

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

TECNICAS PARA EL INGENIERO DE PLANTA DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PINTURA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

CESAR AUGUSTO AGUILAR TUNA

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

18
(4118)
A

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

TÉCNICAS PARA EL INGENIERO DE PLANTA DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PINTURA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica-Industrial, con fecha 29 de agosto de 1996.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'César Augusto Aguilar Tuna'.

CÉSAR AUGUSTO AGUILAR TUNA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Inq. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Inq. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2o.	Inq. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Inq. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o.	Br. Víctor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5o.	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIA	Inq. Gilda Marina Castellanos de Hilesca

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	Inq. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR	Inq. René Aguilar
EXAMINADOR	Inq. Oscar Castro
EXAMINADOR	Inq. Sergio Morales
SECRETARIO	Inq. Edgar José Bravatti Castro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Tránsito
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 18
Guatemala, Centroamérica

Guatemala
12 de mayo de 1997

Ing. Francisco Gómez
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica-Industrial
Facultad de Ingeniería
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Presente

Estimado ingeniero Gómez:

Hago de su conocimiento que habiendo revisado el informe final de tesis del estudiante César Augusto Aguilar Tuna, carnet No. 8612011, titulado: TECNICAS PARA EL INGENIERO DE PLANTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PINTURA, doy mi aprobación al mismo para proceder a la autorización del respectivo trabajo de investigación.

Agradeciendo su atención a la presente, le saludo.

Muy atentamente,

Ing. Sergio López
Asesor
Colegiado No. 3483

efa

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala
Julio 29, de 1997

Ingeniero
Francisco Gómez
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Gómez:

Hago de su conocimiento que habiendo revisado el informe final de tesis del estudiante César Augusto Aguilar Tuna, carnet No. 86-12011, titulado: TECNICAS PARA EL INGENIERO DE PLANTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PINTURA, doy mi aprobación al mismo para proceder a la autorización del respectivo trabajo de investigación.

Agradeciendo la atención a la presente, le saluda.

Atentamente,

Ing. Cecilio Baeza
Coordinador de Tesis



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Area, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado TECNICAS PARA EL INGENIERO DE PLANTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PINTURA, presentado por el estudiante universitario César Augusto Aguilar Tuna, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑANZA A TODOS

Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, septiembre de 1,997.

ends

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

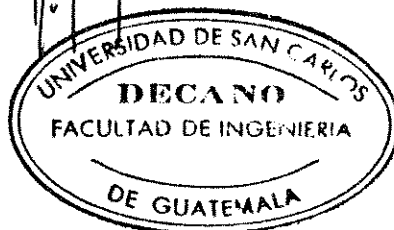


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **TECNICAS PARA EL INGENIERO DE PLANTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PINTURA**, presentado por el estudiante universitario César Augusto Aquilar Tuna, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, septiembre de 1,997.

emds

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Nuestro Señor

MIS PADRES:

César Augusto Aguilar Rodríguez
María Antonieta Tuna de Aguilar.
Con amor y gratitud.

MI ESPOSA:

Evelyn Flores de Aguilar.
Por su apoyo incondicional y
comprensión.

MIS HIJOS:

María Sofía y
Juan Andrés.
Con amor.

ÍNDICE

GLOSARIO	i
INTRODUCCIÓN	ii
OBJETIVO GENERAL	ii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ii
1. ANÁLISIS DEL MEDIO-AMBIENTE	1
1.1 Medio-ambiente	1
1.1.1 El calor	1
1.1.2 La humedad	1
1.1.3 El impacto	2
1.1.4 La abrasión	2
1.1.5 La corrosión atmosférica	2
1.1.6 La corrosión química	2
1.1.7 La alcalinidad	3
1.1.8 Los hongos	3
1.1.9 La pintura en mal estado	3
1.1.10 La suciedad y las grasas	4
1.2 Clasificaciones del medio-ambiente	4
1.2.1 Tipo A	4
1.2.2 Tipo C	5
1.2.3 Tipo M	5
1.2.4 Tipo P	5
1.3 Corrosión	5
1.4 Solventes	7
2. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES	10
2.1 Métodos generales de preparación de superficies	10
2.1.1 Limpieza con ácido	10

2.1.2	Limpieza con agua	12
2.1.3	Limpieza con herramienta mecánica	12
2.1.4	Limpieza con solventes	12
2.1.5	Limpieza con vapor	13
2.1.6	Limpieza manual	13
2.1.7	"Sand Blast"	14
2.2	Preparación de superficies	18
2.2.1	Preparación de pisos de una planta	18
2.2.1.1	Concreto	18
2.2.1.2	Cemento	18
2.2.1.3	Loza	19
2.2.2	Preparación de paredes interiores y exteriores de una planta	19
2.2.2.1	Concreto	19
2.2.2.2	Block	20
2.2.2.3	Madera	20
2.2.2.4	Lámina troquelada o acanalada	21
2.2.3	Preparación techos interiores y exteriores de una planta	21
2.2.3.1	Concreto	21
2.2.3.2	Estructura de acero	22
2.2.3.3	Lámina galvanizada	22
2.2.3.4	Teja	23
2.2.3.5	Madera	23
2.3	Preparación de superficies previamente pintadas	24

2.4	Preparación de superficies metálicas	24
2.5	Preparación de superficies galvanizadas	25
2.6	Preparación de superficies de maquinaria	25
3.	APLICACIÓN	27
3.1	Métodos de aplicación	28
3.1.1	Brocha	28
3.1.2	Rodillo	28
3.1.3	Aspersión	29
3.2	Sistemas de recubrimiento	31
3.2.1	Recubrimiento de pisos en una planta	31
3.2.1.1	Concreto	31
3.2.1.2	Cemento	32
3.2.1.3	Loza	32
3.2.2	Recubrimiento de paredes interiores y exteriores de una planta	32
3.2.2.1	Concreto	32
3.2.2.2	Block	33
3.2.2.3	Madera	33
3.2.3	Recubrimiento de techos interiores y exteriores	33
3.2.3.1	Concreto	33
3.2.3.2	Estructura de acero	33
3.2.3.3	Lámina galvanizada	33
3.2.3.4	Teja	34
3.3	Recubrimiento de superficies previa-	

mente pintadas	34
3.4 Recubrimiento de superficies metálicas	34
3.5 Recubrimiento de superficies galvanizadas`	34
3.6 Recubrimiento de superficies de maquinaria	34
3.7 Seguridad y salud en la aplicación de recubrimientos	34
3.8 Efectos ecológicos de la aplicación de recubrimientos	35
4. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO	37
4.1 Cálculos de grosor de película	37
4.2 Por qué fallan los recubrimientos	37
4.3 Instrumentos de inspección	38
4.3.1 Medidor de película húmeda	38
4.3.2 Medidor de película seca	39
4.3.3 Detector de pinhole	39
5. REQUERIMIENTOS DE COLOR	40
5.1 Código de colores sugeridos para la identificación de la planta	40
5.2 Usos sugeridos de varios colores en el interior de las plantas de producción	40
5.3 Valores de reflectancia recomendadas en las superficies de una planta de producción	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

GLOSARIO

- Alkali: nombre dado a los hidróxidos metálicos muy solubles en el agua, los cuales pueden actuar como bases enérgicas.
- Alquídico: se dice de las resinas obtenidas por condensación de un ácido polibásico con un polialcohol.
- Decapado: operación de suprimir la costra de sales, óxidos y otras materias que cubren los metales.
- Sand Blast: proceso de proyectar partículas de arena o grit en contra de una superficie a alta velocidad, a través de aire o líquidos.
- Terpénico: relativo o perteneciente a terpeno.
- Terpeno: cualquiera de los hidrocarburos no saturados de fórmula $C_{10}H_{16}$ que se encuentran en los aceites volátiles obtenidos de las plantas, principalmente, de las coníferas y de los frutos cítricos.

