

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO,
GAS NATURAL Y PETROQUÍMICA



CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE
APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS LÍQUIDOS EN LA
INDUSTRIA DEL PETRÓLEO

TITULACIÓN POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO PETROQUÍMICO

ELABORADO POR:
ANTONIO FRANCISCO URTECHO TAMAYO

PROMOCIÓN 91-1

LIMA – PERÚ

2007

CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS LÍQUIDOS EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO

	Página
1. SUMARIO	4
2. INTRODUCCIÓN	6
3. LA ESPECIFICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS	8
3.1 Aspectos Previos	8
3.2 Alcances de la Especificación de recubrimientos	10
3.3 Especificaciones para proyectos de recubrimientos	10
3.4 La redacción de las especificaciones	22
4. CONTROL DE LA CALIDAD Y SUS ETAPAS DE CONTROL	25
4.1 Introducción a la inspección y control de calidad	25
4.2 Responsabilidades del inspector de recubrimientos	25
4.3 Monitoreo de las condiciones ambientales	27
4.4 La inspección previa a la preparación de la superficie	34
4.5 Inspección posterior a la preparación de la superficie	36
4.6 Preparación de la superficie del concreto	40
4.7 Inspección de la preparación de superficies previamente recubiertas	40
4.8 Inspección previa a la aplicación del recubrimiento	40
4.9 Inspección de la aplicación del recubrimiento	44
5. SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS Y SU EVALUACIÓN ECONÓMICA	53
5.1 Introducción a los recubrimientos para estructuras de acero	53
5.2 La selección de la preparación de superficie del acero	53
5.3 Selección de sistemas de recubrimientos en la industria de petróleo y gas	55
5.4 Evaluación económica de un sistema de recubrimientos	58
6. FALLAS DE LOS RECUBRIMIENTOS	61
6.1 Objetivos	61
6.2 Causas de las fallas de los recubrimientos	61
6.3 Consecuencias de las fallas de los recubrimientos	65

6.4	La responsabilidad por las fallas y por su reparación	69
7.	DESCRIPCIÓN DE LA HOJA TÉCNICA Y HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES	78
7.1	Hoja técnica del recubrimiento	78
7.2	Hoja de seguridad de los materiales (MSDS)	80
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
8.1	Conclusiones	83
8.2	Recomendaciones	83
9.	BIBLIOGRAFÍA	84
10.	ANEXOS	85

1. SUMARIO

Hoy en día, por considerarse el uso de recubrimientos líquidos en la protección contra la corrosión y a su vez el más usado por su beneficio económico y a nivel medio ambiental, respecto a otros métodos de protección; el presente trabajo, se ha realizado para que las personas encargadas del mantenimiento o de la elaboración de un proyecto nuevo en una planta de refinación, petroquímica y gas, tengan el conocimiento básico del control de calidad de los recubrimientos y asimismo, ellos exijan en los diferentes programas de mantenimientos, ejecución de proyectos el control que asegure la vida estimada de los recubrimientos aplicados.

En la actualidad, todo trabajo de mantenimiento o proyecto nuevo de aplicación de recubrimientos se detalla en un documento llamado especificación de construcción. Una especificación de recubrimientos se describe para que el Aplicador sepa que hacer y donde hacerlo, pero no le dice cómo hacerlo. En el capítulo 3, describiremos los objetivos, componentes y lineamientos para elaborar una especificación.

En el capítulo 4, se describe cómo se realiza el control de calidad y las etapas que comprende. El proceso de control de calidad se inicia mucho antes de la aplicación misma de los recubrimientos. La primera etapa se inicia en conocer el lugar donde se realizará el mantenimiento o los trabajos del proyecto nuevo y evaluar la superficie propiamente dicha a aplicar el recubrimiento y el medio al que estará expuesto o servicio que brindará. Las siguientes etapas se realizan antes y después de la preparación de la superficie y de la misma manera antes, durante y después de la aplicación del recubrimiento.

Sin una adecuada preparación de la superficie, la protección otorgada por los recubrimientos se verá significativamente disminuida. Las principales funciones de la preparación de superficie son: retirar los contaminantes de la superficie que evitan una buena adherencia, y prevenir el deterioro prematuro del recubrimiento y del substrato; dar textura a la superficie para proporcionar área adicional para que se fije el recubrimiento base que servirá de pilar al sistema de recubrimientos.

Asimismo, detallaremos los controles que se realizan en el proceso de la aplicación de recubrimientos y posteriormente a ella.

En el siguiente capítulo trataremos los diferentes sistemas de recubrimientos recomendados en la industria del petróleo, su vida estimada y evaluación económica.

Hoy en día, todo proyecto nuevo o de mantenimiento se realiza evaluando el costo beneficio, dicha evaluación lo trataremos con el fin de conocer la performance de los sistemas de recubrimientos recomendados.

Como parte de la evaluación a futuro de los sistemas de recubrimientos aplicados trataremos las fallas de los recubrimientos.

Y por último describiré en el capítulo 7, el contenido de una hoja técnica del producto y su hoja de seguridad de materiales (MSDS).

2. INTRODUCCIÓN

El presente informe se realiza con el fin de dar a conocer el control de calidad de los recubrimientos líquidos como un medio de protección contra la corrosión. Hoy en día, en todo tipo de industria, un Ingeniero debe conocer la información mínima acerca de los recubrimientos líquidos, dado que es la forma de optimizar los recursos para la protección contra la corrosión, sea para proyectos nuevos y/o programas de mantenimiento.

Un Ingeniero de proyectos, operaciones, y de mantenimiento, deben conocer la información relacionada al uso de recubrimientos. El primero, porque generalmente es encargado de preparar la documentación de mejoras en la planta o proyectos de unidades nuevas; el segundo, porque es generalmente parte del equipo de recepción de equipos involucrados en el mantenimiento o proyectos nuevos; y el tercero, realiza programas de mantenimiento predictivo y preventivo. Por esta razón, este informe servirá de herramienta para aquellos que realicen una labor de elaboración de proyectos, inspección y control de calidad.

Aquellos que elaboren proyectos deberán tener un conocimiento básico de lo que es una especificación de recubrimientos, ya que serán los encargados de preparar este documento, y la buena elaboración involucra que los trabajos no se retrasen y se alcance la calidad en las estructuras a proteger. Una especificación de aplicación de recubrimientos, proporciona a los participantes de un proyecto nuevo o de mantenimiento, una descripción detallada de los requerimientos técnicos para cumplir con las necesidades del propietario ó usuario.

El personal de operaciones encargado de entregar y recibir las unidades nuevas o de mantenimiento, deberán tener un conocimiento de lo que son los controles de calidad, para verificar sí existe consistencia con la documentación entregada y la que se toma en campo durante la recepción. Este informe en su capítulo 4 presenta los parámetros de control de calidad en la aplicación de recubrimientos.

Asimismo, el personal de mantenimiento deberá de conocer tanto lo que es una especificación y el control de calidad, dado que ellos ejecutan los programas de mantenimiento, y a su vez tienen personal encargado de inspeccionar los trabajos, y a su vez deberán conocer los controles de calidad mínimos involucrados en la aplicación de recubrimientos.

Este informe solamente esta referido a recubrimientos líquidos, pero hoy en día, existen recubrimientos en polvo, cintas de polietileno y termocontraíbles. Los recubrimientos en polvo, se aplican en taller a tuberías que son previamente preparadas y calentadas hasta 220°C y luego aplicado el recubrimiento en polvo, el cual se adhiere y forma película por fusión. Las cintas de polietileno pueden ser colocadas in situ, porque se adecuan para zonas de resanes o uniones soldadas de tuberías. De igual modo, las cintas termocontraíbles, que se presentan de tamaño definido en forma de parche y mediante calor se adhieren a la superficie de acero. Este tipo de recubrimientos no serán tratados en este informe.

Los recubrimientos líquidos son aquellos que pueden ser envasados en recipientes de plástico y de metal, en presentaciones de un galón ó 5 galones, pueden ser de uno, dos ó tres componentes. Estos, toman nombre por el tipo de resina, y los más usados en la industria son alquídicos, epóxicos, ricos en zinc, poliuretanos y siloxanos.

En este informe también se describirá acerca de los sistemas de recubrimientos más usados en la industria del petróleo y gas. Asimismo, las fallas y los lineamientos para su prevención. Y terminaremos, describiendo lo que es una hoja técnica de recubrimientos y su hoja de seguridad (MSDS).

CAPITULO 3

LA ESPECIFICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS.

3.1 Aspectos Previos

3.1.1 Definiciones.

Hoy en día se definen los siguientes términos:

Pintura: material líquido formador de una película sólida diseñado para decorar una superficie a través del uso del color; y generalmente es aplicado en un medio no agresivo. Estos pueden ser pinturas de látex, base al aceite y alquídicos.

Recubrimientos: material líquido o no líquido formador de una película capaz de proteger un sustrato en un ambiente agresivo de su deterioro por un período de tiempo. También se les conoce como recubrimientos protectores.

Revestimientos: material formador de una película sólida que es aplicado a un sustrato para servicio en inmersión, cuya finalidad es protegerlo y asimismo proteger el producto a almacenar de la contaminación.

Por ello a partir de ahora usaremos el termino Recubrimiento por Recubrimiento líquido. Empezaremos definiendo que es un *Recubrimiento*, es una mezcla líquida formado por un aglutinante, pigmento y solvente; capaz de formar una película sólida sobre un sustrato con el fin de protegerlo contra la corrosión.

3.1.2 Componentes de los Recubrimientos

Generalmente son dos sus componentes: vehículo no volátil, formado por el aglutinante ó resina, y el pigmento. Y el vehículo volátil comúnmente conocido como solvente.

Aglutinante: llamado también resina, es el formador de la película en el recubrimiento. Entre sus propiedades más importantes tenemos:

- Otorga el nombre al recubrimiento.
- Otorga el mecanismo y tiempo de curado.
- Desempeño en diferentes ambientes.
- Desempeño en diferentes sustratos.
- Compatibilidad con otros recubrimientos.
- Flexibilidad y resistencia mecánica.
- Adherencia

- Facilidad de aplicación.

Pigmento: Es la porción sólida y más pesada del recubrimiento. Pueden brindar las siguientes características:

- Opacidad o poder cubriente.
- Color.
- Resistencia a la corrosión.
- Nivel de brillo.

Solvente: A base de compuestos orgánicos capaces de disolver aglutinantes sólidos y reducir la viscosidad del recubrimiento para facilitar la aplicación de este último.

3.1.3 Sistema de recubrimientos y su mecanismo de control.

3.1.3.1 Sistema de recubrimientos.

Está formado por dos o más capas:

Imprimante o capa base, es la capa que proporciona protección anticorrosiva al sistema y adherencia al sustrato.

Capa intermedia, confiere el espesor de película al sistema (capa barrera), enlace entre el imprimante y acabado, y aumenta la propiedad mecánica y de resistencia química.

Acabado, provee retención de color y brillo, resistencia química, y a la abrasión e impacto.

3.1.3.2 Mecanismos de Control

Protección barrera, los recubrimientos proporcionan a los metales protección contra la corrosión al formar una barrera entre el metal y el electrolito para separarlos eléctricamente uno del otro. Esto se lleva a cabo ofreciendo un espesor de película seca adecuado al sistema de recubrimientos para el servicio que va a estar sometido.

Protección por inhibición, los recubrimientos que contienen pigmentos inhibidores forman compuestos que inhiben de la corrosión. Entre ellos tenemos, el plomo, cromo y cromatos, que por restricciones de salud y medioambientales ya no se usan. En la actualidad, el fosfato de zinc es el pigmento inhibidor más usado.

Protección catódica, los recubrimientos ricos en zinc poseen una alta carga de finas partículas de zinc que proporcionan protección galvánica a la superficie del acero. Estas partículas actúan como ánodos al

corroerse preferentemente para convertir las áreas anódicas del acero en áreas catódicas. Para lograr esto de manera efectiva, la carga de zinc debe ser suficientemente alta como para que las partículas de zinc entren en contacto eléctrico unas con otras y con el acero.

3.2 Alcances de la Especificación de Recubrimientos

En este capítulo trataremos acerca de los diversos aspectos de la preparación y del uso de las especificaciones para los trabajos de aplicación de recubrimientos.

En este capítulo, describiremos lo siguiente:

- Objetivos de las especificaciones
- Componentes de las especificaciones
- Lineamientos generales para la preparación de las especificaciones

3.3 Especificaciones para Proyectos de Aplicación de Recubrimientos

3.3.1 Objetivos de las especificaciones

Una especificación es un documento legal preparado por un representante del propietario ó usuario, para proporcionar a los participantes de la licitación una descripción de los requerimientos técnicos necesarios para cumplir con las necesidades del propietario. Debe ser claro y completo para minimizar los malentendidos y disputas y ayudar a resolverlos en caso de que sucedan. Por ello es mejor en términos de costo-beneficio el contar con un redactor de especificaciones experimentado con todas las habilidades necesarias.

Entre los objetivos importantes que tienen las especificaciones están:

- Hacer comprender completamente los requerimientos del proyecto para cumplir con los deseos del propietario, por ejemplo, el pintado de áreas específicas, materiales a ser usados, uso de estándares apropiados, etc.
- Indicar los límites de un trabajo aceptable, en términos claros y concisos.
- Documentar los requerimientos de modo tal que cualquier participante del proyecto pueda comprender e interpretar el documento correctamente.

Una especificación es un documento práctico por el cual el propietario y el Ing. Especificador se comunican efectivamente con el contratista o un superintendente del fabricante sobre precisamente qué sistema de recubrimiento se requiere.

El especificador debe considerar las dificultades que el contratista podría encontrar al tratar de cumplir los requerimientos de las especificaciones. Por ejemplo, para los especificadores es una práctica común exigir un estándar único para la limpieza con chorro abrasivo (por ejemplo: Limpieza por chorro abrasivo cercano al metal blanco similar a las normas SSPC-SP 10/NACE N° 2, de la Sociedad de recubrimientos Protectores y Nace respectivamente) para estructuras de acero complejas. Sin embargo, podría haber áreas inaccesibles (como ángulos opuestos o tubos atornillados a soportes) u otros sustratos (como acero galvanizado) que hicieran imposible cumplir con los requerimientos de las especificaciones. Un especificador hábil puede señalar qué problemas podría encontrarse en un trabajo.

Unas especificaciones de recubrimiento completas deben proporcionar los siguientes tipos de información:

- Materiales, equipo y servicios a ser suministrados por el contratista y por el propietario.
- Qué elementos deben ser repintadas y cuales no.
- Los proveedores del material, así como los métodos de entrega y de almacenamiento.
- Sistemas de recubrimiento a ser usados en diferentes áreas
- Todos los requisitos de preparación de la superficie (tales como los grados de limpieza y de rugosidad).
- Requisitos para la aplicación del recubrimiento
- Requisitos para el curado y el secado.
- Requisitos acerca de las condiciones ambientales para las diferentes fases del trabajo.
- Todos los requisitos para la inspección y los métodos de prueba

3.3.2 Formatos para las especificaciones del recubrimiento

Muchos formatos diferentes pueden ser usados para preparar las especificaciones de los trabajos de recubrimiento, pero el formato debe ser usado consistentemente a lo largo del tiempo. Esto ayudará a evitar duplicaciones y omisiones y facilitar encontrar secciones específicas.

Un formato que es ampliamente usado y que está bien diseñado, es el del Instituto de Especificaciones para la Construcción (CSI). La Sociedad de Recubrimientos Protectores de los Estados Unidos ha adaptado el formato CSI con modificaciones menores apropiadas para los trabajos de recubrimiento.

Todos los formatos sistemáticos están subdivididos en secciones específicas con fines de mayor claridad. Este formato CSI posee tres secciones principales: Generalidades, Productos y Ejecución. Cada una de ellas será descrita con cierto grado de detalle.

3.3.2.1 Sección de Generalidades de las Especificaciones

La sección dedicada a las generalidades incluye normalmente los siguientes componentes (no todos son requeridos, se recomienda de acuerdo al proyecto específico). Por ejemplo, se puede presentar así:

1. *Generalidades*
 - 1.1 *Alcances*
 - 1.2 *Referencias*
 - 1.3 *Definiciones*
 - 1.4 *Presentaciones*
 - 1.5 *Aseguramiento de la Calidad*
 - 1.6 *Entrega, Almacenamiento y Manipulación*
 - 1.7 *Condiciones del Proyecto y del Lugar de Trabajo*
 - 1.8 *Etapas y Cronograma*
 - 1.9 *Cumplimiento de Normas de Seguridad y Medioambientales*
 - 1.10 *Garantías*
 - 1.11 *Mantenimiento (opcional)*

Alcances del Trabajo

Los alcances proporcionan a los posibles participantes en el concurso, una descripción panorámica de lo que está incluido (y de lo que no lo está) en las especificaciones. Describe dónde y cómo usar las especificaciones. Por ejemplo, podría identificar diferentes tipos de repintado (o sea, retiro completo y repintado o retoques) o definir el tipo de estructura (tanques, hornos, torres de transmisión eléctrica, etc.)

Los alcances del trabajo también describen la amplitud de la obra pero no definen los requerimientos específicos que están ubicados en otras secciones de las especificaciones. La mayoría de las estructuras en grandes instalaciones poseen identificaciones (por ejemplo, unidades de procesamiento o número de pabellón). Las descripciones del equipo y de ubicación deben ser coherentes, es decir, el redactor de las especificaciones debe usar los mismos términos descriptivos usados en las instalaciones. La información exacta es esencial en la etapa de la licitación, de modo que los contratistas estén conscientes de lo requerido por un proyecto determinado, y así podrá plantear una propuesta más precisa.

Un ejemplo de un señalamiento general de especificaciones en la sección de alcances sería como sigue:

1.0 Alcances

1.1 Estas especificaciones cubren los requerimientos para proporcionar todos los materiales, mano de obra, equipos y herramientas, para la preparación de la superficie, la aplicación y los trabajos de inspección, para el recubrimiento de los exteriores de los Tanques de Almacenamiento 1A y 1B de crudo de la refinería La Pampilla.

La sección de Alcances de las especificaciones también proporciona una descripción de la ubicación del proyecto. Siempre es útil contar con un plano o mapa que muestre la ubicación precisa del proyecto.

Un ejemplo de descripción de la ubicación de un proyecto es:

Contrato N° 89-011-N96-MTC para el repintado del puente San Francisco ubicado en la provincia de Huanta, Ayacucho.

Los Alcances también podrían definir el trabajo específico que será efectuado (por ejemplo, pintar todo el acero estructural en el Área 3, Hangar 2, interiores y exteriores, etc.).

Referencias

La sección de referencias expone todas las especificaciones, estándares, gráficos o documentos referidos en el cuerpo de las especificaciones, incluyendo el título, la fecha, la fuente, la sección, etc. En esta sección no se debe indicar referencias que no estén en el cuerpo de las especificaciones y no se debe incluir referencias alternativas, a menos que haya razones para ello.

Algunos redactores de especificaciones hacen referencia a la "última versión" de las especificaciones o de los estándares a fin de reducir la necesidad de la modificación de sus documentos cuando son cambiados. Sin embargo, esta práctica no debería ser usada ya que el contratista debe contar con criterios escritos específicos que debe seguir.

Definiciones

La sección de definiciones debe contener las definiciones de los términos cuyo significado no es universalmente comprendido.

Los ejemplos típicos de dichas definiciones son:

Franjeado (stripe coat): Un recubrimiento de pintura aplicada únicamente a los bordes o a las soldaduras en las estructuras de acero antes o después de que se aplique una capa completa a la superficie de acero.

Representante del propietario: De cuando en cuando, cualquier persona designada por escrito por el propietario, puede desempeñarse con la autoridad de tomar decisiones técnicas en su nombre.

Presentaciones

La sección de presentaciones señala todos los documentos a ser suministrados por el contratista antes, durante o después de la ejecución del proyecto. Estos asuntos son requeridos normalmente para ayudar al propietario a evaluar la calidad de las propuestas, para proporcionar la seguridad de que el contratista haya evaluado correctamente el trabajo, o para completar un paquete de documentación que muestre cómo el trabajo se ha terminado.

Algunos ejemplos de presentación podrían ser:

- *Manual de calidad del contratista y los procedimientos del contratista*
- *Plan de seguridad del contratista*
- *Pruebas de la capacitación y de la calificación de los trabajadores*
- *Informes financieros de años previos (que muestre la estabilidad de la empresa)*
- *Plan de control de la calidad*
- *Muestrario de los recubrimientos a ser usados.*

Aseguramiento de la Calidad

Pre-requisitos, estándares, limitaciones y criterios que establezcan un nivel general de calidad para los productos y el trabajo. Los sistemas formales de calidad, como el ISO 9000, pueden incluir muchos pasos formales, incluyendo un plan de calidad específico que defina todos los pasos del proyecto, junto con las actividades de inspección relacionadas con cada uno de los pasos. Adicionalmente, el propietario tiene la capacidad de evaluar muchos aspectos del enfoque del contratista y su actitud en relación con la calidad.

Esta sección deberá requerir la celebración de una reunión previa al trabajo para darles al propietario y al contratista la oportunidad de revisar todos los requerimientos de las especificaciones. Esta reunión es particularmente útil para discutir temas tales como (1) los métodos de trabajo del aplicador, (2) procedimientos de prueba y criterios para la inspección y (3) las facultades y responsabilidades de las diferentes personas involucradas en el proyecto. Esta sección también debe indicar qué personal debe asistir a la reunión y dónde y cuándo debe llevarse a cabo esta, así como una visita al lugar de trabajo.

Entrega, Almacenamiento y Manipulación

La sección de Entrega, Almacenamiento y Manipulación incluye los requerimientos especiales para el empaque y embarque, aceptación en el sitio, almacenamiento y protección, así como otras medidas para prevenir daños a los materiales durante su manipulación o su almacenamiento.

Condiciones del Proyecto y del Lugar de Trabajo

La sección de Condiciones del Proyecto y del Lugar de Trabajo describe las condiciones prevalecientes en la zona de trabajo que podrían afectar la ejecución de la obra. Esta sección, también describe los lugares en los que el contratista puede colocar equipos, camiones, comedores, baños, etc., y proporciona detalles acerca del uso del local y de las obligaciones relativas al retiro de desmonte. Dentro de esta sección de las especificaciones se señala los requerimientos acerca del retiro de cualquier desmonte producido durante el trabajo. Las especificaciones generalmente nombran a la parte responsable y sus obligaciones contractuales para mantener el lugar de trabajo limpio y sin obstáculos, así como para el retiro de las instalaciones temporales al finalizar el proyecto.

Esta sección también define si otros contratistas o los empleados del propietario estarán o no presentes en el lugar de trabajo (es decir, si el contratista del pintado tendrá o no derecho a ocupar de manera exclusiva el lugar de trabajo). Identifica otras actividades y las coordinaciones requeridas para el proyecto. Asimismo, el contratista es informado acerca de si deberá proporcionar instalaciones sanitarias temporales para los trabajadores. Se puede establecer estipulaciones para restringir el uso de vehículos personales en el lugar de trabajo, o para establecer límites al tráfico así como caminos o rutas. Finalmente, se puede estipular normas para el registro y pases de seguridad para vehículos en el lugar.

Durante el curso del presente proyecto, otros contratistas estarán comprometidos en operaciones al interior de los límites del proyecto y sus áreas adyacentes. El contratista debe cooperar en la medida necesaria para concluir satisfactoriamente todo trabajo esencial para la operación de las instalaciones.

La comodidad y la seguridad del público son de importancia primordial para el propietario. El propietario se reserva el derecho de alterar o reajustar la cantidad de puntos de trabajo a ser efectuados en el área.

Cuando se produzca conflictos inevitables entre operaciones del trabajo de recubrimientos, el ingeniero especificador será la autoridad única y final para decidir las prioridades relacionadas con el cronograma y el trabajo que se debe cumplir. La decisión del ingeniero especificador debe ser final y obligatoria para todas las personas involucradas y el trabajo se debe efectuar de la manera indicada sin costos adicionales para el propietario por la alteración y del reajuste del cronograma y de las cantidades de trabajo.

Los requerimientos para la protección de las propiedades circundantes e instalaciones están incluidos en esta sección de las especificaciones. Esto incluye la contención de los desechos de recubrimientos y de los abrasivos, así como la prevención de las salpicaduras debidas al exceso de rociado durante la aplicación de recubrimientos. La remoción de recubrimientos a base de plomo a menudo requiere contención especial, y a veces requiere monitoreo del aire tanto en el lugar de trabajo como en las propiedades circundantes y la eliminación de desechos.

Si el contratista debe suministrar ventilación y equipo de iluminación, ello se indicará en esta sección de las especificaciones.

Etapas y Cronogramas

La sección de Etapas y Cronograma indica los requerimientos para la coordinación del trabajo que debe ser efectuado en una secuencia determinada o al mismo tiempo que otros trabajos. Las horas normales de trabajo, los turnos, y las horas extras deben ser especificados de modo que el contratista pueda asignar personal y equipo en el tiempo asignado. Asimismo, las fechas de inicio y de finalización son generalmente especificadas en esta sección. En esta sección, también se indica un cronograma detallado de trabajo para el propietario con las mejores fechas para la terminación del trabajo. Si el contratista es llamado a presentar el uso detallado de personal y de equipo, con los requisitos de la construcción para mantener el cronograma, por ello, este requerimiento también debe incluirse.

Normas de Seguridad y Medioambientales

Los requerimientos de seguridad específicos que el contratista debe cumplir, deben estar indicados en esta sección. Es parte de la responsabilidad del redactor de las especificaciones y del propietario alertar al contratista respecto de peligros específicos y de las normas de las que el contratista podría no estar consciente.

Dependiendo de la minuciosidad de las especificaciones, los requisitos locales, regionales y nacionales podrían o no estar específicamente detallados en las especificaciones para el trabajo de aplicación de recubrimientos. A menudo se emplean cláusulas de propósito general de las especificaciones para requerir el cumplimiento con "todas las normas aplicables". Sin embargo, el contratista debe estar al tanto de todas las normas regulatorias locales de seguridad y cumplir con ellas durante la ejecución de los trabajos.

El contratista debe preparar el plan para el cumplimiento de todas las normas legales sobre seguridad y medio ambiente.

Para el cumplimiento de las normas ambientales se debe incluir estipulaciones para prevenir la contaminación del suelo, del aire y del agua en el área inmediatamente cercana al proyecto. Se deberá tomar medidas de control ambiental para evitar fugas de contaminantes que pudieran eventualmente alcanzar el suelo, el aire y las fuentes de agua. Esto podría incluir estipulaciones para asegurar que los sistemas de contención y los controles ambientales funcionen adecuadamente. Los sistemas de contención pueden estar monitoreados tanto visualmente como mediante instrumentos diseñados para medir los movimientos del aire. También puede ser necesario establecer regulaciones para el monitoreo del aire ambiental para verificar el cumplimiento de las normas legales locales, regionales y nacionales.

Un ejemplo de una cláusula de especificaciones que trata de cumplimiento de normas ambientales podría ser la siguiente:

El contratista deberá asegurarse de que todas las operaciones relacionadas con la manipulación, carga y transporte de materiales peligrosos y regulados se encuentren de conformidad con las normas locales.

Garantías

La sección de Garantías describe garantías extendidas u obligaciones que cubren la conformidad y el desempeño del trabajo.

El propietario podría requerir una inspección del sistema de recubrimientos aplicado inmediatamente antes del primer año siguiente a la aceptación formal del trabajo. Durante esta inspección, el contratista, el propietario, la agencia de inspecciones y el ingeniero (u otro grupo especificado) deben estar presentes. Se inspecciona las condiciones del recubrimiento y cualquier defecto (por ejemplo, ampollas, grietas, corrosión, etc.) que se encuentre; el cual deberá ser reparado por el contratista sin costo alguno para el propietario, tal como se indica claramente en las especificaciones. En algunos casos, unas garantías más complejas pueden cubrir varios años y definen posteriores inspecciones, a menudo en intervalos de un año.

Un ejemplo de una cláusula de las especificaciones que señala la inspección del primer año, es el siguiente:

Inspección del Primer Año

Descripción

(a) La estructura será inspeccionada poco antes de cumplirse el año posterior a la terminación del trabajo de pintado aceptado por el propietario. El propósito de la inspección en el primer año es el de determinar si algún defecto del recubrimiento requiere reparación. El propietario deberá establecer la fecha de la inspección y notificará al contratista no menos de treinta días (30) antes de la inspección.

(b) La inspección deberá ser efectuada por representantes del propietario y del contratista.

Informe de la Inspección del Primer Año

(a) Dentro de un mes después de la inspección del primer año, el contratista deberá preparar y entregar al propietario un informe de la inspección detallando los resultados de ésta. El informe deberá indicar el número y el tipo de las fallas observadas y el porcentaje del área de la superficie en las que ocurren las fallas, y se incluirá fotografías a color para detallar cada tipo de defecto observado.

Mantenimiento

La sección de Mantenimiento debe contener todas las estipulaciones (si las hubiera) acerca de los servicios de mantenimiento. A menos que las especificaciones estén diseñadas para un contrato de responsabilidad individual, los servicios de mantenimiento son poco usuales en el campo de los contratos de aplicación de recubrimientos. Si son requeridos, los servicios periódicos de mantenimiento probablemente incluirán puntos tales como:

Reparación de áreas con daños mecánicos causados a los recubrimientos.

Limpieza de superficies sucias y aplicación de un acabado estético para mantener la apariencia.

Preparación y pintado de áreas de difícil acceso una vez que éstas se vuelven accesibles.

3.3.2.2 Sección de Productos de las Especificaciones

La segunda sección principal del formato de especificación del Instituto de Especificaciones para la Construcción, incluye lo siguiente:

2. Productos

2.1 Fabricantes (nombres, capacidades, etc.)

2.2 Materiales (abrasivos, limpiadores, recubrimientos, adelgazantes o "thinners", etc.)

2.3 Equipos (tipos, tamaños, capacidades, etc.)

Fabricantes de Recubrimientos

En la sección de Fabricantes se debe indicar los nombres de los fabricantes con la capacidad o la aprobación para suministrar los recubrimientos especificados en este documento. Las aprobaciones están usualmente basadas en historias de casos o pruebas de laboratorio de productos. Ocasionalmente, como cuando se debe pintar barcos en un determinado puerto, el fabricante debe ser capaz de suministrar las cantidades requeridas de los productos especificados en un lugar determinado, a menudo con un breve aviso.

Materiales

La sección de Materiales identifica los materiales a ser usados en el proyecto, incluyendo abrasivo, recubrimientos, "thinner", etc. La especificación podrá seleccionar el sistema de recubrimientos de forma genérica o con nombres propios, ó hacer referencia a normas ó estándares. Por ejemplo:

Sistema Genérico:

1ra Capa: Recubrimiento rico en zinc a 3 mils de espesor seco.

2da Capa: Recubrimiento epóxico de 80% de sólidos a 5 mils de espesor seco.

3ra. Capa Recubrimiento poliuretano alifático a 2 mils de espesor seco.

Sistema con nombres propios:

1ra Capa: Amercoat 68HS, Ameron a 3 mils de espesor seco.

2da Capa: Amerlock 400, Ameron a 5 mils de espesor seco.

3ra. Capa Amercoat 450HS, Ameron a 2 mils de espesor seco.

Sistema basado en estándares:

1ra Capa: Recubrimiento que cumpla el estándar SSPC – Paint 20.

2da Capa: Recubrimiento epóxico que cumpla el estándar SSPC – PAINT 22.

3ra. Capa Recubrimiento poliuretánico que cumpla el estándar SSPC – PAINT 22.

Las especificaciones también pueden proporcionar información para cada capa (imprimante, capa intermedia y acabado) de cada sistema de recubrimientos. Los límites de componentes orgánicos volátiles (COV) también pueden ser referidos, si resulta aplicable. En lugar de especificar productos determinados, se puede indicar criterios tales como la viscosidad, la densidad (peso por litro o galón), volumen de sólidos, descripciones genéricas y otras propiedades.

Equipos

Esta sección proporciona información en la que se describe la función, la operación u otros requerimientos específicos del equipo que va ser usado. El equipo debe estar correctamente mantenido y capaz de desempeñar el trabajo. El redactor de las especificaciones debe indicar los requerimientos de manera que el contratista pueda cumplirlas rápidamente. Algunas especificaciones requieren que los contratistas suministren equipos de inspección para ser usado por el inspector del propietario.

El siguiente es un ejemplo de una cláusula de especificaciones para mano de obra y equipo:

El contratista deberá suministrar todos los materiales, abastecimientos, mano de obra y equipo necesarios para la preparación de la superficie y para la aplicación de pinturas o de materiales de recubrimientos protectores de manera segura con la apropiada manipulación y eliminación de todos los materiales de desecho.

3.3.2.3 Sección de Ejecución de las Especificaciones

La tercera sección más importante ("Ejecución") se presenta de la siguiente manera:

3. *Ejecución*
 - 3.1 *Evaluación de las Condiciones Ambientales*
 - 3.2 *Preparación General (encapsulamiento, contención)*
 - 3.3 *Preparación de la Superficie*
 - 3.4 *Aplicación*
 - 3.5 *Control de Calidad*
 - 3.6 *Limpieza del Lugar de Trabajo*

Evaluación de las Condiciones Ambientales

Esta sección describe la medición física de las condiciones ambientales para la aceptabilidad del tratamiento de la superficie o la aplicación del recubrimiento, incluyendo:

- Temperatura del aire
- Temperatura de la Superficie
- Punto de rocío/humedad
- Velocidad el viento
- Contaminantes (visibles y no visibles)

Otros requerimientos en esta sección pueden incluir puntos como:

- Examen físico de las partes para asegurarse de que estén limpias y libres de daños, que las soldaduras estén de acuerdo con lo especificado, que los bordes filosos hayan sido redondeados, etc.
- La conformación de que otros trabajos en la estructura (soldaduras, esmerilados, etc.) hayan sido terminados.

Preparación General

Indica los requerimientos para la preparación de las áreas y superficies circundantes (encapsulamiento, contención).

Preparación de la Superficie

La sección de Preparación de la Superficie contiene detalles relacionados con la preparación previa de la superficie (retiro de grasas, aceite, salpicaduras de soldaduras e irregularidades de la superficie) y el método de preparación de la superficie (por ejemplo, limpieza con herramientas manuales o motrices, limpieza con chorro abrasivo, etc.). El grado de limpieza requerido es especificado usando estándares industriales aceptados (por ejemplo, los de la Sociedad de Recubrimientos Protectores (SSPC) o de la Asociación Nacional de Ingenieros de

Corrosión (NACE). Otros requerimientos tales como la limpieza de la fuente de aire y de los materiales abrasivos, así como la instalación de cubiertas protectoras, también entran en las especificaciones. Los estándares técnicos acerca de la preparación de la superficie no tratan el asunto de la rugosidad (el patrón de anclaje), así que el especificador debe definir los requerimientos para el perfil de la superficie.

Aplicación

La sección de Aplicación describe todas las acciones, incluso los procedimientos especiales requeridos para aplicar satisfactoriamente los recubrimientos especificados a las superficies preparadas. Si las hojas técnicas de los productos suministrada por el fabricante no proporcionan detalles suficientes, debe incluirse los requerimientos para la mezcla de juegos completos de recubrimientos, tiempos de inducción, intervalos de repintado, franjeado, rangos aceptables de temperatura y de humedad, vida útil de la mezcla, limitación de vida en almacenamiento y adelgazamiento. También se debe especificar los rangos aceptables de espesor de la película seca. Los criterios de aceptación para la apariencia visual de la estructura ya recubierta, incluyendo las condiciones aceptables de frecuencia y distribución de corridas, goteos y chorreaduras también deben ser incluidos.

Esta sección de aplicación también podría detallar los equipos de aplicación aprobada o por el contrario, restringidos, para el lugar de trabajo. Por ejemplo, el uso de equipos de aplicación por rociado en el exterior de un tanque de almacenamiento de agua potable podría no estar permitido dada la existencia de edificaciones adyacentes, estacionamientos, etc.

