

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**CONTROL DE CALIDAD EN LOS PROCESOS DE
PROTECCION CONTRA LA CORROSION MEDIANTE
LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO NAVAL**

LUIS EDUARDO MERINO CORTEZ

PROMOCION 2008-II

LIMA-PERU

2 012

A G R A D E C I M I E N T O

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este informe.

DEDICATORIA

A mi esposa, hijos, hermanos,
abuelitos y de manera especial
a mis PADRES por su constante
apoyo durante mis años de
estudio.

INDICE

	PAG.
PROLOGO	1
CAPITULO 1: INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes	2
1.2 Alcance	3
1.3 Objetivo	3
1.3.1.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivo Específico	3
1.4 Limitación	4
1.5 Justificación	4
CAPITULO 2: DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA E IMPACTO DEL PROBLEMA DE CORROSION	
2.1 Conceptos técnicos	5
2.1.1 Carena por avería	5
2.1.2 Carena total	6
2.2 Descripción de las partes de la embarcación	7
2.3 Impacto de la Corrosión y Biofouling	11
CAPITULO 3: PROTECCION ANTICORROSIVA EN EMBARCACIONES	
3.1 Documentos	15
3.1.1 Importancia	15
3.1.2 Especificación	16
3.1.3 Normas	17
3.1.4 Estándar de Ingeniería	17
3.1.5 Plan de pintado	19
3.1.6 Plan de inspección	19
3.1.7 Hoja técnica	21
3.1.8 Procedimiento	21
3.1.9 Hoja de seguridad	21
3.1.10 Análisis de riesgo	23

3.2	Generalidades de los recubrimientos	23
3.2.1	Componentes principales	23
3.2.2	Porcentaje de sólidos en volumen.....	26
3.2.3	Rendimientos.....	26
3.2.4	Espesor de película húmeda	29
3.2.5	Espesor de película seca.....	28
3.2.6	Viscosidad y dilución.....	29
3.2.7	Superficies.....	30

CAPITULO 4: CONTROL DE CALIDAD

4.1	Preparación de superficie.....	32
4.2	Etapa de limpieza.....	33
4.3	Pre limpieza.....	33
4.4	Previos preparación de superficie.....	34
4.4.1	Abrasivo	35
4.4.2	Componentes del equipo de limpieza por chorreado abrasivo	36
4.5	Auditoría de equipos.....	38
4.5.1	Verificación de calidad de aire	38
4.5.2	Verificación de tolvas y mangueras.....	39
4.5.3	Verificación de boquillas de arenado.....	41
4.6	Condiciones ambientales	41
4.7	Limpieza con chorro abrasivo.....	43
4.7.1	Grado de limpieza	43
4.7.2	Estándar de limpieza con chorro abrasivo.....	43
4.8	Post preparación de superficie	44
4.8.1	Perfil de rugosidad	44
4.8.2	Limpieza post preparación de superficie	46
4.8.3	Medición de contaminación de sales	48
4.9	Aplicación de recubrimientos.....	50
4.10	Almacenamiento de pinturas y solventes.....	50
4.11	Auditoria de equipos	51
4.11.1	Verificar equipo de pintura.....	51
4.11.2	Verificar boquilla de pintura.....	52

4.12	Condiciones ambientales	53
4.13	Mezcla y dilución de pintura	56
4.14	Espesor de película húmeda.....	59
4.15	Medición de espesores secos.....	60
4.16	Tiempos de secado	62
4.17	Criterios de aceptabilidad y normas.....	65

CAPITULO 5: ESTIMACION DE COSTOS

5.1	Costos relativos a la inspección de calidad.....	68
5.2	Mantenimiento tradicional	72
5.3	Implementación de un nuevo programa de mantenimiento	73

CONCLUSIONES	75
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	77
------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA	78
---------------------------	-----------

ANEXOS	79
---------------------	-----------

PROLOGO

El presente informe se estructura de la siguiente manera:

En el primer Capítulo se detalla la parte introductoria, así como también se presenta la realidad problemática, justificación del estudio, limitaciones del estudio así como el Objetivo General y Objetivos Específicos sobre los cuales versa el presente informe.

En el segundo Capítulo se describen los conceptos técnicos y terminología usada en las embarcaciones, adicionalmente se detalla el impacto originado por la corrosión y las incrustaciones adheridas a la embarcación.

En el tercer Capítulo se destaca la importancia del manejo documentario previo al proceso de carena y las generalidades de los recubrimientos que tienen como objetivo primordial la protección contra la corrosión y de forma funcional de la estructura de una embarcación.

En el cuarto capítulo se desarrolla las operaciones de control de calidad necesarios desde la recepción de los materiales, durante el proceso de preparación de superficie, aplicación y finaliza luego del correcto secado y curado del sistema de recubrimientos aplicado.

En el quinto Capítulo se establece la forma como se realiza la estimación de costos en el proceso de protección con recubrimientos, tanto en la preparación de superficie y aplicación del mismo.

Para finalizar se presentan las conclusiones y se anexan normas que se aplican en este mundo de los recubrimientos, así como también algunos instructivos que explican cómo realizar de manera práctica pero apoyados en las normas respectivas cada una de las pruebas.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La actividad pesquera en nuestro país está representada por la flota pesquera de acero (600 embarcaciones aproximadamente), las mismas que realizan la actividad extractiva de nuestro recurso hidrobiológico para fines de Consumo Humano directo (CHD), Consumo Humano indirecto (CHI) y para la fabricación de harina y aceite de pescado.

Las empresas pesqueras programan el mantenimiento de su flota cada 2 o 3 años, exigidos por las empresas de seguro. El mantenimiento de las embarcaciones es llamado en el entorno marino como **CARENA**, en donde se ejecutan actividades de mantenimiento de los sistemas que no pueden ser intervenidos con la embarcación a flote (la embarcación debe estar en seco), por tanto la embarcación debe subir a las instalaciones portuarias (astillero o varadero) para tal efecto.

Por tanto, en el presente informe presento un procedimiento de control e inspección durante todo el proceso de carena de una embarcación (mantenimiento

con recubrimientos), con el propósito de minimizar los grandes costos generados, a los armadores, por problemas de corrosión e incrustaciones marinas que afectan directamente la capacidad operativa de la flota pesquera.

Adicionalmente en el presente informe incluyo la aplicación del programa de Control de Calidad al mantenimiento realizado al casco de la embarcación CARACOL.

1.2 Alcance

El presente informe es aplicable a todas las embarcaciones construidas de acero en el 100% de su estructura.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo general:

El objetivo general del presente informe es mostrar las herramientas y técnicas para realizar un control de calidad al proceso de aplicación de recubrimientos basado en estándares y/o normas internacionales (SSPC, NACE, ASTM, ISO, etc.) que asegure el cumplimiento de las especificaciones o requerimientos del cliente.

1.3.2 Objetivo específico:

Los objetivos específicos del presente informe, los cuales se encuentran enmarcados en el objetivo General son los siguientes:

- Dar a conocer la implementación para el control de calidad del proceso de aplicación de recubrimientos.

- Aplicar un enfoque moderno de la protección anticorrosiva en los planes de mantenimiento de una embarcación pesquera.
- Dar a conocer las fallas o problemas más frecuentes que se suscitan durante el proceso de aplicación de recubrimientos.

1.4 Limitación

El presente informe se limita al estudio del control de calidad en el proceso de aplicación de recubrimientos para la protección anticorrosiva en una embarcación pesquera, mas no incluye el control de calidad en las diferentes etapas del proyecto en general del mantenimiento de la embarcación (soldadura, sistema de gobierno, sistema de frío, etc.).

1.5 Justificación

La justificación para la elaboración del presente informe es sin lugar a dudas agregar años de vida a la inversión, disminuir los costos presentes, ahorrar costos en el tratamiento anticorrosivo futuro debido a la disminución de los trabajos en el mantenimiento y a la extensión del tiempo de vida útil del sistema de pintado; ayudando a evitar pérdidas económicas (lucro cesante) por el deterioro o reposición de las estructuras y/o por la falla prematura de las pinturas o recubrimientos”.

CAPITULO 2

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA E IMPACTO DEL PROBLEMA DE CORROSION

2.1 Conceptos técnicos

A continuación un apretado resumen de los conceptos técnicos de carena: Carena es la superficie sumergida del casco de una embarcación (Obra viva), consecuentemente la acción de carenar es aquella en la cual esa superficie es asequible para revisión cuando la embarcación es puesta en seco en el varadero o en el dique.

Para embarcaciones pesqueras de acero existen dos tipos de carena (puesta en seco de la embarcación).

2.1.1 Carena por avería

Cuando sucede una avería en la parte sumergida (Obra viva), como por ejemplo: Se dobla la hélice, se dobla el eje del timón, se detecta un agujero en el casco, se daña el transducer del sonar o ecosonda, el keel cooler se pica, etc. En este caso la embarcación puede subir a varadero solo para resolver el problema de avería.

2.1.2 Carena Total

Se realizan actividades de mantenimiento de reparación como calibración de las planchas del casco, cambio de planchas, retiro de la hélice y de los ejes de propulsión, retiro del eje timón, retiro de las válvulas de fondo, limpieza del keel cooler (sistema de enfriamiento), pintado de la embarcación y cambio de ánodos de zinc, (Ver fig. 2.1). En embarcaciones de acero debe de realizarse cada 2 años.



Fig. .2.1 Vista de embarcación en trabajos de mantenimiento

Notas

- Estos conceptos son técnicos y se refieren al tiempo que dura la protección de pintura del casco y de los ánodos de zinc (máximo 2 años) en el caso de los cascos de acero.
- Otro punto de referencia es el tiempo de trabajo navegando de la embarcación, que en nuestro medio es aproximadamente 6 meses por

año, y que supuestamente podrían duplicar los lapsos de carena, sin embargo el tiempo que pasa la embarcación en el fondeadero también influye en el mantenimiento del casco y al final los plazos se mantienen.

- La autoridad marítima también está involucrada en el tema, ésta admite que la embarcación pesquera permanezca hasta 24 meses flotando, independientemente del material del casco.
- Son muy pocos los armadores que cumplen esta recomendación técnica, muchos de ellos se pasan los años haciendo carena parcial, hasta que se produce una vía de agua, se rompe el eje de cola o el eje del timón deviniendo así en una avería, que en casos extremos puede alcanzar hasta la pérdida total de la embarcación.

2.2 Descripción de las Partes Principales de la Embarcación

Proa

Es la parte delantera del buque. Se denomina también proa al tercio anterior del buque. Según la forma estructural de esta parte delantera del buque la forma puede ser: recta, lanzada, etc (Ver fig. 2.4).

Popa

Parte trasera de una nave, extremo opuesto a la proa. Parte final de la estructura del casco que cierra al buque por su extremidad posterior. Por extensión se llama también popa al tercio posterior del buque.

Al igual que la proa y a fin de evitar los remolinos y pérdida de energía, esta parte del buque es también afinada. Según su forma se le denomina popa llana, redonda, tajada, lanzada, ancha, etc. (Ver fig. 2.4).

Sin embargo, los tipos más generalizados son la **popa de crucero** y la de **espejo o estampa**.

Babor

Mirando hacia proa, todas las partes del buque situadas a la izquierda se dicen a babor (Ver fig. 2.4).

Estribor

Mirando hacia proa, todas las partes del buque situadas a la derecha se dicen a estribor (Ver fig. 2.4).

Casco

Es el cuerpo del buque en rosca, sin contar su arboladura. El casco puede ser de madera, hierro, acero, madera, poliéster, aluminio, etc.

Su forma varía según la utilización del buque, de fondo plano, redondo, quebrado, en V...

Obra viva

Superficie mojada. Es la parte del casco que está sumergida, de forma permanente, y con la máxima carga admisible. (Ver fig.2.3)

Obra muerta

Es la parte del casco que está fuera del agua, de forma permanente, cuando el barco está a plena carga. Se considera para esta distinción solamente el casco del buque, puesto que todo lo que se construye a partir de la cubierta principal se llama superestructura. (Ver fig. 2.3)

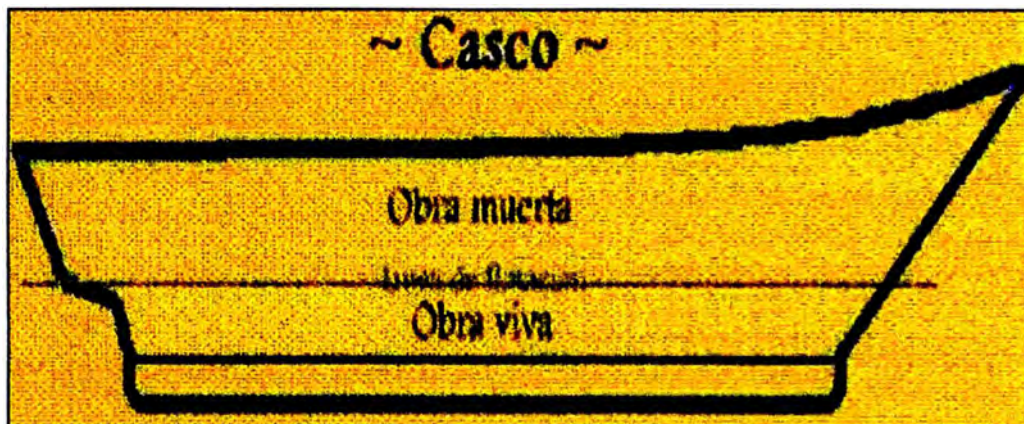


Fig. 2.3 Partes del casco de la embarcación

Eslora

Es la medida de un buque tomada a su largo, desde la proa hasta la popa. También la podemos definir como la distancia entre dos planos perpendiculares a la línea de crujía medida paralelamente a la línea de agua (Ver fig. 2.4).

Determinamos tres clases de eslora

- **Eslora entre perpendiculares:** La distancia entre las perpendiculares trazadas tangenteando a proa y popa a la superficie de flotación de máxima carga.
- **Eslora de flotación:** Es la longitud de una superficie de flotación determinada.

Manga

Es la anchura del buque, y se consideran las siguientes:

Manga máxima

Máxima anchura del casco medida en la cara exterior del forro, también se puede considerar como la anchura medida en la cuaderna maestra

Según donde se mida, la manga puede ser:

a) Manga máxima en la flotación: Es la mayor anchura medida en la superficie de flotación correspondiente.

b) Manga en el medio: La tomada sobre la cuaderna media.

c) Manga de arqueo: La empleada para arquear el buque.

Puntal

Es la altura del buque. Más técnicamente digamos que es la máxima dimensión vertical medida en el centro del buque (la mitad de la eslora), desde la parte superior de la línea de cubierta, hasta la cara inferior del casco en su intersección con la quilla (Ver fig. 2.4).

Corresponde a la distancia vertical medida en la cuaderna del medio, entre la cara superior de la quilla y la línea recta del bao de la cubierta principal.

De acuerdo con la medición puede ser: puntal de bodega, de construcción, de arqueo y de trazado.

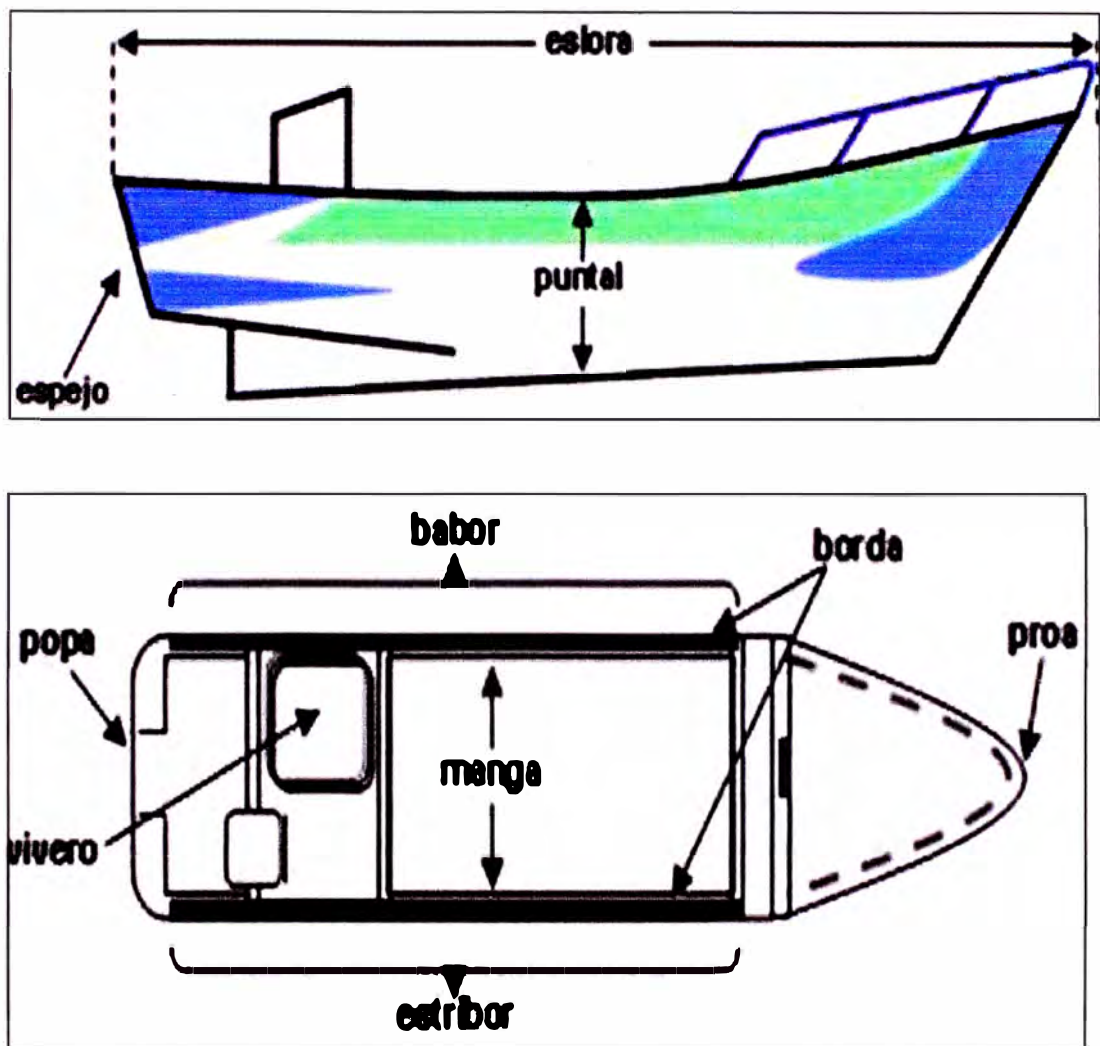


Fig. 2.4 Terminología usada en embarcaciones

2.3 Impacto de la corrosión e incrustaciones

La industria PESQUERA no ha sido ajena a las dificultades que representa enfrentarse a la corrosión; pero, con un buen proceso de planeación y ejecución de control de calidad durante el mantenimiento, es posible minimizar su aparición, impacto y consecuencias.

Las pérdidas económicas originadas por la corrosión pueden ser clasificadas en **directas e indirectas**. Las directas son las más fáciles de cuantificar, y se relacionan con los costes necesarios para reponer las estructuras, maquinarias o componentes que pueden ser dañados o incluso quedar inservibles por efecto de la corrosión, aumento en el consumo de combustible, etc. Las indirectas son más difíciles de establecer, pero son más importantes debido a que sin lugar a dudas causan pérdidas mucho mayores, algunos ejemplos son:

- Pérdidas por interrupción de pesca (producción), cuando la corrosión afectó la parte estructural del planchaje del casco la embarcación debe subir a dique para su respectiva reparación (exigencia de la compañía de seguros), afectando la capacidad operativa de la embarcación. Para una flota pesquera este hecho causa indudablemente grandes pérdidas, todo el tiempo que la maquinaria está parada cuando debiera estar funcionando es una pérdida económica (lucro cesante).
- Pérdidas de producto, ante cualquier siniestro de la embarcación durante la operación de extracción del recurso como consecuencia del proceso de corrosión, se pierde la pesca.
- Pérdidas por contaminación del producto. Contaminación de alimentos (pesca para consumo) por cationes metálicos procedentes de los productos de la corrosión. El ITP (Instituto Tecnológico del Perú) tiene la misión de asegurar que las bodegas de las embarcaciones se encuentren en condiciones aceptables, es decir, libre de corrosión, impermeables, etc, con el objetivo de garantizar la inocuidad de los alimentos.
- Pérdidas por accidentes derivados de la corrosión, son siniestros o accidentes que pueden dar lugar a lesiones o fallecimientos de personas.

Se estima que entre el 10 y el 12% de la producción mundial de acero se pierde completamente cada año, a causa de la corrosión.

Cuanto mayor es el nivel de industrialización de un país, y por tanto mayor el número y sofisticación de sus instalaciones y procesos tecnológicos, mayores son las pérdidas previstas.

Aunque mejoren con el tiempo los medios y técnicas de protección, las pérdidas no disminuyen, por que, simultáneamente, aumenta la agresividad de las atmósferas corrosivas y se imponen condiciones cada vez más severas de trabajo para los materiales. La tendencia en el desarrollo de la ingeniería es hacia el desarrollo de procesos en condiciones más críticas, con la aplicación de cargas mecánicas, presiones y temperatura y la utilización de medios cada vez más agresivos, fluyendo a mayor velocidad. La introducción de materiales de alta resistencia mecánica permite al ingeniero reducir peso, empleando secciones transversales más delgadas, pero, al menos que la resistencia química de los nuevos materiales sea superior a los materiales que remplazan, los riesgos de error aumentan.

CAPITULO 3

PROTECCION ANTICORROSIVA EN EMBARCACIONES

Muchos estudios se han efectuado para determinar quién o cual es la causa de los problemas durante la aplicación de recubrimientos. Algunos aplicadores afirman que la falla es debido a la calidad de la pintura, los fabricantes de las pinturas aseveran que la causa es una mala aplicación, y la NACE (Asociación de Ingenieros de Corrosión) afirma que la responsabilidad es en partes iguales del Especificador y del Aplicador.

Así por ejemplo el desprendimiento de pintura de una superficie galvanizada se pudo originar por una mala especificación y/o inadecuada preparación de superficie.

Pero después de un análisis podemos deducir que la causa principal del problema es la inadecuada información porque no se leyeron los documentos referidos al trabajo.

Así en el caso del desprendimiento sobre galvanizado el especificador no leyó la Hoja Técnica del producto donde se menciona que el producto no es

compatible con galvanizado. Y en el caso del sangrado el aplicador o el responsable no leyó el plan de pintado donde se recomendaba el tiempo de repintado mínimo antes de aplicar la capa de acabado.

En resumen los defectos se debieron a una insuficiente información por no leer documentos.

Por tanto, el objetivo de este capítulo es entender la importancia que la documentación tiene en los trabajos de aplicación de recubrimientos, y sobre todo leerlos y entenderlos. También conocer los documentos más importantes usados en la aplicación de recubrimientos.

Se tratará sobre la importancia y detalle de documentos como: Especificación, Normas, Estándar de ingeniería, plan de pintado, plan de inspección, Hoja técnica, procedimiento de aplicación, MSDS (Hoja de Seguridad), análisis de riesgo.