INTRODUCCIÓN

Un programa de mantenimiento preventivo de pintura tiene el propósito de preservar una instalación costosa. Dicho trabajo debe realizarse de acuerdo con las necesidades de las plantas de producción, anticipándose a cualquier crisis.

Este trabajo contiene el desarrollo de una guía práctica que orienta la selección y aplicación de pinturas y recubrimientos para el mantenimiento preventivo en plantas de producción.

El propósito de esta guía, que en este trabajo se llamará "Técnicas para el Ingeniero de Planta de un Programa de Mantenimiento Preventivo de Pintura" es proveer a las plantas de producción, una guía detallada de los pasos que se deben seguir para preservar y mantener las instalaciones y la maquinaria de las plantas de producción.

Asimismo, provee el ordenamiento lógico en la aplicación de estos pasos y las indicaciones precisas a seguir en cada una de ellas.

Para la elaboración de esta tesis, se hizo una amplia revisión bibliográfica. Los resultados de esta revisión fueron utilizados para completar y corregir el presente trabajo.

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a las plantas de producción guatemaltecas una guía general para la protección de su maquinaria y edificios, mediante especificaciones técnicas para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo de pintura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Guiar al ingeniero de planta en la selección de recubrimientos adecuados para el mantenimiento preventivo.

2. Conocer los diferentes sistemas de preparación de superficies antes de la aplicación de la pintura.
3. Conocer los diferentes sistemas de aplicación de pintura.
4. Establecer las condiciones de inspección después de la aplicación de la pintura.

1. ANÁLISIS DEL MEDIO-AMBIENTE

Es de suma importancia realizar una inspección al lugar y áreas cercanas con el fin de establecer y determinar el impacto ambiental y, así, saber las características requeridas para el sistema de recubrimientos.

La selección de un recubrimiento está determinada por las condiciones ambientales para que éste resista.

Son varios los factores que influyen en la vida útil de un sistema de recubrimientos. Un reconocimiento de las condiciones básicas que causan el deterioro de las superficies es el primer paso para la corrección. Esto indica qué tipo de recubrimiento es necesario utilizar.

1.1 Medio-ambiente

1.1.1 El calor

Una superficie expuesta a elevadas temperaturas presenta problemas de mantenimiento. El calor puede ser causa de que el recubrimiento se decolore, raje y, finalmente, se queme. Para combatir este problema se debe utilizar un recubrimiento, especialmente, formulado para dicha resistencia.

1.1.2 La humedad

Este problema puede incluir exposición a vapor de agua, condensación o inmersión total en agua. Para superficies expuestas a cualquier tipo de humedad, es esencial que el recubrimiento a utilizar tenga adherencia a las superficies

húmedas para que, además de repeler la humedad, proteja la superficie.

1.1.3 El impacto

Debido a que el concreto es inherentemente poco flexible, éste puede rajarse y romperse bajo ciertas cargas, tránsito pesado, etc. La reparación del concreto no es efectiva, ya que el concreto nuevo no tiene adherencia sobre el concreto viejo.

Una superficie con estas características requiere de un recubrimiento flexible.

1.1.4 La abrasión

Todas las superficies de alto tránsito están expuestas al daño por abrasión. En el caso de blocks de mampostería es aconsejable recubrirlos con material de alto contenido de sólidos que rellene los poros del mismo. Luego, un recubrimiento mejora la apariencia y provee una excelente resistencia a la abrasión.

1.1.5 La corrosión atmosférica

La constante exposición a los elementos atmosféricos: lluvia, frío, calor, cambios de temperatura y luz ultravioleta del Sol, crean la necesidad de un recubrimiento protector. Para que un recubrimiento trabaje, efectivamente, debe estar desarrollado para que resista estos elementos; tiene, además, que ser flexible para las expansiones y contracciones que dichas superficies puedan presentar.

1.1.6 La corrosión química

Ácidos y álcalis pueden atacar y destruir recubrimientos protectores ordinarios en muy corto tiempo. Los químicos deben ser identificados con el fin de seleccionar el sistema de recubrimientos más efectivo para la protección deseada.

1.1.7 La alcalinidad

Este problema se da en las superficies nuevas de cemento o repello, el cual se detecta al frotar la superficie con la mano y queda un polvo blanco en ella; cuando ha empeorado se manifiesta como levantamiento de la pintura.

1.1.8 Los hongos

Cuando una mancha persiste en la superficie, después de haber eliminado suciedad y grasa y se mira negra o verdosa, esto es señal de que tiene hongo. En este caso se debe aplicar un limpiador de hongos con brocha, wipe o cepillo, el cual se puede preparar con la siguiente fórmula:

detergente	4-6 onzas,
agua caliente	1 galón,
cloro casero	1/4 de galón.

1.1.9 La pintura en mal estado

Cuando se tiene una superficie en mal estado, lo primero que hay que hacer es determinar si se debe a la alcalinidad. De no ser éste el problema, se debe determinar el tamaño de la superficie dañada para saber si se debe utilizar herramienta manual o mecánica, tal como cepillo de alambre, espátulas o

lijas. Antes de aplicar el recubrimiento, la superficie debe estar libre de cualquier contaminante.

1.1.10 La suciedad y las grasas

Para eliminar la suciedad y la grasa en una superficie de mampostería, se debe remover, primero, con cepillo. Si no se logra remover de esta manera toda la suciedad, debe aplicarse agua a la pared y frotarla con wipe hasta que se elimine. También puede aplicarse detergente con la siguiente fórmula:

detergente	4 - 6 onzas,
agua caliente	1 galón.

1.2 Clasificaciones del medio-ambiente

En las clasificaciones del medio-ambiente se encuentran distintos niveles de contaminación o de exposición a químicos, etc. El más corrosivo de los ambientes es el que necesita mejor preparación de la superficie y el uso de un recubrimiento para servicio pesado y resistente a químicos que sea, además, un buen formador de película. En contraste con ambientes protegidos en donde lo más importante es la apariencia y decoración.

1.2.1 Tipo A -agresivo-

Este tipo es altamente corrosivo: inmersión, excesiva exposición a químicos. Esta exposición se encuentra en áreas caracterizadas por vapores químicos agresivos, rocíos, polvos u otros contaminantes químicos que combinados con alta humedad puede corroer hasta seis milímetros por año.

Ambientes tipo A requieren muy buena preparación de la superficie y recubrir con un grosor de película alto con el fin de obtener resultados satisfactorios.

1.2.2 Tipo C -corrosivo-

Se caracteriza por frecuentes salpicaduras y derrames, así como vapores corrosivos. Esta exposición es menos destructiva que la anterior y contiene vapores químicos moderadamente destructivos o rocíos y polvos que combinados con la humedad pueden corroer el acero en proporciones de 3 a 6 milímetros por año. Estas superficies requieren de un recubrimiento que tenga resistencia química de servicio pesado.