Control de Calidad

Esta sección, define pruebas e inspecciones para el trabajo instalado o terminado, incluyendo aquellos que pueden ser requeridos por contratista o el proveedor del material (por ejemplo, proporcionar control de calidad en el campo, la supervisión o capacitación relacionada con el uso de sus productos). El propietario puede requerir que el contratista suministre inspección en el sitio durante el proyecto. En las especificaciones también se debe indicar si el propietario escoge proporcionar un inspector "de casa" o más bien contratar una inspección independiente para monitorear el trabajo de recubrimiento.

Se debe establecer en las especificaciones todos lo requerimientos de inspección, incluyendo los "puntos de detención" (detención del trabajo para permitir efectuar controles de calidad) u otras actividades que podrían afectar al cronograma del proyecto. Estos pueden incluir cualquiera de los siguientes puntos:

- Revisión de la preparación de la superficie (limpieza, existencia de sales solubles, perfil de la superficie)
- Pruebas de presión y de limpieza del aire comprimido
- Pruebas del tamaño y de la limpieza de los abrasivos
- Inspección, prueba y muestreo de los recubrimientos.

- Monitoreo de la mezcla de los recubrimientos.
- Monitoreo del tiempo de inducción y del tiempo de vida útil de la mezcla
- Monitoreo de técnicas de aplicación
- Inspección en busca de defectos visibles del recubrimiento
- Prueba de discontinuidad en el recubrimiento
- Medición de la adherencia del recubrimiento
- Prueba del curado completo del sistema de recubrimientos aplicado.

Las especificaciones deben asimismo definir los informes escritos diarios o semanales requeridos y establecer la persona responsable de su presentación, sea el contratista, una empresa de inspección o directamente el propietario. Las especificaciones deben asimismo indicar claramente que el propietario se reserva el derecho de rechazar los trabajos que no cumplan con los requerimientos (y posiblemente el de detener los trabajos faltantes) en cualquier momento.

Una advertencia de especificación de un estándar debe recordar al contratista que *“el proceso de inspección por parte del propietario, o la presencia de un inspector independiente, no releva de ninguna manera al contratista del deber de lograr el nivel especificado de calidad y de mano de obra”*.

Limpieza del Lugar de Trabajo

La sección de limpieza del lugar de trabajo describe los requerimientos para las acciones finales tendientes a preparar el trabajo ya terminado, para su funcionamiento o desempeño correctos.

3.4 Redacción de las Especificaciones

Esta sección proporciona un enfoque conveniente paso a paso (con ejemplos) para preparar especificaciones de pintado basadas en la información previamente presentada en esta unidad.

3.4.1 Lenguaje de las especificaciones

Se debe ser específico

Los tres factores más importantes en el desarrollo de buenas especificaciones para recubrimientos son minuciosidad, claridad y coherencia. El redactor de las especificaciones debe poseer un conocimiento de la gramática del idioma y la capacidad para usarla.

Existen muchas clases de especificaciones en el sector de las especificaciones. El Glosario de la Sociedad de Recubrimientos Protectores (SSPC) define las especificaciones para un trabajo como "un documento legal escrito que forma parte de un contrato que describe precisamente un aspecto del trabajo que debe ser efectuado". Nótese que las especificaciones para los recubrimientos definen los requerimientos para el producto terminado, en lugar de indicar cómo lograrlo.

Las palabras "que describen precisamente" son especialmente importantes porque los requerimientos nunca deben ser hechos de forma tan vaga que se presten a diversas interpretaciones. De este modo, la indicación de que "el trabajo debe ser ejecutado únicamente por aplicadores calificados", es vaga en su sentido e imposible de verificar. La siguiente redacción alternativa es mucho más específica y más fácilmente verificables:

Todo trabajo debe ser ejecutado por aplicadores con capacidad demostrada mediante su cumplimiento de los requerimientos de ASTM D 4228-99, Prácticas para la Calificación de Aplicadores de Recubrimientos en Superficies de Acero.

Se debe usar oraciones de un solo punto

Las oraciones no deben ser más largas de lo necesario para proporcionar la información pertinente y debe tratar un único asunto.

Por ejemplo, la afirmación "las superficies deben ser limpiadas mediante chorro al metal cercano al blanco similar a la norma SSPC-SP 10, usando abrasivos virutas desechables para obtener un perfil de anclaje de 2 a 4 mils", contiene dos requerimientos relacionados pero bastante diferentes, que podrían ser comprendidos mejor si se les tratara por separado:

1. Las superficies deben ser limpiadas mediante chorro abrasivo de acuerdo con la norma SSPC-SP 10/NACE N° 2, Limpieza con Chorro Cercano al Metal Blanco.
2. Los abrasivos para limpieza mediante chorro deben ser escoria desechable, suministrados por la empresa s.f. de Abrasivos.
3. El perfil de anclaje obtenido debe ser mayor de 2.0 mils y menor de 4.0 mils al ser medido de acuerdo con la norma ASTM D 4417, Método C.

La separación de requerimientos permite que todas las partes se concentren más claramente en cada idea. En este caso, el redactor de las especificaciones comprende la necesidad de referirse al método de medición cuando se efectúa una referencia a los "límites" del perfil de anclaje. El tercer requerimiento indica el método de medición del perfil de la superficie para minimizar las diferencias que pudieran surgir de diferentes métodos de medición.

Las palabras de acciones en las oraciones [verbos] deben ir al inicio de estas para una lectura más fácil. De este modo, es mejor decir "Se debe aplicar una capa de epoxi ... a la pared externa limpia del tanque, las tuberías y escaleras de acero..." en lugar de "A la pared externa limpia del tanque, las tuberías y escaleras de acero se les debe aplicar una capa de epoxi ..."

Significados específicos de los verbos debe, debería y poder

Las palabras "debe", "debería" y "puede" poseen significados particulares en las especificaciones:

- Debe: Requerimiento definido en las especificaciones y que es un requerimiento esencial, por ejemplo, "El aplicador debe cumplir con todas las normas estatales".
- Debería: Indica una preferencia o fuerte recomendación, por ejemplo, "El representante técnico del fabricante del recubrimiento debería ser invitado a asistir a todas las reuniones programadas en el sitio de trabajo.
- Puede: Se emplea cuando varias alternativas son aceptables, por ejemplo "El aplicador puede aplicar un chorro previo a las superficies de acero con un abrasivo desechable, asumiendo que la limpieza final con chorro se efectuará con granalla angular de acero".

El especificador puede escoger palabras específicas, asegurando que se proporcione sus definiciones en la sección General de las especificaciones:

- *"Chafinado" (feathering): Reducción del espesor de los bordes de la capa seca de pintura, como por ejemplo el borde de un área dañada, lijando o desbastando antes de pintar.*
- *Área pequeña: Cualquier área con menos de un pie cuadrado.*
- *Superficie húmeda: Cualquier área que se ha vuelto húmeda pero que no muestra agua en su superficie.*

Todas estas consideraciones deben tenerse en cuenta cuando uno elabora una especificación de recubrimientos para un proyecto nuevo o de mantenimiento cuyo único fin es conseguir que el trabajo a realizar se realice según lo propuesto.

En el anexo 1, mostramos como ejemplo una especificación de recubrimientos.

CAPITULO 4

CONTROL DE CALIDAD Y SUS ETAPAS DE CONTROL

4.1 Introducción a la Inspección y Control de Calidad

Es importante comprender los conceptos del aseguramiento de la calidad y del control de calidad.

El aseguramiento de la calidad es el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza al cliente de que una estructura, un sistema o un componente se desempeñarán satisfactoriamente en servicio.

El control de la calidad es la parte física del aseguramiento de calidad que se asegura de que los materiales, los métodos, la mano de obra y el producto final cumplan con lo requerido por la especificación.

Este capítulo describe cómo el inspector emplea los estándares, los métodos y el equipo de control de calidad para asegurar el cumplimiento de la especificación.

El inspector puede ser pagado por el propietario o por el contratista, pero debe trabajar con ambos para lograr que el trabajo se efectúe con éxito y sin problemas. El inspector debe tratar de anticiparse a los problemas antes de que estos aparezcan y resolverlos antes de que causen costosos retrasos y cambios de órdenes.

4.2 Responsabilidades del Inspector de Recubrimientos.

La principal responsabilidad del inspector de recubrimientos es la de verificar que los requerimientos de la especificación se hayan cumplido y detectar desviaciones y, bien resolverlas o informarlas al ingeniero a cargo. Así, el inspector deberá familiarizarse minuciosamente con la especificación y asegurarse de poder cumplir con sus responsabilidades. En la norma ASTM D 3276, se presenta una guía para los inspectores de estructuras de acero a repintar. Cualquier cambio a la especificación contractual surgido en las tareas de campo deberá ser efectuado con la autorización escrita del propietario o especificador.

Las responsabilidades del inspector incluyen:

- La inspección de los materiales, la preparación de las superficies, la aplicación del recubrimiento y el acabado final.
- La preparación de informes diarios detallando los datos arriba indicados.
- La verificación del cumplimiento de la especificación, mediante el control de listas de verificación.
- Las gestiones necesarias para resolver las deficiencias observadas.

Los informes diarios deben detallar el cumplimiento del trabajo en cada día, las condiciones climáticas, el estado de los equipos y materiales en el lugar de trabajo y la verificación de los requerimientos pertinentes para dicho día.

Es conveniente asimismo programar otra inspección antes de que el período de garantía expire (por lo general es un año, aunque podría ser mayor), en caso de que surgieran deficiencias no previstas en la garantía durante dicho período.

Etapas de Control o de Inspección

Puede establecerse detenciones del trabajo en momentos determinados para efectuar controles de calidad. Estos pueden incluir:

1. Inspección previa a la preparación de la superficie

- Terminación de la construcción o su modificación
- Disponibilidad del lugar de trabajo
- Limpieza abrasiva
- Tamaño apropiado, limpieza y operación adecuada del equipo de chorreado a presión de abrasivos ó “arenadora”.

2. Inspección posterior a la preparación de la superficie

- Limpieza de la superficie.
- Perfil de anclaje ó rugosidad de la superficie del acero
- Contenido de humedad del concreto
- Espesor del recubrimiento preexistente

3. Inspección previa al pintado

- Mezclado, dilución, color y filtrado de las pinturas.
- Viscosidad del material de recubrimiento
- Familiaridad con las instrucciones de aplicación suministradas por el fabricante.

4. Inspección de la aplicación del recubrimiento

- Tiempo de inducción del recubrimiento y su período de vida útil de la mezcla.

- Espesor de la película húmeda y seca
- Partes no recubiertas (discontinuidades)
- Defectos de adhesión y de curado

4.3 Monitoreo de las Condiciones Ambientales

4.3.1 Condiciones Generales

Se llama comúnmente condiciones ambientales a las temperaturas prevalecientes, la humedad del aire (porcentaje de humedad relativa) y la temperatura a la cual se condensa la humedad del aire en las superficies (punto de rocío). Si estas condiciones ambientales no están dentro del rango requerido por una especificación dada para el recubrimiento durante la preparación o la aplicación del recubrimiento, es probable que surjan problemas para conseguir una película protectora con una durabilidad de largo plazo.

Debido a la existencia de preocupaciones acerca de estos problemas, una especificación bien formulada debe prever el monitoreo de las condiciones ambientales, empleando instrumentos especializados y métodos de prueba antes del inicio del trabajo y periódicamente durante el mismo. La medición de estas condiciones es especialmente importante cuando las condiciones climáticas cambian durante el transcurso de un cambio de turno en el trabajo.

4.3.2 Defectos Comunes en los Recubrimientos Relacionados con Condiciones Ambientales Adversas

Algunos de los defectos más comunes que afectan a los recubrimientos relacionados con condiciones ambientales desfavorables son expuestos en los siguientes párrafos. La tendencia hacia la ocurrencia de dichos defectos está relacionada a menudo con cambios en el clima local después de iniciado el trabajo.

Bajas Temperaturas

Los efectos adversos de las temperaturas están comúnmente relacionados con el curado completo y apropiado de los recubrimientos dentro de un período razonable de tiempo.

- El curado lento de los recubrimientos. El curado lento permite la acumulación de suciedad acarreada por el viento, esporas de moho y otros contaminantes indeseables. Asimismo incrementará el tiempo durante el cual las superficies pintadas necesitarán permanecer aisladas del tráfico u otros trabajos de construcción para evitar daños o contaminación.
- Curado incompleto. Muchos recubrimientos, al látex, aplicados debajo de los 4°C no se consolidan para formar películas protectoras durables. Del mismo modo, los recubrimientos convertibles que curan mediante reacciones químicas de dos partes o por reacción con el oxígeno del aire tendrán un período de curado más largo y tal vez nunca curen completamente.

- Curado inapropiado. A bajas temperaturas, muchos recubrimientos temoconfigurados (como los de dos componentes) podrían curar por mecanismos distintos de los previstos por quien formula el producto.
- Nivelación incompleta. Las temperaturas bajas podrían reducir la viscosidad (fluidez) de un recubrimiento aplicado a una superficie de forma que no pueda fluir de manera adecuada (o sea, fluir en conjunto para formar una película uniforme). Cuando se emplea una brocha, el nivelado incompleto puede producir marcas de brocha en la película curada. Cuando se aplica aspersion, el nivelado incompleto puede producir una consistencia de "piel de naranja" (textura irregular debido a diferencias de espesor en distintas zonas de la película curada).

Hoy en día, los fabricantes de recubrimientos formulan productos cuyo rango de temperatura de aplicación es de -7 a 49°C para recubrimientos epóxicos y poliureas; y con tiempos de curado que pueden estar entre los 7 días para epóxicos y un día para las poliureas a 0°C.

Altas Temperaturas

Los efectos adversos de las altas temperaturas sobre los recubrimientos están usualmente relacionados con un secado acelerado o con una velocidad de curado demasiado rápidas:

- Reparación de óxidos, las temperaturas altas aceleran la corrosión del acero limpio.
- Curado acelerado de recubrimientos, en la mayoría de los recubrimientos que curan mediante una reacción química, sea entre dos componentes empacados por separado, sea con agua o con el oxígeno del aire. Estas reacciones químicas son aceleradas en temperaturas altas, causando un curado extra rápido del recubrimiento. Ello a menudo produce un significativo encogimiento, tensiones y otros efectos dañinos en el recubrimiento.
- Efectos de procesos exotérmicos, la reacción de componentes envasados por separado en recubrimientos que curan químicamente genera una elevación normal de temperatura, llamada fenómeno exotérmico. Este, en conjunción con una temperatura ambiental alta, podría acelerar la velocidad de curado, causando efectos dañinos en los recubrimientos. Asimismo, el suceso exotérmico junto con el calor imperante podría reducir la viscosidad significativamente como para dificultar la aplicación o el curado normales de un recubrimiento. A mayores cantidades de los componentes de la mezcla, mayor será el calor generado y sus efectos negativos.
- Tiempo de inducción reducido, el tiempo de inducción para un recubrimiento de dos componentes químicamente curado consiste en el tiempo requerido para producir una reacción exotérmica que causará que el curado químico del producto continúe hasta estar completo. En altas temperaturas, el tiempo de inducción puede verse reducido o anulado.

- Reducido tiempo de vida útil de la mezcla, la vida útil de la mezcla de un producto de dos componentes que cura químicamente, es el período entre la mezcla y la inducción (si esta se llegara a producir), durante el cual el producto puede ser aplicado con éxito. Si el tiempo de vida útil de la mezcla es excedido, el producto mezclado se hace demasiado viscoso (denso) como para una adecuada aplicación. Además de la temperatura ambiental, el efecto exotérmico de la reacción contribuirá a reducir el tiempo de vida útil de la mezcla.
- Ventana de repintado reducida, los productos de dos componentes que curan químicamente sólo pueden ser recubiertos (pintados por razones estéticas u otras razones) con éxito durante el limitado período especificado por el fabricante. Si ello se hace demasiado pronto o demasiado tarde, se producirán daños en la película protectora. La ventana de repintado se reduce significativamente en altas temperaturas, en términos de tiempo.
- Arrugamiento, en altas temperaturas, el recubrimiento alquídico u otros recubrimientos que secan al aceite y que curan por reacción con el oxígeno del aire podrían reaccionar rápidamente en la superficie del recubrimiento hasta formar una "película" que impedirá la entrada de oxígeno, deteniendo así el curado de las partes internas de la capa de la pintura. El encogimiento de dicha piel produce arrugas en la superficie, formando "montes" con material no curado por debajo.
- Discontinuidades y Agujeros (pinholes), cuando se recubre los recubrimientos ricos en zinc inorgánico, las temperaturas altas pueden causar que el aire atrapado en los poros del recubrimiento o los vapores de los solventes sean emitidos hacia la superficie de la pintura fresca. Esto producirá pequeños agujeros secos en las capas externas.
- Escape de gases del concreto, el aumento de la temperatura ambiental durante el recubrimiento del concreto desnudo provoca que el aire existente en sus poros suba a la superficie de la pintura fresca, produciendo agujeros y cráteres. El sellado del concreto reducirá su tendencia a emitir gases.

Baja Humedad

Los efectos dañinos de la baja humedad están usualmente asociados con cambios en la velocidad de curado de los recubrimientos:

- Curado incompleto de los recubrimientos de zinc inorgánico, los recubrimientos al solvente ricos en zinc inorgánico requieren humedad del aire para su curado. En días secos, podría ser incluso necesario rociar agua sobre estos recubrimientos para su completo curado.
- Curado de recubrimientos de poliuretano y poliúrea, los recubrimientos de un componente de poliuretano y poliúrea curan por reacción con la humedad del aire. A menos que la humedad esté sobre el 20%, los recubrimientos no curarán satisfactoriamente.

- Curado de recubrimientos al agua, en días cálidos y secos, los recubrimientos al agua podrían curarse tan rápido que no producirán películas durables.

Alta Humedad

- Óxido instantáneo (flash rusting), la humedad alta acelerará enormemente la corrosión (óxido instantáneo) del acero limpio. Es por ello, que se usan deshumecedores para reducir la humedad en lugares cerrados, como tanques de almacenamiento.
- Fuerza de adhesión reducida, la humedad condensada sobre superficies limpias, con o sin óxido, puede reducir la capacidad de adherencia de los recubrimientos a las superficies.
- Ampollamiento. El agua condensada sobre las superficies que están siendo revestidas puede causar la formación de ampollas en el recubrimiento.
- Curado inapropiado de los recubrimientos, si la humedad del ambiente está sobre el 80%, la humedad del aire reaccionará tan rápidamente con los recubrimientos de poliuretano y poliúrea monocompuestos (que curan con la humedad), estas reacciones compiten con las reacciones de curado, necesarias para la formación de la película protectora, y por ello, ésta no puede formarse. Debido a sus reacciones con la humedad, la exposición al aire de los recubrimientos de poliuretano y poliúrea sólo debe permitirse durante su aplicación.

Altos Puntos de Rocío

Es una regla común que la temperatura de la superficie debe estar por lo menos a 3°C por encima del punto de rocío y no caer, a fin de evitar la condensación de la humedad. Los efectos dañinos de la condensación de la humedad en las películas protectoras, se indicaron en el párrafo previo.

Vientos Fuertes

Los vientos fuertes (por encima de las 15 millas por hora) en los lugares de trabajo también tienen efectos dañinos en las operaciones de recubrimiento:

- Contaminación de superficies limpias: Los vientos suelen acarrear suciedades, polvo y otros restos y residuos sobre las superficies limpias. A menos que éstos sean retirados antes del pintado, esta contaminación reducirá la fuerza de adherencia de los recubrimientos aplicados sobre las superficies contaminadas.
- Contaminación de recubrimientos no curados: Los vientos pueden depositar suciedades, polvo y otros restos y residuos sobre el recubrimiento aun no curado. Esto produce una apariencia poco presentable a los acabados. Si un recubrimiento final va a ser aplicado sobre un recubrimiento contaminado, la

contaminación reducirá la fuerza de adherencia del recubrimiento externo al recubrimiento protector.

- Sobre-rociado: Los vientos fuertes dificultan el control del exceso de aspersión. El sobrerociado del recubrimiento puede ser llevado fuera del área de pintado, cayendo sobre automóviles u otros objetos.

La Medición de las Condiciones Ambientales

Humedad Relativa y Punto de Rocío

Los instrumentos que se emplean para medir el porcentaje de humedad relativa y el punto de rocío son llamados psicrómetros. Los tres tipos básicos de psicrómetros son:

- Psicrómetro giratorio. Un psicrómetro colgante tiene dos termómetros; el bulbo de uno de ellos tiene un saquillo empapado con agua. A medida que los dos termómetros se hacen girar en el aire, el agua del "termómetro de bulbo húmedo" se evapora, reduciendo su temperatura por debajo de la del termómetro de bulbo seco (véase Fig. 1). Se emplean tablas de la Oficina del Clima de los Estados Unidos para hallar la relación entre la diferencia de temperatura en ambos termómetros y la humedad relativa y el punto de rocío.



Fig. 1 Psicrómetro Giratorio Bacharach

- Psicrómetro a baterías. Opera bajo el mismo principio que el termómetro giratorio, pero se emplea un ventilador eléctrico para soplar aire entre los termómetros.
- Psicrómetro electrónico. Posee un sensor especial y es mucho más caro aunque fácil de usar (véase Fig. 2). Hay modelos que efectúan una medición constante y otros lo hacen de manera intermitente.



Fig. 2 Psicrómetro Digital

Velocidad del Viento

Los medidores de viento pueden ser usados para determinar si la velocidad del viento excede los requerimientos de la especificación durante la aplicación del recubrimiento. El medidor es colocado verticalmente en la corriente del viento y la velocidad es leída directamente de la escala. También hay medidores de viento digitales.

Temperatura de la Superficie

Aunque no se trata realmente de una condición ambiental, la temperatura de la superficie de los sustratos a ser pintados es una condición local importante que requiere una medición periódica para asegurar un buen desempeño del recubrimiento. La temperatura de la superficie a repintar debe ser 3°C mayor que el punto de rocío.

A continuación, los tres tipos básicos de instrumentos de medición de la temperatura de la superficie del sustrato:

- Termómetros diales. Los termómetros diales poseen resortes bimetálicos que se expanden cuando sube la temperatura, moviendo las agujas de la escala del indicador. Unos imanes en la parte posterior del termómetro lo mantienen fijo sobre superficies verticales (véase Fig. 3).

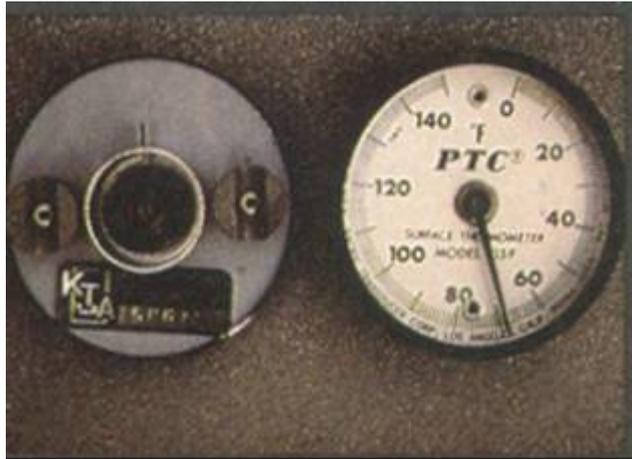


Fig. 3 Termómetro de superficie

- Termómetros digitales de contacto. Estos termómetros operan con baterías y emplean conexiones térmicas para medir la temperatura de las superficies. Este es el tipo más preciso de termómetro.
- Termómetros infrarrojos sin contacto. Los termómetros infrarrojos funcionan con baterías, y emplean la luz infrarroja reflejada desde la superficie para determinar la temperatura. Este instrumento es bueno también para medir la temperatura de recubrimientos mezclados, colocándolo en el costado de la lata de del recubrimiento. Algunos psicrómetros electrónicos también pueden medir la temperatura de las superficies.

Control de las Condiciones Ambientales

La manera más sencilla de adecuarse a los requerimientos de las condiciones ambientales, durante las operaciones de aplicación de recubrimiento, es realizar la preparación de superficie y aplicación del recubrimiento únicamente durante las horas del día en que se cumplen las condiciones establecidas en la especificación del servicio o las indicaciones del fabricante.

Asimismo, en muchos lugares durante el invierno, las condiciones ambientales sólo pueden ser alcanzadas en talleres o lugares cerrados con climatización controlada. En estos lugares, las operaciones de pintado en exteriores deben ser programadas para las épocas del año en las que las condiciones sean más apropiadas.

Las condiciones atmosféricas en los tanques y otros espacios cerrados pueden ser controladas fácilmente mediante calefacción o enfriamiento o bien por humedecimiento del aire o deshumedecimiento. La humedad de la atmósfera puede ser necesaria para curar por completo recubrimientos ricos en zinc inorgánico. El control de la temperatura y el punto de rocío podrían prevenir la corrosión de una superficie de acero a la que se ha sometido al chorreado con abrasivos, casi indefinidamente.

El control del viento, así como de la temperatura y de la humedad relativa y el punto de rocío, para el caso de superficies en exteriores, puede ser hecho usando alguna clase de contención para aislar el área a trabajar.

4.4 La Inspección Previa a la Preparación de la Superficie

Aspectos Generales

Antes de empezar la preparación de una superficie para su recubrimiento, toda construcción o modificación de los elementos a ser pintados debe haber sido completada. Esto incluye el lijado de soldaduras y bordes agudos y el llenado de picaduras (véase Fig. 4 y 5).

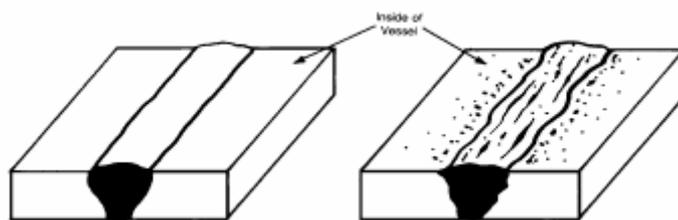


Fig. 4 Inspección de imperfecciones metálicas



Fig. 5 Eliminación de imperfecciones

El lugar de trabajo debe ser inspeccionado para dejar todo listo (todo el equipo debe estar presente y el acceso del trabajo para su inspección debe estar despejado). Esto incluye los aspectos de seguridad tales como escaleras y andamios, energía y control del tráfico, de modo que el inspector pueda efectuar su trabajo con seguridad. Si los recubrimientos con contenido de plomo u otros materiales tóxicos van a ser manipulados, el inspector debe revisar cualquier plan ya aprobado e implementar las prácticas apropiadas, el equipo de protección y los controles administrativos necesarios para limitar sus riesgos de seguridad.

Abrasivos

Todos los nuevos abrasivos minerales y de escoria deben ser inspeccionados para verificar sus propiedades físicas y químicas según la norma SSPC-AB 1. La limpieza de los abrasivos de material ferroso reciclado debe ser revisada de acuerdo a la norma SSPC-AB 2.

Equipo de Limpieza por Chorro

Todos los compresores y equipos para el chorreado a presión y mangueras deben ser revisados para comprobar su tamaño, limpieza, funcionamiento y seguridad (véase Fig. 6).



Fig. 6 Equipos para el "Arenado"

Estas revisiones deben ser efectuadas antes del inicio de la limpieza con chorro abrasivo y a partir este, en forma periódica, en especial, después de un cambio de abrasivo.

Las mangueras de aire y de conducción del material abrasivo deben ser revisadas en busca de daños o dobleces, y para verificar que sean de la longitud y del diámetro requerido para reducir las pérdidas por fricción o de presión de aire. La manguera de chorreado debe tener un mecanismo que permita conectarla a tierra o bien tener cualidades de disipación de la estática. Las conexiones deben ser de tipo externo, bien aseguradas y aisladas.

Las boquillas de chorreado "arenado" deben ser de tipo venturi, con una fuga de calor, para una limpieza más rápida y uniforme. Se debe usar un medidor de orificios para verificar las dimensiones de la boquilla (mm [pulgadas]) y el flujo de

aire (litros /min. a 7 MPa [cfm a 100 psi g]) (véase Fig. 7). Este instrumento es insertado en la parte posterior de la boquilla y tiene un rango de medición de 6 a 16 mm [1/4 a 5/8 de pulgadas] y un rango de flujo de aire de 2 290 a 15 520 litros/min [81 a 548 cfm]. Las boquillas deben ser descartadas después que el uso las haga aumentar de tamaño en un rango (por ejemplo, 1/16 de pulgada es la diferencia entre una boquilla #6 y una #7).



Fig. 7 Boquilla de "Arenado"

Todas las boquillas deben tener un control de pulsado, para que se corte automáticamente el flujo de aire con abrasivo una vez soltado este control, debe ser activado por aire o eléctricamente (véase Fig. 8).



Fig. 8 Boquilla de corte automático

Fig. 9 Prueba de papel secante

El aire comprimido usado en el chorro abrasivo debe ser revisado para determinar si los filtros de agua y aceite han retirado los contaminantes (si los hubiera). Esto se hace mediante la prueba de papel secante descrita en ASTM D 4285 (véase Fig. 9). Un secante limpio, seco, de color blanco, se sostiene a unos 450 mm [18 pulgadas] frente a la boquilla, con el aire fluyendo por uno o dos minutos. El agua y el aceite se pueden detectar visualmente en el secante.

Normalmente se emplean presiones de chorro de entre 6,5 y 7 MPa [90 y 100 psi] para un chorro eficiente. Un medidor de presión de bolsillo con una aguja hipodérmica puede ser usado para determinar la presión de limpieza en la boquilla. El medidor se inserta en la manguera de chorro justo delante de la boquilla en la dirección del flujo. Se puede efectuar lecturas instantáneas hasta 11 MPa [160 psi].

4.5 Inspección Posterior a la Preparación de la Superficie

Después de efectuada la limpieza para el pintado, todas las superficies deben ser inspeccionadas para verificar el cumplimiento de los requerimientos de limpieza de la especificación.

La Inspección de Superficies Limpiadas en Busca de Grasa y Aceite

Las superficies limpiadas pueden ser examinadas en busca de contaminación por grasa o aceite, la cual podría no ser rápidamente detectada visiblemente. En la prueba con agua en busca de contaminación, se rocía una niebla de agua sobre la superficie limpia. Si las gotas de agua se juntan, hay contaminación. Una prueba alternativa en busca de grasa y aceite es la prueba de la "luz negra" (véase Fig. 10). Si la luz ultravioleta se refleja en la grasa o en superficies contaminadas con aceite, estas se verán fluorescentes.

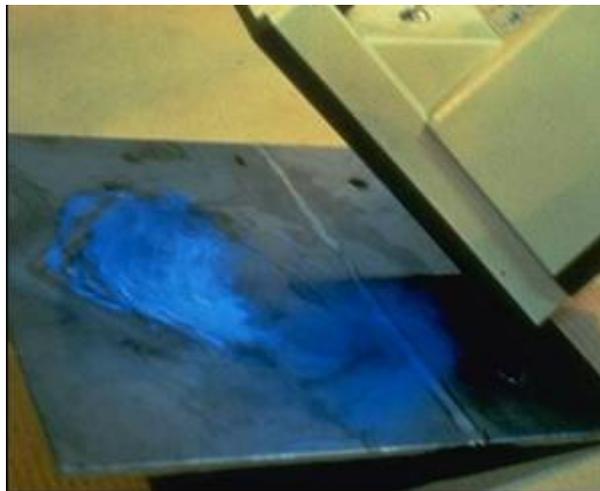


Fig. 10 Luz ultravioleta

Pruebas en Busca de Sales Solubles no Visibles

Las superficies limpiadas son a menudo contaminadas con sales solubles, especialmente en ambientes químicos y marinos y en puentes en los que se usa sales descongelantes. Aunque estas sales (cloruros y sulfatos) no son visibles a simple vista, pueden causar corrosión instantánea en el acero o ampollamiento osmótico de pinturas aplicadas sobre este.

En la norma SSPC-TU 4 "Métodos de Campo para la Recuperación y el Análisis de Sales Solubles en Sustratos", se describe los métodos más comúnmente usados para la recuperación y análisis de sales solubles de superficies contaminadas. Los métodos de extracción de campo para conseguir muestras de sales solubles para su análisis incluye:

- Método Swabbing.
- Método Parche Bresle

En cada caso, la superficie es extraída con un volumen específico de agua desionizada. La concentración de sales en la muestra extraída es luego determinada por uno de los siguientes métodos:

- Análisis cuantitativo Quantab
- Uso de tubos de detección de iones

En la actualidad, no existe una norma que refiera los niveles máximos permisibles de concentración de cloruros en la superficie, pero se trabaja con un nivel máximo permisible de 30 ppm para inmersión y 50 ppm para una superficie expuesta a la intemperie.

Verificación del Nivel de Limpieza del Acero Limpiado

Los requisitos de limpieza de la superficie del acero (SSPC-SP 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14 Y 15) pueden ser rápidamente revisados usando las referencias fotográficas incluidas en SSPC-VIS 1, 2, 3, 4 y 5 (véase Fig. 11). Por supuesto que el estándar escrito prevalece ante el estándar visual.

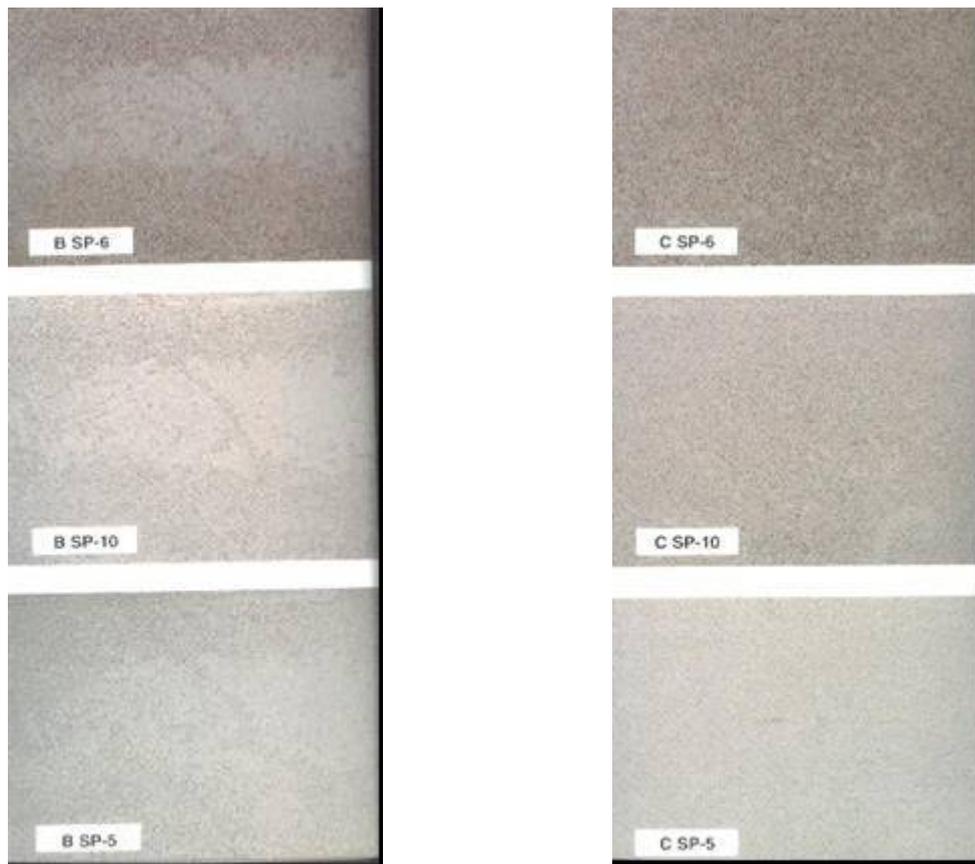


Fig. 11 Acabados superficiales después de la preparación de superficie del acero

Prueba de Contaminación por Polvo Abrasivo

Las superficies de acero sometidas a chorro pueden ser probadas para ver si el polvo abrasivo ha sido retirado usando cinta transparente de celofán. La cinta es

presionada sobre el acero limpiado, retirada y examinada en busca de polvo recogido. La prueba ISO 8502-3 (Preparación de sustratos de acero antes de la aplicación de pinturas y otros productos relacionados – Pruebas para la evaluación de la limpieza de superficies- Parte 3: Evaluación del polvo sobre superficies de acero preparadas para pintado [método de cinta sensible a la presión]) es un procedimiento que puede ser usado en el campo para valorar la cantidad de polvo sobre una superficie.

