

50521
19



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE
RECURBIMIENTOS ANTICORROSIVOS DE ALTO
RENDIMIENTO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A :
LUCIY ARLETT FUENTES HERRERA

ASESOR: M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO TEJEDA

MÉXICO, D. F.

DICIEMBRE DEL 2003

TESIS CON
ORIGEN

A



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.

PAGINACIÓN DISCONTINUA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/079/02

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNA: FUENTES HERRERA LUCIY ARLETT
P r e s e n t e .

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

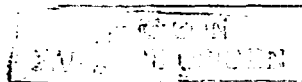
Presidente:	I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández
Vocal:	M. en I. Pablo Eduardo Valero Tejada
Secretario:	I.Q. Guillermo Gaspar Grimaldo
Suplente:	I.Q. Judith Ventura Cruz
Suplente:	I.Q. Juan Zito Reyes Arce

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., 4 de Octubre del 2002.

EL JEFE DE LA CARRERA

M. EN C. ANDRES AQUINO CANCHOLA



3



Doy gracias a mi Papá Herlindo que gracias a su fortaleza, amor y comprensión son los factores que me han impulsado a salir adelante.

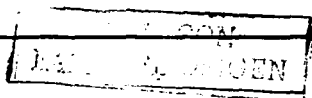
Doy gracias a mi Mamá Silvia que con su ejemplo, amor y sencillez han creado en mí un infinito deseo de triunfar.

Doy gracias al cariño que mis Hermanos Jhonny, Hugo y Neli me demuestran día con día y por el haberme impulsado a salir adelante.

Doy gracias a Dios por la maravillosa familia que medio por que gracias a ellos y por ellos yo soy lo que soy.

*Atentamente
Luciy Arlette Fuentes Herrera*

C





*Gracias a mis grandes
amigos por su gran apoyo
que me brindaron y por su
infinita amistad gracias:
Erika, Monserrat, Carlos,
Ernesto, Silvia, Cinthia,
Antonio, Eneidalda, Miguel,
Cesar, Esmeralda, Adolfo e
Israel.*

1

TESIS CON
TALLA DE ORIGEN

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

CONTENIDO		PAGINAS
CAPITULO I		
Introducción		VIII
CAPITULO II		
TEORIA DE LA CORROSIÓN		
II.1.1	Pérdidas indirectas	2
II.1.2	Pérdidas directas	3
II.2	Corrosión por ataque uniforme	3
II.3	Corrosión electroquímica	5
	Corrosión galvánica o bimetálica	5
	Corrosión por celdas	9
II.4	Corrosión intercrystalina	10
II.5	Corrosión por disolución selectiva	11
II.6	Corrosión por grafitización	12
II.7	Corrosión por desgaste	12
II.8	Corrosión por tensión o esfuerzo	13
II.9	Corrosión por fatiga	13
II.10	Corrosión por daño por hidrógeno	13
	Ampollas de hidrógeno	14
	Fragilización por hidrógeno	15
II.11	Corrosión - erosión	15
II.12	Corrosión biológica	15
CAPITULO III		
		17
SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVA Y RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS.		
III.	Métodos de protección	18
III.1	Selección de materiales de construcción	18



III.2	Alteraciones de medio corrosivo	18
III.3	Diseño anticorrosivo	18
III.4	Protección catódica y anódica	19
III.5	Recubrimientos anticorrosivos	19
III.5.1	Por el tipo de función que va a desempeñar el recubrimiento una vez aplicado	20
III.5.2	Por el procedimiento que requiere el recubrimiento para mezclar sus propiedades o características de operación o comportamiento	20
III.5.2.1	Recubrimientos en un solo componente de secado al aire secado al aire.	20
III.5.2.2	Recubrimientos de dos componentes de secado al aire	21
III.5.2.3	Recubrimientos cuyos curados son de altas temperaturas	21
III.5.3	Por el tipo de resina o agente aglutinante formador de película usado en la fabricación de los mismos.	21
III.5.3.1	Recubrimientos alquidáticos.	21
III.5.3.2	Recubrimientos vinílicos.	22
III.5.3.3	Recubrimientos epóxicos.	23
III.5.3.4	Recubrimientos de hule clorado.	24
III.5.3.5	Recubrimientos fenólicos.	24
III.5.3.6	Recubrimientos de silicón.	25
III.5.3.7	Recubrimientos acrílicos.	25
III.5.3.8	Recubrimientos de zinc.	26
	Recubrimientos orgánicos ricos en zinc	26
	Recubrimientos inorgánicos ricos en zinc	26
III.5.3.9	Recubrimientos antivegetativos	28
III.5.3.10	Recubrimientos de poliuretano	28
III.5.3.11	Recubrimientos epóxi - alquitran de hulla	30
III.5.3.12	Recubrimientos vinil - acrílicos.	30
III.5.3.13	Recubrimientos vinil - epóxicos	30
III.5.4	Sistemas de recubrimientos	31
III.5.4.1	Primarios	33
III.5.4.2	Intermedios o enlaces	34
III.5.4.3	Acabados o capas finales	35

**CAPITULO IV****RECUBRIMIENTOS PARA PROTECCIÓN
ACTICORROSIVA**

		36
IV.1	Primario de zinc 100% (RP-4 tipo B)	37
IV.2	Primario de cromato de zinc (RP-2)	41
IV.3	Primario epóxico catalizado (RP-6)	44
IV.4	Primario vinil epóxico modificado (RP-7)	47
IV.5	Esmalte alquidálico brillante (RA-20)	50
IV.6	Acabado epóxico catalizado (RA-21)	55
IV.7	Acabado epóxico catalizado de altos sólidos (RA-26)	58
IV.8	Acabado de poliuretano (RA-28)	62
IV.9	Recubrimientos para altas temperaturas (RE-30 tipo B)	66
IV.10	Requisitos de manejo e identificación.	69
IV.11	Métodos de prueba	71

CAPITULO V**VARIABLES QUE MODIFICAN EL
COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE
RECUBRIMIENTOS.**

		73
V.1	Métodos de aplicación	74
V.1.1	Importancia, ventajas y limitaciones de una aplicación apropiada	74
V.1.2	Preparación del recubrimiento	75
V.1.3	Métodos de aplicación	76
	Aplicación en el sitio	77
	Aplicación en la planta	77
V.1.3.1	Aplicación con brocha	78
V.1.3.2	Aplicación con pads	78
V.1.3.3	Aplicación con rodillo	79
V.1.3.4	Aplicación por pulverización (aspersión)	80
V.1.3.5.1	Aspersión con aire (convencional)	81



V.1.3.5.2	Aspersión sin aire	84
V.1.3.5.3	Aspersión sin aire asistida con aire.	87
V.1.3.5.4	Aspersión electrostática	87
V.1.3.5.4	Aspersión de pluri - componentes.	88
V.1.3.5.5	Aspersión en caliente	90
V.1.3.5.6	Robótica	91
V.1.3.5.7	Recubrimiento por inmersión.	92
V.4	Preparación de la superficie	94
V.4.1	Métodos de limpieza y acondicionamiento para metales	96
V.4.1.1	Limpieza manual	96
V.4.1.2	Limpieza con herramientas mecánicas	96
V.4.1.3	Decapado	96
V.4.1.4	Limpieza con flama	97
V.4.1.5	Limpieza por sopleteado (chorro de arena "Sandblast")	97

CAPITULO VI

ESTUDIO DE MERCADO 100

VI.1	Demanda	101
VI.2	Oferta	104
VI.3	Producción	106
VI.4	Importación	107
VI.5	Exportación	108
VI.6	Consumo aparente	109

CAPITULO VII

ESTUDIO TÉCNICO. 111

VII.1	Análisis de procesos	112
VII.1.1	Productos y denominación	112
VII.2	Descripción detallada de los procesos	113

PRECIS CON
FALLA DE ORIGEN



VII.1.2.1	Descripción del proceso para producción de primario de cromato de zinc (RP-2)	113
VII.1.2.2	Descripción del proceso para la producción de primario de zinc 100% (RP-4 Tipo "B")	116
VII.1.2.3	Descripción del proceso para la producción de Primario epóxico catalizado (RP-6)	118
VII.1.2.4	Descripción del proceso para la producción de primario vinil epóxico modificado (RP-7)	122
VII.1.2.5	Descripción del proceso para la producción de esmalte alquidílico brillante (RA-20)	125
VII.1.2.6	Descripción del proceso para la producción de acabado epóxico catalizado (RA-21)	128
VII.1.2.7	Descripción del proceso para la producción de acabado de altos sólidos (RA-26)	132
VII.1.2.8	Descripción del proceso para la producción de acabado de poliuretano (RA-28)	137
VII.1.2.9	Descripción del proceso para la producción de recubrimiento para altas temperaturas (RE-30 Tipo "B")	141
VII.1.3	Análisis de riesgos por medio del método "Qué pasa si"	143
VII.1.3	Cedulas de requerimientos	146
VII.1.3.1	Materias primas	146
VII.1.3.2	Servicios auxiliares	147
VII.1.3.3	Lista de equipo	148
VII.1.3.3.1	1 Equipo de proceso	148
VII.1.3.3.2	Equipo de transporte	150
VII.1.3.3.3	Equipo de oficina	150
VII.1.3.3.4	Equipo auxiliar	150
VII.1.3.3.5	Edificios y construcciones requeridas	150
V.1.3.3.4	Personal requerido	151
VII.1.4	Localización de la planta	152

**CAPITULO VIII****EVALUACIÓN FINANCIERA**

		154
VIII.1	Estimado de inversión	155
VIII.1.1	Inversión total	156
VIII.1.2	Activos fijos	156
VIII.1.3	Activos diferidos	158
VIII.1.4	Capital de trabajo	159
VIII.2	Estructura financiera	160
VIII.3	Determinación de los Requerimientos de materias primas para la producción de recubrimientos anticorrosivos	162
VIII.3.1	Determinación de los Requerimientos de servicios auxiliares para la producción de recubrimientos anticorrosivos	168
VIII.4	Presupuesto de ingresos de recubrimientos anticorrosivos	170
VIII.5	Presupuesto de egresos de recubrimientos anticorrosivos	171
VIII.6	Estado de resultados de recubrimientos anticorrosivos	173
VIII.7	Estado de flujo de efectivo de recubrimientos anticorrosivos	174
VIII.8	Índices o parámetros recubrimientos anticorrosivos	175
VIII.9	Análisis de sensibilidad	178

CAPITULO IX

		185
	Conclusiones	186
	Lista de figuras	189
	Lista de graficas	190
	Lista de tablas	191
	Bibliografía	197



CAPITULO

I

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Considerando que el fenómeno de la corrosión es un mecanismo natural que afecta de alguna manera a toda la materia. El estudio de la corrosión es sumamente importante y este puede apreciarse a través de nuevas áreas significativas.

La primera de ellas es la económica, que incluye el objetivo de reducir las pérdidas materiales resultantes del deterioro por problemas de corrosión en tuberías, tanques de almacenamiento, equipo, componentes metálicos de maquinaria, barcos, puentes, estructuras marinas, etc. La segunda área se refiere al factor seguridad y consiste en el adecuado mantenimiento a que deben estar sujetos todos los equipos en operación, a los cuales los procesos corrosivos pueden afectar con consecuencias graves; son ejemplos de estos equipos los recipientes a presión, calentadores, contenedores metálicos para materiales radiactivos, aspas y rotores de turbinas, cables de puentes, componentes de aviones, mecanismos de conducción de automóviles, etc. La tercer área y no menos importante es la relacionada con la conservación, aplicada principalmente a las fuentes metálicas, ya que el suministro de metales en el mundo es limitado y la pérdida de ellos incluye las correspondientes pérdidas de las reservas de agua y energía asociadas con la producción y fabricación de estructuras metálicas.

Se ha observado que con el paso de los años, el estudio de la corrosión ha llegado a ser un renglón muy importante debido a la necesidad de encontrar formas de protección anticorrosivas lo suficientemente eficaces para lograr un mayor control de este fenómeno natural que tantas pérdidas y daños ocasiona y puede afirmarse que durante los años recientes los problemas de corrosión han disminuido considerablemente gracias al empleo de métodos de protección como por ejemplo la aplicación de recubrimientos anticorrosivos que resultan ser de máxima eficiencia de protección contra la corrosión y que hoy en día en numerosos casos son el único medio de protección de los metales. Por tal motivo el objetivo de este trabajo es el de poder determinar cuales son los recubrimientos más



eficaces y realizar un estudio de proceso a fin de poder efectuar una Evaluación económica para determinar si la instalación de una planta productora de recubrimientos anticorrosivos es factible instalarla y con ello poder aportar nuevas tecnologías de sistemas de recubrimientos para prevenir la corrosión en las diferentes presentaciones de metal tales como: equipo electrodoméstico, carrocerías de automóviles, construcción de edificios, conservación de instalaciones industriales, marinas, puentes, barcos, etc. Y con ello evitar muchos daños y pérdidas.





CAPITULO

II

TEORÍA DE CORROSIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



INTRODUCCIÓN

El estudio de corrosión hoy en día es de gran importancia ya que existen diversas áreas que se ven beneficiadas debido a su estudio; tal como es el área económica, el área de seguridad y conservación. Es por ello que en este capítulo se hace referencia a los diferentes tipos de corrosión presentes en el deterioro de metales.

II TEORIA DE LA CORROSIÓN

Existen múltiples maneras de definir lo que es la corrosión, cada una de las cuales expresan las consecuencias destructivas de este fenómeno. Entre las definiciones más significativas tenemos las siguientes:

- > La destrucción o deterioración de un material por reacción con su medio ambiente.
- > La destrucción de los materiales por medios que no son directamente mecánicos.

Las definiciones anteriores abarcan a todos los materiales que se utilizan en la industria de la construcción. En el caso de los materiales metálicos y en especial del hierro y del acero la corrosión se puede definir de la siguiente manera:

- > Es la destrucción de un metal por reacciones químicas o electroquímicas (o ambas) con su medio ambiente.
- > Los óxidos metálicos son los ejemplos más representativos de estas combinaciones estables.

La corrosión involucra un cambio químico por lo que el deterioro de los metales por causas físicas no debe ser llamado corrosión, sino descrita como erosión. En algunos casos, el ataque químico (corrosión) se acompaña de deterioro físico (erosión), por lo que este fenómeno se describe como corrosión-erosión.



La importancia de los estudios de la corrosión está triplemente cimentada. La primer área significativa es la económica, que incluye el objetivo de reducir pérdidas del material resultante de la corrosión de tuberías, equipos, componentes metálicos de maquinaria, barcos, puentes, estructuras marinas, etc. La segunda área es la seguridad en la operación del equipo el cual, por la corrosión, puede fallar con consecuencias muy graves; por ejemplo: tenemos los recipientes a presión, recipientes metálicos para materiales radiactivos, calentadores, cables de puentes, componentes de aviones, mecanismos, automotrices, etc. La tercer área es la conservación aplicada primeramente al nuevo suministro de materiales principalmente metales.

Las pérdidas económicas por problemas de corrosión están divididas en dos tipos:

II.1.1 Pérdidas directas.

Se entiende por pérdidas directas a los costos originados por el reemplazo de estructuras y maquinaria o sus componentes corroídos, incluyendo la labor o mano de obra.

II.1.2 Pérdidas indirectas.

Entre pérdidas indirectas tenemos las ocasionadas por las siguientes circunstancias:

1. - **Paros.** A menudo hay que parar una planta entera o una parte de un proceso debido a una falla por corrosión en algún elemento de la misma.
2. - **Pérdida de producto.** Como ejemplo de estas pérdidas se tiene el anticongelante de un automóvil, el cual puede perderse a través de un radiador corroído o el gas saliente de un tubo corroído que puede penetrar al sótano de un edificio causando una explosión.



3. - **Pérdida de la eficiencia.** La pérdida de la eficiencia en el equipo, estructura o tubería en que se presenta el problema. Un ejemplo típico lo tenemos en los sistemas de tuberías, en los cuales se presentan taponamientos por herrumbre que hace necesario un incremento en la capacidad de bombeo lo que se traduce en un mayor costo de operación y mantenimiento.
4. - **Contaminación del producto.** A veces una contaminación provoca una descomposición catalítica, en estos casos hay que usar materiales muy resistentes a la corrosión. Ejemplo de ello es una pequeña cantidad de cobre levantado por una ligera corrosión de la tubería de cobre o equipo de bronce puede dañar un lote entero de jabón, ya que las sales de cobre aceleran la acidez de los jabones y acortan el tiempo que pueden ser almacenados antes de usarse.
5. - **Sobrediseño de materiales.** Con los conocimientos adecuados de corrosión, este factor puede ser eliminado y el estimado de la vida útil de los equipos de las instalaciones pueden ser hechos con mayor seguridad simplificando además el uso de materiales y mano de obra.
6. - **Efectos sobre la seguridad y confiabilidad.** Lo que se traduce en pérdidas de vidas o daños a la salud a causa de una explosión; falla impredecible de algún equipo químico; accidentes de aviones, trenes o autos a través de fallas repentinas por corrosión en partes críticas, es hoy en día un problema muy serio.

La corrosión propiamente dicha se puede presentar en muy diversas formas, por lo que es muy conveniente clasificarla según la forma en la cual aparece. En la gran mayoría de los casos un examen minucioso nos permite clasificar el tipo de corrosión entre una de las siguientes:



II.2 CORROSIÓN POR ATAQUE UNIFORME

Este tipo de corrosión es muy común y se caracteriza por una reacción sobre la superficie entera del material (sustrato), reduciendo paulatinamente su espesor hasta llegar finalmente a la ruptura. Este desgaste es causado por la exposición a un medio determinado y representa un mayor porcentaje de destrucción de metales, puede prevenirse o reducirse con el empleo de recubrimientos adecuados, inhibidores o protección catódica.

II.3 CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA.

La energía básica de corrosión electroquímica requiere un ánodo, un cátodo, una solución electroquímica y un flujo de electrones entre el ánodo y el cátodo.

Este medio electroquímico existe en los materiales metálicos utilizados en la industria de la construcción ya que los ánodos y los cátodos siempre existen en todas las piezas metálicas. Estos ánodos y cátodos son causados por imperfecciones de la superficie, orientación de las partículas, falta de homogeneidad del metal, variación del medio ambiente, fuerzas localizadas, escorias de laminación, productos de oxidación, etc. La solución electroquímica se forma por el medio corrosivo: humedad, salinidad, vapores químicos, soluciones químicas, etc., o en muchos casos la combinación de estos.

TESTS CON
FALLA DE ORIGEN



ACERO

MEDIO CORROSIVO

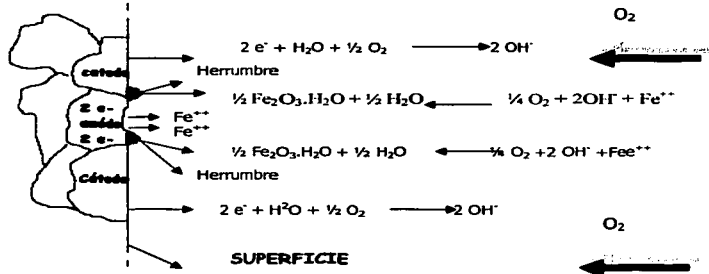


Figura 1. Corrosión electroquímica.

El *mecanismo general* de la corrosión que involucra en sí la corrosión electroquímica se describe a continuación considerando para esto, sólo los pasos involucrados en el progreso de la corrosión de un metal en agua, con referencia particular al hierro y al acero.

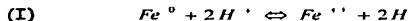
Cuando el elemento hierro como todos los otros metales entra en contacto con agua o con una disolución tiene una tendencia inherente y definida a pasar dentro de una solución en forma de partículas cargadas electroquímicamente o iones: Ya que las soluciones deben permanecer electroquímicamente neutras; estos iones positivos pueden entrar a la solución solo si un número equivalente de iones igualmente positivos de algún otro elemento son de algún modo desplazados. Por ejemplo si una pieza de hierro sumergida en una solución de sulfato de cobre empieza a pasar dentro de la solución en forma de iones Fe^{2+} , pero simultáneamente una cantidad equivalente de cobre es extraída de la solución depositándose dentro de la superficie del hierro protegiéndolo en alguna extensión de posterior acción corrosiva.



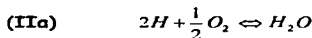
Similarmente, en el caso específico del hierro sumergido ahora en agua, el elemento inmediatamente obtenido de la solución y depositado sobre el hierro, es el hidrógeno el cual se reúne sobre la superficie como una película delgada e invisible. La presencia de esta película obstruye el progreso posterior de la reacción en dos formas: a) aislando o separando el hierro de la solución y b) incrementando la tendencia del hidrógeno (en la película) conforme es reconstruida, reentrar a la misma y así oponerse a la tendencia del hierro a entrar a la solución. En aguas naturales esta interferencia puede ser tan efectiva que virtualmente detiene la corrosión, por tanto esta primera etapa de la corrosión puede rápidamente ser detenida, sin que el metal sea dañado apreciablemente. Donde los productos de la corrosión son insolubles la solución del metal en un ánodo es a menudo obstruida; pero si estos productos son solubles, la corrosión puede efectuarse rápidamente.

Si el proceso de corrosión se efectúa en agua, la película de hidrógeno debe ser removida en alguna forma. Esto sucede principalmente de dos formas: que el hidrógeno se combine con oxígeno libre presente en la solución para formar agua o que pueda escapar como burbujas de gas hidrógeno. En cualquiera de los casos la remoción de la película permite a la reacción original (corrosión) progresar, es decir que a mayor cantidad de acero en la solución, mayor cantidad de hidrógeno depositado en la superficie. Este proceso continúa a una velocidad que es determinada principalmente por la velocidad a la cual la película de hidrógeno es removida. La velocidad de destrucción de esta película esta determinada por la concentración efectiva del oxígeno disuelto en el agua cercana del metal y ésta a su vez, depende de factores tales como el grado de aceleración del agua, si el agua esta en reposo o en movimiento, la temperatura, presencia de película de superficie, sales solubles, etc.

La reacción en soluciones ácidas es idéntica aunque la película de hidrógeno sea removida principalmente como burbujas de gas. Esto sucede por que la tendencia del hidrógeno a salir de una solución se incrementa con el grado de acidez de la misma, de tal manera que la presión en la película de gas es suficiente para formar burbujas. Esto se explica directamente por el hecho de que la corrosión es generalmente más rápida en soluciones más ácidas y más lenta en soluciones más alcalinas.



Esta es la reacción primaria que es reversible y puede determinarse rápidamente a menos que sea seguida por cualquiera de las siguientes reacciones:



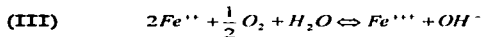
destrucción de la película de hidrógeno.



remoción del hidrógeno como burbujas de gas.

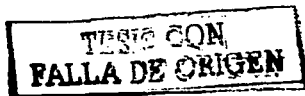
La reacción (IIa) es la dominante en soluciones aereadas que son cercanamente neutral, la (IIb) es la dominante en soluciones ácidas.

Estas reacciones permiten a la reacción (I) continuar con la acumulación en la solución de iones hierro Fe^{++} , los cuales son oxidados y precipitados como herrumbre de acuerdo a la siguiente reacción:



formación de hidróxido férrico insoluble o herrumbre.

En la reacción (I) el hidrógeno actúa como un metal y está clasificado eléctricamente dentro del grupo del cobre cuando es comparado con el hierro y zinc. Esto es si se fabricara una celda de Daniels usando hierro en vez de zinc e hidrógeno en lugar de cobre, la celda generaría una orriente cuando los electrodos de hierro e hidrógeno fueran conectados.





El hierro entonces se disolvería a una velocidad que depende de la resistencia total del circuito. Así también y por la misma razón cuando el hierro es colocado dentro de una solución que contiene iones hidrógeno se disolverá conforme el hidrógeno se precipita exactamente igual que cuando fue colocado en la solución de sal de cobre. Esta relación electroquímica entre el hierro y el hidrógeno es la causa principal de la formación de herrumbre. El producto de la reacción (III) altera de tres maneras los procesos de corrosión:

- > La formación continua de herrumbre con la consecuente remoción por este medio de los iones hierro de la superficie en contacto con la solución permitiendo la formación de iones hierro adicionales del metal, umentando la corrosión.
- > El herrumbre, junto con algún otro material precipitado con el del agua, se puede formar sobre la superficie de hierro un recubrimiento más o menos protector donde el suministro de oxígeno es limitado, como en sistemas cerrados, el oxígeno es gradualmente removido por combinación de iones ferrosos e hidrógeno y la presencia de corrosión es diminuta.
- > Corrosión galvánica o bimetálica. Este tipo de corrosión se refiere a lo que ocurre cuando se tienen dos metales diferentes en presencia de una solución corrosiva o conductora (electrolítica). En este caso queda establecido un potencial electrolítico entre los dos metales y una corriente de electrones fluye y causa de una corrosión en el ánodo. En la figura 2 se observa un sistema acuoso de corrosión galvánica típico, en el cual se tienen dos metales diferentes en un medio electrolítico (agua). Automáticamente se establece entre ellos una diferencia de potencial, que ocasiona un flujo de electrones del metal más activo que trabaja como ánodo al metal menos activo o noble que trabaja como cátodo. Este flujo de electrones origina que uno de los dos metales, específicamente el que se encuentra colocado más arriba en la serie electromotriz (ánodo) se empiece a disolver (corroer) protegiendo así al cátodo que se haya colocado más bajo en la serie.

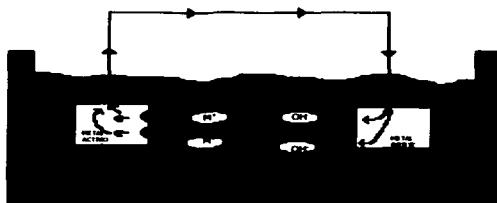


Figura 2. - Sistema acuoso de corrosión galvánica

> **Corrosión por celda.** En la corrosión por celdas se pueden considerar básicamente tres tipos, dependiendo de las reacciones de corrosión:

- Celdas de electrodos No-Similares.** Como ejemplo de este tipo de celdas de corrosión se forman las siguientes. Un metal que contiene en la superficie impurezas conductoras de la electricidad como fase separada.
- Celdas de concentración.** Estas son celdas que tienen dos electrodos idénticos cada uno en contacto con una solución de diferente composición; y hay dos clases:

La primera se llama **celda de concentración salina** (Fig. 3) y está formada por dos electrodos del mismo material expuesto a una solución electrolítica de diferente concentración.

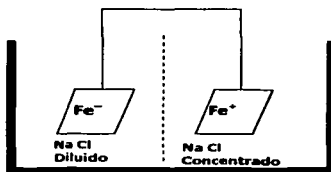


Figura. 3. - Celda de concentración salina.



La segunda es llamada celda de Aereación diferencial (Fig. 4). En la práctica, ésta resulta más importante e incluye dos electrodos del mismo metal inmerso en un electrolito de la misma concentración pero con diferente aereación. La diferencia en la concentración de oxígeno produce una diferencia de potencial que origina un flujo de corriente del cátodo al ánodo.

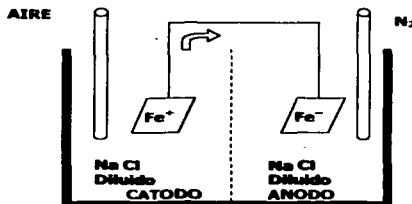


Figura. 4. - Celda de aereación diferencial.

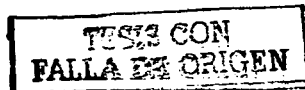
- C) Celdas de temperatura diferencial. Los componentes de estas celdas son electrodos del mismo metal, en donde cada uno de ellos está a diferente temperatura, sumergidos en un electrolito de la misma composición inicial.

En la práctica las celdas responsables de la corrosión pueden ser una combinación de estos tres tipos.

II.4 CORROSIÓN INTERCRISTALINA.

Los metales y sus aleaciones son sólidos cristalinos y se componen de un conjunto formado por una gran cantidad de pequeños cristales (granos) de superficie irregular orientados al azar. Las propiedades de estos materiales, denominados policristalinos, se basan directamente en el tipo de enlace entre sus componentes y su estructura. Los principales tipos de estructura cristalina son los siguientes:

- Cúbica a Cuerpo Centrado (CCuC).
- Cúbica a Caras Centradas (CCuC)
- Hexagonal completa (HC).





Todas esas estructuras cristalinas presentan una zona delgada de desorden entre los granos que se conoce como **límite de grano**, la cual se caracteriza por poseer una energía mayor que el interior de la estructura, por lo que es más susceptible a los ataques corrosivos.

II.5 CORROSIÓN POR DISOLUCIÓN SELECTIVA.

La disolución selectiva es el proceso de corrosión en el cual uno de los elementos de una solución sólida o aleación se disuelve preferentemente dependiendo del medio en donde se encuentre.

II.6 CORROSIÓN POR GRAFITIZACIÓN.

Se puede considerar como un proceso de disolución selectiva que se realiza sobre todo en medios bastante débiles.

El término grafitización no es muy correcto, ya que la fundición contiene grafito desde su cristalización. Lo que ocurre es que el hierro o acero disuelve al grafito (se forman celdas galvánicas) dejando sólo una red bastante porosa de laminación de grafito y de herrumbre. En esta forma la fundición pierde su resistencia mecánica y sus propiedades metálicas.

II.7 CORROSIÓN POR DESGASTE.

Ocurre en el área de contacto entre dos materiales, pudiendo ser metálicos ambos o sólo uno que está sujeto a una carga mecánica, a vibraciones y a deslizamientos. También se le conoce como "Oxidación por fricción".

Como resultado de esta acción se forman picaduras y rayones en la superficie de los materiales, quedando así expuestos a severos ataques corrosivos. La corrosión por desgaste tiene una acción deteriorante muy fuerte debido a la destrucción de componentes metálicos y a la rápida oxidación a que quedan expuestos, lo que puede llevar a una pérdida inesperada de ciertas partes colocadas a presión. Además, la corrosión por desgaste puede iniciar una fractura por fatiga, ya que un aflojamiento de las partes puede aumentar las deformaciones haciendo que las picaduras actúen como concentradores de esfuerzo.



II.8 CORROSIÓN POR TENSION O ESFUERZO.

Cuando se diseña un elemento metálico a un esfuerzo determinado, su resistencia disminuye por la presencia de un medio corrosivo. A su vez el metal acelera su corrosión si hay la presencia de esfuerzos de tensión en un medio corrosivo específico.

El agrietamiento por corrosión bajo tensión es un ataque extremadamente localizado sobre una pequeña parte del material, mientras que el resto del mismo no presenta ninguna traza de corrosión. Este fenómeno se propaga por grietas muy finas a través de todo el material hasta llegar finalmente a una fractura de la estructura.

II.9 CORROSIÓN POR FATIGA.

Se define como la reducción de la resistencia o límite de fatiga de los metales por estar sometidos a ciclos de esfuerzos en presencia de algún medio corrosivo, se diferencia de la corrosión por tensión o esfuerzo en que el medio corrosivo acelera la ruptura al someterlo a esfuerzos diferentes aunque no lleguen a su límite de resistencia.

II.10 CORROSIÓN POR DAÑO POR HIDRÓGENO.

Este tipo de corrosión también es denominado daño por hidrógeno y se refiere al daño mecánico causado a un material por la interacción con hidrógeno, según los cuatro tipos de daño siguientes:

- > Ampollas de hidrógeno.
- > Fragilización por hidrógeno.
- > Descarburización.
- > Ataque por hidrógeno.

La formación de *ampollas* de hidrógeno se debe a la penetración de hidrógeno en el metal, lo que resulta en una formación local del material y en casos muy extremos en la fractura total de la estructura. La consecuencia de una penetración de hidrógeno también puede ser *fragilización* la (pérdida de ductibilidad y de resistencia mecánica) del metal.



Los daños por hidrógeno más comunes son:

- > **Ampollas de hidrógeno.** El hidrógeno atómico (H) es el único que puede difundirse a través del acero y de otros metales; la forma molecular del gas (H_2) no se difunde. Existen varias fuentes de hidrógeno atómico: Atmósfera húmeda a alta temperatura, procesos de corrosión y electrólisis, etc. La figura 5 representa esquemáticamente el mecanismo de la formación de ampollas de hidrógeno, por ejemplo: en la pared de un tanque.

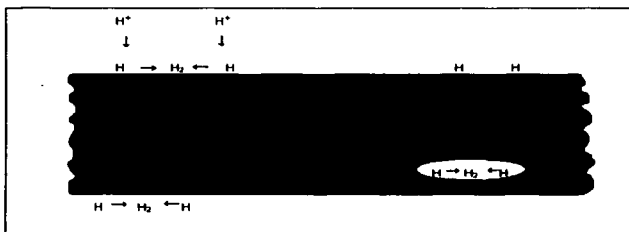


Figura 5. Mecanismo de la formación de ampollas

- > Se supone que el interior del tanque contiene un electrolito ácido y el exterior está expuesto a la atmósfera (aire). La reacción catódica sobre la superficie metálica en contacto con el electrolito produce hidrógeno molecular que se desprende en forma de burbujas e hidrógeno atómico que se difunde hacia el interior del metal. Una parte de este hidrógeno sale por el otro lado del material, donde se han formando moléculas de gas. Sin embargo, la otra parte del hidrógeno atómico se difunde por los defectos de la estructura donde forma moléculas de gas (H_2), el cual no puede difundirse y provoca en estos puntos presiones que pueden subir hasta unas 105 atmósferas y llevar a la falla del material.



- > **Fragilización por hidrógeno.** Básicamente, se trata de la penetración de hidrógeno atómico en el metal. En los metales como titanio y otros con alta tendencia a formar hidruros, el hidrógeno disuelto reacciona formando estos componentes muy frágiles.

II.11 CORROSIÓN-EROSIÓN.

La corrosión - erosión es la aceleración del ataque corrosivo de un metal debido al movimiento relativo entre el medio corrosivo y la superficie del metal. Generalmente cuando el movimiento relativo es muy rápido ocurre un efecto de desgaste mecánico o de abrasión.

La apariencia de la superficie metálica atacada por corrosión - erosión es muy típica y presenta ondulaciones, huecos redondos y valles con una estructura orientada como se muestra en la figura (6).

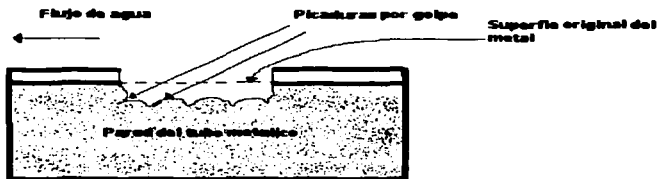
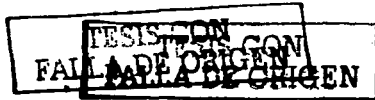


Figura 6. - Corrosión - erosión de la pared de un tubo de condensador.

Los líquidos que llevan sólidos en suspensión son muy destructivos en términos de corrosión - erosión.

II.12 CORROSIÓN BIOLÓGICA.

La corrosión biológica es el deterioro de un metal por procesos de corrosión que ocurren como consecuencia directa o indirecta de la actividad de organismos biológicos incluyendo microorganismos como bacterias, algas y lapas.





Los organismos biológicos viven por medio de reacciones químicas: absorben alimentos o reactantes y eliminan los desperdicios. Estos procesos pueden afectar el comportamiento de la corrosión de las formas siguientes:

- Influencia directa sobre las reacciones anódicas y catódicas.
- Influencia sobre películas superficiales protectoras.
- Creación de condiciones corrosivas.
- Producción de depósitos.

Los microorganismos anaeróbicos más importantes son probablemente aquellos que afectan el comportamiento de la corrosión de las estructuras de acero enterradas del tipo reductor de sulfatos (D. Desulfuricans).

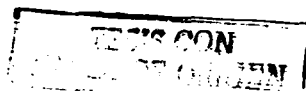
**TRIS CON
FALLA DE ORIGEN**



CAPITULO

III

SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVA y RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS





INTRODUCCIÓN

Actualmente se cuenta con varios métodos que han resultado ser de los más prácticos para controlar la corrosión del acero, y cuya selección para cada caso específico dependerá de las condiciones del medio y de los factores técnico económicos. Estos métodos son los siguientes:

- > Selección de materiales de construcción.
- > Alteración del medio corrosivo.
- > Diseño anticorrosivo.
- > Protección catódica y anódica.
- > Recubrimientos anticorrosivos.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

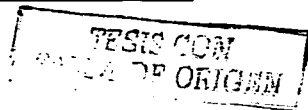
III. MÉTODOS DE PROTECCIÓN

III.1 Selección de materiales de construcción. La selección de materiales de construcción adecuados es uno de los métodos más comunes para prevenir la corrosión.