3.1 Documentos

La Real academia Española define al documento como la instrucción escrita que se da a alguien para evitar que obre mal. En los negocios generalmente los documentos son contratos los que son un pacto o convenio escrito, entre partes que se obligan sobre un trabajo y a cuyo cumplimiento están obligados. (Ver fig. 3.1)

3.1.1 Importancia

El no cumplir un documento involucrado en un trabajo de aplicación de recubrimientos puede generar el rechazo de un trabajo porque se encontrará en una condición fuera de lo requerido por el usuario final.

Generalmente no se leen los documentos relacionados a los trabajos de aplicación de recubrimientos y cuando se llega a la etapa de Control de Calidad surgen las observaciones. Los problemas causados por la no lectura de Documentos llevan a pérdidas a muchas empresas.

En las bodegas de las embarcaciones el colocar una película de epóxico a un espesor inferior que el especificado puede generar que se deba poner la embarcación fuera de servicio de manera prematura involucrando gastos por repintado y pérdidas por inoperatividad entre otras pérdidas.

Los documentos más frecuentes en los trabajos de aplicación de recubrimientos son: Especificación, Normas, Estándar de Ingeniería, Plan de pintado, Plan de inspección, Hoja técnica, Procedimiento de aplicación, MSDS (Hoja de Seguridad), Análisis de Riesgo. Cada uno de ellos es importante pero algunos prevalecen sobre otros.

3.1.2 Especificación

Es un documento escrito y de valor legal, generalmente parte de un contrato, en el que se describen los trabajos que deben ser cumplidos como parte de la ejecución de la obra. Se tienen especificaciones para cada trabajo que involucra la obra, así se pueden tener especificaciones para construcción, equipamiento, soldadura etc. y también se tienen Especificaciones de Aplicación de recubrimiento o pinturas.

Este documento prevalece frente a otros, es elaborado por Empresas contratadas por el Propietario de la Obra y solo puede ser modificado por el que lo elaboró. Son documentos muy detallados o sencillos pero es lo que debe hacerse. Cualquier aspecto adicional no es obligatorio porque no está en la especificación o en el contrato, y su cumplimiento involucrará gastos adicionales.

Este documento puede variar en el tiempo, es decir tener revisiones.

3.1.3 Normas

Son documentos técnicos que contienen criterios adoptados por consenso por entidades de ingeniería, comercio, asociaciones de profesionales o entidades de gobierno.

Son de uso frecuente en documentos de ingeniería con el fin de uniformizar criterios o conceptos.

En el rubro de aplicación de recubrimientos existen entidades que emiten estas normas, y entre las más usadas tenemos:

SSPC– Society of protective coatings

ISO – International Standar Organization

NACE – National Association Corrosion Engineers

ASTM – American Society for Testing Materials

NTP – Normas Técnicas Peruanas

OSHA – Occupational Safety & Health Administration

3.1.4 Estándar de ingeniería

Es un documento emitido por el usuario final que proporciona opciones para trabajo de contratación o aplicación de recubrimientos.

Este documento es usado como base para la elaboración de una Especificación, generalmente restringe el tipo de materiales a usar.

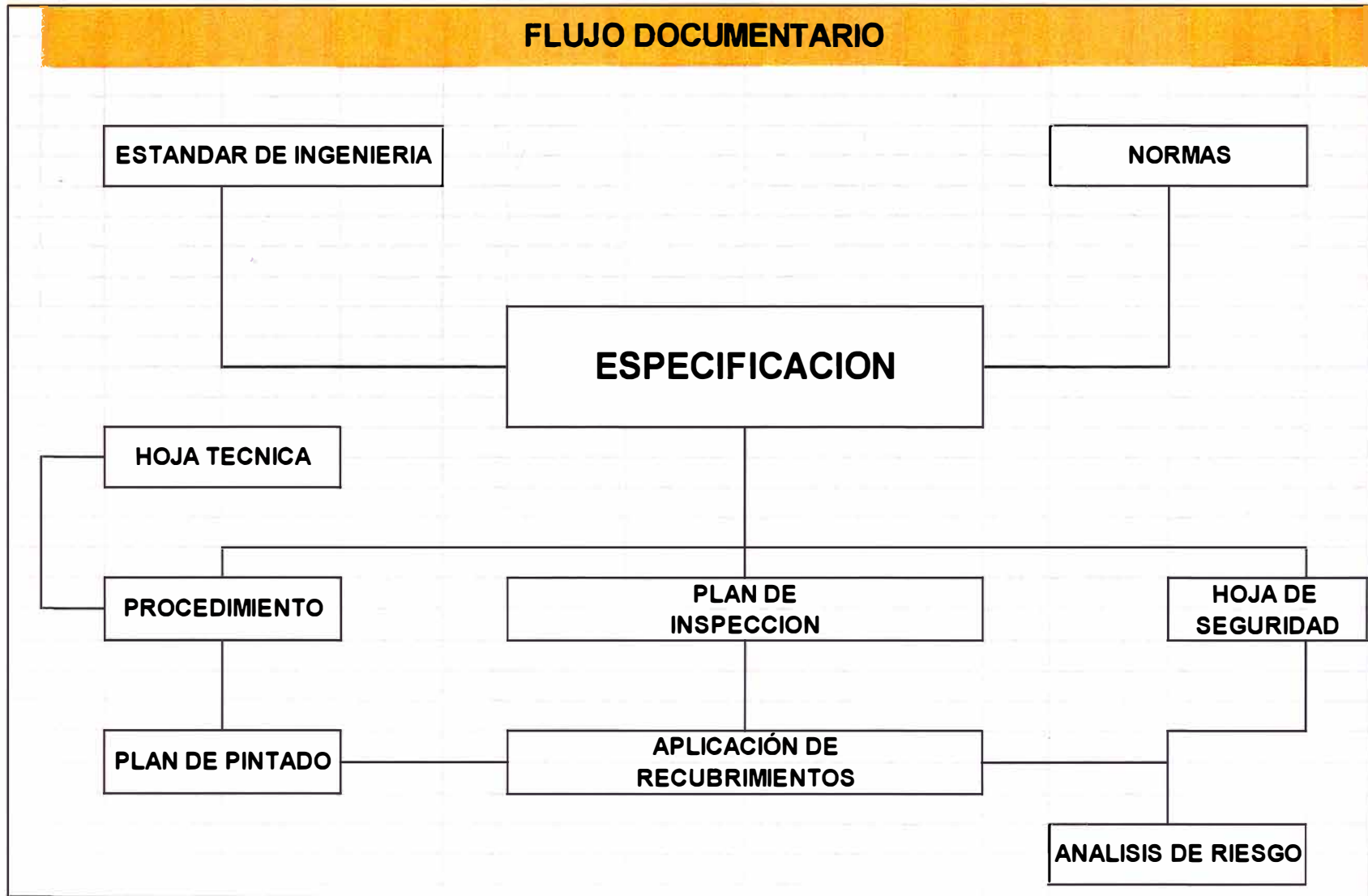


Fig. 3.1 Diagrama de flujo documentario

Solo puede ser modificado por el usuario final y al igual que todos los documentos puede variar en el tiempo, es decir tener revisiones

3.1.5 Plan De Pintado

Este es un documento elaborado por el fabricante de recubrimientos, en el se resume las etapas de la aplicación de recubrimiento que esta detallado en el Procedimiento de aplicación. (Ver tabla 3.1)

En este documento se encuentran los siguientes datos:

- **Datos generales:** Denominación del elemento a recubrir, usuario final.
- **Preparación de superficie:** Método usado para preparar la superficie.
- **Método de aplicación:** Método con el cual se aplicará el recubrimiento.
- **Sistema de pinturas:** Grupo de recubrimientos con un orden pre establecido para el mejor uso de sus propiedades. También se proporcionan espesores de aplicación, Galones estimados, rendimiento ($\text{m}^2/\text{galón}$), tiempos de secado, tiempos de repintado.

3.1.6 Plan de Inspección

Este documento que establece el orden y frecuencia de las pruebas e inspecciones a efectuarse durante y después de la aplicación del recubrimiento como parte del Control de Calidad y Aseguramiento de Calidad.

Las partes que incluye este Plan son:

- **Documentación:** Revisión de los documentos.
- **Controles previos:** Controles de los parámetros previos a la aplicación de recubrimientos.
- **Preparación de superficie:** Controles efectuados a los parámetros de Preparación de Superficie.
- **Aplicación del recubrimiento:** Controles efectuados durante la Aplicación.
- **Controles finales:** Pruebas finales.

Tabla 3.1 PLAN DE PINTADO

PLAN DE PINTADO - E/P CARACOL

Obra	Ciente	Fecha	Varadero
E/P CARACOL	INVERSIONES LIGURIA	16/08/2012	CAMSA

Zona		Area aprox. (m ²)		Metodo de aplicación				Limpieza			
Obra Viva		440		Equipo Airless				Arenado comercial según varadero			
Nro. Capa	Producto/color	Cantidad (galones)	% de diluyente		Espesor (mils)		Tiempo de repintado		Diam etro Boquilla (mils)	Vida Util (horas)	Observaciones
			Húm edo	Seco	Minimo (horas)	Maxim o (días)					
1ra.	Anticorrosivo Durapox R , verde	26	12,5	Unipoxi	5	2	4	180	19 - 21	8	Capa General
2da.	Jet 70 MP , gris niebla 1680	34	12,5	Unipoxi	8	5	8	30	19 - 23	3	Capa General
3ra.	Jet 70 MP , verde nilo 1475	34	12,5	Unipoxi	8	5	(*)	(*)	19 - 23	3	(*) Aplicar la 4ta. capa cuando esta se encuentre ligeramente blanda.
4ta.	Ocean Jet Antifouling, gris 1698	37	6,25	Unipoxi	8	5	4	30	19 - 23	No tiene	Capa General
5ta.	Ocean Jet Antifouling, azul 2003	37	6,25	Unipoxi	8	5	5(**)	30(**)	19 - 23	No tiene	(**) Tiempos mínimo y máximo para someter a inmersión.
	Diluyente Unipoxi	30	Solo para preparación de pintura								

Zona		Area aprox. (m ²)		Metodo de aplicación				Limpieza			
Obra Muerta		300		Equipo Airless				Arenado comercial según varadero			
Nro. Capa	Producto/color	Galon	% de diluyente		Espesor (mils)		Tiempo de repintado		Diam etro Boquilla (mils)	Vida Util (horas)	Observaciones
			Hum edo	Seco	Minimo (horas)	Maxim o (días)					
1ra.	Anticorrosivo Durapox R, verde	17	12,5	Unipoxi	5	2	4	180	19 - 21	8	Capa General
2da.	Jet 70 MP , gris niebla 1680	24	12,5	Unipoxi	8	5	8	30	19 - 23	3	Capa General
3ra.	Duroflex Esmalte 985, negro 1725	20	12,5	Unipoxi	7	4	18	7	19 - 23	8	Capa General
Rotulac	Duroflex Esmalte 985, blanco 1700	2	12,5	Unipoxi							
	Diluyente Unipoxi	12	Solo para preparación de pintura								

mils: milésima de pulgada

3.1.7 Hoja Técnica

Es un documento elaborado por el fabricante de recubrimientos el que proporciona datos técnicos del producto. (Ver fig. 3.2)

Es importante verificar la fecha de última revisión porque este documento puede variar en el tiempo.

Sus partes principales son:

- **Descripción:** Ventajas y usos típicos
- **Datos físicos:** Se detallan datos como Sólidos en Volumen, colores, componentes, etc.
- **Preparación de la superficie y Métodos de aplicación**
- **Tiempos de secado:** Para tacto, repintado y servicio.
- **Condiciones de aplicación:** Temperatura de superficie y ambiente así como humedad relativa.
- **Procedimiento de aplicación.**
- **Datos de almacenamiento y Precauciones de seguridad.**

3.1.8 Procedimiento

Lo elabora el Fabricante del recubrimiento, es el documento que detalla el trabajo a efectuar para una correcta aplicación de un sistema de pinturas. Es un detalle específico para una marca de pinturas y es revisable en el tiempo.

3.1.9 Hoja de Seguridad (MSDS)

Es elaborado por el Fabricante del Recubrimiento para un producto específico, en el se detalla las consideraciones a seguir para su almacenamiento y manipuleo seguro.

JET ZINC 1860

Primer silicato inorgánico de zinc



DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS

- El mejor imprimante contra la corrosión. Uniendo también "garantizado en frío" porque evita la corrosión del acero mediante protección galvánica.
- Es una sola capa blanca duradera sobreacabada en diferentes condiciones atmosféricas.
- Alto contenido de polvo de zinc que asegura una prolongada protección y bajos costos de mantenimiento.
- Alta adherencia a la superficie.
- Aplicado con pistola o equipo convencional no produce over spray, incluso en áreas oscuras.
- Gran aplicabilidad incluyendo filos y esquinas.
- Limita áreas de quemado durante trabajos de soldadura, reduciendo áreas de retoque.
- Con una sola capa, sin acetado, soporta soluciones salinas, derivados de petróleo, solventes, acido sulfúrico y acido nítrico.
- Cumple la especificación SSPC-Paint 20 para pinturas ricas en zinc.
- Cumple la norma ASTM y la especificación AISC para juntas empalmadas en pintura.
- Cumple con Norma NORSOK M501 (Sistema 1) y servicio en ISO 12944 - C01.
- Protege en una sola capa para pintura de estructuras metálicas sometidas a ambientes marinos o marinos y con un acabado epóxico, si se desea ambientes industriales de alta corrosividad.
- Para uso donde se quiere reducir la frecuencia de mantenimiento.
- Usado en pilas de marinas, estructuras, tuberías, estructuras de tanques, puentes, pilas, diques y en general toda estructura de acero donde se requiere mantenimiento mínimo.

DATOS FÍSICOS

Acabado	Blanco	Episodios por año	2 - 5 años (10 - 125 micrones)
Color	Verde		
Componentes	Zinc	Número de capas	Una
Relación de mezcla (en volumen)	0.77 de Epóxico 0.23 de polvo	Relación de mezcla	26.9 ml / gal a 1.8 mil de espesor seco
Cubierta	Expansión de adherencia y reacción con la humedad atmosférica	Almidón	MITZOC
Alfabeto de volumen	6.3% ± 3%	Tempo de vida del almidón a la	24 horas a 21 °C
Episodios por año	60%	Temperatura al seco	
		Cubierta	400°C en 600

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

A temperaturas mayores a 160 °C el Jet Zinc 1860 puede variar de color.

Para mayores detalles de producto consultar con el Departamento Técnico de CPVQ.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- **Acero nuevo**
Arenado comercial según norma SSPC-SP6.
- **Acero antiguo**
Arenado comercial al metal blanco según norma SSPC-SP10.

El peso de aplicación recomendado es de 1 a 3 mil (25 a 75 micrones). Valores mayores son aceptables, pero requieren que se aumente el espesor de película seco para equiparar la protección. La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.

Fig. 3.2 Hoja técnica

Actualmente su divulgación y cumplimiento es obligatoria. Debe actualizarse constantemente según los avances en restricciones de seguridad para el manipuleo y uso de sustancias peligrosas.

3.1.10 Análisis de riesgo

Es un documento de llenado obligatorio como parte del programa de seguridad en la zona de trabajo. Este permite identificar los riesgos en las tareas para ejecutar un trabajo más fácil y más seguro. Solo después de llenar el formato correspondiente se deben ejecutar los trabajos.

3.2 Generalidades de los Recubrimientos

Hoy en día en la industria se usa el término recubrimientos a aquellos materiales que protegen contra la corrosión a una determinada superficie.

3.2.1 Componentes Principales

Entre los componentes principales tenemos: el pigmento, un material orgánico e inorgánico insoluble que oculta la superficie a recubrir mediante un color determinado. Y el vehículo, es la parte del recubrimiento formador de la película, y éste puede ser volátil y no volátil. (Ver fig. 3.3)



Fig. 3.3 Componentes de la pintura

Pigmento

Es la parte sólida del recubrimiento y entre sus propiedades tenemos las siguientes:

- **Opacidad**, su capacidad de cubrir el substrato protegiendo la resina de los rayos ultravioleta.
- **Color**, proporcionan una variedad de tonos de colores. Los pigmentos naturales minerales son más estables cromáticamente a la luz solar que los pigmentos orgánicos.
- **Resistencia a la corrosión**, los de plomo y cromatos fueron usados como inhibidores. Hoy en día se usan el óxido de zinc, fosfato de zinc, molibdato de zinc.
- **Resistencia climática**, pigmentos como el óxido de hierro micáceo, aumentan la distancia que deben recorrer los electrolitos para alcanzar el substrato disminuyendo su acción corrosiva.
- **Nivel de brillo**, mientras más fina sea la dispersión del pigmento (finura de grano), y mientras mayor sea el contenido de resina mayor será el brillo.

Vehículo

El vehículo esta formado de una parte volátil y no volátil. La parte no volátil esta conformada por la resina. La parte volátil es el solvente, y el aditivo puede ser volátil o no volátil.

Resina

La resina, es el componente formador de la película sobre el substrato, y la que da el nombre al recubrimiento. Sí la resina es alquídica, epóxica o poliuretánica,

entonces el recubrimiento será alquídico, epóxico o poliuretano. Una resina para ser usada como recubrimiento protector debe poseer las siguientes características:

- Tener buenas propiedades de humectación y adhesión.
- Resistir la transmisión de vapor de agua y oxígeno.
- Secar dentro de un período aceptable para prevenir la contaminación de la superficie.
- Formar una película estable que mantenga sus propiedades mecánicas (flexibilidad, resistencia a la tensión, dureza, etc.) en servicio.

Solventes

El uso de los solventes es para la fabricación de los recubrimientos y también para su aplicación. Entre ellos tenemos:

- **Activo:** Aquel que disuelve la resina para hacer una solución de resina y permitir su uso como vehículo del recubrimiento. La mayoría de las resinas sintéticas son sólidas, incluyendo la mayoría de resinas alquídicas, algunas epóxicas, las resinas de caucho clorado y vinílicas.
- **Latente:** Es usado con el solvente activo para mejorar la velocidad de evaporación, la nivelación y facilitar la aplicación.
- **Diluyentes:** Usados para diluir el recubrimiento, reducir la viscosidad y facilitar la aplicación. Su uso disminuye el espesor de película húmeda.

Aditivos

Los aditivos son usados en los recubrimientos para conferir ciertas propiedades como:

- Ajustar la consistencia.
- Proveer el espesor de película seca.
- Hacer conductivo una superficie de concreto.

- Previenen el asentamiento, la formación de piel.
- Mejorar el asentamiento.
- Proveer propiedades antiestáticas.
- Mejorar la resistencia a la abrasión y al deslizamiento.

3.2.2 Porcentaje de sólidos en volumen

El porcentaje de sólidos de un recubrimiento es la parte no volátil que forma la película seca sobre la superficie aplicada. Es decir, cuando una película seca, ha evaporado su solvente.

3.2.3 Rendimientos

Rendimiento Teórico (Rt): Son los m^2/gln , calculados a partir del % de sólidos y el espesor de película seca especificado.

$$Rt = \frac{1.49 \times \% \text{ sólidos en volumen}}{EPS} \quad (m^2/gln) \dots \dots \dots (3.1)$$

EPS

EPS: Espesor de película seca en mils

Ejemplo ¿Cual es el Rt del AMERLOCK 400 a 5.0 mils?

$$Rt = \frac{1.49 \times 83\%}{5.0} = 24.73 \quad (m^2/gln)$$

5.0

Toda aplicación de recubrimientos es afectada por ciertos factores:

- **Método de Aplicación:** Dependiendo del método: brocha, rodillo, rociado convencional o "airless".

- **Rugosidad de la superficie:** A mayor perfil de anclaje habrá un mayor incremento del área, por ende un mayor consumo de pintura.
- **Geometría:** Es un factor importante porque dependiendo del cambio de dirección que tenga el elemento mayor serán las pérdidas y el consumo de pintura.
- **Envases:** Los residuos que queden envases de 1 galón se van acumulando y estos incrementa las pérdidas si la cantidad de pintura a aplicar es alta. Por ello, cuando se trata de altos galonajes de aplicación preferible que se despache en envases de 5 galones.
- **Calidad de mano de obra:** Personal con amplia experiencia y calificada aplicará con la técnica adecuada disminuyendo condiciones que incrementen las pérdidas.

Factor de Perdida (Fp): Aquella merma que es afectada por el método de aplicación y otros factores, para efectos de cálculo de cantidad de pintura se asume un 40% de pérdidas.

Y se considera: $R_p = (1 - F_p) \times R_t$ (m²/gln)..... (3.2)

donde: **R_p**: es el rendimiento práctico

Costo Unitario del Recubrimiento: Es el costo por metro cuadrado y se calcula mediante la relación siguiente:

$$\text{Costo Unitario} = \frac{\text{Precio galón (\$/ gln)}}{R_p \text{ (m}^2 \text{ / gln)}} \quad (\$/ \text{ m}^2) \dots \dots \dots (3.3)$$

3.2.4 Espesor de película húmeda

Para alcanzar los espesores de película seca requeridos según el plan de pintado, es importante asegurar un control del espesor de la película húmeda durante la aplicación, ya que con ello aseguraremos alcanzar los espesores secos especificados. Tener en cuenta que la película húmeda esta conformada por sólidos (resina, aditivos, etc.) y solventes, estos últimos se evaporan durante el secado, en consecuencia el espesor que se midió durante la aplicación se verá disminuido, aquí aparece un parámetro muy importante como es el Volumen de sólidos del producto.

El espesor de película húmeda (EPH) se calcula conociendo el espesor de película seca (EPS) recomendado, el % de sólidos del producto y el % de dilución que se realiza al momento de la preparación de la pintura, ello se resume en la relación siguiente:

$$\text{EPH} = \frac{\text{EPS} (100 + \% \text{ DILUCIÓN})}{\% \text{ de Sólidos en Volumen}} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Ejemplo ¿Cuál es el EPH del Jet 70 MP a 4.0 mils de espesor de película seca?

$$\text{EPH} = \frac{4.0 * (100 + 12.5)}{72} = 6.25 \approx 7.0 \text{ mils de espesor de película húmeda (EPH)}$$

72

Donde: EPH: espesor de película húmeda

EPS: espesor de película seca.

3.2.5 Espesor de película seca

La naturaleza del sustrato y las características del medio agresivo definen un espesor óptimo para cada sistema de pinturas. (Ver fig. 3.4)

Altos espesores aseguran buenas propiedades de flujo, satisfactorio poder cubriente y reducida permeabilidad al vapor de agua, gases, etc. Sin embargo, espesores elevados generalmente conducen al deterioro de las propiedades fisicomecánicas y consecuentemente a un desempeño en servicio menos eficiente.



Fig. 3.4 Sistema de recubrimientos

3.2.6 Viscosidad y dilución

Una de las variables que se controla para saber si se puede conseguir una buena nivelación es la viscosidad, con ésta vamos a conocer si el recubrimiento se encuentra dentro de los parámetros que indica el fabricante.