Perfil de la Superficie del Acero Limpiado Mediante Chorro Abrasivo

En la norma ASTM D 4417, se describen tres métodos para determinar el perfil (profundidad promedio entre “picos y valles”) de superficies de acero limpiadas con chorro abrasivo. El método preferido es el de la Cinta Replica (Véase Fig. 12) presionable sobre la película protectora, de Testex, porque es fácil de efectuar, es preciso y produce un registro permanente.

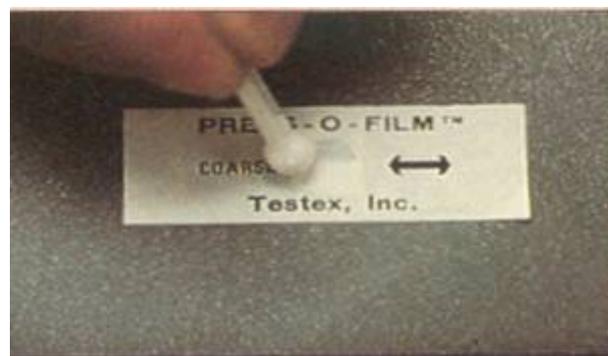


Fig. 12 Medición de la rugosidad

Un procedimiento alternativo, en el cual se usa un comparador del perfil superficial, está disponible para determinar dicho perfil. Los comparadores incluyen instrumentos ISO, Clemtex, y Keane-Tator (véase Fig. 13). Básicamente utilizan un magnificador iluminado y un disco comparador de cinco replicas de rugosidad o perfiles, que permite efectuar una comparación visual de la superficie sometida a chorro con profundidades establecidas como estándares. Hay estándares para abrasión por arena, escoria y chorro por perdigones.



Fig. 13 Medición de la rugosidad

Un tercer procedimiento para medir el perfil de la superficie emplea un “perfilómetro”. Este instrumento tiene un dial medidor y un sensor que se proyecta hacia los “valles” del perfil.

4.6 Inspección de la Preparación de la Superficie del Concreto

Requisitos de la Preparación de Superficies

Los requisitos para la preparación de superficie para el limpiado del concreto y su tratamiento para hacerlo rugoso están definidos en la norma SSPC – SP13.

Contenido de Humedad

El método de la hoja de plástico referida en la norma ASTM D 4263 puede ser usado para determinar si hay demasiada humedad en el concreto para su recubrimiento.

4.7 Inspección de la Preparación de Superficies Previamente Recubiertas

Profundidad del Recubrimiento Remanente

Al preparar las superficies revestidas con anterioridad para el repintado de mantenimiento, toda la pintura suelta debe ser quitada mediante lijado u otro método apropiado. Por lo general, el recubrimiento suelto es definido como un recubrimiento que puede ser retirado con una espátula. Los bordes del recubrimiento remanente deben ser retirados con lija o con un chorro abrasivo ligero para permitir un suave tránsito entre aquella y el área de reparación.

Tizamiento

Las superficies con recubrimiento antiguo generalmente son lavadas para quitarles el tizamiento y otros contaminantes sueltos antes del repintado. El tizamiento se forma debido a una degradación lenta del aglutinante orgánico del recubrimiento debido a la luz ultravioleta del sol. El tizamiento suelto no permite una adherencia firme de un recubrimiento final sobre el recubrimiento protector. El nivel de tizamiento o descascaramiento se puede determinar manualmente frotando un paño de fieltro de color negro a lo largo de la superficie de la pintura vieja. La densidad del tizamiento recogido con el paño debe ser comparada con los estándares visuales. Un paño blanco es mejor para superficies negras. Si se obtiene un rango menor de 8, la superficie necesitará más lavado.

4.8 Inspección Previa a la Aplicación del Recubrimiento

El Mezclado

Durante el almacenamiento, los pigmentos relativamente pesados tienden a asentarse y a endurecerse en el fondo de los recipientes. Dichos productos deben

ser nuevamente mezclados hasta recuperar su consistencia original y uniforme. Ello debe hacerse antes de su aplicación para obtener un curado completo y asegurar sus propiedades protectoras. El mezclado de productos guardados puede hacerse manualmente ó mecánicamente; se prefiere el último de dichos métodos, especialmente con volúmenes de 20 litros [5 galones] o más o con materiales pesados, para asegurar su minucioso mezclado y homogenización.

El mezclado de productos monocompuestos difiere del mezclado de los bicompuestos, en el caso de estos últimos se debe considerar las proporciones de los componentes, el tiempo de inducción y su tiempo de vida útil. En ambos casos es necesario deshacer los grumos.

Los recubrimientos de un solo componente se preparan de la siguiente manera:

- Se vierte la delgada capa que aparece sobre la superficie del producto en otra lata del mismo tamaño que la original.
- Se agita la parte más asentada en el fondo del producto con una espátula fuerte y limpia para elevarlo.
- Se quiebran los grumos presionándolos contra las paredes internas de la lata.
- Se mezcla minuciosamente describiendo un ocho con la espátula.
- Se intercala el movimiento de mezclado con uno de arriba abajo.
- Se regresa gradualmente el contenido extraído antes a la lata original, batiendo continuamente.
- Cuando el producto se vea bien mezclado, se recomienda verterlo de ida y vuelta varias veces de la lata original a la otra hasta que alcance una consistencia suave y uniforme.

Los recubrimientos de dos componentes deben ser mezclados en las proporciones correctas y en la manera especificada por el fabricante para lograr las óptimas propiedades protectoras. La mayoría de los fabricantes empaican sus productos en paquetes conteniendo las proporciones exactas. La reacción que se inicia con la mezcla continúa hasta la formación de una sólida película. Algunos productos de dos componentes requieren un tiempo de inducción, tiempo suficiente para dejar que la reacción se inicie antes de su aplicación. Estos tiempos son generalmente cortos (unos 30 minutos) pero se prolongan cuando la temperatura es más baja.

La reacción de curado es notablemente acelerada por temperaturas más altas, reduciéndose así el tiempo de vida en el recipiente (el período durante el cual el producto puede ser aplicado con éxito). A mayor tamaño de la masa mezclada, mayor será el resultado exotérmico de reacción (aumento de temperatura) y menor el tiempo de vida en recipiente. Si se sobrepasa este último, el compuesto se puede endurecer en el fondo, en las grietas o en la pistola de aplicación. Las mezclas no utilizadas durante un día ya no deben ser guardadas para el siguiente y deben por tanto ser desechadas. De ninguna manera se debe aplicar productos endurecidos a los que se ha intentado adelgazar o disolver, pues estos ya no poseen cualidades protectoras.

Los productos bicompuestos se mezclan por lo general de la siguiente manera:

- Se agita el componente base (que generalmente viene como parte A) con una espátula limpia para deshacer los grumos durante unos cinco minutos
- Mientras se continúa agitando se añade lentamente el contenido de la parte B (a menudo llamado catalizador, co-reactivo o agente curador) que muchas veces es carente de pigmento. Obviamente el recipiente de mezcla deber ser lo suficientemente grande para contener ambos componentes juntos.
- Se agita y se homogeniza la mezcla de ambos componentes hasta lograr una consistencia suave.
- Si se agita mecánicamente:
 - Se debe usar el equipo del tamaño adecuado
 - Se debe formar un remolino en el producto
 - Se debe emplear baja velocidad para evitar que el compuesto retenga aire.
 - No se debe usar agitadores mecánicos

Adelgazamiento (Reducción) de Recubrimientos Mezclados

Los recubrimientos adecuadamente formulados rara vez requieren adelgazamiento si se aplican dentro del rango de temperaturas recomendada.

El adelgazamiento puede ser necesario en días fríos, ya que la viscosidad del producto está inversamente relacionada con la temperatura. Los adelgazadores [thinners] deben ser del tipo y usarse en las cantidades prescritas por los fabricantes de recubrimientos. No se debería emplear más de un octavo por cada galón de recubrimiento. Debe cuidarse que el adelgazamiento no produzca que el producto exceda los límites de COV (Compuestos orgánicos volátiles).

La mayoría de los recubrimientos deben ser aplicados a temperaturas entre 10 y 32°C [50 y 90°F]. Sin embargo, el mejor rango de temperatura para la aspersión convencional está entre 15 y 27°C [60 y 80°F] y la aspersión sin aire puede ser usado con efectividad a 32°C [90°F]. El fabricante del producto es la mejor fuente de información sobre los rangos adecuados de temperatura. La temperatura del recubrimiento a ser aplicado deber ser siempre la misma de la superficie a ser revestida, pero no significativamente más alta, a menos que el producto esté formulado para aplicación en caliente.

El recubrimiento a ser aplicado debe poseer un nivel de una viscosidad que permita su aplicación apropiada. Existen tres factores que pueden incidir en la viscosidad:

- La proporción entre sólidos y solvente
- La temperatura del producto
- La mezcla de recubrimientos tixotrópicos

Los llamados recubrimientos tixotrópicos o de 'falso cuerpo' alcanzan la viscosidad deseada únicamente después de agitarlos. Parecen bastante densos en la lata, pero después de ser agitados se vuelven bastante fluidos para poder ser aplicados. Luego, si el producto permanece quieto, su viscosidad se incrementa hasta regresar a su estado previo, tipo gel. Por ello, los recubrimientos tixotrópicos pueden requerir una continua agitación durante su aplicación.

Color

Las pinturas deben ser conseguidas en los colores deseados. Se debe añadir tintes sólo después de que las pinturas hayan sido minuciosamente mezcladas. Se deberá seguir las instrucciones del fabricante, ya que no todas los tintes son compatibles con todos los recubrimientos.

A menudo se emplea diferentes tintes para capas adyacentes de un sistema de capas múltiples. Si se hace esto, los saltos en el recubrimiento final serán visibles.

Filtrado

Las pinturas deben ser filtradas cada vez que aparezcan grumos, natas u otras irregularidades en ellas. Los recubrimientos de zinc inorgánico deben ser siempre filtrados para retirar lo espeso o pigmentos aglomerados. El filtrado es el último paso antes de la aplicación. Se deberá usar un filtro fino (malla número 80) o un filtro comercial recomendado por el fabricante del recubrimiento.

Viscosidad

Otro punto que debe ser revisado antes del pintado es la viscosidad del recubrimiento. Esto se puede hacer fácilmente usando una taza de viscosidad comercial. Esta es una pequeña taza metálica redondeada, con un volumen específico y un orificio en el centro de su fondo. Un cronómetro es activado al sumergir la taza completamente seis pulgadas en el producto y es detenido cuando la pintura de recubrimiento empieza a fluir por el orificio. Si la viscosidad es mayor de lo estipulado, puede ser necesario adelgazar el producto. Una temperatura baja puede incrementar la viscosidad, de modo que la pintura sea difícil de aplicar. Si la viscosidad es menor, la pintura no cumple con lo estipulado y la película protectora fresca podría deformarse.

Instrucciones de Aplicación

Tanto el pintor como el inspector deben familiarizarse con las instrucciones de aplicación del fabricante, generalmente incluidas en la hoja de datos técnicos. Esta incluye la información siguiente: rango de las temperaturas de aplicación, cronogramas de secado y curado, equipo de aplicación recomendado y parámetros.

Primero se debe aplicar pintura a un área pequeña y revisarla para su correcta aplicación. Si se aplica por aspersion, el patrón de la aspersion debe ser ajustado en la medida de lo necesario para que sea el adecuado. El color del recubrimiento

curado deberá ser comparado con la muestra de color incluida en la especificación, sea la muestra del fabricante o de la cartilla industrial internacional RAL, o bien el estándar nacional apropiado, dependiendo de lo que se haya establecido en la especificación.

4.9 Inspección de la Aplicación del Recubrimiento

La inspección durante y después de la aplicación del recubrimiento consiste principalmente en revisar:

- Tiempo de inducción y tiempo de vida útil de la mezcla
- El espesor de la película húmeda y seca
- Discontinuidades
- Adherencia
- Curado
- Defectos estéticos y de la película

4.9.1 Tiempo de Inducción y Tiempo de Vida Útil de la Mezcla

En el caso de los recubrimientos que curan por reacción química (termoconfigurados) el inspector deberá revisar que los requerimientos del proveedor sobre los tiempos de inducción y de vida de la mezcla se cumplan. De otra manera, las propiedades protectoras de la película de recubrimiento se verán comprometidas.

4.9.2 Espesor de la Película Húmeda

Las mediciones del espesor de la película húmeda (EPH) deberán efectuarse inmediatamente después de la aplicación de la pintura para determinar si el recubrimiento es suficientemente grueso para obtener espesor deseado de la película seca (EPS). La medición es menos precisa en recubrimientos altamente pigmentados (ricos en zinc) y de secado rápido (poliúrea). Dado que las mediciones de espesor de película húmeda termina destruyendo la solidez de la película protectora, el recubrimiento deberá ser reparado una vez completadas las mediciones.

El dispositivo más ampliamente usado para medir el espesor de película húmeda, consiste en un metal delgado y rígido, con cuatro caras, cada una con una muesca en el borde (véase Fig. 14).



Fig. 14 Medidor de espesor de película húmeda

A fin de llevar a cabo la medición, la cara es firmemente presionada y en forma recta en la pintura húmeda inmediatamente después de su aplicación. La cara es entonces retirada y examinada visualmente. El espesor de película húmeda resultante consiste en la lectura en las escalas de las muescas u orificios con pintura adherida a ella. Las mediciones deben hacerse por triplicado. Las caras del medidor deben ser limpiadas constantemente quitando la pintura húmeda después de cada medición. Existe también un medidor circular que se pasa sobre la capa de pintura húmeda y se observa la profundidad que cada muesca alcanza en ella.

4.9.3 Medidores Magnéticos de Espesor de Película Seca

Las mediciones de espesor de película seca se efectúan después del curado completo de los recubrimientos, para determinar si ha conseguido el espesor estipulado. La calibración de los medidores y la medición de espesor de película seca mediante medidores magnéticos se describen detalladamente en el estándar SSPC-PA 2.

Los medidores magnéticos se usan generalmente para determinar el espesor de película seca de los recubrimientos sobre superficies de acero. Se basa en el hecho de que, a mayor espesor del recubrimiento, menor será el campo magnético sobre él. El margen de error es de 3 a 10%. Hay varios factores que afectan de manera adversa las mediciones con medidores magnéticos. Estos incluyen:

- Rugosidad de la superficie de acero (las superficies sometidas a un chorro más profundo producen lecturas mayores).
- Composición del acero (los aceros de alta aleación pueden producir lecturas erróneas).
- Espesor del acero (hay un espesor mínimo para lograr la eficacia del medidor).
- Curvatura de la superficie de acero (las mediciones puede ser erróneas).
- Condiciones de la superficie (las superficies de recubrimientos contaminadas pueden causar lecturas distorsionadamente altas; los

imanes se pueden adherir a superficies blandas; la sonda puede dejar marcas en la pinturas suaves).

- Orientación del medidor (debe sostenerse en forma perpendicular a la superficie)
- Otros campos magnéticos (los campos magnéticos fuertes como lo generados por soldadores eléctricos o trenes eléctricos pueden interferir)

Si el espesor de un recubrimiento es demasiado alto puede causar problemas tales como retención del solvente o un curado incompleto o demasiado rápido. Las películas excesivamente gruesas pueden volverse asimismo demasiado rígidas e incapaces de expandirse o contraerse con el sustrato sin quebrarse.

Medidores de Jalamiento

Los medidores de jalamiento miden el espesor de la película protectora estirando un resorte calibrado para determinar la fuerza necesaria para jalar un imán colocado sobre una superficie de acero recubierto. El tipo más simple de instrumento de jalar (pull "off") es un medidor tipo lapicero (véase Fig. 15) con un resorte helicoidal fijado al imán. Se sostiene de manera vertical sobre el acero pintado y se levanta muy suavemente hasta que el imán rompe la superficie del recubrimiento. El espesor de la pintura es indicado por la posición del indicador en la escala calibrada. La fuerza de atracción varía inversamente con el espesor de la pintura. Algunas veces las lecturas de estos medidores magnéticos no son muy confiables.

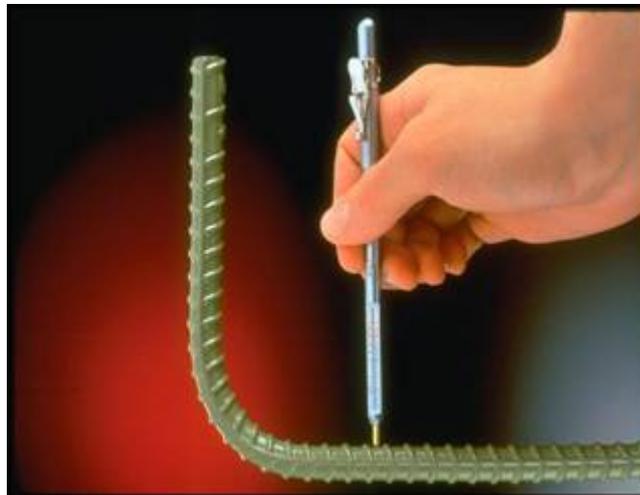


Fig. 15 Medidor de espesor de película seca pull off

Medidores Tipo Banana

Los medidores tipo banana (largos y delgados) representan una forma más confiable de medidor de jalar. Son más versátiles y precisos que los de tipo lápiz: un resorte helicoidal es estirado haciendo girar manualmente un dial y un "pin" salta cuando se levanta el imán (véase Fig. 16). Al menos una empresa vende un medidor automático con un dial que gira y se detiene automáticamente. Los modelos más baratos tienen un contacto de caucho que toca la superficie pintada.

Los modelos más caros tienen un “pie” más durable de carburo de tungsteno para una mayor durabilidad y precisión.

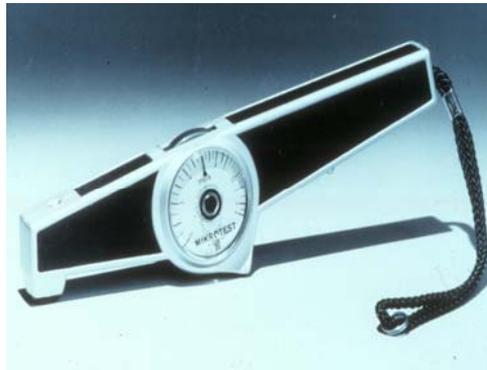


Fig. 16 Medidor tipo banana

Medidores Electrónicos

Los medidores electrónicos (véase Fig. 17) miden el flujo magnético dentro de la sonda o del mismo instrumento. Los cambios en dichos flujos varían inversamente con la distancia entre la sonda y el acero. Los instrumentos mecánicamente operados de este tipo tienen un imán de herradura que se coloca directamente sobre el recubrimiento y las lecturas se efectúan a partir de la posición de una aguja en una escala calibrada.



Fig. 17 Medidor de espesor electrónico

Los instrumentos eléctricos tienen una sonda separada que alberga al imán. Las mediciones del espesor son presentadas en una pantalla digital. Algunos de estos medidores tienen una sonda fijada al instrumento, para permitir una mayor accesibilidad, especialmente en trabajo de laboratorio. También pueden tener accesorios para grabaciones en cintas que se usan en labores repetitivas o alarmas para generar sonidos si un mínimo de espesor no llega a detectarse. Para el inspector de recubrimientos estos accesorios que lucen más sofisticados, pueden resultar innecesarios.

Medidores para Sustratos no Ferrosos

También hay medidores eléctricos para determinar el espesor de película seca de los recubrimientos orgánicos sobre aluminio, cobre y acero inoxidable. Una corriente eléctrica generada por el carrete del instrumento induce corrientes en el metal, lo cual a su vez induce campos magnéticos que modifican las características del carrete.

Revisión de Medidores de Película Seca para su Calibración

Todos los medidores magnéticos de espesor deben ser revisados para su calibración antes de ser empleados. También es una buena práctica revisar la calibración durante y después de su uso. Los proveedores de medidores suministran juegos de plantillas no magnéticas (plástico o material no ferroso) de espesores estándar, para cubrir los rangos de los medidores del Tipo 2. Se puede entonces seleccionar el espesor deseado para calibrar el medidor. Se coloca la plantilla sobre la superficie de acero previamente sometida a chorro y se coloca la sonda del medidor sobre ella. Si la escala del instrumento no coincide con la plantilla, significa que no está calibrado se le debe re-calibrar.

La calibración de medidores Tipo 1 emplea un juego de pequeños paneles de acero cromado con espesores muy precisos, ofrecidos por los fabricantes de los instrumentos. Debido a que este tipo de calibración se efectúa sobre acero, se debe tomar una lectura de base (BMR) sobre la superficie del acero sometido a chorro y luego sustraerla de la lectura en el medidor.

Ya que los medidores varían ampliamente en su diseño, siempre es mejor calibrarlos según las instrucciones de los fabricantes.

4.9.4 Medidor de Espesor de Película Seca Destructivo

Existen varios modelos de medidores Tooke, a veces llamados “medidores de inspección de recubrimientos” (PIG), y que se usan para medir el espesor de película seca en cualquier clase de sustrato. Las medidas se efectúan por observaciones microscópicas de unos cortes angulados muy precisos practicados en la corteza del recubrimiento. Este tipo de medidor no es recomendable para capas suaves o quebradizas que se deforman o se parten, respectivamente, cuando son cortadas.

Primero se debe trazar una línea para ser usada como referencia más adelante con el magnificador. Luego se hace un corte firme y perpendicularmente a la línea dibujada del recubrimiento, con un cortador de carburo de tungsteno. Se puede determinar visualmente la anchura del corte usando la parte iluminada del magnificador del instrumento. Hay cortadores con tres distintos ángulos de corte en capas con espesores hasta de 1250 μ m [50 mils]. Las observaciones visuales se pueden multiplicar por uno, dos o diez, para proporcionar el espesor real, dependiendo del ángulo de corte del cortador. También se puede determinar los espesores de capas individuales en un sistema multicapas, siempre que tengan diferentes colores.

Ya que este tipo de prueba daña los recubrimientos, se requiere luego reparar el área sometida a la prueba.

4.9.5 Prueba de Discontinuidad

Las estructuras recientemente recubiertas en las cuales la integridad del recubrimiento es importante (especialmente los recubrimientos internos de estructuras en inmersión), deben ser examinadas con un detector de discontinuidad para asegurar la continuidad de la película protectora. Una discontinuidad consiste en un agujero u otro corte en la película que puede permitir el paso de la humedad al sustrato. Esto iniciaría el proceso de deterioro del sustrato.

Las discontinuidades no son fácilmente detectables visualmente y deben ser localizados con instrumentos eléctricos denominados detectores de discontinuidades. Estos detectores están disponibles en dos tipos (alto y bajo voltaje), como se indica en la norma ASTM D 5162.

Los detectores de bajo voltaje (30 a 70 voltios) se emplean en recubrimientos de hasta 500 μm [20 mils] de espesor de película seca (véase Figura 18). Estos dispositivos portátiles tienen una fuente de energía (batería), un electrodo de exploración (que es una esponja de celulosa húmeda), una alarma y un cable conductor con conexiones para unir el instrumento al metal desnudo. Para humedecer la esponja se debe usar un agente humedecedor que se evapora al secarse. La esponja húmeda es movida lentamente sobre la superficie revestida de forma que no se exceda el tiempo de respuesta. Cuando esta toca una discontinuidad, se cierra el circuito eléctrico desde el metal revestido hacia el instrumento y la alarma suena. Las discontinuidades deben ser marcadas una vez detectados para su reparación y posteriormente volver a someterlos a prueba.



Fig. 18 Detector de discontinuidad de bajo voltaje

Los detectores de alto voltaje (véase Fig. 19) se usan en recubrimientos con espesores mayores a 500 μm [20 mils]. El electrodo explorador consiste en una brochilla conductora o en un resorte de bobina. El vehículo de detección puede ser una corriente de pulso o continua. Debe moverse a una tasa que no exceda la

tasa del pulso. Si se detecta una discontinuidad o bajo espesor en la capa de recubrimiento, saltará una chispa al electrodo desde la superficie metálica.



Fig. 19 Prueba de discontinuidad de alto voltaje

4.9.6 Prueba de Adherencia

Hay tres tipos básicos de procedimientos de prueba para determinar si los recubrimientos están satisfactoriamente adheridos a sus sustratos: cintas de prueba, sonda de cuchilla y prueba de tracción.

Una versión de la prueba de cinta es el estándar ASTM D 3359, Método A (véase Fig. 20), se hace un corte en forma de X a través del recubrimiento hasta alcanzar el sustrato.



Fig. 20 Prueba de Adherencia por corte en cruz

Se aplica una cinta sensible a la presión sobre el corte y se retira rápidamente en un ángulo de 180° . Luego se examina el área del corte para apreciar la magnitud del deterioro, mediante la comparación con referencias estandarizadas.

En otra versión de la prueba de cinta, (ASTM D 3359, Método B) se practica un corte cuadriculado de seis líneas en cada dirección sobre el recubrimiento. Después de retirada la cinta, se compara el cuadriculado con cuatro diagramas

estandarizados. Existen en el mercado paquetes conteniendo cuchillas especiales de acero cromado para cortar el cuadrículado sobre la pintura.

En la prueba de cuchillo-sonda (ASTM D 6677), se hace un corte en forma de X con dos cortes de 7 a 8 cm [1,5 pulgada] hasta el sustrato. Luego se evalúa, con qué grado de facilidad se retira la pintura del corte.

Otra prueba de adherencia es la prueba de tracción (véase Figura 21) según el estándar ASTM D 4541, se pega una placa de metal a la superficie del recubrimiento en forma perpendicular con un adhesivo o pegamento, generalmente un epoxi. Luego de que el pegamento ha curado completamente, se aplica fuerza de modo uniforme y gradual desde el recubrimiento hacia la plaquita metálica hasta que esta se desprende del recubrimiento o bien hasta alcanzar el grado deseado de fuerza, lo que ocurra primero.



Fig. 21 Prueba de adherencia por tracción

El inspector debe registrar la cantidad de fuerza de tracción (en MPa [psi]) requerida para desprender la plaquita. Hasta la fecha, no existe consenso acerca del nivel mínimo de adherencia que se necesita para conformar una adecuada adherencia del recubrimiento al sustrato; sin embargo, la adherencia con valores de 14 MPa [200 psi] o menores se consideran débiles, mientras que los valores superiores a 40 MPa [600 psi] se consideran fuertes. Lo normal es que se requieran de tres hasta seis lecturas para dar resultados confiables y precisos. También puede resultar de interés observar dónde ocurre la falla:

- Adherencia: falla entre las capas de recubrimiento o entre el imprimante base y el sustrato.
- Cohesión: separación de cualquier capa.
- Pegamento: falla del pegamento.

4.9.7 Curado

Se debe dejar que la película del recubrimiento haya secado y/o curado en la medida recomendada por su fabricante antes de aplicar un recubrimiento encima. Esto incluye las ventanas para repintar los recubrimientos termoconfigurados. Ello permitirá que se produzca una apropiada adherencia y un buen curado del sistema. La velocidad de curado depende de la temperatura. En temperaturas bajas se requiere tiempos más largos. Algunos recubrimientos dependen de la humedad y requieren un nivel mínimo de humedad relativa para curar. Los

productos base al agua no curarán adecuadamente en condiciones de alta humedad. El curado completo es necesario antes de someter los recubrimientos a la inmersión.

4.9.8 Inspección de Defectos Estéticos y de la Película

Durante una aplicación, el inspector debe también revisar en busca de defectos en la película o capa protectora y defectos estéticos, y asegurarse su reparación. La detección temprana de estos defectos permite que sean corregidos antes de que requieran trabajos que consumen tiempo y dinero.

CAPITULO 5

SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS Y SU EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo describo los sistemas de recubrimientos en la industria dependiendo del servicio al cual estará sometido y el tipo de sustrato. Asimismo, describiremos la forma adecuada de evaluar económicamente un sistema de recubrimientos.

5.1 Introducción a los Recubrimientos para Estructuras de Acero

Históricamente, diferentes métodos de preparación de superficies y sistemas de recubrimiento han sido usados para proteger de la corrosión a las estructuras de acero. Más recientemente, disposiciones gubernamentales relacionadas con la aplicación y remoción de recubrimientos han causado tantos gastos en trabajo y costos que los sistemas de gran rendimiento más costosos son casi siempre más económicos en el largo plazo que los sistemas más baratos -pero de vida más breve. Debe también anotarse que el costo de los mismos materiales de recubrimiento no supera generalmente el 20 por ciento del costo total de recubrimiento, de modo que un mejor material que resulta en un servicio significativamente más largo, fácilmente se paga por sí mismo.

5.2 La Selección de la Preparación de Superficie del Acero

Preparación de Superficies de Acero Nuevo

Para un recubrimiento nuevo y total del acero, lo recomendado es el chorro abrasivo a un chorro comercial o mejor. El nivel recomendado específico depende de:

- El tipo genérico del imprimante
- La severidad del ambiente
- La duración de servicio deseada

Los recubrimientos alquídicos y otros recubrimientos al aceite requieren sólo un nivel de preparación de superficie relativamente bajo, mientras que los recubrimientos de zinc inorgánico requieren uno más alto. Limpieza a chorro comercial (SSPC - SP 6) es usualmente adecuada para imprimantes al aceite, de látex basados en agua y los epóxicos, en ambientes templados. Para los imprimantes de alto rendimiento epóxicos, coal tar epoxy, y los basados en zinc, en ambientes severos, se recomienda no menos de una limpieza por chorro cercano al metal blanco (SSPC - SP 10). Cuando exista duda acerca del nivel

necesario de preparación de superficies, lo recomendable es usar una limpieza de más alto grado.

El chorro abrasivo y la aplicación de recubrimiento (imprimante o sistema total) en taller, son generalmente preferibles a las operaciones de campo. Las condiciones y el acceso al trabajo controlados de los talleres generalmente resultan en un trabajo más económico, de mejor calidad y evitan las complicaciones del chorro abrasivo en el campo. Los resultados de una revisión de operaciones de pintado en taller indican:

- Sistemas de recubrimiento total generalmente aplicados.
- Diversidad de abrasivos usados/reciclados.
- El chorro abrasivo manual es más común en talleres pequeños; los más grandes poseen tanto capacidad automatizada (por centrifugación) como manual.
- Sistemas epóxicos usados mayormente.
- La aspersion sin aire usada mayormente.

Preparación de Superficies para Pintado de Mantenimiento

Para las operaciones de pintado de mantenimiento, la limpieza del acero expuesto por chorro abrasivo (en seco o con agua) o el chorro de agua, proporciona generalmente la mejor superficie de acero para su recubrimiento. Si ello resultara poco práctico o prohibitivamente costoso, la limpieza manual mecánica para metal desnudo (SSPC-SP 11) puede proporcionar el grado de limpieza y el perfil deseados. La limpieza comercial (SSPC-SP 15), la limpieza mecánica (SSPC-SP 3) y la limpieza con herramientas manuales (SSPC-SP 2) son más rápidas y menos costosas que un SSPC-SP 11, pero no proporcionan un nivel de limpieza tan alto. Sin embargo, en muchos casos, son suficientes para el pintado de mantenimiento. Tanto el SSPC-SP 11 como SSPC-SP 15 requieren un perfil mínimo de 1 mil.

Enfoques Alternativos para la Reparación de Pintura Deteriorada

Cuando se produce un deterioro inaceptable de la pintura existente, se debe tomar una decisión importante acerca de la mejor acción correctiva: aplicar imprimante y acabado en el sitio, aplicar imprimante y reemplazo total, o retiro completo y reemplazo del recubrimiento. Esta decisión generalmente se basa en un análisis económico y en los planes futuros para la instalación. Por supuesto que otra alternativa es no hacer nada o simplemente limpiar la estructura para restituirle una apariencia aceptable. Si se planea efectuar modificaciones a la instalación en un futuro próximo, tal vez la mejor opción sería no hacer nada por si existe poco riesgo de deterioro de las instalaciones.

La aplicación del imprimante y del acabado en el lugar, son a menudo los métodos más económicos de corrección, si el deterioro del recubrimiento es localizado y si la apariencia dispareja resultante es aceptable. Sin embargo, el

recubrimiento remanente no deteriorado debe estar sano, de modo que el riesgo de un deterioro mayor en el futuro inmediato sea pequeño.

La reparación en el lugar y el reemplazo total proporcionarán una mejor apariencia. También puede extender la vida del sistema total más allá de lo que se pueda esperar de un imprimante y un acabado aplicado in situ.

El retiro y la sustitución totales del recubrimiento existente involucra el menor riesgo de un deterioro significativo de las instalaciones, pero también implica el mayor de los costos. Además, es probable que requiera un período de cierre de operaciones significativamente más largo.

5.3 Selección de Sistemas de Recubrimiento en la Industria del Petróleo y Gas.

El ambiente de exposición es generalmente la preocupación principal al seleccionar un sistema de recubrimiento para estructuras industriales de acero. Otros factores incluyen restricciones gubernamentales, facilidad de aplicación y de mantenimiento, y costos (tanto inicial como de largo plazo).

A continuación describiremos los sistemas genéricos que se vienen empleando en las diferentes estructuras en la industria del petróleo y gas.

5.3.1 Recubrimientos para Exterior de Tanques de Almacenamiento de Crudo y Derivados

Este sistema tiene la característica de proteger la superficie metálica mediante protección catódica, sumándose una protección barrera con la aplicación de la capa epóxica. Además, por el acabado poliuretano tiene excelente retención de color y brillo y excelente resistencia a la abrasión e impacto.

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
1	Zinc Primer Inorgánico	3 – 4	9 - 12
1	Epóxico de Altos Sólidos	4 – 5	
1	Poliuretano Alifático	2 - 3	

EPS: Espesor de película seca

Mils: equivale a una milésima de pulgada (25.4 micras)

La durabilidad o vida estimada de este sistema de recubrimientos varía según el tipo de ambiente al cual está expuesto. Pero, para un ambiente marino – industrial definido como C5-M según ISO 12944-2, tendrá una vida estimada de 15 años según la Sociedad de Recubrimientos Protectores (SSPC).

5.3.2 Recubrimientos para Interior de Tanques

Tanques de agua Potable

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
2	Epóxico de Altos Sólidos con calificación NSF	5 – 7	10 - 14

Tanques de Metanol

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
1	Zinc Primer Inorgánico	2.5 – 3.5	2.5 – 3.5

Tanques de Diesel

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
2	Epoxi poliamida multipropósito	4 – 6	8 – 12

Tanques de Gasolina y Kerosene

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
2	Epoxi fenólico ó Epoxi Novolac	5 – 6	10 – 12

5.3.3 Recubrimientos para acero estructural, rack de tuberías, reactores y equipos.

Temperatura de operación menor a 121°C

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
1	Zinc Primer Inorgánico	3 – 4	9 - 12
1	Epoxico de Altos Sólidos	4 – 5	
1	Poliuretano Alifático	2 - 3	

5.3.4 Recubrimientos para superficies galvanizadas

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
1	Epoxico de Altos Sólidos	5 – 6	7 - 9
1	Poliuretano Alifático	2 – 3	

5.3.5 Recubrimientos para acero inoxidable austenítico

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
2	Epoxi Novolac	5 – 6	10 – 12

5.3.6 Recubrimientos para Acero enterrado

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
1	Zinc Primer Inorgánico	3 – 4	
2	Coaltar epoxi poliamida ó amina	8	19 – 20

5.3.7 Recubrimientos para acero sometido a alta temperatura

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
2	Aluminio siliconado	0.8 – 1.2	1.6 – 2.4

5.3.8 Recubrimientos para Superficies de Concreto

Servicio moderado

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
1	Sellador epoxico 100% sólidos	6 – 10	30 – 46
1	Epoxi autonivelante 100% sólidos	20 – 30	
1	Poliuretano Alifático	4 - 6	

Servicio Severo

N° Capas	Recubrimiento (Nomenclatura Genérica)	EPS Capa (mils)	EPS Total (mils)
1	Sellador epoxico 100% sólidos	6 – 10	140 – 290
1	Epoxi rellenedor de superficie 100% sólidos	125 – 250	
1	Epoxi novolac resistente a químicos	10 – 30	

Los sistemas mencionados han sido tomados de UOP Inc, y el Estándar de Ingeniería de Refinería La Pampilla. Al respecto, ver Anexo 2.