III.2 Alteración del medio corrosivo. Los problemas de corrosión pueden ser reducidos a través de los siguientes cambios o modificaciones del medio corrosivo:

- > Reducción de la temperatura.
- > Reducción de la velocidad de flujo del medio corrosivo.
- > Eliminación del oxígeno y/o agentes oxidantes.
- > Modificación de la concentración y/o composición.
- > Uso de sustancias inhibidoras de la corrosión.

III.3 Diseño anticorrosivo. El diseño anticorrosivo de equipo, recipientes y estructuras es tan importante como la selección de los materiales para la construcción. En un diseño hay que considerar requerimientos de resistencia mecánica simultáneamente con los aspectos de corrosión.



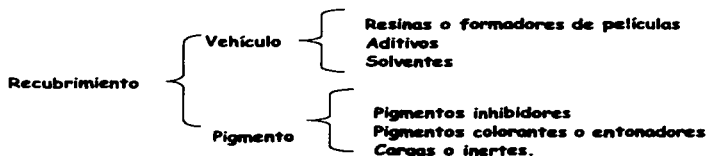


III.4 Protección catódica y anódica. Por medio de una corriente eléctrica aplicada externamente, la corrosión es reducida virtualmente a cero, y una superficie metálica puede mantenerse en un ambiente corrosivo sin deterioro por un tiempo indefinido. La base de la protección catódica es mantener la polarización de un cátodo usando una corriente externa de tal manera que ambos electrodos (cátodo y ánodo) obtienen el mismo potencial y por lo tanto la corrosión no ocurre.

III.5 RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS.

En términos generales un recubrimiento anticorrosivo puede definirse como una dispersión relativamente estable de uno o más pigmentos finamente divididos en una solución perfectamente probada, tal que al ser aplicada y estar seca la película resultante representa una barrera flexible, adherente y con máxima eficiencia de protección contra la corrosión.

Normalmente un recubrimiento considera los siguientes componentes básicos:



Estos componentes deberán mezclarse íntimamente en un orden adecuado claramente definido en la formulación y a través de métodos específicos para obtener finalmente el producto terminado.

La eficiencia de protección contra la corrosión y el buen comportamiento de un recubrimiento dependen, además de su buena calidad de otros factores igualmente importantes tales como: la preparación de la superficie, la técnica de aplicación y de una adecuada selección del sistema de recubrimiento que va a ser aplicado en base a la naturaleza del medio corrosivo.





A la fecha han sido desarrollados una gran variedad de recubrimientos cuya formulación o composición obedece a la resolución de un problema específico. Enunciar todos y cada uno de los recubrimientos existentes resulta además de muy difícil, impráctico, por lo que se resumirá en la siguiente clasificación.

- a) Por el tipo de función que va a desempeñar el recubrimiento una vez aplicado.
- b) Por el procedimiento que requiere el recubrimiento para alcanzar sus propiedades o características de operación o comportamiento.
- c) Por el tipo de resina o agente aglutinante formador de película usado en la fabricación de los mismos.

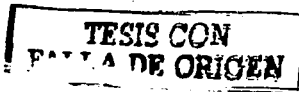
III.5.1 Por el tipo de función que va a desempeñar el recubrimiento una vez aplicado.

- > Recubrimientos anticorrosivos. Estos recubrimientos, con fines de formulación, requieren el uso de resinas y pigmentos altamente resistentes que permitan una alta eficiencia de protección contra los agentes de la corrosión.
- > Pinturas arquitectónicas. Se utilizan esencialmente con fines decorativos para embellecer y proteger superficies interiores y exteriores, pisos, azoteas, albercas, etc. Las materias primas utilizadas en este tipo de recubrimientos dan tonos y efectos especiales.

III.5.2 Por el procedimiento que requiere el recubrimiento para mezclar sus propiedades o características de operación o comportamiento.

III.5.2.1 Recubrimientos en un solo componente de secado al aire.

La primera etapa de este proceso, considera una eliminación de solventes por evaporación a temperatura ambiente y posteriormente por una interacción con el aire las moléculas de la resina o agente aglutinante se unen o polimerizan en forma entrelazada dando lugar a películas relativamente continuas de resina - pigmento. Ejemplos de este tipo son los recubrimientos alquidáticos, vinílicos y acrílicos.





III.5.2.2. Recubrimientos de dos componentes de secado al aire.

En este tipo de recubrimientos la primera etapa es nuevamente una eliminación de solventes a temperaturas ambiente desarrollándose simultáneamente una reacción de enlazamiento tridimensional entre las resinas de cada uno de los componentes, una de las cuales se denomina comúnmente catalizador. El tiempo requerido para que se lleva acabo la reacción de polimerización o curado es del orden de 3 a 7 días, el cual es muy superior a la etapa de eliminación de solventes, por lo cual el recubrimiento no debe ponerse en operación o exponerse a medios corrosivos fuertes o inmersión antes de tiempo. Los recubrimientos epóxicos y poliuretanos secan y curan en esta forma.

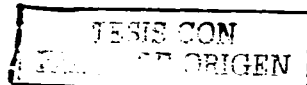
III.5.2.3 Recubrimientos cuyos curados son de altas temperaturas.

En este caso, la primera etapa considera la eliminación de solventes a temperatura ambiente y ante la incapacidad de la resina para reaccionar con el aire a bajas temperaturas, es necesario exponer el recubrimiento a temperaturas elevadas superiores a los 100 °C, lográndose en esta forma el entrelazamiento o curado requerido para alcanzar las características adecuadas de operación o protección.

III.5.3 por el tipo de resina o agente aglutinante formador de película usado en la fabricación de los mismos.

III.5.3.1. Recubrimientos alquidáticos.

Estos recubrimientos tienen buena retención de brillo, buena resistencia a medio ambiente seco o húmedo sin salinidad o gases corrosivos, presentan buena adherencia y poder humectante por lo que pueden tolerar cierto grado de impurezas en la superficie donde van a ser aplicados. Secan por evaporación de solventes e interacción con el aire (oxidación). Sus limitaciones están representadas por baja presencia a solventes fuertes.





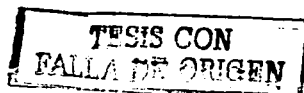
III.5.3.2. Recubrimientos vinílicos.

Estos productos están hechos a base de resinas que son copolímeros de cloruro y acetato de vinilo. Para un tipo de pinturas se disuelven copolímeros con un 87 % de cloruro de vinilo y un 13% de acetato de vinilo aproximadamente en disolventes muy energéticos del tipo cetona apoyados por hidrocarburos aromáticos y se pigmentan y modifican con plastificantes adecuados. Son muy resistentes a la abrasión y a la inmersión continua en agua dulce o salada, resisten soluciones diluidas de la mayor parte de los ácidos orgánicos e inorgánicos, incluyendo el ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido cítrico, etc. No son afectados por derivados del petróleo tales como gasolina diesel, petróleo crudo, etc. A temperatura normal resisten soluciones de hidróxido de sodio hasta el 40%, carbonato de sodio, hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) y amoníaco (NH_4OH) hasta el 10%.

Proporcionan una superficie que va desde mate (sin brillo) hasta semibrillante, con alta resistencia a la intemperie aún en condiciones altamente húmedas y corrosivas. Como su resistencia al agua es excelente pueden usarse para servicio de inmersión continua en agua. Entre sus limitaciones principales podemos mencionar su baja resistencia a disolventes del tipo éter y cetona, a la inmersión prolongada en alcoholes, ésteres, hidrocarburos clorados y disolventes con más de 30 % de aromáticos.

Las resinas vinílicas son También termoplásticas y se descomponen a temperaturas elevadas por lo que se recomienda que la máxima temperatura de exposición de este tipo de recubrimientos sea de 65 °C para servicio permanente.

La película de estos materiales seca por evaporación de solventes. Su secado es muy rápido, por lo que se recomienda aplicarlos por aspersión. Para aplicar los recubrimientos vinílicos es necesario que las superficies sean debidamente preparadas ya sea con chorro de abrasivo o cualquier otro método.





III.5.3.3. Recubrimientos epóxicos.

Empleado en operaciones de protección anticorrosiva es el denominado epóxico catalizado, el cual se almacena en dos envases separados. Uno de ellos contiene la resina epóxica y el otro es catalizador o agente curante. El contenido de los dos envases se mezcla perfectamente hasta el momento de su aplicación.

El agente curado por entrecruzamiento denominado comúnmente catalizador está constituido por una solución de resinas aminicas o poliamicidas, lo que significa que los productos pueden diferir grandemente entre sí; sin embargo, sus propiedades características caen dentro de un área general. Las películas finales tienen buenas propiedades generales, incluyendo resistencia al color, a la humedad, excepcional resistencia a los medios alcalinos, buena resistencia a los medios ácidos, a los disolventes (hidrocarburos alifáticos y aromáticos, alcoholes, etc.), a la intemperie y a la abrasión. Presentan también un alto grado a la impermeabilidad permaneciendo inalterables ante la exposición e inmersión en agua dulce, salada y vapor de agua. En términos generales el nivel de adherencia, dureza, flexibilidad y resistencia a los medios corrosivos de los recubrimientos epóxicos no es superado por ningún otro tipo de recubrimiento existente. Pueden ser aplicados sobre superficies de concreto, metálicas y galvanizadas. Su principal limitación considera la formación de un caleo o degradación superficial sin mayores inconvenientes a sus propiedades de la película, así como su alto costo relativo; además a largo plazo tiende a fragilizarse. Su resistencia a los ácidos es buena, excepto a los ácidos oxidantes y a los ácidos orgánicos concentrados. El contacto prolongado con cetonas o disolventes clorados reblandecen las películas de estos recubrimientos.

Los recubrimientos epóxicos catalizados presentan un factor importante en relación con su aplicación, este factor se refiere al tiempo promedio que se tiene para aplicar el material una vez que los dos componentes (base y catalizador) han sido mezclados. Este periodo se denomina tiempo de vida en el envase o "pot life" y varia dependiendo del tipo de catalizador o agente curante utilizando. Por regla general una vez mezclada la base con el catalizador, debe aplicarse el material dentro de las tres o cuatro horas siguientes, en algunos casos este periodo puede ser ampliado.





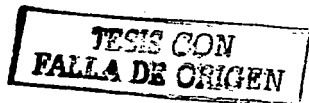
III.5.3.4 Recubrimientos de hule clorado.

Los recubrimientos de este tipo tienen como base resinas que se obtienen por cloración de hule natural. Las resinas de este tipo constituyen un polvo fino de color blanco que al ser disuelto en solventes adecuados generalmente de tipo aromático, proporcionan una película muy inerte, transparente y resistente a las bacterias. El uso de *resinas de hule clorado* está dedicado en un 75 % a la industria de pintura, y entre sus aplicaciones encontramos que se usan para pinturas de tráfico, de mantenimiento industrial, para medios marinos, instalaciones costeras, etc.

Se dispone básicamente de dos tipos de recubrimientos con base en resinas de hule clorado. Uno de ellos está constituido por una solución de resina de hule clorado modificada con plastificantes clorados, y el otro es una mezcla de hule clorado con resinas alquídicas u otros plastificantes saponificables. Estos recubrimientos no se recomiendan para contacto directo con álcalis y ácidos, sólo para lugares donde hay derrames ocasionales. Como seca por evaporación no es resistente a la mayoría de los solventes. Se ablandan y plastifican con aceites, grasas vegetales y animales. Resisten temperatura hasta de 60 - 70 °C, pero no se recomienda para temperaturas de 80 °C o mayores. Tienen la ventaja de brindar fácil mantenimiento ya que las superficies pueden ser repintadas con el tiempo sin problemas debido a que el solvente penetra a la capa vieja ablandando la película, permitiendo que la otra de adhiera. Este proceso es más difícil en cualquier otro tipo de recubrimientos. Los recubrimientos de hule clorado tienen tendencia a calentarse o enyesarse, especialmente en climas tropicales. Debido a la rapidez de su secado se recomienda aplicarlos por aspersion, especialmente con equipo "airless".

III.5.3.5 Recubrimientos fenólicos.

Son recubrimientos duros, brillantes y muy adherentes; en términos generales su resistencia a los solventes, medios ácidos y alcalinos va de buena, a excelente, por lo que se recomienda para inmersiones continuas. Si el recubrimiento fenólico es hornado, su resistencia al agua y a los solventes se incrementa considerablemente.





Este tipo de recubrimientos se recomienda para estar en contacto con medios ácidos a bajas concentraciones y con medios básicos hasta muy altas concentraciones. Su estabilidad al calor, dureza y resistencia a la abrasión son excelentes.

III.5.3.6 Recubrimientos de silicón.

Este tipo de recubrimientos es muy especial, y su utilización está reservada para aplicaciones donde se requiere una alta estabilidad térmica hasta 500 °C, la película de recubrimiento resultante es muy resistente a la intemperie y atmósferas contaminadas. Las resinas de silicón empleadas en este tipo de recubrimientos han sido desarrolladas debido al interés en encontrar productos intermedios con propiedades mecánicas y resistencia al calor entre el vidrio y resinas orgánicas.

La mayoría de las resinas silicón son suministradas como soluciones en solvente de hidrocarburos aromáticos. Los solventes alifáticos y los alcoholes pueden también ser usados, mientras que las cetonas y ésteres no son recomendados. Con respecto al curado de este tipo de materiales, las resinas de silicón curan en un mínimo de 60 minutos a 250 °C para lograr sus propiedades óptimas. Responden también a la catálisis y el ciclo de curado puede ser reducido a 30 - 60 minutos a 200 °C. Los catalizadores más comúnmente utilizados son en realidad secantes metálicos del tipo naftenato, octoato y nuxtra de metales como zinc, hierro, plomo, estaño, calcio, magnesio y cobalto.

III.5.3.7 Recubrimientos acrílicos.

Son productos que secan por simple evaporación de solventes. Poseen una muy buena retención del brillo y resistencia al calor, no se recomienda para exposiciones en atmósferas industriales donde se presentan salpicaduras y derrames de componentes industriales como ácidos, álcalis, agentes oxidantes y solventes. No se recomienda para inmersión en agua, su resistencia a la abrasión es buena al igual que su dureza, su estabilidad al calor es limitada. Estos productos pueden usarse sin problemas en ambientes húmedos y lluviosos.





III.5.3.8. Recubrimientos ricos en zinc.

En este tipo de recubrimientos, podemos distinguir dos clases perfectamente definidas:

- **Recubrimientos orgánicos ricos en zinc.** - Estos recubrimientos al igual que todos los otros están constituidos por un pigmento y un vehículo. El pigmento específicamente es polvo de zinc y es pobre en vehículo el cual puede ser del tipo epoxi, fenoxi, acrílico o hule clorado. Las películas finales de estos recubrimientos contienen carbón por lo que se queman y destruyen por combustión. Entre las ventajas de estos recubrimientos podemos mencionar su gran facilidad de aplicación, sus necesidades de preparación de superficie no son tan críticas como en el caso de los inorgánicos ricos en zinc y su rápido acabado. Entre sus desventajas se encuentra su limitación de temperatura, su menor resistencia a la abrasión en comparación con los inorgánicos de zinc y su baja resistencia a los solventes fuertes.
- **Recubrimientos inorgánicos ricos en zinc.** - La película ya curada no contiene carbón por lo que no se quema o destruye por combustión. Al igual que los anteriores, estos recubrimientos son ricos en pigmento (zinc) y pobres en vehículo el cual puede ser del tipo Alquil Silicato y Álcali Silicato. Entre sus ventajas podemos mencionar su gran resistencia a la temperatura hasta un límite de 400 °C, su gran resistencia a la abrasión y a la gran mayoría de los solventes lo que les permite ser usados en interiores de tanques de almacenamiento de solventes. Sus desventajas más notables consideran su tendencia a producir brisado (Dry Spray), su gran sensibilidad a las condiciones atmosféricas durante la aplicación, requieren mayor preparación de superficie que los orgánicos, son más difíciles de reducir con los acabados subsecuentes. Los recubrimientos formados con alquil silicatos curan por reacción con agua y curan muy lentamente en condiciones de baja humedad, resisten la lluvia después de 15 minutos de aplicados. Los formados con álcali silicatos son básicamente de dos tipos. Uno de ellos base acuosa, autocurante, no inflamable, y el otro base acuosa también que cura por aplicación sobre la película una vez aplicada de una solución o agente curante y que se denomina *poscurado*.



De los dos tipos de recubrimientos anteriormente mencionados los 100 % inorgánicos son los más usuales y en cierta forma estos recubrimientos son un galvanizado en frío, en el cual la película es formada por la aplicación de una mezcla homogénea de zinc y una solución acuosa de silicato orgánico o inorgánico; la eliminación de agua y solvente junto con la interacción de los componentes antes mencionados permite obtener una película de silicato de zinc con oclusiones de zinc en polvo, por lo que su naturaleza es finalmente inorgánica. El mecanismo de protección de este tipo de recubrimiento difiere totalmente del correspondiente a los otros tipos de recubrimientos mencionados anteriormente. En lugar de presentar una barrera impermeable al medio corrosivo se antepone a ésta, una película de zinc con alta conductividad eléctrica capaz de sacrificarse anódicamente para proteger el acero, es decir, lo protege a partir del principio de la protección catódica. Dado que el espesor recomendado de película y por tanto la cantidad de material disponible para sacrificio es muy pequeña 2.0 A 3.0 milésimas de pulgada, es necesario recubrirlo posteriormente con un adecuado recubrimiento de acabado a fin de que la película de inorgánico de zinc o protección catódica solo actúe en presencia de posibles discontinuidades, grietas o raspaduras. Estos revestimientos son únicos en cuanto a resistencia al agua salada y a disolventes orgánicos, poco flexibles y muy adherentes. No se recomienda para inmersiones en ácidos o álcalis.

Los recubrimientos inorgánicos ricos en zinc se distribuyen en dos envases (vehículo y polvo) para el caso del tipo autocurante, y en tres envases (vehículo, polvo y solución curadora) para el postcurado.

En la actualidad, se ha desarrollado un nuevo tipo de recubrimiento rico en zinc autocurante base solvente en un solo componente, lo que se traduce en un ahorro económico y de tiempo, ya que el proceso de incorporación y mezclado de dos componentes se reduce a una simple operación de homogeneización en el mismo envase. Además, con este nuevo producto se evitan errores a veces muy comunes en los operarios en los que se refiere la mezcla proporcional de cada uno de los componentes que se involucran. El material cura en condiciones de resistencia muy similares a las de los recubrimientos inorgánicos anteriormente mencionados.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



III.5.3.9 Recubrimientos antivegetativos.

Son recubrimientos desarrollados para prevenir el crecimiento de organismos marinos en superficies sumergidas por largos periodos. En su formulación intervienen *resinas vinílicas*, brea y óxido cuproso o tóxico órgano - metálicos que permiten esta acción de inhibición. Estos recubrimientos requieren de una formulación muy cuidadosa a fin de que el tóxico abandone en recubrimiento paulatinamente en cantidad suficiente para inhibir el crecimiento de organismos marinos.

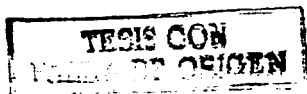
Deben tener características muy especiales y entre ellas se requiere una buena adhesión de la película a la superficie (por ejemplo en el caso de una embarcación) y al mismo tiempo una cohesión relativamente baja de la película en sí, con el objeto de que los organismos marinos muertos, en contacto con el óxido cuproso, puedan desprenderse de la superficie y no quedarse adheridos a ella. La brea colofonja hace que la película sea más soluble en el agua de mar y por tanto, aumenta su efectividad tóxica.

El empleo de este tipo de recubrimientos es muy delicado y grandes medidas de seguridad deberán tomarse en el momento de su aplicación a fin de evitar problemas de envenenamientos.

III.5.3.10 Recubrimientos de poliuretano.

Estos recubrimientos poseen muchas cualidades deseables que pueden ser aprovechables para mejorar las características de la protección anticorrosiva. En el pasado el uso de estos materiales estuvo muy limitado debido a la alta toxicidad de uno de sus componentes (los isocianatos), pero gracias a que en los últimos años se han podido obtener isocianatos que no representan ningún peligro y a que en general la industria de los recubrimientos se está familiarizando con el uso de productos de dos componentes, estos materiales están despertando un gran interés.

Las resinas usadas para este tipo de recubrimientos son por lo general poliésteres saturados de bajo índice de acidez que endurecen por la adición de un isocianato en una proporción de mezcla adecuada a las características finales que se desean.





Estos recubrimientos pueden ser aplicados por cualquiera de los métodos usados normalmente para aplicar recubrimientos, esto es: brocha, rodillo, aspersión, inmersión, etc.; secan y curan a temperatura ambiente a una velocidad que depende del tipo de resina e isocianato usados aunque las condiciones atmosféricas juegan un importante papel, se estima que el secado al tacto se lleva a cabo en un período de 6 horas como máximo y el tiempo necesario para curar totalmente a temperatura ambiente es por lo general de 7 días. Hasta este punto las propiedades generales de resistencia mejoran, pero después la curva resistencia - tiempo desciende y ya no se puede obtener ningún mejoramiento. Por lo tanto se recomienda dejar secar los acabados durante 7 días completos por lo menos antes de someterlos a la intemperie o al ataque con sustancias químicas. El curado de estos materiales puede ser acelerado con altas temperaturas siendo las más comunes 100 - 120 °C lo que permite obtener un curado completo en un tiempo de 30 - 60 minutos.

Otra de las ventajas de los acabados de poliuretano es su adaptación en comportamiento físico, a las condiciones de la superficie, como por ejemplo: dureza y elasticidad. Esto se realiza por un lado, con la selección de los poliisocianatos correspondientes y por el otro, con la selección de las combinaciones adecuadas del componente que contiene los radicales hidroxilo.

Los recubrimientos de poliuretano poseen generalmente propiedades de resistencia excelentes a una amplia gama de productos químicos, soluciones salinas, aceites vegetales y minerales y muchos disolventes. También resisten el ozono y poseen buenas características de resistencia a la abrasión y a temperaturas elevadas hasta de 175 °C. Sus propiedades de retención del color al ser expuestas a la luz solar o a la luz ultravioleta son inferiores en comparación con muchos otros recubrimientos.

La combinación de algunos de los recubrimientos anteriormente mencionados nos permite obtener nuevos productos que se usarán para resolver problemas específicos de protección anticorrosiva. Entre los más comunes tenemos los siguientes:



III.5.3.11 Recubrimientos epóxi - alquitrán de hulla.

Es un recubrimiento que ha sido desarrollado específicamente para resolver los problemas de deterioramiento prematuro por inmersión continua en agua salada por muy largo tiempo y en el cual se combina la alta resistencia y características de un recubrimiento epóxico con la alta impermeabilidad del alquitrán de hulla; se recomienda también para inmersiones continuas en petróleo crudo. El producto no resiste el contacto continuo con disolventes y cuando se expone por mucho tiempo a la acción de los rayos del sol tiende a cuartear y calearse por influencia del alquitrán de hulla. Al igual que los recubrimientos epóxicos, existen dos tipos; uno de ellos catalizado con poliamidas y el otro catalizado con aminas.

III.5.3.12. Recubrimiento vinil - acrílicos.

Este recubrimiento se combina a la alta resistencia química y a la abrasión de los acabados vinílicos con la excepcional resistencia a la intemperie y a la acción de los rayos del sol de las resinas acrílicas para obtener un producto con el mejor poder de retención del brillo y color de todos los recubrimientos desarrollados hasta la fecha, por lo que además de ser resistentes a medios salinos, ácidos y alcalinos dando lugar a una alta eficiencia de protección contra la corrosión, presenta magníficas características decorativas. La presencia de la resina acrílica disminuye la resistencia a los disolventes de tipo aromático, cetonas, ésteres y alifáticos por lo que no se recomienda para inmersión continua en los mismos.

III.5.3.13. Recubrimientos vinil - epóxicos.

Estos recubrimientos cuando son formulados adecuadamente empleando pigmentos inhibidores e inertes apropiados dispersados en un vehículo vinílico con modificación de resina epoxi, tienen una excelente adherencia, una gran compatibilidad con diversos recubrimientos, excelente capacidad para detener la corrosión bajo película; son resistentes a los ambientes húmedos con o sin salinidad, a los gases derivados del azufre y a la inmersión en agua potable. La aplicación de estos recubrimientos deberá hacerse por aspersión y en lugares bien ventilados. El adelgazador recomendado es una mezcla de xileno y metil isobutil cetona. Para obtener las óptimas propiedades de protección, la superficie deberá prepararse con chorro de abrasivo hasta un acabado tipo comercial como mínimo.



III.5.4 SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS.

Los recubrimientos en general poseen una permeabilidad natural en menor o mayor grado que permite el paso de suficiente cantidad de agua y oxígeno que ocasionan corrosión ininterrumpida de la superficie; por tal motivo y para efectos de protección anticorrosiva deben aplicarse en espesor tal de película seca que nunca sea inferior a las seis milésimas de pulgada.

En principio podría pensarse en cubrir este espesor con una sola formulación de un recubrimiento que incluya un tipo de resina adecuado y un porcentaje determinado de pigmentos inhibidores, pero tomando en cuenta los factores de tipo económico se ha dado lugar a la utilización de diferente formulaciones para cubrir el espesor antes mencionado. Dependiendo de su posición dentro de una serie de películas de recubrimiento aplicadas sobre un sustrato, estas formulaciones se denominan respectivamente *primario*, *enlace* o *intermedio* y *acabado*.

Al conjunto de los tres tipos de recubrimiento se le conoce como Sistema de Recubrimiento. Una característica fundamental de los sistemas de recubrimiento es que todas las partes constitutivas del mismo posean buena adhesión al sustrato para evitar que la humedad y el oxígeno que penetra la película desplacen a las moléculas del recubrimiento provocando *herrumbramiento* en la interfase.

Al hablar de operaciones para protección anticorrosiva por aplicación de recubrimientos debemos hacer hincapié que nunca se debe hablar y mucho menos recomendar un recubrimiento como una unidad individual, sino que debemos siempre referirnos a un conjunto, a un todo conocido como Sistema del cual forma parte importantísima el método de preparación de la superficie a ser recubierta.

En general podemos hablar de los tipos de sistemas de protección anticorrosiva por aplicación de recubrimientos:

- a) **Sistema convencional.** - emplea recubrimientos convencionales, buenas pinturas aplicadas en su medio correcto. Constituye las aplicaciones más frecuentes con todos sus inconvenientes. Por ejemplo: alquidísticas y anticorrosivas.



- b) **Sistemas de alto rendimiento.** Emplea recubrimientos de buena calidad denominados de alto rendimiento como son los hules clorados, epóxicos, vinílicos, etc.

Al terminar cada uno de los dos tipos de sistemas se puede observar que en el sistema convencional resulta más costosa la mano de obra que los materiales de recubrimientos, mientras que los sistemas de alto rendimiento sucede exactamente lo contrario (figura 7).

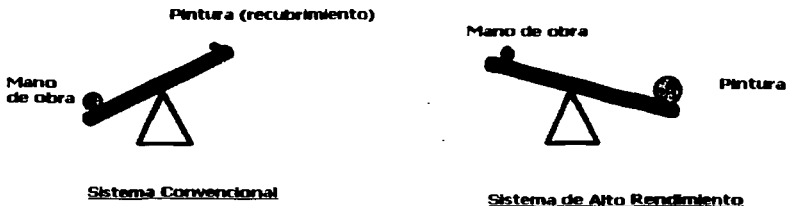


Figura 7. Sistema de alto rendimiento.

Un sistema de recubrimiento propiamente dicho está constituido por las siguientes partes:

- Método de preparación de superficie.
- pretratamiento de la superficie.
- Primarios.
- Intermedios o enlaces.
- Acabados finales.

Todos y cada uno de los puntos anteriores están íntimamente ligados unos con otros, y la correcta observancia de todos ellos nos permitirá obtener sistemas de recubrimientos óptimos.



III.5.4.1 PRIMARIOS

Las características básicas de todo recubrimiento para mantenimiento son entre otras su facilidad de la aplicación, buena duración, rapidez de secado, facilidad de mantenimiento, buena duración, buena resistencia química, buena resistencia a la luz solar y rayos ultravioleta y buena resistencia a la intemperie. Como es perfectamente conocido, los primarios son recubrimientos que se aplican como primera mano sobre la superficie a ser recubierta. Son recubrimientos cuya formulación esta encaminada fundamentalmente en base a la preparación de la superficie, tipo de recubrimiento a ser aplicado sobre él, medio de exposición a que va a estar sometido el sistema, y a ciertas consideraciones económicas.

Un buen primario que debe formar parte de un sistema de recubrimiento debe llenar los siguientes requisitos:

- > inhibición de la corrosión.- capacidad de sofocar y retardar cualquier reacción de corrosión de la superficie expuesta: en las grietas, bordes o bajo la película continua del primario.
- > Buen Adherencia y uniforme.-Capacidad de adherirse al metal en superficies preparadas aunque la preparación en las mismas no sea la ideal, con cierto margen de tolerancia para impurezas tales como escamas, herrumbre, sales, etc.
- > Buena impermeabilidad y resistencia al agua, el oxígeno y los iones para evitar en lo posible la corrosión bajo la película.
- > Buena resistencia a la humedad y la intemperie a fin de garantizar la protección de la superficie, aún en el caso de que esta tenga temporalmente sólo la mano del primario.
- > Resistencia general a los químicos, la cual deberá ser semejante a la de los recubrimientos aplicados sobre él a fin de que todo el sistema no sufra deterioro si se encuentra expuesto a ambientes químicos severos.



III.5.4.2 INTERMEDIOS O ENLACES

El término recubrimiento intermedio se refiere a aquellos materiales que son aplicados entre el primario y el recubrimiento de acabado. En ciertos casos particulares es posible tener el mismo tipo de resina en el primario y el acabado, presentándose problemas de incompatibilidad o adherencia, por lo que se requiere de una capa intermedia denominada "enlace" capaz de adherirse perfectamente tanto al primario como al acabado.

Normalmente los enlaces contienen una mezcla de resinas, parte de las cuales promueve la adherencia con el primario y el resto del acabado. Generalmente, los pigmentos inhibidores están ausentes aunque no necesariamente sobre todo cuando el primario fue aplicado defectuosamente y quedan sobre la superficie rayones, poros o cráteres. También es indispensable la aplicación de un intermedio inhibidor de herrumbres donde el primario es aplicado a un espesor muy bajo, lo que permitirá disminuir la permeabilidad hacia los agentes de corrosión. Deben también ser pigmentado adecuadamente para proveer resistencia a ciertos tipos de atmósferas particularmente corrosivas, cuando es usado en altas atmósferas. El recubrimiento de pintura intermedio debe ser pigmentado para contrastar en color con el primario y el acabado. El costo de un intermedio o enlace es muy semejante al de un primario de tal manera que en un sistema de tres capas es preferible que las dos primeras sean de primario para máxima protección de la superficie. El resultado de este procedimiento es de obtener una mayor construcción por capa debido a la mayor construcción por capa asociada con los recubrimientos primarios. Además, con este procedimiento y una mayor cantidad de pigmento inhibidor de herrumbre es mantenido más cerca de la superficie y cualquier imperfección accidental en una capa de primario es susceptible a ser cubierta más fácilmente por la segunda capa.

En conclusión, el empleo de un recubrimiento intermedio o enlace sólo debe ser recomendado cuando por las características de un primario y un acabado se sospechen posibles problemas de incompatibilidad o de adherencia.



III.5.4.3 ACABADOS O CAPAS FINALES.

Estos productos representan la capa exterior en contacto con el medio ambiente y se formulan para proveer protección a las capas internas de recubrimiento. Para proteger las capas primarias de recubrimiento y la superficie metálica, la capa final debe ser de baja permeabilidad y debe tener buena resistencia al medio ambiente. En este tipo de recubrimientos es frecuente el uso de pigmentos entonadores y el contenido de pigmentos inhibidores es inferior a la de un primario. Donde el color es esencial, la formulación del pigmento para capas de acabado debe tomar en consideración el medio ambiente al cual el recubrimiento estará expuesto.

En la elección del tipo de acabado, es de capital importancia para la adherencia su compatibilidad con el tipo de primario utilizado; en términos generales el uso del mismo tipo de resina en estos dos componentes del sistema asegura una buena adherencia, aún cuando hay casos como los recubrimientos epóxicos capaces de lograr una adherencia si no excelente cuando menos aceptable sobre otro tipo de recubrimiento.

Con fines de identificación y control de espesores, es conveniente que el primario, enlace y acabado en un sistema sean de diferente color y como se menciono anteriormente, la suma total de espesores de estas componentes debe ser superior a las 6.0 milésimas de pulgada a fin de que el sistema sea efectivo en su protección contra la corrosión. En la siguiente (figura 8), se muestra un sistema de recubrimiento completo.

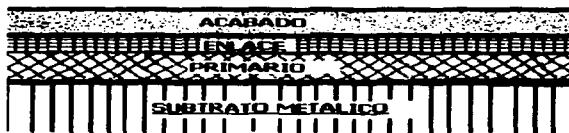


Figura 8. Sistema de recubrimiento completo.



CAPITULO

IV

RECUBRIMIENTOS

PARA

PROTECCIÓN ANTICORROSIVA



INTRODUCCIÓN

En este capítulo se muestran las características, aplicación y las propiedades físicas y químicas de los recubrimientos anticorrosivos a estudiar para la evaluación económica

IV.1 PRIMARIO DE ZINC 100% INORGÁNICO TIPO AUTOCURANTE BASE SOLVENTE (RP-4 TIPO B)

Se refiere a un primario de zinc 100 % inorgánico cuyas propiedades autocurantes están incluidas en sus componentes sin requerir ninguna solución curadora. Está constituido por un pigmento de polvo fino de zinc y un vehículo de silicatos orgánico parcialmente hidrolizado, envasados por separado.

Características

Es duro y resistente a la abrasión, con excelente resistencia a la mayoría de los solventes, a los ambientes húmedos, salinos y marinos, con excepción de los hidrocarburos clorados en presencia de humedad. Se considera que la vida de este recubrimiento es menor que la del poscurado, sin embargo, se recomienda para instalaciones expuestas a un alto porcentaje de humedad, a salpicaduras y brisa marina al aplicarse.

Seca rápidamente a 0°C y entre 80 y 99 % de humedad relativa. A temperaturas moderadas es insoluble en agua a los 20 minutos de aplicado.

Usos

Debe aplicarse sobre superficies metálicas de hierro o acero previa limpieza con chorro de abrasivo en metal blanco. Se usa como primario de un sistema, dependiendo de las condiciones ambientales. Si se emplea solo, no se recomienda para inmersión en soluciones acuosas, sin completarlo con protección catódica. Para evitar la gelación al momento de efectuar la mezcla, debe evitarse que los componentes estén expuestos al sol o a cualquier otra fuente de calor.



Aplicación

En lugares bien ventilados y por aspersión. Durante la aplicación, la mezcla de polvo y vehículo debe mantenerse en constante aplicación. No se debe utilizar el vehículo del tipo A, al efectuar la mezcla debe aplicarse a una sola mano con espesor de película seca de 0.0025" a 0.003". Este recubrimiento contiene materiales inflamables, por lo que debe aplicarse lejos de flamas o chispas.

Una vez curado el recubrimiento no requiere de lavado. Debe aplicarse cuando el ambiente se tenga de 60 a 95 % de humedad relativa y al menos ésta se conserve durante las primeras 6 horas después de aplicado el recubrimiento.

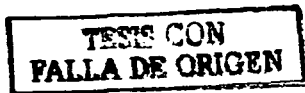
Se recomienda usar xileno como adelgazador para aplicación por aspersión cuando la temperatura ambiente sea inferior a 20°C; para temperaturas mayores de 20°C se usa un adelgazador tipo cellosolve. En ambos casos podrá usar una mezcla de 50 % de cellosolve y 50 % de alcohol etílico desnaturalizado, en volumen.

Acabado

Se puede usar los siguientes acabados: epóxico catalizado, epóxico de altos sólidos, vinílico de altos sólidos y vinil acrílico; RA-21, RA-26, RA-22 y RA-25, respectivamente, estos dos últimos previa aplicación de enlace vinílico epóxico modificado RP-7. Antes de aplicar cualquier recubrimiento se requiere un mínimo de 72 horas de curado el primario.