1.2.3 Tipo M -moderado-

En el Tipo M se encuentran una atmósfera industrial normal, exposición a la intemperie y exteriores. Se caracteriza por exposición a la intemperie de normal a suave y concentración moderada de vapores químicos en interiores, sin excesiva humedad. Esto es menos crítico que el Tipo A y C.

1.2.4 Tipo P -protegido-

En esta categoría las superficies, generalmente, están en interiores, con rangos normales de humedad y no está sujeto a contaminantes químicos que puedan afectar la pintura.

1.3 Corrosión

El acero es un metal versátil que sirve a la industria en innumerables formas. Tiene mucha fuerza y durabilidad, y, duraría por siempre si no fuera por la corrosión.

¿Por qué se corroe el metal? La corrosión del metal es una actividad electroquímica, que puede realizarse entre dos metales distintos en un mismo ambiente o, únicamente, en la superficie de un solo metal. La pintura protege contra la corrosión porque interrumpe este proceso electroquímico. Puede proteger por uno de los siguientes métodos:

1.3.1 Protección con el recubrimiento por sí mismo

Estos recubrimientos no contienen inhibidores activos, pero, desarrollan un alto grado de impermeabilidad al vapor de agua para la protección del substrato metálico; aísla el metal que puede ser corroído del medio-ambiente.

1.3.2 Protección con sacrificio y recubrimientos inhibidores de la corrosión

Estos recubrimientos controlan la corrosión mediante la regulación que lleva a cabo la película aplicada mediante un agente que inhibe la secuencia de reacciones que resultan en la oxidación del acero.

El agente inhibidor es, usualmente, uno de los siguientes pigmentos: polvo de zinc, óxido de zinc, plomo rojo, cromato básico de plomo y cromato de zinc. Todos ellos, con excepción de los primeros dos, dependen de una muy pequeña solubilidad en el agua, con la subsecuente formación de iones cromato o plumbato que son los que controlan el mecanismo de la corrosión. Esta pasividad es la que produce una película protectora de las reacciones electroquímicas.

1.4 Solventes

Un solvente es un líquido que tiene la capacidad de disolver otra sustancia. El solvente orgánico es aquel que tiene dentro de su composición química el elemento carbono y, en algunos casos, un elemento no metálico. Un solvente que fácilmente disuelve ciertas sustancias, con otras, puede no tener ningún poder de solvencia.

Los solventes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- hidrocarburos,
- alcoholes,
- éteres, cetonas y glicol éteres,
- solventes clorados,
- compuestos terpénicos.

En adición al poder de solvencia, varias otras propiedades de los solventes pueden ser útiles para el usuario. Punto de inflamación, toxicidad, velocidad de evaporación y costo pueden ser tan importantes como el poder de solvencia.

En industrias donde se utilizan los solventes, también se emplean los diluyentes y thinners. Por lo tanto, es necesario conocer las diferencias entre los tres --solventes, diluyentes y thinners--. Para esto se hace necesario tratar un término muy utilizado: la viscosidad.

1.4.1 Viscosidad

La viscosidad es la medida de la fluidez de una solución. Esto depende del grado de solvencia. Por ejemplo: una resina sintética en particular puede ser muy soluble en tolueno, pero,

solo ligeramente soluble en nafta de petróleo. Suponiendo que 5 libras de esta resina son disueltas en 10 libras de tolueno, la solución es baja en viscosidad. Suponiendo que el grado de solvencia (viscosidad) es medido por la caída de una pequeña bola de acero dentro de un cilindro de 15" de largo, que está lleno con esta solución. Presúmase que la bola tarde en llegar al fondo 5 segundos. Seguidamente, 5 libras de resina son disueltas en 10 libras de nafta. Para construir el problema se tiene que presumir que la nafta tiene exactamente la misma gravedad específica que el tolueno. La solución resultante es gruesa (viscosa) porque la nafta es un solvente pobre para esta resina en particular. Veinte segundos son requeridos para que la bola llegue al fondo del cilindro. Hay que notar que la solución hecha con la resina y tolueno pesa, exactamente, lo mismo que la hecha con nafta. De aquí se puede observar que la viscosidad depende mucho del tipo de solvente utilizado y se mide en función de la caída de la bola, un solvente fuerte proporciona viscosidades bajas.

1.4.2 Diluyentes

Un diluyente es un líquido que aumenta el volumen de una solución, pero, que no tiene el mismo poder que el solvente activo. A su vez, el solvente, en algunos casos, sí puede funcionar como diluyente.

1.4.3 Thinners

El thinner es un líquido con el cual se extiende una solución, pero, no es un material compatible con el poder de solvencia del solvente activo. En la actualidad se formulan productos que requieren el uso de un thinner específico. Estos recubrimientos deberán ser diluidos con el thinner especial para llegar a la consistencia deseada. Si se diluye de otra forma, la relación entre viscosidad y sólidos puede ser desastrosa.

2. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

La preparación de superficies tiene un papel de suma importancia en la vida útil del recubrimiento. Muchos de los programas de mantenimiento preventivo de pintura fallan debido a la inadecuada preparación de superficies. Para obtener el máximo rendimiento de una pintura o recubrimiento, la superficie debe prepararse, adecuadamente, con fin de que la adhesión de éstos sea efectiva y duradera. Los resultados solamente se logran cuando los contaminantes como escamas de óxido y madera, químicos, grasas, aceites, suciedad y recubrimientos viejos son removidos de la superficie.

El principal objetivo de la preparación de superficies es remover la contaminación que interfiere con el desarrollo de la adecuada adherencia del recubrimiento. Una adecuada preparación de superficies presenta un substrato limpio, en donde la pintura puede fijarse, firmemente.

2.1 Métodos generales de preparación de superficies

2.1.1 Limpieza con ácido

La limpieza con ácido es un método efectivo y económico para remover la escama de laminación. También se le conoce como decapado. Es muy utilizado en formas estructurales, vigas y planchas después de su fabricación. Únicamente se utiliza con acero. Son tres los pasos básicos en el proceso de limpieza con ácido, los cuales requieren tanques o baños separados. Todas las soluciones químicas tiene que ser reemplazadas a intervalos regulares o, de lo contrario, se vuelven inefectivas.

2.1.1.1 Baño de ácido sulfúrico para decapado

En un tanque que contenga una solución de ácido sulfúrico a una concentración del 5 al 10 % y se mantenga a una temperatura entre los 140 y 180 grados fahrenheit, el acero debe sumergirse en dicho tanque de 15 a 30 minutos, después que la escama de laminación es removida. Se puede utilizar, también, ácido clorhídrico o fosfórico en esta operación, pero se utiliza un inhibidor para reducir las pérdidas del metal.

2.1.1.2 Baño de lavado con agua

Después del decapado, el acero se sumerge en agua fresca con el fin de remover las trazas del ácido usado.

2.1.1.3 Baños de ácido fosfórico/ácido crómico

Este tanque utiliza una solución caliente a 180 grados fahrenheit de ácido fosfórico o crómico a una concentración del 1 al 2 %. El acero se sumerge en el baño por 2 a 5 minutos. Este paso provee un tratamiento de fosfato o cromato inhibidor con lo cual el acero queda protegido, temporalmente, contra la formación de óxido, además de ayudar en la adherencia y lograr que los sistemas de recubrimiento alcancen su mejor protección.