5.4 Evaluación Económica de un Sistema de Recubrimientos.

Muchos compradores de recubrimientos industriales por falta de conocimiento cometen errores en determinar el costo relativo de un recubrimiento vs. otro. A veces, su proveedor no hace un trabajo efectivo en explicar los ítems de una cotización.

Donde más se incide y se presta atención para tomar una decisión de compra, es en el precio por galón. El precio por galón es importante, pero es uno de los factores a considerar en una evaluación económica. Un factor frecuentemente ignorado es el concepto de sólidos en volumen.

Intentaremos explicar los conceptos en términos simples que deben tenerse en cuenta para una evaluación de recubrimientos.

Todos los recubrimientos tienen un componente sólido y un componente solvente. El sólido consiste en la resina o formador de película (epoxico, alquidico, poliuretano, caucho clorado, etc), más pigmentos o cargas, que mezclados dan propiedades específicas a la película, como poder cubritivo, color, espesor, etc.

El solvente es un compuesto orgánico líquido en que la resina es disuelta y su único fin es mantener en suspensión los sólidos y para facilitar la aplicación.

Tan pronto, se abre un envase de cualquier recubrimiento, el solvente comienza a evaporarse, esta evaporación se acelera cuando el recubrimiento es aplicado. Cuando la película de recubrimiento esta completamente seca, todo lo que queda son los sólidos, el solvente se ha evaporado completamente.

Es imposible determinar el contenido de sólidos de un recubrimiento por su apariencia. Todos los recubrimientos se ven líquidos y el envase aparece lleno cuando recién se abre. Solamente llevando el recubrimiento a un laboratorio, o por indicación en su hoja técnica del fabricante se determinará si el envase está lleno de sólidos o solventes.

5.4.1 Rendimiento Teórico (Rt).

Son los metros cuadrados por galón ideales que rinde un recubrimiento. El cálculo del rendimiento teórico se hace mediante la relación:

$$Rt = \frac{149.02 \times \text{fracción sólidos en volumen}}{\text{EPS (mils)}} \quad (\text{m}^2/\text{gl})$$

EPS: Espesor de película seca en milésimas de pulgada.
149.02: m² por galón de un recubrimiento 100% sólidos en volumen que es aplicado totalmente a un espesor de 1 mils.

5.4.2 Evaluación económica basada en el rendimiento teórico.

Realizaremos la evaluación económica basada en el rendimiento teórico para dos sistemas de recubrimientos A y B. Por ejemplo:

El sistema A es vendido a US \$ 30.00/ galón y tiene 80% de sólidos en volumen y lo recomiendan aplicar a 10 mils de espesor de película seca.

El sistema B es vendido a US \$ 25.00/ galón y tiene 60% de sólidos en volumen y lo recomiendan aplicar a 8 mils de espesor de película seca.

Para el sistema A, el R_t será de $11.92 \text{ m}^2/\text{gl}$, el costo $\$/\text{gl}$ será de dividir el costo por galón entre el rendimiento, el costo es de $30/11.92 \text{ \$/ m}^2$ igual a $2.51 \text{ US \$/ m}^2$.

Para el sistema B, el R_t es de $11.18 \text{ m}^2/\text{gl}$, el costo será de $2.24 \text{ US\$/ m}^2$.

Los resultados muestran que el sistema B es el más barato por $0.27 \text{ US\$/ m}^2$, pero no se está considerando que el espesor de película seca ofrecido en ambos sistemas no es el mismo, por tanto, deberá de evaluarse por mil de espesor de película seca para ambos sistemas.

Así tenemos, sí el costo del sistema A es de $2.51 \text{ US\$/ m}^2$ por 10 mils. Entonces, el nuevo costo será de $0.251 \text{ US\$/ m}^2 \times \text{mils}$. De la misma manera, lo calculamos para el sistema B, obteniendo $0.280 \text{ US\$/ m}^2 \times \text{mils}$.

Ahora, los resultados demuestran que el sistema A es el más barato en $0.029 \text{ US\$/ m}^2 \times \text{mils}$. Para un proyecto de cien mil metros cuadrados, el ahorro sería de US\$ 2,900 para un sistema de 10 mils de espesor total.

Hasta el momento, en toda esta discusión de rendimiento, costo por m^2 , hemos ignorado algo muy importante: el factor "perdida". Un envase puede contener la cantidad indicada de recubrimiento, pero si es vaciada en una superficie horizontal, siempre quedará un residuo en el envase. En una labor normal de aplicación, el rendimiento se verá afectado por el residuo que queda en los equipos de aplicación (brocha, rodillo, etc), pérdida en el rociado con pistola (si hay viento), exceso de espesor en la aplicación, irregularidad de la superficie a aplicar, retoques y reparaciones, residuos no aplicados por exceder su tiempo de aplicación y otros factores más.

Cuando el rendimiento de un recubrimiento se calcula sin considerar pérdida alguna, se le llama Rendimiento Teórico. La pérdida ocurre después de la compra, y es hecho por el aplicador y depende de su habilidad y de las condiciones de trabajo. Esta pérdida puede variar día a día con el mismo recubrimiento y se puede estimar en el mejor de los casos del 25 – 30%, típica para los cálculos. En construcciones nuevas y grandes, podría llegar al 60%, pero esta no tiene nada que ver con el proveedor de recubrimientos. Por tanto, la evaluación de recubrimientos en competencia debe hacerse sin la pérdida.

Una vez que el comprador decidió el tipo de recubrimiento, recién tendrá que estimar la pérdida y por lo tanto, cuántos galones más tendrá que comprar en base al rendimiento teórico.

Se da algunos casos en que el proveedor asume una pérdida. En estos casos, las hojas técnicas indican un rendimiento práctico, en el que el fabricante asume un factor de pérdida. Esto puede llevar a un error por lo que el usuario debe tener cuidado en manejar estas cifras, pues es muy difícil poder determinar la pérdida para cada caso. A lo sumo, debe tomarse dichas cifras como tendencias.

Otro factor a tener en cuenta, es el costo de la aplicación, en muchos lugares el costo de la aplicación cuesta más que el material, y en una relación de 10 a 1. Esto nos lleva a pensar, que cualquier recubrimiento que permita reducir la mano de obra, es probablemente, la más económica, inclusive si el recubrimiento es de mayor costo unitario que otros. Un sistema de recubrimientos que permita aplicar menor número de capas, significará un buen ahorro. El costo de un sistema de dos capas, en muchas áreas siempre será menor que un sistema de tres capas, inclusive si el costo del material de 2 manos es considerablemente mayor.

En resumen, los siguientes son los pasos que deben seguirse para evaluar los costos relativos de los recubrimientos:

- El usuario necesita que el recubrimiento requerido incluya recomendaciones de espesor de película seca por capa, % de sólidos en volumen, número de capas y naturalmente precio por galón. Sin uno de estos cuatro datos, el propietario no podrá analizar en forma adecuada cualquier recubrimiento.
- El propietario deberá hacer los cálculos matemáticos del caso, tal como se ha explicado para determinar el costo relativo de los sistemas de recubrimientos de los diferentes proveedores. El proveedor también puede hacer los cálculos, pero no sustituir el análisis que tiene que hacer el propietario.
- El costo teórico deberá verse a la luz de otros factores; por ejemplo ¿Un sistema ofrece un número menor de capas que otro? ¿se requiere menos preparación de superficie en uno que el otro? ¿tendrá un sistema mayor durabilidad que otro? ¿Un recubrimiento de mayor % de sólidos en volumen permitirá ahorro de dinero, por menor número de envases, menos embalaje, y almacenaje o menos pérdidas? Como se puede apreciar, hay una gran gama de factores a considerar. El ahorro en una capa, por ejemplo, debe ser tomado en cuenta aunque este costo fuera sólo estimado.
- El costo teórico modificado posiblemente por los diferentes factores vistos en el ítem anterior, debería ser la guía principal para tomar una decisión razonable de compra.
- Luego, después de consultar con el aplicador/contratista respecto a la pérdida estimada, el propietario deberá fijar la cantidad a comprarse.

Este tipo de secuencia a seguir genera que el propietario optimice sus costos a futuro.

CAPITULO 6

FALLA DE LOS RECUBRIMIENTOS

6.1 OBJETIVOS

Estudiar las causas principales de las fallas de los recubrimientos (diseño, preparación de la superficie y aplicación de recubrimientos)

Las consecuencias y los costos de las fallas de los recubrimientos

Las responsabilidades del usuario, del contratista y del proveedor, relacionadas con las fallas del recubrimiento.

6.2 Causas de las Fallas de los Recubrimientos

6.2.1 Fallas versus degradación de los recubrimientos

Los recubrimientos no son permanentes y sufren formas de deterioro como la erosión, la corrosión, el desgaste y la abrasión. Es importante distinguir entre falla y degradación esperada del recubrimiento.

La falla ocurre cuando un recubrimiento ya no desempeña su función esperada, sea esta la protección contra la corrosión, la apariencia (por ejemplo, la retención de color y de brillo), el control de incrustaciones marinas, etc. La falla catastrófica es la que ocurre poco después de su aplicación y resulta en una evidente pérdida de su función (por ejemplo, una delaminación extensa o contaminación de químicos almacenados por desprendimiento del recubrimiento).

La degradación es la pérdida gradual de las propiedades funcionales a causa del envejecimiento de la película de recubrimiento y de los efectos del medio ambiente. Es un asunto de interpretación si la degradación termina en falla del recubrimiento. En esta sección se discutirá la clasificación de las fallas de los recubrimientos. Hemos clasificado dichas fallas según sus causas, aunque a menudo hay varias fuerzas que contribuyen a la falla.

Otro importante término técnico relacionado con las fallas de los recubrimientos es la palabra defecto. Un defecto es una imperfección de la superficie o de la película, deficiencia o película incompleta que se aparta de las especificaciones o de una condición aceptada por la industria. Un defecto puede conducir a una falla.

6.2.2 Clasificación de las fallas

Los defectos y las fallas de los recubrimientos pueden ser clasificados sobre la base de su origen, como sigue:

- Por deficiencias de diseño, y especificaciones poco claras.
- Por una preparación de la superficie y/o aplicación incorrecta.
- Por materiales de recubrimientos deficientes.

6.2.2.1 Deficiencias de diseño y de las especificaciones

En algunos casos, las deficiencias radican en el interior del sistema. El sistema de recubrimientos fallará debido a un diseño inadecuado de la estructura o de las especificaciones del sistema de recubrimientos. Este tipo de fallas es normalmente responsabilidad del equipo de ingenieros del usuario/propietario o de firmas de ingeniería externas.

Especificaciones poco claras o incompletas

La preparación de buenas especificaciones requiere esfuerzo y experiencia considerables. Las especificaciones preparadas negligentemente están mal redactadas, a menudo con requerimientos contradictorios, confusos o inviables. Esto puede llevar a una falla temprana del recubrimiento y a disputas acerca de lo que realmente requiere la especificación.

Algunos ejemplos:

- *Si la altura del perfil de rugosidad no ha sido especificada, un perfil excesivo podría producir puntos corrosión a través del imprimante.*
- *Si las especificaciones exigen aplicación puntual de chorro en un recubrimiento deteriorado existente sin exigir chafinado en los bordes, puede producirse una falla en el límite entre los sistemas existentes y los nuevos.*

Recubrimiento incorrecto para determinado servicio

Es una responsabilidad principal del especificador el conocer las condiciones de servicio aunque sea difícil de obtener o simplemente no esté disponible; sin embargo, en muchos casos, hay buenos datos disponibles de fuentes como las descripciones de los procesos y de las unidades, registros climatológicos y la

experiencia previa con estructuras iguales o similares. Normalmente, con relativamente poco esfuerzo, el especificador puede determinar las condiciones de servicio aproximadas.

El especificador debe considerar también factores como las restricciones en el tiempo disponible para ejecutar el trabajo, la proximidad a áreas sensibles, las regulaciones ambientales o de salud y el costo. La elección final representa por lo general un balance entre estos factores y refleja conocimientos o tiempo limitados para desarrollar las especificaciones.

En consecuencia, suele suceder que el recubrimiento no es el correcto para el ambiente de servicio real. El recubrimiento fallará poco después de su aplicación, incluso con la mejor preparación de la superficie y con la aplicación más diestra.

Incompatibilidad de materiales de los sistemas de recubrimiento

Una falla del recubrimiento puede ser el resultado de capas contiguas de recubrimientos incompatibles, unas con otras. Por ejemplo, aunque tanto los vinílicos como los epoxis pueden desempeñarse individualmente bien en servicio de inmersión en agua potable, la aplicación de un epoxi base al solvente (recubrimiento termoconfigurado) sobre laca vinílica (recubrimiento termoplástico) puede llevar a la falla prematura del recubrimiento por ataque del solvente.

La marina de los Estados Unidos, la Sociedad de Recubrimientos Protectores (SSPC) y otras instituciones (por ejemplo, los fabricantes de recubrimientos) han desarrollado tablas que muestran las compatibilidades de diferentes tipos genéricos de recubrimientos. Estas tablas constituyen buenas guías generales. Sin embargo, en algunos casos, puede ser recomendable aplicar una pequeña área (panel) de prueba, como muestra, u otra prueba de compatibilidad, dada la diferencia de materiales de diferentes proveedores.

También se debe evitar la combinación de recubrimientos fabricados por distintos fabricantes. Incluso cuando una combinación así sea técnicamente aceptable, o cuando una prueba de panel a corto plazo parezca mostrar que es aceptable, la atribución de la responsabilidad por fallas posteriores, relacionada con la incompatibilidad de los sistemas, puede ser un asunto complicado.

Deficiencias de diseño

Numerosas fallas pueden ser atribuidas a deficiencias de diseño que evitan que los recubrimientos desempeñen su función.

Muchas estructuras tienen tramados, rejillas y partes similares construidas con ángulos colocados espalda con espalda, que pueden ser difíciles de proteger y susceptibles a la corrosión. Las áreas entre los ángulos son inaccesibles para el recubrimiento y no pueden ser adecuadamente preparados.

Por lo general las soldaduras son más ásperas que la superficie circundante, y pueden tener profundas cavidades, picaduras y flujos ácidos o bien salpicaduras de soldadura a su alrededor.

Muchos ángulos, placas, juntas superpuestas y formas similares son soldadas por puntos, cuando una soldadura continua no es necesaria para la resistencia de las uniones. Ejemplos de esto son las planchas superpuestas o las planchas de los techos de los tanques que se superponen en sus bordes y los anillos de refuerzo alrededor de la parte alta de los tanques. El agua y la humedad se acumulan en los resquicios entre las planchas soldadas y la corrosión se produce rápidamente. La impermeabilización puede mejorar la resistencia a la corrosión en tales cavidades, pero las soldaduras continuas son la única solución real para este problema.

6.2.2.2 Fallas por preparación de la superficie y aplicación inadecuadas

El conocimiento convencional, apoyado en las inspecciones, indica que el 70 y 80% de las fallas de los sistemas de recubrimientos se debe a superficies incorrectamente preparadas o una aplicación incorrecta de los recubrimientos. Usualmente ello es resultado de una combinación de, trabajadores mal capacitados y con baja motivación, un equipo inadecuado, carencia de inspección y de control de calidad y una falta general de apreciación por los propietarios y otros, de la sofisticación y la complejidad del uso de recubrimientos protectores.

Fallas relacionadas con la preparación de la superficie

En casi todos los cursos sobre recubrimientos se enfatiza que la preparación de la superficie es un factor importante en el desempeño efectivo y de largo plazo de los recubrimientos. La limpieza por chorro puede alcanzar entre el 30 y el 50% del costo total general de un sistema. Asimismo, se ha mostrado que ciertos recubrimientos de alta tecnología (por ejemplo, los zinc inorgánicos y los de éster vinílico) son muy sensibles a la contaminación de la superficie. Algunas veces una ligera desviación de lo indicado en las especificaciones puede tener efectos desastrosos.

Las deficiencias de la preparación de la superficie pueden incluir el desengrase incorrecto de las superficies, la incapacidad para retirar las escamas de laminación y el no lograr el grado especificado de limpieza al chorro (por ejemplo, grado cercano al metal blanco en lugar de metal blanco). Podría no haber evidencia visual de estas deficiencias. Las inspecciones a lo largo del proceso son probablemente la única garantía que un usuario puede emplear para asegurarse de obtener el grado de limpieza especificado.

Fallas relacionadas con la aplicación

El incumplimiento de los estándares mínimos de aplicación definidos en las especificaciones o en las hojas de datos del fabricante lleva a menudo a una reducción significativa del desempeño del sistema de recubrimientos. Algunas de estas deficiencias son extremadamente difíciles de detectar o de cuantificar en el momento de la aplicación. Si un sistema de recubrimientos tiene una vida efectiva potencial de 20 años, los errores de aplicación que podrían eventualmente producir su falla sólo después de 15 años, pueden ser sutiles y difíciles de

detectar o de probar. El hecho es que dichos defectos reducen el valor del trabajo en un 25%.

Los defectos causados por una mala aplicación del recubrimiento son más susceptibles de producir evidencias visuales. Los recubrimientos aplicados con el espesor equivocado pueden ser medidos. Los aplicados con técnicas de poca calidad muestran marcas de aspersion o de brocha, áreas vacías, recubrimientos dispares, chorreaduras, etc. Las deficiencias de aplicación pueden ser minimizadas con una buena capacitación y el entrenamiento del aplicador y unos altos estándares de control de calidad. Algunos de los defectos enumerados aquí pueden parecer debidos a una mala aplicación pero pueden estar más allá del control del aplicador. Un ejemplo es cuando el solvente queda atrapado en recubrimientos de curado rápido. Las deficiencias de aplicación son corregidas mejor mediante técnicas de modificación en el momento de la aplicación. La inspección y las pruebas son las mejores herramientas para asegurarse que los defectos sean encontrados y corregidos.

6.2.2.3 Fallas debidas a materiales de recubrimiento deficientes

Ocasionalmente, un sistema de recubrimiento falla debido a que el mismo material del recubrimiento es deficiente.

Las fallas relacionadas con la formulación pueden producir tizamiento, erosión, piel de lagarto, grietas y decoloración. Pueden surgir problemas si se emplea materias primas incorrectas, proporciones equivocadas en el mezclado o si el proceso de fabricación no se efectúa correctamente. Los fabricantes de prestigio tienen numerosas revisiones de control de calidad para prevenir que estos problemas ocurran.

Esto es más probable cuando se produce lotes más pequeños, ya que los lotes más grandes son producidos con controles automatizados, los cuales miden las cantidades correctas de materias primas y que controlan la temperatura, la viscosidad, etc.

6.3 Consecuencias de las fallas de los recubrimientos

6.3.1 Vida de servicio prevista y fallas prematuras

La tecnología de recubrimientos protectores ha avanzado significativamente en el siglo pasado. Los materiales de recubrimientos pueden ahora proteger exitosamente estructuras de metal en ambientes alguna vez considerados demasiado severos para lograr dicha protección. Sin embargo, incluso los mejores recubrimientos fallan con el tiempo, y es necesario su repintado. Los mecanismos de fallas por el envejecimiento incluyen el ampollamiento, el desprendimiento y escamación, la erosión de la capa exterior, el descascaramiento, el óxido y la corrosión bajo película.

Cuando un sistema de recubrimiento falla significativamente antes de cumplir su vida de servicio prevista, tal falla es considerada prematura. Frecuentemente,

estas fallas suceden poco después de la aplicación del recubrimiento, o poco después de que la estructura recubierta ha sido puesta en servicio. En otras ocasiones, la falla es hallada varios años después de la aplicación pero bastante antes de que el sistema de recubrimiento haya cumplido su vida de servicio prevista.

Muchas veces esta reducción de la vida de servicio no es detectada o reportada. Parte de este problema es la dificultad de establecer cuál podría ser la vida de servicio potencial o el "desempeño". Este tipo de "falla" tiene poco impacto en los responsables de redactar las especificaciones, de fabricar del producto o del proceso de aplicación, pero probablemente resulta ser uno de los mayores factores de costo en la mayoría de las industrias. Las garantías del desempeño del recubrimiento son por lo general sólo de un año. El especificador o el administrador deben preparar y gestionar las especificaciones de modo que se logre el máximo de vida del recubrimiento.

6.3.2 Impactos y costos de las fallas de los recubrimientos

Las fallas prematuras de los recubrimientos pueden tener impactos y costos significativos para los usuarios y los especificadores:

- Reemplazo y reparación del sustrato
- Parada de operaciones
- Contaminación del producto
- Estética
- Contaminación del medio ambiente
- Accidentes

6.3.2.1 Reemplazo o reparación del sustrato

Cuando ocurre una falla prematura en un recubrimiento, a menudo sólo ciertas partes de la estructura son afectadas. Es mejor reparar las áreas con fallas antes de que la corrosión avance hasta el punto en el que el recubrimiento ya no puede ser retirado ni reemplazado de manera económica. Si se deja sin control, la corrosión producida por fallas del recubrimiento puede producir picaduras, erosión u otras formas graves de corrosión, dependiendo de la exposición y de la configuración de la estructura. Cuando la corrosión avanza hasta el punto en que amenaza la integridad mecánica de la estructura, los componentes deben ser reparados (por ejemplo, mediante soldaduras o añadiendo una plancha) o reemplazados. La seguridad y la apariencia también pueden verse comprometidas.

El costo de reemplazar las piezas debilitadas por la corrosión normalmente excede el costo del pintado de mantenimiento, dependiendo del tipo de estructura y el tipo de sistema de recubrimientos. El costo de suspender las operaciones durante o reemplazo de las partes de acero seguramente tendrá un impacto significativo en las mismas y, por tanto, en los costos. Las acciones de mantenimiento rápidas y oportunas, especialmente en ambientes extremadamente corrosivos, pueden reducir considerablemente los costos y el

tiempo de parada. Cuando una unidad de proceso o una estructura como un puente es sacada de servicio, el mantenimiento por lo general incluye el reemplazo de acero y el repintado.

6.3.2.2 Parada de Operaciones

Frecuentemente, una instalación debe suspender sus operaciones durante la preparación de la superficie y el pintado. El tiempo perdido relacionado con la reparación de las fallas del recubrimiento puede resultar más costoso que la reparación total debido a la pérdida de ganancias al interrumpirse la producción. Por ejemplo, si el revestimiento del interior de un tanque falla prematuramente, el tanque será puesto temporalmente fuera de servicio. Si el tanque es un componente necesario de todo un proceso de manufactura, puede ser necesario cerrar el proceso entero durante las operaciones de recubrimiento. Por lo menos, se deberá hacer arreglos alternativos para reemplazar las funciones de la unidad perdida, por ejemplo, como cuando se usa camiones tanque para embarcar fluidos desde una instalación remota de almacenamiento.

En otros casos, un proceso de fabricación puede quedar detenido por completo hasta que el tanque esté asegurado y su contenido sea transferido a otro tanque de almacenamiento temporal. En algunos casos, las piezas estructurales que requieren la reparación de su recubrimiento no pueden ser aislados de manera suficiente de los componentes críticos del proceso de fabricación.

En sentido inverso, si la reparación puede ser terminada durante una parada normal de la planta, se puede contrarrestar los costos por tiempo perdido.

6.3.2.3 Contaminación del producto

Los revestimientos sirven para dos propósitos principales: proteger al tanque del ataque de su contenido y proteger el contenido del tanque de la contaminación producto de la corrosión o de la degradación del revestimiento.

La contaminación de productos almacenados, tales como alimentos, bebidas, combustible de aviación y refrigerante de reactores nucleares, puede tener consecuencias costosas. Estos problemas se encuentran mayormente en tanques de almacenamiento, en recipientes o en tuberías de procesamiento. También es importante que los aditivos del revestimiento sean suficientemente insolubles en el producto almacenado como para evitar su contaminación, en especial al almacenar y transportar productos alimenticios. Es siempre recomendable efectuar pruebas de inmersión para determinar si el material del revestimiento es compatible con el contenido del tanque y si es resistente a éste.

La contaminación del producto puede ocurrir incluso cuando el recubrimiento no está pensado para entrar en contacto directo con el producto almacenado. Este tipo de falla es especialmente problemática en almacenamiento de alimentos y en áreas de procesamiento en las que el producto queda expuesto durante su almacenamiento o manufactura. Pueden caer partículas de pintura en el producto y ello podría no ser detectado antes de ser envasado. En un caso documentado,

unas partículas de recubrimiento cayeron dentro de masa para galletas durante el proceso de fabricación. Un tiempo después, los consumidores empezaron a encontrar los restos de pintura en las galletas. Los fabricantes de alimentos recogieron todos los productos contaminados de las tiendas, lo que por cierto produjo una gran pérdida monetaria y de prestigio para la empresa.

La EPA [Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos], en conjunto con la Asociación de Obras de Agua de los Estados Unidos (AWWA) y la Compañía de Seguridad y Salud Pública de los Estados Unidos (NSF Internacional), ha establecido criterios y métodos de prueba para la idoneidad de los recubrimientos aplicados a los interiores de tanques y de tuberías para evitar que los solventes solubles y otros componentes de los recubrimientos contaminen el agua potable, asimismo la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA), califica aquellos recubrimientos que pueden ser sometidos a contacto directo con alimentos.

La segunda fuente potencial de contaminación de un producto son los productos de la corrosión proveniente del sustrato. Si el sistema de recubrimiento falla, la superficie del recipiente se corroerá con probabilidad y los productos residuales de dicha corrosión contaminarán el contenido del tanque. Esta contaminación puede afectar el sabor o el color del producto, o puede tener efectos adversos en la salud. Si los contaminantes no pueden ser separados del producto, éste tiene que ser desechado. El costo de la eliminación y la consiguiente pérdida de ganancias pueden ser considerables.

6.3.2.4 Estética

Por lo general, se espera que un recubrimiento protector no sólo proteja el sustrato, sino que también produzca una superficie estéticamente agradable. La apariencia imponente de un recubrimiento en una estructura o instalación, aunque no es tan dañina como la pérdida de protección anti-corrosión, puede ser también considerada una falla, porque pierde una de sus funciones principales.

Por ejemplo, el opacamiento de una pintura brillante o semi-brillante podría no alcanzar la etapa en la cual el sustrato ya no es protegido, pero la pérdida de brillo y el cambio de color relacionados con el opacamiento podría no satisfacer los requerimientos estéticos. Una apariencia desagradable puede afectar la moral del personal de la planta o crear una imagen desfavorable en el público, o la impresión de una seguridad pobre (por ejemplo, en un puente).

El "sangrado", las manchas y otros defectos de la superficie podrían no reducir significativamente la vida de servicio de un recubrimiento, no obstante resultar inaceptables por razones estéticas. El usuario de una instalación puede esperar razonablemente que un recubrimiento recientemente aplicado esté libre de defectos estéticamente negativos y que asimismo retenga un aceptable nivel de brillo y de color por un amplio período de tiempo.

6.3.2.5 Contaminación del medio ambiente

La falla de un recubrimiento puede permitir que la corrosión por picaduras penetre la pared de un tanque, de forma que el contenido líquido almacenado, fluya hacia el ambiente. Esto puede causar daños y requerir una costosa limpieza. Por esta razón, los tanques de almacenamiento de líquidos deben tener un sistema de contención secundaria.

Seguridad

La falla del recubrimiento puede producir la falla de un componente de la operación o de un componente de seguridad, como un pasamanos. Esto puede generar lesiones serias del personal.

6.3.3 Reconocimiento de los Defectos y Fallas de los Recubrimientos

El primer paso al tratar los defectos y las fallas de los recubrimientos es reconocerlos e identificarlos. Cuando estos ocurren, debe tomarse una decisión acerca de si el análisis de fallas está garantizado. Si las causas de los defectos no son determinados, los problemas pueden volver a ocurrir. El análisis puede ser costoso y muchos propietarios no hacen nada más que una evaluación informal, a menos que la falla suceda a inicios de la vida del sistema, o que los costos del repintado o del análisis puedan ser recuperados. Por otro lado, ello es virtualmente un exigencia, si el problema llega a un litigio.

El análisis de fallas en una etapa temprana es efectuado a menudo con el fin de establecer responsabilidades y de cobrar las compensaciones de un tercero, sea éste el contratista, el fabricante del recubrimiento o incluso la agencia de inspecciones. De este modo, el reclamo para lograr acciones correctivas debe ser hecho antes del final del período de garantía, si ello ocurre durante este período. La documentación del trabajo y del análisis de fallas simplifica la solución de las disputas. En los casos de fallas catastróficas o costosas por otras razones, es recomendable que el usuario contrate un consultor con amplia experiencia en la investigación de fallas de recubrimientos.

Las personas que pueden ver y reportar una falla en un recubrimiento, varían considerablemente. Cualquiera que camine frecuentemente a través de una instalación o que la observe frecuentemente (como el personal de mantenimiento de una planta) debe reportar cualquier falla del recubrimiento al usuario/propietario. Es común que los residentes de las comunidades pequeñas mantengan siempre "un ojo" sobre la apariencia de "sus" tanques elevados de agua y que se quejen seriamente cuando el color de dichas estructuras se desvanece o si aparecen manchas de óxido. El monitoreo planificado y sistemático debe formar parte de las estrategias de mantenimiento del usuario/propietario, con inspecciones visuales a intervalos de unos seis meses o un año, o según la importancia y la accesibilidad de la estructura.

6.4 La Responsabilidad por las Fallas y por su Reparación

6.4.1 Asignación de la responsabilidad

El costo de la reparación de una falla de un recubrimiento es rara vez incluido en un contrato, y una o más de las partes involucradas será eventualmente cargada con la responsabilidad financiera por la reparación de los recubrimientos fallidos. A fin de tomar una decisión informada y justa relacionada con la responsabilidad financiera por la falla de un recubrimiento, es importante comprender las responsabilidades de las partes involucradas en una operación de aplicación de un sistema de recubrimientos. Asimismo, puede haber una diferencia entre la responsabilidad técnica y la legal. Por ello, si la formulación del recubrimiento está entre las causas de la falla de un recubrimiento, el usuario o propietario normalmente toma acciones contra el contratista que consiguió el recubrimiento y se permite que el contratista repita luego (o sea, que a su vez inicie juicio) contra el proveedor del producto. Así, el contratista puede verse procesado por todas las causas de falla excepto por aquellas relacionadas con los errores en las especificaciones. Hay que tener en cuenta que las decisiones judiciales pueden estar fundamentadas en presentaciones verosímiles, en lugar de las responsabilidades atribuidas aquí.

6.4.2 Responsabilidad del usuario/propietario y del especificador

6.4.2.1 Diseño

El usuario/propietario o el especificador del sistema de recubrimientos, tiene la responsabilidad de asegurarse que el diseño de la estructura sea “amigable” para la aplicación del recubrimiento. Muchas veces, durante el diseño de una estructura no se toma en cuenta la facilidad de aplicación de un recubrimiento, y así se generan zonas de difícil aplicación del mismo.

Durante la preparación de las especificaciones para el mantenimiento, el especificador de las mismas tiene pocas oportunidades para modificar las debilidades del diseño, pero igual debe analizar los problemas que éste presenta y redactar las especificaciones de acuerdo con ello. Las áreas que son difíciles de preparar o de recubrir deben ser reconocidas como tales, y se debe especificar los métodos y los materiales adecuados para compensar el problema, en la medida de lo posible.

Como siempre, es el especificador quien tiene la responsabilidad de asegurarse que las especificaciones sean detalladas, adecuadas y razonables. Al considerar la responsabilidad por las fallas del recubrimiento, una importante cuestión es si la falla hubiera ocurrido si el recubrimiento hubiera sido aplicado de acuerdo con las especificaciones. Encontrar acciones que se han apartado de las especificaciones no necesariamente señala la causa de una falla. Aunque apartarse de las especificaciones pueda ser un síntoma de otros problemas, puede igualmente no tener ninguna relación con la falla.

6.4.2.2 Elección del recubrimiento correcto

El especificador debe tener presente varios factores que intervienen en la preparación de dicho documento, a fin de evitar las fallas de los recubrimientos.

Uno de los factores más importantes es el ambiente de servicio que se espera enfrentar. Dicho ambiente afecta la elección de los métodos de preparación de la superficie así como de los recubrimientos a elegir, y podría influir en la elección del método de aplicación. El especificador debe tener en cuenta que una especificación anterior preparada para determinado ambiente de servicio puede no ser necesariamente aplicable en un ambiente de servicio distinto.

6.4.2.3 Preparación de la superficie

La especificación debe asegurarse que los estándares para la preparación de la superficie sean los adecuados para el ambiente de servicio dado (por ejemplo, limpieza al metal blanco para inmersión y para los materiales especificados) y que el grado de limpieza especificado sea viable bajo las normas y las restricciones de planta imperantes. El incluir en las especificaciones la preparación de la superficie recomendada por el fabricante del imprimante, para dicho servicio en particular puede aliviar al especificador de la carga relacionada con la responsabilidad por una preparación inadecuada de la superficie.

6.4.2.4 Aplicación

Muchas veces las especificaciones señalan que el responsable debe aplicar el recubrimiento de acuerdo con los datos escritos del fabricante. Se debe incluir los aspectos prácticos de la aplicación de recubrimientos como parte de las tareas del especificador.

6.4.2.5 Prevención de conflictos

Es muy probable que las hojas de datos del producto proporcionadas por los fabricantes de recubrimientos no abarquen todos los posibles sustratos, ambientes de servicio y condiciones de aplicación que se pueda encontrar. El especificador debe identificar, cuando sea posible, todos los conflictos entre lo que él sabe que es aplicable en el proyecto y las recomendaciones de las hojas de datos del producto, que son necesariamente de carácter general. Las especificaciones deben indicar cuál es el criterio prevaleciente en caso de que hubiera dos en conflicto.

6.4.3 Responsabilidad del contratista

El contratista del recubrimiento es responsable no sólo por efectuar la preparación de la superficie y por la aplicación del recubrimiento de acuerdo con las especificaciones (y con los términos del contrato, por supuesto), sino también por el uso de técnicas y métodos que recojan lo mejor de las prácticas y de los estándares de la industria.

El contratista del recubrimiento es responsable por las fallas causadas por las desviaciones de lo establecido en las especificaciones. Si la investigación sobre la falla descubre zonas en las que no se quitó el óxido o el recubrimiento existente, ello resultará claramente de responsabilidad del contratista. Sí, por otro lado, se

descubre sales solubles debajo de un recubrimiento con ampollamiento, el contratista podría no ser el responsable si la sección de las especificaciones sobre preparación de la superficie no señalaba este problema.

Las condiciones tales como la falta de un perfil de superficie adecuado o un espesor incorrecto de la película, son fácilmente determinadas por el investigador. Sin embargo, a veces no hay pruebas visibles, como en los casos en los que se aplicó un recubrimiento en condiciones de alta humedad del aire, lo que produjo la condensación del agua sobre la superficie o un curado incorrecto de la película. Estas posibilidades resaltan la necesidad de una inspección y de una documentación apropiada del trabajo.

