
| 1988 | 1 | 48.00 | 1 | 48.00 |
| 1989 | 2 | 52.70 | 4 | 105.4 |
| 1990 | 3 | 55.66 | 9 | 166.98 |
| 1991 | 4 | 58.77 | 16 | 235.08 |

$$\sum c = 10 \quad \sum r = 259.13 \quad \sum c^2 = 30 \quad \sum rc = 555.46$$

Sustituyendo los valores en las ecuaciones 1 y 2

$$4) \quad 259.13 = 5a + 10b$$

$$5) \quad 555.46 = 10a + 30b$$

Resolviendo las ecuaciones 4 y 5

$$a = 44.38$$

$$b = 3.72$$

Por lo tanto la ecuación es:

$$r = 44.38 + 3.72c$$

Sustituyendo los valores que va tomando c , se obtiene:

| | | |
|------|----|-----------------------------------|
| 1987 | 0 | $r = 44.38 + 3.72 (0) = 44.38$ |
| 1988 | 1 | $r = 44.38 + 3.72 (1) = 48.10$ |
| 1989 | 2 | $r = 44.38 + 3.72 (2) = 51.82$ |
| 1990 | 3 | $r = 44.38 + 3.72 (3) = 55.54$ |
| 1991 | 4 | $r = 44.38 + 3.72 (4) = 59.26$ |
| 1992 | 5 | $r = 44.38 + 3.72 (5) = 62.98$ |
| 1993 | 6 | $r = 44.38 + 3.72 (6) = 66.70$ |
| 1994 | 7 | $r = 44.38 + 3.72 (7) = 70.42$ |
| 1995 | 8 | $r = 44.38 + 3.72 (8) = 74.14$ |
| 1996 | 9 | $r = 44.38 + 3.72 (9) = 77.86$ |
| 1997 | 10 | $r = 44.38 + 3.72 (10) = 81.58$ |

La proyección calculada para 1997 es de 81.58 millones de litros.

APENDICE 2 Pinturas o Barnices. Importación Definitiva.
Fracción-País.

| PAIS | ENE-DIC89 | | ENE-DIC90 | |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | VAL USD | VOL(LTS) | VAL USD | VOL(LTS) |
| ALEMANIA FEDERAL | 1,019,625 | 255,226 | 811,449 | 280,555 |
| ALEMANIA DEMOCRATICA | 8,950 | 3,600 | 0 | 0 |
| ANTILLAS HOLANDESAS | 39,010 | 10,960 | 0 | 0 |
| ARGENTINA | 0 | 0 | 13,667 | 4330 |
| AUSTRIA | 3521 | 111 | 0 | 0 |
| BAHAMAS, ISLAS | 0 | 0 | 9277 | 2598 |
| BELGICA-LUXEMBURGO | 1941 | 280 | 0 | 0 |
| BRASIL | 226 | 43 | 205 | 79 |
| CANADA | 4873 | 899 | 2162 | 165 |
| COLOMBIA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COREA DEL NORTE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COREA DEL SUR | 34,001 | 10,800 | 64,551 | 19,800 |
| CHECOSLOVAQUIA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHINA NAL(TAIWAN) | 0 | 0 | 126 | 100 |
| DINAMARCA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EL SALVADOR | 220 | 64 | 0 | 0 |
| ESPAÑA | 479 | 47 | 6177 | 1036 |
| ESTADOS UNIDOS | 2,722,815 | 1,231,678 | 2,893,002 | 1,111,668 |
| FRANCIA | 53,550 | 23,204 | 849 | 10 |
| GUATEMALA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HOLANDA | 0 | 0 | 93,917 | 25,102 |
| HONG KONG | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ITALIA | 43,109 | 14,896 | 12,379 | 2,840 |
| JAPON | 6055 | 754 | 7,090 | 413 |
| NUEVA ZELANDIA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PAISES BAJOS(INC HOL) | 200,482 | 61,404 | 0 | 0 |
| QATAR | 0 | 0 | 387 | 70 |
| REINO UNIDO | 22,727 | 2160 | 1,410 | 282 |
| SUECIA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUIZA | 8,607 | 1,633 | 2,851 | 144 |
| TAILANDIA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VENEZUELA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHINA POPULAR | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NO DECLARADOS | 260 | 25 | 113 | 16 |
| T O T A L | 4,169,491 | 1,617,784 | 3,919,652 | 1,449,110 |

Fte. Secretaria de Fomento y Comercio Industrial
Subsecretaria de Comercio Exterior
Dirección General de Política de Comercio Exterior

Pinturas o Barnices. Importación Definitiva.
Fracción-País.