Rendimiento práctico promedio: 4.5 m²/litro a 76μ (3 mil)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:





CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Tiempo de secado Al tacto (minutos) Duro (horas)	- -	20 2	MP-1 MP-1
Estabilidad de los componentes. Almacenamiento (días)	270		MP-2
Flexibilidad y adherencia. Doblado en madril cónico. Lámina pintada a 25 °C.	pasa	-	MP-4
Intemperímetro (Weather O Meter) Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	2000	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	2000	-	MP-6
Densidad (g/cm ³)	2.5	2.8	MP-7
Viscosidad Copa Ford No. 4(segundos)	35	50	MP-8
Color			
Finura o fineza (unidades Hegman)	1.0	3	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325	-	2	MP-10
Aplicación por aspersión.	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)	20	-	MP-12
Curado	pasa	-	MP-13

Tabla 1. Características y pruebas físicas RP 4 - tipo B



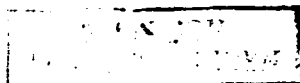
COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento	68	70	MP-17
Pulv. de zinc (96% de pureza como zinc).	97		MP-29
Otros.		3	
Vehículo (silicato orgánico).	30	32	
Silicato orgánico parcialmente hidrolizado, sobre vehículo.	35	-	MP-45
Materia volátil, sobre vehículo.	-	65	MP-32
Brea o derivados.	-	0	MP-34
Agua libre.		-	MP-33
Compatibilidad.	pasa	-	MP-15

Tabla 2. Composición RP-4 tipo B

PRUEBAS QUÍMICAS, PM 16	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (DÍAS)
Reactivo	20	30
Agua dulce	26	30
Agua de mar	20	30
Metil isobutil cetona	20	30
Tolueno	20	30
Acetato de etilo	20	30
Gasolina dulce	20	30
metanol	20	30

Tabla 3. Pruebas químicas PM 16

Las pruebas químicas deben efectuarse después de 48 horas de curado el recubrimiento. Al término de las pruebas y después de 2 horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.





IV.2. PRIMARIO DE CROMATO DE ZINC (PR-2)

Se refiere a un primario a base de cromato de zinc, óxido de hierro y resina vinil alquídica.

Características

Inhibidor a la corrosión en ambiente húmedo sin salinidad.

Usos

Debe aplicarse sobre superficies metálicas previa limpieza con chorro de abrasivo acabado tipo comercial. En los casos en que no se pueda efectuar ésta, se puede usar sobre superficies preparadas por métodos manuales.

Aplicación

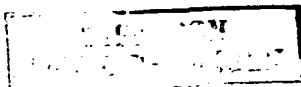
En lugares bien ventilados por aspersión o brocha de pelo. Debe usarse como adelgazador una mezcla de 25% de xileno y 75% de metil isobutil cetona; no debe usarse gas nafta.

Acabado

Debe usarse un acabado de esmalte alquídico, RA-20, que debe ser aplicado antes de 72 horas, o un poliuretano RA-2B, que debe aplicarse entre una y 24 horas después de efectuada la mezcla.

Rendimiento práctico promedio: 7 m²/litro a 50 μ (2 mil)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:





CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS:	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Tiempo de secado			
Al tacto (horas)	1	8	MP-1
Duro (horas)	-	24	MP-1
Estabilidad de cada componente.			
Envase cerrado (horas)	48	-	MP-2
Almacenamiento (días)	180	-	MP-2
Flexibilidad y adherencia.			
Doblado en madril cónico.	Pasa	-	MP-3
Lámina pintada.	pasa	-	MP-4
Intemperímetro.			
Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	300	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	200	-	MP-6
Densidad (g/cm ³)	1.1	1.3	MP-7
Viscosidad Brookfield LV (en centipoises)	600	1500	MP-8
Color (según catálogo)	Semejante al rojo 100		
Finura o fineza (unidades Hegman)	3	5	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325		1.5	MP-10
Aplicación con brocha de pelo o aspersión	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)	16	-	MP-12

Tabla 4. Características y pruebas físicas RP - 2

TIPO CON
BARRA DE ALUMINIO



COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento	32.0		MP-17
Cromato, sobre pigmento	18.0		MP-30
Óxido férrico, sobre pigmento	36.0		MP-30
Silicatos, sobre pigmento	-	46	MP-45
Vehículo		68.0	
Resina alquídica sólida sobre vehículo.	16.0	17.0	MP-36
Resina vinilica sólida sobre vehículo.	13.0	14.0	MP-40
Brea o derivadas sobre vehículo.		0	MP-34
Materia volátil, sobre vehículo.	69.0	71.0	MP-32
Agua libre	-	0.5	MP-33
Compatibilidad	pasa	-	MP-15

Tabla 5. Composición de RP-2

PRUEBAS QUÍMICAS, PA 16	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (DÍAS)
Reactivo Agua destilada	Ambiente (25)	24

Tabla 6. Pruebas químicas de RP-2

Las pruebas químicas deben efectuarse después de 24 horas de secado duro del recubrimiento.

Al término de las pruebas y después de 2 horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.



IV.3 PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO (RP-6)

Se refiere a un primario a base de resinas epóxicas (componente epóxico), que endurece por adición de un componente poliamídico, envasados por separado.

Características.

Posee propiedades de adherencia, humectación y resistencia al ambiente húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre y a los destilados sin tratar, pero su resistencia a los aromáticos es pobre.

Usos.

Debe aplicarse sobre superficies metálicas de hierro y acero para limpieza con chorro de abrasivo con acabado metal blanco o comercial según norma PEMEX 2.411.01.

Aplicación.

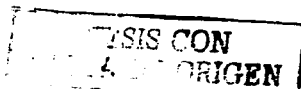
En lugares bien ventilados y por aspersión. Su periodo de vida aplicable es de 7 horas máximo a temperatura ambiente (25°C) una vez mezclados los dos componentes. Adelgazador recomendado: mezcla de 80% de metil isobutil cetona y 20% del xileno en volumen.

Acabado.

Como acabado se usan, epóxico catalizado RA-21, ó epóxico catalizado de altos sólidos RA-26, ó poliuretano RA-28, los cuales se deben aplicar entre 4 y 24 horas después de aplicado este primario.

La proporción de la mezcla debe ser de 4 partes de componente epóxico y 1 de componente poliamídico en volumen.

Rendimiento práctico promedio: 6.5 m²/litro a 50μ (2 mil)





En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:

CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	ALUMINIO	PLÁSTICO	MÉTODO
Tiempo de secado			
Al tacto (horas)	-	1	MP-1
Duro (horas)	-	24	MP-1
Flexibilidad y adherencia.			
Doblado en madril cónico.	Pasa	-	MP-3
Lámina pintada.	pasa	-	MP-4
Intemperímetro.			
Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	500	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	300	-	MP-6
Densidad (g/cm ³)			
Componente epóxico	1.35	-	MP-7
Componente poliamídico.	0.9	-	MP-7
Viscosidad Brookfield LV (en centipoises)	650	-	MP-8
Color (según catálogo)	Seve jarnte al rojo 100		
Finura o fineza (unidades Hegman)	3	-	MP-9
Rendimiento en la malla U.S: 325		2	MP-10
Aplicación por aspersión	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)	16	-	MP-12

Tabla 7. Características y pruebas físicas RP-6



COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento			
Componente epóxico	45	51	MP-7
Pigmentos inhibidores, sobre pigmento	47	-	
Inertes a base de silicatos sobre pigmento	-	53	MP-45
Componente poliámico	-	0	
Vehículo			
Componente epóxico	49	55	
Resina epóxica, con equivalente epóxico 500, sobre vehículo.	-	-	MP-41
Solventes sobre vehículo.	33	67	MP-32
Componente poliámico.	100	-	
Resina epóxica, con valor amínico 210-230 sobre vehículo.	51	-	MP-42
Solventes	-	49	MP-32
Agua libre.		0,5	MP-33
Compatibilidad.	pasa	-	MP-15

Tabla 8. Composición de RP-6

PRUEBAS QUÍMICAS, PM 16	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (DÍAS)
Reactivo		
Agua dulce	Ambiente (25)	14
Gasolina dulce	Ambiente (25)	14
NaCl al 20%	Ambiente (25)	14

Tabla 9. Pruebas químicas, PM 16

Las pruebas químicas deberán efectuarse después de 7 días de aplicado el recubrimiento.

Al término de las pruebas y después de 2 horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.



IV.4 PRIMARIO VINIL EPÓXICO MODIFICADO (RP-7)

Se refiere a un primario a base de pigmentos inhibidores de plomo, óxido de hierro, inertes y un vehículo vinílico con modificación de un éster epóxico. Se refiere también a una capa de enlace de la misma composición química, excepto por el contenido de los pigmentos inhibidores de plomo, para aplicación sobre primarios inorgánicos de zinc. Se proporciona en envase listo para usarse, tanto el primario como el enlace.

Características.

Tiene una excepcional adherencia, una gran compatibilidad con diversos recubrimientos, excelente capacidad para detener la corrosión bajo película: resistente al ambiente húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre e inversión en agua potable.

Usos

Debe usarse sobre superficies metálicas de hierro y acero, previa limpieza con chorro de abrasivo con acabado tipo comercial. Sin los pigmentos inhibidores se usa como capa de liga o enlace sobre primarios inorgánicos de zinc, que se encuentren completamente curados.

Aplicación.

En lugares bien ventilados y por aspersion.

Adelgazador adecuado: mezcla de 60% de metil isobutil cetona y 40 % de xileno en volumen.

Acabado: Se usan acabados vinílicos preferentemente. Cuando se utilice como enlace o capa de liga sobre primarios de inorgánicos de zinc, se usan acabados vinílicos, vinil acrílico o antivegetativos, RA-22, RA-25 y RE-31, respectivamente.

Rendimiento práctico promedio:

Como primario: 3.5 m²/litro a 38 μ (1.5 mils)

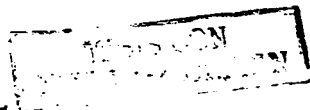
Como enlace: 5.7 m²/litro a 25 μ (1.0 mils)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:



CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Tiempo de secado			
Al tacto (horas)	-	1.5	MP-1
Duro (horas)	-	4	MP-1
Estabilidad de cada componente.			
Envase cerrado (horas)	24	-	MP-2
Almacenamiento (horas)	180	-	MP-2
Flexibilidad y adherencia.			
Doblado en madril cónico.	Pasa	-	MP-3
Lámina pintada.	Pasa	-	MP-4
Intemperímetro.			
Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	300	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	200	-	-
Densidad (g/cm ³)			
Como primario	1.12	-	MP-7
Como enlace	1.00	-	MP-7
Viscosidad Brookfield LV (en centipoises)	600	1200	MP-8
Color (según catalogo)	Semejante al rojo 100 Semejante al rojo 100 o al gris 506		
a) Primario			
b) Enlace			
Finura o fineza (unidades Hegman)	3	5	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325		1.5	MP-10
Aplicación por aspersión	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)	16	-	MP-12

Tabla 10. Características y pruebas físicas de RP-7





Recubrimientos para protección anticorrosiva

COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento	45	51	MP-7
Como primario	47	-	
Pigmentos inhibidores sobre pigmento.	-	53	MP-45
Óxido de hierro, sobre pigmento.	-	0	
Inertes de silicato, sobre pigmento.	-	-	
Como enlace.	-	-	
Rojo óxido de hierro o bióxido de titanio	-	-	
(dependiendo del color), sobre pigmento.	-	-	
Inertes de silicato, sobre pigmento.	-	-	
Vehículo, como primario y como enlace.	10,6	-	MP-40
Resinas vinílicas, sobre vehículo.	-	-	
Resinas epóxicas con equivalente epóxico	3	-	MP-41
185-200, sobre vehículo.	-	80,5	MP-32
Materia volátil sobre vehículo	-	0	MP-34
Brea o derivados.	-	-	
Aqua libre.	-	0,5	MP-33
Compatibilidad.	para	-	MP-15

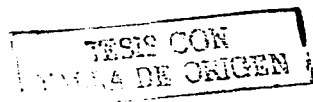
Tabla 11. Composición de RP-7

PRUEBAS QUÍMICAS. PM-14. (SOLVENTE COMO PRIMARIO)	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (DÍAS)
Reactivo		
Hipoclorito de sodio 5 %	60	7
Sosa cáustica 5 %	60	7
Agua destilada.	45	7
Alcohol etílico.	Ambiente (25)	7
Amoniaco	Ambiente (25)	7

Tabla 12. Pruebas químicas, de RP-7

Las pruebas químicas deben efectuarse después de 72 horas de aplicado el recubrimiento.

Al término de las pruebas y después de 2 horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.





IV.5 ESMALTE ALQUIDÁLICO BRILLANTE (RA-20)

Se refiere a un recubrimiento de acabado a base de resinas alquidídicas y pigmentos.

Características

Es duro, brillante, con buena flexibilidad, adherencia y humectación. Es resistente a la intemperie con buena retención de color y brillo. No resiste ácidos, álcalis ni solventes.

Se utiliza preferentemente en ambientes secos y húmedos sin salinidad.

Usos

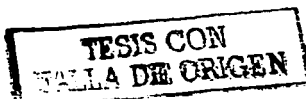
Se aplica exclusivamente sobre el primario cromato de zinc RP-2. Su uso básico es como acabado para instalaciones y equipos.

Aplicación

En lugares bien ventilados, por aspersion o brocha de pelo. Adelgazador recomendado: Gas Nafta.

Rendimiento práctico promedio 8 m²/litro a 50 μ (2 mils.)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:





CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Tiempo de secado			
Al tacto (horas)	-	4	MP-1
Duro (horas)	-	24	MP-1
Estabilidad			
Envase cerrado (horas)	48	-	-
Almacenamiento (días)	180	-	MP-2
Flexibilidad.			
Doblado en madril cónico.	Pasa	-	MP-3
Adherencia	pasa	-	MP-4
Intemperímetro.			
Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	200	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	200	-	MP-6
Densidad.(g/cm ³)	0.900	1.250	MP-7
Viscosidad Brookfield LV, según color de la mezcla (en centipoises)	300	900	MP-8
Color (según catálogo)	Según catálogo.		
Finura o fineza (unidades Hegman)	6	-	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325 en %	-	2	MP-10
Aplicación con brocha de pelo o aspersión	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente según color (m ² /l)	Ver tabla I	-	MP-12

Tabla 13. Características y pruebas físicas de RA-20.



COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento, según color.	Ver tabla 1		MP-17
Vehículo, según color. (Un éster gliceroftálico con contenido de aceites secantes de 52 a55% y anhídrido ftálico de 28-32%, sin modificar). Viscosidad de resina al 50 % de sólidos en gas nafta a 25°C (cp)	Ver tabla 1 600 1200		MP-38 MP-37 Mp-8
Materia volátil (A cerrar a 100% en cada Caso). No debe contener benceno, compuestos clorados o derivados de cloro hidrolizables.	Ver tabla 2		MP-32
Brea o derivados	-	0	MP-34
Agua libre	-	0.5	MP-33
Compatibilidad	pasa	-	MP-15

Tabla 14. Composición de RA-20.

PRUEBAS QUÍMICAS - PM 16	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (DÍAS)
Reactivo Agua destilada	Ambiente (25)	18

Tabla 15. Pruebas químicas, PM 16

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Las pruebas deben efectuarse después de 7 días aplicado el recubrimiento y secado al aire.

Al término de las pruebas y después de 2 horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.

COLOR	PIGMENTO %		RESINA		PODER CURTEN TE (g/l)
	ALÍNEO	MÁRACO	ALÍNEO	MÁRACO	
001 Negro	2	4	42	44	16
002 Blanco	23	27	32	34	16
003 Aluminio	10	15	34	36	16
100 Rojo	15	19	37	39	16
102 Rojo	9	12	37	39	13
104 Rosa	20	24	32	34	16
106 Rosa	23	27	32	34	16
200 Naranja	26	30	30	32	13
202 Amarillo	26	30	30	32	13
204 Amarillo	26	30	30	32	13
206 Crema	23	27	32	34	16
300 Verde	14	17	36	38	16
302 Verde	18	22	35	37	16
304 Verde	23	27	32	34	16
306 Verde	20	24	34	36	16
400 Azul	18	22	34	36	16
402 Azul	16	20	34	36	16
404 Azul	23	27	32	34	16
406 Azul	20	24	34	36	16
500 Café	16	20	37	39	16
502 Ocre	20	22	33	35	16
504 Gris	20	24	33	35	16
506 Gris	20	24	33	35	16

Tabla 16. Composición según color.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COLOR	PIGMENTOS PERMITIDOS
001 Negro	Negro carbón
002 Blanco	Bióxido de titanio y entonador azul
003 Aluminio	Al 99 % de pureza en pasta al 68%
100 Rojo	Rojo óxido de hierro
102 Rojo	Rojo tuludiana
104 Rosa	Bióxido de titanio, rojo permanente, amarillo óxido, amarillo cromo, rojo óxido.
200 Naranja	Naranja molibdato, amarillo cromo, o naranja cromo.
202 Amarillo	Amarillo cromo, bióxido de titanio
204 Amarillo	Amarillo cromo bióxido de titanio.
206 Crema	Bióxido de titanio, amarillo óxido, amarillo cromo
300 Verde	Verde cromo, azul de hierro, negro carbón.
302 Verde	Bióxido de titanio, verde o azul ffalocianina, azul de hierro, verde cromo, amarillo óxido, amarillo cromo.
400 Azul	Azul de hierro, bióxido de titanio, amarillo óxido de hierro, rojo de hierro, negro carbón o negro lámpara.
402 azul	Azul de hierro, bióxido de titanio, amarillo, óxido de hierro, rojo óxido de hierro, negro carbón o negro lámpara.

Tabla 17. Pigmentos permitidos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



IV.6 ACABADO EPÓXICO CATALIZADO (RA-21)

Se refiere a un recubrimiento de acabado a base de resinas epóxicas, pigmentos colorantes e inertes (componente epóxico), que endurece por adición de un reactivo químico de resinas poliamídicas (componente poliamídico), envasados por separado, en proporción de 2 a 1 en volumen.

Características

Proporciona un acabado brillante, duro y una gran resistencia a las condiciones de exposición en ambiente marino, salino, húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre.

Usos

Debe usarse sobre los siguientes primarios:

RP-3, RP-4 y RP-6, inorgánico de zinc poscurado, autocurante y epóxico catalizado, respectivamente.

Aplicación

En lugares bien ventilados y por aspersión. Debe aplicarse entre una y ocho horas después de efectuada la mezcla. Debe dejarse un tiempo mínimo de 4 horas y máximo de 24 horas entre la aplicación de la primera y la segunda mano.

Adelgazador recomendado: mezcla de 80% de metil isobutil cetona y 20% de xileno en volumen.

Rendimiento práctico promedio: 7 m²/litro a 50 μ (2 mils.)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:



CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Tiempo de secado			
Al tacto (horas)	1	4	MP-1
Duro (horas)	-	24	MP-1
Estabilidad de cada componente.			
Envase cerrado (horas)	-	-	-
Almacenamiento (horas)	180	-	MP-2
Flexibilidad y adherencia.			
Doblado en madril cónico.	Pasa	-	MP-3
Lámina pintada.	Pasa	-	MP-4
Intemperímetro.			
Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	750	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	500	-	MP-6
Densidad, según color (g/cm ³)			
Componente epóxico	1.00	1.4	MP-7
Componente poliámico	0.89	0.94	MP-7
Viscosidad Brookfield LV, según color de la mezcla (en centipoises)	300	1000	MP-8
Color (según catálogo)	Según catálogo.		
Finura o fineza (unidades Hegman)	5	-	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325 en %	-	2	MP-10
Aplicación por aspersión	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)	16	-	MP-12

Tabla 18. Características y pruebas físicas de RA-21



COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento e inertes Según color (ver tabla) Componente epóxico (ver tabla 2) Componente poliamídico.	- - -	- - 0	MP-17
Vehículo Componente epóxico. Resinas, con equivalente epóxico 500 Solventes Componente poliamídico Resina poliamídica Solventes Brea libre	72.3 ver tabla 2 100 30.0 66.0 -	58.8 ver tabla 2 ver tabla 2 - 34.0 70.0 0	- MP-42 MP-32 - MP-42 MP-32 MP-34
Agua libre.	-	0.5	MP-33
Compatibilidad.	pasa	-	MP-15

Tabla 19. Composición de RA-21

NOTAS:

- 1.- Los pigmentos no deben tener derivados de plomo.
- 2.- Los colores pastel y blanco deben tener como base un pigmento de bióxido de titanio.
- 3.- No debe solicitarse en color aluminio.

TRABAJAR CON
COPIA DE ORIGEN



IV.7 ACABADO EPÓXICO CATALIZADO DE ALTOS SÓLIDOS (RA-26)

Se refiere a un recubrimiento de acabado de altos sólidos a base de resinas epóxicas, solventes y pigmentos (componente epóxico), que endurece por adición de un reactivo químico de resinas poliamídicas, solventes y pigmentos reforzantes (componente poliamídico), envasados por separado, en proporción de 2 a 1 en volumen.

Características.

Proporciona un acabado duro, con resistencia excelente a las condiciones de exposición en ambiente salino, húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre y marino, a la inmersión continua en destilados sin tratar, agua potable e interior de tanque de carga de embarcaciones.

Usos.

Este producto debe aplicarse sobre los primarios RP-3, RP-4 "A o B" y RP-6

Aplicación

En lugares bien ventilados y por aspersión. Debe aplicarse entre una y ocho horas después de efectuada la mezcla. La superficie recubierta debe usarse transcurridos 7 días después de la aplicación. Adelgazador recomendado: mezcla de 80% de metil isobutil cetona y 20% de xileno en volumen.

Rendimiento práctico promedio: 3.5 m²/litro a 152 μ (6 mils.)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Tiempo de secado			
Al tacto (horas)	-	1	MP-1
Duro (horas)	-	24	MP-1
Estabilidad			
Envase cerrado (horas)	-	-	MP-2
Almacenamiento (horas)	365	-	MP-2
Flexibilidad y adherencia.			
Doblado en madril cónico.	Pasa	-	MP-3
Lámina pintada.	Pasa	-	MP-4
Intemperímetro.			
Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	750	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	500	-	MP-6
Densidad de la mezcla (g/cm ³)	1.35	-	MP-7
Viscosidad Brookfield LV (en centipoises)	900	3000	MP-8
Color (según catálogo)			
Finura o fineza (unidades Hegman)	5	-	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325 en %		2	MP-10
Aplicación por aspersión	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)	15	-	MP-12

Tabla 20. Características y pruebas físicas de RA-26



COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento Pigmento en componente epóxico. Pigmento en componente poliamídico.	42 38	42 38	MP-17 MP-17
Vehículo. Vehículo componente epóxico. Resina epóxica, sobre vehículo (El equivalente epóxico deberá estar entre 450-525). Volátiles. Vehículo componente poliamídico. Resina poliamídica (sobre vehículo). (El valor amídico de la resina poliamídica titulado con HCl deberá estar entre 210 y 230). Volátiles sobre vehículo. Brea o derivados.	58 49 - 62 51 - -	- - 51 - - 49 0	MP-41 MP-32 MP-42 MP-32 MP-34
Agua libre.	-	0.5	MP-33
Compatibilidad	pasa	-	MP-15

Tabla 21. Composición de RA-26.



PRUEBAS QUÍMICAS - PM/16	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (DÍAS)
Gasolina sin tratar (amargos)	60	7
Kerosina sin tratar (amargo)	60	7

Tabla 22. Pruebas químicas de RA-26.

Las pruebas químicas deben efectuarse después de 7 días de aplicado el recubrimiento.

Al término de las pruebas y después de 2 horas de recuperación el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.



IV.8 ACABADO DE POLIURETANO (RA-28)

Se refiere a un requerimiento de acabado a base de componentes de poliisocianatos, pigmentos colorantes e inertes que endurece por adición de un reactivo químico a base de resinas con grupos hidróxilo libres, envasados por separado en proporción de 3 a 1 en volumen.

Características

Proporciona un acabado brillante, de secado rápido, duro, impermeable, con buena flexibilidad y adherencia. Su resistencia a los agentes químicos está limitada a condiciones no muy severas, presenta resistencia a la abrasión, al impacto, a la exposición en ambientes salinos, es excelente cuando se encuentra a la intemperie.

Usos.

Debe usarse sobre los siguientes primarios: RP-2, RP-6, RP-7; Primario de Cromato de Zinc, Epóxico Catalizado y Vinil Epóxico Modificado, respectivamente.

Aplicación.

En lugares ventilados y por aspersion, debe aplicarse entre una y 24 horas después de efectuada la mezcla. Debe dejarse un tiempo mínimo de 4 y máximo de 24 horas entre la primera y segunda mano.

Adelgazador recomendado.

Una mezcla de 40% de Xileno, 41% de Acetato de Etilo y 19% de Acetato de Butilo en volumen.

Rendimiento práctico promedio. 12.0 m²/litro a 25 μ (1.0 mils.)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:



CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Tiempo de secado Al tacto (horas) Duro (horas)	-	4	MP-1
	-	24	MP-1
Estabilidad Envase cerrado (horas) Almacenamiento (días)	48 180	- -	MP-2 MP-2
Flexibilidad y adherencia doblado a 25°C. (% de elongación)	16	-	MP-3
Intemperímetro. Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	300	-	MP-5
Gabinete salino (horas)	300	-	MP-6
Densidad (g/cm ³) Componente I Componente II Mezcla	1.00 0.95 1.00	1.50 1.10 1.50	MP-7 MP-7 MP-7
Viscosidad a 25°C Brookfield LV (en centipoises)	160	300	MP-8
Color (según catálogo)			
Finura o fineza (unidades Hegman)	6	-	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325 en %	-	1.0	MP-10
Aplicación por aspersión	Pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)(según color)	16	-	MP-12

Tabla 23. Características y pruebas físicas de RA-28.



PRUEBAS DE COMPOSICIÓN PARTE I	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento (según color)	3.0	30.0	MP-17
Vehículo.	70.0	97.0	MP-52
Resina acrílica solvente vehículo	31.0	45.0	MP-32
Solventes (grado uretano), sobre vehículo.	55.0	69.0	MP-34
Brea o derivados	-	0	
Agua libre.	-	0.2	MP-33
Compatibilidad	pasa	-	MP-15

Tabla 24. Pruebas de composición parte I.

PRUEBAS DE COMPOSICIÓN PARTE II	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Isocianato (grado uretano)	62.0	75.0	MP-52
Solventes y aditivos/ vehículo	25.0	38.0	MP-32
Brea o derivados		0	MP-34

Tabla 25. Pruebas de composición parte II.



PRUEBAS QUÍMICAS, FM 16	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (DÍAS)
Ácido nítrico al 5%	Ambiente (25)	7
Cloruro de sodio al 20%	Ambiente (25)	7
Gasolina extra	Ambiente (25)	7
Agua destilada	60	7
Agua de mar	ambiente (25)	7
Vapores condensados de ácido sulfhídrico.	25	7

Tabla 26. Pruebas químicas.

Las pruebas deben efectuarse después de 7 días de aplicado el recubrimiento.

Al término de la prueba y después de 2 horas de recuperación, el recubrimiento no deberá mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adherencia.



IV.9 RECUBRIMIENTO PARA ALTAS TEMPERATURAS RE-30 TIPO "B"

Su vehículo es a base de resinas de silicón 100% sin modificar y pigmentos de aluminio en pasta, los cuales deben ser según la tabla de temperaturas correspondiente.

Características.

Proporcionan un acabado brillante, tiene excelente resistencia a temperaturas continuas de acuerdo a los siguientes valores:

De 260°C hasta 560°C (puede resistir hasta 800°C en forma intermitente).

Usos.

Debe aplicarse sobre superficies metálicas de hierro y acero previa limpieza a chorro de abrasivo a metal blanco.

Aplicación.

En lugares bien ventilados y por aspersion. No debe usarse adelgazador. Debe quedar aplicado entre 1 y 24 horas máximo.

Rendimiento práctico promedio: 7.5 m²/litro a 38 μ (1.5 mils.)

En las siguientes tablas se indican sus propiedades físicas, químicas, composición y métodos de prueba:

CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODOS
Tiempo de secado			
Al tacto (días)			MP-1
Duro, curado (horas)			
150°C	-		MP-1
205°C		16	MP-1
260°C		5	MP-1
315°C - 358°C		1	MP-1
		1	



CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS FÍSICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO
Estabilidad			
Envase cerrado (horas)	24	-	MP-2
Almacenamiento (días)	180	-	MP-2
Flexibilidad y adherencia.			
Doblado en madril cónico.	Pasa	-	MP-3
Lámina pintada.	Pasa	-	MP-4
Intemperímetro.			
Ciclo 102/18 (min.) duración en horas.	-	-	-
Gabinete salino (horas)	-	-	-
Densidad (g/cm ³)	1.0	-	MP-7
Viscosidad Copa Ford No. 4 (segundos)	27	-	MP-8
Color	Aluminio		
Finura o fineza (unidades Hegman)	2	-	MP-9
Rendimiento en la malla U.S. 325 en %	-	0.1	MP-10
Aplicación por aspersión	pasa	-	MP-11
Apariencia	Pasa	-	MP-11
Poder cubriente (m ² /l)	27	-	MP-12
Prueba especial: resistencia al calor a 560°C constantes.	pasa	-	MP-14

Tabla 27. Características y pruebas físicas de RE-30 tipo B.



COMPOSICIÓN	% EN PESO		MÉTODO
	MÍNIMO	MÁXIMO	
Cantidad de pigmento (pasta)			
Aluminio sobre la pasta	-	23	MP-17
Grasa extraíble con acetona	61.3	-	MP-27
Volátiles, sobre la pasta	-	3.0	MP-35
Impurezas sobre la pasta	-	35.0	MP-32
	-	0.7	-
Vehículo.	77	-	MP-46
Resina 100% silicón sin modificar, sobre	40.0		
vehículo.	-	60.0	MP-32
Volátiles (hidrocarburos aromáticos), sobre vehículo.			
Agua libre.	-	0.5	MP-33
Compatibilidad	-	-	-

Tabla 28. Composición de RE-30 tipo B.



IV.10 REQUISITOS DE MANEJO E IDENTIFICACIÓN

Envasado

Todos los recubrimientos deben envasarse en recipientes que no sean atacados por aquellos. Dichos recipientes deben ser de lámina o plástico.

Transporte

Todos los recubrimientos deben transportarse y manejarse evitando que los recipientes que los contengan, se golpeen o caigan.

Almacenamiento.

Los recubrimientos anticorrosivos deben almacenarse a cubierto, desde el proveedor hasta la utilización en obra.

Identificación

Todos los recubrimientos que contengan productos anticorrosivos deben marcarse indicando:

- Fecha de elaboración.
- Identificación del lote.
- Tipo de recubrimiento.
- Requisición y número de pedido.



En los casos de recubrimientos formados por los componentes envasados por separado, se deben marcar en forma clara y visible el tipo de componente que se trate, ya que los componentes de los diferentes recubrimientos no pueden mezclarse entre sí.

La identificación debe hacerse conforme a la siguiente tabla:

ESPECIFICACIÓN	DEFINICIÓN
RP-2	Primario de cromato de zinc, vinil alquídico
RP-3	Primario de zinc 100% inorgánico poscurado
RP-4A	Primario de zinc 100% inorgánico autocurante, base acuosa.
RP-4B	Primario de zinc 100% inorgánico autocurante, base solvente.
RP-5A	Primario de alquitrán de hulla epóxico, amínico.
RP-5B	Primario de alquitrán de hulla epóxico poliámido.
RP-6	Primario epóxico catalizado.
RP-7	Primario o enlace vinil epóxico modificado.
RP-8	Primario epóxico catalizado para turbosina.
RP-9	Primario de hule clorado.
RP-10	Primario epóxico catalizado a ducto amina.
RA-20	Esmalte alquídico brillante.
RA-21	Acabado epóxico catalizado.
RA-22	Acabado vinílico de altos sólidos.
RA-23	Acabado epóxico catalizado para turbosina.
RA-25	Acabado vinil-acrílico.
RA-26	Acabado epóxico catalizado de altos sólidos.
RA-27	Acabado de hule clorado.
RA-28	Acabado de poliuretano.
RA-29	Acabado epóxico catalizado para interior de buque-tanques.
RE-30A	Recubrimiento para altas temperaturas (80°C a 260°C)
RE-30B	Recubrimiento para altas temperaturas (260°C a 560°C)
RE-31A	Recubrimiento antivegetativo de óxido cuproso.
RE-31B	Recubrimiento antivegetativo de tóxicos organometálicos.
RE-32	Recubrimiento epóxico para zonas de mareas y oleajes.
RE-33	Recubrimiento alquídico para tambores.
RE-34	Recubrimiento epóxico amínico para interior de gasoductos.

Tabla 29. Tipos de recubrimientos

**IV.11 MÉTODOS DE PRUEBA**

A continuación se presenta una tabla que muestra los diferentes tipos de métodos de prueba según la Norma PEMEX 4411.01 para aceptación de un recubrimiento:

ESPECIFICACIÓN	TIPO DE MÉTODO
MP-1	Tiempo de secado.
MP-2	Estabilidad.
MP-3	Flexibilidad.
MP-4	Adherencia.
MP-5	Intemperismo acelerado.
MP-6	Niebla salina.
MP-7	Densidad.
MP-8	Viscosidad.
MP-9	Funera.
MP-10	Retenido de malla U.S. 325.
MP-11	Aplicación y opacidad.
MP-12	Poder cubriente.
MP-13	Prueba de curado.
MP-14	Resistencia a alta temperatura.
MP-15	Compatibilidad.
MP-16	Pruebas de inmersión.
MP-17	Contenido de pigmento.
MP-18	Bióxido de titanio.
MP-19	Negro carbón.
MP-20	Amarillo y naranja cromo.
MP-21	Rojo toluidino.
MP-22	Naranja malibdata.
MP-23	Azul de hierro.
MP-24	Amarillo, café y rojo óxido de hierro.
MP-25	Verde cromo.
MP-26	Azul de ftocianina.
MP-27	Polvo de aluminio.
MP-28	Minio.
MP-29	Polvo de zinc.
MP-30	Pigmentos cromato de zinc-óxido férrico.



ESPECIFICACIÓN	TIPO DE MÉTODO
MP-31	Óxido de cobre.
MP-32	Material volátil.
MP-33	Aqua libre.
MP-34	Brea.
MP-35	Grasa extraíble con acetona.
MP-36	Resina alquídica.
MP-37	Anhidrido ftálico.
MP-38	Aceites secantes.
MP-38	Aceites secantes.
MP-39	Polialcoholes.
MP-40	Resina vinílica.
MP-41	Resina epóxica.
MP-42	Resinas amínicas y poliamídica.
MP-43	Resina acrílica.
MP-44	Resina fenólica.
MP-47	Ácido fosfórico.
MP-48	Resina vinil alquídica.
MP-49	Hule clorado.
MP-50	Poliuretanos
MP-51	Ampollamiento por presión.
MP-52	Resistencia a la abrasión.
MP-53	Resistencia al impacto.
MP-54	Coefficiente de fricción.
MP-55	Desprendimiento.
MP-56	Dureza de lápiz
MP-57	Porosidad.

Tabla 30. Métodos de prueba.



CAPITULO

V

VARIABLES QUE MODIFICAN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS



INTRODUCCIÓN

Los sistemas de protección anticorrosivo basados en recubrimientos son particularmente sensibles a la mala aplicación y preparación de la superficie, siendo estos dos los factores más importantes en la vida de servicio de los recubrimientos, es por ello que en este capítulo se ha estudiado las variables que modifican el comportamiento de los sistemas de recubrimientos.

V.1 MÉTODOS DE APLICACIÓN

V.1.1 IMPORTANCIA, VENTAJAS Y LIMITACIONES DE UNA APLICACIÓN APROPIADA

El uso apropiado de la herramienta de aplicación o del método utilizado para aplicar el recubrimiento, puede tener un efecto definitivo sobre el tiempo requerido, la apariencia del trabajo terminado, la durabilidad del producto aplicado y sobre todo el costo total del trabajo. Por ejemplo en el recubrimiento en campo la estimación del costo total puede incluir del 30% al 60% para la aplicación contra solamente el 15% al 20% para el costo de el recubrimiento utilizada.

Además la aplicación puede tener un notable efecto sobre el funcionamiento del recubrimiento aplicado, especialmente cuando se expone subsecuentemente a condiciones adversas. Los sistemas de protección anticorrosiva basados en recubrimientos son particularmente sensibles a la mala aplicación y pueden fallar drásticamente.

La elección apropiada de la herramienta o el equipo para recubrir y su uso apropiado, puede tener los siguientes beneficios:

- Rápido cubrimiento del objeto que se va a recubrir.
- Cubrimiento óptimo por capa, eliminando de esta manera la necesidad de aplicar más capas que las especificadas con objeto de obtener la opacidad y los espesores deseados.
- Humectación óptima del sustrato por el revestimiento aplicado, asegurando de esta manera una adherencia óptima.



Las condiciones del medio ambiente pueden tener un efecto considerable sobre la aplicación apropiada. Las temperaturas de el recubrimiento, del sustrato, y del medio ambiente bien sea debajo de aproximadamente 10°C o arriba de 35°C. Puede causar problemas. El clima lluvioso o con viento también puede crear serios problemas cuando se recubren exteriores.