El contratista también es responsable por la protección de los equipos circundantes. El costo por quitar el exceso de rociado de las propiedades circundantes, o de la reparación de los daños causados por exceso de aplicación de chorro o por otros trabajos de preparación de la superficie o de aplicación del recubrimiento, es usualmente atribuido al contratista aplicador del recubrimiento. El dueño de las instalaciones debe tener un cuidado razonable para asegurarse que el equipo, los automóviles y otros enseres queden a buena distancia de las operaciones de recubrimiento por rociado a presión.

Si el contratista incumple los requerimientos de las especificaciones al aplicar recubrimientos con discontinuidades u otros defectos que conduzcan a una falla prematura, dicho contratista será el responsable. Dichos defectos deberían haber sido detectados por un inspector y luego corregidos por el contratista.

6.4.4 Responsabilidad del proveedor del recubrimiento

Si el fabricante de un recubrimiento usa materiales incorrectos en la preparación del recubrimiento (sea de manera accidental, sea de manera intencional), entonces se convierte en responsable por cualesquiera fallas que se produzcan. Sin embargo, si el contratista compró el producto, el usuario puede tomar acciones legales contra él, quien a su vez podrá hacerlo contra el fabricante.

6.4.4.1 Hoja de datos de aplicación

La hoja de datos de aplicación de un fabricante debe indicar ciertos parámetros como la temperatura de aplicación, la humedad recomendada, los requerimientos sobre el espesor de la película húmeda y seca, instrucciones de mezclado y de adelgazamiento y los intervalos de repintado. Estos parámetros pueden o pueden no estar incluidos en las especificaciones, aunque ciertamente una especificación minuciosa debería incluir este dato. El fabricante debe estar seguro de que las recomendaciones para la preparación de la superficie y para la aplicación sean completas y correctas. Si unas recomendaciones incorrectas producen fallas en los recubrimientos, estas son consideradas de responsabilidad del fabricante del producto.

Los requerimientos de las hojas de datos del fabricante deben ser adecuados para asegurar la adecuada protección del substrato, pero también deben tener en

cuenta que se puede producir variaciones en el espesor de la película, y que el apartarse ligeramente del espesor de película seca recomendado no debería causar la falla prematura de un sistema de recubrimiento. Por ejemplo, si un fabricante recomienda que el sistema sea aplicado con un espesor total de película seca de 8,0 mils (milésima de pulgada), incluso el mejor aplicador tendrá unas cuantas áreas con algo menos de los 8,0 mils recomendados, así como otras con un poquito más que dicha cifra. El fabricante debe proporcionar un rango de espesores dentro del cuál se debe esperar que el sistema se desempeñe satisfactoriamente.

Si el sistema es aplicado dentro de un rango de espesor recomendado, y aun así falla debido a que el espesor es inadecuado para dar protección al sustrato, o debido a que es demasiado grueso y las tensiones consiguientes causan desprendimientos, ello significará que la recomendaciones del fabricante están equivocadas y, por lo tanto, este debe ser considerado el responsable por la falla.

El fabricante también debe indicar los intervalos de repintado y los tiempos de curado para su recubrimiento, haciendo referencia a las temperaturas que podría encontrarse durante la aplicación o el curado. Los especificadores de recubrimientos generalmente confían en las recomendaciones del fabricante en materia de intervalos de repintado. Si el tiempo de repintado es especificado correctamente (y las especificaciones lo asumen como propio), cualquier falla que ocurra como resultado de un repintado efectuado demasiado pronto o demasiado tarde, deberá ser considerada responsabilidad del fabricantes del recubrimiento.

6.4.4.2 Recomendación de servicio

El fabricante del recubrimiento también debe indicar en la hoja de datos los límites ambientales del sistema de recubrimiento. Por ejemplo, un sistema dado puede desempeñarse bien en agua potable a 24° C o 75° F, pero fallar prematuramente en agua potable a 66° C o 150° F. Antes de recomendar ampliamente un sistema de recubrimiento, el fabricante debe asegurarse, mediante las pruebas apropiadas, que el sistema se desempeñe bien en un ambiente de servicio dado.

Sin embargo, los fabricantes no siempre conocen con precisión el ambiente de servicio al que el sistema será expuesto. Rara vez se encuentra una descripción precisa del ambiente de servicio suministrada por el propietario o por el especificador. El fabricante podría recomendar un recubrimiento que supuestamente se desempeñe bien en el ambiente descrito por el propietario y el recubrimiento podría fallar debido a una exposición a productos químicos o a temperaturas que no fueron descritas. Dado que los fabricantes no pueden controlar el ambiente de servicio, no siempre pueden ser considerados responsables por este tipo de fallas.

6.4.4.3 Aseguramiento de la calidad en la fabricación

Los recubrimientos se fabrican por lotes. A los fabricantes se les exige identificar el lote de fabricación de cada componente del recubrimiento. Cada lote tiene una fecha de fabricación y una fecha de expiración. Además, en las etiquetas se

señala las temperaturas mínimas y máximas para su almacenamiento. Es usual que los fabricantes retengan una muestra de cada lote para efectuar pruebas posteriores.

Ciertas fallas pueden ser el resultado de variaciones de lote a lote. Por ejemplo, la omisión de añadir ácido málico (un aditivo que mejora la adherencia) en una pintura vinílica, puede producir fallas catastróficas de adherencia en el sistema de recubrimientos. La adición de un pigmento sensible a la radiación ultravioleta en un recubrimiento formulado para exposición en exteriores puede hacer que el recubrimiento se desvanezca. Las variaciones en la proporción entre pigmento y aglutinante pueden cambiar el brillo de un recubrimiento y afectar otras propiedades tales como la resistencia a la abrasión, la permeabilidad frente a la humedad y fuerza cohesiva. Es responsabilidad del fabricante del recubrimiento contar con adecuados procedimientos de aseguramiento de la calidad para garantizar que sus productos sean fabricados de acuerdo con la formulación correcta.

A veces es difícil probar la causa exacta de la falla de un recubrimiento. Los más prestigiosos fabricantes de pinturas desean seguramente cooperar con los usuarios para resolver los problemas y así proteger su reputación. Sin embargo, es bastante usual que los fabricantes traten de limitar sus obligaciones al valor del producto suministrado, el cual es, por lo general, una fracción del costo total del trabajo. Además, si la causa del problema no puede ser identificada, el rehacer el trabajo con los mismos materiales podría resultar costoso e improductivo.

6.4.5 Otras partes potencialmente responsables

Además de las tres partes principales, se podría atribuir una parte de la responsabilidad a otras partes por las fallas de los recubrimientos. Estas partes incluyen a los ensambladores, inspectores y a los proveedores de equipo o de abrasivos. Por ejemplo, si fallara el recubrimiento aplicado en una estructura recientemente construida, la compañía que la ensambló o fabricó y que aplicó el imprimante de fábrica, es responsable. La empresa que transportó el acero con imprimante podría tener que pagar por daños de transporte. El usuario-propietario podría culpar al inspector por no haber informado apropiadamente cuando alguna parte se desvía de las especificaciones o no cumple con documentar algunas fases críticas de la operación. En algunos casos, el abrasivo o el equipo pueden contribuir con las fallas prematuras del recubrimiento. Normalmente, es el contratista quien proporciona estos materiales, pero a veces son suministrados por el usuario.

Debe notarse que a menudo hay más de un factor único involucrado en las fallas de los recubrimientos y que normalmente hay responsabilidades compartidas. Asimismo, pocas disputas van realmente a los tribunales, ya que ambas partes en conflicto desean minimizar posibles pérdidas de dinero.

6.4.6 Historial de casos

Como se expuso anteriormente en esta unidad, las fallas de los recubrimientos caen generalmente dentro de una de las siguientes tres categorías:

Fallas relacionadas con la preparación de la superficie y/o con la aplicación del recubrimiento, generalmente consideradas como de responsabilidad del contratista.

Fallas causadas por material defectuoso, generalmente consideradas como de responsabilidad del proveedor del recubrimiento.

Fallas causadas por especificaciones inadecuadas o por diseño estructural, generalmente consideradas de responsabilidad del propietario o usuario, o bien del especificador.

Para ilustrar estos tipos de fallas y para asignar las responsabilidades del caso, se ha tomado tres ejemplos de “Caveat Emptor: La Comprensión de las Fallas de los Recubrimientos en Instalaciones Petroquímicas”, de Mark Schilling, *Journal of Protective Coatings & Linings (JPCL)*, marzo de 1989.

Fallas relacionadas con la preparación de la superficie o con la aplicación del recubrimiento

Un revestimiento epóxico del fondo de un tanque falló por ampollamiento después de sólo unos cuantos años en servicio de inmersión en gasolina sin plomo. Se recogió muestras del líquido de varias ampollas del revestimiento con una jeringa y se lo reunió en una probeta de vidrio. El líquido, de color claro, tenía un distintivo olor a solvente de recubrimiento. En el laboratorio, el líquido fue analizado con una técnica de combinación de espectrometría de masas con cromatografía de gas (técnica GC/MS). Esta técnica implica la separación de una mezcla en sus componentes (GC), seguida por la identificación de sus componentes individuales (MS). Se encontró que el líquido de las ampollas era principalmente agua, pero igualmente se halló pequeñas cantidades de propanol, butanol, metanol y etil celosol soluble. Estos solventes orgánicos provenían de la pintura y no eran componentes de la gasolina almacenada en el tanque. Ello indicaba que era el agua y no la gasolina la que había causado el ampollamiento.

Una inspección minuciosa mostró que el revestimiento había sido aplicado con un espesor del doble del recomendado en gran parte del fondo del tanque. Esto favoreció la retención en la película supuestamente seca, de pequeñas cantidades de los solventes en evaporación y altamente oxigenados contenidos en la pintura. Los solventes hidrofílicos retenidos dieron impulso a un gradiente de concentración con una presión osmótica relacionada, haciendo que el agua se introdujera en el recubrimiento a un ritmo acelerado.

Todos los recubrimientos son permeables al agua en alguna medida. Una molécula de agua que logra penetrar al interior de un recubrimiento puede dar la vuelta y salir nuevamente, pero si hay sustancias solubles en agua presentes en

el acero o dentro del mismo recubrimiento, la molécula de agua se quedará dentro porque su presión de vapor como solvente se ve grandemente reducida comparada con su estado normal.

Las presiones osmóticas causadas por sustancias higroscópicas detrás de los recubrimientos no son poca cosa. La presión a través de un recubrimiento puede ser de varios cientos de psi, lo cual es mayor que la fuerza de adherencia de muchas películas orgánicas. El ampollamiento osmótico es una causa común de fallas de los revestimientos, pero el mecanismo es un misterio increíble para muchos porque las altas presiones permanecen sin ser vistas.

Cuando se pinchan las ampollas, estas no liberan la presión en su interior lanzando violentamente su contenido líquido. La razón es que el ampollamiento osmótico ocurre en pequeñas fases que consisten en la alternancia de acumulación y liberación de la presión por una respuesta visco elástica de la película que permite su constante deformación. La mayoría de los tipos de recubrimientos no poseen la rápida respuesta elástica de una liga de jebe o de un globo que estalla.

Fallas causadas por materiales defectuosos

Un fabricante de recubrimientos recomendó un revestimiento epóxico de tanques para la bodega de carga de un buque-tanque de tipo oceánico que iba a transportar una variedad de productos de refinación, como gasolina y solventes aromáticos. La empresa fabricante de recubrimientos aseguró que su recubrimiento iba a resistir a todos los posibles materiales de carga del barco. Sin embargo, una simple prueba de laboratorio mostró que el recubrimiento se ampolló después de sólo unas pocas semanas de inmersión en tolueno.

Se prepararon nuevos paneles de prueba y se sometieron a examen. Nuevamente el recubrimiento se ampolló después de una corta exposición al tolueno. Se probó otros lotes del producto y los resultados fueron los mismos. Finalmente, el fabricante llegó a la conclusión de que la reformulación de dicha pintura epóxica en particular había hecho que esta perdiera su "resistencia" a los solventes aromáticos.

Es importante reconocer que se vienen imponiendo cambios en la industria de recubrimientos. Por ejemplo, en un esfuerzo por mejorar la calidad del aire, los reguladores están presionando a las empresas de recubrimientos para minimizar o eliminar los solventes. Para mejorar la seguridad de los trabajadores durante la fabricación del recubrimiento y durante su aplicación, así como para reducir el impacto de largo plazo en el medio ambiente, los formuladores vienen eliminando varios materiales como el plomo, el cromo y ciertas aminas curadoras de los recubrimientos. Queda claro pues que muchos de los cambios se hacen por razones distintas, como el cambio de materia prima, uso de un diluyente universal, para hacerlo más competitivo y no en el mejoramiento del desempeño de los recubrimientos para diferentes servicios.

A pesar de significativos cambios en las formulaciones, los productos pueden conservar el mismo nombre y el mismo número de producto. Después de todo, dichas identificaciones son ya reconocidas y registradas en las listas de “productos aprobados”. Por supuesto que algunos fabricantes hacen creer que todos los cambios son para bien, todo el bien y nada más que para bien, cuando suceden cambios en sus propiedades físicas.

Fallas causadas por especificaciones o por diseño estructural inadecuados

Una solución fertilizante alcalina se contaminó con los productos resultantes de la corrosión, luego de que fuera almacenada en un tanque de acero sin revestimiento. La corrosión no era grave, pero se consideró necesario poner un revestimiento interno en el tanque para mantener la pureza del producto. El uso de chorro abrasivo, seguido por dos capas de un recubrimiento epóxico “catalizado”, de dos componentes, hubiera sido algo muy costoso. Por ello, se especificó un sistema más simple y barato, consistente en un convertidor de óxido y una capa simple de un epoxi secado al aire y de un solo componente (epoxi éster).

El revestimiento falló catastróficamente poco después de ser puesto en servicio, produciendo una contaminación del producto mucho más grave. La resistencia química del epoxi éster era tristemente inadecuada. La parte epóxica (poliéster) del aglutinante resinoso tenía buena resistencia, pero el componente de aceite secante (ácido graso/éster) fue atacado químicamente (saponificado) por la solución alcalina. La adherencia inicial al acero era mala y el recubrimiento fue rápidamente deteriorado. El revestimiento simplemente se desintegró.

Los tratamientos anti-óxido y las pinturas de ésteres epóxicos pueden ser útiles en ciertos ambientes de servicio atmosférico moderadamente corrosivos, pero tales sistemas nunca deben ser usados como revestimientos para tanques. El principal atractivo de los convertidores de óxido y de las pinturas tipo panacea de “una capa lo hace todo” es el ahorro inmediato y la conveniencia, pero no su desempeño superior. El consumismo bien entendido implica no sólo una adquisición competitiva de materiales y de mano de obra. La estrategia ampliamente usada de “bajo precio por galón y baja cotización” no siempre logra un trabajo bien hecho, especialmente tratándose de condiciones de exposición severas.

CAPITULO 7 DESCRIPCIÓN DE HOJA TÉCNICA Y HOJA DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES.

7.1 HOJA TÉCNICA DEL RECUBRIMIENTO.

Todos los recubrimientos tienen una hoja de datos donde se describe las características del producto, sus propiedades físicas y químicas, así como las calificaciones si las tuviera.

A continuación detallaremos el contenido genérico de una hoja técnica de recubrimientos:

7.1.1 Nombre: Generalmente ubicado en la parte superior derecha, se indica el nombre comercial del producto, acompañado a veces de su origen químico.

7.1.2 Descripción: Se describe las características principales del producto.

7.1.3 Usos Típicos: Se indica en que tipo de industria se puede aplicar el producto.

7.1.4 Datos Físicos: Las mismas serán detalladas a continuación:

- Acabado:** Este puede ser brillante, semibrillante ó semimate y mate.
- Color:** Puede ser un color estándar ó según cartilla de colores.
- Componentes:** Dependiendo del tipo de resina podrá ser de uno o más componentes.
- Relación de Mezcla:** Nos indica las partes en volumen que debe usarse por cada componente.
- Sólidos en Volumen:** La parte sólida del recubrimiento expresada en porcentaje.
- Espesor de película:** Indica el rango de espesores de película seca en mils que puede aplicarse el recubrimiento en mención.
- Número de capas:** El número de veces necesarias que puede aplicarse el producto.
- Rendimiento Teórico:** El rendimiento en m^2/gl del producto sin incluir perdidas a cierto espesor de película seca.

- Diluyente:** Nombre del tipo de reductor de viscosidad para facilitar la aplicación.
- Tiempo de Vida Útil:** Tiempo que tenemos para la aplicación antes de su gelamiento después de la preparación del recubrimiento. Varía con la temperatura ambiente.

7.1.5 Preparación de la Superficie

Dependiendo del tipo de sustrato se recomienda el tipo de preparación de la superficie a realizar. Por ejemplo:

Acero nuevo: Realizar una limpieza con chorro abrasivo a presión similar a la norma SSPC – SP10 “Arenado cercano a metal blanco”.

Acero con recubrimiento antiguo: Limpieza manual – mecánica según norma SSPC SP2/SP3 ó limpieza con agua a alta presión según norma SSPC – SP12.

Acero galvanizado: Limpieza con detergente industrial.

Concreto: Limpieza según norma SSPC – SP13.

7.1.6 Método de Aplicación

Este apartado nos proporciona información de los diferentes métodos de aplicación que pueden emplearse con el recubrimiento en mención. Estos métodos pueden ser: brocha, rodillo, equipo convencional, equipo de rociado sin aire.

7.1.7 Tiempos de Secado

Generalmente presentados a 21°C según el estándar ASTM D1640. Los secados comúnmente descritos son:

Secado al tacto: Es el tiempo en el cual el recubrimiento ha secado al simple tacto de los dedos.

Secado al tacto duro: Es el tiempo de secado cuando se presiona con el pulgar sin hacer torsión, el cual puede dejar huella que debe ser borrada con un trapo limpio sin dañar el recubrimiento.

Repintado mínimo: Es el tiempo de secado mínimo que debo dejar una vez aplicado el recubrimiento para aplicar la siguiente capa.

Repintado máximo: Es el tiempo máximo que tengo para aplicar la siguiente capa una vez aplicado un recubrimiento.

7.1.8 Condiciones de Aplicación

Las condiciones de aplicación normalmente son las siguientes:

$4^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura de superficie} < 50^{\circ}\text{C}$

Humedad Relativa $< 85\%$, y la temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que la temperatura del punto de rocío.

7.1.9 Procedimientos de Aplicación.

Describe las recomendaciones que debemos realizar durante la preparación del recubrimiento y su aplicación.

7.1.10 Imprimantes y Acabados recomendados

Nos indica los productos que pueden ser usados como Acabados cuando el recubrimiento es un imprimante (capa base), y sí es un acabado que tipo de imprimantes puedo usar.

7.1.11 Datos de Almacenamiento

Se describe el peso por galón de cada componente sí fuese el caso, y el punto de inflamación de cada componente.

7.1.12 Precauciones de Seguridad

Nos aconseja los cuidados que debemos tener en el manipuleo del producto y su uso para la aplicación del mismo.

7.2 HOJA DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES (MSDS)

Es el documento que reúne en forma ordenada y resumida, la información básica de las características Físico-Químicas de Seguridad, de Ecología, de Toxicología y de acciones de Emergencia de los Materiales considerados Riesgosos. Es la herramienta básica para prevenir accidentes e incidentes dentro y fuera de la empresa.

Es el mejor recurso del personal que en primera instancia responde a las emergencias con materiales riesgosos.

La hoja de datos de seguridad consta de 12 secciones que se detallan a continuación:

Sección 1 – Datos generales que incluye lo siguiente:

- Fecha de Elaboración.
- Fecha de actualización.
- Nombre o razón social quien elabora la hoja de datos de seguridad.
- Nombre y domicilio completo del fabricante o importador.
- Número de teléfono a donde comunicarse en caso de emergencia.

Sección 2 – Datos de Sustancia Química peligrosa.

- Nombre químico o código (nombre comercial)
- Familia química
- Sinónimos.
- Otros datos relevantes.

Sección 3 – Identificación de la Sustancia química peligrosa.

- Clasificación de los grados de riesgo a la salud, inflamabilidad, reactividad, especiales.
- Componentes riesgosos.

Sección 4 – Datos de la propiedades físicas y químicas.

- Temperaturas de: ebullición, fusión, inflamación y autoignición.
- Densidad.
- pH.
- Peso molecular.
- Estado físico.
- Color.
- Olor.
- Velocidad de evaporación.
- Solubilidad en agua.
- Presión de vapor.
- Porcentaje de volatilidad.
- Límites de inflamabilidad.
- Explosividad.

Sección 5 – Datos de los riesgos de fuego o explosión

- Medio de extinción.
- Equipo de protección personal específico a utilizar en labores de combate de incendios.
- Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios.
- Productos de combustión que sean nocivos para la salud.
- Condiciones que conducen a otro riesgo.

Sección 6 – Datos de reactividad

- Condiciones de estabilidad o inestabilidad.
- Incompatibilidad.
- Productos peligrosos de la descomposición.
- Polimerización espontánea.
- Otras condiciones.

Sección 7 – Riesgo a la salud y primeros auxilios.

- Según la vía de ingreso al organismo: ingestión, inhalación o contacto.
- Sustancia química considerada como: carcinógena, mutagénica y teratogénica.
- Información complementaria.
- Emergencias y primeros auxilios.

Sección 8 – Indicaciones en caso de fuga o derrames.

- Procedimiento y precauciones inmediatas.
- Métodos de mitigación.

Sección 9 – Protección especial para situaciones de emergencia.

- Equipo de protección personal específico a utilizar en estos casos.

Sección 10 – Información sobre su transportación

- Recomendaciones de las Naciones Unidas para el transporte de productos peligrosos.

Sección 11 – Información sobre ecología.

- Indicar el comportamiento de la sustancia química peligrosa cuando se libera al aire, agua o suelo y sus efectos en flora y fauna.

Sección 12 – Precauciones especiales

- Para su manejo, transporte, almacenamiento u otra precaución especial sí la hubiera.

Para mejor ilustración de lo que es una hoja técnica y de datos de seguridad de los materiales, en el anexo 3 le mostramos la hoja técnica y de seguridad para un producto.

CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 CONCLUSIONES

Con el presente informe, el personal de mantenimiento, proyectos, contratista y todo personal involucrado en la aplicación de recubrimientos podrá:

- Realizar ó entender un estándar de ingeniería o especificación referida a la aplicación de recubrimientos para un proyecto o mantenimiento.
- Exigir los controles de calidad necesarios en los procesos de preparación de superficies y aplicación de recubrimientos, con el fin de satisfacer los requerimientos del propietario.
- Evaluar una propuesta económica de los fabricantes de recubrimientos afín de satisfacer su costo beneficio.
- Conocer las principales causas de las fallas de los recubrimientos con el fin de minimizarlos o evitarlos.
- Entender la hoja técnica de los productos involucrados en el proyecto de aplicación de recubrimientos.

8.2 RECOMENDACIONES.

- Para todo trabajo de aplicación de recubrimientos exigir la especificación.
- Solicitar una reunión de trabajo previo al inicio del mismo, con el fin de deslindar cualquier ambigüedad referida a la especificación de recubrimientos.
- Homologar al personal contratista que realizará el trabajo de aplicación de recubrimientos.
- Derivar a una empresa de inspección de recubrimientos, el trabajo de aseguramiento de la calidad para todo proyecto nuevo de aplicación de recubrimientos.
- Solicitar asesoría técnica al fabricante de recubrimientos, con el fin de que sus productos se apliquen correctamente.

CAPITULO 9 BIBLIOGRAFÍA

1. Good Painting Practice – The Society for Protective Coatings (SSPC) Painting Manual Volume 1 & 2.
2. Fundamentals of Protective Coatings for Industrial Structures – The Society for Protective Coatings (SSPC).
3. Specifying and Managing Protective Coatings Projects - The Society for Protective Coatings (SSPC).
4. NACE International Coating Inspector Program, Session I y II.

CAPITULO 10 ANEXOS

ANEXO 1: ESPECIFICACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN PARA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA EN AMBIENTE INDUSTRIAL

ANEXO 2: UOP / PROCESS DIVISION UOP INC / PAINTING – STANDARD SPECIFICATION

ANEXO 3: HOJA TECNICA Y HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES (MSDS) DE PRODUCTO EPOXICO AMERLOCK 400

Especificación de Construcción

para

PROTECCIÓN ANTICORROSIVA EN AMBIENTE INDUSTRIAL

(Pliego de condiciones facultativas N° 8)

Rev.	Fecha	Descripción y N°. de páginas Revisadas	Realizado	Comprobado	Aprobado
10	Oct. 95	Reescrito con tratamiento de texto		A.L.S.	J.P.N.
11	Oct. 97	Revisados esquemas de pintura	A.L.S.	A.L.S.	T.U.A.
11a	Feb. 98	Corrección de errores en pág. 1-8, 12, 13,20,22,23,25-27,30,33-38.	A.L.S.	A.L.S.	T.U.A.
11b	Jun. 98	Revisadas Págs. 5,8,11,13,18,20 a 23, 25 y 28 a 32	A.L.S.	A.L.S.	T.U.A.
12	Nov. 00	Revisados cuadros 1 y 2, puntos 4, 6.1.2, 6.3.5, 7.2, 7.6, 8.3.1, 8.5 9 y 11. Añadido 6.4	A.L.S.	R.F.L.	J.R.P.
13	Dic. 01	Revisión capítulos 8, 10 y 11. Actualizada normativa y reestructurado texto.	E.B.T.	A.L.S.	

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 2 de 34</i>
13	Dic. 01	

INDICE

1	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	3
2	NORMAS DE REFERENCIA	4
3	MATERIALES Y ESPECIFICACIONES	5
4	ALCANCE DEL TRABAJO	6
5	RECEPCIÓN DE PINTURAS	8
6	PREPARACIÓN DE SUPERFICIES	9
7	APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCION	14
8	CONTROL DE CALIDAD	19
9	GARANTÍAS	23
10	CROMATICIDAD, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	24
11	SISTEMA DE MEDICIÓN Y ABONO	26
12	ANEXOS	28



<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 3 de 34</i>
13	Dic. 01	

OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir la normativa a seguir en la elección del sistema de protección anticorrosiva más adecuado, al tipo y condiciones operativas / ambientales del elemento o equipo a proteger así como a las consideraciones a tener en cuenta en su aplicación, medición y control de calidad.

Este pliego contempla los sistemas de protección aplicables a la totalidad de las superficies metálicas nuevas a aplicar en trabajos de taller y campo y a los casos más frecuentes de repintado por mantenimiento.

La preparación y eventual protección de superficies metálicas en casos especiales (ebonitado, protección antiácida, etc.) no entran en el ámbito de este Pliego de Condiciones y son sin embargo objeto de atención en los Pliegos de Condiciones específicos.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 4 de 34</i>
13	Dic. 01	

NORMAS DE REFERENCIA

2.1 Generalidades

Es objetivo de la Propiedad establecer como especificaciones de aplicación para la homologación de pinturas las normas UNE.

Por otra parte, en tanto en cuanto no se elaboren las normas UNE correspondientes a determinadas pinturas, se especificarán estas y homologarán en base normas de reconocida calidad como INTA, CAMPSA, MIL o DIN.

2.2 Normas de referencia

Las normas de referencia que establece esta especificación son las siguientes:

- CAMPSA M-01-03 Pintura acrílica modificada.
- SSPC-PA1 Shop, field and Maintenance Painting.
- SSPC-SP1 Solvent Cleaning.
- SSPC-SP2 Hand tool cleaning.
- SSPC-SP3 Power tool cleaning.
- SSPC-SP12 Limpieza con chorro de agua a alta presión.
- UNE EN ISO 15528 Pinturas y barnices. Toma de muestras de productos líquidos.
- UNE 48103 Pinturas y barnices. Colores normalizados.
- UNE 48258 Evaluación de la degradación de los recubrimientos e pintura. Partes 1, 2, 3 y 4.
- UNE 48271 Imprimación epoxi anticorrosiva, libre de plomo y cromatos.
- UNE 48293 Imprimación de silicato de etilo, rica en zinc.
- UNE 48277 Imprimación epoxi rica en zinc.
- UNE 48261 Pintura epoxi modificada de aluminio y alto espesor.
- UNE 48295 Pintura epoxi modificada con hierro micáceo.
- UNE 48274 Pinturas de poliuretano alifático de acabado brillante.
- DIN 51604 Líquido de ensayo FAM para materiales de polímeros.
- INTA 164402A Recubrimiento protector resistente al agua y a los combustibles líquidos.
- INTA 164408 Pintura rica en cinc de silicato de etilo.
- MIL P 23236B Paint Coating systems, fuel and salt water ballast tanks.
- MIL C 4556 E Coating Kit, Epoxy, for interior of steel fuel tanks.
- UNE EN ISO 12944 Protección de estructuras de acero frente a la corrosión. Partes 3, 7.
- UNE EN ISO 11124 Preparación de sustratos de acero. Especificación de abrasivos metálicos. Partes 2, 3 y 4.
- UNE EN ISO 11126 Preparación de sustratos de acero. Especificación de abrasivos no metálicos. Parte 3.
- UNE EN ISO 8501-1 Preparación de sustratos de acero. Grados de corrosión.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 5 de 34</i>
13	Dic. 01	

MATERIALES Y ESPECIFICACIONES

- A.** Los recubrimientos anticorrosivos se realizarán con pinturas que deberán cumplir los siguientes requisitos:
- El contenido en COV no debe ser superior a 0,33 kg/l.
 - No deben usarse pigmentos tóxicos que contengan plomo o cromatos.
 - El punto de inflamación estará por encima de 21°C.
- Productos especiales, para aplicaciones concretas, para los que no existe una norma de fabricación y que sobrepasan los valores anteriores, se pueden utilizar con la aprobación previa de la Propiedad.
- B.** Los tipos de pintura y sistemas de protección a emplear serán los indicados en el plano estándar PED-B-0204.
- C.** El Contratista deberá resolver cuantas dudas se originen para evitar una falsa interpretación de las diversas clases de preparación de superficies, número de capas, espesores máximos y mínimos, tipos y calidad de las pinturas, etc.
- D.** A estos efectos, antes de presentar la oferta, el Contratista deberá visitar las instalaciones y una vez evaluado el trabajo a realizar, prever los medios y herramientas a emplear, proponiendo si procede el sistema de preparación de superficies a efectos de seguridad de las instalaciones adyacentes. Deberá también tener conocimiento preciso de las limitaciones existentes y ajustarse a las exigencias de las mismas. No se admitirá después de adjudicar los trabajos, ningún tipo de reclamación por este concepto.
- E.** Con las ofertas deberán adjuntarse la relación de las designaciones y fabricantes de cada una de las pinturas a utilizar en la obra, que estarán homologadas o serán susceptibles de homologación. En Tabla 1 del Capítulo 12 se recogen los fabricantes y productos comerciales que la Propiedad considera aceptables.
- F.** Una vez realizada la adjudicación del contrato y en todo caso antes de comenzar los trabajos se entregarán las certificaciones pertinentes debidamente actualizadas, de acuerdo con lo indicado en el § 8.5.
- G.** Se retendrá el pago de las certificaciones del esquema o esquemas pendientes de la presentación de tales certificados.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 6 de 34</i>
13	Dic. 01	

ALCANCE DEL TRABAJO

- A.** Los equipos nuevos como válvulas, bombas, maquinaria, motores eléctricos, equipo eléctrico, instrumentos, etc., serán imprimados y acabados en taller de acuerdo con los requerimientos de esta especificación.
- B.** Las superficies bajo aislamiento requieren protección anticorrosiva cuando se den las siguientes circunstancias:
- Superficies de acero al carbono con temperaturas de operación desde - 45°C hasta 150°C. Se protegerán de acuerdo a los sistemas 9 y 10 del PED-B-0204.
- C.** Las siguientes superficies NO se pintarán a menos que específicamente, se indique lo contrario:
- Superficies de acero al carbono de equipos aislados térmicamente, cuando estén sometidos en continuo a temperaturas por encima de 120°C.
 - Superficies de acero inoxidable, salvo que por estética se requiera su pintura.
 - Fábrica de ladrillo y hormigón vistos.
 - Recubrimiento exterior de líneas aisladas tanto de aluminio, acero galvanizado o acero inoxidable.
 - Planchas metálicas para aislamiento (tejados, etc.)
 - Hierro galvanizado en caliente y metales no féreos.
 - Hormigón y mortero antifuego a menos que se halle en un área de productos químicos muy agresivos.
 - Superficies mecanizadas y superficies de contacto con las juntas.
 - Todos los equipos adquiridos que hayan sido imprimados y acabados por el propio fabricante (instrumentos, paneles y pupitres de instrumentación, motores, etc.) Todo ese tipo de equipo no se tocará a menos que se requiera a fin de reparar daños en la pintura o para conseguir un color de acabado determinado.
 - Las placas de características o cualquier tipo de instrucciones especiales incluidas como parte del equipo.
 - Vástagos de válvulas, órganos móviles de equipo, órganos de engrase, ejes de bombas y compresores y, en general, cualquier superficie o equipo que normalmente vaya lubricado o tenga unas tolerancias de trabajo muy ajustadas.
- D.** Todas las superficies de acero que vayan a ser aisladas térmicamente deberán llevar la superficie tratada y/o imprimada de taller, en el caso de requerirse tal protección de acuerdo con lo indicado en el punto B.
- E.** Se considerará a todos los efectos que la temperatura de los soportes (faldones, patas, cunas, etc.) no excede de 60°C a menos que se indique expresamente lo contrario.
- F.** Las superficies que después del montaje o erección sean inaccesibles, se prepararán de acuerdo con esta especificación antes del montaje o erección. Las superficies de contacto de



<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 7 de 34</i>
13	Dic. 01	

acero que vayan a ser unidas mediante pernos de alta resistencia permanecerán sin pintar, excepto en el caso en que la imprimación especificada sea pintura rica en zinc y en este caso la pintura se limitará tan sólo a la imprimación.

- G.** Estará incluido en los precios ofertados el pintado de todos los volantes de válvulas, tanto si éstas van aisladas como pintadas. El Contratista tendrá en cuenta, al preparar sus precios, que la Propiedad no pagará ningún sobre costo por este concepto.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 8 de 34</i>
13	Dic. 01	

RECEPCIÓN DE PINTURAS

- A.** El Contratista construirá en el emplazamiento que se designe, un almacén cuyas características satisfagan la legislación aplicable y las Normas de Seguridad de la Propiedad en donde queden debidamente depositadas y resguardadas las partidas de pintura. La Propiedad tendrá libre acceso al mismo.
- B.** El Contratista transportará y manipulará por su cuenta, debidamente preparados y protegidos, todos los materiales necesarios hasta el almacén referido en anteriormente. Cada lote vendrá acompañado de la hoja de control del fabricante, en la que como mínimo constarán los valores de los parámetros de la pintura indicados en § 8.2. y del certificado de homologación de la correspondiente norma.
- A la llegada de cada partida de pintura, avisará a la Propiedad por si procede la toma de muestras, y las pondrá en el almacén.
- C.** Cuando el Contratista requiera el uso de cualquier tipo de disolvente por considerar necesario su empleo, solicitará la aprobación de la Propiedad, pormenorizando detalles sobre recepción, lugar de almacenaje y uso.
- D.** La toma de muestras para comprobación de parámetros en cada lote, se hará en presencia del Jefe de Obra del Contratista y consistirá en extraer de la partida según los requerimientos de la norma UNE EN 21512, producto suficiente para llenar dos recipientes de un litro cada uno a los que previamente se habrá adherido sendas etiquetas con la identificación del fabricante, denominación de la pintura, número de lote o fabricación, fecha de recepción y firma del Jefe de Obra y del Supervisor de la Propiedad. Uno de los recipientes quedará depositado en la sección de Inspección de la Propiedad hasta la llegada del certificado de identificación correspondiente. El otro se enviará a un laboratorio independiente, de reconocida solvencia, agradable a ambas partes, para proceder al ensayo de identificación con normas. Sus dictámenes serán inapelables. Los controles a realizar sobre las muestras serán los que se indican en el § 8.2.
- E.** Cuando el dictamen de identificación resulte desfavorable, siquiera parcialmente, se comunicará al Contratista que procederá, a eliminar la capa o capas de protección dadas con producto procedente de la partida objeto de dictamen negativo, en el caso que se hubiera comenzado el proceso de aplicación
- F.** Todos los materiales y mano de obra empleados para proceder a la sustitución de la pintura rechazada serán por cuenta del Contratista, así como los ensayos cualquiera que fuese el resultado y que serán facturados por la Propiedad al Contratista a su coste.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 9 de 34</i>
13	Dic. 01	

PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

6.1 Eliminación de aceites, grasas y productos solubles

Esta operación se realizará de acuerdo con los requerimiento expresados en el estándar PED-B-0204 para cada sistema de pintado.