- **Tixotropía:** La propiedad tixotrópica es de ciertos recubrimientos que tienen aditivos reológicos, que al ser sometidos a un esfuerzo cortante reducen su viscosidad; y al retirar el esfuerzo, vuelven a su viscosidad inicial. Por esta razón, este tipo de recubrimientos deben ser homogenizados de forma permanente, usando un agitador tipo Jiffy.
- **Dilución:** La dilución es el proceso de reducir la viscosidad de un recubrimiento. La dilución debe realizarse de acuerdo a las

recomendaciones del fabricante indicadas en la hoja técnica del producto ó por el representante en obra del fabricante.

- **Mezcla:** Como parte de la preparación de recubrimientos la homogenización de los componentes es importante, dado que estos tienden a asentarse. Por ello, cada componente debe ser homogenizado por separado previamente a su mezcla. Algunos productos presentan alta viscosidad porque tienen aditivos reológicos capaces de reducir su viscosidad al ser sometidos a un esfuerzo cortante. Este esfuerzo, no es sino la agitación mediante un agitador tipo Jiffy. Después, de realizada la mezcla deberá de dejarse el tiempo de inducción a aquellos productos que indique su hoja técnica, a los que no deberá de aplicarse de forma inmediata conociendo su tiempo de vida útil.

3.3.7 Superficies

En todo proyecto nuevo o de mantenimiento el cálculo de las áreas es importante porque mediante ella calcularemos la cantidad de pintura necesaria para el proyecto de pintado. En tal sentido es necesario conocer las dimensiones de la embarcación. (Ver fig. 3.5).

Por tal razón, a continuación presentó el cálculo del área de la Obra viva y Obra muerta:

Consideraciones:

L: Eslora

M: Manga

H: Calado

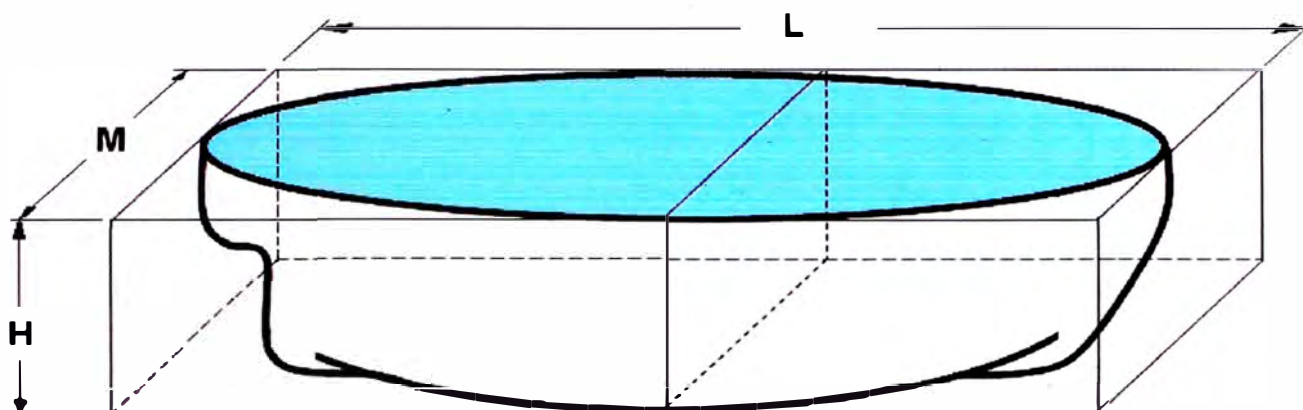


Fig. 3.5 Dimensiones principales de una embarcación

Superficie de Obra Viva:

$$A = L*(M+2C)*f \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

f: factor que depende de la forma de la embarcación. (Ver tabla 3.2)

Tabla 3.2 Factor de forma de embarcaciones

TIPO	FACTOR (f)
Buque tanque	0,9
Buque pesquero	0,7 - 0,8
Remolcadores	0,8 - 0,9
Buques de guerra	0,5 - 0,6

Para efectos de ejemplo calcularemos el área de la obra Viva de la embarcación **CARACOL**. Las dimensiones de la embarcación las encontramos en los anexos (plano de vistas principales). Entonces reemplazaremos datos en la fórmula 3.5:

$$A = (45.35*(7.92+2*(2.5))*0.7 \quad \quad \quad f: 0.7 \text{ (buque pesquero según Tabla 3.2)}$$

$$A = 410 \text{ m}^2 \quad \text{(Área de Obra viva)}$$

CAPITULO 4

CONTROL DE CALIDAD

4.1 Preparación de superficie

La inspección en el proceso de pintado implica algunas labores las cuales se desarrollan a distintos momentos a lo largo de la secuencia de diferentes pasos. La inspección suele comenzar con una reunión en la cual se establecen las reglas de inspección en el campo. (Ver fig. 4.1)



Fig. 4.1 Preparación de Superficie con chorro abrasivo (arenado)

El inspector es responsable de testificar, verificar, inspeccionar y documentar el trabajo en varios puntos de inspección. Adicionalmente a los puntos tratados a continuación se tendrá una inspección que se realizara de manera posterior para determinar fallas en recubrimiento.

4.2 Etapa de limpieza

Las etapas que involucra todo proceso de preparación de superficie incluyen:

- **Pre-limpieza**
- **Preparación de superficie**
- **Post-limpieza**

4.3 Pre-limpieza

La etapa de pre-limpieza, requiere la remoción de los defectos originados durante el proceso de construcción, montaje, modificación y/o cambios de plancha realizados en la embarcación durante su mantenimiento. Estos defectos como son los pegotes, rebabas, y chisporroteos de soldadura, deben ser removidos mediante el uso de picotas, esmeriles con disco de corte y similares. Esta etapa culminará cuando se remuevan los defectos mencionados anteriormente. (Ver fig. 4.2)



Fig. 4.2 Limpieza de cordones de soldadura y bordes filosos

En esta etapa previa también se debe lavar la superficie, la cual puede ser manual o mediante el uso de hidrolavadoras (3000 – 5000 psi), para ello es conveniente usar agua dulce con detergente industrial biodegradable, ya que el uso de diluyentes de pintura no logran remover todos los contaminantes.

En la embarcación **CARACOL** se realizó el retiro de los ánodos de zinc, previo al proceso de preparación de superficie, mediante el uso de discos de corte. Posteriormente se realizó el hidrolavado general del casco (obra viva y obra muerta) a una presión de aproximada de 3000 psi según lo recomendado. (Ver Fig. 4.3)



Fig. 4.3 Hidrolavado de la embarcación previo a la preparación de superficie

4.4 Previos preparación de superficie

La etapa de preparación de superficie nos indica que método y que grado de limpieza se debe alcanzar.

4.4.1 Abrasivo

El material abrasivo deberá estar seco y libre de polvo u otros contaminantes como aceites, etc. También se realizará la prueba de conductividad, con el objetivo de verificar el contenido de sales del abrasivo. Se recomienda que el abrasivo sea de cantera de río. (Ver Fig. 4.4 - 4.5 - 4.6)

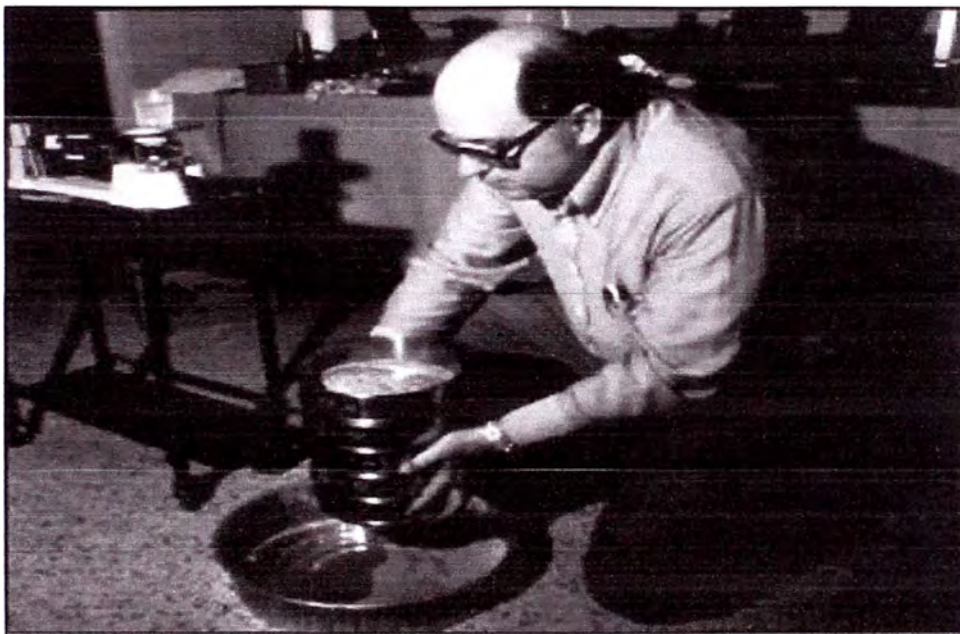


Fig. 4.4 Medición de la granulometría del abrasivo



Fig. 4.5 Evaluación de la contaminación del abrasivo

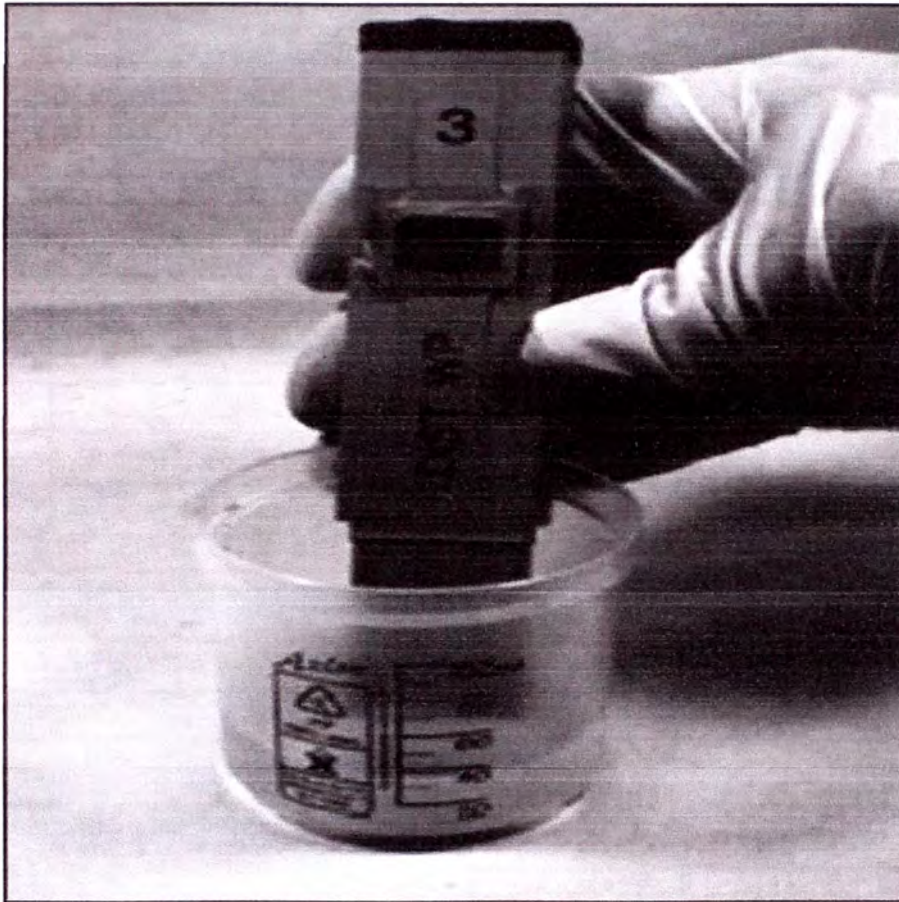


Fig. 4.6 Evaluación de la conductividad del abrasivo

El abrasivo usado durante la preparación de superficie de la embarcación **CARACOL** fue evaluado con el fin de verificar la granulometría y la concentración de sales. (Ver Fig. 4.7)

4.4.2 Componentes del equipo de limpieza por chorreado abrasivo

El equipo de limpieza con chorro de abrasivo seco posee cinco componentes básicos:

- Compresor de aire.
- Manguera de aire.
- Tolva de arenado.
- Manguera de abrasivo.
- Boquilla


		REPORTE DE CONDUCTIVIDAD Y GRANULOMETRIA DEL ABRA SIVO		CPP-DT-F01 Fecha: 12.02.07 Página 1 de 1 Rev. 4	
Obra	EP CARACOL	Usuario Final	INVERSIONES LIGURIA		
Cliente	INVERSIONES LIGURIA	Representante	Ing. Pajuelo		
Contratista	CANSA	Representante	Ing. Augusto Saavedra		
Asesor Técnico	LUIS MERINO	Vendedor	Ing. Manuel Berlanga		
Fecha	14/08/2012	Lugar	Planta El Agustino CPPQ		
LOTE DE MUESTRA		1			
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA		Tomada del ASTILLERO			
TIPO DE ABRASIVO		Arena			
METODO UTILIZADO		ASTM C 136-01 "Método estándar para la determinación de finos y gruesos"			
GRANULOMETRIA (% retenido)		Malla 25	54%		
		Malla 40	31%		
		Malla 50	10%		
		Malla 80	2%		
METODO UTILIZADO		Detección de conductividad en abrasivos metálicos reciclados			
NORMA DE REFERENCIA (Método Utilizado)		ASTM D 4940/ SSPC - AB1			
EQUIPO UTILIZADO		Medidor de conductividad EC/TDS			
TEMPERATURA AMBIENTE (Calibración)		23.9 °C			
N° MEDICIONES EN MUESTRA		1			
NORMA DE REFERENCIA (Valor máximo permisible)		1000 μ siemens/cm			
VALOR MAXIMO OBTENIDO		685			
VALOR MINIMO OBTENIDO		685			
OBSERVACIONES		<ul style="list-style-type: none"> - Según el análisis de granulometría, el abrasivo presenta finos (10% sobre malla 50) - El abrasivo no muestra presencia de grasa y el valor de conductividad obtenido es menor al valor máximo admisible (1000 μs/cm), según la norma SSPC-AB3. 			

Fig. 4.7 Reporte de conductividad y granulometría del abrasivo

Adicionalmente, acoples seguros, filtros de agua/aceite, válvula deathman, compresor independiente con filtro purificador para el operario, son accesorios requeridos para una segura operación. (Ver figura 4.8)

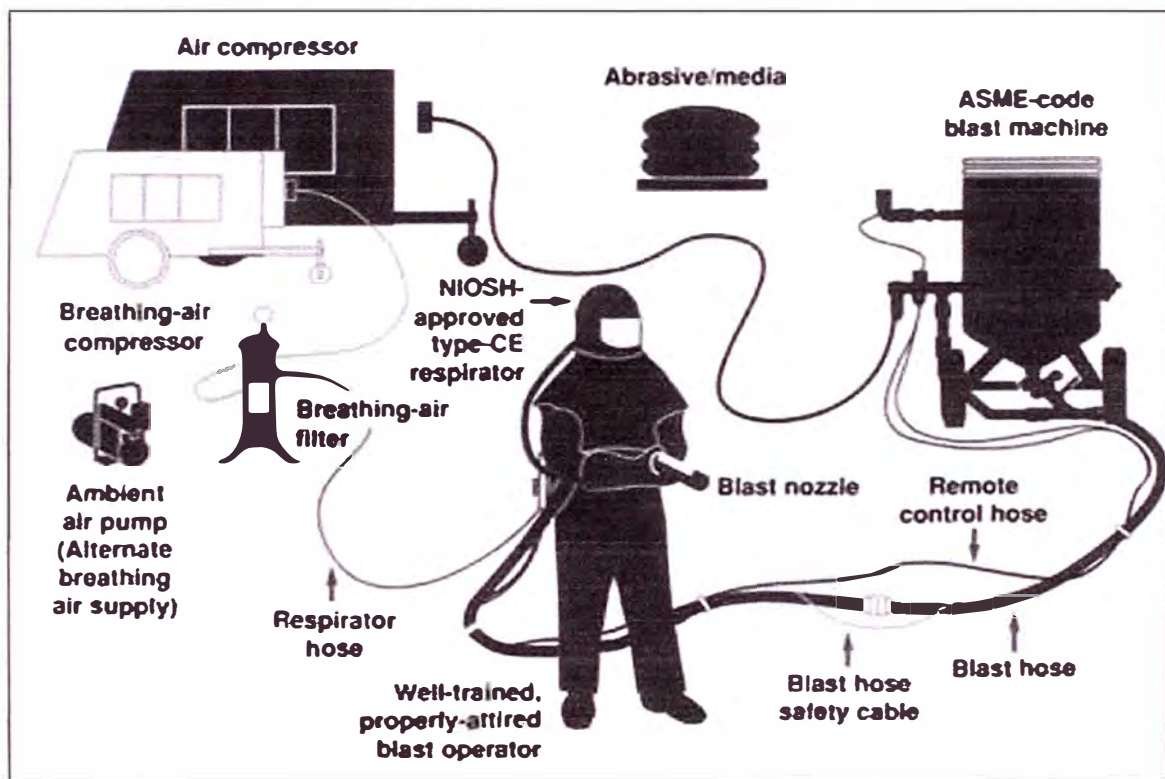


Fig. 4.8 Componentes básicos de equipo de limpieza con chorro abrasivo

4.5 Auditoria de equipos

4.5.1 Verificación de calidad de aire

El aire comprimido usado como transporte de las partículas abrasivas a través de las boquillas deberá encontrarse libre de agua condensada o aceite. Para ello se deberá contar con filtros de humedad y separadores o filtros de soplado (lo más cerca de la máquina de soplado) que impidan la contaminación del abrasivo. (Ver fig. 4.9)



Fig. 4.9 Verificación de la calidad del aire

4.5.2 Verificación de tolvas y mangueras

Verificar el estado de las tolvas de almacenamiento de abrasivo para evitar accidentes durante el proceso de limpieza abrasiva y a su vez verificar la condición de las mangueras a fin de detectar fugas de aire que afecten directamente la presión de trabajo. (Ver Fig. 4.10 - 4.11)



Fig. 4.10 Medición de presión a la salida de la tolva de abrasivo



Fig. 4.11 Manómetro con aguja Hipodérmica

4.5.3 Verificación de Boquillas de arenado

Otro punto importante a evaluar es el desgaste de la boquilla de arenado, originada por su uso. Esta evaluación nos ayudará a tener la eficiencia adecuada durante la limpieza abrasiva. Una boquilla desgastada disminuirá nuestro ratio de avance, de calidad de limpieza y consumo de mayor tiempo. (Ver Fig. 4.12)

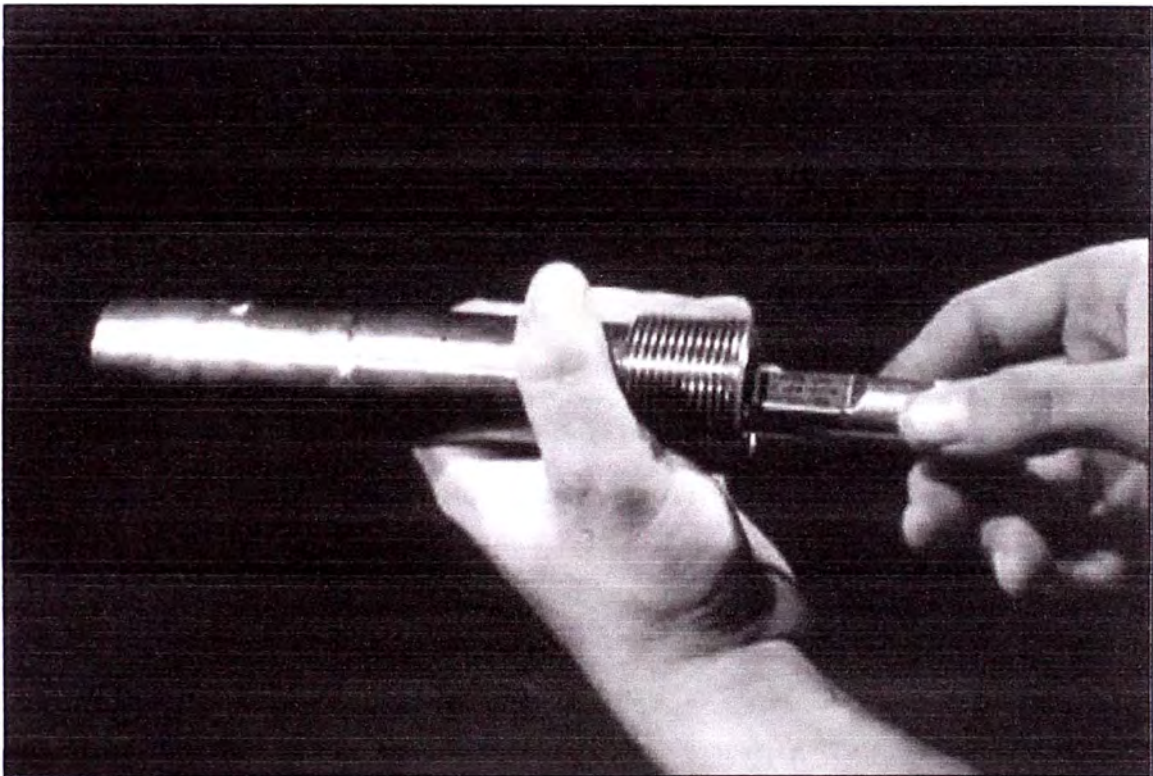


Fig 4.12 Medición del desgaste de la boquilla de chorreado abrasivo

4.6 Condiciones ambientales

La preparación de superficie se iniciará siempre y cuando la superficie esté libre de rocío y la humedad relativa ambiental sea menor a 85%. La superficie a ser pintada debe estar por lo menos 3 °C (5 °F) por encima del punto de rocío, durante el mismo día en el cual se efectúe la limpieza. (Ver instrumentos de medición Fig. 4.13 - 4.14).