V.1.2 PREPARACIÓN DE EL RECUBRIMIENTO

Es importante que el recubrimiento este en las condiciones apropiadas para la aplicación mediante le equipo seleccionado. Las siguientes recomendaciones se deben seguir antes de empezar a pintar:

1. **Almacenamiento:** Los recubrimientos se deben almacenar a una temperatura moderada, es decir de 15° a 30°C. El material más viejo se debe rotar de tal manera que se utilice primero.
2. **Mezcla:** es obligatorio mezclar apropiadamente el recubrimiento con objeto de asegurarse de que se mezclen completamente cualquier líquido sobrenadante o pigmento asentado, y que el recubrimiento sea homogéneo.

El mejor método para mezclar es mediante el uso de una mezcladora mecánica. El tipo normal es un propulsor motorizado, el cual puede variar desde una flecha propulsora. Para un taladro portátil, hasta una mezcladora de $\frac{1}{2}$ HP para manejar materiales relativamente viscosos, en tambores de 200 litros (figura 9) (tabla 31).

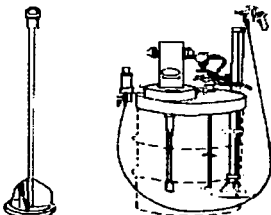


Figura 9. Mezcladora.



TIPO DE PINTURA	MÉTODO	NOTAS
Basada en solvente	Manual Propulsor agitador de pintura	
Basada en agua (látex)	Manual Propulsor agitador de pintura	Evite un vortez Use un recipiente no muy lleno. Mezcle el menor tiempo posible.
Recubrimientos viscosos	Propulsor.	Mezcle cuidadosamente para evitar que se atrape aire.

Tabla 31. Métodos para mezclar pintura y recubrimientos

Cualquiera que sea el método para mezclar, el fondo y los lados del recipiente se deben verificar para aflojar cualquier material asentado, y luego se deben volver a mezclar hasta quedar homogéneo. La mezcla final debe verse uniforme sin rayas sobre la superficie de la pintura.

3. **Adelgazamiento de un recubrimiento:** no se debe adelgazar a menos que sea específicamente recomendado, por ejemplo, para la aspersión con aire. Si el recubrimiento parece demasiado viscoso, puede estar fría y se debe calentar hasta 15-30°C.
4. **Colado:** filtre la pintura si hay evidencia de natas, asentamientos, partículas de pigmento, o cualquier manera extraña, o si la pintura se va atomizar (las partículas pueden tapar el equipo de aspersión).
5. **Temperatura:** la temperatura de el recubrimiento debe estar entre 15° y 30°C.

V.1.3 MÉTODOS DE APLICACIÓN

La elección puede depender de algunas de las siguientes consideraciones: (1) donde se aplica el recubrimiento, por ejemplo, en campo contra una planta de manufactura; (2) el objeto que se esta pintando, por ejemplo, un cuarto contra un automóvil; (3) la localización de los objetos, por ejemplo, en un edificio, o un puente, dentro de un tanque, etc.: (la configuración de los



objetos, por ejemplo, una superficie plana grande o un diseño complicado; (5) el número de unidades que se están recubriendo; (6) el tiempo disponible para hacer el trabajo; (7) el medio ambiente, por ejemplo, dentro de un edificio, sobre un puente, sobre un lote de estacionamiento, etc.; (8) el tipo de pintura utilizada, por ejemplo, vinílica, dos componentes, etc. (9) la capacidad del aplicador; y (10) el presupuesto para el trabajo.

Aplicación en el sitio (In situ)

Esta área de aplicación de pintura incluye edificios, puentes, servicios, plantas, etc. Así como repintado de autos.

Aplicación en planta

La pintura en la planta se hace en artículos de manufactura de equipo original. Esto se presta para la automatización. Los ejemplos de estas aplicaciones son equipo automotriz, aparatos, muebles, y la mayoría de los artículos manufacturados. Estas aplicaciones se realizan mediante uno de los siguientes métodos: pulverización manual o automatizada, por cortina, y aspersión electrostática. La tabla 32 resume el uso de estos métodos de aplicación.

MÉTODO DE APLICACIÓN	IN SITU	EN LA PLANTA
Brochas	X	X
Espumas (Pads)	X	
Rodillos	X	
Guantes	X	
Pulverización	X	X
Manual	X	X
Automatizado		X
Revestimiento por inmersión		X
Revestimiento con rodillo	X	X
Revestimiento con cortina		X
Revestimiento en polvo		X

Tabla 32. Métodos de aplicación de pinturas y recubrimientos.



V.1.3.1 Aplicación con brocha.

La aplicación con brocha es el método más antiguo para aplicar pintura, y es el más simple de usar, que no requiere de ninguna otra preparación o accesorio. También requiere de la menor cantidad de la limpieza, ya que solamente se tiene que limpiar la brocha. Por otra parte, la aplicación con brocha es el método más lento de aplicación de pintura.

Ventajas y desventajas

Las ventajas de usar brochas se pueden resumir como sigue: se requiere una preparación mínima, no se necesitan accesorios; las brochas son relativamente fáciles de usar, requieren de algo de habilidad, pero esta se puede obtener rápidamente, y la limpieza es relativamente fácil.

La limitación obvia en la aplicación con brocha es que es el método más lento para pintar y los espesores son difíciles de controlar. Es cuando menos el doble de lento que la aplicación con rodillo.

V.1.3.2 Aplicación con esponja (pad).

Los aplicadores de esponja plana (PAD) son relativamente nuevos en el mercado (figura 10). Son excelentes reemplazos para las brochas, para las orillas de paredes y techos, especialmente enseguida de los marcos o del trabajo en madera, y para pintar áreas relativamente pequeñas y planas, tales como puertas y gabinete. También son ideales para entintar madera.

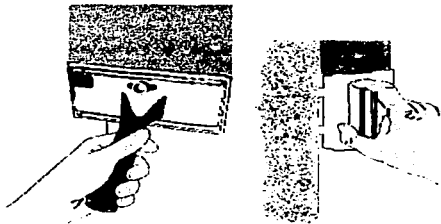


Figura 10. Uso de los Pads.



Uso de los Pads: Los aplicadores de esponja son ideales para un gran número de usos.

- a) En lugar de brochas para la mayoría de los usos, excepto donde se desea penetración, por ejemplo, de capas preparatorias.
- b) Para una rápida aplicación de orillas y cortes, donde se va a utilizar aplicadores de rodillo
- c) En lugar de rodillos donde las áreas planas son relativamente pequeñas.
- d) El trabajo en madera plana, tal como gabinetes y puertas, y para pintar trabajo en madera donde se desea una suavidad óptima.
- e) Para una rápida aplicación de tintes y acabados de piso.

Ventajas y limitaciones.

Los aplicadores de esponjas tienen un número de ventajas importantes contra las brochas: los pads pueden contener el doble de pintura que una brocha de cuatro pulgadas. Las esponjas producen un acabado más terso. Se pueden utilizar para hacer orillas y cortes más cerca de los bordes de una brocha, esto es especialmente cierto con los pads rematadores. Las esponjas permiten el uso de polos de extensión, eliminando virtualmente de esta manera la necesidad de usar escaleras. Finalmente, las esponjas son mucho más bajas en el costo, especialmente por el costo de los repuestos.

Los aplicadores de esponja también tienen algunas limitaciones. Requieren del uso de charolas; su área expuesta grande causa que las pinturas se fragüen o sequen más rápidamente, de modo que llega a ser más difícil la limpieza subsiguiente de la esponja; haciéndola difícil y tardada.

V.1.3.3 Aplicación con rodillo.

El tipo más común de rodillo para pintar consiste en una camisa removible cubierta con tela y deslizado sobre un soporte giratorio que tiene un mango de alambre doblado en ángulos rectos (figura 11), de tal manera que el rodillo se sostiene plano contra la superficie, y se puede rodear en cualquier dirección a través de esa superficie. En el otro extremo del alambre hay un mango de plástico o manguera roscado. La cubierta del rodillo (camisa y tela) determina los resultados obtenidos cuando se aplica la pintura.





Figura 11. Tipos de rodillos

V.1.3.4 Aplicación por pulverización (aspersión)

Es el método más rápido de aplicación de pintura en campo o en sitio es mediante aspersión. La aspersión también se utiliza hasta un grado considerable para operaciones en la planta, debido a su versatilidad. Adicionalmente, la aspersión se puede utilizar sobre objetos de todas formas con relativamente poca pérdida en la eficiencia.

La aplicación por aspersión tiene las siguientes ventajas sobre otros métodos de pintura manual:

- Es el método más rápido sobre toda la superficie donde el enmascaramiento de la protección no sea demasiado extensa, donde no haya riesgo de fuego o para su salud.
- Es mejor para aplicar recubrimientos sintéticos de secado rápido que se fraguarían si se aplicarían con brocha o con rodillo. Los tipos de estos son las lacas.
- Produce acabado de una textura óptima, ya que no hay ningún problema con marcas de brocha o de rodillo.
- Mejor control de espesores por capa que la brocha, los pads o el rodillo.



V.1.3.5 MÉTODOS DE APLICACIÓN MÁS COMUNES:

V.1.3.5.1 ASPERSIÓN CON AIRE (CONVENCIONAL)

La aspersión con aire es el método original y todavía popular de aspersión. Un compresor de aire suministra aire bajo presión a través de una manguera de aire, hasta una pistola de aspersión, donde el aire atomiza la pintura (figura 12) para formar una atomización fina que se proyecta sobre la superficie (figura 13).

Los siguientes accesorios de la pistola de aspersión son necesarios para la operación o para hacer la aspersión más eficiente.

- a) Compresor de aire
- b) Regulador de aire.
- c) Pistolas de extensión.
- d) Casetas de aplicación.

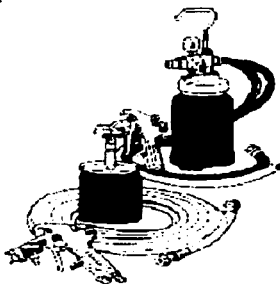


Figura 12. Aspersión con aire.



Preparación por aspersión. Se pueden seguir los siguientes procedimientos antes de iniciar la aspersión:

- Adelgazamiento.**- La mayoría de la pinturas se tienen que adelgazar para una aspersión con aire apropiada. Se debe utilizar un solvente compatible, o agua para las pinturas adelgazadas con agua, para lograr una viscosidad de 20 a 25 segundos a través de la capa Ford. No. 4, la viscosidad se debe ajustar como sea necesario para lograr una pulverización y cubrimiento apropiados sin escurrimientos.
- Presión de la pintura.** - Si se utiliza una olla para la pintura, su presión se debe ajustar hasta un nivel debajo del aire hacia la pistola, la pintura debe fluir una distancia de aproximadamente 60 cm.
- Presión de aire.** - La presión de aire es controlada por el regulador de aire. Se debe utilizar la presión más baja que atomice la pintura. Esto servirá para mantener la sobre atomización.
- Ajuste de patrón.**- La válvula de ajuste de patrón es regulable para lograr el patrón deseado. Un pequeño óvalo es mejor para las superficies estrechas, para minimizar la sobre atomización; un óvalo amplio es mucho más rápido para las áreas grandes.

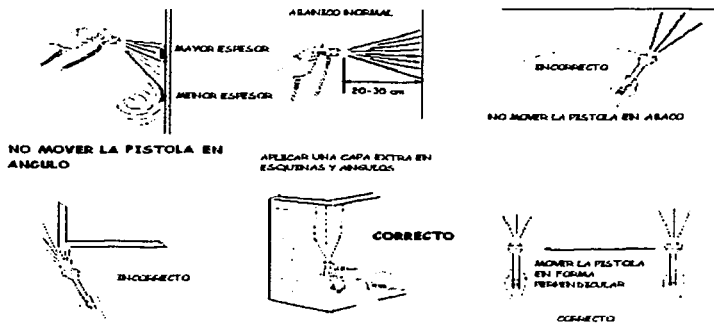


Figura 13. Operación de la pistola de atomización.

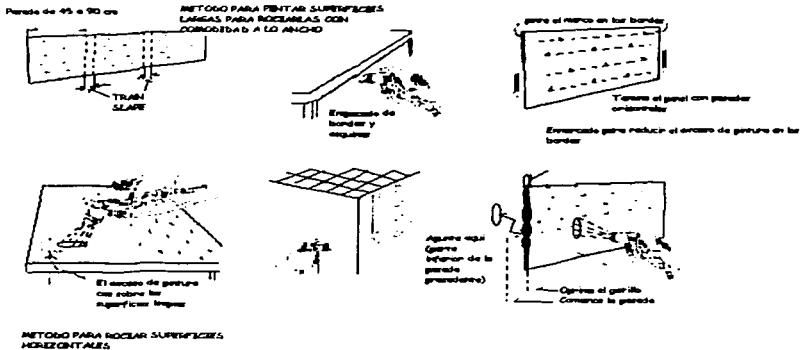


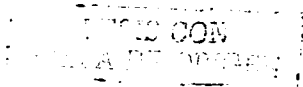
Figura 14. Diferentes áreas y posiciones.

Usos de la aspersión con aire

La aspersión con aire es ideal para un recubrimiento rápido de todas las superficies, independientemente del tamaño, la forma, o la complejidad. Es una buena elección donde la sobre atomización no es problema, o que se puede controlar, por ejemplo, mediante el uso de una caseta de aplicación.

Ventajas de aspersión con aire

La aspersión con aire tiene muchas ventajas, especialmente comparada con la pintura a mano. La aspersión con aire es más rápida que cualquier pintura a mano. Se puede utilizar en todo tipo de superficies. La pulverización con aire produce un acabado más terso. El método ofrece versatilidad debido a que los volúmenes varían desde menos de un litro hasta más de 40 litros y a la disponibilidad de pistolas de mezcla de aire internas o externas. La operación es versátil debido a la elección de la pistola, y patrón de atomización. En adición, el método es excelente para aplicar acabados metálicos, especialmente donde el acoplamiento de color es crítico, por ejemplo en carros.





Desventajas de la aspersión por aire

Comparada con la pintura aplicada a mano, la pulverización con aire tiene un número de limitaciones. La cantidad de sobre atomización es considerable, el más alto de todos los métodos de aspersión. No se puede utilizar donde no se tenga control de la sobre atomización. Otra desventaja es que se requieren mascarar y cubiertas protectoras en la aplicación en el sitio. El tiempo requerido para instalar y remover estas cosas pueden disminuir la ventaja del tiempo contra el rodillo. La alta velocidad del aire requerida no solamente se agrega el costo general, sino que también incrementa el costo de calentar o de poner acondicionado en planta, el equipo es mucho más costoso. También la preparación y limpieza son más tardados.

V.1.3.5.2 ASPERSIÓN SIN AIRE

La aspersión del aire o hidráulica se apoya en la presión hidráulica sólo para producir el patrón de pulverización deseado. Una bomba de pintura hace pasar a la pintura bajo una presión hidráulica muy alta (1,000 a 6,000 lb/in²) a través de un orificio muy pequeño que causa que se atomice en gotitas muy finas.

La aspersión sin aire es ideal para un rápido cubrimiento de las áreas grandes. Es el método más rápido para aplicar pintura en el campo.

Tipos de equipo

El equipo de aspersión sin aire varía con respecto a los tipos de accionadores y tipos de montaje utilizados para las bombas de pintura, algunos tipos de equipos son:

- Accionador eléctrico
- Accionadores de bombas sin aire
- Accionador con aire
- Accionador de motor de gasolina
- Montaje de bomba sin aire
- Montaje de cubeta



- > Montaje de carretilla
- > Montaje de tambor
- > Montaje de carro
- > Unidad ingresada
- > Pistolas múltiples

Precauciones al usar la pistola (figura 15) (A) nunca dirija la pistola hacia alguna persona ni a ninguna parte del cuerpo; (B) nunca ponga la mano o el dedo sobre la punta de pulverización; (C) nunca trate de detener o desviar las fugas con su mano o el cuerpo; (D) siempre tenga la guarda de la punta en su lugar cuando este aplicando; (E) siempre tenga colocado el seguro del gatillo cuando no este aplicando.



Figura 15. Precauciones de usar la pistola de aspersión sin aire

Ventajas

La aspersión sin aire tiene un número de ventajas comparada con la aspersión con aire. La producción es aproximadamente el doble de la aspersión con aire, la aspersión sin aire es más eficiente; la sobre atomización es de menos de la mitad que de la aspersión con aire. Hay más equipo portátil disponible y solamente se requiere una manguera. Finalmente, la sobre atomización y niebla en el aire no son tan dañinas para el medio ambiente, y también reducen el riesgo potencial de incendio.



Limitaciones

La aspersión sin aire se limita a áreas grandes. El ajuste del patrón no es tan simple, requiriendo del cambio de boquilla. Los orificios de la boquilla de la pistola son extremadamente pequeños con objeto de lograr la atomización. Por consiguiente, la pintura debe estar absolutamente libre de materia extraña, con el fin de evitar que se tape. En consecuencia, casi todas las unidades sin aire tienen filtros integrados. Adicionalmente, las altas presiones utilizadas con la aspersión sin aire son peligrosas cuando se limpia la pistola.

	Aire	Sin aire	Aire + Sin aire
Presión aire m ³ /min.	30-85		10-30
Pintura-lb/in ² (psi)	20-40	1000-6000	1000
Mangueras	2	1	2
Unidades de acción directa	No	Si	Si
Portabilidad	Justa	Excelente	Muy buena
Adelgazamiento para atomizar	Normal	Raro	Raro
atomización	regular	buena	Muy buena
Ajuste del patrón	Fácil	Difícil	Fácil
Máscara requerida	Recomendada	Moderada	Ligera
Velocidad de la atomización típica (m/seg)	9.00	1.00	1.00
Eficiencia de transferencia	60-80	70-85	80-90
Margen de flujo de pintura (mililitros del fluido por min.)	30-750	750-1500	150-1500
Producción (1000 m ² /día)	Regular	Alta	Media
Taponamiento de la boquilla	Ninguno	Si	Ligero
Apariencia del acabado	Muy buena	Regular	Buena
Penetración de las esquinas	Regular	Buena	Buena
Nivel de emisiones	Alto	Bajo	Bajo
Vida del equipo	Muy buena	Regular	Buena
Seguridad durante la limpieza	excelente	Mala	Regular

Tabla 33. Comparación de la aspersión con aire contra aspersión sin aire.



Aspersión sin aire asistida con aire

Un desarrollo relativamente nuevo es la adición de aire a la pistola de atomización sin aire, la bomba también opera un pequeño compresor de aire que suministra aire hacia la pistola que en consecuencia requiere de dos conexiones de manguera. Las presiones de la bomba pueden ser relativamente bajas, por ejemplo, debajo de 1,000 lb/in² y el compresor de aire suministra aproximadamente 1-3 m³ de aire por minuto.

V.1.3.5.3 ASPERSIÓN ELECTROSTÁTICA

La aspersión electrostática es excelente para recubrir objetos de forma irregular, y para usarse siempre que la sobre atomización sea un problema. Los objetivos tales como cercas de alambre, ángulos, canales, cables, y tuberías, se recubren fácilmente debido al efecto de envoltura causado por la electrostática.

Equipo electrostático.

Puede utilizar equipo de aspersión con aire o sin aire. La pistola se hace de material aislante debido al voltaje utilizado; puede ser tan alto como de 60,000 voltios. En la punta, un electrodo carga la atomización de pintura a medida que sale de la pistola. La pistola también es más larga para prevenir cualquier fuga de carga de riesgo hacia el operador. (Figura 16).

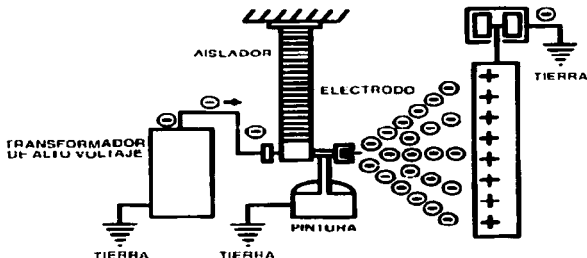


Figura 16. Equipo de aspersión electrostática básico.



Ventajas

Este tipo de aspersión tiene un número de ventajas distintivas; un cubrimiento completo de las formas irregulares; la sobre atomización mínima da como resultado una pérdida de pintura casi nula; la carga electrostática causa el depósito de una capa muy uniforme de pintura, debido a que el recubrimiento depositado actúa como un aislante, y no aceptará más pintura cuando llegue a un espesor definido de película; las áreas inaccesibles se puede recubrir más fácilmente debido a la atracción de la pintura cargada hacia todas las partes del objeto que está a tierra; y los costos de la pintura se reducen debido a la sobre atomización inapreciable y al recubrimiento uniforme aplicado.

Limitaciones

Este tipo de aspersión tiene algunas limitaciones que impiden su uso general; solamente se puede recubrir sustratos conductores, tales como metales; solamente se puede aplicar una capa de pintura, ya que la película de pintura aplicada aísla el sustrato, impidiendo de esta manera que acepte más espesor; las unidades de aspersión electrostática son más costosas que el equipo estándar, debido al transformador y a las unidades de atomización especiales requeridas. En adición, se debe utilizar pinturas especialmente formuladas que acepten la carga electrostática, el mantenimiento del equipo es más costoso que el equipo de aspersión estándar; y cualquier equipo electrostático de alto voltaje crea un posible riesgo de descarga.

V.1.3.5.4 EQUIPO DE ASPERSIÓN DE PLURI - COMPONENTES

(Figura 17)

Muchos recubrimientos para trabajos pesados se curan mediante reacción química. Por consiguiente, se suministran en dos componentes que se mezclan justo antes de usarse. Los típicos de estos son: epóxicos de dos componentes, poliésteres, y poliuretanos. Ya que estos productos empiezan a reaccionar inmediatamente al mezclarse, tiene vida útil definida, antes de que se espesen excesivamente o hagan grumos. La vida útil puede variar desde unos cuantos minutos hasta más de ocho horas, dependiendo de la formulación.

Todos estos productos se pueden aplicar utilizando equipo de aspersión que dosifican cada componente por separado.

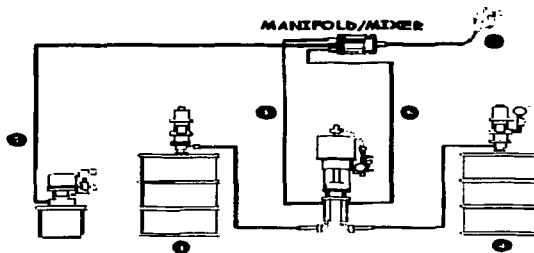


Figura 17. Diferentes partes de un equipo de aplicación Pluri - componentes.

1. catalizador y resina.
2. Aire.
3. Resina
4. Catalizador
5. Resina
6. Catalizador

El equipo requiere de dos componentes de pintura y de dos mangueras, las cuales se conectan bien sea a pistolas gemelas de atomización, o a una sola pistola hacia la cual se bombea cada componente. Se utilizan pistolas de "mezcla interna" para productos con una larga vida útil. Los productos de una corta vida útil requieren una pistola con "mezcla externa" donde los componentes se encuentran justo a fuera de la punta de atomización. Algunas veces, es crítico el mezclado apropiado de los componentes. En este caso, los materiales de larga vida útil se mezclan justo antes de llenar a la pistola, mediante el uso de bombas de desplazamiento positivo.



Ventajas y limitaciones

El equipo de pluri-componentes tiene un número de ventajas definitivas; la proporción de los dos componentes se pueden variar para satisfacer los requerimientos de la formulación; el mezclado es preciso, completo y se hace como sea necesario sin ningún desperdicio; y el sistema está cerrado, y por consiguiente, es limpio y seguro.

Hay algunas limitaciones, sin embargo, en el uso del equipo: el establecimiento y la limpieza están más involucrados, existe la posibilidad de que se hagan grumos en otro equipo que no sea el de tipo de "mezcla externa".

4.3.5.5. ASPERSIÓN EN CALIENTE

Todo el equipo de aspersión anteriormente discutido de puede beneficiar por el uso de precalentamiento. El calentamiento de la pintura antes de la aplicación reduce su viscosidad rápidamente. En consecuencia, no es necesario ningún adelgazamiento, y se requiere menos energía. La pintura pasa a través de un transformador, donde se calienta eléctricamente. El recubrimiento es previamente calentado hasta una temperatura de 15 a 25 °C. El transformador puede ser de la unidad de aspersión completa, por ejemplo, una bomba sin aire sobre un carro, o puede ser llevada por el pintor mediante el uso de un calentador portátil a través del cual pasa la manguera de pintura.

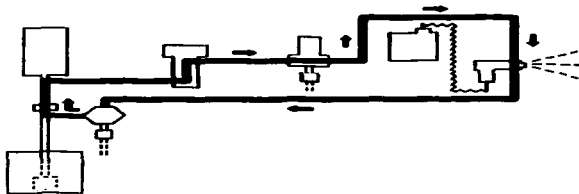


Figura 18 Aspersión en caliente.



Ventajas

El precalentamiento de la pintura da como resultado muchas ventajas. La producción se acelera debido a: eliminación de adelgazamiento; una optimización de recubrimiento de aproximadamente el 25 %; un crecimiento en el espesor de la película de pintura aplicada, mejorando de esta manera el recubrimiento de una capa, y logrando el espesor de la película deseada para los recubrimientos exteriores en una capa; y un secado más rápido de la pintura aplicada.

Limitaciones

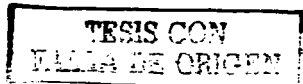
Hay limitaciones relativamente menores a las asociadas con la aspersión convencional. El equipo es más problemático, y se requiere de una inversión inicial de costo de capital más alto.

EQUIPO DE ASPERSIÓN VARIADO

1. **Brochas de aire:** se utilizan para retocar, para trabajo artístico, y para preparar anuncios.
2. **Pistolas de textura:** se utilizan para aplicar pinturas que sean de una naturaleza fibrosa, o que contengan pigmentos gruesos tales como arena o cemento (texturizados).
3. **Maquinas para pintar franjas de línea de tráfico:** hay aspersiones especiales diseñados para aplicar una línea de tráfico sobre pavimento, ya sea que el equipo se reanude a lo largo de una carretera o lote de estacionamiento.
4. **Aplicación de tubos:** se utiliza equipo encerrado especial con múltiples pistolas de atomización alrededor de su circunferencia interior, para recubrir tubos automáticamente, a medida que pasa a través del equipo.

V.1.3.5.6 ROBOTICA

Aunque las pistolas de atomización automatizadas, comúnmente se utilizan para recubrir productos fabricados, algunos productos son demasiado complicados para hacer posible un recubrimiento apropiado mediante cualquiera de estos métodos.





Un ejemplo importante es un chasis de automóvil, que tiene contornos complicados, y por lo tanto, impide el uso completo del equipo de atomización automatizado normal.

También opera en áreas normalmente peligrosas, y pueden aplicar recubrimientos que pueden ser peligrosos. Adicionalmente, un robot es aproximadamente el doble de rápido que un operador humano. Un robot es capaz de manipular y operar una pistola de atomización casi en cualquier ángulo, o casi en cualquier dirección deseada.

Ventajas y limitaciones

Los robots ofrecen ventajas, ya que son más precisos y aplican una capa de pintura más uniforme. Por consiguiente se utiliza menos pintura, y se reduce el número de rechazos. Funcionan sobre un amplio margen de temperaturas, desde 0 °C hasta más de 40 °C, sin ningún efecto sobre la eficiencia. Pueden operar 24 horas al día, y siete días a la semana con solamente un mantenimiento periódico.

V.1.3.5.7 RECUBRIMIENTO POR INMERSIÓN

Hay una variedad de métodos de recubrimiento por inmersión normal: recubrimiento por inmersión convencional, recubrimiento por flujo y recubrimiento de barril (volteo).

a) Recubrimiento por inmersión convencional.

Es uno de los métodos más viejos y más simples para aplicar pintura a artículos fabricados. La parte que se va a recubrir se sumerge en un tanque que contiene pintura. Cuando la parte se saca del tanque, el exceso de pintura gotea de regreso al tanque.

Ventajas.

El recubrimiento por inmersión convencional tiene un número de ventajas: el equipo es simple y relativamente barato; la forma de la parte que se va a revestir no es crítica.



Desventajas

Hay limitaciones definitivas asociadas con este tipo de aplicación. Esto da como resultado una gran área expuesta que permite la valoración del solvente. En adición, el solvente que se evapora causa un incremento gradual en la viscosidad de la pintura y en los sólidos del contenido del tanque. Esto puede dar como resultado la aplicación de una capa demasiado gruesa de pintura que no se puede curar adecuadamente, así como se incrementa el costo de la pintura utilizada. Por otra parte, si la pintura está demasiado delgada, la pintura aplicada puede ser deficiente para cubrir y para funcionar. El control de temperatura también es importante, debido a su efecto sobre la viscosidad de la pintura. Esto puede afectar la uniformidad del revestimiento aplicado. No se pueden utilizar revestimientos de dos componentes; se gelificarían en el tanque. También los cambios de color son muy difíciles. Una desventaja adicional es que una gran área abierta de la pintura en el tanque crea un riesgo de incendio potencial para las pinturas adelgazadoras con solvente.

b) Revestimiento de flujo.

Una modificación del revestimiento por inmersión de una serie de boquillas alrededor del tanque. La pintura se bombea, bajo una presión baja, a través de las boquillas y sobre las partes que pasan debajo de ella.

Ventajas y limitaciones

El revestimiento de flujo ofrece algunas ventajas sobre el revestimiento por inmersión convencional. Se requiere un tanque mucho más pequeño, y por consiguiente, menos volumen de pintura. Con el revestimiento de flujo, se reduce la evaporación del solvente debido al área de pintura abierta más pequeña y al uso de un tanque encerrado.

c) Revestimiento de barril

El revestimiento de barril, o volteo es un excelente procedimiento para revestimientos por inmersión de pequeños artículos de madera, de metal o de plástico.



Ventajas y limitaciones

El revestimiento de barril es excelente para artículos pequeños. El revestimiento es simple y completo. Adicionalmente, no hay pérdida de material ni problema con los vapores del solvente.

V.4. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.

La preparación de la superficie es uno de los factores más importantes en la vida de servicio de un sistema de protección de cualquier recubrimiento. Una preparación deficiente o impropia es directamente responsable de un gran número de fallas prematuras en la adhesión de un recubrimiento.

Existen muchos métodos de preparación de superficie. Limpieza con ácidos o con álcalis, lavado con solventes, raspado, chorro de arena, con agua a alta presión, y cepillos de alambre son los métodos más comúnmente usados para preparar diversas superficies por recubrir.

La selección de un método de preparación de superficie adecuado es parte integral de una especificación para recubrimientos. La selección depende del tipo de sustrato el cual va a ser preparado (acero, lámina galvanizada, madera, concreto, etc.). Otro factor que influye en la selección de un método de preparación de superficie es el recubrimiento que va a ser aplicado.

Generalmente los sistemas de resinas sintéticas tales como vinílicos, epóxicos, hules clorados, fenólicos y poliuretanos requieren de una preparación más rigurosa (por ejemplo el chorro de arena o el mordentado) comparativamente con recubrimientos base aceite tales como alquidales y los epóxi éteres. La preparación de superficie es simplemente hacer algo a la superficie para que el recubrimiento se adhiera apropiadamente a esta.

El aspecto más importante es la limpieza. La superficie deberá estar completamente limpia de aceite, grasa, polvo y otros contaminantes, etc., así el recubrimiento estará directamente en contacto con la superficie que se recubrirá. Un simple lavado. Con o sin detergente, en muchos casos es suficiente para lograr la limpieza efectiva.



Por otro lado, una pintura vieja mal adherida, óxido o escama de óxido, escama de laminación u otro material mal adherido debe ser retirado antes de pintar. La preparación de superficie con abrasivos o el uso de sustancias químicas, es entonces necesario.

La segunda función de la preparación de superficie es proveer un patrón de anclaje, mordentado o dentado. Tal rugosidad ayuda a la adhesión de la pintura de dos maneras:

- > Incrementar el área, quedando en contacto, así un gran número de grupos polares con el recubrimiento y el sustrato.
- > Proporciona un anclaje mecánico, que facilita la adherencia física.

Algunos sustratos, como por ejemplo la madera, concreto y fierro de fundición son los suficientemente porosos o tienen una rugosidad tal que aún sin una mayor preparación de superficie, el recubrimiento tiene buena adherencia al sustrato.

Los limpiadores químicos y mordentes son los preferidos para metales blandos tales como el aluminio, zinc, cobre y plomo. Para la mayoría de aceros al carbón y demás aleaciones: sin embargo, la limpieza al chorro de arena es por de más el método más efectivo para lograr rugosidad y limpieza al mismo tiempo.

Escama de laminación. El acero rolando en caliente tiene una escama negra azulosa en la superficie. Esta escama resulta del enfriamiento normal y la formación del óxido durante el rolando.

En un inicio cuando dicha escama está integrada protege al metal, pero como es muy quebradiza, la coexpansión del metal propicia el rompimiento. La humedad penetra en las grietas y el óxido se forma por debajo de la escama, astillando así el metal.

La pintura aplicada sobre la escama de laminación retarda el proceso. La falta de la pintura sobre la escama de laminación es el problema más común en campo.

La escama de laminación puede ser removida del acero antes de aplicar la pintura, pero esto nos lleva a tratar la superficie ya sea con un chorro de arena o con ácidos.





V.4.1. MÉTODOS DE LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO PARA METALES

La selección del método para una superficie dada depende de su tamaño, situación, rugosidad, forma, tersura requerida y costo permisible.

V.4.1.1 Limpieza manual. Bajo este título agrupamos la separación de escoria, rebabas de fundición, cascarilla, óxido estratificado, fundente de soldadura, salpicaduras de soldadura, salpicaduras de soldadura y capas gruesas de pintura vieja, con espátulas, martillos de quitar óxido y herramientas de golpear a mano especiales.

También se incluyen operaciones como cepillado, lijado, lavado con agua o soluciones alcalinas para quitar polvo, salpicaduras de cemento y otras materias extrañas. El aceite y la grasa que pueda haber, se quita con disolventes o emulsiones de jabón y disolventes.

Las operaciones manuales evidentemente, son lentas, costosas y con frecuencia insuficientes. Se usan sólo en pequeños trabajos que no justifican equipo mecánico o en piezas de formas raras que no se adaptan a otros métodos de tratamiento.

V4.4.1.2. Limpieza con herramientas mecánicas. Estas operaciones requieren el uso de herramientas de choque tales como cinceles movidos por motor y martillos descascarilladores, rascadores rotatorios, rascadores de pistón simple o múltiple, discos de esmeril, cepillo de alambre rotatorio, lijadoras automáticas.

La limpieza y el aislado con herramientas de motor, son útiles con ciertas clases de trabajo, a veces en combinación con operaciones manuales, aunque son también demasiado lentos e insuficientes para trabajos en gran escala.

V.4.1.3. Decapado. Ciertas piezas de acero que no son demasiado grandes para introducirse en tanques, se pueden limpiar de escama de laminación y de óxido mediante una acción química llamada decapado. El decapado es esencialmente un proceso de taller, ya que el acero que se ha de limpiar debe llevarse a los tanques. No deja la superficie del acero lo suficiente lisa para acabados muy brillantes.



V.4.1.4. Limpieza con flama. Esto es un método de preparación de superficie de acero y consiste en pasar sobre la superficie a gran velocidad un soplete oxiacetilénico de alta temperatura. La mayor parte del óxido y de la escama se desprende debido a las diferencias del coeficiente de dilatación comparado con el sustrato de acero.

V.4.1.5. Limpieza por sopleteado (chorro de arena "sandblast"). La limpieza por sopleteado es el mejor método para limpiar superficies de acero, por su eficiencia para quitar las escamas y el óxido, también por que deja una superficie áspera que contribuye a la mayor adherencia del recubrimiento.

La limpieza ideal es por sopleteado, ya que completamente le quita al acero el óxido y las escamas, y deja una superficie de color gris uniforme, sin manchas negras de óxido o sombras. Sin embargo en la práctica, el grado de limpieza por sopleteado de la superficie varía considerablemente, y depende de la rapidez de la limpieza, cantidad de aire y tipo de abrasivo.

NIVELES LOGRADOS DE LIMPIEZA POR SOPLETEADO.

- **Limpieza a metal blanco.** Se quita toda traza de óxido, escamas de laminación, pintura vieja o cualquier otra materia extraña, hasta obtener un acabado gris claro uniforme.
- **Limpieza cercana a metal blanco.** Se elimina toda escama de laminación, óxido, pintura o cualquier otra materia extraña. El acabado de la superficie es un gris claro con muy ligeras manchas.
- **Limpieza grado comercial.** Se quita todo óxido, escoria de laminación y cualquier otra materia extraña, pero no toda la base incrustada de escama de laminación. Después de terminado es sopleteado con frecuencia aparecen en la superficie rayas o estrías oscuras.
- **Limpieza grado "Ráfaga".** Se quita todas las impurezas sueltas o flojas (escama y óxido) Pero no las escamas de laminación y el óxido firmemente adheridos.