- A. Antes de aplicar una mano de pintura, la superficie a proteger estará limpia y perfectamente seca, lo que significa que estará exenta de polvo, barro, salpicaduras de hormigón, aceite, grasa, incluyendo como tal la protección anticorrosiva para transporte o cualquier tipo de elemento contaminante. Esto resulta aplicable tanto a la primera mano de imprimación como a las sucesivas hasta completar el esquema.
- B. Cuando la limpieza en seco no resulte posible, como en el caso de presencia de barro, en el caso de líneas en ambiente marino, o cuando puedan existir depósitos de sales solubles previa cuantificación de las mismas (si bien los valores admisibles dependen del sistema de protección, se podría tomar como referencia 40 mg/m² como máximo), la superficie a pintar será lavada con agua dulce hasta completar la limpieza y a continuación será secada. Para sistemas de inmersión (interior de tanques de almacenamiento) el valor máximo de sales presentes será de 30 mg/m².
- C. La limpieza de materias no solubles se realizará según lo indicado en la norma SSPC-PS1 *Solvent cleaning*.

6.2 Decapado

Cuando las superficies presenten una mano de protección que a juicio del Contratista no ofrezcan garantía o no se ajuste al esquema de protección previsto según las circunstancias de operación o ambiente, la Propiedad, a propuesta del Contratista, decidirá su eliminación mediante decapado o cualquier otro procedimiento efectivo debiendo tomarse especiales precauciones de eliminar cualquier residuo, que posteriormente pueda causar daño a las instalaciones de suelo y drenajes, mediante lavado, abundante con agua u otro líquido neutralizante.

El Contratista incluirá en su oferta precios de decapado para estos casos.

6.3 Eliminación de óxido y cascarilla

- A. Se admiten tres tipos de procedimiento para la eliminación de restos de pintura, óxido y cascarilla desprendida:
 - Chorro de agua a presión - se emplea en aquellos sistemas de aplicación en mantenimiento de elementos y equipos existentes en la unidad, donde otros procedimientos podrían requerir permisos especiales de trabajo o interferir la operatoria de la planta.

- Limpieza mecánica o manual - se emplea en aquellos sistemas de aplicación en mantenimiento donde no se debe interferir con la operatoria de la unidad, y en los elementos o equipos de nueva instalación donde el chorro abrasivo ocasionaría problemas en el resto de trabajos de construcción.
- Limpieza por chorro abrasivo - se emplea en elementos y equipos nuevos en los que se requiere una excelente preparación superficial y por realizarse en taller o en lugares de la planta alejados de los procesos productivos no interfiere con ningún otro trabajo.

B. Antes de proceder al raspado y/o cepillado o chorreado abrasivo el Contratista comprobará el tipo de superficie en donde va a trabajar comparándolo con los patrones establecidos en la norma UNE-EN ISO 8501-1:

- B.1 Superficie de acero con la capa de laminación intacta en toda la superficie y prácticamente sin corrosión.
- B.2 Superficie de acero con principio de corrosión y en la que la capa de laminación comienza a despegarse.
- B.3 Superficie de acero donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión o en la que la capa de laminación puede ser eliminada por raspado, pero en la cual no se han formado en gran escala cavidades visibles.
- B.4 Superficie de acero donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión y donde se han formado en gran escala cavidades visible.

6.3.1 Chorro por agua a alta presión

Se realizará este tipo de preparación cuando sea requerido por el correspondiente sistema de pintura, llevándose a efecto con agua dulce a presión superior a 700 atmósferas de acuerdo con la norma SSPC-SP12.

6.3.2 Limpieza mecánica o manual

De aplicación en los sistemas que lo requieran y previa limpieza según § 6.1.

Los grados que se consideran son de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 8501-1:

St 2 Raspado, cepillado manual con cepillo de acero, cepillado a máquina, esmerilado a máquina, etc. De una manera minuciosa. Mediante el tratamiento se quitarán las capas sueltas de laminación, el óxido y las partículas extrañas. Luego se limpiará la superficie con un aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o un cepillo limpio. Entonces deberá adquirir un suave brillo metálico. El aspecto deberá coincidir con las figuras con la designación St 2.

St 3 Raspado, cepillado con cepillo de acero, cepillado a máquina, esmerilado a máquina, etc. De una manera muy minuciosa. La superficie se tratará como en el grado St 2 pero de una manera mucho más minuciosa. Después de quitar el polvo, la superficie deberá presentar

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 11 de 34</i>
13	Dic. 01	

un claro brillo metálico y su aspecto deberá coincidir con las figuras con la designación St 3.

6.3.3 Limpeza por chorro abrasivo

- A.** Se realizará esta operación con chorro abrasivo seco. Mediante la proyección de abrasivos seleccionados, a través de una tobera, impulsados por chorro de aire o por proyección centrífuga.
- B.** Los abrasivos que se usen serán seleccionados de modo que pasen por tamiz de criba estándar. Los abrasivos podrán ser metálicos (granalla esférica y angular según UNE-EN ISO 11124 partes 2,3 y 4) y no metálicos (escoria del refinado de cobre según UNE-EN ISO 11126 parte 3). El tamaño de abrasivo a usar en cada caso deberá ser tal que la huella que produzca sobre la superficie tenga una altura determinada (o bien la diferencia en altura entre el nodo y el valle microscópico). Existe una relación entre el tamaño, forma de la partícula y su modo de aplicación con el perfil de chorreado obtenido. La rugosidad mínima a obtener para los sistemas indicados en la tabla PED-B-0204 debe ser BN10a del rugotest nº 3 (equivalente a $Ra=12,5 \mu m$), salvo en los que específicamente se requiera un valor de rugosidad Ra (Esquemas 11 al 16 y 19).
- C.** Si la proyección se efectúa por aire, éste no deberá contener agua o aceite en cantidades tales que al salir se condense. Únicamente se podrán chorrear superficies de metal cuya temperatura esté como mínimo $3^{\circ}C$ por encima del punto de rocío. La humedad relativa del aire no será superior al valor máximo indicado por el fabricante de la pintura.

La presión de chorreado en la tobera será como mínimo de 5 kg/cm^2 .

- D.** Las superficies recién chorreadas se corroen casi de inmediato, en especial en zonas de gran humedad (más del 50% de humedad relativa), o atmósfera salina, por este motivo, es obligatorio que no se chorree en un día más superficie de la que se pueda imprimir ese mismo día. Se dejará una zona de 250 mm sin pintar, pero chorreada, entre la zona pintada y la no chorreada. Esto se hará a fin de evitar que se incruste granalla en la capa de pintura recién seca, al comenzar de nuevo el trabajo de chorreado.

En el momento de limpiar la superficie, la zona de 250 mm necesitará tan solo un chorreado de cepillado para eliminar el óxido. Tal limpieza se efectuará manteniendo la tobera en dirección opuesta a la superficie ya pintada.

En el interior de tanques deberán utilizarse deshumidificadores, para mantener la humedad relativa inferior al 55%.

- E.** Tras el chorreado, la superficie se limpiará cuidadosamente de polvo, teniendo cuidado con las bolsas y cavidades, tanto si se limpia por vacío, como por aire a presión o por cepillado con brocha suave. En interiores de tanques de almacenamiento, las paredes y suelo deberán limpiarse por aspiración (vacío).

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 12 de 34</i>
13	Dic. 01	

La superficie cepillada será inspeccionada, a fin de constatar que está libre de aceite y grasa y, de ser necesaria, se efectuará una limpieza local con disolventes adecuados.

F. Los criterios de aceptación de las superficies chorreadas se regirán por la norma UNE-EN ISO 8501-1:

Sa 1 Chorreado ligero. Se quita la capa suelta de laminación, el óxido suelto y las partículas extrañas sueltas.

Sa 2 Chorreado minucioso. Se quita casi toda la capa de laminación y de óxido y casi todas las partículas extrañas. Se limpiará luego con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio. Deberá adquirir un color grisáceo.

Sa 2 ½ Chorreado muy minucioso. Las capas de laminación, óxido y partículas extrañas se quitan de una manera tan perfecta que los restos sólo aparezcan como ligeras manchas o rayas. La superficie se limpiará luego con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio. En el caso de interior de tanques la limpieza de paredes y suelo se realizará por aspiración (vacío).

Sa 3 Chorreado a "metal blanco". Toda la capa de laminación, todo el óxido y todas las partículas extrañas se quitan. La superficie se limpiará luego con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio. Deberá adquirir un color metálico uniforme.

G. Antes de proceder a la limpieza de superficie, el Contratista desmontará los elementos delicados que puedan ser dañados por esta operación, como por ejemplo las rejillas de las plataformas donde estuvieran montadas, y volverá a colocarlas como estaban una vez terminada la operación de pintado. El coste de estas operaciones estará incluido en los precios ofertados.

H. El Contratista será responsable de hacerse cargo de los clips de sujeción de las rejillas o elementos similares cuando ejecute el desmontaje. Si al efectuar éste encontrara falta de clips lo comunicará al Representante de la Propiedad, con el fin de que éste proceda a facilitar dicho material.

Se hace la salvedad que si el Contratista hiciese caso omiso a este punto, la Representación de la Propiedad después de inspeccionar el trabajo realizado y notase la falta de clips de sujeción, pasará el cargo correspondiente a dicha falta.

I. Si la comprobación de presencia de sales realizada al inicio del chorro abrasivo da valores no satisfactorios, el proceso operativo se realizaría de la forma siguiente:

- Realización de un chorro abrasivo suave.
- Eliminación de las sales con agua dulce a presión (mínimo 200 atm).
- Realización de un chorro abrasivo al grado especificado.



<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 13 de 34</i>
13	Dic. 01	

- Continuación del proceso.

6.4 Amolado de bordes

Todos los bordes y aristas vivas deberán ser redondeados (radio > 2 mm) eliminando todas las imperfecciones de las soldaduras, tal como se indica en la norma UNE-EN ISO 12944 parte 3.

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCION

7.1 Utilización de disolventes

- A.** A menos que sea necesario para su correcta aplicación, no se añadirá a las pinturas disolvente alguno. Así, las pinturas de aplicación por proyección si no están especialmente preparadas para ello, podrán necesitar el añadido de disolventes, cuando por las condiciones del equipo de aplicación o de la presión del aire, se presuma que la aplicación no va a ser satisfactoria.
- B.** El tipo de diluyente estará de acuerdo con la especificación del fabricante de la pintura.
- C.** Cuando se tenga que añadir diluyente, éste se añadirá sólo durante el período de mezcla de las pinturas; se entiende que los pintores no añadirán diluyente alguno a la pintura después de que ésta haya sido diluida a su consistencia correcta. Además, es preceptivo que la dilución la haga alguien familiarizado con la cantidad y tipo de diluyente a usar, y siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante.

7.2 Consideraciones generales

- A.** La aplicación de capas protectoras se efectuará como norma general, de acuerdo con las instrucciones dadas en la especificación SSPC-PA1, suplementada ésta con la recomendación del fabricante de la pintura. En los casos en que las instrucciones aparezcan de forma permisiva es decir en términos "recomendado", etc. éstas deberán considerarse mandatorias. En los casos de pinturas especiales como pinturas de silicato de zinc inorgánico, se seguirán rigurosamente las instrucciones del fabricante.
- B.** La capa (o capas) de imprimación se aplicará preferentemente a pistola. Las capas siguientes y la de acabado se aplicarán mediante la combinación de varios de los métodos siguientes:
- Rodillo,
 - Pistola,
 - Pistola no aerográfica.

Para elegir el método de aplicación, se tendrá en cuenta la recomendación del fabricante para el tipo particular de pintura a aplicar.

- C.** No se comenzará ningún trabajo de aplicación o se interrumpirá si hubiese comenzado, sin cargo alguno para la Propiedad en los siguientes casos:
- Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C, con la excepción de las pinturas que sequen por evaporación de un disolvente, pinturas éstas que se pueden aplicar incluso con temperaturas ambiente de 2°C. Sin embargo no se aplicará la pintura en ningún caso, si se prevé que la temperatura ambiente va a caer por debajo de 0°C antes de que la pintura se haya secado totalmente.
 - No se aplicará pintura sobre una superficie de acero cuya temperatura sea inferior en 3°C al punto de rocío, o que se encuentre a menos de 2°C.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 15 de 34</i>
13	Dic. 01	

Tampoco se aplicará pintura sobre acero, a una temperatura superior a 60°C; a menos que se trate de una pintura específicamente indicada para ello. No se aplicará pintura alguna sobre acero que se halle a una temperatura tal que ocasione burbujas o porosidades y otro tipo de fenómeno cualquiera que vaya en detrimento de la vida de la pintura. Cuando se pinte acero en tiempo cálido, deberán tomarse las precauciones adecuadas para asegurar que se alcanza el espesor de pintura adecuado.

- Cuando llueva, nieve, haya niebla, vientos racheados con proyección de arena o cuando la humedad relativa sea mayor del 85%. Tampoco se aplicará sobre superficies húmedas o mojadas, ni sobre superficies con capa de hielo. La existencia de agua o hielo en estas superficies deberá ser adecuadamente constatada para evitar el pintado en tales condiciones.
 - Cuando la Propiedad lo requiera por necesidades de operación o mantenimiento de las unidades productivas.
- D.** En caso de que se deba aplicar pintura en tiempo húmedo o frío, se tendrá que pintar cubriendo o protegiendo adecuadamente la superficie a pintar, o bien se calentará el aire ambiente hasta una temperatura aceptable.
- E.** En caso de que la pintura aplicada esté expuesta a heladas, humedad excesiva, nieve o condensaciones, deberá asegurarse el secado. Las zonas dañadas por esta causa serán reparadas eliminando la pintura, preparando nuevamente la superficie y repintando con el mismo número de capas y pintura análoga al resto de las superficies.
- F.** En la medida de lo posible, las capas de pintura se aplicarán de modo que quede una capa continua y uniforme en espesor y libre de poros, gotitas o áreas de mala aplicación. En este último caso, a juicio de la entidad encargada del control de calidad, se repintará la zona y se dejará secar antes de aplicar la capa siguiente de pintura, sin coste adicional para la Propiedad.
- G.** Antes de pasar de una fase a otra, tanto en la preparación de superficie como el pintado, cuando estas superficies sean de dimensiones considerable (depósitos, intercambiadores, tuberías de gran diámetro, etc.) se deberá obtener la aprobación de la persona que designe la Propiedad y en superficies pequeñas ajustarse a las normas establecidas. Si se observa que un operario está realizando el trabajo sin cumplir las especificaciones, se considerará incorrecta toda la labor realizada durante ese día por el mismo, y se rehará el trabajo por cuenta del Contratista. En caso de reincidencia, o sin necesidad de la misma, en casos de negligencia grave, se exigirá al Contratista que desplace a dicho operario a misiones ajenas a las que fueron motivo de la falta.
- H.** En todas las reparaciones de superficie mediante chorreado, se deberá obtener la autorización correspondiente por escrito antes de aplicar la primera mano de imprimación.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 16 de 34</i>
13	Dic. 01	

- I. En pinturas bicomponentes no se permitirá la realización de mezclas parciales, debiéndose mezclar los envases completos preparados por el fabricante. En el caso de aplicaciones en superficies reducidas, el fabricante suministrará envases de tamaño pequeño, para poder cumplir este requerimiento.
- J. Cada preparación de mezcla quedará documentada en una hoja de control en que constará al menos la siguiente información: fecha, elemento a revestir, tipo pintura, numero de lote, hora de realización, método aplicación y firma del responsable.
- K. En todos los casos, las capas sucesivas estarán diferenciadas en color o tonalidad, claramente distinguibles visualmente.

7.3 Aplicación por proyección

- A. El equipo a usar será el indicado para tal propósito, es decir, tendrá unas condiciones tales que dé una adecuada atomización de la pintura, y en especial, estará equipado con reguladores o manorreductores de presión. Las salidas de aire, toberas y agujas a usar serán precisamente las recomendadas por el fabricante del equipo que se vaya a utilizar. Se dispondrá el equipo en las condiciones óptimas para la aplicación adecuada de la pintura.
- B. A fin de eliminar condensados y/o aceite se proveerá al aparato de proyección de las trampas y separadores adecuado en calidad y tamaño, para asegurar la calidad de la operación. Se drenarán periódicamente, de forma que el aire proyectado a la superficie a pintar, no muestre signo alguno de condensados de agua y/o aceite.
- C. La mezcla a proyectar se mantendrá adecuadamente mezclada en los contenedores del aparato durante la aplicación, por medio de una agitación mecánica continua a 100-200 r.p.m., prestando especial atención, a este aspecto, cuando se trate de imprimaciones ricas en cinc.
- D. La presión sobre el material del bote de pintura, y la del aire en la pistola se ajustarán para alcanzar el óptimo de aplicación. Se ajustará la presión en el bote, las veces que sea necesario por los cambios de elevación de la pistola, manteniéndose ésta lo suficientemente elevada para asegurar una apropiada atomización de la pintura, pero se evitará que sea tan alta como para ocasionar excesiva nebulización, evaporación excesiva de disolvente o pérdidas por exceso de proyección.
- E. El equipo de proyección se mantendrá limpio, de forma que no se depositen sobre la película restos de pintura seca o suciedad. En caso de tener algún disolvente en el aparato, se eliminará cuidadosamente antes de aplicar la pintura sobre la superficie.
- F. Se aplicará la pintura en capas uniformes solapando adecuadamente unas capas con otras. La silueta de proyección se ajustará de modo que la pintura se deposite uniformemente. Durante la operación, la pistola se mantendrá perpendicularmente a la superficie y a una distancia que asegure la aplicación de una capa húmeda de pintura. Tras cada pasada de pistola se aflojará el gatillo.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 17 de 34</i>
13	Dic. 01	

- G. Los goterones y gotas de sudor que se produzcan serán inmediatamente extendidos con brocha, o se limpiará y repintará la superficie.
- H. Las zonas inaccesibles a la pistola se pintarán a brocha, si no son accesible a la brocha se podrán usar gamuzas o elementos similares.

Se usarán así mismo, brochas, para pintar ranuras, grietas o huecos ciegos que no puedan pintarse adecuadamente a pistola.

7.4 Consideraciones adicionales para aplicación en taller

- A. Las partes de acero que deban soldarse después de pintadas, se dejarán con un margen de 50 mm en los bordes de las zonas a soldar. Sin embargo, estas zonas deberán tener un tratamiento superficial y una limpieza análoga al resto de la superficie.
- B. Todos los equipos, excepto los contruidos *in situ*, se deberán chorrear e imprimir en taller, de acuerdo con los sistemas de pintado del estándar PED-B-0204.
- C. Las marcas o señales necesarias para la prefabricación y montaje se realizarán sobre las superficies pintadas en taller, a menos que se usen etiquetas.

La pintura utilizada para este propósito será compatible con la pintura de taller y no deteriorará la vida útil de ésta.

Las medidas recomendadas para las marcas serán de acuerdo con la tabla siguiente:

<u>Tamaño del elemento (tubería, perfil, etc.)</u>	<u>Medida</u>
4" ó 100 mm y menores	25 mm
Superior a 4" ó 100 mm y hasta 12" ó 300 mm	35 mm
Más de 12" ó 300 mm	50 mm

7.5 Consideraciones adicionales para aplicación en obra

- A. Es obligación del Contratista cubrir adecuadamente los instrumentos, equipos, cajas de derivación, etc, que no han de pintarse, para evitar que les caiga pintura.
- B. Las partes de acero no pintadas en taller serán limpiadas e imprimadas antes de la aplicación de las capas de acabado. En el caso concreto de las superficies próximas a las soldaduras se limpiarán éstas con disolventes de acuerdo con SSPC-SP1 y después se rascarán de acuerdo con SSPC-SP2 o SP3. En el caso de tanques y esferas esta preparación se realizará con chorro abrasivo.
- C. Las ranuras y grietas se rellenarán con masilla de adecuadas propiedades y compatibles con el sistema de pinturas.
- D. La pintura húmeda se protegerá contra oxidación u otros daños cualesquiera.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 18 de 34</i>
13	Dic. 01	

- E.** Los daños en propiedades ajenas, vehículos, peatones y partes de las estructuras, motivados por operaciones de pintado, serán responsabilidad del Contratista.
- F.** Los instrumentos, niveles, superficies mecanizadas, etc., se protegerán de salpicaduras de pintura, siendo por cuenta del Contratista la eliminación de goteos que marquen con colores otros elementos de la planta.
- G.** Los equipos y/o tubería de presión no se pintarán hasta la finalización de los tratamientos térmicos y ensayos no destructivos.

En la tubería, las soldaduras y finales de tubería deberán taparse adecuadamente, para evitar su pintado, que se realizará después de las pruebas de campo correspondientes.
- H.** Los equipos o elementos pintados en taller (imprimación o intermedias) se tratarán en campo, una vez instalados, según requiera el sistema de pinturas correspondiente.
- I.** Únicamente se permitirá la preparación de mezclas y utilización de pistolas de aplicación a las personas que el Contratista comunique por escrito previamente a la Representación de la Propiedad.
- J.** En todos los casos, las capas sucesivas estarán diferenciadas en color ó tonalidad, claramente distinguibles a la vista.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 19 de 34</i>
13	Dic. 01	

CONTROL DE CALIDAD

8.1 Alcance

El alcance del control de calidad debe abarcar tanto la aplicación en campo como la aplicación en taller.

El Contratista incluirá en su oferta el coste de todos los ensayos o análisis que se requieran en este capítulo, teniendo en cuenta que deben ser realizados por una entidad independiente con laboratorio propio adecuado para efectuar estos análisis y ensayos de pinturas, resinas y revestimientos.

Con la oferta se indicará la entidad seleccionada que deberá ser aprobada por la Propiedad.

La Propiedad dispondrá de supervisores de obra o inspectores en taller que controlaran todo el proceso de recepción, análisis, preparación y aplicación para certificar el cumplimiento de todos los requerimientos contenidos en esta especificación.

En el caso de obras en las que el trabajo de pintura tiene un volumen pequeño, a criterio de la Propiedad, se podrá prescindir de la entidad independiente de control, realizándose este control de calidad directamente por Supervisión de Construcción o por el departamento de Inspección del Complejo que corresponda.

Todos los ensayos y análisis realizados por la entidad que efectúe el control de calidad, serán entregados a Supervisión de Construcción y a la Representación de la Propiedad.

El fabricante de la pintura visitará la obra con la frecuencia que necesite la misma (mínimo una vez al mes), para cumplir la garantía expuesta en el Capítulo 9.

Por cada visita se emitirá un informe, que se enviará al Representante de la Propiedad.

8.2 Control de pintura líquida

Las muestras se tomarán, de acuerdo a lo requerido en la norma UNE EN ISO 15528, en cada lote que se vayan a utilizar en campo o taller.

Sobre 5% de las muestras tomadas se realizarán las siguientes medidas o ensayos:

- Identificación FT-IR.
- Materia fija de cada componente.
- Vehículo fijo de cada componente.
- Peso específico de la mezcla.
- Contenido de cinc metálico (sólo pinturas ricas en Zn).
- Temperatura de inflamación de cada componente.
- Viscosidad de los componentes pigmentados.

8.3 Control en la pintura aplicada

- A. El aspecto superficial de la pintura será liso y uniforme.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 20 de 34</i>
13	Dic. 01	

B. Control de espesores

- a. Las mediciones e efectuarán sobre capa seca, según norma UNE 48031.
- b. Por espesor mínimo total de película seca requerido en un sistema compuesto por dos o más manos se define como la suma de los mínimos requeridos en cada mano, mayorada en un 15%.
- c. En cada elemento individual mayor de 200 m², por cada 200 m² o fracción se tomará una cuadrícula al azar de 1 m² contenida en esa superficie en donde, a intervalos de 0,5 m el Contratista realizará en presencia de la Propiedad, 9 medidas de espesor. Se despreciarán los 2 valores inferiores y si de los 7 restantes alguno es inferior al espesor mínimo estipulado, se repetirá el ensayo de toma de espesores en otra cuadrícula 1 m² escogida al azar dentro de la superficie de 200 m² estudiada. Si de las nuevas 9 medidas tomadas, una sola es inferior al espesor mínimo estipulado, el Contratista queda obligado a dar como mínimo una mano adicional de acabado a la zona de 200 m² considerada, con pintura de idéntico color y naturaleza a la última del esquema, siendo el coste a su cargo.
- d. En cada elemento individual menor de 200 m² por cada 50 m² se tomará al azar una cuadrícula de 0,5 m de lado contenida en esa superficie, en donde se tomarán 5 mediciones, una en cada vértice y otra en el centro. Se despreciarán los dos valores más bajos y con el resto se seguirá el mismo criterio indicado en c.
- e. En tuberías, cada 200 m se harán 9 mediciones en puntos tomados al azar en sus superficie. Se despreciarán los dos valores inferiores y con el resto se seguirá el mismo criterio indicado en c.
- f. Los aparatos de control serán calibrados diariamente antes de proceder a las medidas.

C. Control de la adherencia

Se realizará el ensayo de adherencia según normas ASTM D 3359 (rayado) o UNE EN 24624 (tracción). En los sistemas para inmersión se determinará la adherencia a tracción, el valor mínimo admisible será de 4 MPa. En el resto de sistemas lo más usual es utilizar el rayado cruzado, cuyos valores mínimos deben ser 3A o 3B según el caso.

D. Control de la porosidad

Este ensayo servirá para la inspección de pequeños defectos, poros, raspaduras, etc y es de obligada aplicación para sistemas destinados a inmersión, dónde no debe encontrarse ningún poro. El voltaje a usar, en el aparato de medida, será proporcional al espesor.

E. Control de curado

Cuando un sistema debe ser utilizado para inmersión, el ensayo en campo, se realizará mediante algodón impregnado en acetona.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 21 de 34</i>
13	Dic. 01	

F. Control de contenido de zinc metálico

Se tomará, a criterio de la Representación de la Propiedad, tanto en taller como en obra, muestras de imprimación rica en zinc, para el análisis, en laboratorio, del contenido de zinc metálico, siguiendo los criterios recogidos en § 8.2 para resto de pinturas.

8.4 Controles sobre probetas representativas

A. Simultáneamente con la aplicación del sistema de protección seleccionado, al equipo o elemento que corresponda, se recubrirán en el lugar de aplicación, un juego de probetas, perfectamente identificadas, que representarán fielmente el trabajo de aplicación realizado.

En el caso de imprimaciones aplicadas en taller, se preparará un juego de probetas por cada lote de pintura utilizada con un mínimo de tres juegos por equipo, en el caso de tanques y esferas.

Las probetas se recubrirán en presencia de la entidad de inspección indicada en § 8.1 y se dejarán secar preservándolas de polvo, arena, etc.

Cada juego de probetas constará de 2 probetas y las dimensiones de cada una serán 75 mm x 140 mm x 4 mm de espesor.

En el caso de estratificados se prepararán probetas de 75 x 140 milímetros sin fibra y adicionalmente otras de 300 x 300 milímetros y 6 mm de espesor con el sistema completo (estratificas), aplicado en las mismas condiciones que el resto de la obra.

Se ensayaran un 15% de las probetas confeccionadas según los criterios anteriores.

B. El número de probetas a tomar dependerá del volumen de la obra y estará a discreción de la Representación de la Propiedad, que tomará como guía las siguientes pautas:

I. Tanques

- hasta 20 metros de diámetro:
2 juegos de probetas para el exterior.
2 juegos de probetas para el interior.
- entre 20 y 50 metros de diámetro:
2 juegos de probetas para el exterior.
4 juegos de probetas para el interior.
- mayor de 50 metros de diámetro:
3 juegos de probetas para el exterior.
6 juegos de probetas para el interior.

II. Otros equipos y/o tuberías:

2 juegos de probetas por cada 1000 metros cuadrados de superficie protegida.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 22 de 34</i>
13	Dic. 01	

C. Los ensayos a realizar sobre las probetas serán los siguientes:

I. Sistema para exterior:

- Espesor.
- Envejecimiento acelerado (OUV).
504 h Acabado Poliuretano.
240 h Acabado epoxi.
168 h Acabado acrílico-vinílico.
- Adherencia.
- Identificación de la capa de acabado por FT-IR.
- Resistencia química.

II. Sistemas para inmersión:

- Espesor.
- Adherencia.
- Dureza.
- Identificación de la capa de acabado por FT-IR.
- Resistencia química según certificación de la pintura.
- Grado de curado (>95%).

III. Probetas de imprimación:

- Espesor.
- Adherencia.
- Resistencia a la inmersión en agua destilada.
- Niebla salina (720 horas).

8.5 Certificados del Fabricante de la pintura

Todas las pinturas deberán haber sido homologadas por una entidad independiente, que certifique su fabricación de acuerdo a la norma que el PED-B-0204 requiera.

Esta certificación tendrá vigencia durante 5 (cinco) años, en tanto en cuanto no se modifiquen las composiciones, los procesos de fabricación o la norma correspondiente, y todos los ensayos realizados, con estos productos, en obras anteriores hayan resultado satisfactorios.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 23 de 34</i>
13	Dic. 01	

GARANTÍAS

El Contratista, conjunta y solidariamente con el fabricante de la pintura, garantizará durante el tiempo que a tal efecto haga constar la Propiedad, el resultado de los trabajos que efectúe contra todo defecto, comprometiéndose ambos, en este plazo, a reparar o volver a ejecutar libre de gastos para la Propiedad, cuantas deficiencias pudieran observarse y en las debidas condiciones técnicas.

La Propiedad considera que por necesidades de operación y mantenimiento de las distintas plantas, el período de garantía no debe ser inferior a 5 (cinco) años cuando la preparación de superficies sea con chorro abrasivo y de 3 (tres) años cuando la preparación de superficies sea manual.

Para protección de tanques (exterior / interior) y esferas esta garantía será de 10 (diez) años.

9.1 Garantía de inalterabilidad

Se entiende como el período de tiempo, en años, contado a partir de la aceptación del trabajo por la Propiedad, durante el cual se mantenga el estado superficial mejor que el grado Ri0 de la norma UNE 48258 Partes 1, 2, 3 y 4.

En caso de desviación desfavorable de este grado, es decir, cuando la corrosión sea equivalente al grado Ri1, de la mencionada norma. La Propiedad puede exigir al Contratista que efectúe las oportunas reparaciones mediante parcheado aplicando posteriormente una mano general de acabado. En caso de que el Contratista no accediera o no lo conviniera, La Propiedad se lo encargará a otros, deduciendo su importe de la retención contractual que a estos efectos se establezca en el contrato correspondiente.

9.2 Garantía de permanencia del sistema

Se entiende como el período de tiempo, en años, en que el acabado puede dejar al descubierto más de un 5% del sistema de imprimación. Para su reparación, que será a cargo del Contratista, se aplicarán las manos generales de acabado que sean precisas. A estos efectos se debe tener en cuenta lo indicado en § 9.1 y las normas INTA 160275-160274.

La evaluación del comportamiento de los recubrimientos a través del tiempo puede realizarse según lo indicado en la norma UNE EN ISO 12944-7.

9.3 Garantía de permanencia del color

Se entiende como el período de tiempo, en años, en que el color de la pintura no debe sufrir una degradación o cambio acentuado de tonalidad. En caso de que así ocurriese, el Contratista, por su cuenta, aplicará una mano general de acabado. A estos efectos se debe tener en cuenta lo indicado en el § 9.1.

CROMATICIDAD, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

- A.** A continuación se indican los colores de las pinturas a emplear en las últimas manos de la protección anticorrosiva de líneas y recipientes o en su identificación por franjas.

Las líneas se han clasificado en ocho grupos como sigue:

Grupo	Color base	Nº RAL
Proceso	Aluminio	RAL 9006
Agua	Verde	RAL 6002
SCI	Rojo	RAL 3000
Aire	Azul	RAL 5019
Nitrógeno	Gris	RAL 7030
Gas de antorcha	Amarillo	RAL 1021
Vapor	Naranja	RAL 2010
Productos químicos	Blanco	RAL 9010

Las líneas (y eventualmente equipos, en el caso de servicios auxiliares) **NO AISLADAS** se pintarán en su totalidad de acuerdo con los sistemas del plano estándar PED-B-0204, con las manos de acabado según el color base de cada grupo, salvaguardando el tintado diferencial según Esquema 2 (ver Capítulo 12).

Las líneas (y eventualmente equipos, en el caso de servicios auxiliares) **AISLADAS**, se franjeará en color base sobre la chapa de protección (acero galvanizado ó aluminio), de acuerdo con Esquema 2 (ver Capítulo 12).

- B.** Las válvulas de bloqueo en todas las líneas se acabarán en aluminio sintético o anticalórico cuando proceda. A las válvulas automáticas se les dará el tratamiento especificado para los equipos mecánicos.
- C.** Para diferenciar las líneas de cada uno de los grupos enunciados, de acuerdo con el fluido trasegado, se dispondrá una franja identificativa anular compacta de color rojizo fuerte (RAL 3009), ejecutada sobre el color base según Esquema 2 (ver Capítulo 12). Sobre esta franja se rotularán los caracteres negros alfabéticos correspondientes al producto en cuestión de acuerdo con su código identificativo (ver Capítulo 12).
- D.** La franja identificativa se colocará en los siguientes lugares:
- A ambos lados de una válvula.
 - A ambos lados de un codo.
 - A ambos lados de un juego de bridas.
 - En los tres extremos de una te o injerto.
 - A 25 cm del terreno, cuando la línea se entierre.
 - A ambos lados de un fuelle o liras de expansión.

- Cada 50 m en tramos rectos sin accesorios.
- Caso de ser la distancia entre dos franjas pintadas de acuerdo con lo indicado en los párrafos anteriores superior a 50 m e inferior a 100 m se pintará una franja intermedia, equidistante de las otras.

E. La cromaticidad en equipos (hasta conexione primera brida) y los elementos adosados, serán como sigue:

Elemento	Color base	N° RAL
Envolvente tanques crudo	Blanco	RAL 9010
Tanques productos intermedios	Blanco	RAL 9010
Tanques productos acabados	Blanco	RAL 9010
Tanques fuel-oil	Blanco	RAL 9010
Tanques agua	Blanco	RAL 9010
Todos los techos flotantes	Blanco	RAL 9010
Esferas	Blanco	RAL 9010
Estructuras adosadas a tanques y esferas	Verde	RAL 6005
Barandillas tanques y esferas	Ver Letra F	
Recipientes, intercambiadores, torres	Aluminio	RAL 9006
Hornos, conductos	Aluminio	RAL 9006
Bombas, compresores, turbinas	Verde	RAL 6019
Motores	Gris	RAL 7030
Equipo eléctrico - soportes de mandos, etc.	Verde	RAL 6005
Instrumentación - soportes de instrumentos, etc.	Verde	RAL 6005

La señalización mediante rotulación de tanques, esferas y equipos en general se hará conforme a las instrucciones de la Propiedad.

F. Los colores de equipos de proceso fuera o dentro de la planta como asimismo las estructuras, barandillas y tuberías serán a confirmar por la Representación de la Propiedad en cada Complejo.

SISTEMA DE MEDICIÓN Y ABONO

11.1 Generalidades

Salvo que el Pliego de Condiciones Particulares indique otra cosa, las mediciones se realizarán sobre plano.