Durante la aplicación del sistema de pinturas en la embarcación CARACOL se monitoreó las condiciones ambientales tal como se registra en la Fig. 4.32

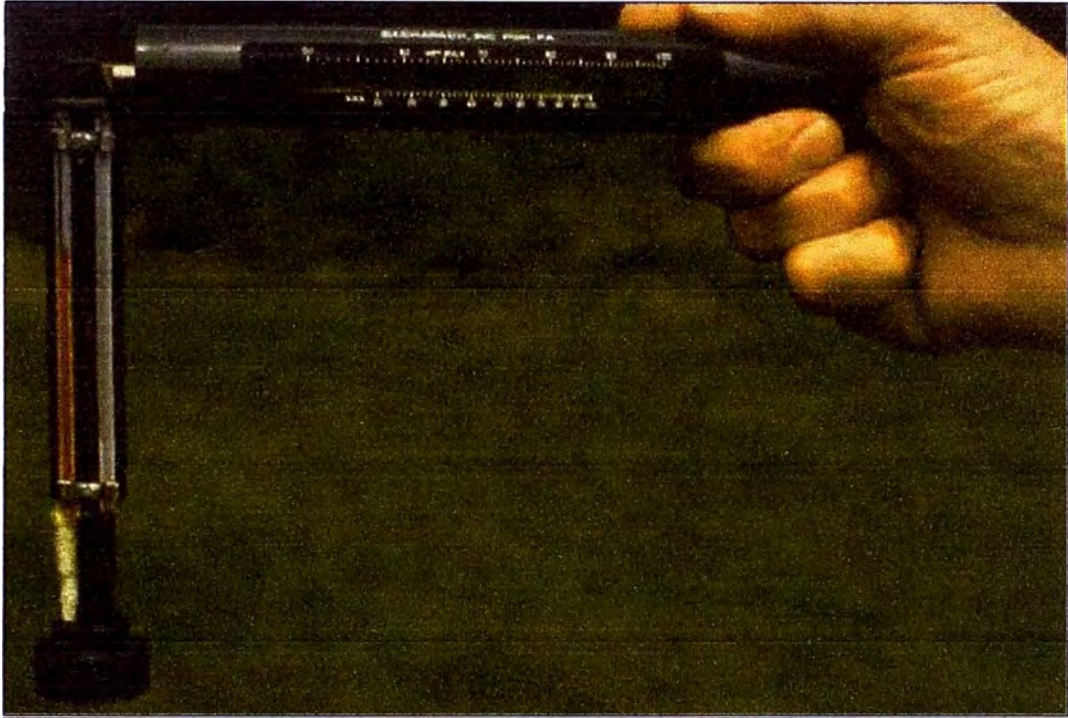


Fig. 4.13 Sling Psychrometer, usado para medir la Humedad relativa

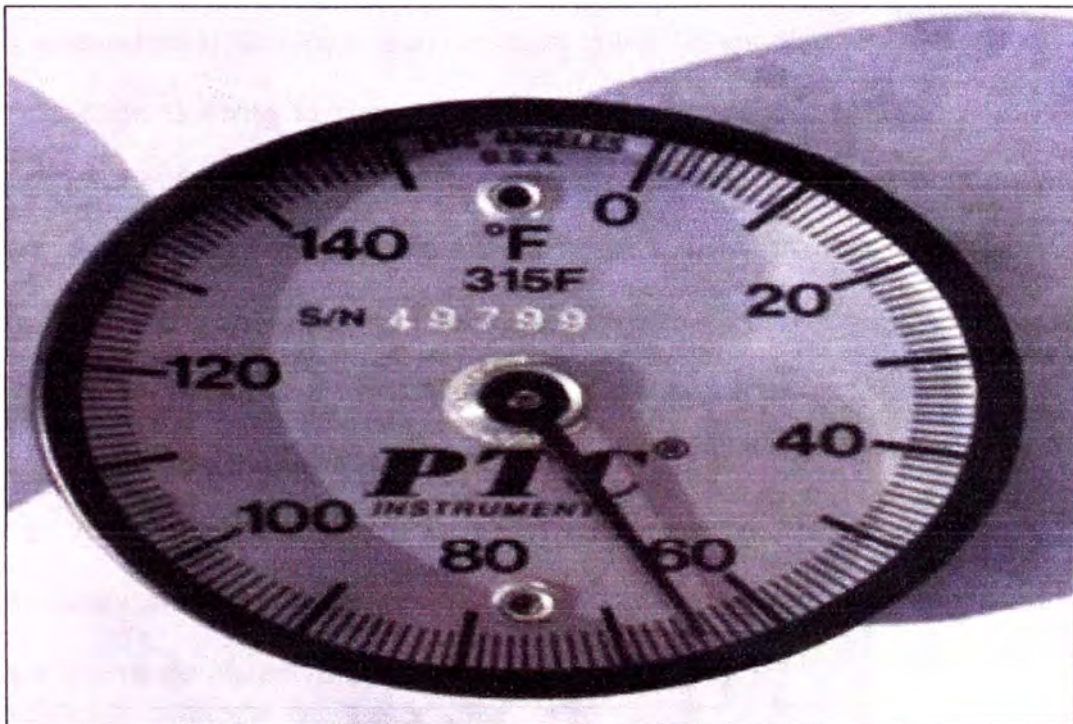


Fig. 4.14 Termómetro de Superficie, mide la temperatura del sustrato

4.7 Limpieza con chorro abrasivo

La limpieza con chorro de abrasivos es el método más usado para preparar el acero, incrementa notablemente el tiempo de servicio de los recubrimientos aplicados sobre esta preparación en comparación con aquellas limpiadas con otros métodos. El impacto de partículas abrasivas a alta velocidad puede quitar por completo todo el óxido, escamas de laminación y recubrimientos antiguos, pero no la grasa, el aceite, ni las sales solubles, así mismo esta preparación permite producir perfil de rugosidad, favorable para la adhesión de recubrimientos. Normalmente no se permite la limpieza con chorro abrasivo en exteriores sin control, especialmente si la pintura a remover tiene materiales tóxicos en su composición como plomo.

4.7.1 Grado de limpieza

El grado de limpieza a alcanzar debe estar especificado en el plan o esquema de pintado.

Los estándares técnicos que aplican para la evaluación del grado de limpieza alcanzado durante la preparación de superficie fueron desarrollados por organismos e instituciones como la SSPC (Sociedad de Recubrimientos Protectores), NACE (Asociación de Ingenieros de Corrosión), ISO (Organización internacional de estándares), ASTM (Sociedad americana de pruebas y materiales) y tienen como finalidad uniformizar los criterios técnicos en preparación de superficie, aplicación de pinturas y pruebas.

4.7.2 Estándar de limpieza con chorro abrasivo

Los estándares definidos por la SSPC para la evaluación del grado de limpieza con chorro de abrasivo seco incluyen: (Tabla 4.1)

Tabla 4.1 Grados de limpieza según Norma SSPC

SSPC Estándar	Retiro de contaminantes
SP 7 Limpieza ligera	Remueve escama de laminación, óxido y pintura suelta
SP 14 Limpieza industrial	Retira todos contaminantes menos los vestigios fuertes (escama de laminación, óxido y pintura hasta en un 10 %)
SP 6 Limpieza comercial	Remueve todo contaminante visible a excepción de un 33% de sombras
SP 10 Cercano al metal blanco	Remueve todo contaminante visible a excepción de un 5% de sombras
SP 5 al metal blanco	Remueve todo contaminante visible

Durante la preparación de superficie de la Obra viva de la embarcación CARACOL se alcanzó el grado al metal blanco según norma SSPC SP5, según lo especificado en el plan de pintado y registrado en el Reporte Diario de Asesoría Técnica. (Ver Fig. 4.32)

4.8 Post preparación de superficie

4.8.1 Perfil de rugosidad

El perfil de rugosidad es una medida de la aspereza de la superficie preparada mediante chorro abrasivo, siendo esta la **distancia promedio entre "picos y valles"**; es al igual que la limpieza de la superficie un factor importante para la adhesión del recubrimiento, es deseable que el rango aceptable para un proyecto se encuentre indicado en la especificación y este perfil debe ser adecuado para el recubrimiento a aplicar, no debiendo el perfil ser tan fino que no permita una adecuada adhesión, ni tan alto que origine *pinpoint rusting* (Corrosión por puntos).

Obtener un perfil de rugosidad esta directamente relacionado al tipo, forma y dureza del abrasivo, así como la técnica del operario, incidencia y presión empleada durante el proceso de limpieza. (Ver Fig. 4.15 - 4.16)

El perfil de rugosidad puede ser irregular, ideal para la adhesión de recubrimientos, conseguido mediante el uso de abrasivos angulares como grit, escoria de cobre o arena y redondeado obtenido con perdigones o “granalla” shot.

Los abrasivos no metálicos como arena o escorias, están referidos en la norma SSPC-AB1, mientras que los abrasivos metálicos, como las granallas de acero, están contemplados en la norma SSPC-AB3, estas normas presentan los requisitos que deben cumplir los abrasivos para poder ser empleados en preparación de superficie.

A diferencia de la arena y escoria, los abrasivos metálicos como las granallas de acero, pueden ser reciclados múltiples ocasiones, estando contemplados los requerimientos de limpieza para abrasivos reciclados en la norma SSPC-AB2.

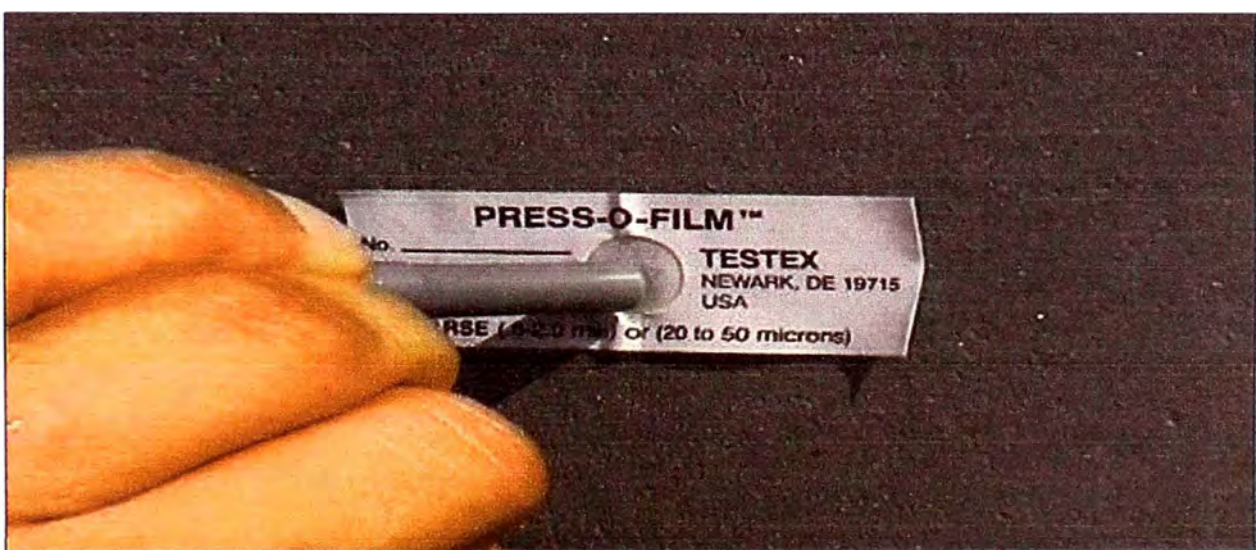


Fig. 4.15 Método de la Cinta réplica para la medición de la Rugosidad

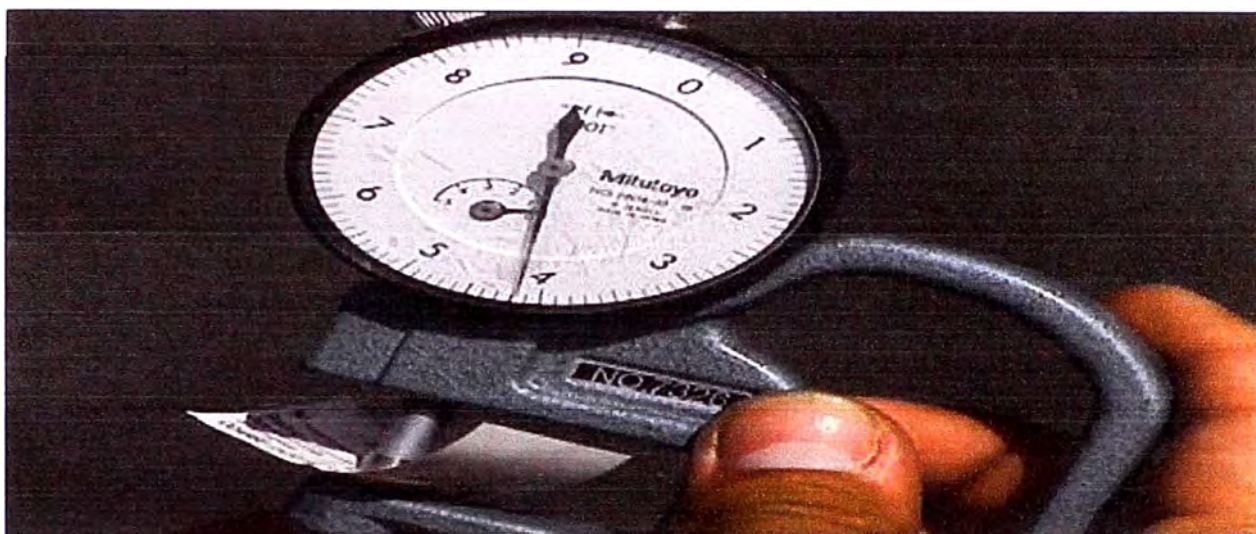


Fig. 4.16 Medición de la rugosidad mediante el uso del Micrómetro

Luego de la preparación de superficie se procedió a medir el perfil de rugosidad en el casco de la embarcación CARACOL, para tal efecto se usó una cinta réplica que copia la topografía del sustrato y luego es medida por medio de un micrómetro, obteniendo como resultado 2.1 mils. (Ver Fig. 4.32)

4.8.2 Limpieza post preparación de superficie

Luego de la preparación de superficie, el sustrato se encontrará contaminado por residuos del abrasivo impactado sobre la superficie. Previo a la aplicación del recubrimiento se deberá realizar una limpieza a fin de remover todo residuo de polvo. Esto último se verificará con la prueba de la cinta, la misma que se comparará con la del estándar. (Ver Fig. 4.17 – 4.18)



Fig. 4.17 Kit de prueba de verificación de contaminación por polvo del sustrato

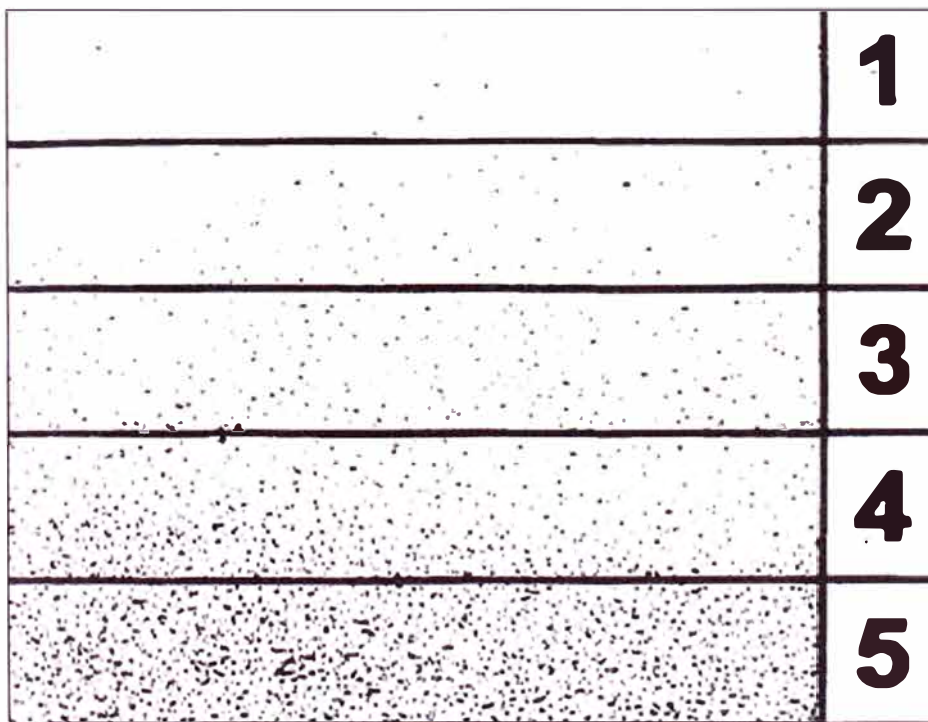


Fig. 4.18 Niveles de contaminación por polvo según norma ISO 8502 - 3

4.8.3 Medición de Contaminación por Sales

Ha sido bien documentado que las sales solubles particularmente los sulfatos y los cloruros inician y aceleran la corrosión del acero y se anclan profundamente dentro de la corrosión o la zona oxidada. Son capaces de causar el deterioro del sistema de recubrimiento mediante el mecanismo de ampollamiento osmótico y desprendimiento si están depositadas entre las capas del mismo. Las sales estimulan la corrosión a través de la acción osmótica atrayendo la humedad a través del recubrimiento. Ellos siguen atrayendo la humedad de manera continua, formando ampollas que a la postre aumenta la presión interna debajo del recubrimiento (entre el sustrato y la capa protectora o entre las capas de recubrimiento). Además está el hecho de que la humedad cuando se combina con los cloruros generalmente forman un ácido hidrocórico suave. Esto causa corrosión, rompimiento del recubrimiento y finalmente la falla del mismo. Con frecuencia una capa de cloruros dejada sobre la superficie ha sido la causa de un desprendimiento mayor de pintura o recubrimiento. También generan una célula osmótica potencial y reducen el pH ($\text{pH} < 4$). La acción más dañina es la disminución del pH que resulta en la en un ciclo regenerativo que consume oxígeno y la absorción de agua por osmosis o por reducción de la presión del vapor de agua.

Las sales depositadas sobre el acero producen las siguientes consecuencias:

- Absorben humedad y la mantienen alejada del aire
- Las sales absorben humedad a través del revestimiento mediante el proceso de osmosis
- Reducen la resistencia de la célula a la corrosión (Ej. Aumentan la conductividad del electrolito en la célula corrosiva).

La extracción se realiza por el método de SWABBING (frotación) y se mide la concentración con el uso del medidor QUANTAB. (Ver Fig. 4.19 – 4.20)

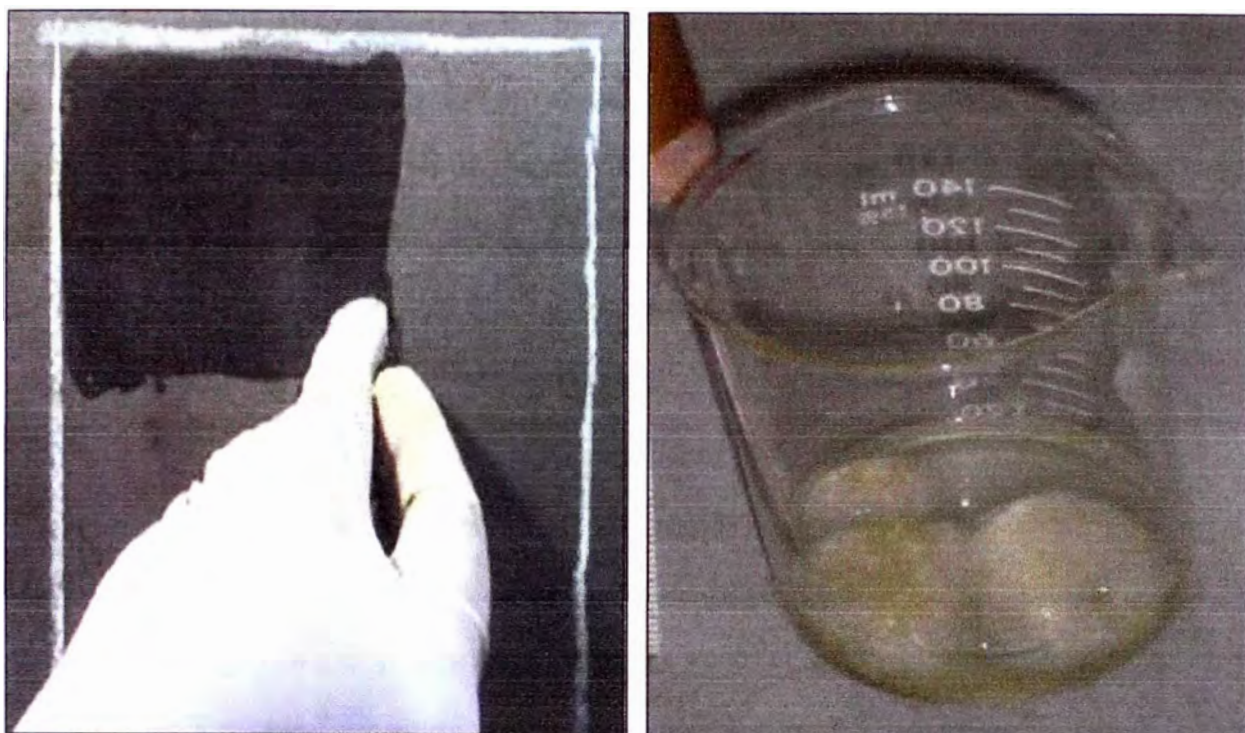


Fig. 4.19 Método de Swabbing para extracción de muestra para medir la concentración de sales.



Fig. 4.20 Medición de la concentración de cloruros en la superficie mediante el método Quantab

4.9 Aplicación de recubrimientos

Luego de la preparación de superficie prosigue el proceso de aplicación de pinturas. Durante este último proceso es necesario al igual que en el proceso previo de preparación de superficie seguir los controles de calidad para asegurar se alcancen los requerimientos de la especificación y la buena performance del sistema de pinturas.

4.10 Almacenamiento de pinturas y solventes

Las pinturas, catalizadores y solventes serán almacenados en sus recipientes originales con sus etiquetas de identificación totalmente visibles, bajo cubierta, en un sitio protegido del fuego y de acuerdo a las recomendaciones del Fabricante del producto. Se verificará que estos productos no hayan excedido su tiempo de vida útil o que se hayan deteriorado durante su almacenamiento. El sitio de almacenamiento se protegerá contra contaminación por polvo y/o ceniza, condiciones ambientales (lluvia, vientos fuertes) y también de los rayos solares. El lugar tendrá ventilación suficiente para evitar altas temperaturas que provoquen descomposición y acumulación de gases. (Ver Fig. 4.21)



Fig. 4.21 Vista de correcto almacenamiento de pinturas

4.11 AUDITORIA DE EQUIPOS

4.11.1 Verificar Equipo de pintura

Como ya tenemos conocimiento, los equipos de aplicación de pintura por pulverización están clasificados en: convencionales, aquellos que usan aire, y lo denominados "airless" que no lo utilizan. En el primer caso la pintura es atomizada con aire que es alimentado por medio de mangueras a presiones relativamente bajas, el que es dirigido directamente al fluido hacia la boquilla para atomizarlo. Se pueden obtener diferentes patrones de pintado manipulando la boquilla en estos equipos pues son de tipo variable y se deberá utilizar solo la mínima presión necesaria para atomizar la pintura. (Ver Fig. 4.22)

Los diferentes fabricantes de pinturas presentan las recomendaciones e indicaciones para el uso adecuado de sus productos para un determinado método de aplicación (rodillo, devilbis, airless, etc.), particularmente para la aplicación por atomización recomiendan las presiones de trabajo apropiadas y accesorios adecuados como tamaño de boquilla, etc. Estas indicaciones deberán ser seguidas y no se deberá utilizar otro tipo de boquilla o pistola a menos que se haya consultado su uso previamente.



Fig. 4.22 Verificación de operatividad de equipo de aplicación

4.11.2 Verificar boquillas de pintura

Asegurarse de que cuenta con las boquillas de pulverización apropiadas para la aplicación que va a realizar y de que las mismas funcionan correctamente, son dos aspectos que todo usuario debe tener en cuenta para elevar al máximo tanto el funcionamiento de las boquillas como el provecho que obtengamos de las mismas. (Ver Fig. 4.23 – 4.24)

Utilizar una boquilla de pulverización inadecuada o una boquilla de pulverización que no funcione correctamente puede conducir a una aplicación excesiva o insuficiente.