ABRASIVOS PARA SOPLETEADO

Los diversos tipos de abrasivos que se usan se comportan de manera diferente y producen acabados diferentes y característicos. El perfil, resultante del sopleteado, es extremadamente importante por el efecto que tiene sobre el recubrimiento. Si la superficie es demasiado tersa o pulida, no habrá el suficiente "anclaje" para el revestimiento. Por otra parte si la superficie es demasiado áspera, pueden resaltar puntos agudos del metal sobre el recubrimiento y quedar sin protección. A continuación se da una lista de los abrasivos que se usan con mayor frecuencia:

Arena.

El tipo más eficiente de arena para sopleteado y, por consiguiente, el más económico, es el pedernal graduado o una buena arena sílica.

Abrasivo de acero, (granalla).

Abrasivo consistente en fragmentos angulares, duros con bordes constantes, de acero o de hierro vaciado. Este abrasivo tiene algunas ventajas sobre la arena; produce menos polvo, corta más rápidamente y puede recuperarse para su uso posterior. Su ventaja es su mayor costo y que tiende a dejar demasiado áspera la superficie. El abrasivo grueso cortará profundamente la superficie, dejando los puntos salientes del metal. Al aplicarse el recubrimiento, este tiende a escurrirse de estas puntas, dejándolas al descubierto, por lo que se requieren varias manos extra para obtener una película satisfecha sobre una superficie semejante. Por otra parte, este abrasivo de acero, si se usa largo tiempo en condiciones de humedad, puede llegar a oxidarse, en tales condiciones, en lugar de limpiar la superficie sopleteada, la contaminará. Es ideal para cabinas o casetas cerradas con recuperación y limpieza de abrasivo.



CAPITULO

VI

ESTUDIO DE MERCADO DE RECURSIVOS ANTICORROSIVOS



ESTUDIO DE MERCADO

La concepción de *mercado* es una resultante de la confluencia de personas e instituciones en actitud de ofrecer o demandar bienes o servicios y de cuyas acciones surge la formación de un precio, en un momento y tiempo determinado.

El mercado culmina un proceso económico de producción en el cual intervienen individuos o instituciones con el principal fin de satisfacer necesidades de cualquier tipo. El mercado se define como el área ó sitio en el cual convergen las fuerzas de la oferta y la demanda, para establecer un precio. Por su naturaleza diversa, los mercados pueden ser de libre competencia, monopolio y oligopolio (tabla 34).

A) TIPOS DE MERCADO	B) PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
Libre competencia	<ul style="list-style-type: none">➤ Gran número de vendedores.➤ Gran número de compradores.➤ Tipificación del producto.➤ Libertad de selección del producto.➤ Indivisibilidad del producto y el precio.➤ Enfrenta una demanda perfectamente elástica.
Monopolio	<ul style="list-style-type: none">➤ Influencia de un solo productor o vendedor sobre el precio.➤ Escasa oferta.➤ Enfrenta una demanda menos que perfectamente elástica.
Oligopolio	<ul style="list-style-type: none">➤ Un número pequeño de vendedores que obra en común acuerdo. Puede ser:<ul style="list-style-type: none">Con tipificación del producto (puro)Con mercancías diferenciadas.Con liderazgo del precio.

Tabla 34. Tipos de mercado.



VI.1 DEMANDA DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS EN MÉXICO

Se define la demanda de un bien como las distintas cantidades de él por unidad de tiempo que adquieren del mercado los consumidores a todos los precios alternativos posibles, si se mantienen iguales o constantes otros parámetros. La cantidad que retirarán los consumidores será afectada por algunas circunstancias, tales como:

- El precio del bien.
- Los gustos y preferencias de los consumidores.
- El número de consumidores.
- Los ingresos de los consumidores.
- Los precios de los bienes relacionados.
- La variedad de bienes a disposición de los consumidores.
- Las expectativas de los consumidores referentes a los precios futuros del producto.
- Publicidad.
- Clima
- Etc.

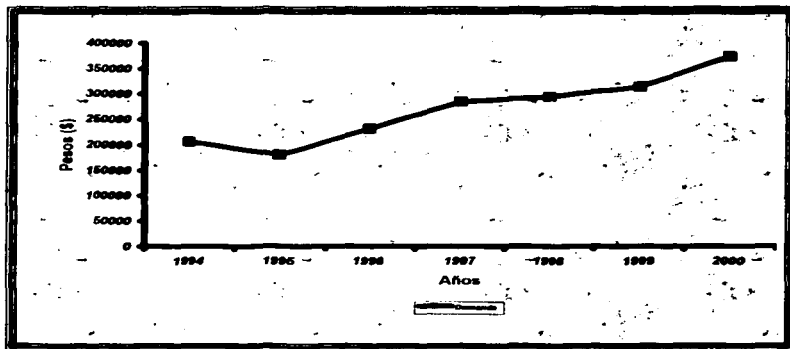
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Los datos de DEMANDA de recubrimientos anticorrosivos en México del año 1994 a 2000, fueron proporcionados por la cámara ANAFAPIT y son mostrados a continuación en la tabla 35 y representados en la grafica 1.

1994	206669
1995	180386
1996	232149
1997	284659
1998	294617
1999	314216
2000	374399

Tabla 35. Demanda de recubrimientos anticorrosivos en México.



Grafica. 1 Demanda de recubrimientos anticorrosivos en México.

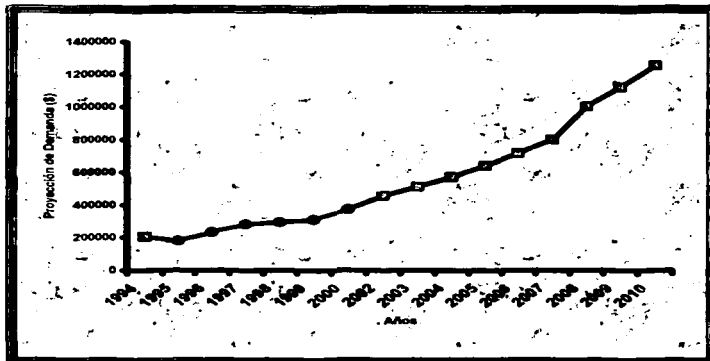


Proyección de la demanda

Para obtener los datos de proyección de la Demanda se utilizó el software Tools y son mostrados en la tabla 36 y representados en la grafica 2.

2002	458751
2003	513025
2004	573720
2005	641595
2006	717501
2007	802387
2008	1003476
2009	1122195
2010	1254960

Tabla 36. Proyección de Demanda.



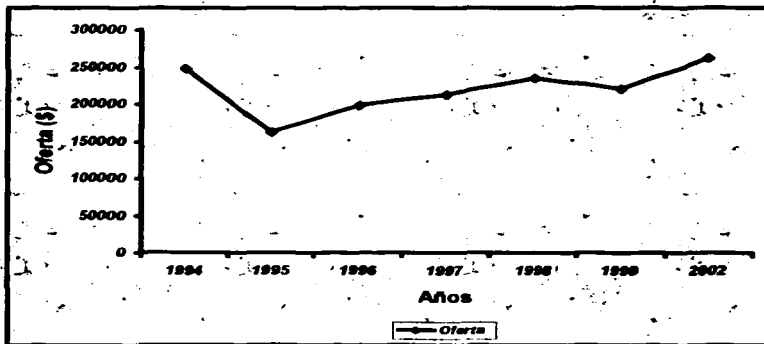
Grafica 2. Proyección de Demanda.

**VI.2 OFERTA DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS EN MÉXICO****OFERTA**

Cantidad de producto que el productor esta dispuesto a colocar en el mercado a un precio dado.²

Años	Oferta
1994	248002
1995	162347
1996	198928
1997	213494
1998	235693
1999	220736
2000	262079

Tabla 37. Oferta de recubrimientos anticorrosivos en México.



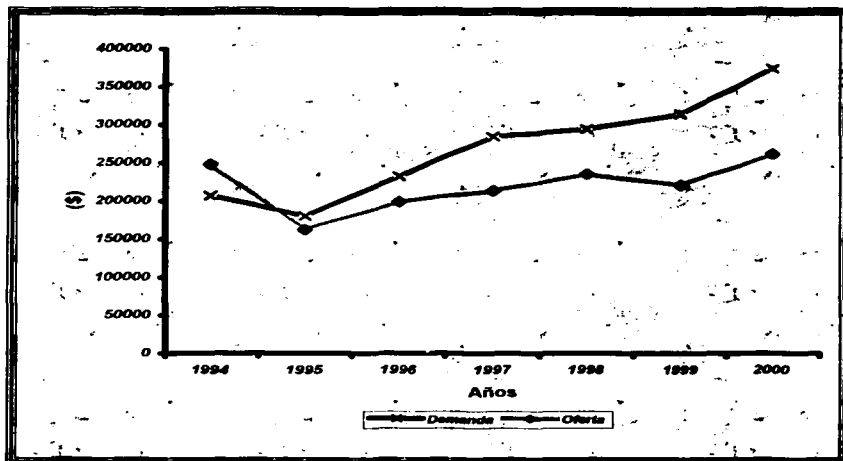
Gráfica 3. Oferta de recubrimientos anticorrosivos en México.

² Los datos de OFERTA de recubrimientos anticorrosivos en México del año 1994 a 2000, fueron proporcionados por la cámara ANAPAPET

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CURVA DE OFERTA - DEMANDA



Grafica 4. Curva Oferta - Demanda

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



VI.3 PRODUCCIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS EN MÉXICO

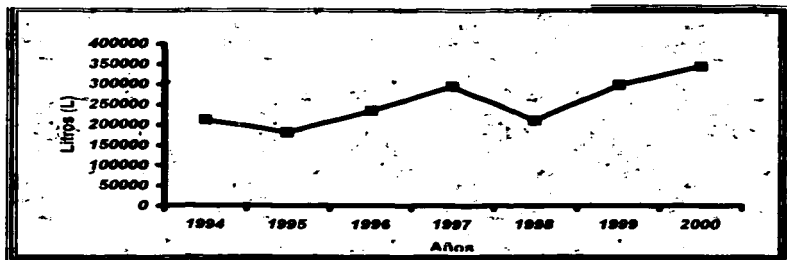
PRODUCCIÓN

Es la cantidad o volumen del producto, el cual se fabrica en las industrias instaladas dentro del territorio nacional, el volumen final puede ser reportado en toneladas, litros, etc. dependiendo del tipo de producto. La producción para propósitos consiste no en hacer o crear cosas, sino más bien en crear utilidades, resultados útiles, positivos, capaces de satisfacer las necesidades humanas.

La producción de recubrimientos anticorrosivos³ para el periodo comprendido entre el año 1994 y 2000 se muestra en la tabla 38 y se observa en la grafica 5.

AÑO	TONELADAS
1994	21184
1995	18188
1996	23428
1997	29553
1998	31156
1999	29948
2000	34573

Tabla 38. Producción de recubrimientos anticorrosivos en México



Grafica 5. Producción de recubrimientos anticorrosivos en México.

³ Los datos de PRODUCCIÓN de recubrimientos anticorrosivos en México del año 1994 a 2000, fueron proporcionados por INEGI.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



VI.4 IMPORTACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

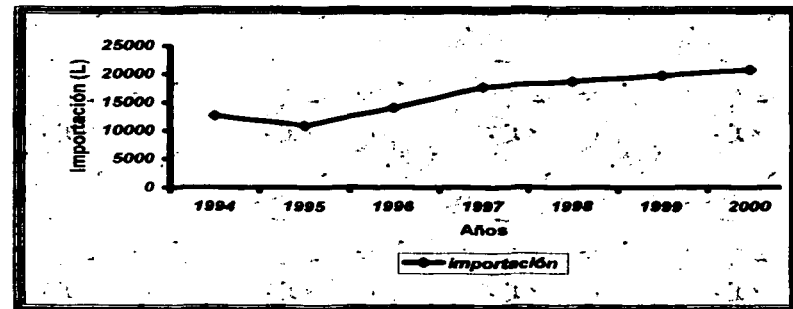
IMPORTACIÓN.

Las importaciones son la parte que comprende la totalidad de las mercancías o materias primas de procedencia extranjera introducidas en un país.

La importación de recubrimientos anticorrosivos en México⁵ comprendida en el periodo 1994-2000 se muestra en la tabla 39 y se observa en la grafica 6.

Año	Importación (L)
1994	12710
1995	10928
1996	14068
1997	17738
1998	18696
1999	19795
2000	20743

Tabla 39. Importación de recubrimientos anticorrosivos en México



Grafica 6. Importación de recubrimientos anticorrosivos en México.

⁵La Importación de recubrimientos anticorrosivos en México fue proporcionada por la Cámara ANAFAPIT.



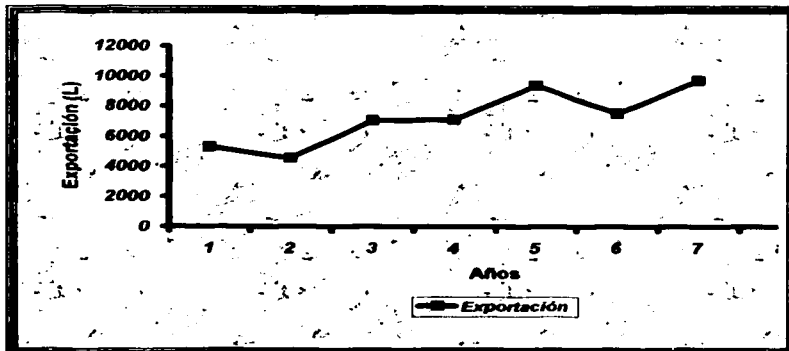
VI.5 EXPORTACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Las importaciones son la parte que comprende la totalidad de las mercancías o materias primas de procedencia extranjera introducidas en un país.

La Exportación de recubrimientos anticorrosivos en México⁷ comprendida en el periodo 1994-2000 se muestra en la tabla 40 y se observa en la grafica 7.

1994	5301
1995	4553
1996	7039
1997	7090
1998	9357
1999	7493
2000	9682

Tabla 40. Exportación de recubrimientos anticorrosivos en México.



Grafica 7. Exportación de recubrimientos anticorrosivos en México.

⁷ La Exportación de recubrimientos anticorrosivos en México fue proporcionada por la Cámara ANAFAPIT

TRABAJE CON
FALLA DE ORIGEN



VI.6 CONSUMO APARENTE

El consumo aparente esta dado por la relación:

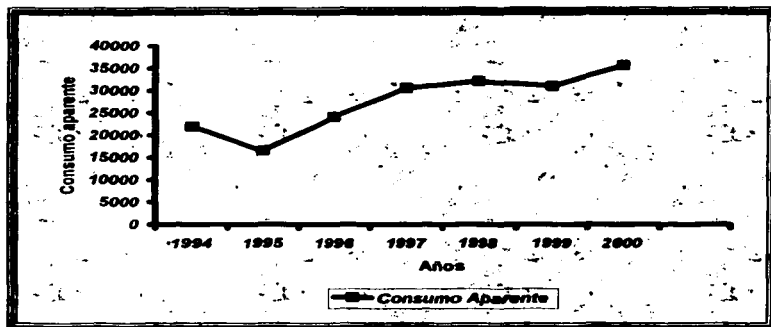
$$\text{Consumo aparente} = \text{Producción} + \text{importación} - \text{exportación}$$

$$C.A. = P + I - E \text{ (en volumen, toneladas, litros, etc.)}$$

El consumo aparente para los recubrimientos anticorrosivos es mostrado en la tabla 41 y se observan en la grafica B.

1994	21925
1995	16641
1996	24131
1997	30617
1998	32090
1999	30996
2000	35679

Tabla 41. Consumo aparente de recubrimientos anticorrosivos en México



Grafica B. Consumo Aparente de recubrimientos anticorrosivos.

TIENE CON
FALLA DE ORIGEN



Mediante el estudio realizado se pudo observar que para el año 2000 la demanda de recubrimientos anticorrosivos líquidos en México fue de 374399 litros y la oferta de 262079 litros por lo que estos datos demuestran que la demanda de recubrimientos es insatisfecha, y tomando en cuenta que las proyecciones realizadas hacia el año 2011 siguen esta misma tendencia de ser mayor la demanda que la oferta podemos decir que valdría la pena la instalación de una nueva planta. Y debido a que las **Aspectativas por parte del consumidor** son las de poder reducir las pérdidas de material (metálico) causadas por la corrosión ya que con ello se reducen los riesgos de accidentes y pérdidas económicas. Se ha propuesto producir una variedad de recubrimientos anticorrosivos de alto rendimiento que les ofrezca una mayor adherencia a la superficie, mayor durabilidad, menor costo y con ello el cliente pueda obtener una mejor satisfacción en el consumo de estos nuevos recubrimientos.

TEST CON
FALLA DE ORIGEN



CAPITULO

VII

ESTUDIO TÉCNICO

**TÉCNO CON
FALLA DE ORIGEN**



INTRODUCCIÓN

El estudio técnico nos permite conocer tanto el análisis detallado de los procesos, como las cédulas de requerimiento para cada uno de los recubrimientos anticorrosivos seleccionados para nuestro estudio.

VII.1 ANÁLISIS DE LOS PROCESOS

VII.1.1 PRODUCTOS Y DENOMINACIÓN

La planta podrá producir los diferentes recubrimientos líquidos que a continuación se enlistan, con sólo variar un poco cada proceso:

- 1.- Primario de cromato de zinc (RP-2)
- 2.- Primario inorgánico de zinc 100% (RP-4 tipo B)
- 3.- Primario epóxico catalizado (RP-6)
- 4.- Primario vinil epóxico modificado (RP-7)
- 5.- Esmalte alquidídico brillante (RA-20)
- 6.- Acabado epóxico catalizado (RA-21)
- 7.- Acabado epóxico catalizado de altos sólidos (RA-26)
- 8.- Acabado de poliuretano (RA-28)
- 9.- Recubrimientos para altas temperaturas (RE-30 tipo B)





VII.1.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS PROCESOS

VII.1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE PRIMARIO DE CROMATO DE ZINC (RP-2)

Para producir **primario de cromato de zinc**, se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de la resina alquidídica, la resina vinilica, el xileno, MIBK, nuosperse 657, tixogel V.P.y el alcohol; agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar y adicionar el pigmento; cromato de zinc, FeO_2 y silicatos.

Una vez que se ha completado la mezcla el material se bombea a través de la bomba de diafragma GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 5H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en un segundo mezclador ME-101 en donde se adiciona a baja velocidad; el resto de: la resina alquidídica, resina vinilica, xileno y el MIBK. Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestra a control de calidad.

Una vez que las muestras han pasado por las pruebas de control de calidad y se han aprobado, la pintura se transfiere al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia, y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 14 y 15 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.



FÓRMULA DE RP-2

COMPONENTE	EN PESO
Cromato de zinc	6.4
FeO ₂	12.8
Silicatos	16.3556
Resina alquídica	10.6333
Resina vinílica	8.6999
Nuosperse 657	0.8178
Tixogel V.P.	0.8889
Alcohol	0.3111
Xileno	10.7733
MIBK	32.3199
TOTAL	100.00

Tabla 42. Fórmula del RP-2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BALANCE DE MATERIA PARA EL RP-2

Componente	CORRIENTE												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Cromato de zinc													
Flujo	64				64	64	64			64	64	64	64
Composición	0.064												
Fe ₂ O ₃													
Flujo	128				128	128	128			128	128	128	128
Composición	0.128												
Silicatos													
Flujo	163.956				163.956	163.956	163.956			163.956	163.956	163.956	163.956
Composición	0.163956												
Nasparse 657													
Flujo		8.178			8.178	8.178	8.178			8.178	8.178	8.178	8.178
Composición		0.00817											
Tungst. V.P.													
Flujo		8.889			8.889	8.889	8.889			8.889	8.889	8.889	8.889
Composición		0.00889											
Alcohol													
Flujo		3.111			3.111	3.111	3.111			3.111	3.111	3.111	3.111
Composición		0.00311											
Resina almidónica													
Flujo			53.1665		53.1665	53.1665	53.1665		106.383	106.383	106.383	106.383	106.383
Composición			0.10633										
Resina wálrica													
Flujo			43.495		43.495	43.495	43.495		86.99	86.99	86.99	86.99	86.99
Composición			0.0869										
NIK													
Flujo				161.999	161.999	161.999	161.999	106.383		106.383	106.383	106.383	106.383
Composición				0.32319									
Xileno													
Flujo				53.866	53.866	53.866	53.866	86.99		86.99	86.99	86.99	86.99
Composición				0.10773									

Tabla43. Balance de Masa de RP-2

TESIS CON FALTA DE ORIGEN

CUADRO DE BALANCE

Componente	Corriente	1	2	3	4	5	6	7
Cromato de zinc	64	-	-	-	64	64	64	64
FaO	120	-	-	-	120	120	120	120
Aluminio	343.500	-	-	-	343.500	343.500	343.500	343.500
Monopero 657	0.170	-	-	-	0.170	0.170	0.170	0.170
Trioxal V.P.	0.000	-	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000
Alcohol	3.111	-	-	-	3.111	3.111	3.111	3.111
Resaca alcohólica	-	51.500	-	-	51.500	51.500	51.500	51.500
Resaca ácida	-	42.400	-	-	42.400	42.400	42.400	42.400
Agua	-	343.500	-	-	343.500	343.500	343.500	343.500
Aires	-	93.500	-	-	93.500	93.500	93.500	93.500

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CARTUCHOS	1.5 x 1.5' 8" 40"
6A-100	BOMBA DE DIAFRAGMA	6" 25-40 L/min
6A-101	BOMBA DE DIAFRAGMA	6" 25-40 L/min
ME-100	MEZCLADOR	Q: 400 L/5HP
ME-101	MEZCLADOR	Q: 400 L/5HP
MO-200	MOLINO DE PERLAS	VASITTA: 25 L/5HP
TN-100	TINA DE LLENADO	Q: 1200 L

NOTAS

- 1.- La presión es atm. y la temperatura es ambiente °C.
- 2.- El pigmento es una mezcla de cromato de zinc, FaO2 y óxido de zinc.
- 3.- Los ácidos utilizados son: monopero 657, Trioxal V.P. y alcohol.
- 4.- Los react. son de tipo alcohólicos y velescos.
- 5.- El disolvente utilizado es AILBY y Xileno.

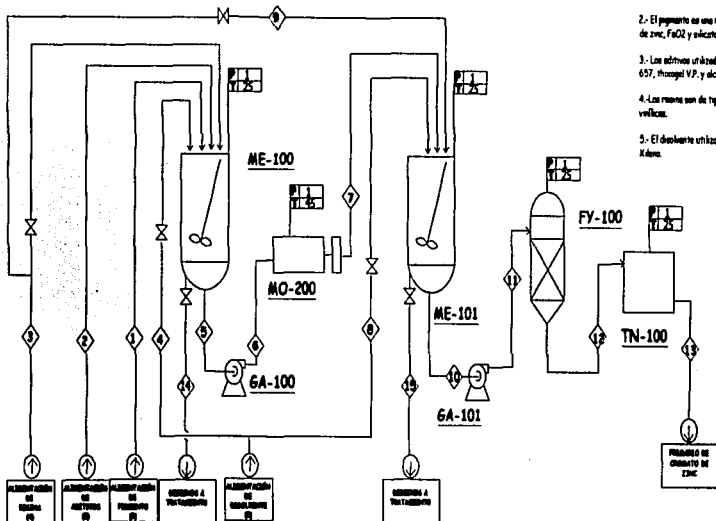


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE PRIMARIO DE CROMATO DE ZINC (RP-2)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ELABORÓ

LUCY ARLETTE PUNTES HERNÁNDEZ

ENC. 1. 004

ACOT. 504

DB. No. 1

REV. 0

115-A



VII.1.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE PRIMARIO INORGÁNICO DE ZINC 100% (RP-4 TIPO "B")

Para producir primario de zinc 100%, se hace una premezcla en el tanque ME-100 adicionando ácido clorhídrico y agua, esta premezcla se adiciona en el tanque de mezclado ME-101 en donde también van a ser adicionados los silicatos y parte de cellosolve, agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar.

Una vez que se ha completado la mezcla el material es bombeado a través de la bomba de diafragma GA-100 a un segundo tanque mezclador ME-102 en donde se le adiciona a baja velocidad; el resto de cellosolve, barita micronizada, thixogel V.P. B. cellosolve y MEK continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestras a control de calidad.

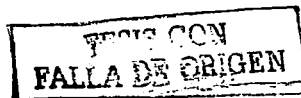
Una vez que las muestras han pasado por las pruebas de control de calidad, y se han aprobado, el recubrimiento es transferido al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferir a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 15 y 16 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.

FÓRMULA DEL RP-4 TIPO B

COMPONENTE	% EN PESO
Pulvo de zinc	68.69
Cellosolve	12.2925
Silicato de etilo	11.5530
HCl	0.1566
Agua	1.1522
Thixogel V.P.	0.3127
B. cellosolve	1.3440
MEK	1.0860
Barita micronizada	3.4130
TOTAL	100.00

Tabla 44. Fórmula de RP-4 Tipo "B".





BALANCE DE MASTERIA PARA EL RP-4 TIPO B

COMPONENTE	CORRIENTE												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Pelo de zinc													
Flujo													
Composición													
Celsohve													
Flujo	118.98					118.98	118.98				118.98	118.98	118.98
Composición	118.98												
Bálcara de etilo													
Flujo		115.93				115.93	115.93				115.93	115.93	115.93
Composición		115.93											
MCI													
Flujo			1.566		13.088	13.088	13.088				13.088	13.088	13.088
Composición			0.00156										
Agua													
Flujo				11.822									
Composición				0.00192									
Tixapal V.P.													
Flujo							3.127				3.127	3.127	3.127
Composición							0.00312						
B. celsohve													
Flujo							13.44				13.44	13.44	13.44
Composición							0.01344						
MEE													
Flujo							10.65				10.652	10.652	10.652
Composición							0.01065						
Barras micromezado													
Flujo								34.13			34.13	34.13	34.13
Composición								0.03413					
Celsohve													
Flujo										3.945	3.945	3.945	3.945
Composición										0.3945			

Tabla 45. Balance de masa de RP-4 tipo B

**TESIS CON
SALIDA DE ORIGEN**

CUADRO DE BALANCE

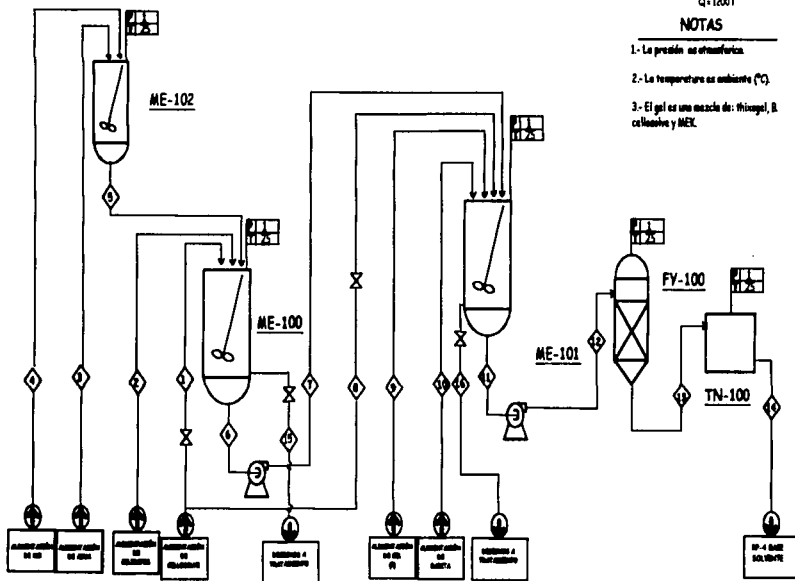
Componente	1	2	3	4	5	6	7
agua de mar	179.00	-	-	-	18.00	18.00	-
caliente	-	15.13	-	-	18.54	15.13	-
efluente de celda	-	-	1.00	-	13.00	13.00	-
H ₂ O	-	-	-	11.61	13.00	13.00	-
Agua	-	-	-	-	-	-	3.127
Thiogal 17	-	-	-	-	-	-	12.00
de celulosa	-	-	-	-	-	-	30.00
MSM	-	-	-	-	-	-	-
efluente clarificado	-	-	-	-	-	-	34.13

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CARTUCHOS	L 1.1 x 3" X 40"
64-100	BOMBA DE DIAFRAMA	G = 25-40 l/min
64-101	BOMBA DE DIAFRAMA	G = 25-40 l/min
ME-100	MEZCLADOR	Q = 600 l, 15 HP
ME-101	MEZCLADOR	Q = 600 l, 15 HP
ME-102	TANQUE MEZCLADOR DE H ₂ O	Q = 100 l
MO-200	MOLINO DE PERLAS	VASITAJA x 25 l, 15 HP
TN-100	TINA DE LLENADO	Q = 1200 l

NOTAS

- 1- La presión es atmosférica.
- 2- La temperatura es ambiente (°C).
- 3- El gel es una mezcla de: thiogal, B. celulosa y MEK.



DESCRIPCIÓN

No.	1	2	3	4	5	6	7
Agua de mar							
Agua caliente							
Agua							
Thiogal 17							
de celulosa							
MSM							
Efluente clarificado							

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN
DE PRIMARIO INORGÁNICO DE ZINC 100%
(RP-4 TIPO B)

MEK. S.F.

MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ELABORÓ:

LUCY AILETTE PUEBLES HERRERA

ENC. - 004

ACT. - 204

DIS. No. 2

REV. 3

1172A

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



VII.1.2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO (COMPONENTE EPÓXICO RP-6)

Para producir **primario epóxico catalizado**, se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de la resina epóxica, resina U-F, xileno, MIBK, butilcelosolve nosperse 657, thixogel V.P. y el alcohol; agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar y adicionar el pigmento: óxido de hierro, fosfato de zinc, talco micronizado, barita micronizada.

Una vez que se ha completado la mezcla el material es bombeado a través de la bomba de diafragma GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 5H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en un segundo mezclador ME-101 y adicionar a baja velocidad; el resto de la resina epóxica, xileno, MIBK, B. celosolve. Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestra a control de calidad.

Una vez que las muestras ha pasado por las pruebas de control de calidad y se han aprobado, la pintura es transferida al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 14 y 15 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.

HECHO CON
FALLA DE ORIGEN

**FORMÚLA DE RP-6 COMPONENTE EPÓXICO**

COMPONENTE	% EN PESO
Rojo óxido	19.54
Fosfato de zinc	8.00
Talco micronizado	11.93
Barita micronizada	6.43
Nuosperse 657	0.92
Thixogel V.P.	1.15
Etanol	0.46
Resina epóxica	24.25
Resina U-F	0.95
MIBK	6.28
C. cellosolve	4.19
Xileno	15.70
TOTAL	100.00

Tabla 46. Fórmula del RP-6 componente epóxico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE COMPONENTE POLIAMÍDICO PARA EL PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO (RP-6)

Para la producción del componente poliamídico del RP-6 se adiciona en el tanque de mezclado ME-101 parte de xileno e isopropanol; agitar a velocidad lenta y adicionar el versamid 115, se agita hasta uniformizar y posteriormente adicionar a baja velocidad poco a poco el resto del xileno y el resto de isopropanol, continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestras a control de calidad.

Una vez que las muestras se han aprobado el componente poliamídico es bombeado por medio de la bomba de diafragma GA-101 al filtro de cartuchos FY-100, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferir a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

FÓRMULA DE RP-6 COMPONENTE POLIAMÍDICO.

COMPONENTE	% EN PESO
Versamid 115	56.67
Xileno	38.99
Isopropanol	4.340

Tabla 47. Fórmula de RP-6 componente poliamídico.

TABLA DE BALANCE DE MATERIA DEL COMPONENTE POLIAMÍDICO DEL RP-6

COMPONENTE	CORRIENTE				
	1	2	3	4	5
Versamid 115					
Flujo	141.675	141.675	141.675	141.675	141.675
Composición	0.5667	0.5667	0.5667	0.5667	0.5667
Xileno					
Flujo	97.475	97.475	97.475	97.475	97.475
Composición	0.3899	0.3899	0.3899	0.3899	0.3899
Isopropanol					
Flujo	10.85	10.85	10.85	10.85	10.85
composición	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434	0.0434

Tabla 48. Balance de Masa del RP-6 Componente poliamídico.


BALANCE DE MATERIA PARA EL RP-6

COMPONENTE	COMPONENTE											
Ajeo ácido												
Flujo	195.4				195	195	195			195	195	195
Composición	0.1954											
Pastilla de zinc												
Flujo	80.0				80.0	80.0	80.0			80.0	80.0	80.0
Composición	0.08											
Tela microzada												
Flujo	119.3				119.3	119.3	119.3			119.3	119.3	119.3
Composición	0.1193											
Berita microzada												
Flujo	64.3				64.3	64.3	64.3			64.3	64.3	64.3
Composición	0.0643											
Numero 627												
Flujo		9.2			9.2	9.2	9.2			9.2	9.2	9.2
Composición		0.0092										
Thomel V.P.												
Flujo		11.5			11.5	11.5	11.5			11.5	11.5	11.5
Composición		0.0115										
Eranil												
Flujo		4.6			4.6	4.6	4.6			4.6	4.6	4.6
Composición		0.0046										
Resina epóxica												
Flujo			122.25		122.25	122.25	122.25		122.25	122.25	122.25	122.25
Composición			0.2445									
Resina U-F												
Flujo			4.75		4.75	4.75	4.75		4.75	4.75	4.75	4.75
Composición			0.0095									
MITK												
Flujo				31.4	31.4	31.4	31.4	31.4		31.4	31.4	31.4
Composición				0.0628								
Kleem												
Flujo				20.95	20.95	20.95	20.95	20.95		20.95	20.95	20.95
Composición				0.0419								
H. catalítico												
Flujo				78.5	78.5	78.5	78.5	78.5		78.5	78.5	78.5
Composición				0.157								

Tabla 49. Balance de Masa del RP-6 componente epóxico.

 TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO DE BALANCE

Componente	Circuitos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Agua dulce	105.4	--	--	--	105.4	105.4	--	--
Puñales de aire	0.0	--	--	--	0.0	0.0	--	--
Vapor saturado	119.2	--	--	--	119.2	119.2	--	--
Agua mineralizada	0.3	--	--	--	0.3	0.3	--	--
Fluoruro 10%	9.2	--	--	--	9.2	9.2	--	--
Fluoruro 50%	11.1	--	--	--	11.1	11.1	--	--
Agua	--	4.8	--	--	4.8	4.8	--	--
Resina epóxica	--	122.2	--	--	122.2	122.2	--	--
Resina 10-0	--	4.75	--	--	4.75	4.75	--	4.75
MO	--	--	20.0	--	20.0	20.0	--	20.0
A catalítico	--	--	78.1	--	78.1	78.1	--	78.1
Alta	--	--	--	--	--	--	--	--

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CARTUCHOS	L x d = 3" X 40"
GA-100	BOMBA DE DIFERENCIA	6 : 25-40 U/min
GA-101	BOMBA DE DIFERENCIA	6 : 25-40 U/min
ME-100	TANQUE MEZCLADOR	Q : 600 L, 25 HP
ME-101	TANQUE MEZCLADOR	Q : 600 L, 25 HP
MO-200	MOLINO DE PÉLULAS	VASIST A : 25 L, 25 HP
TN-100	TINA DE LLENADO	Q : 1200 L

NOTAS

- 1- La presión es atmosférica y la temperatura es en °C.
- 2- Las pigmentos utilizado son una mezcla de rojo dulce, fuertito de zinc, mica microbalda y fuertito microbalda.
- 3- Las aditivos utilizado son resinas 657, 80mgal V.P. y etanol.
- 4- Las resinas utilizado es epóxica y U.F.
- 5- Los disolventes utilizados son MEK, B. catálisis, Xileno.
- 6- La materia prima utilizada en la producción del componente polidéfica contra de Veronal 115, Xileno e isopropil.
- 7- La utilización de la corriente 14 aparece solo cuando se nota producción al componente polidéfica.