Cuando la superficie decapada y sellada no es inmediatamente recubierta con pintura, generalmente, se le recubre con aceite mineral con el fin de obtener una protección temporal. Es

importante que este acero decapado y aceitado sea, químicamente, limpiado para remover el aceite antes de pintar.

2.1.2 Limpieza con agua

Es utilizada para remover material químico y extraño soluble en agua, como la suciedad y el polvo. Es un método versátil de limpieza para el acero, metales no ferrosos y otras superficies duras. Es muy utilizado en plantas en áreas costeras para disolver y remover residuos de sal. La limpieza con agua es recomendada para limpiar equipo de aplicación que pudo haber estado expuesto a salpicaduras de químicos agrícolas.

2.1.3 Limpieza con herramienta mecánica

Este tipo de limpieza incluye el uso de lijadoras, pulidoras, herramientas de impacto, martillos. Estas unidades pueden ser eléctricas o neumáticas. Este tipo de herramienta puede remover la escama de laminación desprendida, el óxido suelto y recubrimientos viejos en mal estado.

Sus ventajas sobre las herramientas manuales no son sólo de incremento en el grado de limpieza, sino, la velocidad de producción, la cual es mayor.

La limpieza con estas herramientas debe ser cuidadosa, debido a que el uso prolongado sobre un área conlleva a la obtención de una superficie pulida y, por lo tanto, a un decremento del perfil de anclaje.

2.1.4 Limpieza con solventes

Los solventes utilizados con más frecuencia son el solvente mineral, xileno y tolueno. Se pueden usar para remover suciedad, aceite y grasas. Son aplicados, principalmente, con wipe o tela para aplicar éstos, la cual debe cambiarse, constantemente, para evitar la acumulación de aceites o grasas y que sean redepositados en la superficie.

El uso de la limpieza con solventes acompañado con otros métodos de preparación de superficie es lo recomendado.

Cuando suciedad, grasas o aceites están presentes, una limpieza con solventes es requerida antes de un decapado, por ejemplo.

Es de suma importancia tener presente que un incendio o explosión puede ocurrir al utilizar la limpieza con solventes, por lo que ningún trabajo de limpieza se debe realizar sin las debidas condiciones de seguridad o, sea, utilizando mascarillas y guantes.

2.1.5 Limpieza con vapor

La limpieza con vapor se realiza usualmente con una pistola de vapor. La pistola puede utilizar vapor o combinaciones de éste con detergentes. Este método es efectivo para remover grasas y varios químicos solubles en agua. Los residuos de los compuestos utilizados en la limpieza deben removerse con agua.

2.1.6 Limpieza manual

Este método es utilizado para remover herrumbre, escama de laminación, pintura deteriorada y cualquier otro material similar. Incluye el uso de cepillo de alambre, lija, espátula o cualquier tipo de abrasivo manual.

Después de la limpieza manual se debe lavar la superficie con agua generosamente y dejar secar. Hay que estar seguro que la contaminación no ha sido regada sobre toda la superficie durante la operación de limpieza. Se deben remover las escamas de óxido o de caspa de laminación, primero utilizando herramientas de impacto, tales como martillos o espátulas. Una combinación de espátulas y cepillos de alambre puede ser utilizada para remover la herrumbre suelta, escama de laminación o pintura deteriorada. El uso de espátulas con buen filo y, posteriormente, el uso de cepillos de alambre es aceptable para remover óxido suelto, pero, para remover la escama de laminación o una pintura vieja es necesario una espátula de uso pesado.

El uso de la limpieza manual no es recomendado en áreas extensas que tienen incrustaciones muy grandes o mucha contaminación; es muy útil en áreas pequeñas o para reparaciones.

2.1.7 "Sand Blast"

El "sand blast" consiste en el sopleteo a base de aire o de agua a gran velocidad de una superficie con abrasivos, tales como arena, grit, shot de acero, cáscara de nueces, etc. Es el método más efectivo para preparar metales y superficies de concreto para su posterior recubrimiento.

Los abrasivos para el "sand blast" deben ser seleccionados con el fin de obtener el perfil de anclaje necesario para obtener la adherencia óptima. No deben utilizarse abrasivos gruesos. A

continuación se detallan los abrasivos más comúnmente utilizados.

2.1.7.1 Arena de sílice

Este abrasivo está disponible en gran variedad de granulometría. El grado comercial de la arena es el más económico y efectivo, pero, se rompe muy rápidamente provocando una contaminación con polvo que muchas veces es dañino. Se obtiene en los lechos de los ríos.

2.1.7.2 Grit

El grit es un residuo de la escoria producida en las estaciones de generación o como un subproducto de la reducción de óxidos de cobre o plomo. El grit es uno de los abrasivos más recomendados para limpiar extensas áreas a gran velocidad.

2.1.7.3 Shot de metal

Este abrasivo puede ser fabricado de hierro, acero o material sintético. Es costoso y utilizado en sistemas de sopleteo en los cuales este medio puede ser recobrado y reusado muchas veces.

2.1.7.4 Abrasivos vegetales o de agricultura

Este material es producido de cáscaras de nueces, semillas de frutas, mazorcas de maíz, cubierta de arroz, etc. Los abrasivos vegetales son utilizados cuando no se necesita producir un perfil en el substrato a ser recubierto.

Existen variaciones para utilizar el método de limpieza "sand blast" en la preparación de superficies.

2.1.7.5 "Sand Blast" con abrasivos y agua

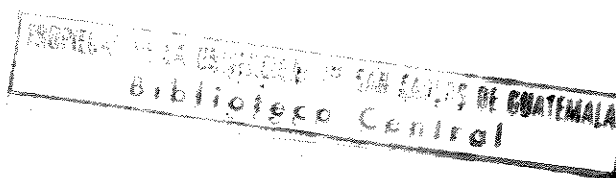
En este método el agua es agregada y mezclada con los abrasivos, normalmente, en el pico del equipo. Esta modificación reduce la cantidad de polvo y arena en el aire. Se utiliza cuando es necesario reducir la contaminación del aire o áreas cercanas. Es necesario, posteriormente, lavar con agua la superficie, después de utilizar este método, con el fin de remover la arena y sus residuos.

2.1.7.6 "Sand Blast" al vacío

Es otra modalidad en la cual la arena y sus residuos son capturados y removidos por vacío, dando como resultado un ambiente limpio, libre de polvo. Los abrasivos utilizados con este método pueden ser reusados. En comparación con el "sand blast" abierto, éste es muy lento y caro.

2.1.7.7 "Sand Blast" con agua

En este método se utiliza un chorro de agua a gran presión. Es versátil en la limpieza para el acero, metales no ferrosos y otras superficies duras. Remueve pintura desprendida, contaminantes químicos, óxido y escamas de óxido sueltas y grasa.



Es muy efectivo para la limpieza de superficies muy irregulares como válvulas, uniones y enrejados. El agua debe estar limpia y libre de fango u otro contaminante.

El suplir aire es la parte más importante en cualquier operación de "sand blast". La cantidad de aire y la presión del mismo tiene un efecto directo sobre la limpieza de la superficie, lo cual es medido con el pico del equipo. La presión del aire no debe considerarse aislada.