Una aplicación excesiva puede constituir un derroche de pintura o ser costosa; una aplicación insuficiente puede conducir a una reducción en el rendimiento o a la necesidad de realizar una nueva aplicación.



Fig 4.23 Verificación de estado de la Boquilla de pintado



Fig. 4.24 Patrón de abanico de la boquilla de pintado

4.12 Condiciones ambientales

Es bien sabido que la preparación de superficie y el pintado deben ser hechos solamente bajo condiciones ambientales adecuadas de temperatura, humedad y punto de rocío. Para la mayoría de las pinturas catalizadas un valor mínimo de temperatura debe ser alcanzado para su aplicación. Algunos recubrimientos ricos en zinc, del mismo modo, requieren un mínimo de humedad relativa para alcanzar su eficiencia.

Otras condiciones ambientales que podrían afectar las operaciones de pintado deben ser notadas como el potencial industrial o la contaminación por residuos químicos arrastrados por el viento o en vapores, agua pulverizada arrastrada en la brisa por torres de enfriamiento, escapes de vapor o líneas de químicos y la contaminación normal de una planta de operaciones adyacentes a la zona de trabajo.

El inspector deberá ser consciente de las condiciones atmosféricas y de los cambios de climas en las jornadas de trabajo, especialmente si el trabajo se realizara en exteriores, de modo que se alcancen las condiciones requeridas.

En donde se emplee calentadores de fuego, será ideal que el calentador se aplique de manera indirecta de modo que la superficie no sea contaminada por productos de la combustión. Del mismo modo enfriadores y otro tipo de calentadores para controlar las condiciones ambientales se deberá tener en cuenta que su acción no interfiera en la correcta ejecución del trabajo o que contaminen la película de pintura depositada. También se tendrá que ver que las condiciones de operación sean seguras para la operación. La ventilación, cuando sea requerida, deberá ser suficiente para suministra aire a todas las áreas de trabajo. De las normas de seguridad se hablara con más detalle más adelante.

Las condiciones ambientales de temperatura del aire, humedad relativa y punto de rocío son determinadas por medio del uso de instrumentación. Estos incluye psycrómetros o instrumentos que proporcionen un lectura directa de humedad o punto de rocío. Las medidas con esto instrumentos son tomadas antes de que el trabajo comience cada día y periódicamente durante el día. Se recomienda una frecuencia mínima de toma de lecturas de condiciones ambientales cada 4 horas, o más frecuente si las condiciones ambientales tiende a desmejorar. (Ver Fig. 4.24 – 4.25)

El punto de rocío se define como la temperatura a la cual el vapor de agua del aire (humedad) se condensa. Este parámetro es importante para el posterior trabajo de la pintura pues la humedad condensada causará que un área recién limpiada por medio del chorreado abrasivo se corra, o que una fina, y generalmente invisible película de agua quede atrapada entre capas de pintura causando la posterior falla prematura de la pintura.

De manera coordinada, la industria ha establecido un factor arbitrario de seguridad de temperatura de punto de rocío/temperatura de superficie. Una limpieza final por medio chorreado abrasivo o una aplicación de pintura no debe ser ejecuta a menos que la temperatura de la superficie sea como mínimo 3 °C mayor que el punto de rocío en ese momento.

Teóricamente hablando una temperatura de superficie solo infinitesimalmente mayor que el punto de rocío sería suficiente para que no exista condensación, de modo que el factor de seguridad de 3 °C se estableció para compensar el error que se pueda dar en las lecturas de los instrumentos. Diferentes tipos de instrumentos de campo son usados para la medición de la temperatura de superficie a pintar.

Uno de los aparatos más comunes es el termómetro de superficie (de contacto), el cual consiste en un elemento bimetálico de ensado encerrado en una carcasa y también el psicrómetro, aparato usado para medir la humedad relativa o la cantidad de vapor en el aire. (Ver Fig. 4.25 – 4.26)

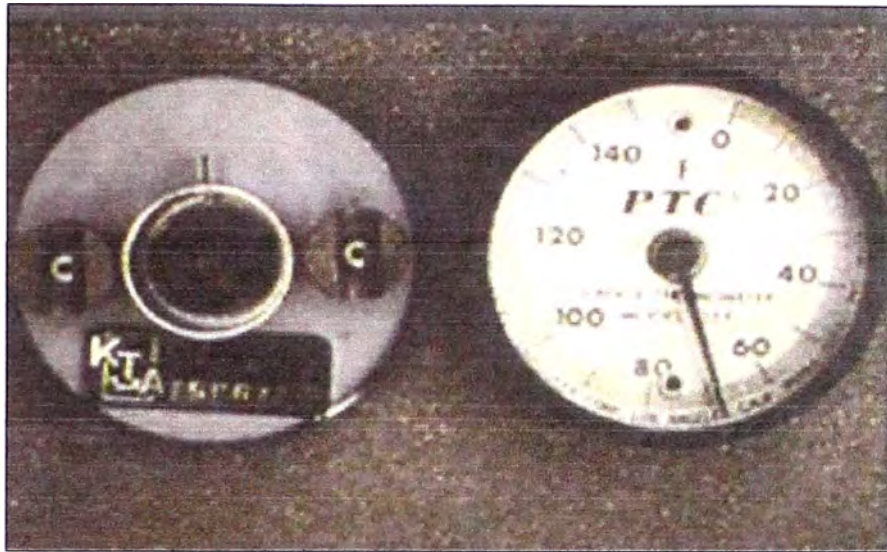


Fig. 4.25 Termómetro de superficie, mide la temperatura del sustrato



Fig. 4.26 Sling Psychrometer, usado para medir la Humedad relativa

4.13 Mezcla y dilución de pintura

El mezclado de la pintura a pesar de no ser uno de los puntos más tenidos en cuenta dentro de las operaciones, es probablemente uno de los más incidentes en el resultado final. Un mezclado inadecuado o impropio afectara la habilidad final de recubrimiento para resistir al ambiente. Sin embargo existen medios para segura que todos los componentes de una pintura sean adicionados, mezclados

apropiadamente y que cualquier tiempo de inducción necesario sea alcanzado. No se deberá utilizar para esto envases que tengan fisuras o goteos especialmente cuando se mezclan pinturas catalizadas pues algunos de los componentes necesarios para su completo curado puede haber goteado y una adecuada proporción no sería alcanzada. El mezclado deberá efectuarse hasta que la pintura se vuelva homogénea libre de grumos líneas polvos y aglomeraciones de pigmentos en su superficie. Estos cuidados se acentúan en mayor proporción en el uso de pintura multi-elementos, de polvos metálicos, imprimantes ricos en zinc, etc. y en caso de haber sido adquiridos en juegos (presentación de más de dos componentes), cada juego deberá ser utilizado y mezclado totalmente. En caso de que quedasen componentes, deberá consultarse a los fabricantes para asegurar si un mezclado parcial puede ser ejecutado satisfactoriamente.

Los diluyentes son muchas veces utilizados y deben ser correctamente mezclados con la pintura. El tipo y cantidad de diluyente estará en concordancia con las recomendaciones del fabricante de la pintura. La cantidad de diluyente adicionada a la pintura deberá ser registrada por el inspector pues este reduce el volumen de sólidos contenidos en la pintura mezclada. (Ver Fig. 4.27 – 4.28)



Fig. 4.27 Agitación mecánica de recubrimientos

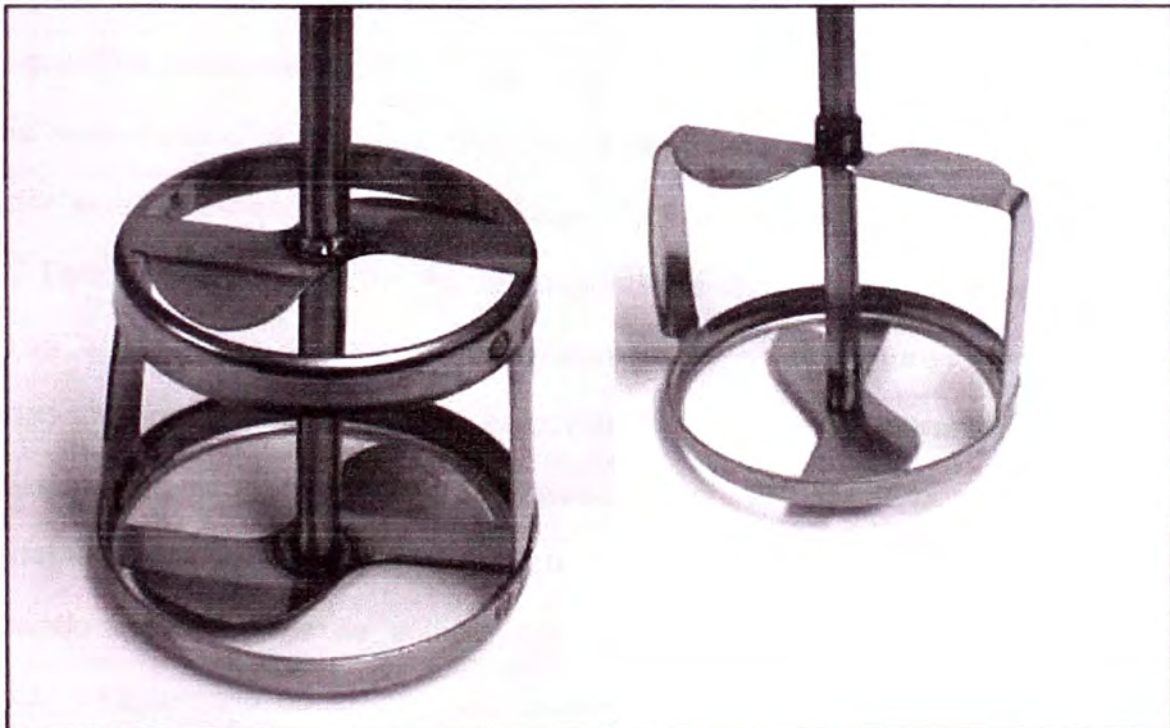


Fig. 4.28 Paletas usadas para la agitación de pintura

4.14 Espesor de película húmeda

El medidor de espesor de película húmeda (EPH) es generalmente un medidor (galga de platina) que presenta en sus bordes dientes graduados a distancia creciente del plano horizontal y dos puntos de apoyo en los extremos que están en el mismo plano. Cada una de estas muescas o dientes indican una distancia entre él y el plano que forman los 2 puntos en los extremos. (Ver Fig. 4.29)

El instrumento es presionado firmemente y de forma perpendicular sobre la película de pintura húmeda y luego se retira. En todos los casos, los puntos de los extremos se mancharán con la pintura, y adicionalmente algunos de los puntos intermedios también resultaran manchados. El espesor húmedo será considerado entre el último punto manchado y el siguiente punto limpio. Si ninguno de los puntos resulta manchado o si todos lo están, será necesario utilizar un lado distinto del medidor, pues el espesor húmedo se encuentra fuera del rango del lado utilizado.

Debido al valor de EPH es dependiente de los sólidos por volumen, y este valor es considerado "de fabrica", es esencial que las lecturas de EPH sean tomadas tan pronto como la pintura es aplicada. Actualmente, durante la aplicación con pistola de rociado, el tiempo que transcurre entre el instante que la pintura deja la pistola y alcanza la superficie, algo del solvente ya se habrá evaporado, cambiando el porcentaje de sólidos por volumen levemente. Para aplicaciones prácticas este cambio no es muy significativo, sin embargo, tanto más se espere antes de tomar la lectura menor será la precisión de la misma. Para pinturas altamente pigmentadas (high built), como por ejemplo los imprimantes ricos en zinc, o de secado rápido, obtener lecturas de EPH puede ser imposible.

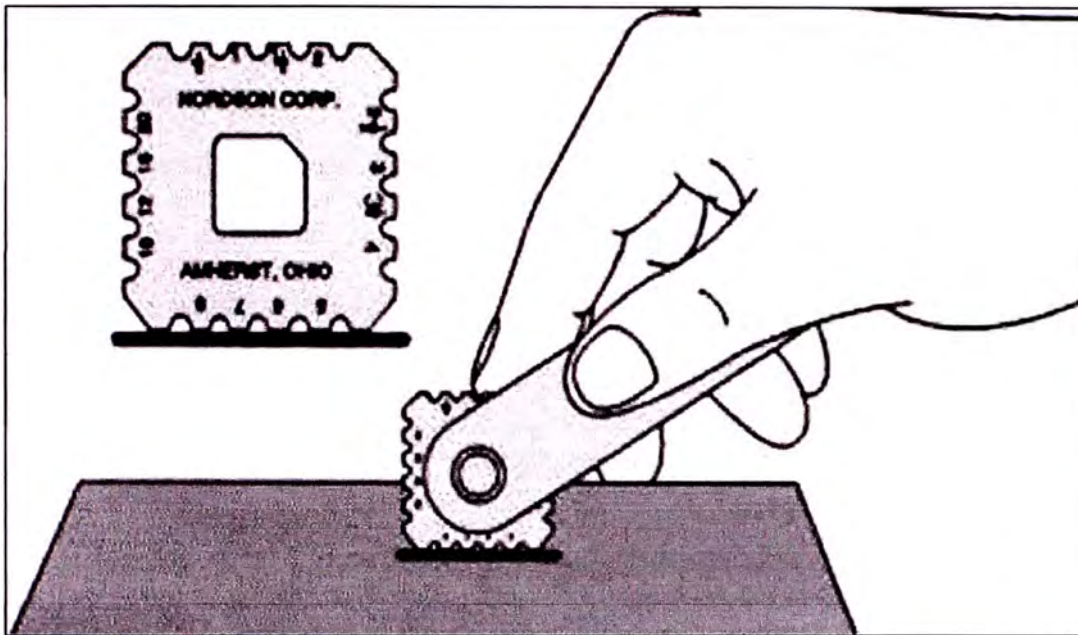


Fig. 4.29 Medición del espesor de película húmeda durante la aplicación

4.15 Medición de espesores secos

Para la medición de espesores de película seca sobre sustratos ferrosos se utilizan generalmente instrumentos magnéticos (ver Fig. 4.30). Para sustratos no ferrosos, equipos de corrientes de Eddy son usados. La calibración de los medidores magnéticos de espesores deberá ser hecha en concordancia con la norma SSPC-PA 2. (Ver Fig. 4.30)

Las lecturas son tomadas para suministrar, con una razonable precisión, datos para determinar si el espesor de película seca deseado o especificado ha sido alcanzado. Sin embargo, no es posible medir cada centímetro cuadrado de la superficie.

El estándar de la SSPC PA 2 establece que cuando se usa medidores magnéticos, 5 spots (15 lecturas) deben ser hechas por aproximadamente cada 10 metros cuadrados de área. Cada medición consiste en un promedio de 3 lecturas hechas con el instrumento una a continuación de otra.

El promedio de las 5 mediciones (spots) deberá estar dentro del espesor especificado, mientras que cada una de las lecturas independientes podrá encontrarse entre el rango de 80 - 120% del espesor especificado. Las lecturas, las que promediadas darán el valor de una medición, podrá encontrarse fuera de rango por una cantidad considerable.

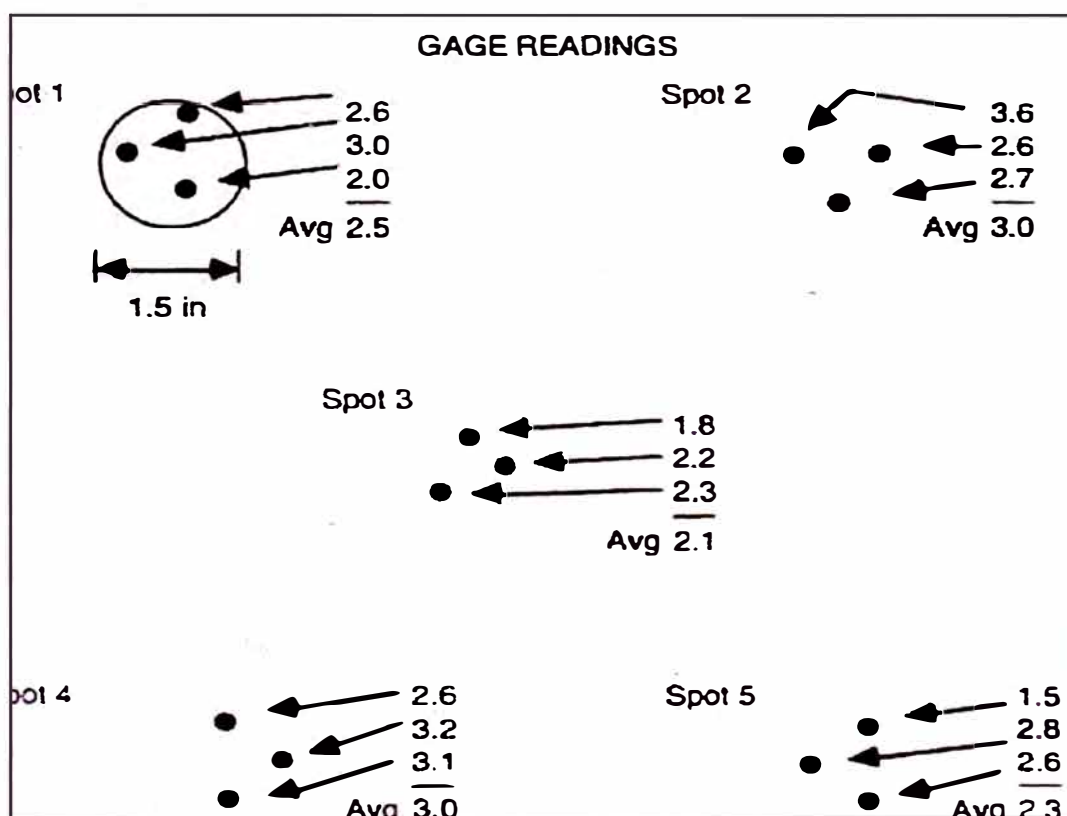


Fig. 4.30 Procedimiento de medición de espesores de película seca (mils)
según norma SSPC PA2

En la embarcación CARACOL se realizó un barrido de espesores de película seca en cada una de las capas de pintura tanto en la Obra viva y Obra muerta, en la Fig. 4.31 se muestra un reporte de espesores de película seca realizado luego de aplicada la primera capa en la Obra viva. (Ver Fig. 4.33)



Fig. 4.31 Medidor de espesores de película seca (Positector)

4.16 Tiempos de secado

Los tiempos de secado se deben respetar estrictamente y los tiempos de aplicación entre capas deben cumplir los lineamientos establecidos en las fichas técnicas de cada producto suministrado por el proveedor de pinturas.

OPPO CORPORACIÓN PERUANA DE PRODUCTOS QUÍMICOS		REPORTE DIARIO DE ASESORIA TÉCNICA		Jet			
OBRA	EP CARACOL	USUARIO FINAL	INVERSIONES LIGURA				
CLIENTE	INVERSIONES LIGURA	REPRESENTANTE	Ing. Pajuelo				
CONTRATISTA	CAMSA	REPRESENTANTE	Ing. Augusto SaaVEDRA				
ASESOR	Luis Merino C.	VENDEDOR	Ing. Manuel Berlanga				
FECHA	28/08/2012	LUGAR	Astillero Miggolo				
SISTEMA RECOMENDADO (Ver PLAN DE PINTADO)							
PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE (PREVIO AL PINTADO)							
ZONA	HORA		AREA m ²	Preparación de Superficie	OBSERVACIONES		
	INICIO	FIN					
OBRA VIVA	8:00	15:00	100	metal blanco (SSPC SP5)	La preparación de superficie alcanzada en la Obra viva (100m ²)		
CONDICIONES AMBIENTALES							
HORA	TEMPERATURA (°C)					% H.R.	OBSERVACIONES
	Bulbo seco	Bulbo húmedo	Superficie TS	Rocío TR	TS - TR		
11:20	21	17	20	14	6	76	Condiciones ambientales favorables
14:30	19	16	19	15	6	74	
16:00	19	16	19	15	6	74	
APLICACIÓN DE PINTURA							
ZONA	HORA		AREA m ²	Producto / Color	G.L.	OBSERVACIONES	
	INICIO	FIN					
OBRA VIVA	16:00	16:50	100	Aerocolors vs Dulux por R	6	Los espesores de película húmeda alcanzados durante la aplicación estuvieron en un rango de 5 - 6 mils	
COMENTARIOS Y OBSERVACIONES							
1. El día de hoy solo se tuvo un avance de arenado y pintado de aproximadamente 100 m ² en la banda este/oc.							
2. Se evaluó la concentración de sales por el método sal/bañ en zonas al metal blanco, registrándose un valor de 10 ppm (aceptable)							
3. Para la aplicación de la pintura se usó un equipo eléctrico tipo Jiffy.							
4. Previo al inicio de los trabajos de preparación de superficie se realizó una auditoría de equipos, encontrándose residuos de humedad en la en el aire suministrado por la compresora, inmediatamente personal de mantenimiento del Astillero realizó los cambios de filtro según lo solicitado.							
5. Luego de culminado el arenado abrasivo en la Obra viva de la embarcación, se procedió a medir la rugosidad del sustrato por medio de la cinta replicadora obteniendo como resultado 2.1 mils. El valor medido se encuentra dentro de lo recomendado por el fabricante de pinturas 2.0 - 2.5 mils.							
RECOMENDACIONES							
1. Programar los trabajos pendientes (recortes/resacas) a fin de evitar inconvenientes a futuro.							
Luis Merino C. ASESOR TÉCNICO OPPO S.A.		CARGO	GERENCIA DE OPTO. TÉCNICO	EJECUTIVO TÉCNICO COMERCIAL OPPO S.A.			

Fig. 4.32 Reporte diario de asesoría técnica

OBRA		EF CARACOL		USUARIO FINAL		INVERSIONES LIGURIA	
CLIENTE		INVERSIONES LIGURIA		REPRESENTANTE		Ing. Pajuelo	
CONTRATISTA		CAMSA		REPRESENTANTE		Ing. Augusto Saavedra	
ASESOR		Luis Merino C.		VENDEDOR		Ing. Luis Merino	
FECHA		21.08.2012		LUGAR		Asillero Maggiolo	

SISTEMA RECOMENDADO				MEDIDOR - CALIBRACIÓN	
SISTEMA				Modelo de medidor	Posteste 16300 F2
CAPA	Producto - Color	Espesores (mils)		Tipo de ajuste	RUGOSO / LISC
		Máximo	Mínimo	Shims usados	2.00 - 5.00 mils
1era	Anticorrosivo Durapox R	1.8	2.4	Fecha de verificación de Shims	18-04-2012
2da	Jet 70 NP Verde nio	4	6		
3era	Jet 70 NP Gris nio	4	6		
4ta	Ocean Jet Antifouling	4	6		
5ta	Ocean Jet Antifouling	4	6		
ESPESOR TOTAL					

REGISTRO DE ESPESORES DE PELICULA SECA										
ELEMENTO	CAPA	AREA (m ²) ASOC.	ESPESORES DE PELICULA SECA (mils)					Spot mín.	Spot máx.	PROM.
			MEDIDAS TOMADAS SEGUN NORMA SSPC-PA220 & STM G-5							
			SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5			
Obra Viva	1	100	1,80	2,10	2,20	2,20	1,80	1,80	2,20	2,02
			1,60	1,90	2,40	2,00	2,10	1,90	2,40	2,00
			1,90	2,20	2,10	2,00	2,10	2,00	2,20	2,06
									x=	2,03

OBSERVACIONES
1.- El promedio de spots totales es de 2.03 mils, cumpliendo con el espesor de película seca requerido para la primera capa de pintura.
2.- Se observó presencia de contaminantes (polvillo) adherido en la última capa, en un área menor a 1% del total aproximadamente.
3.- Se observó chorraduras, en un área menor a 1% del total aproximadamente.
4.- En la zona donde se apoya la estructura (soportes) no se midieron los espesores de película seca.
5.- Se registró un área puntual con bajos espesores en la zona del bubo, se realizó la delimitación respectiva.