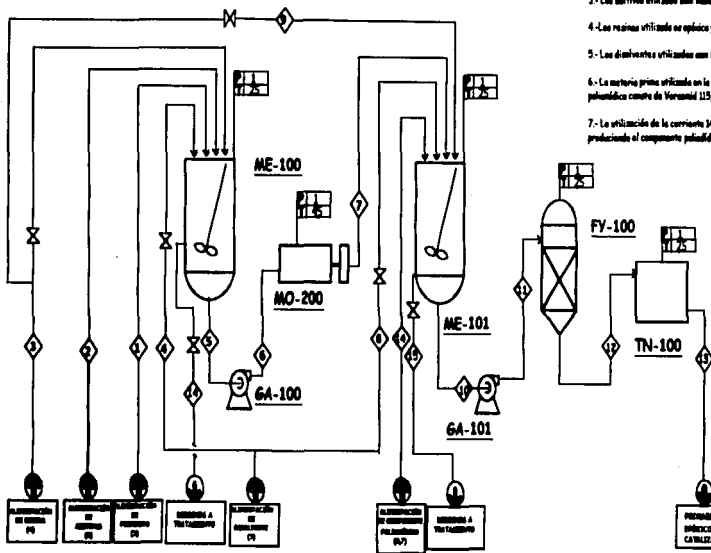


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO (Rp-6)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ELABORÓ:

LUCY ANLETTE PUNTES HERRERA

ESC:

SEN

ACOT: SEN

DR. No. 3

REV. 3

PROCESOS CON
 FALLA DE ORIGEN



VII.1.2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE PRIMARIO VINIL EPÓXICO MODIFICADO (RP-7)

Para producir **primario vinil epóxico modificado**, se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de: la resina epóxica, resina vinílica, xileno, MIBK, nuosperse 657, thioxogel V.P. y el alcohol; agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar y adicionar el pigmento; fosfato de zinc, TiO_2 rojo óxido y talco micronizado.

Una vez que se ha completado la mezcla el material se bombea a través de la bomba de diafragma GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 5H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en un segundo mezclador ME-101 y adicionar a baja velocidad; el resto de: la resina epóxica, resina vinílica, xileno y el MIBK. Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestra a control de calidad.

Una vez que las muestras ha pasado por las pruebas de control de calidad y se han aprobado, la pintura se transfiere al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 14 y 15 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.

TESIS CON
RAÍZ DE ORIGEN



FORMÚLA DE RP-7

COMPONENTE	% EN PESO
Fosfato de zinc	5.16
Rojo óxido	7.31
Talco micronizado	9.03
Nuesperse 657	0.64
Thixogel V.P.	0.64
Alcohol	0.26
Resina vinílica	12.95
Resina epóxica	2.36
MIBK	36.99
xileno	24.66

Tabla 50. Fórmula de RP-7

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BALANCE DE MATERIA PARA EL RP-7

COMPONENTE	COMPONENTE													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Faefeto de zinc														
Flujo	51.6				51.6	51.6	51.6				51.6	51.6	51.6	51.6
Composición	0.0016													
Raja Lado														
Flujo	73.1				73.1	73.1	73.1				73.1	73.1	73.1	73.1
Composición	0.0731													
Talco micronizado														
Flujo	90.3				90.3	90.3	90.3				90.3	90.3	90.3	90.3
Composición	0.0903													
Nuespersa 857														
Flujo		6.4			6.4	6.4	6.4				6.4	6.4	6.4	6.4
Composición		0.0064												
Thiopal V.P.														
Flujo		6.4			6.4	6.4	6.4				6.4	6.4	6.4	6.4
Composición		0.0064												
Alcohol														
Flujo		2.6			2.6	2.6	2.6				2.6	2.6	2.6	2.6
Composición		0.0026												
Resina epóxica														
Flujo			11.8		11.8	11.8	11.8			23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
Composición			0.0236											
Resina vinílica														
Flujo			64.75		64.75	64.75	64.75			129.5	129.5	129.5	129.5	129.5
Composición			0.1295											
MINK														
Flujo				184.95	184.95	184.95	184.95	369.9			369.9	369.9	369.9	369.9
Composición				0.3699										
Xileno														
Flujo				123.3	123.3	123.3	123.3	246.6			246.6	246.6	246.6	246.6
Composición				0.2466										

Tabla 51. Balance de Masa del RP-7

 TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

CUADRO DE BALANCE

Componente	Componente	Componente	Componente	Componente	Componente	Componente	Componente
Producto de alto grado	51.6			51.6	51.6	51.6	
Producto de bajo grado	731			731	731	731	
Tubo de alimentación	90.3			90.3	90.3	90.3	
Motor de arranque	6.4	6.4		6.4	6.4	6.4	
Motor V.P.	6.4	6.4		6.4	6.4	6.4	
Algodón	2.6			2.6	2.6	2.6	
Producto sólido	11.8			11.8	11.8	11.8	11.8
Producto líquido	64.75			64.75	64.75	64.75	64.75
Agua	184.95			184.95	184.95	184.95	184.95
Almidón	321.3			321.3	321.3	321.3	321.3
Almidón							127.95
Almidón							64.75

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CARBUROS	4" x 3" x 4"
GA-100	BOMBA DE CLAFRAGRA	G = 25-40 Un/m
GA-101	BOMBA DE CLAFRAGRA	G = 25-40 Un/m
ME-100	MEZCLADOR	Q = 400 l, 15 HP
ME-101	MEZCLADOR	Q = 400 l, 15 HP
MO-200	MOLINO DE PEARLAS	VASTA = 25 l, 15 HP
TN-100	TINA DE LLENADO	Q = 120 l

NOTAS

- 1.- La presión es atm. y la temperatura es ambiente (°C).
- 2.- El pigmento utilizado es una mezcla de rojo óxido, Furfuro de zinc, negro micromediano.
- 3.- El solvente utilizado es un compuesto de, Triangel V.P. y alcohol.
- 4.- La resina utilizada es epóxido y stireno.
- 5.- El disolvente utilizado es MEK, Xileno.

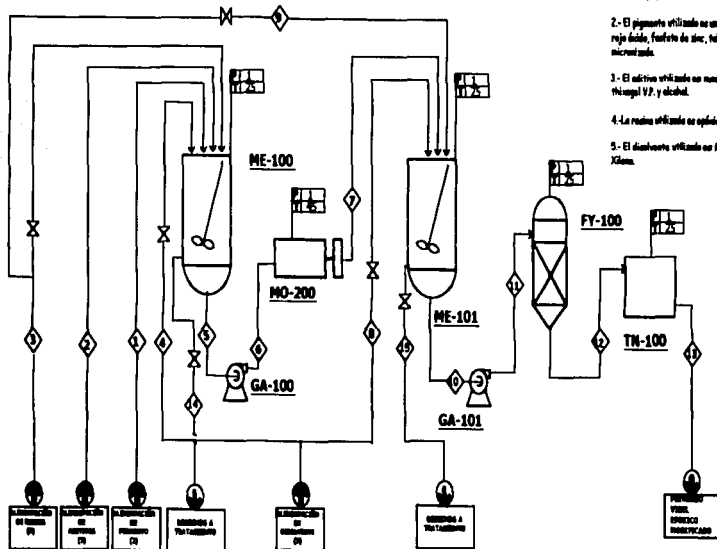


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE PRIMARIO VINIL EPOXICO MODIFICADO (RP-7)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ELABORÓ

LUCY AILETTE FUENTES HERRERA

ESC.: 804

ACOT. SH

Dib. No.

4

REV. 2

DESCRIPCIÓN	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

REV. D.F.

MEXICO

TESIS CON TALA DE ORIGEN

124-A



VII.1.2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE ESMALTE ALQUIDÁLICO BRILLANTE (RA-20)

Para producir esmalte alquidílico brillante se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 la resina, thixogel V.P., nuosperse 657 y alcohol; agitar a velocidad lenta hasta uniformizar y adicionar el pigmento: TiO_2 (en caso de que la pintura sea blanca), $CaCO_3$.

Una vez que se ha completado la mezcla el material se bombea a través de la bomba GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 5H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en el segundo mezclador ME-101 y adicionar a baja velocidad: Co, Mn, Pb, antinatante y gas nafta. Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestras a control de calidad.

Una vez que se han pasado las pruebas de control de calidad y se han aprobado, la pintura se transfiere al filtro de cartuchos por medio de la bomba GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 16 y 17 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**FÓRMULA DE RA-20**

COMPONENTE	% EN PESO
TiO ₂	20.00
CaCO ₃ P.P.	5.00
Resina	66.00
Thixogel V.P.	0.750
Alcohol	0.300
Nuosperse 657	0.500
Co	0.230
Mn	0.460
Pb	0.690
Antinatante	0.100
Gas Nafta	5.97
TOTAL	100.00

Tabla 52. Fórmula del RA-20



BALANCE DE MATERIA DEL RA-20

COMPONENTE	CORRIENTE														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TiO ₂ Flujo Composición	200 0.20				200	200	200					200	200	200	200
CaCO ₃ Flujo Composición	50 0.05				50	50	50					50	50	50	50
Napsopara 457 Flujo Composición		50 0.005			50	50	50					50	50	50	50
Triangel V.P. Flujo Composición		750 0.0075			75	75	75					75	75	75	75
Alcohol Flujo Composición		300 0.003			30	30	30					30	30	30	30
Resma Flujo Composición			330 0.660		330	330	330		330			660	660	660	660
Gas refo Flujo Composición				29.85 0.0997	29.85	29.85	29.85			29.85		59.7	59.7	59.7	59.7
Anticristal Flujo Composición									1.0 0.001			1.0	1.0	1.0	1.0
Ca Flujo Composición									2.3 0.0023			2.3	2.3	2.3	2.3
Mn Flujo Composición									4.6 0.0046			4.6	4.6	4.6	4.6
Pb Flujo Composición									6.9 0.0069			6.9	6.9	6.9	6.9

Tabla 53. Balance de masa de RA-20

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO DE BALANCE

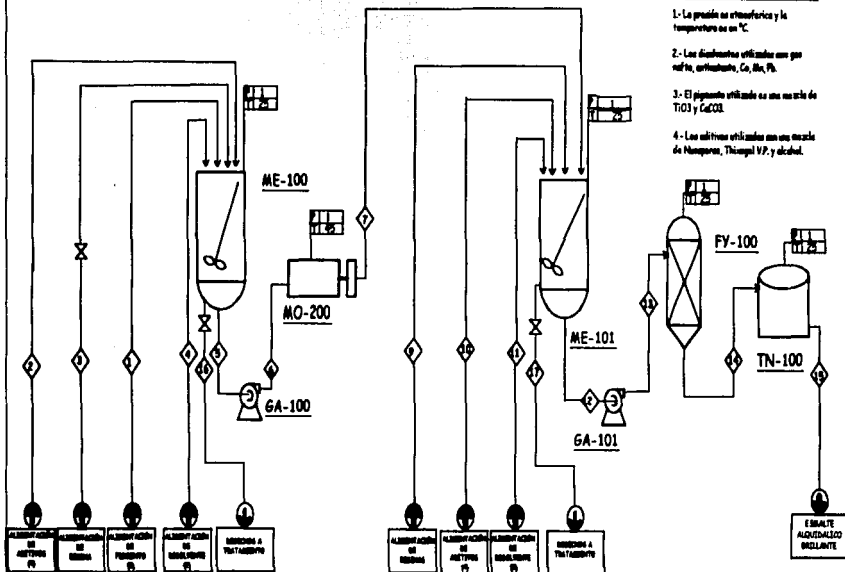
Componente	1	2	3	4	5	6	7
TiO ₂	100	-	-	200	-	-	-
CaCO ₃	50	-	-	50	-	-	-
NaOH	-	5.0	-	5.0	-	-	-
Thamyl V.P.	-	100	-	100	-	-	-
Alcohol	-	-	-	100	-	100	-
Manganeso 67	-	-	100	29 RB	-	-	29 RB
Ca	-	-	-	1.0	-	-	1.0
Na	-	-	-	2.3	-	-	2.3
Pb	-	-	-	4.6	-	-	4.6
Aditivos	-	-	-	4.0	-	-	4.0
Por agua	-	-	-	4.0	-	-	4.0

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CARBÓNICO	1.1 x 2.7 x 47"
6A-100	BOMBA DE MEMBRANA	6 = 25-40 l/min
6A-101	BOMBA DE MEMBRANA	6 = 25-40 l/min
ME-100	MEZCLADOR	Q = 600 l, 15 HP
ME-101	MEZCLADOR	Q = 600 l, 15 HP
MO-200	MOLINO DE PEBULAS	VASIJAS = 25 l, 15 HP
TN-100	TINA DE LLENADO	Q = 1200 l

NOTAS

- 1.- La presión es atmosférica y la temperatura es en °C.
- 2.- Los disolventes utilizados son gas nafta, acetona, Ca, Na, Pb.
- 3.- El pigmento utilizado es una mezcla de TiO₂ y CaCO₃.
- 4.- Los aditivos utilizados son una mezcla de Manganeso, Thamyl V.P. y alcohol.



DESCRIPCIÓN

NO.	CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
1	ME-100	MEZCLADOR	1	1
2	ME-101	MEZCLADOR	1	1
3	MO-200	MOLINO DE PEBULAS	1	1
4	6A-100	BOMBA DE MEMBRANA	1	1
5	6A-101	BOMBA DE MEMBRANA	1	1
6	FY-100	FILTRO DE CARBÓNICO	1	1
7	TN-100	TINA DE LLENADO	1	1

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN
DE ESMALTE ALQUIDICO BRILLANTE
(RA-20)

HEC. D.F.

MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ELABORO

LUCY ANLETTE FUENTES HERRERA

ESC.: INIA

ACT.: INIA

DIS. No.: 0

REV. 3

127-A



VII.1.2.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE ACABADO EPÓXICO CATALIZADO (COMPONENTE EPÓXICO RA-21)

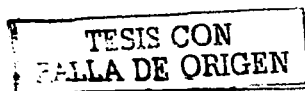
Para producir **acabado epóxico catalizado**, se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de la resina epóxica, resina U-F xileno, MIBK, Nuosperse 657, thixogel V.P. y el alcohol; agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar y adicionar el pigmento: Bióxido de titanio, talco micronizado, barita micronizada.

Una vez que se ha completado la mezcla el material es bombeado a través de la bomba de diafragma GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 5H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en un segundo mezclador ME-101 y adicionar a baja velocidad; el resto de la resina epóxica, MIBK, Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestra a control de calidad.

Una vez que las muestras ha pasado por las pruebas de control de calidad y se han aprobado, la pintura es transferida al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 17 y 18 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.





FORMÚLA DE RA-21

COMPONENTE	% EN PESO
Dióxido de titanio	19,6
Talco micronizado	5,265
Barita micronizada	2,835
Resina epóxica	35,6112
Resina U-F	0,3888
MITK	28,055
Xileno	7,0138
Nuosperse 657	0,49
Thixogel V.P.	0,5488
Alcohol	0,1921
TOTAL	100,00

Tabla 54. Fórmula del RA-21 componente epóxico

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE COMPONENTE POLIAMÍDICO PARA EL ACABADO EPÓXICO CATALIZADO (RA-21)

Para la producción del componente poliamídico del RA-21 se adiciona en el tanque de mezclado ME-101 parte de xileno e isopropanol; agitar a velocidad lenta y adicionar el versamid 115, se agita hasta uniformizar y posteriormente adicionar a baja velocidad poco a poco el resto del xileno y el resto de isopropanol, continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestras a control de calidad.

Una vez que las muestras se han aprobado el componente poliamídico es bombeado por medio de la bomba de diafragma GA-101 al filtro de cartuchos FY-100, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferir a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

FÓRMULA DEL RA-21 COMPONENTE POLIAMÍDICO.

COMPONENTE	% EN PESO
Versamid 115	32.0
Xileno	61.2
Isopropanol	6.80

TABLA 55. Fórmula del RA-21 componente poliamídico.

TABLA DE BALANCE DE MATERIA DEL COMPONENTE POLIAMÍDICO DEL RA-21

COMPONENTE	CORRIENTE				
	10	11	12	13	14
Versamid 115					
Flujo	160	160	160	160	160
Composición	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Xileno					
Flujo	306	306	306	306	306
Composición	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612
Isopropanol					
Flujo	34	34	34	34	34
composición	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068

Tabla 56. Balance de Masa del RA-21 componente poliamídico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**


BALANCE DE MATERIA DEL RA-21

COMPONENTE	COMENTE																
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
TiO ₂ Flujo Composición	196 0.196					196	196	196						196	196	196	196
Talca micronizada Flujo Composición	52.65 0.0526					52.65	52.65	52.65						52.65	52.65	52.65	52.65
Berro micronizada Flujo Composición	28.35 0.0283					28.35	28.35	28.35						28.35	28.35	28.35	28.35
Nuppers 657 Flujo Composición		2.45 0.0049				2.45	2.45	2.45			2.45			4.9	4.9	4.9	4.9
Thimop V.P. Flujo Composición		2.744 0.0054				2.744	2.744	2.744			2.744			5.488	5.488	5.488	5.488
Alcohol Flujo Composición		0.9605 0.0019				0.9605	0.9605	0.9605			0.9605			1.921	1.921	1.921	1.921
Resina epóxica Flujo composición				178.05 0.3561		178.05	178.05	178.05			178.05			356.11	356.11	356.11	356.11
Resina U-F Flujo composición				1.94 0.0038		1.94	1.94	1.94						3.88	3.88	3.88	3.88
MIEC Flujo Composición						140.25 0.2805	140.25	140.25			140.25			280.5	280.5	280.5	280.5
Xileno Flujo Composición						35.065 0.0701	35.065	35.065			35.065			70.13	70.13	70.13	70.13

Tabla 57. Balance de masa del RA-21 componente epóxico.

 TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO DE BALANCE

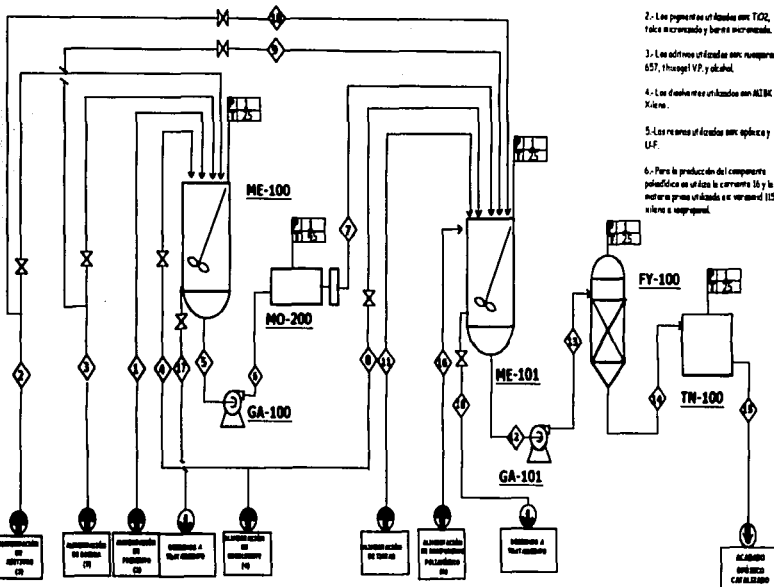
Componente	CONSUMO				
	◇	◇	◇	◇	◇
TCO	100	-	-	100	-
Tubo incrementado	52.85	-	-	52.85	-
Motorreductor 657	20.25	-	-	20.25	-
Motorreductor 657	-	2.50	-	-	2.50
Motorreductor V.P.	-	2.70	-	-	2.70
Alcohol	-	0.900	-	-	0.900
Resaca aglutinada	-	1.70	-	-	1.70
Resaca U-F	-	1.50	-	-	1.50
MECE	-	-	145.25	-	145.25
Urea	-	-	20.00	-	20.00

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CANTONAS	L x l = 3' X 4'
GA-101	BOMBA DE DIAFRAGMA	Q = 25-40 l/min
GA-101	BOMBA DE DIAFRAGMA	Q = 25-40 l/min
ME-100	MEZCLADOR	Q = 600, 15 HP
ME-101	MEZCLADOR	Q = 600, 15 HP
MO-200	MOLINO DE PERLAS	WHEEL = 35", 15 HP
TN-100	TINA DE LLEGAO	Q = 1000'

NOTAS

- 1.- La presión es atmosférica y la temperatura es en grados C.
- 2.- Los pesos son en libras con TCO, tubo incrementado y bomba incrementada.
- 3.- Los árboles críticos son números 657, Motorreductor V.P. y alcohol.
- 4.- Los árboles críticos son MECE y Urea.
- 5.- Las resacas de Urea son aglutinada y U.F.
- 6.- Para la producción del componente polidivaca se utiliza la corriente 10 y la misma para el alcohol se varía el 15, a 100 y a 200 ppm.



**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE ACABADO EPÓXICO CATALIZADO (RA-21)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ELABORADO: LUCY ANLETTE PUEBLES HERRERA
 ESCR. GEN ACOT. SIN DIB. No. 0 REV. 3

1317



VII.1.2.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE ACABADO DE ALTOS SÓLIDOS (COMPONENTE EPÓXICO RA-26)

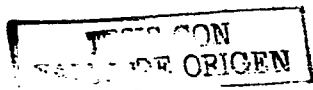
Para producir acabado de altos sólidos, se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de: la resina epóxica, resina U-F, xileno, MIBK, nuosperse 657, thixogel V.P. y el alcohol; agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar y adicionar el pigmento; TiO_2 (en caso de que la pintura sea blanca), talco micronizado y barita micronizada.

Una vez que se ha completado la mezcla el material es bombeado a través de la bomba de diafragma GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 5H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en un segundo mezclador ME-101 y adicionar a baja velocidad; el resto de la resina epóxica, xileno y el MIBK. Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestra a control de calidad.

Una vez que las muestras ha pasado por las pruebas de control de calidad y se han aprobado, la pintura es transferida al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia, y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 16 y 17 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.





FORMÚLA DE RA-26

COMPONENTE	% EN PESO
TiO ₂	21.3336
Talco micronizado	9.2445
Barita micronizada	4.9778
Resina epóxica	30.6297
Resina U-F	0.9473
MIBK	24.62
Xileno	6.155
Nuosperse 657	0.889
Thixogel V.P.	0.889
Alcohol	0.31115
TOTAL	100.00

Tabla 58. Fórmula del RA-26 componente epóxico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DEL COMPONENTE POLIAMÍDICO DEL ACABADO DE ALTOS SÓLIDOS (RA-26)

Para producir el componente poliamídico del RA-26 se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de: la resina poliamídica, xileno, MIBK, nuosperse 657, thixogel V.P. y el alcohol; agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar y adicionar talco micronizado y barita micronizada.

Una vez que se ha completado la mezcla el material es bombeado a través de la bomba de diafragma GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 5H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en un segundo mezclador ME-101 y adicionar a baja velocidad; el resto de la resina, xileno y el MIBK. Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestra a control de calidad.

Una vez que las muestras ha pasado por las pruebas de control de calidad y se han aprobado, el componente poliamídico es transferido al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia, y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

FORMULA DE RA-26

COMPONENTE	% EN PESO
Talco micronizado	23.400
Barita micronizada	15.600
Resina poliamídica	32.120
Nuosperse 657	0.9750
Thixogel V.P.	0.9750
Alcohol	0.34125
MIBK	11.4315
Xileno	12.3472
TOTAL	100.00

Tabla 59. Fórmula del RA-26 componente poliamídico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



BALANCE DE MATERIA DEL RA-26

COMPONENTE	CORRIENTE														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tela micronizada															
Flujo	46 225				46 225	46 225	46 225				92 45	92 45	92 45	92 45	92 45
Composición	0 0924														
Ti O ₂															
Flujo	106 67				106 67	106 67	106 67				213 34	213 34	213 34	213 34	213 34
Composición	0 2133														
Berita micronizada															
Flujo	24 89				24 89	24 89	24 89				49 78	49 78	49 78	49 78	49 78
Composición	0 0497														
Nuesperze 657															
Flujo		4 45			4 45	4 45	4 45				8 89	8 89	8 89	8 89	8 89
Composición		0 0088													
Thiokol V.P.															
Flujo		4 45			4 45	4 45	4 45				8 89	8 89	8 89	8 89	8 89
Composición		0 0088													
Alcohol															
Flujo		1 5558			1 5558	1 5558	1 5558				3 1115	3 1115	3 1115	3 1115	3 1115
Composición		0 0031													
Resina epóxica															
Flujo			153 14		153 14	153 14	153 14	306 29				306 29	306 29	306 29	306 29
Composición			0 3062												
Resina U-F															
Flujo			4 7365		4 7365	4 7365	4 7365	9 473				9 473	9 473	9 473	9 473
Composición			0 0094		0 0094	0 0094	0 0094								
ADIK															
Flujo				246 2	246 2	246 2	246 2					246 2	246 2	246 2	246 2
Composición				0 2462											
Xileno															
Flujo				61 55	61 55	61 55	61 55					61 55	61 55	61 55	61 55
Composición				0 0615											

Tabla 60 Balance de Masa del RA-26 componente epóxico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**


BALANCE DE MATERIA DEL RA-26 COMPONENTE POLIAMIDICO

COMPONENTE	CORRIENTE															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Talco micronizado																
Flujo	80.325				80.325	80.325	80.325			160.65	160.65	160.65	160.65			
Composición	0.600															
Berita micronizada																
Flujo	77.175				77.175	77.175	77.175			154.35	154.35	154.35	154.35			
Composición	0.400															
Nueparas 657																
Flujo		2.4375			2.4375	2.4375	2.4375		4.875		4.875	4.875	4.875			
Composición		0.0097														
Thiokol V.P.																
Flujo		2.4375			2.4375	2.4375	2.4375		4.875		4.875	4.875	4.875			
Composición		0.0097														
Alcohol																
Flujo		0.8531			0.8531	0.8531	0.8531		1.7062		1.7062	1.7062	1.7062			
Composición		0.00341														
Resina poliamidica																
Flujo			80.325		80.325	80.325	80.325	160.65			160.65	160.65	160.65			
Composición			0.3213													
MSK																
Flujo				97.19	97.19	97.19	97.19				97.19	97.19	97.19			
Composición				0.1143												
Xileno																
Flujo				61.70	61.70	61.70	61.70				61.70	61.70	61.70			
Composición				0.1234												

Tabla 61 Balance de Masa del RA-26 componente poliamidico.

 PROTO CON
 PAIA DE ORIGEN



VII.1.2.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE ACABADO DE POLIURETANO (RA-28)

Para producir **acabado de poliuretano base blanca**, se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de la resina acrílica, xileno, acetato de etilo, acetato de butilo, nuosperse 657, thixogel V.P. y el alcohol; agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar y adicionar el pigmento.

Una vez que se ha completado la mezcla el material es bombeado a través de la bomba de diafragma GA-100 al molino de perlas MO-200, donde se muele hasta obtener una finura de 6H (unidades Hegman).

Recibir la mezcla en un segundo mezclador ME-101 y adicionar a baja velocidad; el resto de la resina acrílica, xileno, acetato de etilo, acetato de butilo, nuosperse 657, thixogel V. P. y el alcohol (y tintas en caso de que la pintura sea de color). Continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestra a control de calidad.

Una vez que las muestras ha pasado por las pruebas de control de calidad y se han aprobado, la pintura es transferida al filtro de cartuchos FY-100, por medio de la bomba de diafragma GA-101, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferirse a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 16 y 17 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.



FÓRMULA DE RA-28

COMPONENTE	% EN PESO
Pigmento	16.5
Resina acrílica	31.73
Nuosperse 657	0.4125
Thixogel V.P.	0.4125
Alcohol	0.14437
Xileno	20.3204
Acetato de etilo	20.8284
Acetato de butilo	9.6521
TOTAL	100.00

Tabla 62. Fórmula del RA-28 componente epóxico.

CON
FALLA DE ORIGEN



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE COMPONENTE POLIAMÍDICO PARA EL ACABADO DE POLIURETANO (RA-28)

Para la producción del componente poliamídico del RA-28 se adiciona en el tanque de mezclado ME-101 parte de xileno y acetato de cellosolve; agitar a velocidad lenta y adicionar el Desmodur N-75, se agita hasta uniformizar y posteriormente adicionar a baja velocidad poco a poco el resto del xileno y el resto de acetato de cellosolve, continuar agitando durante 10 minutos y pasar muestras a control de calidad.

Una vez que las muestras se han aprobado el componente poliamídico es bombeado por medio de la bomba de diafragma GA-101 al filtro de cartuchos FY-100, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferir a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

FÓRMULA DEL RA-28

COMPONENTE	% EN PESO
Desmodur N-75	70
Xileno	18
Acetato de cellosolve	12

Tabla 63. Fórmula de RA-28 componente poliamídico.

BALANCE DE MATERIA DEL COMPONENTE POLIAMÍDICO DEL RA-28

COMPONENTE	CORRIENTE				
	1	2	3	4	5
Desmodur N-75					
Flujo	141,675	141,675	141,675	141,675	141,67
Composición	0,5667	0,5667	0,5667	0,5667	0,5667
Xileno					
Flujo	97,475	97,475	97,475	97,475	97,475
Composición	0,3899	0,3899	0,3899	0,3899	0,3899
Acetato de cellosolve					
Flujo	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85
Composición	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434

Tabla 64. Balance de masa del RA-28 componente poliamídico.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



BALANCE DE MATERIA DEL RA-28

COMPONENTE	CORRIENTE													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pigmento														
Flujo	165				165	165	165				165	165	165	165
Composición	0.165													
Resina acrílica														
Flujo		158.65			158.65	158.65	158.65	317.3			317.3	317.3	317.3	317.3
Composición		0.3173												
Nuasperse 657														
Flujo			2.0625		2.0625	2.0625	2.0625			4.125	4.125	4.125	4.125	4.125
Composición			0.0041											
Thiropgel V.P.														
Flujo			2.0625		2.0625	2.0625	2.0625			4.125	4.125	4.125	4.125	4.125
Composición			0.0041											
Alcohol														
Flujo			0.7218		0.7218	0.7218	0.7218			1.4437	1.4437	1.4437	1.4437	1.4437
Composición			0.0014											
Xileno														
Flujo				101.60	101.60	101.60	101.60		203.20		203.20	203.20	203.20	203.20
Composición				0.2032										
Acetato de etilo														
Flujo				104.14	104.14	104.14	104.14		208.28		208.28	208.28	208.28	208.28
Composición				0.2082										
Acetato de butilo														
Flujo				48.260	48.260	48.260	48.260		96.521		96.521	96.521	96.521	96.521
Composición				0.0965										

Tabla 65. Balance de masa del RA-28 componente epóxico.

CUADRO DE BALANCE

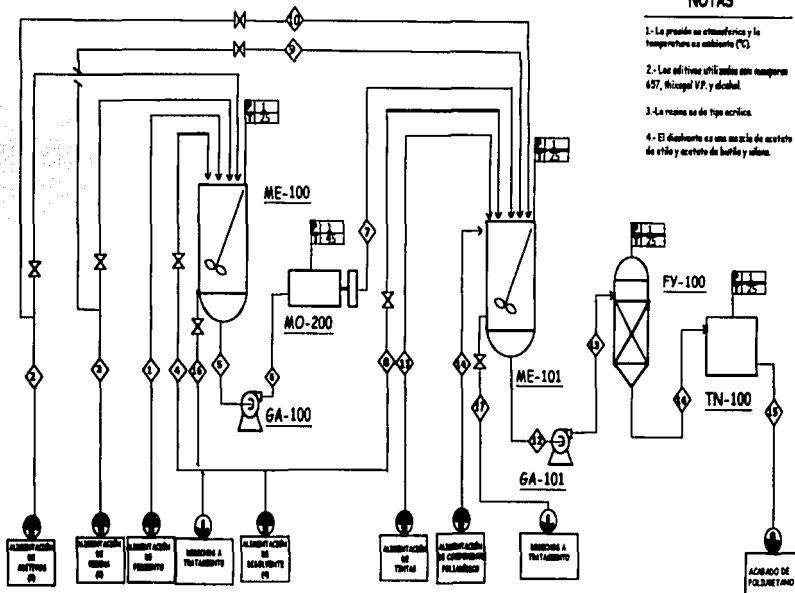
Componente	Cantidad							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pigmentos	165	-	-	165	165	165	-	-
Resina acrílica	-	258.65	-	258.65	258.65	258.65	207.3	-
Mezclas 687	-	-	2.0625	2.0625	2.0625	2.0625	-	4.125
Tiñegal V.P.	-	-	2.0625	2.0625	2.0625	2.0625	-	4.125
Alcohol	-	-	0.72185	0.72185	0.72185	0.72185	-	1.4437
Agua	-	-	-	30.462	30.462	30.462	-	-
Acetato de etilo	-	-	-	104.141	104.141	104.141	-	-
Acetato de butilo	-	-	-	48.2462	48.2462	48.2462	-	-

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CARTUCHOS	L=14.2 3" X 40"
GA-100	BOMBA DE DIAFRAGMA	G=25-40 l/min
GA-101	BOMBA DE DIAFRAGMA	G=25-40 l/min
ME-100	MEZCLADOR	Q=600 l, 15 HP
ME-101	MEZCLADOR	Q=600 l, 15 HP
MO-200	MOLINO DE PERLAS	VASIJAS=25 l, 15 HP
TN-100	TINA DE LLENADO	Q=1200 l

NOTAS

- 1.- La presión es atmosférica y la temperatura es ambiente (°C)
- 2.- Las válvulas utilizadas son manoplas 687, Nicogal V.P. y alcohol.
- 3.- La resina es de tipo acrílica.
- 4.- El diámetro es una mezcla de acetato de etilo y acetato de butilo y agua.



DESCRIPCIÓN

No.	MATERIA PRIMA				Fecha
	1	2	3	4	

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE ACABADO DE POLIURETANO (RA-28)

PREP. D.F.

MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ELABORADO

LUCY ANLETTE FUENTES HERRERA

ENC. INM

ACOT. INM

DR. No.

0

REV. 3

140A



VII.1.2.9 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA PRODUCCIÓN DE RECUBRIMIENTO PARA ALTAS TEMPERATURAS (RE-30 TIPO B)

Para producir recubrimiento para altas temperaturas, se adiciona en el tanque de mezclado ME-100 parte de la resina 100% silicón y del xileno, nuosperse 657 y aerosil 200, agitar a velocidad lenta, hasta uniformizar.

Una vez que se ha uniformizado la mezcla el material es bombeado a través de la bomba GA-100 al segundo mezclador de baja velocidad ME-101 y adicionar el resto de la resina silicón y el xileno, y la pasta de aluminio. Continuar agitando y pasar muestras a control de calidad.

Una vez que las muestras han pasado por el control de calidad y se han aprobado, la pinturas es transferida por medio de la bomba GA-101 al filtro de cartuchos FY-100, con el fin de mejorar la calidad y apariencia y así poder transferir a la tina TN-100 para el llenado y envasado del producto.

Los desechos drenados de los tanques ME-100, ME-101 y TN-100 por medio de las corrientes 12 y 13 son enviados a recipientes para mandarlos posteriormente a la empresa Química Wimer, S. A. de C. V. que se encarga de reciclar los residuos.

FORMULA DE RE-30 TIPO B

COMPONENTE	% EN PESO
Aluminio sobre la pasta	23
Resina 100% silicón	30,8
Nuosperse 657	0.529
Aerosol 200	0.761
Xileno	44.912
TOTAL	100.00

Tabla 66. Fórmula del RE-30 Tipo "B".

RECIBIDO CON
FECHA DE ORIGEN



BALANCE DE MATERIA DEL RE-30 tipo B

COMPONENTE	CORRIENTE										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aluminio tipo Leafing											
Flujo				154	154	230			230	230	230
Composición						0.23					
Resina 100% silicón											
Flujo		154		5.29	5.29			154	308	308	308
Composición		0.308									
Mosperse 657											
Flujo	5.29			7.61	7.61				5.29	5.29	5.29
Composición	0.0053										
Aerosil 200											
Flujo	7.61			224.56	224.56				7.61	7.61	7.61
Composición	0.0761										
Xileno.											
Flujo			224.56				224.56		449.12	449.12	449.12
Composición			0.4491								

Tabla 67. Balance del Masa de RE -30 TIPO B

REVISADO CON
CALMA DE ORIGEN

CUADRO DE BALANCE

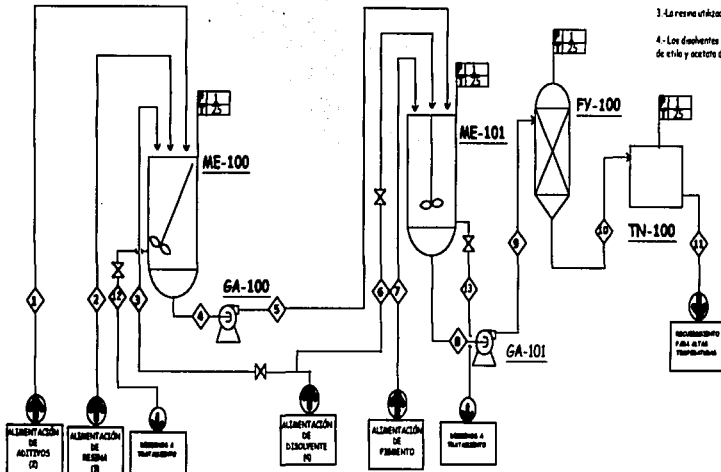
Componente	Comente	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Alimento tipo baffle	-	-	-	130	130	250	-	-
Bomba 100 % agua	-	134	-	130	130	-	-	134
Medidor BT	130	-	-	740	740	-	-	-
Aliment 100	740	-	-	2218	2218	-	-	-
Alim	-	-	2218	-	-	-	2218	-

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
FY-100	FILTRO DE CARTUCHOS	L 13 x 3" X 40"
GA-100	BOMBA DE DIAFRAGMA	G = 25-40 l/min
GA-101	BOMBA DE DIAFRAGMA	G = 25-40 l/min
ME-100	TANQUE MEZCLADOR	Q = 600 L, 15 HP
ME-101	TANQUE MEZCLADOR DE	Q = 600 L, 15 HP
TN-100	BAJA VELOCIDAD	Q = 1200 l
	TINA DE LLEVADO	

NOTAS

- 1- La presión es at. y la temperatura es ambiente (°C).
- 2- Los aditivos utilizados son: nupocret 637 y gresol 200.
- 3- La resina utilizada es acrílica.
- 4- Los disolventes utilizados son acetato de etilo y acetato de butilo.