El volumen de aire proporcionado es de importancia crítica.

Si presumimos que hay presión de 100 PSI en el pico, las siguientes capacidades mínimas de compresor son sugeridas para los diferentes tamaños de pico:

TAMAÑO DE PICO	CAPACIDAD DE COMPRESOR (Volumen de aire libre medido en pies cúbicos por minuto - CFM)
1/4 pulgada	100 CFM
5/16	150 CFM
3/8	200 CFM

Las pérdidas de presión son proporcionales a la longitud y diámetro de la manguera utilizada y esto puede anular la eficiencia del compresor, por excesiva pérdida por fricción.

Por esto, es de suma importancia medir la presión del aire con un manómetro hipodérmico tan cerca como sea posible del pico del equipo.

2.2. Preparación de superficies

2.2.1 Preparación de pisos de una planta

2.2.1.1 Concreto

El concreto nuevo debe curarse, por lo menos, 30 días antes de pintarlo. Si se va a aplicar un recubrimiento impermeable, el concreto debe ser analizado respecto del contenido de humedad y de la transmisión de la misma, antes de pintar.

Un método para revisar la humedad es recubrir un pie cuadrado de la superficie con plástico pegado con cinta adhesiva; se debe asegurar que esté bien sellado. El plástico evita que la humedad que se evapora no se escape y aparece como condensado sobre la parte interior del plástico. La existencia de humedad en el concreto sugiere que, el mismo, no está bien curado.

El recubrimiento tampoco puede desarrollar una adecuada adherencia al concreto cuando existen sales u otros materiales sueltos. El "sand blast" es un método eficiente para remover estos materiales.

2.2.1.2 Cemento

La alcalinidad es el más común de los problemas que se presenta en las superficies nuevas de cemento. Se puede detectar frotando la mano en la superficie, quedando un polvo blanco en ella. Cuando ha empeorado se manifiesta como levantamiento de la

pintura, en cuyo caso se deberá remover la pintura por método manual o mecánico. Luego, deberá procederse a quitar trazos de polvo, grasa y aceites.

2.2.1.3 Loza

Para eliminar la suciedad y grasa en una superficie de loza se suele remover, primero, con escoba, barriendo. Si no se logra eliminar toda la suciedad, aplicar agua y frotar con wipe hasta que salga la suciedad y grasa. También se puede limpiar con detergente.

2.2.2 Preparación de paredes interiores y exteriores de una planta

2.2.2.1 Concreto

El concreto nuevo debe curarse, por lo menos, 30 días antes de pintarlo. Si se va a aplicar un recubrimiento impermeable, el concreto debe ser analizado respecto del contenido de humedad y de la transmisión de la misma, antes de pintar.

Un método para revisar la humedad es recubrir un pie cuadrado de la superficie con plástico pegado con cinta adhesiva, se debe asegurar que esté bien sellado.

El plástico evita que la humedad que se evapora no se escape y aparece como condensado sobre la parte interior del plástico. La existencia de humedad en el concreto sugiere que el mismo no está bien curado.

El recubrimiento tampoco puede desarrollar una adecuada adherencia al concreto cuando existen sales u otros materiales sueltos. El "sand blast" es un método eficiente para remover estos materiales.

2.2.2.2 Block

Antes utilizar la limpieza con ácido, se debe remover el polvo y suciedad de la superficie, utilizando sopleteos suaves, limpieza química o chorro de agua a presión. La solución de ataque debe ser uniformemente aplicada sobre el block y esperar a que se formen burbujas, lo cual es muestra de la reacción. Después de esto, la superficie debe ser generosamente lavada con agua limpia para remover el exceso de ácido, así como las sales producidas en la reacción. El agua debe, posteriormente, ser removida con raquetas de hule y dejar que la superficie seque completamente antes de pintar. Si van a utilizarse pinturas reducibles en agua, éstas pueden ser aplicadas directamente sobre la superficie ligeramente húmeda. La solución se puede preparar con una parte de ácido clorhídrico (muriático) por 2 de agua por volumen.

2.2.2.3 Madera

Se puede utilizar uno o más de los métodos de limpieza química para remover suciedad, grasas y

aceites. Se deben levantar los recubrimientos deteriorados, rellenar y reparar defectos. Lijar toda la superficie. Los recubrimientos existentes que sean brillantes o duros deben ser lijados previamente para promover la adherencia de los recubrimientos nuevos.

Si la superficie calea, se debe lavar generosamente. Toda la superficie debe estar completamente seca antes de pintar.

2.2.2.4 Lámina troquelada o acanalada

Toda lámina debe estar limpia y seca antes de ser pintada. Debe removerse la tierra y la suciedad de la superficie con cepillos de cerdas, aire a presión u otro medio disponible. En caso de presentarse aceites, grasas o cualquier recubrimiento protector, deberá utilizarse solventes para removerlos. Después se deberá lavar la superficie generosamente con agua para remover residuos.

Si se presentara oxidación, deberá removerse con "sand blast", utilizando arena sílice fina. Es recomendable recubrir las láminas el mismo día de preparación de las mismas.

2.2.3 Preparación techos interiores y exteriores de una planta

2.2.3.1 Concreto

El concreto nuevo debe curarse, por lo menos, 30 días antes de pintarlo. Si se va a aplicar un recubrimiento

impermeable, el concreto debe ser analizado respecto del contenido de humedad y de la transmisión de la misma antes de pintar.

Un método para revisar la humedad es recubrir un pie cuadrado de la superficie con plástico pegado con cinta adhesiva; se debe asegurar que esté bien sellado.

El plástico evita que la humedad que se evapora no se escape y aparece como condensado sobre la parte interior del plástico. La existencia de humedad en el concreto sugiere que el mismo no está bien curado.

El recubrimiento tampoco puede desarrollar una adecuada adherencia al concreto cuando existen sales u otros materiales sueltos. El "sand blast" es un método eficiente para remover estos materiales.

2.2.3.2 Estructura de acero

El acero no requiere ninguna preparación particular ni especializada antes de recubrirlo. Debe estar limpio de aceite, grasa, suciedad o cualquier material extraño por limpieza con solventes. Debido a que el acero es un metal muy duro, se recomienda el "sand blast" con abrasivos de los grados del grit angular para impartir un perfil adecuado.

2.2.3.3 Lámina galvanizada

La lámina galvanizada debe estar limpia y seca antes de ser pintada. Toda la tierra y suciedad de la

superficie debe ser removida con cepillos de cerdas, aire a presión u otro medio disponible. El aceite, grasa y cualquier recubrimiento protector debe removerse con solventes. La superficie debe lavarse después generosamente con agua limpia para remover los residuos.

Los productos blancos provenientes de la oxidación del zinc deben removerse con "sand blast", utilizando arena sílice fina. Se recomienda que las superficies galvanizadas sean recubiertas el mismo día de preparación de las mismas.

2.2.3.4 Teja

Para obtener una buena adherencia del recubrimiento sobre la teja, ésta debe estar libre de sales u otros materiales sueltos. Además, deberá ser analizada respecto del contenido de humedad.

2.2.3.5 Madera

Se puede utilizar uno o más de los métodos de limpieza química para remover suciedad, grasas y aceites. Se deben levantar los recubrimientos deteriorados, rellenar y reparar defectos. Lijar toda la superficie. Los recubrimientos existentes que sean brillantes o duros deben ser lijados previamente para promover la adherencia de los recubrimientos nuevos.