RECOMENDACIONES
2.- Rectificar las chorraduras mediante limpieza con herramientas manuales (lija 100); posterior aplicar el sistema de pintura.
3.- Rectificar los espesores secos en la zona del bubo hasta alcanzar los espesores requeridos según el plan de pintado.

Luis Merino C. ASESOR TÉCNICO CPPQ S.A.	CARGO	Ing. Hector Basilio GERENCIA DPTO TECNICO	Ing. Manuel Bertranga ELECTIVO TECNICO COMERCIAL CPPQ S.A.
---	-------	--	--

Fig. 4.33 Reporte de espesores de película seca

4.17 CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD Y NORMAS APLICADAS

Tabla 4.2 NA: No Aplica

Aplicación	Norma de Referencia	Admisibilidad
Pintura almacenada correctamente	SSPC-PA1	4 – 38°C
Pintura de antigüedad menor al año	SSPC-PA1	< 12 meses
Pintura del color correcto	Especificación	Cartilla
Pintura y diluyentes en cantidad suficiente	SSPC – PA1	Ver Hoja Técnica
Pintura en buen estado	SSPC-PA1/ASTM D3276	Fluida sin sedimentos
Aire comprimido limpio	ASTM D4285	0% aceite y humedad
Equipo en buen estado	SSPC-PA1/ASTM D3276	Acabado Uniforme
Envases para mezcla y aplicación limpios	SSPC-PA1/ASTM D3276	NA
Se tiene agitador Jiffy	SSPC-PA1/ASTM D3276	NA
Se tiene filtro de pintura	Hoja Técnica	NA
El pintor conoce el plan de pintado	Procedimiento	NA
Se calculo el área a pintar	Procedimiento	NA
Se sabe cuantos galones se aplicarán	Plan de Pintado	NA
Se determinó la temperatura de la superficie	ASTM D3276/E337	5 – 49°C
Se determinó la temperatura de rocío	ASTM D3276/E337	$T_{sup} - T_{rocio} > 3^{\circ}C$
Se determinó la humedad	ASTM D3276/E337	HR < 85%
Las condiciones ambientales son favorables	SSPC-PA1	
Se mezcló adecuadamente la pintura	SSPC –PA1	NA
Se usó agitador Jiffy	SSPC –PA1	NA
Se tamizó	SSPC –PA1	NA
Se verificó el abanico	SSPC –PA1	NA
Se aplicó al EPH adecuado	SSPC –PA1	NA
Se respetó el tiempo de vida útil de la pintura	SSPC –PA1	Hoja Técnica
No hay defectos de aplicación	Visuales	Especificación
Se limpió el equipo de aplicación	SSPC-PA1	Hoja Técnica
Se calculó el rendimiento real	----	NA
Se ajustó el medidor de espesores secos	SSPC-PA2	Sup. Rugosa
Se tomaron espesores de película seca EPS	SSPC-PA2	Procedimiento
Los espesores secos son adecuados	SSPC-PA2	Procedimiento
Se efectuó el "franjeado" (Stripe Coat)	SSPC-PA1	Especificación

Evaluación final	Norma de Referencia	Admisibilidad
Los espesores secos son adecuados	SSPC-PA2	Procedimiento
Verificación de defectos	SSPC-PA1	Especificación

CAPITULO 5

ESTIMACION DE COSTOS

Sin duda una de las actividades de valor en el proceso tecnológico para la aplicación de recubrimientos industriales lo constituye la Inspección de Pinturas o Inspección de Calidad de los Recubrimientos, debido a su relación o influencia con la expectativa de durabilidad o tiempo de vida del recubrimiento. Sin embargo, es poco común encontrar información sobre la aplicación de los costos de la inspección de calidad, a excepción de los costos relacionados a las tareas o pruebas específicas que deben ser realizadas de acuerdo con lo que establecen los requerimientos técnicos de la obra.

La inspección de los recubrimientos es la evaluación de la conformidad o cumplimiento de la calidad del trabajo de pintado o la determinación de desviaciones, mediante observaciones, ensayos, pruebas, mediciones, o comparación de patrones, de los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas de la obra.

La inspección de recubrimientos es una actividad ejecutada por el Control de Calidad (QC) del Contratista, el Aseguramiento de Calidad (QA) o Auditoria del

Propietario ejecutado por empresas independientes, o por el Servicio Técnico del Fabricante de Pinturas.

Con la finalidad de cumplir con los requerimientos de calidad que se establecen en las especificaciones técnicas de la obra (mantenimiento o nueva construcción) se establecen actividades de carácter operativo en la inspección de los recubrimientos, tales como:

- a) La realización de ensayos, controles, o pruebas en el proceso.
- b) Definición de los criterios de aceptación con base en las normas de los ensayos, productos y de la tecnología de protección de superficies.
- c) Elaboración de los planes de calidad en función de los requisitos de las especificaciones.
- d) La elaboración y aplicación del uso de los registros de inspección para demostrar que lo planificado fue cumplido y que los resultados corresponden a los criterios de aceptación previstos.

Estas actividades serán sin duda los factores que intervienen en los costos de la inspección de calidad, por lo que para el cumplimiento de las especificaciones técnicas del tratamiento de superficies es fundamental establecer que se deberán aplicar estos costos de inspección de calidad. El no hacerlo, será simplemente de manera voluntaria o involuntaria generar costos de no calidad y por lo tanto causar pérdidas económicas para la empresa.

5.1 Costos Relativos a la Inspección de calidad

Los Costos Relativos a la Inspección de Calidad (CRIC) son igual a la suma de los costos debido a las actividades relacionadas a la Inspección de Calidad (CDI) más los costos debido a los efectos causados por no haber invertido en la Inspección de Calidad (CNI).

$$\text{CRIC} = \text{CDI} + \text{CNI}$$

Los Costos de la Inspección de Calidad (CDI), son aquellos costos resultantes de todas aquellas actividades o requisitos relacionados con la Inspección de Calidad, establecidas en la documentación de las especificaciones técnicas o ingeniería del proyecto. Dependiendo de la Obra, estos costos se encuentran en un rango de 5-15% del costo total de Pintado, aproximadamente.

Los Costos de la Inspección de Calidad (CDI) a su vez están constituidos por:

Costos de la Inspección de Calidad de Prevención, aquellos que se producen antes del proceso de preparación de superficie y aplicación: CDIP.

Costos de la Inspección de Calidad de Evaluación, aquellos que se producen durante el proceso de preparación de superficie y aplicación: CDIE.

$$\text{CDI} = \text{CDIP} + \text{CDIE}$$

Ejemplo de Costos de Inspección de Calidad de Prevención (CDIP):

- Revisión parámetros del proceso y de los puntos de control.
- Elaboración de los planes de Inspección de calidad.

- Revisión y calibración de Instrumentos de medición o de pruebas,
- Calibración del proceso (maquinaria y equipo).
- Pre conferencias de trabajo.

Ejemplo de Costos de Inspección de Calidad de Evaluación (CDIE):

- Mediciones en proceso.
- Verificación de resultados.
- Inspección visual.
- Pruebas de control.
- Pruebas de funcionamiento.
- Registros de la inspección e informes técnicos, etc.

Tanto la empresa contratista responsable de la fabricación de estructuras, aplicación de recubrimientos, de mantenimiento anticorrosivo, así como la empresa dueña de la infraestructura, deberán planificar, proyectar y cubrir estos costos con la finalidad de lograr la calidad satisfactoriamente. Caso contrario, no se logrará cumplir con la calidad requerida, incurriéndose en los denominados Costos de No Inspección de Calidad.

Los Costos de No Inspección de Calidad (CNI), son todos aquellos costos en que incurre la empresa, debido a no haber invertido en los Costos de Inspección de Calidad tanto de prevención como de evaluación, debiendo asumir los costos generados por:

- a. Efectuar reprocesos, rehacer los trabajos correspondientes a una partida completa, en algunos casos, ya que no se habrían cumplido los requisitos de calidad.

- b. Reemplazar materiales e insumos adquiridos, ya que los análisis realizados demuestran que no se cumplen los requisitos de calidad.
- c. Efectuar el repintado después de haber terminado la obra (nueva construcción o mantenimiento), es decir, generando mayores costos directos e indirectos.
- d. El tiempo empleado para completar trabajos retrasados, debido al no cumplimiento de los requisitos de calidad en el momento de ejecución de la obra.
- e. Efectuar o contratar peritos o empresas especializadas en análisis de fallas, para determinar las causas del problema presentado.

Los Costos de la No Inspección de Calidad (CNI) a su vez están compuestos por:

1. Costos de Fallo Interno (CFI), aquellos que ocurren durante el plazo de ejecución de la obra de pintado.
2. Costos de Fallo Externo (CFE), aquellos que ocurren después del plazo de ejecución de la obra de pintado.

$$\text{CNI} = \text{CFI} + \text{CFE}$$

Ejemplo de Costos de Fallo Interno (CFI):

- Reprocesos por fallas.
- Desperdicios de materiales.
- Los costos inherentes a las demoras por fallas de calidad.

- Costos de pruebas para análisis de fallas.
- Baja calidad del producto, etc.

Ejemplo de Costos de Fallo Externo (CFE):

- Reclamos de los clientes por fallas detectadas en la obra recibida.
- Fallas de calidad de la obra una vez que fue entregada al cliente.
- Costos de la atención de las reclamaciones y reparaciones.
- Disputas contractuales y litigios judiciales, etc.

Calculo de Costos de Mantenimiento del casco de una embarcación:

Los costos referenciales en el astillero son los siguientes ver FIG. 5.1

COSTOS DEL ASTILLERO	
COSTOS VARIABLES	
ITEM	COSTO (US\$/m2)
Hidrolavado del casco	2,5
Chorro abrasivo (SSPC SP5)	8
Chorro abrasivo (SSPC SP6)	11
Aplicación de pintura	3
COSTOS FIJOS	
ITEM	COSTO (US\$)
Varada	3000
Estadía * día	350
Desvarada	3000

Fig. 5.1 Costos referenciales para mantenimiento de una embarcación

5.2 Mantenimiento Tradicional

En la actualidad las embarcaciones pesqueras realizan un mantenimiento tradicional, es decir, cada 02 años suben al astillero para su respectivo trabajo de carena (mantenimiento), solicitando al astillero un chorreado abrasivo al grado comercial según varadero a toda la superficie del casco de la embarcación y la posterior aplicación de un sistema de pinturas previamente especificado. (Ver Fig. 5.2)

COSTOS DE MANTENIMIENTO DE CASCO SIN PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD	
Embarcación Pesquera CARACOL	
OBRA VIVA (380 m2)	
ITEM	COSTO (US\$)
Compra de pintura (05 capas)	8210
Hidrolavado	950
Chorreado abrasivo (SSPC SP6)	3040
Aplicación de pintura	5700
Varada y desvarada	6000
Estadía (7 días)	2450
OBRA MUERTA (250 m2)	
ITEM	COSTO (US\$)
Compra de pintura (03 capas)	2500
Hidrolavado	625
Chorreado abrasivo (SSPC SP6)	2000
Aplicación de pintura	2250
COSTO TOTAL CARENA (US\$)	33725

Fig. 5.2 Costos de mantenimiento tradicional (cada 2 años) de una embarcación pesquera (Obra viva y obra muerta).

Para efectos de cálculo y evaluación de los costos que origina este tipo de mantenimiento, proyectaremos un programa de mantenimiento tradicional en un periodo de seis años con carena de la embarcación cada dos años, tener en cuenta que en este tipo de mantenimiento no se implementa un programa de control de calidad. (Ver Fig. 5.3)

ITEM	2012	2014	2016	2018
Compra de pintura (05 capas)	8210	8210	8210	8210
Hidrolavado	950	950	950	950
Chorro abrasivo (SSPC SP6)	3040	3040	3040	3040
Aplicación de pintura	5700	5700	5700	5700
Varada y desvarada	6000	6000	6000	6000
Estadía (7 días)	2450	2450	2450	2450
Costos cada 02 años (US\$)	26350	26350	26350	26350
Costo total en 6 años (US\$)	105400			

Fig. 5.3 Costos de mantenimiento tradicional (cada 2 años) durante un periodo de seis años

5.3 Implementación de un nuevo programa de mantenimiento

En el presente informe pretendemos implementar un nuevo programa de carena de embarcaciones que a diferencia del mantenimiento tradicional se llevará a cabo cada 03 años y en donde el grado de preparación de superficie será diferente en cada mantenimiento dentro de un periodo de 6 años, los cuales serán de la siguiente manera:

- Primera carena: Preparación de superficie al grado metal blanco según norma SSPC SP5.

- Segunda carena: Hidrolavado del casco a la presión de 3000 – 5000 psi.
- Tercera carena: Preparación de superficie al grado comercial según varadero

Tener en cuenta que este nuevo programa de mantenimiento cuenta con la implementación del Control de calidad, en donde asumimos como gasto un 10% del costo total del trabajo. (Ver Fig. 5.4)

ITEM	2012	2015	2018
Compra de pintura (05 capas)	8210	5376	8210
Hidrolavado	950	950	950
Chorro abrasivo (SSPC SP6)	4180	0	3040
Aplicación de pintura	5700	2280	5700
Varada y desvarada	6000	6000	6000
Estadía (7 días)	2450	150	2450
Costos por Control de Calidad (US\$)	2749	1475,6	2635
Costos cada 03 años (US\$)	30239	16231,6	28985
Costo total en 6 años (US\$)	75455,6		

Fig. 5.4 Costos de nuevo mantenimiento (cada 3 años) durante un periodo de seis años

Finalmente podemos concluir que en un periodo de 06 años con el nuevo programa de mantenimiento se tiene un ahorro del **28.4%** con respecto al costo generado en el mantenimiento tradicional, sin considerar que se minimizan los costos por fallo externo e interno.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de implementar un programa de control de calidad durante el proceso de mantenimiento del casco de la embarcación mediante la aplicación de recubrimientos los mencionamos a continuación:
 - a. Se alcanzó los requerimientos técnicos especificados para el producto entregado, en este caso se cumplió con lo especificado en el plan de pintado entregado por el cliente.
 - b. Se minimizó los gastos generados por fallos de índole interno como por ejemplo reprocesos, retrasos en plazo de entrega, etc.
 - c. Según el análisis costo beneficio podemos concluir que si bien es cierto implementar un programa de control de calidad genera un costo adicional, este a largo plazo es conveniente por los resultados obtenidos, lo que se traduce según lo demostrado en un ahorro del 28.4% del costo de un mantenimiento tradicional sin considerar los altos costos generados por fallos interno y/o externos.
 - d. Se asegura una mayor expectativa de durabilidad o tiempo de vida útil del sistema de pinturas en el tiempo de servicio de la

embarcación, según queda demostrado con el programa de mantenimiento propuesto.

- e. Estar conscientes que el control de calidad no es la “observación” del proceso de aplicación de recubrimientos para estimar su calidad. El control de calidad es una secuencia de actividades que tiene como finalidad asegurar la calidad del servicio y/o producto.

RECOMENDACIONES

- Muy importante antes de iniciar el proceso de aplicación de recubrimientos es tener la especificación (plan de pintado o esquema de pintura). En este documento se detallan los parámetros que debe seguir todo el personal involucrado en el proceso (pintores, preparadores de superficie, etc.)
- Para realizar un buen control de calidad es importante inspeccionar los materiales y equipos a utilizar, es decir, realizar una auditoría de equipos. Adicionalmente asegurarse de contar con la calibración actualizada de los equipos.
- El control de calidad se debe aplicar antes, durante y después del proceso de aplicación de recubrimientos, ya que la disconformidad en alguna de estas etapas llevaría a aumentar el riesgo a la falla en el sistema de pinturas.
- Conocer los métodos normalizados de las diferentes pruebas destructivas y/o no destructivas que se desarrollan durante el proceso de aplicación de recubrimientos, con el propósito de verificar que se están alcanzando los requerimientos del esquema de pintado (medición de espesores secos y húmedos, concentración de sales, limpieza del abrasivo, adhesión, etc.).

BIBLIOGRAFIA

- Standars actualizados de la SSPC (STEEL STRUCTURE COUNCIL PAINTING)
 - ✓ SSPC PA 2 Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements.
 - ✓ SSPC PA 1 Shop, Field and Maintenance Painting of Steel.
- Flores, S., Simancas, J., and Morcillo, M., "Methods for Sampling and Analyzing Soluble Salts on Steel Surfaces: A Comparative Study," Journal of Protective Coatings & Linings, March, 1994, pp. 76-83.
- American Society for Testing Materials, "Standard Test Method for Indicating Oil or Water in Compressed Air", ASTM Designation D 4285-88
- Johnson, W.C., "Detrimental Materials at the Steel/Paint Interface," New Concepts for Coating Protection of Steel Structures, ASTM STP 841, D.M. Berger and R.F. Wint, Eds., 1984, pp. 28-43, SSPC 83-01 (1983).
- Johnson, W.C., "Corrosion Failure from Water-Soluble Contaminants on Abrasives," Journal of Protective Coatings & Linings, Sept. 1990, pp. 54-59.
- Munger, C.G., "Corrosion Protection by Protective Coatings", Chapter 8, National Association of Corrosion Engineers, 1984.
- Steel Structures Painting Council, "Coating and Lining Inspection Manual", SSPC Publication #91-12.

ANEXOS



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA DETECCIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN ABRASIVOS METALICOS Y NO METALICOS

Código: CPP-DT-P03
Revisión: 03
Aprobado: MEC
Fecha: 10 Feb. 2009
Página 1 de 4

1. ALCANCES

- El presente documento describe el procedimiento para la evaluación de la presencia de sales contaminantes en abrasivos metálicos y no metálicos, mediante la conductividad.
- Este método de evaluación no identifica las especies iónicas presentes.

2. NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ASTM D 4940 Especificación para el análisis conductimétrico de iones solubles en agua presentes en abrasivos metálicos.
- SSPC – AB1 Especificación para minerales y abrasivos de escoria.
- SSPC – AB2 Especificación para abrasivos metálicos ferrosos reciclados.
- SSPC – AB3 Especificación para abrasivos metálicos ferrosos nuevos.
- MANUAL DEL EQUIPO HI 98311.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Agua Destilada
- Solución de calibración (KCl 0.02N) de HANNA INSTRUMENTS HI7031; HI7032; HI70442
- Recipientes graduados de 1 litro y de 250 ml de capacidad
- Papel filtro N°1 (mínimo 02 unidades)
- Instrumento de medición de conductividad Hanna Instruments (HI 98311) con sus accesorios completos: 4 pilas 1.5V, herramienta para soltar la sonda.
- Varilla de vidrio
- Muestra de abrasivo (300 ml)



Instrumento de medición de
conductividad (HI 98311)



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA DETECCIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN ABRASIVOS METALICOS Y NO METALICOS

Código: CPP-DT-P03
Revisión: 03
Aprobado: MEC
Fecha: 10 Feb. 2009
Página 1 de 4

4. PROCEDIMIENTO

Calibración del instrumento de medición

- Verificar que se disponga de todos los materiales indicados líneas arriba y en buen estado.
- Verificar que el instrumento tenga las baterías insertadas, mantenga pulsado el botón MODE durante 2 -3 segundos. Todos los segmentos utilizados en el display serán visibles durante breves segundos, seguido de una indicación porcentual del nivel de pilas restante, si las baterías están nuevas saldrá 100% BATT; caso contrario cuando muestre valor por debajo de 5%, en la parte inferior izquierda de la pantalla se iluminará para indicar que las pilas están bajas lo que podría causar lecturas erróneas. Para cambiar las pilas, suelte los 4 tornillos situados en la parte superior del medidor.
- Se puede cambiar la unidad de temperatura de °C a °F pulsando el botón MODE hasta que aparezca TEMP.
- Se puede cambiar la unidad de medición de la conductividad de μ Siemens/cm. a ppm con la ayuda del botón SET-HOLD
- Descubrir el sensor y lavarlo con agua destilada en un recipiente de 250 ml. Así mismo enjuagar los materiales a emplear hasta que las pruebas en el agua de enjuague muestren una conductividad menor a 5 μ siemens/cm.
- Mantenga pulsado el botón MODE hasta que aparezca CAL en el display inferior, suelte el botón y sumerja la sonda en la solución de calibración apropiado, una vez que la calibración se haya realizado automáticamente, el display mostrará OK durante 1 segundo y el medidor volverá a modo de medición normal.
- El símbolo CAL en el display significa que el medidor está calibrado.
- Para eliminar una calibración previa, pulse el botón MODE tras entrar al modo de calibración. El nivel inferior del display mostrará ESC durante 1 segundo y el medidor volverá a modo de medición normal. El símbolo CAL desaparecerá del display. El medidor se reseteará a la calibración por defecto
- Lavar el sensor con agua destilada y verificar que la conductividad del agua de lavado sea menor o igual a 5.0 μ Siemens/cm.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA DETECCIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN ABRASIVOS METALICOS Y NO METALICOS

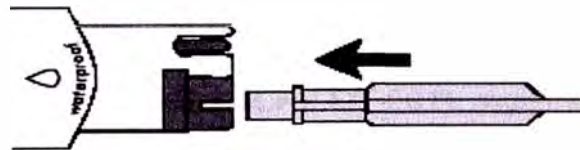
Código: CPP-DT-P03
Revisión: 03
Aprobado: MEC
Fecha: 10 Feb. 2009
Página 1 de 4

Toma de mediciones

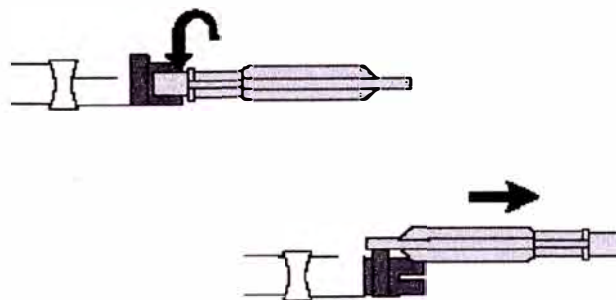
- Para la toma de mediciones se debe sumergir la sonda en la solución a analizar. Use vasos de plástico para minimizar cualquier interferencia electromagnética. Seleccione modo CE o TDS mediante el botón SET/HOLD
- La medición deberá realizarse cuando el símbolo de estabilidad en la parte superior izquierda del display desaparezca: ☺
- El valor CE o TDS con compensación automática de temperatura se muestra en el nivel primario del display mientras que el nivel secundario muestra la temperatura de la muestra.