**PRUEBAS CON
MATERIA DE ORIGEN**

DESCRIPCIÓN

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	VALIDADO	FECHA
1	01/01/2000	1	1	1	1

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN
 DE RECUBRIMIENTO PARA ALTAS TEMPERATURAS
 (RE-30 TIPO 'B')

REV. D.F.

MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ELABORADO:

LUCY ARLETTE FUENTES HERRERA

ESC.: SM

ACOT.: SM

DD. No.: 1

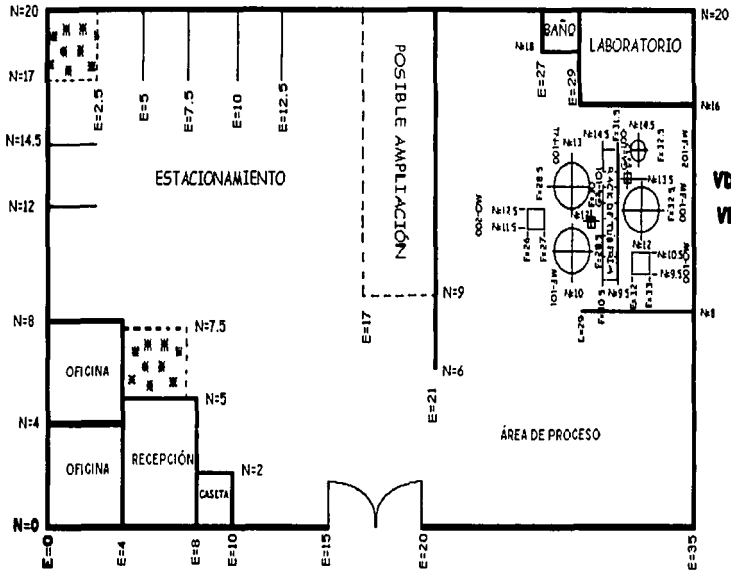
REV. 1

142-A

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

LISTA DE EQUIPO

<u>CLAVE</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>	<u>CLAVE</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
FY-100	FILTRO DE CARTUCHOS	L1-1= 1x1m	ME-101	TANQUE MEZCLADOR	Q= 600L, 15 Hp, L1-1=1.5m, D=2m
GA-100	BOMBA DE DIAFRAGMA	G= 25-40 L/min	ME-102	TANQUE MEZCLADOR DE HCl	Q=100L, L1-1=0.5m, D=0.5m
GA-101	BOMBA DE DIAFRAGMA	G= 25-40 L/min	MO-200	MOLINO DE PERLAS	VASIJAS= 25L, 15 Hp
ME-100	TANQUE MEZCLADOR	Q= 600L, 15 Hp, L1-1=1.5m, D=2m	TN-100	TINA DE LLENADO	Q= 1200L L1-1= 3m, D= 2m



ATENCIÓN:

LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY
LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY	LAJUNY

PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPO DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

álvarez

D.P.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LABORIO: LUCY AMLETTE PUNTES HERRERA

ESC. 1-102 CANT. 1 NÚM. 10-10 SEV. 4

142-B



VII.1.3 ANÁLISIS DE RIESGOS POR MEDIO DEL MÉTODO "QUE PASA SI"

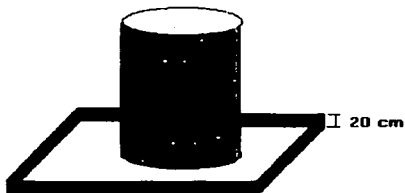
TANQUE ME-100

¿Que sucede si falla la válvula de alimentación de resina?

La mezcla inicial modificaría las características del producto final en pérdida de brillo, se necesitaría más concentración de vehículo y con ello no se estaría cumpliendo con la norma PEMEX-4411.01.

¿Qué sucede si la alarma por alto nivel falla?

Se derramaría la mezcla inicial provocando posibles accidentes en los operadores, Perdidas económicas, para evitar estos accidentes se construirá alrededor del tanque una cerca de 20 cm. de alto (como se muestra en la figura) para evitar que se disperse por el suelo la mezcla.



¿Qué sucede si la bomba que transporta la corriente de salida de la mezcla inicial hacia al molino falla?

No hay falla alguna debido a que se cuenta con una bomba de relevo.



¿Qué sucede si la velocidad de agitación no es la adecuada?

Produciría que el recubrimiento no cumpla con las propiedades que se especifican en las normas.

Un posible derramamiento del producto.

TANQUE ME-101

¿Que sucede si falla la válvula de alimentación de resina?

La mezcla modificaría las características del producto final en pérdida de brillo, se necesitaría más concentración de vehículo y con ello no se estaría cumpliendo con la norma PEMEX-4411.01.

¿Qué sucede si la alarma por alto nivel falla?

Se derramaría la mezcla provocando posibles accidentes en los operadores, Perdidas económicas, para evitar estos accidentes se construirá alrededor del tanque una cerca de 20 cm. de alto (como se muestra en la figura) para evitar que se disperse por el suelo la mezcla.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



¿Qué sucede si la bomba que transporta la corriente de salida de la mezcla inicial hacia al filtro falla?

No hay falla alguna debido a que se cuenta con una bomba de relevo.

¿Qué sucede si la velocidad de agitación no es la adecuada?

Produciría que el recubrimiento no cumpla con las propiedades que se especifican en las normas.

Un posible derramamiento del producto.

¿Qué sucede si el molino no opera adecuadamente y la corriente que manda hacia el tanque es muy poca?

Se generaría muy poca cantidad de producto y con ello se tendrían pérdidas económicas.

FILTRO DE CALTUCHOS FY-100

¿Qué sucede si la bomba GA-101 falla?

No ocasionaría accidentes ya que el filtro opera hasta el momento en que es alimentada la mezcla, además de que se cuenta con una bomba de relevo.

¿Qué sucede si tiene fugas la corriente de salida?

Para no producir este tipo de fugas se revisara periódicamente las líneas.



VII.1.4 CEDULAS DE REQUERIMIENTOS

VII.1.4.1 MATERIAS PRIMAS

RP-2	RP-4 Tipo B	RP-6
Cromato de zinc Fe O ₂ Silicatos Resina alquídica Resina vinílica Nuosperse 657 Thixogel V.P. Alcohol Xileno MIBK	Pulvo de zinc Cellosolve Silicato de etilo HCl Agua Thixogel V.P. B. cellosolve MEK Barita micronizada	Rojo óxido Fosfato de zinc Talco micronizado Barita micronizada Nuosperse 657 Thixogel V.P. Etanol Resina epóxica Resina U-F MIBK B. cellosolve Xileno Versamid 115 Isopropanol

Tabla 68. Materias primas de RP-2, RP-4 Tipo "B", RP-6.

RP-7	RA-20	RA-21
Fosfato de zinc Rojo óxido Talco micronizado Nuosperse 657 Thixogel V.P. Alcohol Resina vinílica Resina epóxica	Ti O ₂ CaCO ₃ Resina alquídica Thixogel V.P. Alcohol Nuosperse 657 Co Mn Pb Antinanteante Gas nafta	Ti O ₂ Talco micronizado Barita micronizada Resina epóxica Resina U-F MIBK Xileno Nuosperse 657 Thixogel V.P. Alcohol Versamid 115 Isopropanol

Tabla 69. Materias primas RP-7, RA-20, RA-21.

Trava CON
FALLA DE ORIGEN



RA-26	RA-28	RE-30 Tipo B
Ti O ₂ Barita micronizada Talco micronizado Resina epóxica Resina U-F MIBK Xileno Nuosperse 657 Thixogel V.P. Alcohol Resina poliamídica	Pigmento Resina acrílica Nuosperse 657 Thixogel V.P. Alcohol Xileno Acetato de etilo Acetato de butilo Desmodur N-75 Acetato de cellosolve	Aluminio tipo leafing Resina 100% silicón Nuosperse 657 Aerosol 200 xileno

Tabla 70. Materias primas de RA-26, RA-28 y RE-30 Tipo "B".

VII.1.4.2 SERVICIOS AUXILIARES

- > Energía eléctrica.
- > Agua potable
- > Teléfono
- > Drenajes
- > Almacenamiento
- > Vigilancia

**VII.1.4.3 LISTAS DE EQUIPO.
VII.1.4.3.1 DE PROCESO.**

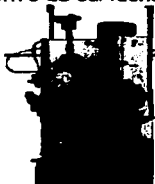
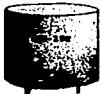
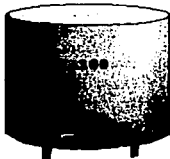
1	FY-100	Filtro de cartuchos 	3"x40", 325 micras
2	GA-100	Bombas de diafragma	G- 25-40 l/min
4	ME-102	Tanque de mezclado 	Q = 100 litros
	ME-100	Tanque de mezclado 	Q = 600 litros

Tabla 71. Lista de equipo de proceso.

**TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN**



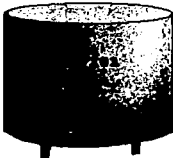
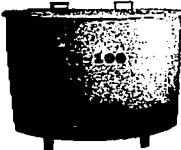

	ME-101	 Tanque de llenado	Q = 600 litros
	TN-100	 Mezcladores	Q = 1200 litros
2			15 HP, 200-1700 rpm
1	MO-200	Molino de perlas	15 HP, vasija de 25 litros.
Tubería y accesorios			
Equipo eléctrico			

Tabla 71. Lista de equipo de proceso (continuación).

TRONCO DE
FALLA DE ORIGEN

**VII.1.4.3.2. EQUIPO DE TRANSPORTE.**

2 camionetas de $\frac{3}{4}$ de toneladas

VII.1.4.3.3. EQUIPO DE OFICINA.

CANTIDAD	EQUIPO
3	Impresora
	Escritorio
2	Material de papelería
3	Computadoras
3	Sillas para escritorio
1	Archivero
	Línea telefónica
	Fax
	Sala de espera

Tabla 72. Lista de equipo de oficina.

VII.1.3.3.4. EQUIPO AUXILIAR.

- Bascula
- Palas de madera para el mezclado del recubrimiento

VII.1.3.3.5. EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES REQUERIDAS.

CANTIDAD	CONSTRUCCIÓN
1	Curto de recepción
2	Oficina
1	Almacén
1	Área de proceso
1	Laboratorio
2	Baño
1	Caseta de vigilancia
	otros

Tabla 73. Lista de edificios y construcciones.

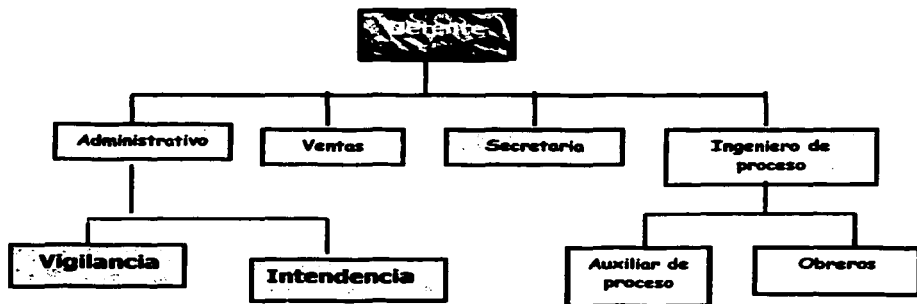


VII.1.3.3.4. PERSONAL REQUERIDO.

1	Gerente General
1	Ingeniero de proceso
2	Ventas
1	Secretaria
2	Auxiliar de proceso
1	Vigilancia
1	Intendencia
1	Chofer
1	Ayudante general
11	Obreros

Tabla 74. Lista de personal requerido

ORGANIGRAMA

TIENE CON
FALLA DE ORIGEN



VII. 1.4 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

La planta estará ubicada en el municipio de Chalco De Díaz Cobarrubias (figura 19) Estado de México, del cual sus características principales son:

Latitud Norte	{	19 grados 16 minutos
Latitud Oeste	{	98 grados 54 minutos

Ubicado a 2240 metros sobre el nivel del mar.



Figura 19. Municipio de Chalco De Díaz Cobarrubias



La ubicación de la planta en este municipio es debido a:

- La cercanía que se tiene para la adquisición de la mayor parte de las materias primas a utilizar en la producción de cada uno de los diferentes recubrimientos.
- El crear nuevas fuentes de empleo ya que este municipio cuenta con suficiente mano de obra calificada que puede cubrir las necesidades de nuestra planta.
- Un punto muy importante de este municipio es que cuenta con suficientes vías de comunicación necesarias para la distribución y comercialización de los productos
- Cercanía con los consumidores (el mercado más prometedor es el Distrito Federar, lugar donde habitan más de 20,000,000.00)
- Chalco cuenta con todos los servicios públicos y de telecomunicaciones.
- Facilidad de adquirir los permisos necesarios para el uso de suelo.
- Facilidad de adquirir permiso para la operación de la planta ya que este municipio cuenta con una zona industrial.
- El bajo costo del terreno.



CAPITULO

VIII

**EVALUACIÓN
FINANCIERA**



INTRODUCCIÓN

La evaluación económica nos proporciona los índices necesarios para poder tomar la decisión de construir o no una nueva planta productora en este caso de recubrimientos anticorrosivos tales como:

- Primario de cromato de zinc (RP-2).
- Primario inorgánico de zinc 100 % (RP-4 Tipo "B").
- Primario epóxico catalizado (RP-6).
- Primario vinil epóxico modificado (RP-7).
- Esmalte alquidático brillante (RA-20).
- Acabado epóxico catalizado (RA-21).
- Acabado epóxico catalizado de altos sólidos (RA-26).
- Acabado de poliuretano (RA-2B).
- Recubrimiento para altas temperaturas (RE-30 Tipo "B").

VIII. EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación económica que se realiza para la construcción de una planta productora de recubrimientos de alto rendimiento contiene los siguientes aspectos:

- Estimado de inversión.
- Estructura financiera.
- Presupuesto de ingresos.
- Presupuesto de egresos.
- Estados financieros pro forma.
- Índices y parámetros.
- Análisis de sensibilidad.

VIII.1 ESTIMADO DE INVERSIÓN

VIII.1.1 INVERSIÓN TOTAL

$$IT = AF + AD + CT + O$$

IT = Inversión total

AF = Activos Fijos

AD = Activos diferidos

CT = Capital de trabajo

O = Otros (imprevistos)

**VIII.1.2 ACTIVOS FIJOS****> EQUIPO DE PROCESO⁹**

El equipo de proceso requerido para la planta se muestra en la tabla 75.

cantidad	Equipo	Costo total estimado(pesos)
2	Bomba de diafragma	6000
	Equipo eléctrico	6000
1	Filtro de cartuchos	8500
2	Agitadores	50000
1	Molino de perlas	50000
2	Tanque de acero al carbón de 600 litros	9000
1	Tanque de 100 litros	750
1	Tanque de acero al carbón de 1200 litros	9000
	Tubería y accesorios	12000
Costo total de equipo		151250.00

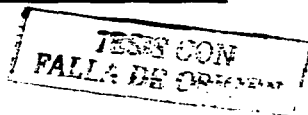
Tabla 75. Costo de equipo de proceso.

> Equipo de transporte¹⁰

2 camionetas de $\frac{1}{2}$ de toneladas \$ 171290.00

⁹ Los costos de equipo fueron proporcionados por el M. en I. Rubén Torres López, dueño de la empresa de recubrimientos anticorrosivos TORMAAG S.A. de C.V.

¹⁰ La cotización del equipo de transporte fue adquirida por medio de una agencia de venta de automóviles.



> EQUIPO DE OFICINA ¹¹

Cantidad	Muebles y material	Costo total estimado (pesos)
3	Archivero	1500
2	computadora	20000
1	Impresora	2500
2	Escritorio	3400
1	Escritorio	800
3	Sillas para escritorio	2100
1	Línea telefónica	1600
1	Fax	1700
1	Sala de espera	4500
	Materia de papelería	4200
	Otros (imprevistos)	1000
Costo total de equipo de oficina		41600.00

Tabla 76. Costo de equipo de oficina.

• EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES ¹¹

Cantidad	Construcción	Costo total (pesos)
1	Cuarto de recepción	8000
2	Oficinas	25000
1	Almacén	15000
	Área de proceso	20000
1	Laboratorio	20000
2	Baños	20000
1	Caseta de vigilancia	3500
	Otros (imprevistos)	3000
Costo total de edificios y construcciones		114500.00

Tabla 77. Costo de edificios y construcciones.

> TERRENO (35 m X 20 m) \$ 100,000.00

TOTAL DE ACTIVOS FIJOS: \$ 588640.00¹¹ Fuente: proporcionada directa del proveedor**REGISTRO CON
FALLA DE ORIGEN**

**VIII.1.3 ACTIVOS DIFERIDOS****> CAPACITACIÓN Y SUELDOS ¹²**

Número de personas	Personal	pesos/año
2	Ing. en Proceso	240000
2	Personal de Ventas	120000
1	Secretaria	40800
2	Auxiliar de proceso	40800
1	Persona de vigilancia	24000
1	Persona de intendencia	24000
1	Chofer	24000
	Laboratorista	60000
1	Ayudante en general	24000
Costo total de sueldos		597600

Tabla 78. Sueldos de personal.

- > GASTOS DE INGENIERÍA¹² \$20000**
- > MATERIAS PRIMAS PARA PRUEBA ¹².**

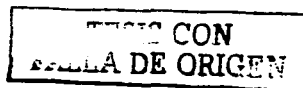
Las materias primas de prueba son las que componen el recubrimiento de primario epóxico catalizado, probando la planta a su capacidad total.

Costo de materias primas: **\$18567.34**

PAGO DE SERVICIOS ¹³

Servicio	pesos/Año
Gas	2400
Electricidad	12000
Agua	6000
Teléfono	9600
Costo de servicios	30000.00

Tabla 79. Pago de servicios.





- > PUBLICIDAD ¹⁴ \$18000.00
- > LICENCIAS ¹⁴ \$12000.00
- > IMPUESTOS, NOTARIO ¹⁴ \$48000.00

TOTAL DE ACTIVOS DIFERIDOS

AD = 597600+20000+18567.34+30000+18000+12000+48000

AD = 744167.343 pesos

VIII.1.4 CAPITAL DE TRABAJO (CT)

CT = Gastos de Ingeniería + Servicios + Publicidad + Licencias +
Impuestos + Materias Primas

CT = \$226141.25

INVERSION TOTAL (IT)

IT = ACTIVOS FIJOS + ACTIVOS DIFERIDOS + CAPITAL DE
TRABAJO

IT = \$588640.00 + \$744167.343 + \$226141.25

IT = \$1548948.593

Otros = 5% IT = \$38723.748

IT = \$1587672.307

¹² Los costos de equipo fueron proporcionados por el M. en E. Rubén Torres López, dueño de la empresa TORMAS S.A. de C.V.

¹³ Precios del mercado nacional (PEMEX, CFE, TELMEX, Comisión Nacional del Agua).

¹⁴ Costos aproximados



VIII.2 ESTRUCTURA FINANCIERA

Para la instalación de la planta de recubrimientos se establece que se requiere de un crédito correspondiente al 20% de la Inversión total (inversión total = \$1587672.3) y el 80 % restante será aportación de socios.

20% IT = \$317534.00

Tipo de crédito: (1305) Simple¹⁵

Plazo: 4 años (1 año de gracia)

Tasa: 20% anual

Periodo de Capacitación: Trimestral (4años)

Interés: = 15%

¹⁵ Fuente proporcionada en Nacional Financiera

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TABLA DE AMORTIZACIÓN (Con pagos de capital constante)

AÑOS	PERIÓDOS	MONTO ORIGINAL (\$)	PAGO DE INTERÉS \$	PAGO DE CAPITAL \$	SALDO (\$)	INTERESES POR AÑO (\$)	PAGO DE CAPITAL (\$)
1	1	317534.461	47630.1692	--	317534.461		
	2	317534.461	47630.1692	--	317534.461		--
	3	317534.461	47630.1692	--	317534.461		
	4	317534.461	47630.1692	--	317534.461		
2	1	317534.461	47630.1692	26461.2051	291073.256		
	2	291073.256	43660.9885	26461.2051	264612.051		
	3	264612.051	39691.8077	26461.2051	238150.846	166705.5923	105844.82
	4	238150.846	35722.6269	26461.2051	211689.641		
3	1	211689.641	31753.4461	26461.2051	185228.436		
	2	185228.436	27784.2654	26461.2051	158767.231		
	3	158767.231	23815.0846	26461.2051	132306.026	103198.7	105844.82
	4	132306.026	19845.9038	26461.2051	105844.82		
4	1	105844.82	15876.7231	26461.2051	79383.6154		
	2	79383.6154	11907.5423	26461.2051	52922.4102		
	3	52922.4102	7938.36154	26461.2051	26461.2051	39691.80768	105844.82
	4	26461.2051	3969.18077	26461.2051	0		

Tabla 80. Amortización con pagos constantes.

FALTA DE ORIGEN



VIII.3 REQUERIMIENTOS DE MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

En base al Estudio de Mercado se determinó que la producción de recubrimientos anticorrosivos para nuestra planta sería de 142061 litros al año, de esta cantidad y tomando en cuenta la aceptación del tipo de recubrimientos por el consumidor se estableció que el 12 % es para la producción de primario epóxico catalizado, 14 % para acabado epóxico catalizado de altos sólidos, 4 % para primario vinil epóxico modificado, 6 % para acabado epóxico catalizado, 12 % para acabado de poliuretano, 6 % para recubrimiento para altas temperaturas, 12 % para primario de cromato de zinc, 22 % esmalte alquidílico brillante, 12 % para primario inorgánico de zinc 100% y una vez determinada la proporción a producir de cada recubrimiento se pudieron obtener los requerimientos de materias primas que a continuación se enlistan en la tabla 81.

Materias Primas por Recubrimiento	Consumo unitario	Costo de materia prima (\$/lb)	Costo unitario (\$/año)
PRIMARIO DE CROMATO DE ZINC (RP-2)			
Cromato de zinc	0.064	58	3.712
FeO ₂	0.128	18	2.304
Silicatos	0.163556	16	2.616896
Resina alquidídica	0.106333	80	8.50664
Resina vinílica	0.0899	98	8.8102
Nuosperse 657	0.008178	64.75	0.5295255
Thioxogel V.P.	0.008889	36.1	0.3208929
Alcohol	0.003111	7	0.021777
Xileno	0.107733	5.1	0.5494383
MIBK	0.323199	9.8	3.1673502
Cubeta de 19 l.	1	26	1.36
Etiqueta de 19 l.	1	0.5	0.026
Costo por litro (producido) de RP-2			33.52095
Costo para 10228.39 litros (producidos)			342865.4771

Tabla 81. Requerimientos de materias de recubrimientos anticorrosivos.



Materiales Primas por Recubrimientos	Cantidad unitaria	Costo de materia prima (\$/U)	Costo unitario (\$/silo)
PRIMARIO INORGÁNICO DE ZINC 100% (RP-4 Tipo "B")			
Pulvo de zinc	0.6869	75	51.5175
Celulosa	0.11898	18	2.14164
Silicato de etilo	0.11953	16	1.84848
HCl	0.00156	3.5	0.00548
Agua	0.01152	0.011	0.000126
Thixogel V.P.	0.00312	36.1	0.112884
B. celulosa	0.01344	12	0.161280
MEK	0.01086	9.8	0.106428
Barita micronizada	0.03413	6.2	0.211606
Celulosa	0.00395	12	0.04740
Cubeta de 4 l.	1	10	1
Etiqueta de 4 l	1	0.5	0.036
Costo por litro (producido) de RP-4 Tipo "B"			57.18882
Costo para 10228.39 litros (producidos)			584948.4385
PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO (RP-6)			
Raja óxido	0.1954	18	3.5172
Fosfato de zinc	0.080	30.02	2.4016
Talco Al.	0.1193	2.9	0.3459
Barita m.	0.0643	6.2	0.3986
Naoxperse	0.0092	64.75	0.5957
Thixogel	0.0115	36.1	0.41515
Etanol	0.0046	7	0.0322
Resina epóxica	0.2445	77.52	18.9536
Resina U-F	0.0095	28	0.2660
MIBK	0.0628	9.8	0.61544
B. celulosa	0.0419	12	0.5028
Xileno	0.157	5.1	0.8007
Cubeta de 16 l.	1	1.3	1.3600
Etiqueta de 16 l	1	0.026	0.0260
COMPONENTE B			
Veramid 115	0.5667	80.45	45.591
Xileno	0.3899	5.1	1.9884
Isopropanol	0.0434	9.1	0.3949
Bate 4 l	1	6.8	1.6200
Etiqueta de 4 l	1	0.3	0.0200
Costo por litro (producido) de RP-6			41.51534
Costo para 10228.39 litros (producidos)			424635.2217

Tabla B1. Requerimientos de materias de recubrimientos anticorrosivos. (continuación)



Materiales Primarios por Recubrimientos	Cantidad unitaria	Costo de materia prima (\$/l)	Costo unitario (\$/l/ft ²)
PRIMARIO VINIL EPÓXICO MODIFICADO (RP-7)			
Fosfato de zinc	0.0516	30.02	1.5490
Boja óxida	0.0731	18	1.3158
Talco m.	0.0903	2.9	0.2618
Nuasperse 657	0.0064	64.75	0.4144
Thixogel V.P.	0.0064	36.1	0.2310
Alcohol	0.0026	7	0.0182
Resina vinílica	0.1295	98	12.691
Resina epóxica	0.0236	77.52	1.8294
MIBK	0.3699	9.8	3.6250
Xileno	0.2466	5.1	1.2576
Cubeta de 19 l.	1	26	1.6000
Etiqueta de 19 l.	1	0.5	0.0260
Costo por litro (producido) de RP-7			24.8194
Costo para 3409.464litros (producidos)			84621.17129
ESMALTE ALQUIDÁLICO BRILLANTE (RA-20)			
TiO ₂	0.2000	24	4.8000
CaCO ₃	0.0900	11.1	0.9990
Resina	0.6600	10.5	6.9300
Thixogel V.P.	0.0075	36.1	0.2707
Alcohol	0.0030	1	0.0030
Nuasperse 657	0.0050	64.75	0.3237
Co	0.0023	119.6	0.2750
Mn	0.0046	49	0.2254
Pb	0.0069	43.1	0.2973
Antimotante	0.0010	160	0.1600
Gas nafta	0.0997	4.6	0.2746
Cubeta de 19 l.	1	26	1.3600
Etiqueta de 19 l.	1	0.5	0.026
Costo por litro (producido) de RA-20			14.4159207
Costo para 18752.052litros (producidos)			270328.0946

Tabla B1. Requerimientos de materias de recubrimientos anticorrosivos. (continuación)



Reservas Primes por Recubrimientos	Consumo unitario	Costo de reservas primes (P/ R)	Costo unitario (C/U) (C)
ACABADO EPÓXICO CATALIZADO (RA-21)			
TiO2	0 1960	24	4 7040
Talco m	0 0826	2 9	0 15268
Barita m	0 0283	6 2	0 17577
Resina epóxica	0 3561	77 5	27 5986
Resina U-F	0 0038	28	0 10886
MIK	0 2805	9 8	2 74939
Xileno	0 0701	8 1	0 35770
Nuospense 657	0 0049	64 75	0 31727
Thioxgel V P	0 0054	36 1	0 19811
Alcohol	0 0019	7	0 01344
Cubeta de 19 l	1	26	1 3600
Etiqueta de 19 l	1	0 5	0 0260
COMPONENTE B			
Veracmed 115	0 32	80 45	25 744
Xileno	0 612	9 1	3 1212
Lacopropanol	0 068	9 1	0 6188
Costo por litro (producción) de RA-21			36 93728317
Costo para 5114 196 litros (producción)			184808 8275
ACABADO EPÓXICO CATALIZADO DE ALTOS SÓLIDOS RA-26			
TiO2	0 21333	24	5 1109
Talco m	0 16244	2 9	0 25809
Barita m	0 04977	6 2	0 30862
Resina epóxica	0 30629	77 52	23 7441
Resina U-F	0 0044	28	0 26524
MIK	0 24620	9 8	2 41276
Xileno	0 06155	9 1	0 31390
Nuospense 657	0 00689	64 75	0 57562
Thioxgel V P	0 00889	36 1	0 32092
Alcohol	0 00311	7	0 02178
Cubeta de 19 l	2	26	0 6800
Etiqueta de 19 l	2	0 5	0 0130
COMPONENTE B			
Talco	0 2340	2 9	0 6786
Barita	0 1560	6 2	0 9672
Resina poliarmidica	0 3210	19 5	6 2595
Nuospense 657	0 0097	64 75	0 63131
Thioxgel V P	0 0097	36 1	0 35197
Alcohol	0 0034	7	0 0238
MIK	0 1143	9 8	1 12028
Xileno	0 1714	9 1	0 87449
Costo por litro (producción) de RA-26			35 54788616
Costo para 31933 124litros (producción)			424197 3335

Tabla 81. Requerimientos de materias de recubrimientos anticorrosivos. (continuación)

FOLIO DE ORIGEN



Materias Primas por Recubrimiento	Consumo unitario	Costo de materia prima (C/1)	Costo unitario (C/año)
ACABADO DE POLIURETANO RA-28			
Pigmento	0.1650	24	3.9600
Resina acrílica	0.3173	37.24	11.8162
Nuosperse	0.00412	64.75	0.26709
Thioxgel	0.00412	36.1	0.14891
Alcohol	0.00144	7	0.01010
Xileno	0.2032	5.1	1.0363
Acetato de etilo	0.2082	13.2	2.7493
Acétalo de butilo	0.0965	14	1.3512
Cubeta de 15 l.	1	26	1.2000
Etiqueta de 15 l.	1	6.8	0.0200
COMPONENTE B			
Desmodur N-75	0.7	108	75.600
Xileno	0.18	5.1	0.9180
Acetato de celosolve	0.12	11.21	1.3452
Bote 5 l.	1	6.8	6.8000
Etiqueta 5 l.	1	0.3	0.3000
Costo por litro (producido) de RA-28			41.33180462
Costo para 10228.392litros (producidos)			422757.8997
RECURBIMIENTO PARA ALTAS TEMPERATURAS RE-30 TIPO "B"			
Aluminio T. leafing	0.2300	53.88	12.3924
Resina 100% silicón	0.3080	120	36.9600
Nuosperse 657	0.0052	64.75	0.34252
Aerocel-200	0.0076	104	0.79144
Xileno	0.44912	5.1	2.2906
Cubeta de 19 l.	1	26	1.3600
Etiqueta de 19 l.	1	14.5	0.0260
Costo por litro (producido) de RE-30 tipo "B"			56.87102348
Costo para 5114.196litros (producidos)			290849.5608
COSTO TOTAL DE MATERIAS PRIMAS PARA LOS 9 RECURBIMIENTOS			3032062.025
VENTAS TOTALES POR AÑO			85236.6

Tabla 81. Requerimientos de materias de recubrimientos anticorrosivos. (continuación)

 HECHO CON
FALLA DE ORIGEN



MEMORIA DE CALCULO PARA REQUERIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

Determinación del costo para:

Primario de cromato de zinc (RP-2)

Costo de RP-2 = (costo de materia prima por litro producido)*(densidad del recubrimiento)

Costo de RP-2 = (31.9247199) (1.05) = 33.5209559 \$/ litro

Determinación del costo total de materias primas (CTMP'S):

CTMP'S = suma de los costos por recubrimiento.

CTMP'S = \$342865.4771+584948.4385+424635.2217+84621.17129+270328.0946
+186858.8275+424197.3335+422757.8997+290849.5608

CTMP'S = \$3032062.025



VIII. 3.1 DETERMINACIÓN DE LOS REQUIRIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES PARA LA PRODUCCIÓN RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Servicio por Recubrimiento	Consumo unitario	Consumo anual (t/año)	Costo unitario (\$/t)	Costo anual (\$/año)
PRIMARIO DE CROMATO DE ZINC (RP-2)				
Agua	0.02	204.56784	3	613.70352
Energía (KWH) Elec.	0.01633	167.0296414	1,229	205.2794292
Costo anual de servicios				818.9829492
PRIMARIO INORGÁNICO DE ZINC 100% (RP-4 Tipo "B")				
Agua	0.02	204.56784	3	613.70352
Energía (KWH) Elec.	0.01633	167.0296414	1,229	205.2794292
Costo anual de servicios				818.9829492
PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO (RP-6)				
Agua	0.02	204.56784	3	613.70352
Energía (KWH) Elec.	0.01633	167.0296414	1,229	205.2794292
Costo anual de servicios				818.9829492
PRIMARIO VINIL EPÓXICO MODIFICADO (RP-7)				
Agua	0.02	68.18928	3	204.56784
Energía (KWH) Elec.	0.01633	55.67654712	1,229	68.42647641
Costo anual de servicios				272.9943164
ESMALTE ALQUIDÁLICO BRILLANTE (RA-20)				
Agua	0.02	375.04104	3	1125.12312
Energía (KWH) Elec.	0.01633	306.2210092	1,229	376.3456203
Costo anual de servicios				1501.46874

Tabla B2. Requerimientos de servicios auxiliares para recubrimientos anticorrosivos



Servicio por Recubrimiento	Consumo unitario	Consumo anual (M/Vaño)	Costo unitario (M/Vaño)	Costo anual (M/Vaño)
ACABADO EPÓXICO CATALIZADO (RA-21)				
Agua	0.02	102.28392	3	306.85176
Energía Elec. (KWH)	0.01633	83.51482068	1.229	102.6397146
Costo anual de servicios				409.4914746
ACABADO EPÓXICO CATALIZADO DE ALTOS SÓLIDOS RA-26				
Agua	0.02	238.66248	3	715.98744
Energía Elec. (KWH)	0.01633	194.8679149	1.229	239.4926674
Costo anual de servicios				955.4801074
ACABADO DE POLIURETANO RA-28				
Agua	0.02	204.56784	3	613.70352
Energía Elec. (KWH)	0.01633	167.0296414	1.229	205.2794292
Costo anual de servicios				818.9829492
RECUBRIMIENTO PARA ALTAS TEMPERATURAS RE-30 TIPO "B"				
Agua	0.02	102.28392	3	306.85176
Energía Elec. (KWH)	0.01633	83.51482068	1.229	102.6397146
Costo anual de servicios				409.4914746
COSTO ANUAL DE SERVICIOS				6824.85791

Tabla B2. Requerimientos de servicios auxiliares para recubrimientos anticorrosivos.

TECIS CON FALLA DE ORIGEN

**VIII.4 PRESUPUESTO DE INGRESOS PARA RECUBRIMIETNOS
ANTICORROSIVOS**

AÑOS	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (LITROS/AÑO)	VENTAS TOTALES ANUALES (\$)	VENTAS NETAS FACTURADAS \$
2002	429213	85236.6	4428893.736
2003	473538	90134.8	4683404.208
2004	522439	103011.2	5352461.952
2005	576392	115887.6	6021519.696
2006	635915	115887.6	6021519.696
2007	701586	115887.6	6021519.696
2008	774038	115887.6	6021519.696
2009	853973	115887.6	6021519.696
2010	942162	115887.6	6021519.696
2011	1039459	115887.6	6021519.696

Tabla 83. Presupuesto de ingresos.