Si la superficie calea, se debe lavar generosamente

con agua. Toda la superficie debe estar completamente seca antes de pintar.

2.3 Preparación de superficies previamente pintadas

Toda la herrumbre, escamas de óxido, caleo fuerte o recubrimientos deteriorados deben ser removidos utilizando una combinación de limpieza con solventes, lavado con solventes, limpieza manual, limpieza con herramientas mecánicas o "sand blast". Areas brillantes y bien adheridas de pinturas existentes no necesitan removerse, pero, deben ser preparadas con mecanismos abrasivos para lograr el perfil de anclaje e incrementar la adherencia de la nueva pintura.

Algunos recubrimientos contienen solventes que pueden ser incompatibles con los materiales ya existentes, provocando levantamiento o pérdida de adherencia. Por lo tanto, se recomienda efectuar una prueba en un área pequeña si el producto existente es desconocido.

2.4 Preparación de superficies metálicas

La mayoría de metales no ferrosos reaccionan o corroen cuando son expuestos a la intemperie, formando óxidos en su superficie. Los óxidos formados en estas superficies no son tan obvios, como el óxido rojizo asociado con el acero. Sin embargo, éstos proveen una pobre superficie para el anclaje de los recubrimientos, por lo que deben ser eliminados.

El acero inoxidable no requiere ninguna preparación particular ni especializada antes de recubrirlo. Esta superficie debe limpiarse de

aceite, grasa, suciedad o cualquier material extraño por limpieza con solvente.

El aluminio y el cobre deben ser limpiados con solventes. El "sand blast" o una limpieza con ácidos es recomendada cuando la superficie esté muy lisa, con el fin de proveer un perfil que ayude a la adherencia del recubrimiento.

2.5 Preparación de superficies galvanizadas

El metal galvanizado debe estar limpio y seco antes de ser pintado. Toda la tierra y suciedad de la superficie debe ser removida con cepillo de cerdas, aire de presión (limpio y seco). El aceite, grasa y cualquier recubrimiento protector debe removerse con solventes. Estas superficies deben lavarse generosamente después con agua, para remover los residuos.

Los productos blancos, resultados de la oxidación del zinc, deben ser removidos. Se recomienda un "sand blast" con arena suave utilizando baja presión (50-90 PSI) y arena de sílice fina. Cuando el "sand blast" no sea posible, puede utilizarse una limpieza manual o con herramienta mecánica. Debido a que los productos de oxidación del zinc se forman rápidamente, es recomendable que las superficies galvanizadas se recubran el mismo día de preparación de la superficie. Se deben seleccionar únicamente recubrimientos que sean compatibles con el metal galvanizado.

2.6 Preparación de superficies de maquinaria

La maquinaria de acero inoxidable no requiere ninguna preparación en especial, únicamente deberá estar libre de aceite, grasa, suciedad o cualquier material extraño, limpiando con solvente.

En caso estuviera elaborada de metales no ferrosos, deberá estar libre de óxido en su superficie, ya que los metales ferrosos forman óxido al estar expuestos a la interperie.

3. APLICACIÓN

El objetivo de la aplicación abarca tanto la técnica para aplicar el recubrimiento, como la aplicación uniforme y suficientemente gruesa del recubrimiento.

Existen ciertos factores que deben tomarse en cuenta al aplicar un recubrimiento, como temperatura, humedad y velocidad del viento.

Temperatura. La pintura debe aplicarse dentro del rango de temperaturas especificadas y sobre un superficie seca, a excepción de los productos diluibles en agua. Las pinturas diluibles en agua deben aplicarse entre los 50 y 90 grados fahrenheit. Los epóxicos deben aplicarse a temperaturas arriba de los 50 grados fahrenheit para evitar largos períodos de tiempo de curado. En general, debe evitarse aplicar un recubrimiento cuando la temperatura esté arriba de los 100 grados fahrenheit.

Humedad. La adherencia de muchas pinturas, con excepción de las diluibles en agua, puede ser degradada seriamente por la humedad presente en la superficie o por la que aparece durante la etapa de aplicación. En general no debe aplicarse un recubrimiento cuando la humedad relativa esté arriba del 85%. La condensación de humedad sobre la superficie por pintarse puede ser predicha con la medida de la temperatura de la superficie y la determinación del punto de rocío del ambiente, lo cual es aconsejable en ambientes húmedos. Se realiza mediante la lectura de la temperatura de bulbo seco y húmedo y una carta psicrométrica para leer las temperaturas de rocío. La temperatura de las partes frías de la superficie a ser pintadas deben ser medidas. Si la

temperatura de dicha superficie desciende y llega a estar a 5 grados farenheit por encima del punto de rocío, la aplicación de la pintura debe detenerse, ya que es probable una condensación de agua en la misma. Si la temperatura de la superficie sube, se puede continuar pintando siempre que la superficies esté seca y 5 grados farenheit arriba del punto de rocío.

Se puede saber si se está lejos del punto de rocío aplicando con un paño húmedo una película de agua sobre una superficie limpia, la cual deberá evaporarse en 15 minutos, máximo.

Velocidad del viento. La aplicación del recubrimiento, especialmente por aspersión, se hace más difícil cuando se incrementa la velocidad del viento. Para efectuar un trabajo eficiente y reducir la contaminación de los objetos de los alrededores, la velocidad del viento debe ser inferior a los 24 kilómetros por hora.

3.1 Métodos de aplicación

Los recubrimientos pueden ser aplicados con brocha, rodillos o aspersión convencional, sin aire o en caliente.

3.1.1 Brocha

El método de aplicación con brocha es el más caro, ya que es el que consume más tiempo. Sin embargo, es muy útil para aplicar un recubrimiento en lugares difíciles, como esquinas y superficies irregulares. La aplicación con brocha brinda la menor uniformidad, por lo que no debe ser usada.

3.1.2 Rodillo

El rodillo es útil cuando hay que pintar áreas planas extensas, donde no puede utilizarse la aspersion por contaminación de áreas adyacentes.

El tamaño, tipo y la longitud del mango del rodillo son los que determinan la velocidad de la aplicación. Un rodillo de 9" x 2 1/2" retiene 2 1/2 más de pintura por carga que uno de 7" x 1 1/4" y si se cuenta con una extensión del mango, se aumenta la producción y se reduce la fatiga del pintor.

Existen rodillos especiales para tuberías y marcos. Sin embargo, los rodillos no pueden recubrir en esquinas, por lo cual se debe combinar con brocha.

3.1.3 Aspersión

3.1.3.1 Aspersión convencional con aire

Es un método efectivo para aplicar muchos recubrimientos. No es tan eficiente como la aspersion sin aire, sobre todo, en la aplicación de recubrimientos con sílicas.

La pintura es suministrada a las pistolas por medio de un tanque, que puede ser portátil o estacionario. El flujo puede ser por presión o por succión. Es muy eficiente en aplicaciones largas. Se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos: apropiada distancia de la superficie (6 a 8 pulgadas), la pintura debe ser aplicada a la más baja presión de atomización que sea posible de acuerdo al tipo de producto, la pistola deberá permanecer

perpendicular a la superficie que va a ser pintada, debe ser removido el polvo de la superficie que va a recubrirse. Está considerado un 40% de desperdicio al utilizar este método.