Mantenimiento de Sonda

- La sonda puede ser fácilmente sustituida mediante la herramienta que se facilita para tal fin. Inserte la herramienta en la cavidad de la sonda según se muestra a continuación:



- Retire la sonda haciéndola girar en dirección contrario a las agujas del reloj y después tirando de ella hacia fuera.



- Inserte una nueva sonda siguiendo las instrucciones arriba mencionadas en orden inverso.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA DETECCIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN ABRASIVOS METALICOS Y NO METALICOS

Código: CPP-DT-P03
Revisión: 03
Aprobado: MEC
Fecha: 10 Feb. 2009
Página 1 de 4

Preparación del filtrado

- Adicionar 300 ml de agua a 300 ml de abrasivos y agitar por 1 minuto con una varilla de vidrio. Dejar reposar la mezcla (agua-abrasivo) por 8 minutos y agitar nuevamente por 1 minuto y proceder a filtrar.
- Filtrar suficiente líquido para la evaluación, descartando los primeros 10 ml del filtrado. La cantidad del líquido filtrado debe ser lo suficiente para cubrir la celda (mínimo 50 ml de filtrado para un vaso de 100ml) y el sensor no deberá tocar el fondo del recipiente.
- Sumergir el sensor del instrumento en el líquido filtrado y determinar la conductividad a temperatura ambiente y en concordancia con las instrucciones de operación del instrumento. Tomar 02 nuevas muestras del líquido filtrado y volver a evaluar, registrando los valores obtenidos.
- Enjuagar el equipo con agua destilada hasta obtener valores menores o iguales a 5.0 μ siemens/cm.

5. REGISTRO DE RESULTADOS.

- En el reporte de análisis de abrasivos (CPP-DT-F01), registrar el valor máximo y mínimo de conductividad encontrado y la norma en referencia, los cuales se colocaran en los ítems correspondientes.



Departamento
Técnico

**MEDICION DEL PERFIL DE RUGOSIDAD
EN SUPERFICIES PREPARADAS
CON ABRASIVO A PRESION O
EQUIPOS DE PODER**

Código: CPP-DT-P10
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 05.03.2010
Página: 1 de 4

1. ALCANCES

El presente instructivo detalla los procedimientos a seguir para la medición del perfil de rugosidad en superficies preparadas con abrasivo a presión o equipos de poder (que cumplan con la norma SSPC SP11), mediante los métodos comparativos y cuantitativos.

La determinación comparativa del perfil de rugosidad se realizara con el método del disco comparativo (Método A de la norma ASTM D-4417-93)

La determinación cuantitativa del perfil de rugosidad se realizara por el método del micrómetro (Método C según la norma ASTM D-4417-93)

La rugosidad del sustrato es un factor determinante en la adhesión de la capa de pintura sobre el sustrato a recubrir.

2. NORMAS DE REFERENCIA

ASTM D-4417-93	Método estándar para la medición en campo del perfil de rugosidad en una superficie tratada con abrasivo a presión.
SSPC – SP11	Limpieza con herramienta motriz al metal desnudo.
SSPC – SP15	Limpieza con herramienta motriz al grado comercial.
Manuales de equipos	KEANE–TATOR SURFACE PROFILE COMPARATOR Manual del Micrómetro.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Micrómetro
- Cintas de Replica: coarse, x-coarse
- Varilla replicadora
- Disco comparativo de rugosidad (Según abrasivo empleado).
- Lupa de aumento 5X.
- Cepillo de cerdas plásticas.

4. DEFINICIONES

Rugosidad: Se refiere a cuan áspero es la superficie de un cuerpo respecto a la profundidad de dicha aspereza, es decir, la distancia entre pico y valle. Por lo que definimos como perfil de rugosidad al valor promedio de las distancias entre picos y valles.

Micrómetro: Equipo mecánico que determinara el perfil de rugosidad mediante el uso de una cinta de replica la cual calcara las formas de picos y valles de la superficie en estudio.

Equipos de Poder: Son herramientas eléctricas o neumáticas que limpian por impacto, abrasión o por ambos. Los equipos de impacto dejan el perfil de rugosidad requerido por las normas SP11 y SP15

5. ASPECTOS PREVIOS

Generales

La medición del perfil de rugosidad se realizara sobre una superficie en la cual se haya realizado una limpieza tanto con chorro abrasivo a presión o con equipos de poder.

El perfil de rugosidad requerido, dependerá del sistema de pintura que se aplicara y del medio al cual este será sometida, o en caso contrario según lo especificado por el proyecto.



Departamento
Técnico

**MEDICION DEL PERFIL DE RUGOSIDAD
EN SUPERFICIES PREPARADAS
CON ABRASIVO A PRESION O
EQUIPOS DE PODER**

Código: CPP-DT-P10
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 05.03.2010
Página: 2 de 4

DISCO COMPARADOR DE RUGOSIDAD

Solo se podrá utilizar sobre una superficie en la cual se haya realizado una limpieza con chorro abrasivo a presión.

El disco comparador de rugosidad esta compuesto por 5 secciones, cada sección es un patrón con diferentes perfiles de rugosidad, uno distinto de otro.

En cada sección o patrón se observa la siguiente información básica:

- 1° Muestra nominalmente el perfil de rugosidad en mils (ejemplo: 1.5, 2.0, 3.0, 4.5 y 5.0 mils).
- 2° Muestra las siglas **G/S** (grit/slag), **SH** (shot) o **S** (sand), dependiendo del tipo de abrasivo utilizado en la limpieza.
- 3° Muestra el año en cual fue fabricado.

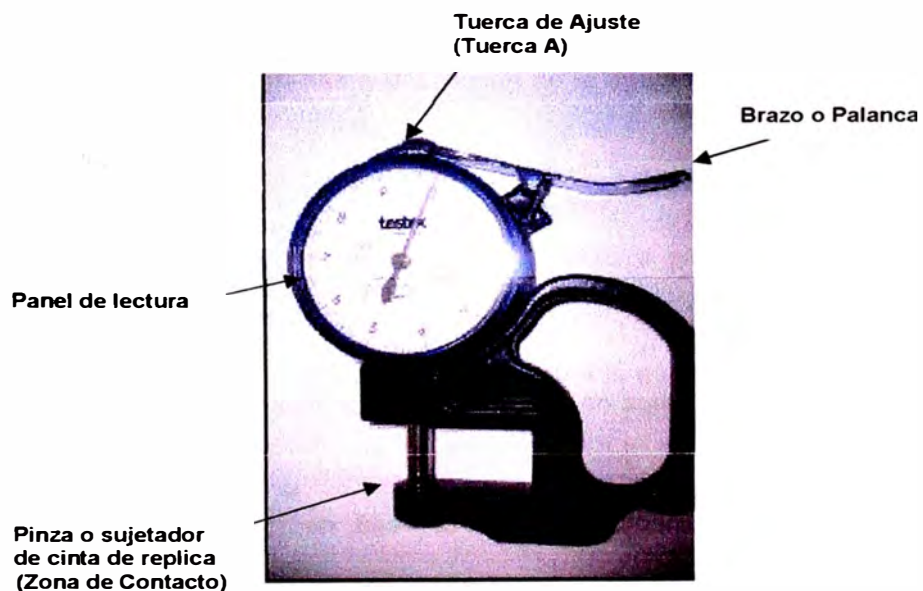
Este equipo no necesita calibración.

MICROMETRO

Se utilizara en superficies preparadas con chorros abrasivo o equipos de poder mencionados en la normas SSPC – SP11, SSPC-SP15.

Se trabajan con dos tipos de cintas de replica, la cuales se diferencian en el rango de rugosidades que toleran en su medición, estas son: **coarse** (0.8 a 2.0 mils) y **x-coarse** (1.5 a 4.5 mils)

Este equipo no necesita calibración, sin embargo se puede comprobar si las mediciones que hace son correctas mediante el uso de galgas (planchas de espesor conocido) y las lecturas obtenidas deberán ser iguales a la de las galgas en mención.



Micrómetro



Departamento
Técnico

**MEDICION DEL PERFIL DE RUGOSIDAD
EN SUPERFICIES PREPARADAS
CON ABRASIVO A PRESION O
EQUIPOS DE PODER**

Código: CPP-DT-P10
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 05.03.2010
Página: 3 de 4

6. DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE RUGOSIDAD

Generales

Para la determinación del perfil de rugosidad, se elegirá una superficie libre de imperfecciones (filos cortantes, rebabas, salpicaduras de soldadura, socavaciones, etc).

Deberá estar limpia (sin contaminantes) para lo cual se recomienda realizar la limpieza mediante el uso de una escobilla de cerdas plásticas o con aire a presión.

Una vez determinada la superficie bajo estas condiciones se procederá con la medición del perfil de rugosidad.

Con el uso del Disco Comparador

Escoger el disco comparador en base al tipo de abrasivo utilizado.

Colocar el disco comparador sobre la superficie a evaluar de manera que se visualicen las siglas del disco.

Mediante el uso de la lupa de aumento compare la superficie con cada sección patrón del disco.

La sección o patrón que más se asemeje a la superficie evaluada, dará el perfil de rugosidad que se tiene en dicha superficie.

Con el Uso del Micrómetro

Ajuste de Equipo

Observe si la aguja del panel coincide con el cero de la escala de medición, de no coincidir realizar lo siguiente: desajuste la tuerca (A) ubicada en la parte superior del micrómetro, luego lleve a cero (girando el marco del panel) hasta la posición de la aguja, luego vuelva a ajustar la tuerca (A).

Verificación de equipo

Verificar la limpieza de la zona de contacto.

Una vez ajustado el equipo, presione suavemente el brazo o palanca del micrómetro (ubicada a la derecha del panel), observará el movimiento de la aguja y una vez que usted suelte el brazo o palanca de micrómetro la aguja deberá regresar a la posición inicial de ajuste.

Si la aguja no retorna a la posición inicial de ajuste, asegúrese que la tuerca (A) esté bien ajustada, de caso contrario reporte el hecho como posible falla en equipo.

Medición del perfil de rugosidad

Elija la cinta de replica a utilizar, en base al tipo de abrasivo utilizado durante la preparación de superficie.



Departamento
Técnico

**MEDICION DEL PERFIL DE RUGOSIDAD
EN SUPERFICIES PREPARADAS
CON ABRASIVO A PRESION O
EQUIPOS DE PODER**

Código: CPP-DT-P10
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 05.03.2010
Página: 4 de 4

Cintas de Replica	Rango	Preparación de Superficie
Coarse	0.8 – 2.0 mils	Equipos de Poder / Chorro Abrasivo
Paint grade	1.3 – 3.3 mils	Chorro Abrasivo
X Coarse	1.5 – 4.5 mils	Chorro Abrasivo
X Coarse plus	Mayor a 5.5 mils	Chorro Abrasivo

Retirar la banda de protección, luego adhiera la cinta de replica sobre la superficie a evaluar.

En el centro de la cinta de replica se observa una zona circular, la cual es capaz de calcar los picos y valles que conformaran el perfil de rugosidad; doblar una esquina de los extremos para facilitar su retiro.

Mediante el uso de la varilla calcadora, presione la zona sensible (zona circular), hasta que esta se torne de un color grisáceo.

Retire la cinta de replica de la superficie y colóquela en el sujetador del micrómetro, asegúrese que la zona sujeta sea la parte calcada.

Proceda a realizar la lectura.

Para obtener el perfil de rugosidad, a la lectura obtenida se restara el espesor de la cinta de replica (rango en mils).

NUMERO DE MEDIDAS A REALIZAR

Se reiterara la medición cada vez que se cambie alguna variable (abrasivo, presión de trabajo, operador o técnica de trabajo) en el proceso de preparación de superficie.

7. REPORTE DE RESULTADOS

Los datos a reportar deberán ser registrados adjuntando la cinta de replica.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICION DEL DIÁMETRO INTERIOR DE LA BOQUILLA DE CHORRO ABRASIVO

Código: CPP-DT-P12
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 12 Feb 09
Página 1 de 3

1. ALCANCES.

- El presente procedimiento detalla los pasos a seguir para realizar la medición del diámetro interior de la boquilla de chorro abrasivo.
- Esta medición debe hacerse al inicio de una obra como parte de la inspección de equipos que se usan en la preparación de superficie.

2. DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA.

- Manual del equipo KTA-TATOR CLEMTEX PBAG PRESSURE BLAST ANALYZER GAUGE OPERATING INSTRUCTIONS

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Medidor Cónico de diámetros KTA-TATOR
- Marcador
- Trapo Industrial

4. DEFINICIONES

- Medidor Cónico de Diámetros: Instrumento utilizado para la medición del diámetro interior de la boquilla de chorro abrasivo.
- Diámetro interior de la boquilla de chorro abrasivo: Es el menor diámetro interior.



Medidor Cónico

5. ASPECTOS PREVIOS

5.1 General:

- El desgaste del orificio de la boquilla de chorro abrasivo disminuye la eficiencia del proceso de preparación de superficie, este desgaste es producido por la fricción generada por el paso del abrasivo.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICION DEL DIÁMETRO INTERIOR DE LA BOQUILLA DE CHORRO ABRASIVO

Código: CPP-DT-P12
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 12 Feb 09
Página 2 de 3

- Toda boquilla de chorro abrasivo tiene un diámetro dependiendo del número de boquilla tal como se muestra en la tabla siguiente:

BOQUILLA	DIAMETRO
BOQUILLA N° 4	1/4"
BOQUILLA N° 5	5/16"
BOQUILLA N° 6	3/8"
BOQUILLA N° 7	7/16"
BOQUILLA N° 8	1/2"

5.2 Seguridad

- En el momento de retirar la boquilla de chorro abrasivo de la manguera asegurarse que el equipo de chorro abrasivo no este operando.

6. PROCEDIMIENTO

- Destornille el casquillo del cuerpo del medidor cónico, y con el marcador que se encuentra en su interior pintar una línea a lo largo del lado redondeado coincidiendo con la escala del medidor.



Medidor Cónico

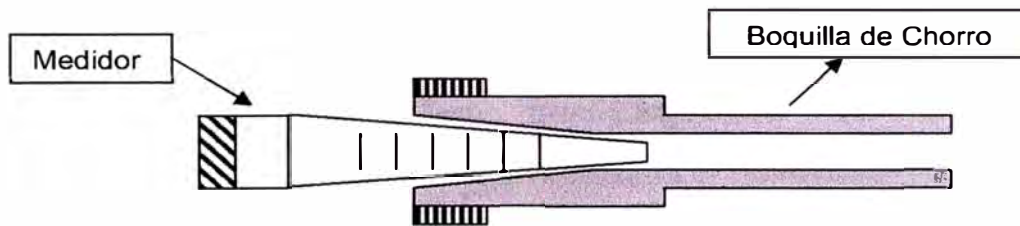
- Atornillar el casquillo del cuerpo del medidor cónico.
- Insertar el medidor cónico por la parte posterior de la boquilla de chorro abrasivo (la parte roscada). Ver grafico.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICION DEL DIÁMETRO INTERIOR DE LA BOQUILLA DE CHORRO ABRASIVO

Código: CPP-DT-P12
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 12 Feb 09
Página 3 de 3



- Presionando ligeramente contra la boquilla de chorro abrasivo girar en un solo sentido el medidor cónico por lo menos tres veces.
- Retirar el medidor cónico y registre el valor del diámetro que indique la raya despintada en él.
- Limpiar la marca trazada en el medidor cónico con trapo industrial.

7. REPORTE

- Se reporta el valor de diámetro interior de la boquilla original y el valor del diámetro interior de la boquilla medido en el RDAT.
- Si la diferencia entre los diámetros interiores es mayor a 1/16", se debe recomendar el cambio de boquilla.

Joint Surface Preparation Standard

SSPC-SP 5/NACE NO. 1

White Metal Blast Cleaning

This SSPC: The Society for Protective Coatings and NACE International standard represents a consensus of those individual members who have reviewed this document, its scope and provisions. Its acceptance does not in any respect preclude anyone, having adopted the standard or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not in conformance with this standard. Nothing contained in this standard is to be construed as granting any right, by implication or otherwise, to manufacture, sell, or use in connection with any method, apparatus, or product covered by Letters Patent, or as indemnifying or protecting anyone against liability for infringement of Letters Patent. This standard represents minimum requirements and should in no way be interpreted as a restriction on the use of better procedures or materials. Neither is this standard intended to apply in all cases relating to the subject. Unpredictable circumstances may negate the usefulness of this standard in specific instances. SSPC and NACE assume no responsibility for the interpretation or use of this standard by other parties and accept responsibility for only those official interpretations issued by SSPC or NACE in accordance with their respective governing procedures and policies, which preclude the issuance of interpretations by individual volunteers.

Users of this standard are responsible for reviewing appropriate health, safety, and regulatory documents and for determining their applicability in relation to this standard prior to its use. This SSPC/NACE standard may not necessarily address all potential health and safety problems or environmental hazards associated with the use of materials, equipment and/or operations detailed or referred to within this standard. Users of this standard are also responsible for establishing appropriate health, safety, and environmental protection practices, in consultation with appropriate regulatory authorities, if necessary, to achieve compliance with any existing applicable regulatory requirements prior to the use of this standard.

CAUTIONARY NOTICE: SSPC/NACE standards are subject to periodic review and may be revised or withdrawn at any time without prior notice. SSPC and NACE require that action be taken to reaffirm, revise, or withdraw this standard no later than five years from the date of initial publication. The user is cautioned to obtain the latest edition. Purchasers may receive current information on all standards and other publications by contacting the organizations at the addresses below:

©NACE International
P.O. Box 218340
Houston, TX 77218-8340
(telephone +1 281/228-6200)

©SSPC: The Society for Protective Coatings
40 24th Street, Sixth Floor
Pittsburgh, PA 15222
(telephone +1 412/281-2331)

Foreword

This joint standard covers the use of blast cleaning abrasives to achieve a defined degree of cleaning of steel surfaces prior to the application of a protective coating or lining system. This standard is intended for use by coating or lining specifiers, applicators, inspectors, or others whose responsibility it may be to define a standard degree of surface cleanliness.

The focus of this standard is white metal blast cleaning. Near-white metal blast cleaning, commercial blast cleaning, industrial blast cleaning and brush-off blast cleaning are addressed in separate standards.

White metal blast cleaning provides a greater degree of cleaning than near-white blast cleaning (SSPC-SP 10/NACE No. 2).

The difference between a white metal blast and a near-white blast is that a white metal blast removes all of the coating, mill scale, rust, oxides, corrosion products, and other foreign matter from the surface. Near-white blasting allows light shadows, slight streaks, or minor discolorations caused by stains of rust, stains of mill scale, or stains of previously applied coating to remain on no more than 5 percent of each unit area of surface.

This joint standard was prepared by the SSPC/NACE Task Group A on Surface Preparation by Abrasive Blast Cleaning. This joint Task Group includes members of both the SSPC Surface Preparation Committee and the NACE Unit Committee T-6G on Surface Preparation.

1. General

1.1 This joint standard covers the requirements for white metal blast cleaning of unpainted or painted steel surfaces by the use of abrasives. These requirements include the end condition of the surface and materials and procedures necessary to achieve and verify the end condition.

1.2 The mandatory requirements are described in Sections 1 to 9 as follows:

Section 1	General
Section 2	Definition
Section 3	References
Section 4	Procedures Before Blast Cleaning
Section 5	Blast Cleaning Methods and Operation
Section 6	Blast Cleaning Abrasives
Section 7	Procedures Following Blast Cleaning and Immediately Prior to Coating
Section 8	Inspection
Section 9	Safety and Environmental Requirements

NOTE: Section 10, "Comments" and Appendix A, "Explanatory Notes" are not mandatory requirements of this standard.

2. Definition

2.1 A white metal blast cleaned surface, when viewed without magnification, shall be free of all visible oil, grease, dust, dirt, mill scale, rust, coating, oxides, corrosion products, and other foreign matter.

2.2 Acceptable variations in appearance that do not affect surface cleanliness as defined in Section 2.1 include variations caused by type of steel, original surface condition, thickness of the steel, weld metal, mill or fabrication marks, heat treating, heat affected zones, blasting abrasives, and differences due to blasting technique.

2.3 When a coating is specified, the surface shall be roughened to a degree suitable for the specified coating system.

2.4 Immediately prior to coating application, the entire surface shall comply with the degree of cleaning specified herein.

2.5 SSPC-VIS 1-89 may be specified to supplement the written definition. In any dispute, the written standards shall take precedence over visual standards and comparators. Additional information on visual standards and comparators is available in Section A.4 of Appendix A.

3. References

3.1 The documents referenced in this standard are listed in Section 3.4.

3.2 The latest issue, revision, or amendment of the referenced standards in effect on the date of invitation to bid shall govern unless otherwise specified.

3.3 If there is a conflict between the requirements of any of the cited reference standards and this standard, the requirements of this standard shall prevail.

3.4 SSPC: The Society For Protective Coatings Standards:

AB 1	Mineral and Slag Abrasives
AB 2	Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives
AB 3	Newly Manufactured or Re-Manufactured Steel Abrasives
PA Guide 3	A Guide to Safety in Paint Application
SP 1	Solvent Cleaning
VIS 1	Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel

4. Procedures Before Blast Cleaning

4.1 Before blast cleaning, visible deposits of oil, grease, or other contaminants shall be removed in accordance with SSPC-SP 1 or other agreed upon methods.

4.2 Before blast cleaning, surface imperfections such as sharp fins, sharp edges, weld spatter, or burning slag should be removed from the surface to the extent required by the procurement documents (project specification). Additional information on surface imperfections is available in Section A.5 of Appendix A.

4.3 If a visual standard or comparator is specified to supplement the written standard, the condition of the steel prior to blast cleaning should be determined before the blasting commences. Additional information on visual standards and comparators is available in Section A.4 of Appendix A.

5. Blast Cleaning Methods and Operation

5.1 Clean, dry compressed air shall be used for nozzle blasting. Moisture separators, oil separators, traps, or other equipment may be necessary to achieve this requirement.

5.2 Any of the following methods of surface preparation may be used to achieve a white metal abrasive blast cleaned surface:

5.2.1 Dry abrasive blasting using compressed air, blast nozzles, and abrasive.

5.2.2 Dry abrasive blasting using a closed-cycle, recirculating abrasive system with compressed air, blast nozzle, and abrasive, with or without vacuum for dust and abrasive recovery.

5.2.3 Dry abrasive blasting using a closed cycle, recirculating abrasive system with centrifugal wheels and abrasive.

5.3 Other methods of surface preparation (such as wet abrasive blasting) may be used to achieve a white metal blast cleaned surface by mutual agreement between those responsible for performing the work and those responsible for establishing the requirements. NOTE: Information on the use of inhibitors to prevent the formation of rust immediately after wet blast cleaning is contained in Section A.9 of Appendix A.

6. Blast Cleaning Abrasives

6.1 The selection of abrasive size and type shall be based on the type, grade, and surface condition of the steel to be cleaned, type of blast cleaning system employed, the finished surface to be produced (cleanliness and roughness), and whether the abrasive will be recycled.