Si los planos no son lo suficientemente detallados (falta de detalles, secciones, cotas, etc.) ó existen diferencias entre lo indicado en plano y el trabajo realizado en campo, y esta situación no se debe a errores del Contratista (errores que el Contratista ha de rectificar a su cargo), la Representación de la Propiedad podrá exigir una medición en campo. En cualquier caso es obligación del Contratista realizar un croquis y someterlo a la aprobación de la Representación de la Propiedad indicando el trabajo realmente hecho, que servirá como base y justificación de las medidas certificadas, y será considerado como plano as built.

Cualquier cargo, en más o en menos, (que no pueda ser justificado con una medición en plano incluso as built) que tenga que ser incluido en una certificación, dará lugar a una orden de cambio, que propondrá el Contratista y deberá ser abierta por la Representación de la Propiedad y aprobada de acuerdo a los procedimientos establecidos.

La medición de los elementos a pintar se realizará de la siguiente forma:

11.2 Soportes estructurales

La medición se realizará, tomando como base su peso sobre plano y aplicándole la siguiente superficie equivalente:

Peso Soporte kg/Ud.	Superficie m ² /Ud.
de 0 a 10	0,25
de 10 a 25	0,50
de 25 a 50	1,00
de 50 a 75	1,50
de 75 a 100	2,00
de 100 a 125	2,50
de 125 a 150	3,00
de 150 a 200	4,00
de 200 a 250	5,00
de 250 en adelante	medición real

Será considerado como un solo soporte, el conjunto de varios elementos unidos funcionalmente para sujetar una o varias líneas.

<i>Especificación de Construcción</i>		EC - B57
<i>Revisión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Pág. 27 de 34</i>
13	Dic. 01	

11.3 Estructuras

La medición se realizará por metros cuadrados de superficie a preparar o recubrir, medidos sobre plano.

Las barandillas, escaleras, plataformas y demás elementos se medirán, desglosándolos en perfiles, redondos, chapas, etc., (incluso tubos).

Las rejillas se medirán hallando la superficie que abarque el entramado por una cara.

11.4 Equipos y tanques

La medición se realizará por metro cuadrado de superficie a preparar o recubrir. Bocas de hombre, tubuladuras, conexiones, etc., se medirán de acuerdo con los criterios estipulados en el punto referente a tuberías y accesorios.

Para los motores, bombas y elementos similares de menos de 0,50 m de longitud, se tomará como base el paralelepípedo menor que contenga dicho elemento midiendo entonces las cinco caras de dicha figura ideal.

11.5 Tuberías y accesorios

Las mediciones se realizarán sobre planos del proyecto, por cada diámetro.

Las tuberías con diámetro menor de 2" se medirán a ejes incluyendo todos los elementos intercalados como codos, tes, bridas, válvulas, etc.

Las tuberías con diámetros iguales ó mayores de 2" se medirán aplicando las longitudes equivalentes por cada uno de los elementos que los compone. Se certificara como metros de tubería equivalente de acuerdo con Tabla 3 (ver Capítulo 12).

Las reducciones se medirán como metros de tubería equivalente al diámetro superior.

Los equivalentes de diámetros y accesorios no reflejados en la tabla anterior se extrapolarán y/o consensuarán con la Propiedad.

11.6 Franjeado y señalización

Las labores de franjeado y señalización se medirán por unidad de acuerdo con el desglose pormenorizado en el de Estado de Precios y Mediciones.

11.7 Varios

Los catálogos que servirán como base para el cálculo de las distintas superficies serán de amplio reconocimiento y se someterán a la aprobación de la Propiedad.

Elementos no descritas en estos o en este Capítulo, serán objeto de acuerdo entre la Propiedad y el Contratista.

ANEXOS

Tabla 1. RELACION DE FABRICANTES Y PRODUCTOS ACEPTABLES POR LA PROPIEDAD

(Continua)

IMPRIMACIONES				
PRODUCTOS	SILICATO ZINC	EPOXI RICA CINC	EPOXI TOLERANTE CON HUMEDAD	EPOXI PURA
NORMA	INTA 164408 UNE 48293	UNE 48277		UNE 48271
ORFA	ORFASILICATO DE ZINC	ORFAZINC EPOXI		ORFAMIN EP
HEMPEL	HEMPEL'S SILICATO ZINC 143EO	HEMPADUR ZINC PRIMER 15360	HEMPADUR 15570	HEMPADUR PRIMER 15300
SIGMA COATINGS	SIGMA SILGUARD MC / TORNUSIL MC58	SIGMARITE ZINC PRIMER	SIGMA MULTIMASTIC	SIGMA EP UNIVERSAL 1°
JOTUN	RESIST 80	BARRIER	JOTAMASTIC 87 ALUMINIO	PENGUARD SPECIAL
INTERNAC AKZO NOBEL	INTERCINC 22	INTERCINC 72	INTERSEAL 670HS	INTERGARD 251
CROS PINTURAS	CINC SILICATO 13-F.62 ZINCOSIL RPS	EPOCROM RPS PRIMER RICH ZINC	EPOMASTIC RPS E. ALUMINIO	EPOCROM RPS PRIMER
ASTURLAK	EPOXINC P-20			
INDUSTRIAS RAISA				EPORAI 301
SIKA	FRIAZINC ZS	FRIAZINC-R	ICOSIT EG PHOSPHATE	ICOSIT EG PHOSPHATE
HISPANAMER	SILICATO CINC	EPOXIMER CINC RICH PAINT	EPOXIMER FOSFATO RF. 288-672	EPOXIMER IMPRIM. FOOSFATO LINEA 288
EURO QUIMICA		AS-33		HK-2-E

Tabla 1. RELACION DE FABRICANTES Y PRODUCTOS ACEPTABLES POR LA PROPIEDAD
(Continuación)

INTERMEDIAS				
PRODUCTOS	EPOXI ALUMINIO	EPOXI HIERRO MICACEO	EPOXI REPINTABLE TOLERANTE HASTA 120°C	EPOXI TOLERABLE HASTA 120°C
NORMA	UNE 48261	UNE 48295		
ORFA	ORFADUR HB ALUMINIO	ORFADUR HB MICACEO	ORFADUR HB MICACEO	ORFADUR HB MICACEO
HEMPEL	HEMPADUR 45150- 19870	H'S EPOXY MIO COAT 454E2 HEMPADUR 15570-12430	HEMPADUR HI-BUILD 45200	HEMPADUR HI-BUILD 45200
SIGMA COATINGS	SIGMACOVER ALUPRIMER	SIGMA CM MIOCOAT	SIGMA CM MIOCAT	SIGMA MULTIMASTIC
JOTUN	EPOXIMASTIC	PENGUARD MIO JOTUNEP MIO	PENGUARD HB	PENGUARD HB
INTERNAC AKZO NOBEL	INTERSHIELD 153	INTERCURE 420 MIO	INTERGARD 410	INTERPLUS 256
CROS PINTURAS	EPOMASTIC RPS E ALUMINIO	EPOMASTIC RPS MIOX	EPOMASTIC RPS MIOX	EPOMASTIC RPS MIOX
ASTURLAK		LACADUR P		
INDUSTRIAS RAISA				
SIKA	ICOSIT POXICOLOR PRIMER HE	ICOSIT EG 1	ICOSIT EG1 / ICOSIT POXICOLOR	ICOSIT POXICOLOR
HISPANAMER	EPOXI ALUMINIO MODIFICADO C. GRUESA RF.794-008	EPOXI MICACEO CAPA GRUESA RF.794-616	EPOXI MICACEO CAPA GRUESA RF.794-616	VITROSIN ACR LINEA 792
EURO QUIMICA		AS-M10	AS-90	AS-90

Tabla 1. RELACION DE FABRICANTES Y PRODUCTOS ACEPTABLES POR LA PROPIEDAD
(Continuación)

ACABADOS							
PRODUCTOS	ACABADO POLIURETANO ALIFATICO	ACRILICA MODIFICADA	EPOXI FENOLICA CON DISOLVENTES	EPOXI FENOLICA CON DISOLVENTES	EPOXI CON DISOLVENTE	EPOXI SIN DISOLVENTE	PINTURAS CON SILICONA
NORMA	UNE 48274	CAMPSA M-03-01	DIN 51604 (FAM B)	INTA 164408 A	INTA 164402 A MIL C4556E	CALIDAD SANITARIA	
ORFA	ORFAPOL BLANCO (1997)	ORFACRIL ESMALTE			ORFADUR RC	ORFADUR SN	
HEMPEL	HEMPEL'S POLYENAMEL 55100	H'S ENAMEL 56AE0	HEMPADUR 15500	HEMPADUR 15500	HEMPADUR 15400	H'S EPOXY 353EO H'S EPOXY 354EO	SILICONE ALUMINIUM 56910
SIGMA COATINGS	SIPROCO 950 SIGMADUR GLOSS	SIPROCO 930	SIGMA PHENGUARD	SIGMA PHENGUARD	SIGMAGUARD EHB SC 0437	SIGMAGUARD CSF 75	SIGMA TERM SILOXANE
JOTUN	PUR / JOTUNPUR	ACRILICA M-01-03	TANKGUARD SPECIAL	TANKGUARD SPECIAL	TANKGUARD STORAGE	EPOFOOD	HOT TEMP ALUMINIUM
INTERNAC AKZO NOBEL	INTERHANE 990	INTERSHEEN 54	INTERLINE 850	INTERLINE 850	INTERLINE 944	INTERLINE 925	INTERTERM 50
CROS PINTURAS	CROMOGLAS RPS V-THANE S-54		V.8 EPOXY TANK LINNING	V.8 EPOXY TANK LINNING	V.8 EPOXY TANK LINNING	CROMEPOX	
ASTURLAK							
INDUSTRIAS RAISA							
SIKA	ICOSIT EG5	ICOSIT 5530 RESINA PVC ACRILICA				SIKAGUARD 62	
HISPANAMER	VITROSIN ACR LINEA 792				EPOXI-AMINA CAPA GRUESA LINEA 988	ANDIMON ALIMENTARIO LINEA 988 (1985)	
EURO QUIMICA	EUROPOL 2/C CARROLAC 2/C	ACRILAP			AS-90	TARSIN-2/C TARSIN-TIX-2/C	

Tabla 1. RELACION DE FABRICANTES Y PRODUCTOS ACEPTABLES POR LA PROPIEDAD
(Continuación)

REPARACION TANQUES		
PRODUCTOS	EPOXI FENOLICA SIN DISOLVENTE	EPOXI SIN DISOLVENTE
NORMA	DIN 51604 (FAM B)	INTA 164402 A
ORFA	ORFADUR CP ALTA RESISTENCIA	ORFADUR CP FLEXIBLE
HEMPEL	HEMPEL'S EPOXY TANK LINNING 351EO	HEMPEL'S EPOXY TANK LINNING 351EO
SIGMA COATINGS	SIGMA NOVOGUARD	SIGMA GUARD CSF
JOTUN	CHEMLINE	CHEMLINE
INTERNAC AKZO NOBEL		INTERLINE 910
CROS PINTURAS		EPOCROM RPS.HB
ASTURLAK		
INDUSTRIAS RAISA	EPORAI 8151 A EPORAI 1531 B	EPORAI 8150 A EPORAI 1530 B
SIKA		SIKAGUARD 62
HISPANAMER		ANDIMON RESIST. AL METANOL RF.988-685 (1993)
EURO QUIMICA	PROTANK FAM	TARSIN-2/C TARSIN-TIX-2/C

Tabla 2. CROMATICIDAD EN LINEAS

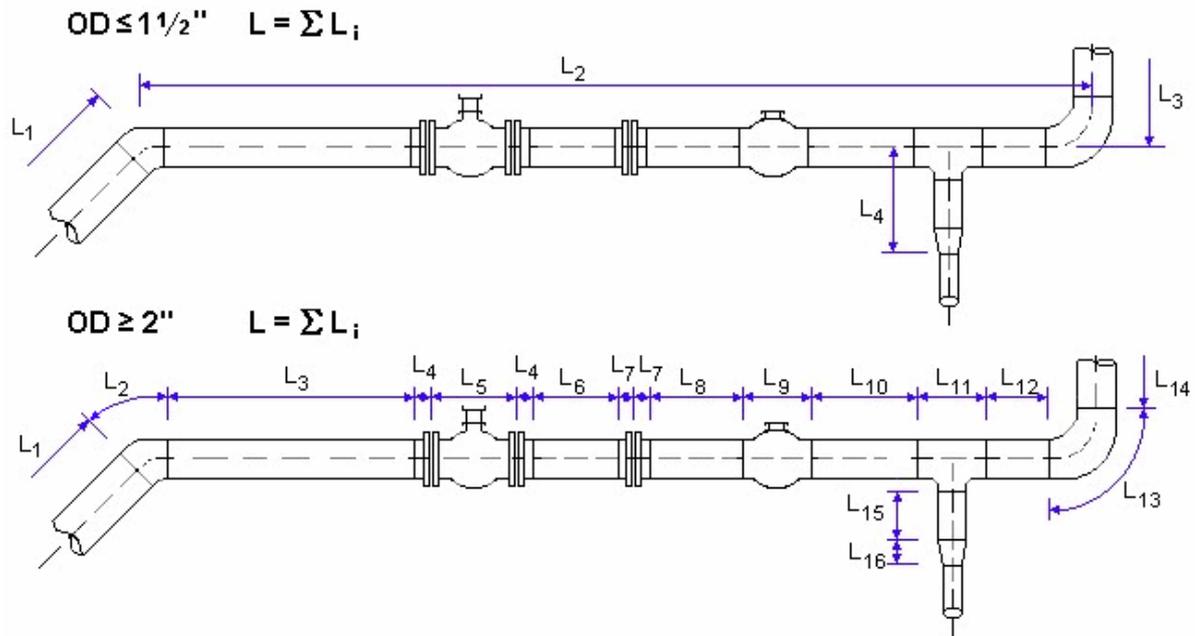
FLUIDO		COLOR		CODIGO DE IDENTIFICACION	
				Petróleo	Química
PRODUCTO	Producto	ALUMINIO	RAL 9006	P	P
AGUA	Agua Bruta / Planta	VERDE	RAL 6002	RW	GPW
	Agua Filtrada o de Servicios	VERDE	RAL 6002		F
	Agua Potable	VERDE	RAL 6002	DW	P
	Agua Ablandada	VERDE	RAL 6002	TW (PW en La Coruña)	A
	Agua de Refrigeración, Alimentación	VERDE	RAL 6002	CWS	CWS
	Agua de Refrigeración, Retorno	VERDE	RAL 6002	CWR	CWR
	Agua Desmineralizada	VERDE	RAL 6002	TW	DW
	Agua Condensada Aceitosa	VERDE	RAL 6002	OW (CW en La Coruña)	OW
	Agua de Efluentes	VERDE	RAL 6002		EOW
	Agua Procesos	VERDE	RAL 6002	PW	PW
	Agua Cruda Alimentación Calderas, alta presión	VERDE	RAL 6002		BFWH
	Agua Alimentación Calderas, media presión	VERDE	RAL 6002	BFWM	BFWM
Agua Alimentación Calderas, baja presión	VERDE	RAL 6002	BFWL	BFWL	
SCI	Agua del SCI	ROJO	RAL 3000	FW (F en Tarragona)	FW
GASES INERTES	Aire de Instrumentos	AZUL	RAL 5019	AI	AI
	Aire de Planta	AZUL	RAL 5019	AP	AP
	Nitrógeno	GRIS	RAL 7030	N	N
GASES LIQUIDOS Y COMBUSTIBLES	Gas a la Antorcha	AMARILLO	RAL 1021	FL	FL
	Fuel-Gas	AMARILLO	RAL 1021	FG	FG
	Fuel-Oil Combustible, Retorno	AMARILLO	RAL 1021	FOR	FOR
	Fuel-Oil Combustible, Alimentación	AMARILLO	RAL 1021	FOS	FOS
	Hidrógeno	AMARILLO	RAL 1021	H	H
	Fuel Oil, Producción	AMARILLO	RAL 1021		FOP
	Producción, Fuel Gas	AMARILLO	RAL 1021	FGP	FGP
VAPOR Y CONDENSADO	Vapor de muy alta presión	NARANJA	RAL 2010	SHH	VXX
	Vapor de alta presión	NARANJA	RAL 2010	SH (S40 en Portollano)	VX
	Vapor de media presión	NARANJA	RAL 2010	SM (S20 en Portollano)	VA
	Vapor de baja presión	NARANJA	RAL 2010	SL (S7 en Portollano)	VB
	Vapor de muy baja presión	NARANJA	RAL 2010	SLL (S3.5 en Portollano)	VBB
	Vapor alta presión desrecalentado	NARANJA	RAL 2010		VXD
	Condensado alta presión	NARANJA	RAL 2010	CH (C40 en Portollano)	CH
	Condensado baja presión	NARANJA	RAL 2010	CL (C7 en Portollano)	CL
	Condensado muy baja presión	NARANJA	RAL 2010	CLL (C3.5 en Portollano)	CLL
PRODUCTO QUIMICO	Solución de Sosa al 50%	BLANCO	RAL 9010	CAD	S60
	Solución de Sosa al 20%	BLANCO	RAL 9010	CAC	S20
	Ácidos al 98%	BLANCO	RAL 9010		A
	Sosa Caústica Fresca	BLANCO	RAL 9010	FC	CA
	Sosa Caústica Gastada	BLANCO	RAL 9010	SC	CAG
VARIOS	Descarga atmósfera	S/ ORIGEN		ATM	ATM
	Purga (hidrocarburos líquidos) Blowdown	S/ ORIGEN		BD	BD

Nota: Color a confirmar por la Representación de la Propiedad en cada Complejo.

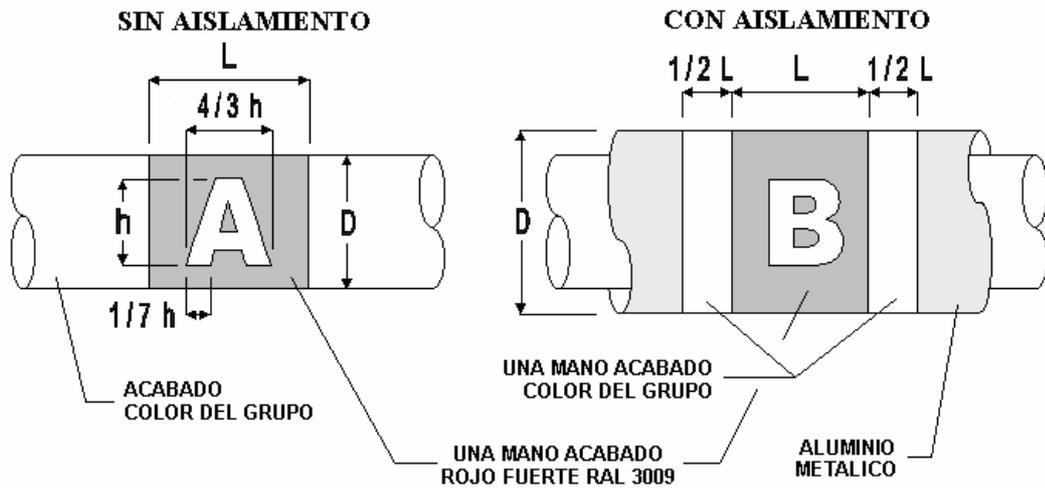
Tabla 3. SISTEMA DE MEDICION DE ACCESORIOS

Diámetro Pulgadas	Codos 90° ml eq	Tes ml eq	Cups ml eq	Reducciones ml eq	Bridas ml eq	Válvulas ml eq
2	0,10	0,15	0,10	0,10	1,00	2,00
3	0,15	0,20	0,10	0,10	1,00	2,00
4	0,15	0,25	0,10	0,10	1,00	2,00
6	0,20	0,30	0,10	0,10	1,00	2,00
8	0,25	0,40	0,10	0,15	1,00	2,50
10	0,30	0,45	0,10	0,15	1,00	2,50
12	0,40	0,55	0,10	0,15	1,00	2,50
14	0,45	0,60	0,10	0,15	1,50	3,00
16	0,50	0,65	0,10	0,20	1,50	3,00
18	0,55	0,70	0,10	0,20	1,50	3,00
20	0,60	0,70	0,15	0,20	1,50	3,50
22	0,70	0,70	0,15	0,20	1,50	3,50
24	0,80	0,70	0,15	0,30	1,50	3,50
26	0,90	0,70	0,20	0,30	1,50	3,50
28, 30, 32	1,00	0,70	0,20	0,30	1,50	3,50
36, 40, 44	1,10	0,70	0,20	0,35	1,50	3,50

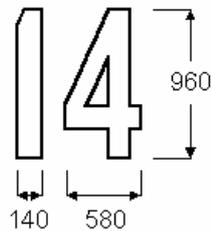
Esquema 1. SISTEMA DE MEDICION DE TUBERIAS



Esquema 2. SEÑALIZACION DE TUBERIAS Y TANQUES



TANQUES
($V > 10.000 M^3$)



D	L	h
< 1	200	10
1 - 1 1/2	200	20
2 - 2 1/2	200	30
3 - 3 1/2	200	40
4 - 5 1/2	200	50
> 6	4/3 D	1/3 D

EL DIAMETRO "D" A CONSIDERAR EN LINEAS AISLADAS, SERA EL DIAMETRO EXTERIOR INCL. EL AISLAMIENTO.
COTAS EN MM.

PAINTING

I. GENERAL

A. Scope

1. This specification covers the general requirements for the painting of piping, vessels, tankage, buildings, structural steel, equipment and all other related items.
2. Exceptions or variations shown in the Project Specification take precedence over requirements shown hereit
3. No variations from the Project Specifications and this specification are permitted unless approved in writing by UOP Process Division.

B. References (Latest Edition)

1. Steel Structures Painting Manual of Steel Structures Painting Council (SSPC).
2. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Standards. Title 29, Part 1910.
3. All applicable national, state or local codes and regulations.

C. Safety

1. All necessary precautions shall be taken to insure the safety of personnel and property. Extreme caution shall be used when working with oil or oil-based paints, cleaning fluids, etc. especially in close proximity to oxygen piping or oxygen equipment. Heavy concentrations of volatile or toxic fumes must be avoided, and in confined areas, blowers or exhaust fans shall be used.
2. Rags and other waste material soiled with paints, thinners, or solvents shall be kept in tightly closed metal containers while on the jobsite and not in use.
3. All work shall be performed in accordance with applicable national, state or local codes and regulations.
4. The OSHA (Title 29, Part 1910:) requirements for safety colors shall be followed.

II. MATERIALS AND WORKMANSHIP

- A. All materials and workmanship shall be of a high standard. Conditions during application shall be conducive to a sound and durable finish.
- B. Primers, undercoats and finishing paints for any particular painting system shall be from the same manufacture in order to insure compctibility.
- C. For all coatings, the manufacturers recommended mill thickness shall apply.
- D. Corrosion resistant paint shall be suitable for the type of corrosion involved.
- E. Care shall be taken to protect equipment from spillage and spatter by use of adequate temporary covers for equipment.

III. SURFACE PREPARATION

- A. All surfaces to be painted shall be cleaned and prepared in accordance with the Steel Structures Painting Manua Volume 2, Section II, "Surface Prepration Specifications".
- B. Shop primed equipment and surfaces will only be "spot cleaned" in damaged areas by means of power tool brush cleaning or hand-tool cleaning and then "spot-primed", before applying a top coat, unless otherwise speci
- C. Concrete and masonry surfaces shall be brushed free of dust, dirt and other foreign matter and be completely dry prior to coating. Concrete surfaces having a glazed appearance, such as produced by steel troweling, shall b etched with a 10 percent solution of hydrochloric acid (or muriatic acid) followed by water rinsing. Allow a minimum of 3 days drying time for masonry surfaces. Moisture content should indicate less than 8 percent on Delmhorst moisture meter (or equal) before coating. Surfaces which have pits or voids shall be grouted with a suitable mortar. Porous concrete block shall be filled with block filler prior to coating.
- D. Wood surfaces shall be brushed free of dust and dirt and rough spots shall be sanded smooth. The wood surfaci shall be thoroughly dry at the time of priming. Wood surfaces shall be painted only if specifically recommende
- E. All cleaned surfaces shall be primed the same day that cleaning is performed.

PAINTING

F. Surface preparation shall be done by one of the following methods in accordance with the SSPC Specification:

SPECIFICATION	SUBJECT	PURPOSE
1. SSPC-SP-1-63	Solvent Cleaning	Removal of oil, grease, dirt, soil, salts, and contaminants, by cleaning with solvents, vapor, alkali, emulsion or steam.
2. SSPC-SP-2-63	Hand-Tool Cleaning	Removal of loose rust, loose mill scale, and loose paint to degree specified, by hand chipping, scraping, sanding and wire brushing.
3. SSPC-SP-3-63	Power Tool Cleaning	Removal of loose rust, loose mill scale, and loose paint to degree specified, by power tool chipping, descaling, sanding, wire brushing and grinding.
4. SSPC-SP-4-63	Flame Cleaning of New Steel	Dehydrating and removal of rust, loose mill scale, and some tight mill scale by use of flame, followed by wire brushing.
5. SSPC-SP-5-63	White Metal Blast Cleaning	Removal of all visible rust, mill scale, paint and foreign matter, by blast cleaning by wheel or nozzle (dry or wet) using sand, grit or shot. (For very corrosive atmosphere where high cost of cleaning is warranted.)
6. SSPC-SP-6-63	Commercial Blast Cleaning	Blast cleaning until at least two-thirds of each element of surface area is free of all visible residues. (For rather severe conditions of exposure.)
7. SSPC-SP-7-63	Brush-Off Blast Cleaning	Blast cleaning of all except tightly adhering residues of mill scale, rust and coatings, exposing numerous evenly distributed flecks of underlying metal.
8. SSPC-SP-8-63	Pickling	Complete removal of rust and mill scale by acid pickling, duplex pickling or electrolytic pickling. (May reduce the resistance of the surface to corrosion, if not primed immediately.)
9. SSPC-SP-9-63T	Weathering Followed by Blast Cleaning	Weathering to remove all or part of mill scale followed by blast cleaning to one of the above standards.
10. SSPC-SP-10-63T	Near White Blast Cleaning	Blast cleaning nearly to White Metal cleanliness, until at least 95% of each element of surface area is free of all visible residues. (For high humidity, chemical atmosphere, marine or other corrosive environment.)

IV. GENERAL DESCRIPTION OF PAINTS

A. Vinyls

- Vinyls are a broad class of coatings made by polymerizing compounds containing the vinyl group. The resulting polymer is dissolved in a strong solvent. Upon application, the vehicle solvents and other thinners volatilize, leaving a laminar deposit of vinyl on the surface.

PAINTING

A. *Vinyls (cont'd)*

2. Vinyl coatings are insoluble in oils, greases, aliphatic hydrocarbons, and alcohols. In addition, they are resistant to water and aqueous salt solutions, and are not attacked at room temperature by inorganic acids or alkalis. The resins have low toxicity and are generally free from taste or odor. This makes them useful as coatings on potable water and other sanitary equipment.
3. Vinyl coatings shall not be used on surfaces with temperatures of 150°F and above.

B. *Chlorinated Rubbers*

1. Chlorinated rubber paints have excellent chemical resistance to both acids and alkalis, have low permeability to water vapor, and are quite abrasion resistant. They have low toxicity and do not support combustion. Chlorinated rubbers are extensively used in the marine field and, because of their excellent adhesion to concrete surfaces, are also widely used on buildings and masonry. The chlorinated rubber resin may begin to decompose at about 125°F and, therefore, should not be used above this temperature.

C. *Epoxies*

According to the hardening mechanism, epoxy coatings can be sub-grouped into five basic types, as follows:

1. Amine cured - These coatings consist of two components that are mixed prior to use. The mixed coating will cure readily at ambient temperatures down to about 50°F to yield a coating with excellent corrosion resistance. For resistance to acids, acidic salts, and organic solvents the straight amine cured compounds are the best of the epoxies.
2. Polyamide cured - These epoxy coatings have acidic and organic chemical resistance inferior to that of the straight amine cured epoxies. The polyamide epoxy has greater resistance to moisture than other types, and gives more flexible, tougher paint film.
3. Epoxy ester - These coatings are the esterification product of an epoxy resin and an acid, such as vegetable oil acids and resin. This product behaves more like oil-based coating than chemical resistant coating and is generally used in less severe exposures.
4. Epoxy phenolics - These coatings are a combination of epoxy and a phenolic resin. They are excellent water immersion coatings and also have a wide chemical resistance to acids, alkalis, salt and solvents.
5. Epoxy mastic - These coatings are a high build platelet forming epoxy. They have a high percent of solids by volume and are generally used for maintenance where only hand tool surface preparation can be obtained.
6. Coal tar epoxy - These coatings contain 80 to 90 percent solids by weight and are formulated from epoxy resins and coal tar pitch. They are usually applied directly to clean, sand blasted steel without a primer, and one coat can have a dry film thickness of 10 mils without sagging. Coal tar epoxy systems exhibit excellent resistance to fresh and salt water, and to a wide variety of chemicals including many inorganic acids.

D. *Oil-Based Paints*

1. Oil-derived materials include all coating formulations in which drying or semi-drying oils are used as vehicles, either by themselves or in combination with other polymers.
2. Oil paints are inexpensive, easy to apply, and can be obtained in a variety of colors.
3. For industrial use, synthetic resins are combined with the drying oil to improve water and chemical resistance. These coatings are best suited for less severe chemical environments. Many primers rely on the penetrating power of oil-based coatings. Those pigmented with red lead, zinc chromate, or iron oxide are perhaps the best primers for hand-cleaned or wire-brushed steel surfaces. Alkyd paints are the most widely used resinous oil-base paints.

E. *Urethane Coatings*

1. Urethanes can be divided into one-and two-package systems.
2. Drying-oil-modified urethanes are one-package coatings sometimes called "uralkyds". They have properties similar to those of oil base alkyds. Moisture cure urethanes are prepolymerized so that they harden in thin films on exposure to moist air. These coatings are relatively easily applied and dry quickly. They have outstanding toughness, abrasive resistance, and are easily cleaned.
3. The two-package urethane systems are relatively new as an industrial paint. Limited field evidence indicates that these coatings have excellent hardness, gloss, water resistance and flexibility, and relatively good adhesion and chemical resistance. Their higher cost, in addition to problems of yellowing upon ultraviolet exposure and moisture sensitivity in the can, have limited their widespread use.

PAINTING

F. Silicones

1. Silicone formulations can be divided into two groups, those used as high-temperature coatings and those as water repellents. Silicones are stable to 1200° F or more. High silicone content vehicles require catalization and baking at relatively high temperatures to achieve adequate cure and heat resistance. Silicone-aluminum coatings provide particularly good resistance to temperature (in the range of 1000° F) and weathering exposures at lower temperatures.
2. Solvent-type silicone coatings are used as water repellents on siliceous masonry, such as concrete block and brick. Water soluble alkaline silicone formulations should be used on limestone and non-siliceous materials.

G. Water Base Coatings

1. Emulsion or water base paints are characterized by the fact that the binder is dispersed in water. They are noted for their ease of application, minimal odor, low cost, and easy clean-up. The most common latex systems are polyvinyl acetates, acrylics, and butadienestyrenes.
2. Water based epoxies have corrosion and water resistant properties approaching solvent based epoxy coatings and can be used as a substitute in most cases.

H. Polyesters

Polyester coatings are usually of the 100 percent solids type and, as a result, can be applied in thick films with only one application. They have excellent acid and solvent resistance, high gloss, and good resistance to weathering. However, they are softened and swelled by alkalies and most aromatic solvents. Because of their short pot life, polyester coatings must be applied using specialized equipment. On the other hand, their inertness, and their adhesive and cohesive strength are resulting in their increasingly widespread use in industry as lining materials.

I. Zinc-Rich Coatings

1. Zinc-rich coatings consist of either an organic or inorganic vehicle that has been highly loaded with zinc dust. After application and evaporation of volatile components, the zinc in the dry paint film is approximately 90 percent or more by weight. Packing of the zinc particles is sufficient to insure electrical conductivity between them and a clean steel surface. Since zinc is more noble, it will preferentially corrode and protect the underlying steel.
2. Inorganic zinc primers have excellent hardness and abrasion resistance, although their flexibility is poor. They dry fast, resist heat at 700° F, and make excellent shop coatings.
3. Organic zinc-riches are based on chlorinated rubber, vinyl, epoxy, acrylic, urethane, and other organic vehicles. They do not have the abrasion or heat resistance of inorganics.
4. These primers should not be used in environments with a pH below 5 or above 11. Zinc-rich coatings are used increasingly as they virtually eliminate corrosive pitting.

J. Hot Dip Galvanize

1. Galvanize, while not a paint coating, is an excellent way to provide good corrosion protection to steel at a modest cost. Hot dip galvanizing consists of properly cleaning the metal and then immersing it in a bath of molten zinc. The resulting zinc coating is, in many ways, superior to that obtained by zinc-rich painting.
2. Hot dip galvanizing shall conform to ASTM Spec. A123. The use of hot dip galvanized materials shall be limited to environments that have a pH not less than 5 and not greater than 11.

K. Red Lead

1. An oxide of lead, red in color, used as a rust-inhibiting pigment. The vehicle is generally a slow drying linseed oil type and is considered to be one of the best primers for steel. Because of poor weathering characteristics, it should be protected by high quality finish coats. Red lead decomposes between 900 and 1000° F.
2. Quite often the word "modified" will appear in the generic type designation. This means the supplier, starting with the basic resin, has incorporated other resins into the formulation to improve the performance of the product. Improvement could include better application properties, better chemical resistance, higher film build, etc.

L. Galvanized Metal Primer

Galvanized metal primer is an acrylic emulsion type primer that has good adhesion when applied to new or weathered galvanized metal. It may also be used as a finish coat.

PAINTING

V. ENVIRONMENT DEFINITIONS

- A. *Normal Industrial - lack of severe chemical fumes.*
- B. *Corrosive Industrial - severe chemical fumes present.*
- C. *Marine - salt air and ocean breezes present.*

VI. PAINT SYSTEMS

- A. *Structural Steel, Piping and Process Equipment.*
 - 1. Normal Industrial Environment, Table 1.
 - 2. Corrosive Industrial Environment, Table 2.
 - 3. Marine Environment, Table 3.
- B. *Tankage (Normal Industrial, Corrosive, and Marine Environment)*
 - 1. Exterior Surfaces, Table 4.
 - 2. Hydrocarbon Interior Surface, Table 5.
 - 3. Water Interior Surface, Table 6.
- C. *Mechanical and Miscellaneous Equipment, Table 7.*
- D. *Refinery Building Exteriors, Table 8.*
- E. *Refinery Building Interiors, Table 9.*

PAINTING

TABLE 1
STRUCTURAL STEEL, PIPING AND PROCESS EQUIPMENT
Normal Industrial Environment

Exterior Surface	Temp Range °F.	Paint System (c)			
		SSPC Surface Prep No.	Primer	Inter	Finish
Steel	below 150	6 (d)	Inorganic Zinc	—	Vinyl
Steel	150-500	10	Inorganic Zinc	—	—
Steel	500-1000	10	Inorganic Zinc	—	—
Galvanized Jacketing (a)	below 150	2	Galvanized Metal Primer	—	—
Mastic Coated	—	Does Not Require Painting			
Valve Bodies (b)	below 150	2, 3, or 6	Zinc Chromate	—	Alkyd
Valve Bodies (b)	150-500	10	Inorganic Zinc	—	—
Valve Bodies (b)	500-1000	10	Inorganic Zinc	—	—
Metals to be insulated	below 200	6	1 Coat Inorganic Zinc	—	—
	above 200	—	—	—	—
Metals to be fire proofed	—	(e)	(e)	—	—

(a) Stainless steel, aluminum and vinyl coated jacketing do not require painting.

(b) Shall be painted only at discretion of refiner.

(c) Maintenance paint system to be used shall be determined by refiner's representative depending on condition of the surface to be painted.