3.1.3.2 Aspersión convencional en caliente

La aspersión en caliente incorpora un calentador en el equipo de aspersión convencional para 150F y 170F grados antes de atomizarla para reducir la viscosidad y acelerar la velocidad de escape de los volátiles. Las ventajas de la aspersión caliente sobre la fría son: incrementa el grosor de la película por mano, reduce la contaminación (overspray), reduce el tiempo de secado, es más económica, puede ser aplicada a bajas temperaturas, deja mejor apariencia del recubrimiento.

3.1.3.3 Aspersión sin aire

La aspersión sin aire es la más recomendada para las aplicaciones, en orden a incrementar la eficacia de la operación. Ésta utiliza una bomba alta para lanzar la pintura sin aire a través de pequeños orificios a una presión alta con el fin de lograr la aspersión. Debido a que no se utiliza solvente de reducción o se utiliza muy poco, obtiene altos espesores de película. Entre las ventajas de este método están: rápida aplicación, reduce pérdidas de material, reduce sobreaspersión, se logra un gran grosor de película.

3.1.3.4 Aspersión sin aire en caliente

En la aspersión sin aire en caliente, se calienta la pintura entre 120 y 200 grados farenheit. Es más rápida, más limpia, con muy poca sobreaspersión. Se obtiene una superficie tersa y brillante, con una mejor adherencia. Es más económica y se usa menos potencia, tanto de aire como de pintura.

3.1.3.5 Aspersión electrostática

Estos equipos son ideales para pintar estructuras delgadas y alambres, esto, debido a su acción envolvente.

Las unidades de aspersión electrostática operan produciendo una carga de más o menos 80,000 voltios, lo cual permite que el recubrimiento llegue a todas las áreas, incluyendo aquellas que están en el lado opuesto a la pistola, debido a la acción envolvente.

La aspersión electrostática requiere de pinturas, especialmente, formuladas y se pueden aplicar sobre superficies conductoras, como el acero. Sin embargo, el equipo tiene un alto costo.

3.2. Sistemas de recubrimiento

3.2.1 Recubrimiento de pisos en una planta

3.2.1.1 Concreto

Primero se debe determinar el medio ambiente en el cual se encuentra la superficie de concreto a recubrir.

Para superficies de concreto expuestas a ataques químicos severos, donde se presenta corrosión, se debe aplicar epóxico químico de alta resistencia, reducido con 50% de solvente. Asegurarse de la integridad de la película o, sea, el punto en el cual la película ha adquirido sus propiedades físicas y químicas finales y está lista para entrar en servicio.

Para recubrimiento en superficies de concreto regulares, debe, primero, curarse en concreto. Luego, recubrir con epóxico, reducido con 25% de agua.

3.2.1.2 Cemento

El recubrimiento debe proveer durabilidad y resistencia a químicos y luces industriales. Aplicar dos capas de recubrimiento. Primero, aplicar una capa de pintura de alta durabilidad y, al secar, otra capa del mismo producto.

3.2.1.3 Loza

Se le da el mismo tratamiento que al cemento, debiendo preparar la superficie, adecuadamente.

3.2.2 Recubrimiento de paredes interiores y exteriores de una planta

3.2.2.1 Concreto

Para uso general en el mantenimiento de las paredes de una planta se pueden utilizar recubrimientos acrílicos reducibles en agua, lo que permite bajo olor en las

instalaciones, así como acabado liso. Siempre tomar en cuenta que el concreto debe estar completamente curado.

3.2.2.2 Block

El excesivo poro que tiene el block debe ser rellenado con un primario acrílico reducible en agua. Luego, un acabado con un recubrimiento acrílico, reducible en agua.

3.2.2.3 Madera

No es usual utilizar madera en una planta como parte de la construcción. En este caso, utilizar recubrimientos base poliuretano, los que proporcionan un acabado adecuado para este tipo de superficie.

3.2.3 Recubrimiento de techos interiores y exteriores

3.2.3.1 Concreto

Deben utilizarse recubrimientos acrílicos con resistencia al exterior.

3.2.3.2 Estructura de acero

Utilizar esmaltes alquídicos de alta resistencia, los cuales pueden tener alto brillo, semibrillantes y mates.

3.2.3.3 Lámina galvanizada

Utilizar epóxipoliámidas los que proveerán una excelente protección contra la corrosión, que es uno de los principales problemas de estas superficies.

3.2.3.4 Teja

Se recomienda utilizar recubrimientos, base vinilester, los que proveerán buena resistencia al exterior y a ataque de diferentes agentes químicos.

3.3 Recubrimiento de superficies previamente pintadas

En este tipo de superficies no es necesario aplicar ningún primario. Pero se hace necesario evaluar el tipo de superficie y con base en esto, se recomendará el tipo de recubrimiento a aplicar (concreto, madera, cemento, etc.)

3.4 Recubrimiento de superficies metálicas

Utilizar todo tipo de epóxipoliámidas en donde la corrosión es el principal agente de destrucción. En el caso de superficies metálicas, previamente pintadas, se recomienda esmaltes alquídicos o vinílicos.

3.5 Recubrimiento de superficies galvanizadas

Utilizar epóxipoliámidas para combatir la corrosión, principal problema de este tipo de superficie.

3.6 Recubrimiento de superficies de maquinaria

Se recomienda usar epoxiuretanos o epóxipoliámidas para prevenir la corrosión.

3.7 Seguridad y salud en la aplicación de recubrimientos

Los riesgos que se corren al no utilizar el equipo de seguridad apropiado son:

- la inhalación de vapores de solventes que pueden dañar el sistema respiratorio,

- el contacto con los solventes que puede perjudicar la piel y los ojos.

La exposición al polvo al estar lijando superficies repintadas con máquina lijadora, la inhalación de solventes al aplicar pintura, son actividades que pueden resultar peligrosas al no realizarlas con el equipo de seguridad apropiado.

Cada producto utilizado en los talleres es peligroso de una manera u otra. Cuando la piel, los ojos o el sistema respiratorio están en contacto con alguno de estos productos, se está arriesgando la salud. Los elementos esenciales para protegerse son: guantes, overoles, lentes de seguridad y mascarillas.

Es imprescindible utilizar dos tipos de mascarillas para proteger el sistema respiratorio:

- mascarilla de protección contra el polvo del lijado,
 - mascarilla protectora contra los vapores de solventes, primarios, pinturas o cualquier otro producto que se aplique por aspersión.
- Esta mascarilla debe ser de cartucho de carbón.

3.8 Efectos ecológicos de la aplicación de recubrimientos

Los compuestos volátiles orgánicos (VOC) se evaporan hacia la atmósfera de la tierra, donde pueden reaccionar con óxido de nitrógeno en la presencia de luz solar, formando ozono en la atmósfera inferior. El ozono en la atmósfera superior bloquea la dañina radiación ultravioleta, mientras que en niveles atmosféricos inferiores puede causar problemas respiratorios.

En varias partes del mundo se han establecido límites en la cantidad de VOC's permitidos en pinturas y recubrimientos, para reducir esta peligrosa formación de ozono en la atmósfera inferior.

Se ha desarrollado una generación de recubrimientos que combinan niveles bajos de VOC's con excelentes propiedades protectoras.