VNF= Σ (litros producidos por año) (precio de venta de recubrimiento)

Donde:

VNF = ventas Netas Facturadas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**VIII.5 PRESUPUESTO DE EGRESOS DE RECUBRIMIENTOS
ANTICORROSIVOS****DEPRECIACIÓN LINEAL**

ACTIVOS FIJOS	MONTO (\$)	TIEMPO DE VIDA MEDIA(AÑOS)	DEPRECIACIÓN ANUAL (DA) M \$/AÑO
Equipo de Proceso	151250	17	8897.058824
Equipo de Transporte	171290	16	10705.625
Equipo e Oficina	41600	11	3781.818182
Edificio y Construcciones	114500	30	3816.666667
Terreno	100000		
TOTAL			27201.16867

Tabla 84.Presupuesto de egresos.

$$DA_i = \frac{\text{Equipo}}{T.V.M.}$$

$$DA = \sum DA_i$$

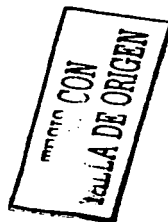
Donde:

DA = Depreciación anual

AMORTIZACIÓN

Amortización = Ac. Diferido / 4 años

Amortización = 129307.10 \$ / año





MEMORIA DE CÁLCULO DE LA TABLA DE ESTADO DE RESULTADOS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

- Costo total = costos fijos + costos variables
- Las Materias primas fueron calculadas por medio de los requerimientos de materias primas al 60%, 70%, 80% y 90 %.
- El mantenimiento preventivo es el 3% de los activos fijos.
- La mano de obra es el 40% de los sueldos.
- El mantenimiento correctivo es el 4.5% de los activos fijos.
- Utilidad bruta = VNF - Costos Totales
- Los intereses fueron calculados de la tabla de amortización.
- La utilidad de operación = Utilidad Bruta - Gastos de Operación.
- El ISR es el 35% de la utilidad de operación
- El RUT es el 10 % de la utilidad de operación.
- La Utilidad Neta = Utilidad de Operación - ISR - RUT.

MEGIC CON
FALLA DE ORIGEN



VIII.6 ESTADO DE RESULTADOS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

AÑOS

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VENTAS NETAS FACTURADAS	4428893.736	4683404.208	5352461.992	6021519.695	6021519.696	6021519.696	6021519.696	6021519.696	6021519.696	6021519.696
COSTO TOTAL	39739291.602	3747924.045	4206998.234	4666072.424	4666072.424	4666072.424	4666072.424	4666072.424	4666072.424	4666072.424
COSTOS FIJOS										
Depreciación	269325.9191	269325.9191	269325.9191	269325.9191	269325.9191	269325.9191	269325.9191	269325.9191	269325.9191	269325.9191
Mto Preventivo	27201.16867	27201.16867	27201.16867	27201.16867	27201.16867	27201.16867	27201.16867	27201.16867	27201.16867	27201.16867
Amortización	17359.2	17359.2	17359.2	17359.2	17359.2	17359.2	17359.2	17359.2	17359.2	17359.2
Otros (3%)	186041.8356	186041.8356	186041.8356	186041.8356	186041.8356	186041.8356	186041.8356	186041.8356	186041.8356	186041.8356
Otros (3%)	38723.71461	38723.71461	38723.71461	38723.71461	38723.71461	38723.71461	38723.71461	38723.71461	38723.71461	38723.71461
COSTOS VARIABLES	3303965.682	3478998.126	3937672.315	4396746.505	4396746.505	4396746.505	4396746.505	4396746.505	4396746.505	4396746.505
Materiales primas	3032062.025	3206302.271	3644349.493	4122388.634	4122388.634	4122388.634	4122388.634	4122388.634	4122388.634	4122388.634
Servicios	682485791	7217054678	8248062489	92790703	92790703	92790703	92790703	92790703	92790703	92790703
Mano de obra	239040	239040	239040	239040	239040	239040	239040	239040	239040	239040
Mto Correctivo	26038.8	26038.8	26038.8	26038.8	26038.8	26038.8	26038.8	26038.8	26038.8	26038.8
UTILIDAD BRUTA	85602.1344	935460.163	1145463.718	1355447.272	1355447.272	1355447.272	1355447.272	1355447.272	1355447.272	1355447.272
GASTOS DE OPERACIÓN	997600	764309.5923	700798.7	637291.8077	597600	597600	597600	597600	597600	597600
Sueldos, Adm. Intereses	997600	997600	997600	997600	997600	997600	997600	997600	997600	997600
		166709.5923	103198.7	39691.80768						
UTILIDAD DE OPERACIÓN 15 % ISR 10 % RUT	258002.1344	171174.5707	444665.0176	718195.4645	757847.2722	757847.2722	757847.2722	757847.2722	757847.2722	757847.2722
	90300.74705	59911.09979	155632.7562	251354.4126	265246.5453	265246.5453	265246.5453	265246.5453	265246.5453	265246.5453
	258002.1344	171174.5707	444665.0176	718195.4645	75784.72722	75784.72722	75784.72722	75784.72722	75784.72722	75784.72722
UTILIDAD NETA	141801.1739	94144.0139	244565.7997	894995.5095	416815.9997	416815.9997	416815.9997	416815.9997	416815.9997	416815.9997

Tabla 85. Estado de resultados.

**VIII.7 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS**

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ENTRADAS											
Créditos	317534.461										
Unidad neta		141901.17	94146.039	244555.76	394985.505	416816	416816	416816	416816	416816	416816
Depreciación	-	27201.168	28517.667	28517.667	28517.667	28517.667	28517.667	28517.667	28517.667	28517.667	28517.667
Amortización	-	186941.8	186307.10	186307.10	186307.10	186307.10	186307.10	186307.10	186307.10	186307.10	186307.10
Valor de rescate	-	-	-	-	-	-	171290	-	-	-	-
SALIDAS											
Invers ones	1270137.85										0
Reposición de activos		105844.82	105844.82	105844.82			171290				
Pago de capital											
FLUJO DE EFECTIVO	-921603.38	249299.358	201544.198	351963.944	608228.51	630059.004	630059.004	630059.004	630059.004	630059.004	630059.004

Tabla B6. Estado de flujo de efectivo.



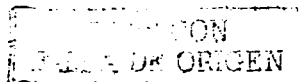
MEMORIA DE CÁLCULO DEL ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO

- > La utilidad neta es calculada en la tabla de estado de resultados.
- > El valor de rescate es el costo de equipo de transporte.
- > La reposición de activos es el costo del equipo de transporte.
- > El pago de capital es el calculado en la tabla de amortización.
- > El flujo de efectivo es igual a entradas - salidas.

VIII.8 INDICES O PARÁMETROS DE LOS RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

En los estudios económicos de la ingeniería, la tasa interna de retorno de la inversión es comúnmente expresada en una base de porcentaje total extraída de los flujos de efectivo netos anuales. Las ganancias anuales divididas entre el capital inicial necesario representan el retorno fraccional y al multiplicarlo por 100 es la tasa estándar de retorno de la inversión. La ganancia es definida como la diferencia entre los ingresos y salidas. En consecuencia, la ganancia es una función de la cantidad de bienes o servicios producidos y el precio de venta. El monto de la ganancia es también afectado por la eficiencia económica de la operación e incrementos de la ganancia pueden ser obtenidos por medio del uso de métodos efectivos que reduzcan los gastos de operación. Para obtener estimaciones realistas del retorno de la inversión, es necesario hacer predicciones precisas de las ganancias y de la inversión requerida. Para determinar la ganancia, las estimaciones deben ser hechas a partir de los costos de producción, incluyendo los costos fijos, la depreciación y gastos generales. Las ganancias pueden ser expresadas después de los impuestos, pero las condiciones deben ser especificadas en la tabla de estado de resultados.

La finalidad del análisis del estado de resultados o de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta; Por otro lado, la importancia de calcular el estado de resultados es la posibilidad de determinar los flujos netos de efectivo y mientras mayores sean los flujos netos de efectivo, mejor será la rentabilidad de la empresa.





AÑOS	FLUJO DE EFECTIVO (\$)	FED	FEDA
Preoperativo	-952603.3844	-952603.3844	-952603.3844
1	249299.3578	269243.3064	-683360.078
2	201544.1977	235081.1522	504324.4586
3	351963.9435	443373.2032	678454.3554
4	608228.5098	827488.1727	1270861.376
5	630059.004	925763.3846	1753251.557
6	630059.004	999824.4554	1925587.84
7	630059.004	1079810.412	2079634.867
8	630059.004	1166195.245	2246005.657
9	630059.004	1259490.864	2425686.109
10	630059.004	1360250.133	2619740.998
V.P.N.		7613916.945	

Tabla 87. Índices o parámetros

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**TIR = 39%**

Donde:

FED = Flujo de Efectivo Descotado

FEDA = Flujo de Efectivo Descotado Acumulado

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA TIR Y VPN

- > El flujo de Efectivo es calculado por medio de la tabla de estado de flujo de efectivo.
- > El Flujo de Efectivo Descontado es calculado por medio de la fórmula:

$$FED = V_0(1+i)^n$$

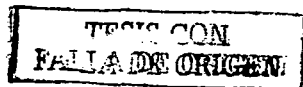
Donde;

V_0 = Flujo de efectivo

i = interes = 8%

n = Años

- > El Valor Presente Neto es la suma de FED.
- > La TIR es calculado por medio de un menú en Excel llamado financieras.





VIII.17 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Este tipo de análisis nos permite determinar que tan sensible es nuestra inversión a diferentes esencias de cambio y así determinar con mayor exactitud si es factible o no la construcción de una planta variando algunos parámetros importantes para su construcción tales como en este caso:

- Activos fijos.
- Activos diferidos.
- Inversión total.
- Intereses.
- Porcentaje de variación del tipo de recubrimiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

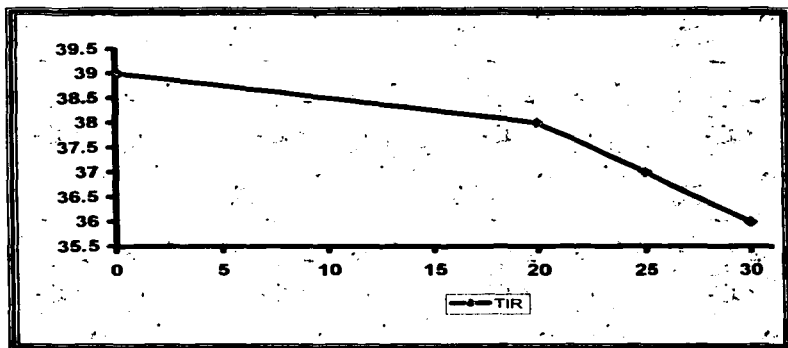


Análisis de sensibilidad variando los intereses en incrementos de un 20 % hasta llegar al 35%, estos datos son mostrados en las tablas 88-89 y en las graficas 9 y 10.

0.15	39
20	38
25	37
30	36

Tabla 88. Analisis de sensibilidad de intereses.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Grafica 9. TIR (%) de recubrimientos anticorrosivos

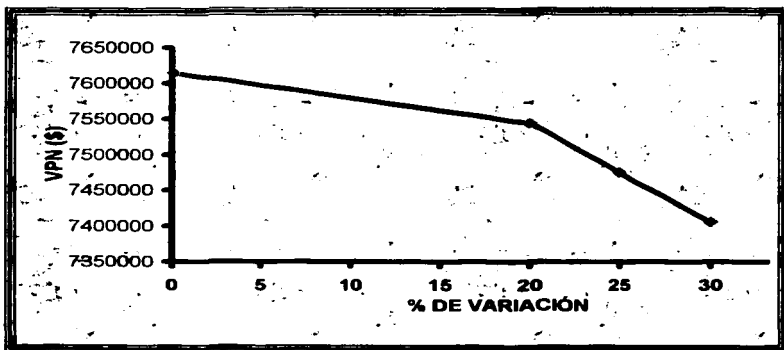
Los datos arrojados de la Tasa Interna de Retorno al hacer la variación del costo de los intereses de un 20% a un 30% de incremento se observa que esta disminuye pero en un porcentaje mínimo, por ello podemos decir que el proyecto es aun rentable con estas variaciones y se podría aceptar un préstamo con intereses de hasta el 30%.



0.15	7613916.9
20	7544535.121
25	7475153.93
30	7405771.474

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla B9. VPN para la producción de Recubrimientos Anticorrosivos.



Grafica 10. VPN (\$) de recubrimientos anticorrosivos

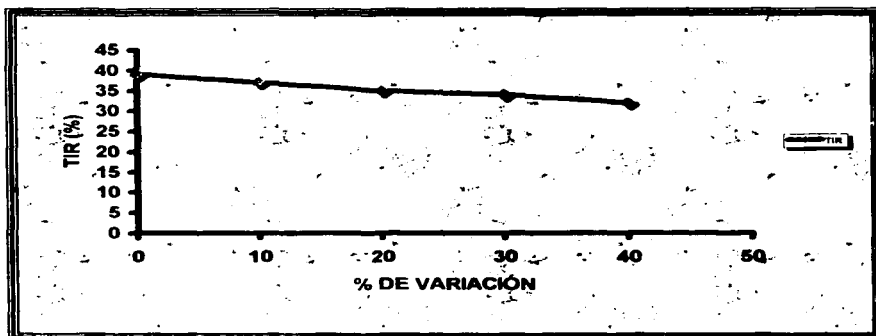


Análisis de sensibilidad variando los **activos fijos** en incrementos de un 20 % hasta llegar al 40 %, estos datos son mostrados en las tablas 90-91 y en las graficas 11 y 12.

0	39
10	37
20	35
30	34
40	32

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 90. TIR de recubrimientos anticorrosivos.



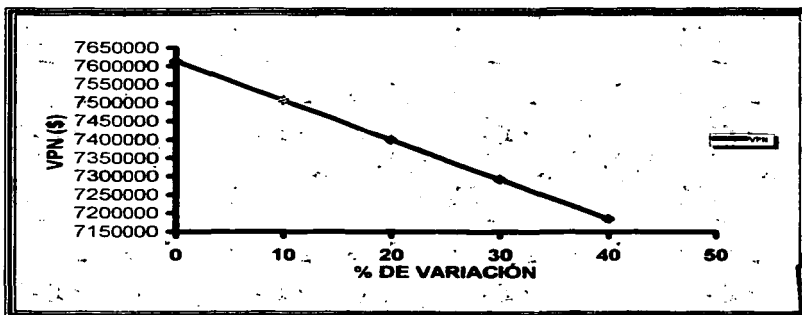
Grafica 11. TIR (%) de recubrimientos anticorrosivos

Los datos arrojados de la Tasa Interna de Retorno al hacer la variación del costo de los Activos Fijos en incrementos del 20% al 40% se observa que esta disminuye hasta una TIR de 32 %, por lo que se puede decir que el proyecto es aun rentable con estas variaciones.



VPN	VPN
0	7613916.945
10	7506900
20	7399882
30	7292865
40	7185847

Tabla 91. VPN para recubrimientos anticorrosivos.



Gráfica 12. VPN (\$) de recubrimientos anticorrosivos

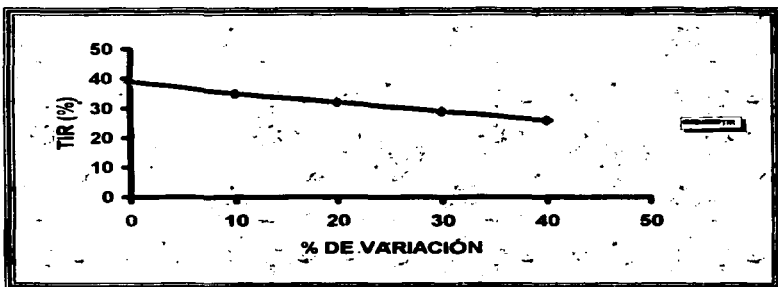
... CON ...
... A DE ORIGEN



Análisis de sensibilidad variando los **Inversión Total** en incrementos de un 10 % hasta llegar al 40 %, estos datos son mostrados en las tablas 92-93 y en las graficas 13 y 14.

0	39
10	35
20	32
30	29
40	26

Tabla 92. TIR de recubrimientos anticorrosivos



Grafica 13. TIR (%) de recubrimientos anticorrosivos

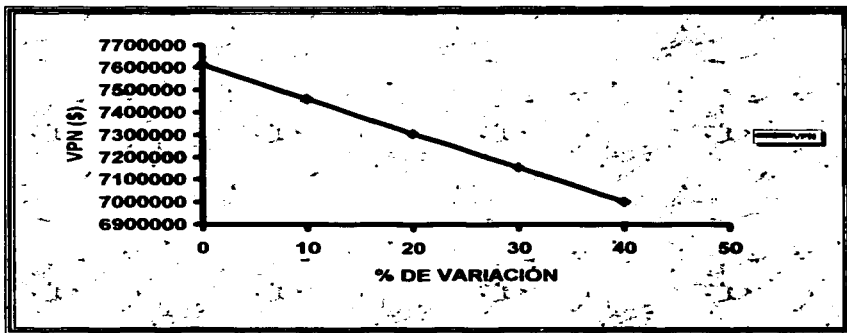
Los datos arrojados de la Tasa Interna de Retorno al hacer la variación de la inversión total de un 10 % de incremento a un 40% se observa que esta disminuye de un 39% a un 26%, siendo 26% el valor límite de incremento de la inversión total para que el proyecto sea aun rentable.

FINANCIADO CON
FONDOS
PROPIOS
FALLA DE ORIGEN



0	7613916.945
10	7460731.7
20	7307546.4
30	7154361.2
40	7001175.9

Tabla 93. VPN para recubrimientos anticorrosivos.



Grafica 14. VPN (\$) de recubrimientos anticorrosivos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CAPITULO

IX

CONCLUSIONES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



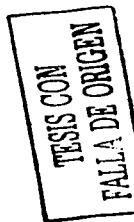
CONCLUSIONES

Después de un análisis severo sobre la problemática en materia de corrosión y lo expuesto en este trabajo se concluye que:

- I. Hoy en día el estudio en materia de corrosión, en especial para los métodos de prevención y control es de gran importancia debido a que juega un papel muy significativo en las áreas de seguridad, económica y conservación, por ello se determino cuales son los métodos de prevención más prácticos para controlar la corrosión del acero y se enlistan a continuación:
 - > Selección de materiales de construcción.
 - > Alteración del medio corrosivo.
 - > Diseño anticorrosivo.
 - > Protección catódica y anódica.
 - > **Recubrimientos anticorrosivos.**

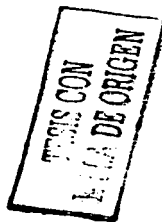
Dado que los recubrimientos anticorrosivos presentan una barrera flexible, adherente y con máxima eficiencia de protección contra la corrosión este sistema fue seleccionado para su estudio.

- II. La eficiencia de protección contra la corrosión y el buen comportamiento del recubrimiento dependen, además de su buena calidad de otros factores más igualmente importantes tales como: la preparación de la superficie, la técnica de aplicación y una adecuada selección del sistema de recubrimiento que va a ser aplicado en base a la naturaleza del medio corroído.
- III. La preparación de la superficie es uno de los factores más importantes en la vida de servicio de un sistema de protección de cualquier recubrimiento. Una preparación deficiente o impropia es directamente responsable de un gran número de fallas, prematuras en la adhesión de un recubrimiento.





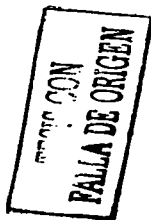
- IV. El método de aplicación de un recubrimiento puede tener un efecto definitivo sobre la apariencia del trabajo terminado, la durabilidad del producto aplicado y sobre todo el costo total del trabajo, además al igual que la preparación de la superficie el método de aplicación del recubrimiento puede tener un notable efecto sobre el funcionamiento del recubrimiento aplicado. Existen métodos de aplicación para cada necesidad, como el caso de la brocha que es recomendado para áreas pequeñas, retoques, en superficies muy delgadas y en lugares donde los inconvenientes de un sistema de aplicación no permitan el uso del sistema por aspersión. La aplicación por aspersión con o sin aire se considera un método del alto rendimiento por los grandes avances que se logran en periodos de tiempo muy cortos.
- V. A la fecha han sido desarrollados una gran variedad de recubrimientos, pero de estos fueron seleccionados solo los de más alto rendimiento y por tanto los más utilizados por la industria:
- Primario inorgánico de zinc 100%
 - Primario de cromato de zinc
 - Primario epóxico catalizado
 - Primario vinil epóxico modificado
 - Esmalte alquidálico brillante
 - Acabado epóxico catalizado
 - Acabado epóxico catalizado de altos sólidos
 - Acabado de poliuretano
 - Recubrimientos para altas temperaturas



Fue seleccionado un conjunto de recubrimientos ya que al hablar de operaciones para protección anticorrosivo, por aplicación de recubrimientos debemos hacer hincapié que nunca se debe hablar ni mucho menos recomendar un recubrimiento como una unidad individual; sino que, debemos siempre referirnos a un conjunto, o a un todo conocido como sistema.



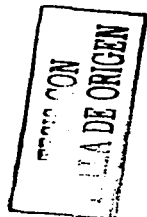
- VI. Debido a que las proyecciones realizadas en el estudio de mercado muestran una tendencia por parte de los consumidores a demandar los recubrimientos anticorrosivos para evitar daños en estructuras metálicas se propuso hacer un estudio técnico-económico para determinar si la instalación de una planta sería factible o no.
- VII. Al realizar la evaluación financiera se pudo observar que los datos arrojados demuestran que el tiempo de recuperación del capital es a un corto plazo y las ganancias a futuro son muy prometedoras es por ello que se concluye que la instalación de una nueva fabrica de recubrimientos anticorrosivos líquidos es conveniente instalarla.
- VIII. La instalación de la planta es rentable aún cuando se tienen algunas variaciones importantes que modifican nuestra inversión total tales como:
- > El incremento de hasta un 30% de intereses en el prestamo solicitado.
 - > El incremento de hasta un 45% de los activos fijos.
 - > El incremento de hasta un 40% de la inversión total.





LISTA DE FIGURAS

Número de figura	Título	Página
1	Corrosión electroquímica.	6
2	Sistema acuoso de corrosión galvánica.	10
3	Celda de concentración salina.	10
4	Celda de aereación diferencial.	11
5	Mecanismo de formación de ampollas de hidrógeno.	14
6	Corrosión - erosión de la pared de un tubo de un condensador.	15
7	Sistema de alto rendimiento.	32
8	Sistema de recubrimiento completo.	35
9	Mezcladora	75
10	Uso de los pads	78
11	Tipo de rodillos	80
12	Aspersión con aire.	81
13	Operación de la pistola de atomización.	82
14	Diferentes áreas y posiciones.	83
15	Precauciones de usar la pistola de aspersión sin aire.	85
16	Equipo de aspersión electrostático básico	87
17	Diferentes partes de un equipo de aplicación pluri - componentes.	89
18	Aspersión en caliente	90
19	Municipio de Chalco De Díaz Cobarrubias	152





LISTA DE GRAFICAS

Número de grafica	Titulo	Pagina
1	Demanda de recubrimientos anticorrosivos en México.	102
2	Proyección de la demanda.	103
3	Oferta de recubrimientos anticorrosivos en México.	104
4	Curva de Oferta - Demanda.	105
5	Producción de recubrimientos anticorrosivos en México.	106
6	Importación de recubrimientos anticorrosivos en México.	107
7	Exportación de recubrimientos anticorrosivos en México.	108
8	Consumo aparente.	109
9	TIR de recubrimientos anticorrosivos (intereses)	179
10	VPN de recubrimientos anticorrosivos (intereses)	180
11	TIR (%) de recubrimientos anticorrosivos (Activos fijos)	181
12	VPN (\$) de recubrimientos anticorrosivos (Activos fijos)	182
13	TIR (%) de recubrimientos anticorrosivo (inversión total)	183
14	VPN (\$) de recubrimientos anticorrosivo (inversión total)	184

TESIS CON
PALETA DE ORIGEN



LISTA DE TABLAS

Número de tabla	Título	Página
1	Características y pruebas físicas de RP-4 Tipo "B"	39
2	Composición de RP-4 Tipo "B"	40
3	Pruebas químicas de RP-4 tipo "B"	40
4	Características y pruebas físicas de RP-2	42
5	Composición de RP-2	43
6	Pruebas químicas de RP-2	43
7	Características y pruebas físicas de RP-6	45
8	Composición de RP-6	46
9	Pruebas químicas de RP-6	46
10	Características y pruebas físicas de RP-7	48
11	Composición de RP-7	49
12	Pruebas químicas RP-7	49
13	Característica y pruebas físicas de RA-20	51
14	Composición de RA-20	52
15	Pruebas químicas de RA-20	52
16	Composición según color (RA-20)	53
17	Pigmentos permitidos (RA-20)	54
18	Características y pruebas físicas de RA-21	56
19	Composición de RA-21	57
20	Características y pruebas físicas de RA-26	59
21	Composición de RA-26	60
22	Pruebas químicas de RA-26	61
23	Características y pruebas físicas de RA-28	63
24	Pruebas de composición parte I (RA-28)	64
25	Pruebas de composición parte II (RA-28)	64
26	Pruebas químicas de RA-28	65
27	Características y pruebas físicas de RE-30 Tipo "B"	67
28	Composición de RE-30 Tipo "B"	68
29	Tipos de recubrimientos	70

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

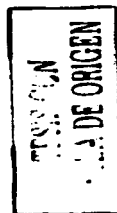


30	Métodos de prueba de recubrimientos anticorrosivos	72
31	Métodos para mezclar pintura y recubrimientos	76
32	Métodos de aplicación de pinturas y recubrimientos	77
33	Comparación de la aspersion con aire contra aspersion sin aire.	86
34	Tipos de mercado	100
35	Demanda de recubrimientos anticorrosivos en México.	102
36	Proyección de la Demanda.	103
37	Oferta de recubrimientos anticorrosivos en México.	104
38	Producción de recubrimientos anticorrosivos en México.	106
39	Importación de recubrimientos anticorrosivos en México.	107
40	Exportación de recubrimientos anticorrosivos en México.	108
41	Consumo aparente de recubrimientos anticorrosivos en México.	109
42	Fórmula de RP-2	114
43	Balance de Masa de RP-2	115
44	Fórmula de RP-4 Tipo "B"	116
45	Balance de Masa de RP-4 Tipo "B"	117
46	Fórmula de RP-6 componente epóxico.	119
47	Fórmula de RP-6 componente poliamídico.	120
48	Balance de Masa de RP-6 componente poliamídico.	120
49	Balance de Masa de RP-6 componente epóxico.	121
50	Fórmula de RP-7	123
51	Balance de Masa de RP-7	124
52	Fórmula de RA-20	126
53	Balance de Masa de RA-20	127
54	Fórmula de RA-21 componente epóxico.	129
55	Fórmula de RA-21 componente poliamídico.	130

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

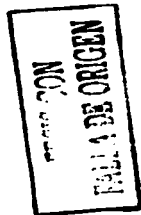


56	Balance de Masa de RA-21 componente poliamídico.	130
57	Balance de Masa de RA-21 componente epóxico.	131
58	Fórmula de RA-26 componente epóxico.	133
59	Fórmula de RA-26 componente poliamídico.	134
60	Balance de Masa de RA-26 componente epóxico.	135
61	Balance de Masa de RA-26 componente poliamídico.	136
62	Fórmula de RA-28 componente epóxico.	138
63	Fórmula de RA-28 componente poliamídico.	139
64	Balance de Masa de RA-28 componente poliamídico.	139
65	Balance de Masa de RA-28 componente epóxico.	140
66	Fórmula de RE-30 Tipo "B".	141
67	Balance de Masa de RE-30 Tipo "B".	142
68	Materias primas de RP-2, RP-4 Tipo "B", RP-6.	146
69	Materias primas de RP-7, RA-20, RA-21.	146
70	Materias primas de RA-26, RA-28, RE-30 Tipo "B".	147
71	Lista de equipo de proceso.	148
72	Lista de equipo de oficina.	150
73	Lista de edificios y construcciones.	150
74	Lista de personal.	151
75	Costo de equipo de proceso.	156
76	Costo de equipo de oficina.	157
77	Costo de edificios y construcciones.	157
78	Sueldos de personal.	158
79	Pago de servicios.	158
80	Amortización con pagos de capital constante.	161
81	Requerimientos de materias primas para la producción de recubrimientos anticorrosivos.	162
82	Requerimientos de servicios auxiliares para recubrimientos anticorrosivos	168
83	Presupuesto de Ingresos.	170
84	Presupuesto de egresos.	171
85	Estado de Resultados de recubrimientos anticorrosivos.	173
86	Estado de Flujo de Efectivo de recubrimientos anticorrosivos.	174





87	Índices o parámetros.	176
88	Análisis de sensibilidad de intereses.	179
89	VPN para la producción de recubrimientos anticorrosivos.	180
90	TIR de recubrimientos anticorrosivos (activos fijos)	181
91	VPN de recubrimientos anticorrosivos (activos fijos)	182
92	TIR de recubrimientos anticorrosivos (inversión total)	183
93	VPN de recubrimientos anticorrosivos (inversión total)	184



**ÍNDICE****A**

Acabado 35, 38, 41, 44, 47

Activos:

Fijos 156

Diferidos 158

Adherencia 4, 12, 41, 44

Adelgazamiento 76, 82

Almacenamiento 69, 75

Anodo 9

Amortización 161, 171

Aspersión con aire 81

Aspersión sin aire 84, 85

Aspersión electrostática 87

Aspersión de pluri-componentes 88

Aspersión en caliente 90

B

Balance de masa de RP-2, 115

Balance de masa de RP-4 Tipo "B", 117

Balance de masa de RP-6, 121

Balance de masa de RP-7, 124

Balance de masa de RA-20, 127

Balance de masa de RA-21, 131

Balance de masa de RA-26, 135

Balance de masa de RA-28, 140

Balance de masa de RE-30 Tipo "B", 142

C

Corrosión, 2, 4, 7, 15

Electroquímica, 5

Perdidas, 3, 4

Por ataque uniforme, 5

Galvánica, 9, 12

Por celdas, 10, 11

Intrecristalina, 11

Por desgaste, 12

Por tensión o esfuerzo, 13

Por fatiga, 13

Cédulas de requerimientos, 146, 147

Capital de trabajo, 159

Biológica, 15

Corrosión-erosión, 15

Consumo aparente, 109

D

Decapado 96

Diagrama de flujo de proceso de:

RP-2, 151-1

RP-4 Tipo "B", 117-1

RP-6, 121-1

RP-7, 124-1

RA-20, 127-1

RA-21, 131-1

RA-26, 135-1

RA-28, 140-1

RE-30 Tipo "B", 142-1

Demanda, 101-102, 110

E

Enlace, 34

Envasado, 64

Estudio de mercado, 100

Exportación, 108

Erosión, 2, 15

Estimado de inversión, 155

Estado de resultados, 172-173

Estado de flujo de efectivo, 174

Estructura financiera, 160

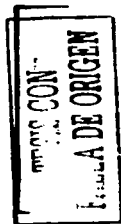
Evaluación financiera, 155

F

Fragilización, 13, 15

H

Herrumbre, 8, 9



**I**

Identificación, 69
Índice, 175
Inversión total, 155, 159
Importación, 107

M

Métodos de aplicación, 74, 76
En sitio, 76
Con brocha, 78
Esponja, 78
Rodillo, 79
Aspersión, 80
Robótica, 91
Mercado, 100
Libre competencia, 100
Monopolio, 100
Oligopolio, 100

O

Oferta, 104, 110
Oligopolio, 100

P

Pigmento, 39, 42, 45, 48
Pinturas:
Arquitectónicas, 20
Para señalamiento, 8
Anticorrosivos, 8
Preparación de superficie, 94, 98
Procesos para producción de:
RP-2, 113
RP-4 Tipo "B", 116
RP-6, 118
RP-7, 122
RA-20, 125
RA-21, 128
RA-26, 132
RA-28, 137
RE-30 Tipo "B", 141
Producción, 106
Primario, 33
Presupuesto de ingresos, 170

Presupuesto de egresos, 171

R

Recubrimiento, 20
Anticorrosivo, 20
Acrílicos, 25
Antivegetativos, 28
De un solo componente, 20
De dos componentes, 21
De silicón, 25
Epóxicos, 23
Apoxi-alquitran de hulla, 30
Fenolitos, 24
Ricos en zinc, 26
Vinílicos, 22
Vinil-epóxicos, 30
Resina, 21, 34, 35
Acrílica, 64
Alquidídica, 42
De silicón, 25, 68
Epóxica, 46, 47, 55, 60
Poliamídica, 57, 60
Sintéticas, 28
Vinílicas, 42, 47
Robótica, 91

S

Sistemas de recubrimientos, 31
Convencional, 31
Alto rendimiento, 31
Sopleteado, 97
Servicios auxiliares, 147
Sensibilidad, 178-184

T

TIR, 175-176

V

Valor Presente Neto, 175-176

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**I**

Identificación, 69
Índice, 175
Inversión total, 155, 159
Importación, 107

M

Métodos de aplicación, 74, 76
En sitio, 76
Con brocha, 78
Esponja, 78
Rodillo, 79
Aspersión, 80
Robótica, 91
Mercado, 100
Libre competencia, 100
Monopolio, 100
Oligopolio, 100

O

Oferta, 104, 110
Oligopolio, 100

P

Pigmento, 39, 42, 45, 48
Pinturas:
Arquitectónicas, 20
Para señalamiento, 8
Anticorrosivos, 8
Preparación de superficie, 94, 98
Procesos para producción de:
RP-2, 113
RP-4 Tipo "B", 116
RP-6, 118
RP-7, 122
RA-20, 125
RA-21, 128
RA-26, 132
RA-28, 137
RE-30 Tipo "B", 141
Producción, 106
Primario, 33
Presupuesto de ingresos, 170

Presupuesto de egresos, 171

R

Recubrimiento, 20
Anticorrosivo, 20
Acrílicos, 25
Antivegetativos, 28
De un solo componente, 20
De dos componentes, 21
De silicón, 25
Epóxicos, 23
Apoxi-alquitran de hulla, 30
Fenolitos, 24
Ricos en zinc, 26
Vinílicos, 22
Vinil-epóxicos, 30
Resina, 21, 34, 35
Acrílica, 64
Alquidídica, 42
De silicón, 25, 68
Epóxica, 46, 47, 55, 60
Poliamídica, 57, 60
Sintéticas, 28
Vinílicas, 42, 47
Robótica, 91

S

Sistemas de recubrimientos, 31
Convencional, 31
Alto rendimiento, 31
Sopleteado, 97
Servicios auxiliares, 147
Sensibilidad, 178-184

T

TIR, 175-176

V

Valor Presente Neto, 175-176

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] Baca Gabriel, fundamentos de Ingeniería económica, MC Graw-Hill, México 1999, pp. 173-174, 181-199.
- [2] Runns R. M., W.W. Bradley, recubrimientos protectores de los metales, Interamericana, Madrid 1964, pp. 15-35, 160-167.
- [3] Muñoz Del C. Francisco, Corrosión y protección, Aguilar, Madrid 1959, pp. 587-615.
- [4] Cerdan Q. Carlos Defectos de las capas de pintura (causas y remedios), Blume, Barcelona 1973, pp. 27-50
- [5] Norma PEMEX P.2.411.01 Sistemas de Protección Anticorrosiva a Base de Recubrimientos.
- [6] Norma PEMEX P. 4.411.01 Recubrimientos para protección anticorrosiva segunda edición 1990.
- [7] Torres López Rubén, Control y prevención de la corrosión de superficies metálicas por aplicación de recubrimientos, tesis, México DF. 1985, pp. 12-40, 52-70
- [8] Fleminh P. Henry, tecnología de pinturas tomo II, Blume, España 1973, pp. 2-81, 293-369, 627-726.
- [9] Evans U.R., Corrosiones metálicas, Reverte, España 1987, pp. 34-103, 218-243.
- [10] Henry S. Técnica industrial, MC Graw-Hill, enero 1990, pp. 192, 196
- [11] Schweitzer P. E. Corrosion and corrosion protection, Hadbook, Pennsylvania 1990, pp 453-469.
- [12] Malera Pere S., Recubrimientos de los metales, Marcombo, Barcelona 1989, pp. 97-113.
- [13] Herbaet H. Hulling, Corrosion and corrosion control, 2a. Edición, John Wiley and Sons, U.S.A. 1971, pp 57-98.
- [14] Stewart, d., Principles of corrosion and protection, Mc Millan 1968, pp 151-170.



- Scully, J.C. Fundamentals of corrosion, Mc Millan, 1976, pp 27-33.
- Manual de Recubrimientos Anticorrosivos profesionales Amercoat, Comex.
- Manual técnico de productos Fester.
- Charles R. Emulsion and water-soluble paints and coatings, Reinhold Publishing Corporation, New York 1964, pp 1-18, 81-143.
- American Petroleum Institute, API Recommended practice for Internal Coating of Line Pipe for Gas Transmission Service, New York 1968, pp 1-13.
- Manual for the Engineer, Corrosion Resistant Carboline Protective Coatings St. Louis Mo. 1973, pp. 35-47
- Manual de aplicación de recubrimientos anticorrosivos por aspersión, the devilbid company, Toledo Ohio, 1981, pp. 12-20
- Payne W. Organic Coatings Technology, volumen I y II, John Wiley and Sons, U.S.A. 1971, pp 70-75.
- Materns , C., Technology of paints, varnishes and lacquers, John Wiley and Sons, U.S.A. 1971.

TEXIS CON
FALLA DE ORIGEN