| PAIS | ENE-DIC91 | | ENE-DIC92 | |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | VAL USD | VOL(LTS) | VAL USD | VOL(LTS) |
| ALEMANIA FEDERAL | 9449,750 | 201,738 | 771,154 | 56,859 |
| ALEMANIA DEMOCRATICA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ANTILLAS HOLANDEASAS | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ARGENTINA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AUSTRIA | 26 | 40 | 786 | 280 |
| BAHAMAS, ISLAS | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BELGICA-LUXEMBURGO | 5 | 5 | 66,964 | 19,875 |
| BRASIL | 9886 | 2110 | 668 | 979 |
| CANADA | 15743 | 3782 | 30 | 98 |
| COLOMBIA | 0 | 0 | 11762 | 2689 |
| COREA DEL NORTE | 33201 | 10000 | 27848 | 10081 |
| COREA DEL SUR | 0 | 0 | 4 | 2 |
| CHECOSLOVAQUIA | 11 | 1 | 0 | 0 |
| CHINA NAL(TAIWAN) | 637 | 277 | 2642 | 623 |
| DINAMARCA | 154 | 6 | 331 | 15 |
| EL SALVADOR | 220 | 64 | 0 | 0 |
| ESPAÑA | 19466 | 3784 | 92115 | 18265 |
| ESTADOS UNIDOS | 4398696 | 1551898 | 5921901 | 2081056 |
| FRANCIA | 3264 | 68 | 38125 | 27654 |
| GUATEMALA | 0 | 0 | 1102 | 589 |
| HOLANDA | 70535 | 19619 | 3120 | 1058 |
| HONG KONG | 0 | 0 | 3467 | 1523 |
| ITALIA | 7293 | 2338 | 258990 | 74159 |
| JAPON | 6055 | 754 | 7,090 | 413 |
| NUEVA ZELANDIA | 14 | 1 | 0 | 0 |
| PAISES BAJOS(INC HOL) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| QATAR | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REINO UNIDO | 108 | 13 | 4474 | 627 |
| SUECIA | 6869 | 600 | 3233 | 335 |
| SUIZA | 266749 | 23523 | 1523975 | 1264058 |
| TAILANDIA | 687 | 96 | 0 | 0 |
| VENEZUELA | 0 | 0 | 1774 | 951 |
| CHINA POPULAR | 0 | 0 | 5745 | 4235 |
| NO DECLARADOS | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T O T A L | 6,334,479 | 1,821,351 | 8,859,257 | 2,464,589 |

Pte. Secretaria de Fomento y Comercio Industrial
Subsecretaria de Comercio Exterior
Dirección General de Política de Comercio Exterior

APENDICE 3

Pinturas o Barnices. Exportación Definitiva.
Fracción-País.

| PAIS | ENE-DIC89 | | ENE-DIC90 | |
|----------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | VAL USD | VOL(LTS) | VAL USD | VOL(LTS) |
| ALEMANIA FEDERAL | 425 | 207 | 0 | 0 |
| COLOMBIA | 41,169 | 18,293 | 74,531 | 9,614 |
| COSTA RICA | 5,660 | 438 | 0 | 0 |
| CUBA | 20 | 120 | 3,118 | 2,323 |
| CHILE | 5 | 69 | 0 | 0 |
| ESTADOS UNIDOS | 29,705 | 15,342 | 86,670 | 51,060 |
| FRANCIA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GUATEMALA | 5,535 | 5,020 | 7,538 | 2,509 |
| HOLANDA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HONG KONG | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JAPON | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PUERTO RICO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REINO UNIDO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REPUBLICA DOMINICANA | 100 | 271 | 0 | 0 |
| URUGUAY | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VENEZUELA | 113 | 35 | 0 | 0 |
| CHINA POPULAR | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T O T A L | 82,732 | 39,795 | 171,857 | 65,506 |

Pte. Secretaria de Fomento y Comercio Industrial
Subsecretaria de Comercio Exterior
Dirección General de Política de Comercio Exterior

Pinturas o Barnices.Exportación Definitiva.
Fracción-País.

| PAIS | ENE-DIC 91 | | ENE-DIC 92 | |
|----------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | VAL USD | VOL(LTS) | VAL USD | VOL(LTS) |
| ALEMANIA FEDERAL | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COLOMBIA | 2,810 | 508 | 0 | 0 |
| COSTA RICA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CUBA | 17 | 24 | 4,463 | 434 |
| CHILE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESTADOS UNIDOS | 143,325 | 31,330 | 150,867 | 80,137 |
| FRANCIA | 0 | 0 | 85 | 0 |
| GUATEMALA | 3,307 | 3,252 | 15,375 | 3,191 |
| HOLANDA | 49,820 | 29,820 | 0 | 0 |
| HONG KONG | 0 | 0 | 29,610 | 9,200 |
| JAPON | 0 | 0 | 74 | 25 |
| PUERTO RICO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REINO UNIDO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REPUBLICA DOMINICANA | 0 | 0 | 871 | 4,200 |
| URUGUAY | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VENEZUELA | 113 | 35 | 648 | 511 |
| CHINA POPULAR | 0 | 0 | 390 | 580 |
| T O T A L | 199,392 | 64,969 | 202,383 | 98,278 |

Fte.Secretaría de Fomento y Comercio Industrial
Subsecretaría de Comercio Exterior
Dirección General de Política de Comercio Exterior