Hay dos formas de reducir niveles de VOC's en pinturas y recubrimientos:

- incrementar el contenido de sólidos (resinas y pigmentos) que, por consiguiente, reduce el contenido de solventes,
- fabricar pinturas y recubrimientos en donde el agua actúe como principal vehículo.

4. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El objetivo de la inspección es asegurar el cumplimiento de las especificaciones y requerimientos del trabajo de pintar. Sin inspección se corre el riesgo de tener pérdidas en las características y, por lo tanto, en la totalidad del potencial de vida del sistema.

La inspección abarca tanto la preparación de la superficie, como el sistema de recubrimiento, por lo cual se deben tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

- mínimo y máximo perfil de anclaje
- no trabajar cuando la humedad relativa exceda del 85% y cuando el substrato tenga una temperatura de 5F grados arriba del punto de rocío,
- el grosor de la película seca designado es el mínimo y no un promedio.

La inspección es la herramienta para lograr que el recubrimiento alcance sus características de diseño, el máximo retorno del dinero invertido y la mejor relación entre el precio y la calidad de trabajo.

4.1 Cálculos de grosor de película

La medición de la pintura debe realizarse inmediatamente después de la aplicación, antes que los volátiles se pierdan por evaporación. Si se conoce el porcentaje de sólidos por volumen del material, el grosor de la película seca se puede determinar.

4.2 Por qué fallan los recubrimientos

Entre las causas más frecuentes de por qué fallan los recubrimientos se encuentran:

- humedad en el sustrato,
- contaminación del sustrato antes de la aplicación del recubrimiento,
- ataque químico,
- sustrato inestable,
- insuficiente grosor de película,
- insuficiente curado,
- abrasión y curado,
- temperatura,
- pequeños agujeros en el recubrimiento,
- ataque de la humedad,
- exposición a la luz ultravioleta,
- pérdida de flexibilidad,
- excesivo grosor de película,
- ataque de microorganismos,
- incompatibilidad de las pinturas,
- mala formulación.

4.3 Instrumentos de inspección

Los instrumentos de inspección ayudan a obtener el máximo resultado del recubrimiento.

4.3.1 Medidor de película húmeda

Para medir película húmeda de pintura, lacas, adhesivos y otros recubrimientos, calibrar el instrumento en mils y micrones.

4.3.2 Medidor de película seca

Para medir el grosor de película seca de cualquier material no magnético sobre una base ferrosa, incluyendo pintura, hule, plástico, asfalto, etc., calibrar el instrumento en mils y micrones.

4.3.3 Detector de pinhole

Éste detecta agujeros y porosidad en la película, emitiendo sonido cuando encuentra agujeros.

5. REQUERIMIENTOS DE COLOR

5.1 Código de colores sugeridos para la identificación de la planta

Gris medium: estructuras de acero, gradas de acceso, elevadores y otro equipo mecánico.

Azul de seguridad: conductos eléctricos, cajas de switch, aire comprimido y cualquier otro equipo eléctrico.

Amarillo de seguridad: agarradores de manos, postes, rieles, jaulas de seguridad, bordillos, vías de vagones, etc.

Naranja de seguridad: cualquier instrumento para guardar maquinaria (cadenas, candados, cinturones, etc.). Partes de maquinaria que puedan cortar, shock o que puedan lastimar de cualquier otra forma.

Verde de seguridad: agua potable, equipo de primeros auxilios y equipo de seguridad.

Rojo de seguridad: extinguidores de incendios, hidrantes, equipo para combatir incendios, cajas de alarmas y cualquier otro equipo de emergencia.

Blanco: envases de amoníaco, envases de sulfato de amoníaco, etc.

Negro: aceite de combustible, envases de aceites, etc.

5.2 Usos sugeridos de varios colores en el interior de las plantas de producción

Colores cálidos: rojo, anaranjado, amarillo.

Atraen la atención, motivan, estimulan actividad.

Sugeridos para áreas no productivas, como entradas, corredores, salones de almuerzo, áreas de descanso, cuartos de lockers.

Colores fríos: azul, turquesa, verde.

Fríos, relajantes, promueven concentración, pacíficos. Sugeridos para áreas de producción, áreas de mantenimiento, etc.

Colores claros: tonos pastel.

Hacen parecer que los objetos pesan menos, las áreas más espaciosas, reflejan mejor la luz.

Sugeridos para áreas productivas pequeñas, bodegas y áreas pobremente iluminadas.

Colores oscuros: negro y tonos profundos de gris.

Hacen parecer los objetos más pesados, absorben luz, los espacios parecen más pequeños. Debido a que absorben luz no se recomiendan para áreas grandes. Deben utilizarse únicamente en las áreas donde se necesite contraste.

Colores brillantes: amarillo, amarillo-verde, anaranjado, rojo-naranja, rojo.

Atraen la vista, promueven actividad. Sugeridos como complemento, como para puertas, columnas, relojes marcadores, pizarrones de boletines, etc.

Blanco: Refleja limpieza, refleja más luz que cualquier otro color. Sugeridos para cielo raso, áreas donde se necesita máximo reflejo de luz.

5.3 Valores de reflectancia recomendadas en las superficies de una planta de producción

<u>Superficie</u>	<u>Areas producción</u>	<u>Oficinas</u>
Cielos	80-90%	80-90%
Paredes	50-65%	60-70%
Pisos	15-30%	25-50%
Maquinaria	30-50%	
Desk tops		40-50%

CONCLUSIONES

1. La aplicación de los sistemas de recubrimientos es necesaria por protección, pues es alto el costo de reposición de maquinaria, equipo e instalaciones comparado con el de un mantenimiento preventivo adecuado para proteger los mismos.
2. Los costos principales de una pintura industrial dentro de un programa de mantenimiento no se deben a las pinturas o recubrimientos mismos, sino, más bien, a la aplicación adecuada y a la correcta preparación de la superficie.
3. En general, las empresas no ven beneficio en la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, sino, más bien, lo ven como un gasto innecesario. Aunque pareciera que ya se le está dando importancia, lo que denota un cambio de actitud positiva hacia el mantenimiento preventivo.

RECOMENDACIONES

1. Al recomendar un recubrimiento para un área específica, velar por un cuidadoso análisis de las condiciones ambientales a las cuales estará expuesta dicha superficie, el estado actual de la misma, el sistema de aplicación y las condiciones de servicio a las cuales será sometida la misma, ya que los problemas y fallas encontrados en este medio se deben, básicamente, a errores en la aplicación, preparación de la superficie o el diseño y, rara vez, se deben a errores propios de los recubrimientos.
2. Es necesario que cuando se especifique un trabajo de mantenimiento para determinadas condiciones dentro de una planta industrial, dichas especificaciones deben ser inspeccionadas en cada una de las etapas de la ejecución.
3. Proveer el equipo de protección necesario a la persona que aplicará los recubrimientos.
4. Verificar con el proveedor de los recubrimientos que éstos causen el menor daño ecológico posible.

BIBLIOGRAFIA

- Paint and Protective Coatings Specification Guide and Engineering Standard for Plant Maintenance. U.S.A.: Engineering Services Department, The Glidden Company, 1994.
- Planned Painting Program for Protective Maintenance. U.S.A.: Glidden Company, 1995.
- Maintenance Painting Made Safer U.S.A.: Glidden Company, 1994.