(d) Use of surface preparation SSPC No. 2 or 3 and application of 2 coats of zinc chromate with an alkyd finish may be substituted on maintenance jobs where sand blasting is not permitted and only with the approval of the refiner's representative.

(e) The surface preparation and primer shall be in accordance with the fireproofing manufacturer's requirements.

PAINTING

TABLE 2
STRUCTURAL STEEL, PIPING AND PROCESS EQUIPMENT
Corrosive Industrial Environment

Exterior Surface	Temp. Range °F	Paint System (c)			
		SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
Steel	below 150	6 (d)	Inorganic Zinc	—	Epoxy polyamide or Vinyl
Steel	150-500	10	Inorganic Zinc	—	Silicone
Steel	500-1000	10	Inorganic Zinc	—	Silicone
Galvanized Jacketing (a)	below 150	2	Galvanized Metal Primer	—	Epoxy polyamide or Vinyl
Insulated & Mastic Coated	—	Does Not Require Painting			
Valve Bodies (b)	below 150	2, 3, or 6	Zinc Chromate	—	Epoxy polyamide or Vinyl
Valve Bodies (b)	150-500	10	Inorganic Zinc	—	Silicone
Valve Bodies (b)	500-1000	10	Inorganic Zinc	—	Silicone
Metals to be insulated	below 200	6	1 coat Inorganic Zinc	—	—
	above 200	—	—	—	—
Metals to be Fireproofed	—	(e)	(e)	—	—

- (a) Stainless steel, aluminum, and vinyl coated jacketing do not require painting.
- (b) Shall be painted only at discretion of refiner.
- (c) Maintenance paint system to be used shall be determined by refiner's representative depending on condition of surfaces to be painted.
- (d) Use of surface preparation SSPC No.2 or 3 and application of 2 coats of zinc chromate with an alkyd finish may be substituted on maintenance jobs where sand blasting is not permitted and only with the approval of the refiner's representative.
- (e) The surface preparation and primer shall be in accordance with the fireproofing manufacturer's requirements.

PAINTING

TABLE 3
STRUCTURAL STEEL, PIPING AND PROCESS EQUIPMENT
Marine Environment

Exterior Surface	Temp. Range °F	Paint System			
		SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
Steel (Recommended Alternate)	(1) below 150	10	Inorganic Zinc	—	Epoxy polyamide or Vinyl
	(2) below 150 (b)	2	Epoxy Mastic	—	
Steel	150-500	10	Inorganic Zinc	—	Silicone Aluminum
Steel	500-1000	10	Inorganic Zinc	—	Silicone
Galvanized Jacketing (a)	below 150	2	Galvanized Metal Primer	—	Epoxy polyamide or Vinyl
Insulated & Mastic Coated	—	Painting Not Required			
Valve Bodies (c)	below 150	6	Inorganic Zinc	—	Epoxy polyamide or Vinyl
Valve Bodies (c)	150-500	6	Inorganic Zinc	—	Silicone Aluminum
Valve Bodies (c)	500-1000	6	Inorganic Zinc	—	Silicone
Metals to be insulated	below 200	6	1 coat Inorganic Zinc	—	—
	above 200	—	—	—	—
Metals to be Fireproofed	—	(d)	(d)	—	—

- (a) Stainless steel and aluminum and vinyl coated jacketing do not require painting.
- (b) This alternate shall only be used when sandblasting is not permitted.
- (c) Shall be painted only at discretion of refiner.
- (d) The surface preparation and primer shall be in accordance with the fireproofing manufacturer's requirements.

PAINTING

TABLE 4
TANKAGE
Exterior Surfaces
Normal Industrial, Corrosive, and Marine Environment

Exterior Surface		Paint System (1)			
		SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
Shell and Fixed Roof, New		10	Inorganic Zinc	Epoxy polyamide	Urethane
Repaint (2)	Rust Area	10	Organic Zinc	Epoxy polyamide	Urethane
	Other Areas	7	—	Epoxy polyamide	Urethane
Shell and Floating Roof, New		10	Inorganic Zinc	Epoxy polyamide	Urethane
Repaint (2)	Rust Area	10	Organic Zinc	Epoxy polyamide	Urethane
	Other Areas	7	—	Epoxy polyamide	Urethane

- (1) Application per manufacturer's recommendation.
- (2) All edges must be feathered. Maintenance paint system to be used shall be determined by refiner's representative depending on condition of the surfaces to be painted.

PAINTING

TABLE 5
TANKAGE
Hydrocarbon Interior Surface
Normal Industrial, Corrosive, and Marine Environment

Interior Surface		Paint System (1)			
		SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
Crude - bottom Including bottom 3 feet of shell, New		10	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine
Repaint (2)	Rust Area	10	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine
	Other Areas	7	—	—	Epoxy Phenolic Amine
Jet fuel - shell, floor, roof and supports, New		5	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine
Repaint (2)	Rust Area	5	Epoxy Phenolic Amine	—	Epoxy Phenolic Amine
	Other Areas	7	—	—	Epoxy Phenolic Amine

(1) Application per manufacturer's recommendation.

(2) All edges must be feathered. Maintenance paint system to be used shall be determined by refiner's representative depending on condition of the surfaces to be painted.

PAINTING

TABLE 6
TANKAGE
Water Interior Surface
Normal Industrial, Corrosive, and Marine Environment

Interior Surface		Paint System (1)			
		SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
Fresh or raw water - shell, roof bottom and supports, new		10	Epoxy Polyamide	Epoxy Polyamide	Epoxy Polyamide
Repaint (2)	Rust Area	10	Epoxy Polyamide	Epoxy Polyamide	Epoxy Polyamide
	Other Areas	7	—	—	Epoxy Polyamide
Treated water - shell, roof, bottom and supports, new		5	Epoxy Polyamide	2 coats Polyamide Epoxy	Epoxy Polyamide
Repaint (2)	Rust Area	5	Epoxy Polyamide	2 coats Polyamide Epoxy	Epoxy Polyamide
	Other Areas	7	—	—	Epoxy Polyamide
Potable water - shell, bottom roof and supports, new		5	AWWA Epoxy Primer C210-78	AWWA Coal Tar Epoxy C210-78	AWWA Coal Tar Epoxy C210-78
Repaint (2)	Rust Area	5	AWWA Epoxy Primer C210-78	AWWA Coal Tar Epoxy C210-78	AWWA Coal Tar Epoxy C210-78
	Other Areas	7	—	—	AWWA Coal Tar Epoxy C210-78
Sea water - shell, roof bottom and supports, new		5	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine
Repaint (2)	Rust Area	5	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine	Epoxy Phenolic Amine
	Other Areas	7	—	—	Epoxy Phenolic Amine

1. Apply per manufacturer's recommendation.
2. All edges must be feathered. Maintenance paint system to be used shall be determined by refiner's representative depending on condition of the surfaces to be painted.

AWWA = American Water Works Association

PAINTING

TABLE 7
MECHANICAL AND MISCELLANEOUS EQUIPMENT

Equipment	Temp. Range °F	Paint System			
		SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
(a) Blowers	Below 150	2	Zinc Chromate	Alkyd	Gloss Enamel Plant Heat Resistant
	Above 150	2	Red Lead	—	
Bus Boxes Exterior	—	2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Enamel
	Interior	2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Match Background
(a) Compressor	—	2	Zinc Chromate or Red Lead	Alkyd	Enamel
Instrument Panels	—	2	Zinc Chromate or Red Lead	Semi-Gloss Enamel	Enamel
Instrument Cases		2	Manufacturer's Paint		
(a) Pump Cases	Below 150	2	Zinc Chromate or Red Lead	Alkyd	Enamel
	150-500	2	—	—	Plant Heat Resistant
	500-1000	2	—	—	Plant Heat Resistant
(a) Pump Bases & Motors	—	2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Gloss Enamel
Starters	—	2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Enamel
Equipment Subject To Sweating	—	2, 6 or 7	Zinc Chromate	—	Anti-Sweat Coat
(b) Turbines	Below 150	2	Zinc Chromate or Red Lead	Alkyd	Enamel
	150-1000	2	—	—	Plant Heat Resistant

- (a) For equipment not listed and for equipment located in marine and highly corrosive atmospheres, an appropriate paint system, as recommended by the paint manufacturer, shall be followed.
- (b) For new equipment, the manufacturer's standard is acceptable. The above applies only to maintenance painting.

UOP

Process Division • UOP Inc.

20 UOP Plaza — Algonquin & Mt. Prospect Roads • Des Plaines, Illinois 60016 • U.S.A.

STANDARD SPECIFICATION

9-16-1

PAGE 13 OF 15

PAINTING

TABLE 8
REFINERY BUILDING EXTERIORS

Surface	Paint System			
	SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
Steel-Structural, Doors, Windows	2	Zinc Chromate or Red Lead	Zinc Chromate or Red Lead	Oil Gloss
Galvanized Roofing & Siding (Weathered)	2 or 3	Galvanized Metal Primer	—	Alkyd (a)

(a) Acrylic with fiber asbestos can be used as an alternate paint system for prime and finish coat.

PAINTING

TABLE 9
REFINERY BUILDING INTERIORS

Surface	Paint System			
	SSPC Surface Prep. No.	Primer	Intermediate	Finish
Ceilings - Plastered (Maintenance Painting)	1 or 2	—	Interior Undercoat	Mat Finish (Latex) or Semi-Gloss Enamel
Roofs Concrete	1 or 2	Cement & Masonry Primer	—	Mat Finish (Latex) or Semi-Gloss Enamel
Structural - Trusses, Etc.	1 or 2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Semi-Gloss Enamel
Walls - Plastered	1 or 2	Primer Sealer	—	Mat Finish (Latex)
Masonry	1 or 2	Block Filler	—	Mat Finish
Galvanized Sheet Metal	1 or 2	Galvanized Metal Primer	—	Semi-Gloss Enamel
Trim Doors, Frames, Sashes (Aluminum or Stainless Steel - New Installation Does Not Require Painting)	1 or 2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Interior Gloss or Semi-Gloss Enamel
Metal Lockers, Etc. (Maintenance Painting)	1 or 2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Gloss Enamel
Piping - Uninsulated (Below 150°F)	1 or 2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Interior Gloss or Semi-Gloss Enamel
Lavatory Partitions	1 or 2	Zinc Chromate or Red Lead	—	Interior Gloss or Semi-Gloss Enamel
Water Plants	2, 6 or 7	Zinc Chromate	—	Anti-Sweat Coat
Equipment Subject To Sweating	2, 6 or 7	Zinc Chromate	—	Anti-Sweat Coat
Concrete Floors	(not to be painted)			
Pump Rooms	Use Tables 1 through 3			



Process Division • UOP Inc.

20 UOP Plaza — Algonquin & Mt. Prospect Roads • Des Plaines, Illinois 60016 • U.S.A.

STANDARD SPECIFICATIO

9-16-1

PAGE 15 OF 15

PAINTING

VII. CLEAN UP

- A. *After each day of work, all work areas shall be cleaned and left in a neat and safe condition.*
- B. *When all painting work is completed, all work areas shall be thoroughly cleaned and all painting materials and debris shall be removed from the area and the jobsite left in a clean and orderly condition.*

VIII. INSPECTION

- A. *All work shall be subject to inspection by the refiner's representative. All parts of the work or material that are found unsuitable under this inspection shall be corrected or replaced.*
- B. *When thoroughly cured, the dry film thickness shall be measured in accordance with SSPC-PA2-73T.*
- C. *When film thickness measurements are in conflict, the measurements taken by the refiner's representative shall prevail.*

NOTAS:

- 1.- Baldeo con agua dulce, si se deja secar dos días más de los recomendados por el fabricante.
- 2.- Parcheo de rozaduras y soldaduras, si ha habido trabajos posteriores a la imprimación.
- 3.- Anulada.
- 4.- Se admite como alternativa una capa de 70 µm de pintura epoxifosfato de zinc, cuando las condiciones ambientales son de baja agresividad.
- 5.- Se trata de eliminar salpicaduras y protuberancias de las soldaduras y redondear bordes mediante esmerilado.
- 6.- Parcheo previo (tanto en obra nueva como existente): aplicación a modo de franja en zona de desperfectos (soldaduras, cantos...) con pintura o resina igual a la utilizada en las capas posteriores. La adición de fibras de vidrio deberá ser considerada en cada caso por supervisión de REPSOL.
- 7.- En los tanques de crudo y slops se pintará la superficie del fondo y la primera vólera.
Los tanques de gasolinashaftas y gasoleos, llevarán pintado el fondo y los primeros 50 cms. de la vólera inferior.
Los tanques de acero al carbono para productos que puedan atacar al acero, (p.e.: agua osmotizada, condensado, agua de mar), se pintarán en su totalidad.
Los tanques de acero al carbono para productos que no admitan contaminación con hierro (p.e.: polioles, estireno, agua potable), se pintarán en su totalidad.
- 8.- La última capa debe contener solución de parafina.
- 9.- Es conveniente incorporar un inhibidor de corrosión.
- 10.- En el caso de que la imprimación sea aplicada en taller, y una vez instalado en obra, se procederá a la eliminación del polvo, aceite y grasas, seguido de un cepillado y baldeo con agua dulce.
- 11.- Las pinturas a base de resina epoxídica "calean" aunque el mismo no afecta a sus prestaciones. En el caso de desear un acabado brillante para temperaturas superiores a 60°, se puede sustituir por una capa de acabado de poliuretano (el fabricante garantizará su resistencia a la temperatura).
- 12.- Existen en el mercado pinturas de poliuretano alifático de alto espesor que permitirán aplicar una sola mano de 80 µm. La decisión se debe tomar en base a criterio económico y prestaciones requeridas.
- 13.- La eliminación de sales debe contemplarse siempre que se detecte su presencia.
- 14.- En los sistemas 6 y 7 la pintura intermedia puede coincidir con otro tipo de pintura intermedia ya especificada siempre que el fabricante garantice las prestaciones exigidas.
- 15.- Para el caso de aplicaciones especiales en que se requiera recubrimiento anticorrosivo bajo aislamiento a temperaturas superiores, se usarán pinturas a base de siliconas.
- 16.- Para conferir rugosidad y facilitar la adherencia del recubrimiento.
- 17.- El símbolo "●" indica que el requerimiento /norma debe ser cumplido.
- 18.- Para obras existentes (mantenimiento), se utilizarán los mismos esquemas.
- 19.- La capa de acabado será de un color que aporte una reflectancia a la luz total igual o superior al 70%. (Real Decreto 2102-96. BOE 26/10/96).

TIPOS DE COMBUSTIBLES

TIPO I:

- CRUDO
- DESLASTRES
- AGUA NO POTABLE
- SLOPS
- FUEL OIL
- GASOIL
- KEROSENO
- NAFTA
- HEXANO
- HEPTANO
- WHITE SPIRIT
- ALQUILATO
- GASOLINA CON PLOMO
- LSR
- AGUA DE MAR

TIPO II:

- BENCENO
- TOLUENO
- PARA-XILENO
- XILENOS MEXCLA
- GASOLINAS SIN PLOMO
- MTBE, METANOL
- AGUA DESMINERALIZADA
- ESTIRENO
- GLICOLES, POLIOLES
- MONOMEROS
- DISOLVENTES AGRESIVOS

TIPO III:

- AGUA POTABLE

MANOS DE PINTURA	
X	= UNA MANO
XX	= DOS MANOS
XXX	= TRES MANOS

b0204b-4.dgn PLANO INFORMATIZADO (NO REVISAR MANUALMENTE)

REV.	DESCRIPCION	FECHA	REALIZ.	APROB.	APROBADO	ESCALA	TITULO
4	MODIFICADA NOTA 7 y AÑADIDA NOTA 19	14-12-98	J.L.S.	●	REALIZADO	10-VI-97	ANGEL FLORES
3	AÑADIDAS NOTAS 17 y 18	26-2-98	A.F.		CONTRATISTA		
2	REVISION GENERAL	10-6-97	A.F.		COMPROBADO	10-VI-97	A. LOZANO
							PROYECTO

SISTEMAS DE APLICACION DE PINTURAS



Central de Ingeniería

REV.	CLASIF.	PED-B-0204	Hojas 2 de 2	4
------	---------	------------	--------------	---

**ANEXO 3: HOJA TECNICA Y HOJA DE SEGURIDAD DE
MATERIALES (MSDS) DE PRODUCTO EPOXICO
AMERLOCK 400**

AMERLOCK 400

EPOXICO DE ALTO CONTENIDO DE SOLIDOS

DESCRIPCION Y VENTAJAS

- ✓ Recubrimiento de alta performance para mantenimiento
- ✓ Base y acabado a la vez, compatible sobre diferentes pinturas antiguas bien adheridas
- ✓ Puede ser repintado con diferentes capas de acabado
- ✓ Tolera superficies con alta humedad y restos de óxido bien adherido
- ✓ Por capa se obtienen espesores mayores a 5 mils
- ✓ Bajo VOC y alto contenido de sólidos, lo cual reduce posibilidad de poros o solvente atrapado entre capas
- ✓ Cura a baja temperatura (-6°C) con catalizador FD
- ✓ Aprobado por USDA (contacto incidental con alimentos) y NSF (contacto con agua potable)
- ✓ Cumple NFPA Clase A pintura retardadora de fuego
- ✓ Amplia variedad de colores, incluyendo el aluminio
- ✓ Se aplica sobre superficies nuevas o antiguas de acero, galvanizado, concreto, madera y fibra de vidrio

USOS TIPICOS

- ✓ En zonas donde es imposible el "arenado".
- ✓ Mantenimiento de estructuras metálicas o concreto en plantas químicas, mineras, pesqueras, de alimentos, petroquímicas.
- ✓ Exteriores de tanques de almacenamiento de combustible y en general.
- ✓ Interiores de tanques para almacenamiento de agua potable.
- ✓ Protección de pisos y superficies de concreto en almacenes, plantas de alimentos, hangares, cámaras de frío.

DATOS FISICOS

Acabado : Semi-mate
Color : Según cartilla (*)

(*) El color blanco y los colores claros podrían mostrar amarillamiento en el tiempo. Los colores amarillo, rojo y naranja se decolorarán más rápido que otros debido al reemplazo de pigmentos.

Componentes : Dos
Relación de la mezcla: 1 de resina (parte A)
(en volumen) 1 de catalizador (parte B)
Curado : Evaporación de solventes y
reacción química
Sólidos en volumen : 83% ± 3%

Espesor película seca : 4 - 8 mils (125 - 200 micrones)
Número de capas: 1 o 2
Rendimiento teórico : 25 m²/galón a 5 mils seco

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.

Diluyente : Amercoat 65
Tiempo de vida útil : 2 ½ horas a 21°C
FD : 1 ½ horas a 21°C

Resistencia a la temperatura (en seco)
Continua : 93°C
Intermitente : 177°C

Para mayores detalles de resistencia física y química consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- Acero nuevo
- "Arenado" comercial según norma SSPC-SP6 o algún imprimante recomendado.
- Acero con pintura antigua
- Limpieza manual mecánica según norma SSPC-SP2 o SSPC-SP3, o limpieza con agua a alta presión según norma SSPC-SP12
- Concreto
- Limpieza según norma ASTM D4259 ("arenado") o D4260 (ataque ácido)
- Galvanizado
- Lavar con Unexol 101
- La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.*
Para servicio de inmersión se acepta como mínimo un "arenado" cercano al metal blanco según norma SSPC-SP10.

MÉTODO DE APLICACIÓN

- Equipo airless
- Similar a Graco Bulldog 30:1 boquilla 0,019" a 0,021" con filtro malla 60
- Equipo convencional a presión
- Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión y filtros de aceite-humedad
- Brocha y rodillo
- Resistentes a diluyentes epóxicos

TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)

al tacto : 3 - 5 horas
FD : 2 - 4 horas
al tacto duro : 18 - 22 horas
FD : 4.5 - 6 horas
Repintado máximo : 90 días
Repintado mínimo : 16 horas

FD	:	3.5 horas
Repintado máximo		
Amerlock 400	:	3 meses
Amerlock 400FD	:	1 mes
A450HS / Amershield	:	1 mes
Amercoat 5405	:	1 día
A400 FD / A450HS	:	2 semanas

CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	mínima	máxima
de la superficie	4°C	50°C
del ambiente	4°C	50°C
Humedad relativa %		85

La temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que el punto de rocío.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 65 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30. y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del “tiempo de repintado” recomendado.

IMPRIMANTES RECOMENDADOS

Normalmente no requiere imprimantes, pero se pueden usar los siguientes productos:

- Dimetcote 9
- Dimetcote 9FT
- Amercoat 68HS
- Amercoat 71

ACABADOS RECOMENDADOS

Se pueden usar los siguientes productos:

- Amerlock 400
- Amershield
- Amercoat 450HS

DATOS DE ALMACENAMIENTO

Peso por galón	:	5.3 ± 0.4 Kg
Punto de inflamación :		
Resina	:	42°C
Catalizador	:	17°C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4°C a 38°C.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión. No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire.

Ultima revisión: 18/07/07

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIAL

SECCION 1 – IDENTIFICACION DEL PRODUCTO QUIMICO Y DEL FABRICANTE	
NOMBRE DEL PRODUCTO	AMERLOCK 400 CATALIZADOR
CLASE DE PRODUCTO	AGENTE DE CURADO DE EPOXI DE ALTOS SOLIDOS
NFPA	H3 F3 R0
FABRICANTE	CORPORACIÓN PERUANA DE PRODUCTOS QUIMICOS S.A. JR. CHAMAYA # 276 – BREÑA LIMA - PERÚ
TELEFONO PARA EMERGENCIAS	(51) (1) 331-1010

SECCION 2 – COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES	
COMPONENTES	RANGO %PESO (*)
CARGAS	Mayor a 43
SOLVENTES	Mayor a 30
RESINAS	Mayor a 26
ADITIVOS	Menor a 2

SECCION 3 – IDENTIFICACION DE PELIGROSIDAD	
EFFECTOS DE EXPOSICION	El vapor o salpicadura del material puede ser dañino, irritante a los ojos y la piel; si es inhalado produce irritabilidad a la nariz y garganta. La inhalación excesiva y prolongada puede causar dolor de cabeza, nauseas o vómitos. Una repetida sobrexposición ocupacional a los solventes puede estar asociado con un permanente daño al sistema nervioso. Un abuso intencional de sobrexposición puede causar daños a diversos órganos o la muerte.
SOBRE-EXPOSICION (Prolongada o repetitiva)	El uso prolongado o repetitivo puede agravar o atenuar alguno de estos efectos. PIEL: Irritación severa. Quemaduras severas. Reacciones alérgicas tal como erupciones. Puede absorberse a través de la piel. Puede causar resequedad de la piel. INHALACION: Irritante. Daño al pulmón. Sensibilización respiratoria y reacciones alérgicas como asma. Daño al sistema nervioso central. Neumonía química. El xilol o toluol puede causar latidos irregulares del corazón. Excesiva exposición al polvo de la baritina puede causar "baritosis". OJOS: Irritación severa. Daño a la córnea. Quemaduras y daño irreversible. No usar lentes de contacto cuando se use este material. INGESTIÓN: Puede ser fatal si es ingerido. Aspiración al pulmón puede dañar los pulmones y causar neumonía química. Puede causar quemaduras. ORGANOS QUE PUEDEN SER ATACADOS: Riñones, hígado, pulmones, corazón, piel, ojos, estómago, sistema nervioso central, defectos fetales.
CONDICIONES MEDICAS AGRAVADAS	Piel, ojos, respiratorias, alergias, pulmones.
RUTAS PRIMARIAS DE INGRESO	Contacto con la piel, inhalación, ingestión, contacto con ojos.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIAL

SECCION 4 – PRIMEROS AUXILIOS	
INHALACIÓN	Coloque al aire fresco. Restaure respiración normal. Consulte al medico. Trate los síntomas.
INGESTIÓN	Tomar 1 ó 2 vasos de agua para diluir. No de nada por la boca a personas inconscientes. No induzca al vomito. Consulte al medico inmediatamente. Trate los síntomas.
CONTACTO CON LA PIEL	Lavar abundantemente con agua y jabón, Remover ropas contaminadas. Consulte al medico si la irritación persiste.
CONTACTO CON LOS OJOS	Enjuagar con abundante agua al menos 15 minutos y dar atención medica.

SECCION 5 – MEDIDAS DE CONTROL DE FUEGO	
Flash Point	29 °C
Inflamabilidad	OSHA : Combustible- Clase IC DOT: Inflamable
Agentes de extinción	Espuma química seca CO2
Solvente de baja Flash Point	CAS 100-41-4
Peligrosidad de Fuego y Explosiones	Los recipientes cerrados pueden explotar si son expuestos a calor y presión extrema. Aislar de equipos eléctricos, calor, llama abierta, chispas. Los vapores podrían esparcirse por distancias largas o inflamarse explosivamente.
Procedimiento en incendios	Use equipo de protección que incluyan los de respiración. Use agua para enfriar recipientes cerrados expuestos a calor extremo, para evitar explosión.

SECCION 6 – MEDIDAS PARA CONTROLAR LIBERACIÓN ACCIDENTAL	
DERRAMES Y FUGAS: Remueve todas las fuentes de ignición. Evite respirar los vapores. Ventile el área. Use materiales absorbentes e inertes (no usar aserrín). Retirar los material absorbentes con herramientas que no causen chispas. Colocar en recipiente separado. Aleje de corrientes de agua. Si existe amenaza u ocurre contaminación, notificar a las autoridades..	

SECCION 7 – MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO	
Almacenamiento y manipuleo	Mantenga en recipientes cerrados en posición vertical si no se va a usar. Almacene en área fría seca y bien ventilada. Evite el almacenamiento prolongado por temperaturas por encima de 37°C. Sea cuidadoso al vaciar el recipiente. Evite respirar polvo de arenado. No soldar o cortar con llama el envase vacío.

SECCION 8 – CONTROL DE EXPOSICIÓN/ PROTECCION PERSONAL	
<p>VENTILACIÓN: Implementar medidas administrativas e ingeniería de seguridad para reducir la exposición. Proveer adecuada ventilación para mantener los niveles de concentración de contaminantes en el aire por debajo de los limites TLV.</p> <p>PROTECCION RESPIRATORIA: Usar respirador certificado por NIOSH/MSHA, diseñado para remover una combinación de partículas (polvo o niebla) y vapor. Cuando se aplica a brocha, rodillo o pistola, seleccionar la protección respiratoria adecuada para estas condiciones. Si el área es de ventilación limitada, usar respirador con línea de aire.</p> <p>EQUIPO y VESTUARIO DE PROTECCIÓN: Dependiendo del método de aplicación, usar mamelucos, guantes y zapatos para evitar contacto con la piel.</p> <p>Usar lentes protectores resistentes al solvente con implemento que proteja los ojos de salpicaduras, nieblas, etc. Use equipos a prueba de chispas y explosión.</p> <p>PRACTICAS DE HIGIENE: Lavarse completamente luego del manipuleo y antes de comer, fumar o</p>	

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIAL

usar toallas. Lave la ropa contaminada antes de usar. Destruya los zapatos de cuero contaminados que no pueden ser descontaminados para prevenir su reuso.

SECCION 9 – PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Rango de Ebullición	100 – 136 °C
Olor	Solvente
Apariencia	Líquido
Solubilidad en agua	No
VOC de mezcla g/L	180
% de volátiles en volumen	27.46
Densidad del vapor	Más pesado que el aire
Peso /gln	5.3
Velocidad de evaporación del solvente	Más lento que el acetato de butilo
Reactivo Fotoquímicamente	Si

SECCION 10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Condiciones a evitar	Calor, llama abierta, chispas
Incompatibilidad	Con oxidantes, ácidos y álcali fuertes.
Subproductos peligrosos	Por fuego o combustión: CO, CO ₂ , vapores de cloruro de hidrógeno, aldehidos, Sox, gases o humos tóxicos.
Polimerización peligrosa	No ocurre polimerización peligrosa bajo condiciones normales.
Estabilidad	Este producto es estable bajo condiciones normales de almacenamiento.

SECCION 11 – PROPIEDADES TOXICOLOGICAS

Información no disponible.

SECCION 12 – INFORMACIÓN ECOLOGICA

Información no disponible.

SECCION 13 – CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO

Almacenar en lugar apropiado y en envase cerrado, de acuerdo a las regulaciones, locales, estatales o federales.

SECCION 14 – INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Nombre DOT apropiado para embarque	Pintura
Clase DOT de peligrosidad	3

SECCION 15 – INFORMACIÓN REGULATORIA

CHEMICAL NAME- CAS NUMBER: No están presentes materiales peligrosos entre los 5 principales ingredientes.

SECCION 16 – OTRA INFORMACION

Disponga según la legislación vigente

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIAL**

SECCION 1 – IDENTIFICACION DEL PRODUCTO QUIMICOY DEL FABRICANTE	
NOMBRE DEL PRODUCTO	AMERLOCK 400 (RESINA)
CLASE DE PRODUCTO	EPOXI DE ALTOS SOLIDOS
NFPA	H2 F2 R0
FABRICANTE	CORPORACIÓN PERUANA DE PRODUCTOS QUÍMICOS S.A. JR. CHAMAYA # 276 – BREÑA LIMA - PERÚ
TELEFONO PARA EMERGENCIAS	(51) (1) 331-1010

SECCION 2 – COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES	
COMPONENTES	RANGO %PESO (*)
PIGMENTOS	7 - 28
CARGAS	12 - 28
SOLVENTES	8 - 12
RESINAS	50 - 52
ADITIVOS	2

(*) Depende del color

SECCION 3 – IDENTIFICACION DE PELIGROSIDAD	
EFECTOS DE EXPOSICION	El vapor o salpicadura del material puede ser dañino, irritante a los ojos y la piel; si es inhalado produce irritabilidad a la nariz y garganta. La inhalación excesiva y prolongada puede causar dolor de cabeza, nauseas o vómitos. Una repetida sobrexposicion ocupacional a los solventes puede estar asociado con un permanente daño al sistema nervioso. Un abuso intencional de sobrexposición puede causar daños a diversos órganos o la muerte.
SOBRE-EXPOSICION (Prolongada o repetitiva)	PIEL: Irritación, reacciones alérgicas tal como erupciones. Puede absorberse a través de la piel. INHALACION: Irritante. Daño al pulmón. Daño al sistema nervioso central. OJOS: Irritante. INGESTIÓN: Nocivo al ser ingerido. Aspiración al pulmón puede dañar los pulmones y causar <i>neumonía</i> química. ORGANOS QUE PUEDEN SER ATACADOS: Pulmones, piel, ojos, estómago, sistema nervioso central.
CONDICIONES MEDICAS AGRAVADAS	Piel, ojos, respiratorias, alergias, pulmones.
RUTAS PRIMARIAS DE INGRESO	Contacto con la piel, inhalación, ingestión, contacto con ojos.

SECCION 4 – PRIMEROS AUXILIOS	
INHALACIÓN	Coloque al aire fresco. Restaure respiración normal. Consulte al medico. Trate los síntomas.
INGESTIÓN	Tomar 1 ó 2 vasos de agua para diluir. No de nada por la boca a personas inconscientes. No induzca al vomito. Consulte al medico inmediatamente. Trate los síntomas.
CONTACTO CON LA PIEL	Lavar abundantemente con agua y jabón, Remover ropas contaminadas. Consulte al medico si la irritación persiste.
CONTACTO CON LOS OJOS	Enjuagar con abundante agua al menos 15 minutos y dar atención medica.

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIAL**

SECCION 5 – MEDIDAS DE CONTROL DE FUEGO

Flash Point	55 °C
Inflamabilidad	OSHA : Combustible- Clase II DOT: Inflamable
Agentes de extinción	Espuma química seca CO2
Solvente de baja Flash Point	Nafta liviana- CAS 64724-95-6
Peligrosidad de Fuego y Explosiones	Los recipientes cerrados pueden explotar si son expuestos a calor y presión extrema. Aislar de equipos eléctricos, calor, llama abierta, chispas. Los vapores podrían esparcirse por distancias largas o inflamarse explosivamente.
Procedimiento en incendios	Use equipo de protección que incluyan los de respiración. Use agua para enfriar recipientes cerrados expuestos a calor extremo, para evitar explosión.

SECCION 6 – MEDIDAS PARA CONTROLAR LIBERACIÓN ACCIDENTAL

DERRAMES Y FUGAS: Remueve todas las fuentes de ignición. Evite respirar los vapores. Ventile el área. Use materiales absorbentes e inertes (no usar aserrín). Retirar los material absorbentes con herramientas que no causen chispas. Colocar en recipiente separado. Aleje de corrientes de agua. Si existe amenaza u ocurre contaminación, notificar a las autoridades..

SECCION 7 – MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Almacenamiento y manipuleo	Mantenga en recipientes cerrados en posición vertical si no se va a usar. Almacene en área fría seca y bien ventilada. Evite el almacenamiento prolongado por temperaturas por encima de 37°C. Sea cuidadoso al vaciar el recipiente. Evite respirar polvo de arenado. No soldar o cortar con llama el envase vacío.
----------------------------	--

SECCION 8 – CONTROL DE EXPOSICIÓN/ PROTECCION PERSONAL

VENTILACIÓN: Implementar medidas administrativas e ingeniería de seguridad para reducir la exposición. Proveer adecuada ventilación para mantener los niveles de concentración de contaminantes en el aire por debajo de los límites TLV.

PROTECCION RESPIRATORIA: Usar respirador certificado por NIOSH/MSHA, diseñado para remover una combinación de partículas (polvo o niebla) y vapor. Cuando se aplica a brocha, rodillo o pistola, seleccionar la protección respiratoria adecuada para estas condiciones. Si el área es de ventilación limitada, usar respirador con línea de aire.

EQUIPO y VESTUARIO DE PROTECCIÓN: Dependiendo del método de aplicación, usar mamelucos, guantes y zapatos para evitar contacto con la piel.

Usar lentes protectores resistentes al solvente con implemento que proteja los ojos de salpicaduras, nieblas, etc. Use equipos a prueba de chispas y explosión.

PRACTICAS DE HIGIENE: Lavarse completamente luego del manipuleo y antes de comer, fumar o usar toallas. Lave la ropa contaminada antes de usar. Destruya los zapatos de cuero contaminados que no pueden ser descontaminados para prevenir su reuso.

SECCION 9 – PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Rango de Ebullición	148 – 169 °C
Olor	Solvente
Apariencia	Líquido
Solubilidad en agua	No
VOC de mezcla g/L	180 (*)
% de volátiles en volumen	10.27
Densidad del vapor	Más pesado que el aire
Peso /gln	Entre 4.9 a 5.7 Kg (*)

MATERIAL SAFETY DATA SHEET
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIAL

Velocidad de evaporación del solvente	Más lento que el acetato de butilo
Reactivo Fotoquímicamente	Si

(*) depende del color

SECCION 10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Condiciones a evitar	Calor, llama abierta, chispas
Incompatibilidad	Con oxidantes, ácidos y álcali fuertes.
Subproductos peligrosos	Por fuego o combustión: CO, CO ₂ , humos de óxido de hierro, aldehidos, fenoles, gases o humos tóxicos.
Polimerización peligrosa	No ocurre polimerización peligrosa bajo condiciones normales.
Estabilidad	Este producto es estable bajo condiciones normales de almacenamiento.

SECCION 11 – PROPIEDADES TOXICOLOGICAS	
Información no disponible.	

SECCION 12 – INFORMACIÓN ECOLOGICA	
Información no disponible.	

SECCION 13 – CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO	
Almacenar en lugar apropiado y en envase cerrado, de acuerdo a las regulaciones, locales, estatales o federales.	

SECCION 14 – INFORMACIÓN DE TRANSPORTE	
Nombre DOT apropiado para embarque	Pintura
Clase DOT de peligrosidad	3

SECCION 15 – INFORMACIÓN REGULATORIA	
CHEMICAL NAME- CAS NUMBER: No están presentes materiales peligrosos entre los 5 principales ingredientes.	

SECCION 16 – OTRA INFORMACION	
Disponga según la legislación vigente	