6.2 The cleanliness and size of recycled abrasives shall be maintained to ensure compliance with this specification.

6.3 The blast cleaning abrasive shall be dry and free of oil, grease, and other contaminants as determined by the test methods found in SSPC-AB 1, AB 2 and AB 3.

6.4 Any limitations on the use of specific abrasives, the quantity of contaminants, or the degree of allowable embedment shall be included in the procurement documents (project specification) covering the work, because abrasive embedment and abrasives containing contaminants may not be acceptable for some service requirements. NOTE: Additional information on abrasive selection is given in Section A.2 of Appendix A.

7. Procedures Following Blast Cleaning and Immediately Prior to Coating

7.1 Visible deposits of oil, grease, or other contaminants shall be removed according to SSPC-SP 1 or another method agreed upon by those parties responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work.

7.2 Dust and loose residues shall be removed from prepared surfaces by brushing, blowing off with clean, dry air, vacuum cleaning, or other methods agreed upon by those responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work. NOTE: The presence of toxic metals in the abrasives or paint being removed may place restrictions on the methods of cleaning permitted. Comply with all applicable regulations. Moisture separators, oil separators, traps, or other equipment may be necessary to achieve clean, dry air.

7.3 After blast cleaning, surface imperfections that remain (e.g., sharp fins, sharp edges, weld spatter, burning slag, scabs, slivers, etc.) shall be removed to the extent required in the procurement documents (project specification). Any damage to the surface profile resulting from the removal of surface imperfections shall be corrected to meet the requirements of Section 2.4. NOTE: Additional information on surface imperfections is contained in Section A.5 of Appendix A.

7.4 Any visible rust that forms on the surface of the steel after blast cleaning shall be removed by recleaning the rusted areas to meet the requirements of this standard before coating. NOTE: Information on rust-back (re-rusting) and surface condensation is contained in Sections A.6, A.7 and A.8 of Appendix A.

8. Inspection

8.1 Work and materials supplied under this standard are subject to inspection by a representative of those responsible for establishing the requirements. Materials and work areas shall be accessible to the inspector. The procedures and times of inspection shall be as agreed upon by those responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work.

8.2 Conditions not complying with this standard shall be corrected. In the case of a dispute, an arbitration or settlement procedure established in the procurement documents (project specification) shall be followed. If no arbitration or settlement procedure is established, then a procedure mutually agreeable to purchaser and supplier shall be used.

8.3 The procurement documents (project specification) should establish the responsibility for inspection and for any required affidavit certifying compliance with the specification.

9. Safety and Environmental Requirements

9.1 Because abrasive blast cleaning is a hazardous operation, all work shall be conducted in compliance with applicable occupational and environmental health and safety rules and regulations. NOTE: SSPC-PA Guide 3, "A Guide to Safety in Paint Application," addresses safety concerns for coating work.

10. Comments

10.1 Additional information and data relative to this standard are contained in Appendix A. Detailed information and data are presented in a separate document, SSPC-SP COM, "Surface Preparation Commentary." The recommendations contained in Appendix A and SSPC-SP COM are believed to represent good practice, but are not to be

considered requirements of the standard. The sections of SSPC-SP COM that discuss subjects related to industrial blast cleaning are listed below.

<u>Subject</u>	<u>Commentary Section</u>
Abrasive Selection	6
Film Thickness	10
Wet Abrasive Blast Cleaning	8.2
Maintenance Repainting	4.2
Rust-back (Re-rusting)	8.3
Surface Profile	6.2
Visual Standards	11
Weld Spatter	4.4.1

Appendix A. Explanatory Notes

A.1 FUNCTION: White metal blast cleaning (SSPC-SP 5/NACE No. 1) provides the greatest degree of cleaning. It should be used when the highest degree of blast cleaning is required. The primary functions of blast cleaning before coating are: (a) to remove material from the surface that can cause early failure of the coating system and (b) to obtain a suitable surface roughness and to enhance the adhesion of the new coating system. The hierarchy of blasting standards is as follows: white metal blast cleaning, near-white blast cleaning, commercial blast cleaning, industrial blast cleaning, and brush-off blast cleaning.

A.2 ABRASIVE SELECTION: Types of metallic and non-metallic abrasives are discussed in the Surface Preparation Commentary (SSPC-SP COM). It is important to recognize that blasting abrasives may become embedded in or leave residues on the surface of the steel during preparation. While normally such embedment or residues are not detrimental, care should be taken to ensure that the abrasive is free from detrimental amounts of water-soluble, solvent-soluble, acid-soluble, or other soluble contaminants (particularly if the prepared steel is to be used in an immersion environment). Criteria for selecting and evaluating abrasives are given in SSPC-AB 1, "Mineral and Slag Abrasives," SSPC-AB 2, "Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives," and SSPC-AB 3, "Newly Manufactured or Re-Manufactured Steel Abrasives."

A.3 SURFACE PROFILE: Surface profile is the roughness of the surface which results from abrasive blast cleaning. The profile depth (or height) is dependent upon the size, shape, type, and hardness of the abrasive, particle velocity and angle of impact, hardness of the surface, amount of recycling, and the proper maintenance of working mixtures of grit and/or shot.

The allowable minimum/maximum height of profile is usually dependent upon the thickness of the coating to be applied. Large particle sized abrasives (particularly metal-

lic) can produce a profile that may be too deep to be adequately covered by a single thin film coat. Accordingly, it is recommended that the use of larger abrasives be avoided in these cases. However, larger abrasives may be needed for thick film coatings or to facilitate removal of thick coatings, heavy mill scale, or rust. If control of profile (minimum/maximum) is deemed to be significant to coating performance, it should be addressed in the procurement documents (project specification). Typical profile heights achieved with commercial abrasive media are shown in Table 5 of the Surface Preparation Commentary (SSPC-SP COM). Surface profile should be measured in accordance with NACE Standard RP0287 (latest edition), "Field Measurement of Surface Profile of Abrasive Blast Cleaned Steel Surfaces Using Replica Tape," or ASTM⁽¹⁾ D 4417 (latest edition), "Test Method for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel."

A.4 VISUAL STANDARDS: Note that the use of visual standards or comparators in conjunction with this standard is required only when specified in the procurement document (project specification) covering the work. However, it is strongly recommended that the procurement document require the use of visual standards or comparators. SSPC-VIS 1-89 (Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel) provides color photographs for the various grades of surface preparation as a function of the initial condition of the steel. The series A-SP 5, B-SP 5, C-SP 5 and D-SP 5 depict surfaces cleaned to white metal grade. In addition, the series A-SP 5 M and N depict surfaces cleaned by various metallic and non-metallic abrasives to SP 5 condition. The NACE Visual Comparator for Surface Finishing of Welds Prior to Coating is a plastic weld replica that complements NACE Standard RP 0178. Other available visual standards are described in Section 11 of SSPC-SP COM.

A.5 SURFACE IMPERFECTIONS: Surface imperfections can cause premature failure when the service is severe. Coatings tend to pull away from sharp edges and projections, leaving little or no coating to protect the underlying steel. Other features that are difficult to properly cover and protect include crevices, weld porosities, laminations, etc. The high cost of the methods to remedy surface imperfections requires weighing the benefits of edge rounding, weld spatter removal, etc., versus a potential coating failure.

Poorly adhering contaminants, such as weld slag residues, loose weld spatter, and some minor surface laminations may be removed during the blast cleaning operation. Other surface defects (steel laminations, weld porosities, or deep corrosion pits) may not be evident until the surface preparation has been completed. Therefore, proper plan-

⁽¹⁾ ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ning for such surface repair work is essential because the timing of the repairs may occur before, during, or after the blast cleaning operation. Section 4.4 of SSPC-SP COM and NACE Standard RP0178 (latest edition), "Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service" contain additional information on surface imperfections.

A.6 CHEMICAL CONTAMINATION: Steel contaminated with soluble salts (e.g., chlorides and sulfates) develops rust-back rapidly at intermediate and high humidities. These soluble salts can be present on the steel surface prior to blast cleaning as a result of atmospheric contamination. In addition, contaminants can be deposited on the steel surface during blast cleaning if the abrasive is contaminated. Therefore, rust-back can be minimized by removing these salts from the steel surface and eliminating sources of recontamination during and after blast cleaning. Wet methods of removal are described in SSPC-SP 12/NACE No. 5. Identification of the contaminants along with their concentrations may be obtained from laboratory and field tests as described in SSPC-TU 4, "Technology Update on Field Methods for Retrieval and Analysis of Soluble Salts on Substrates."

A.7 RUST-BACK: Rust-back (re-rusting) occurs when freshly cleaned steel is exposed to moisture, contamination, or a corrosive atmosphere. The time interval between blast cleaning and rust-back will vary greatly from one environment to another. Under mild ambient conditions, if chemical contamination is not present (see Section A.6), it is best to blast clean and coat a surface the same day. Severe conditions may require more expedient coating application to avoid contamination from fallout. Chemical contamination should be removed prior to coating (see Section A.6).

A.8 DEW POINT: Moisture condenses on any surface that is colder than the dew point of the surrounding air. It is, therefore, recommended that the temperature of the steel surface be at least 3 °C (5 °F) above the dew point during dry

blast cleaning operations. It is advisable to visually inspect for moisture and periodically check the surface temperature and dew point during blast cleaning operations and to avoid the application of coating over a damp surface.

A.9 WET ABRASIVE BLAST CLEANING: Steel that is wet abrasive blast cleaned may rust rapidly. Clean water should be used for rinsing. It may be necessary that inhibitors be added to the water or applied to the surface immediately after blast cleaning to temporarily prevent rust formation. The use of inhibitors or the application of coating over slight discoloration should be in accordance with the requirements of the coating manufacturer. CAUTION: Some inhibitive treatments may interfere with the performance of certain coating systems.

A.10 FILM THICKNESS: It is essential that ample coating be applied after blast cleaning to adequately cover the peaks of the surface profile. The dry film thickness of the coating above the peaks of the profile should equal the thickness known to be needed for the desired protection. If the dry film thickness over the peaks is inadequate, premature rust-through or failure will occur. To assure that coating thicknesses are properly measured the procedures in SSPC-PA 2 (latest edition), "Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gauges" should be used.

A.11 MAINTENANCE AND REPAIR PAINTING: When this standard is used in maintenance painting, specific instructions should be given on the extent of surface to be blast cleaned or spot blast cleaned to this degree of cleanliness. In these cases, the cleaning shall be performed across the entire area specified. For example, if all weld seams are to be cleaned in a maintenance operation, this degree of cleaning shall be applied 100% to all weld seams. If the entire structure is to be prepared, this degree of cleaning shall be applied to 100% of the entire structure. SSPC-PA Guide 4 (latest edition), "Guide to Maintenance Repainting with Oil Base or Alkyd Painting Systems," provides a description of accepted practices for retaining old sound coating, removing unsound coating, feathering, and spot cleaning.

Joint Surface Preparation Standard

SSPC-SP 6/NACE NO. 3

Commercial Blast Cleaning

This SSPC: The Society for Protective Coatings and NACE International standard represents a consensus of those individual members who have reviewed this document, its scope and provisions. Its acceptance does not in any respect preclude anyone, having adopted the standard or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not in conformance with this standard. Nothing contained in this standard is to be construed as granting any right, by implication or otherwise, to manufacture, sell, or use in connection with any method, apparatus, or product covered by Letters Patent, or as indemnifying or protecting anyone against liability for infringement of Letters Patent. This standard represents minimum requirements and should in no way be interpreted as a restriction on the use of better procedures or materials. Neither is this standard intended to apply in all cases relating to the subject. Unpredictable circumstances may negate the usefulness of this standard in specific instances. SSPC and NACE assume no responsibility for the interpretation or use of this standard by other parties and accept responsibility for only those official interpretations issued by SSPC or NACE in accordance with their respective governing procedures and policies, which preclude the issuance of interpretations by individual volunteers.

Users of this standard are responsible for reviewing appropriate health, safety, and regulatory documents and for determining their applicability in relation to this standard prior to its use. This SSPC/NACE standard may not necessarily address all potential health and safety problems or environmental hazards associated with the use of materials, equipment and/or operations detailed or referred to within this standard. Users of this standard are also responsible for establishing appropriate health, safety, and environmental protection practices, in consultation with appropriate regulatory authorities, if necessary, to achieve compliance with any existing applicable regulatory requirements prior to the use of this standard.

CAUTIONARY NOTICE: SSPC/NACE standards are subject to periodic review and may be revised or withdrawn at any time without prior notice. SSPC and NACE require that action be taken to reaffirm, revise, or withdraw this standard no later than five years from the date of initial publication. The user is cautioned to obtain the latest edition. Purchasers may receive current information on all standards and other publications by contacting the organizations at the addresses below:

©NACE International
P.O. Box 218340
Houston, TX 77218-8340
(telephone +1 281/228-6200)

©SSPC: The Society for Protective Coatings
40 24th Street, Sixth Floor
Pittsburgh, PA 15222
(telephone +1 412/281-2321)

Foreword

This joint standard covers the use of blast cleaning abrasives to achieve a defined degree of cleaning of steel surfaces prior to the application of a protective coating or lining system. This standard is intended for use by coating or lining specifiers, applicators, inspectors, or others whose responsibility it may be to define a standard degree of surface cleanliness.

The focus of this standard is commercial blast cleaning. White metal blast cleaning, near-white blast cleaning, industrial blast cleaning, and brush-off blast cleaning are addressed in separate standards.

Commercial blast cleaning provides a greater degree of cleaning than industrial blast cleaning (SSPC-SP 14/NACE No. 8), but less than near-white blast cleaning (SSPC-SP 10/NACE No. 2).

Commercial blast cleaning is used when the objective is to remove all visible oil, grease, dust, dirt, mill scale, rust, coating, oxides, corrosion products and other foreign matter, leaving staining or shadows on no more than 33 percent of each unit area of surface as described in Section 2.2.

The difference between a commercial blast and a near-white blast is in the amount of staining permitted to remain on the surface. Commercial blast allows stains or shadows on 33 percent of each unit area of surface. Near-white blast allows staining or shadows on only 5 percent of each unit area.

The difference between a commercial blast and an industrial blast is that a commercial blast removes all visible oil, grease, dust, dirt, mill scale, rust, coating, oxides, corrosion products and other foreign matter from all surfaces and allows stains to remain on 33 percent of each unit area of surface, while industrial blast allows defined mill scale, coating, and rust to remain on less than 10 percent of the surface and allows defined stains to remain on all surfaces.

This joint standard was prepared by the SSPC/NACE Task Group A on Surface Preparation by Abrasive Blast Cleaning. This joint Task Group includes members of both the SSPC Surface Preparation Committee and the NACE Unit Committee T-6G on Surface Preparation.

1. General

1.1 This joint standard covers the requirements for commercial blast cleaning of unpainted or painted steel surfaces by the use of abrasives. These requirements include the end condition of the surface and materials and procedures necessary to achieve and verify the end condition.

1.2 The mandatory requirements are described in Sections 1 to 9 as follows:

Section 1	General
Section 2	Definition
Section 3	References
Section 4	Procedures Before Blast Cleaning
Section 5	Blast Cleaning Methods and Operation
Section 6	Blast Cleaning Abrasives
Section 7	Procedures Following Blast Cleaning and Immediately Prior to Coating
Section 8	Inspection
Section 9	Safety and Environmental Requirements

NOTE: Section 10, "Comments" and Appendix A, "Explanatory Notes" are not mandatory requirements of this standard.

2. Definition

2.1 A commercial blast cleaned surface, when viewed without magnification, shall be free of all visible oil, grease, dust, dirt, mill scale, rust, coating, oxides, corrosion products, and other foreign matter, except for staining as noted in Section 2.2.

2.2 Random staining shall be limited to no more than 33 percent of each unit area of surface as defined in Section 2.6, and may consist of light shadows, slight streaks, or minor discolorations caused by stains of rust, stains of mill scale, or stains of previously applied coating.

2.3 Acceptable variations in appearance that do not affect surface cleanliness as defined in Section 2.1 include variations caused by type of steel, original surface condition, thickness of the steel, weld metal, mill or fabrication marks, heat treating, heat affected zones, blasting abrasives, and differences due to blasting technique.

2.4 When a coating is specified, the surface shall be roughened to a degree suitable for the specified coating system.

2.5 Immediately prior to coating application, the entire surface shall comply with the degree of cleaning specified herein.

2.6 Unit area for determinations shall be approximately 5776 mm² (9 in²) (i.e., a square 76 x 76 mm [3 in x 3 in]).

2.7 SSPC-VIS 1-89 may be specified to supplement the written definition. In any dispute, the written standards shall take precedence over visual standards and comparators. Additional information on visual standards and comparators is available in Section A.4 of Appendix A.

3. References

3.1 The documents referenced in this standard are listed in Section 3.4.

3.2 The latest issue, revision, or amendment of the referenced standards in effect on the date of invitation to bid shall govern unless otherwise specified.

3.3 If there is a conflict between the requirements of any of the cited reference standards and this standard, the requirements of this standard shall prevail.

3.4 SSPC: THE SOCIETY FOR PROTECTIVE COATINGS STANDARDS:

AB 1	Mineral and Slag Abrasives
AB 2	Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives
AB 3	Newly Manufactured or Re-Manufactured Steel Abrasives
PA Guide 3	A Guide to Safety in Paint Application
SP 1	Solvent Cleaning
VIS 1-89	Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel

4. Procedures Before Blast Cleaning

4.1 Before blast cleaning, visible deposits of oil, grease, or other contaminants shall be removed in accordance with SSPC-SP 1 or other agreed upon methods.

4.2 Before blast cleaning, surface imperfections such as sharp fins, sharp edges, weld spatter, or burning slag should be removed from the surface to the extent required by the procurement documents (project specification). Additional information on surface imperfections is available in Section A.5 of Appendix A.

4.3 If a visual standard or comparator is specified to supplement the written standard, the condition of the steel prior to blast cleaning should be determined before the blasting commences. Additional information on visual standards and comparators is available in Section A.4 of Appendix A.

5. Blast Cleaning Methods and Operation

5.1 Clean, dry compressed air shall be used for nozzle blasting. Moisture separators, oil separators, traps, or other equipment may be necessary to achieve this requirement.

5.2 Any of the following methods of surface preparation may be used to achieve a commercial blast cleaned surface:

5.2.1 Dry abrasive blasting using compressed air, blast nozzles, and abrasive.

5.2.2 Dry abrasive blasting using a closed-cycle, recirculating abrasive system with compressed air, blast nozzle, and abrasive, with or without vacuum for dust and abrasive recovery.

5.2.3 Dry abrasive blasting using a closed cycle, recirculating abrasive system with centrifugal wheels and abrasive.

5.3 Other methods of surface preparation (such as wet abrasive blasting) may be used to achieve a commercial blast cleaned surface by mutual agreement between those responsible for performing the work and those responsible for establishing the requirements. NOTE: Information on the use of inhibitors to prevent the formation of rust immediately after wet blast cleaning is contained in Section A.9 of Appendix A.

6. Blast Cleaning Abrasives

6.1 The selection of abrasive size and type shall be based on the type, grade, and surface condition of the steel to be cleaned, type of blast cleaning system employed, the finished surface to be produced (cleanliness and roughness), and whether the abrasive will be recycled.

6.2 The cleanliness and size of recycled abrasives shall be maintained to ensure compliance with this specification.

6.3 The blast cleaning abrasive shall be dry and free of oil, grease, and other contaminants as determined by the test methods found in SSPC-AB 1, AB 2 and AB 3.

6.4 Any limitations on the use of specific abrasives, the quantity of contaminants, or the degree of allowable embedment shall be included in the procurement documents (project specification) covering the work, because abrasive embedment and abrasives containing contaminants may not be acceptable for some service requirements. NOTE: Additional information on abrasive selection is given in Section A.2 of Appendix A.

7. Procedures Following Blast Cleaning and Immediately Prior to Coating

7.1 Visible deposits of oil, grease, or other contaminants shall be removed according to SSPC-SP 1 or another method agreed upon by those parties responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work.

7.2 Dust and loose residues shall be removed from prepared surfaces by brushing, blowing off with clean, dry air, vacuum cleaning, or other methods agreed upon by those responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work. NOTE: The presence of toxic metals in the abrasives or paint being removed may place restrictions on the methods of cleaning permitted. Comply with all applicable regulations. Moisture separators, oil separators, traps, or other equipment may be necessary to achieve clean, dry air.

7.3 After blast cleaning, surface imperfections that remain (e.g., sharp fins, sharp edges, weld spatter, burning slag, scabs, slivers, etc.) shall be removed to the extent required in the procurement documents (project specification). Any damage to the surface profile resulting from the removal of surface imperfections shall be corrected to meet the requirements of Section 2.4. NOTE: Additional information on surface imperfections is contained in Section A.5 of Appendix A.

7.4 Any visible rust that forms on the surface of the steel after blast cleaning shall be removed by recleaning the rusted areas to meet the requirements of this standard before coating. NOTE: Information on rust-back (re-rusting) and surface condensation is contained in Sections A.6, A.7 and A.8 of Appendix A.

8. Inspection

8.1 Work and materials supplied under this standard are subject to inspection by a representative of those responsible for establishing the requirements. Materials and work areas shall be accessible to the inspector. The procedures and times of inspection shall be as agreed upon by those responsible for establishing the requirements and those responsible for performing the work.

8.2 Conditions not complying with this standard shall be corrected. In the case of a dispute, an arbitration or settlement procedure established in the procurement documents (project specification) shall be followed. If no arbitration or settlement procedure is established, then a procedure mutually agreeable to purchaser and supplier shall be used.

8.3 The procurement documents (project specification) should establish the responsibility for inspection and for any required affidavit certifying compliance with the specification.

9. Safety and Environmental Requirements

9.1 Because abrasive blast cleaning is a hazardous operation, all work shall be conducted in compliance with applicable occupational and environmental health and safety rules and regulations. NOTE: SSPC-PA Guide 3, "A Guide to Safety in Paint Application," addresses safety concerns for coating work.

10. Comments

10.1 Additional information and data relative to this standard are contained in Appendix A. Detailed information and data are presented in a separate document, SSPC-SP COM, "Surface Preparation Commentary." The recommendations contained in Appendix A and SSPC-SP COM are believed to represent good practice, but are not to be considered requirements of the standard. The sections of SSPC-SP COM that discuss subjects related to industrial blast cleaning are listed below.

<u>Subject</u>	<u>Commentary Section</u>
Abrasive Selection	6
Film Thickness	10
Wet Abrasive Blast Cleaning	8.2
Maintenance Repainting	4.2
Rust-back (Re-rusting)	8.3
Surface Profile	6.2
Visual Standards	11
Weld Spatter	4.4.1

Appendix A. Explanatory Notes

A.1 FUNCTION: Commercial blast cleaning (SSPC-SP 6/NACE No. 3) provides a greater degree of cleaning than brush-off blast cleaning (SSPC-SP 7/NACE No. 4), but less than near-white blast cleaning (SSPC-SP 10/NACE No. 2). It should be specified only when a compatible coating will be applied. The primary functions of blast cleaning before coating are: (a) to remove material from the surface that can cause early failure of the coating system and (b) to obtain a suitable surface roughness and to enhance the adhesion of the new coating system. The hierarchy of blasting standards is as follows: white metal blast cleaning, near-white blast cleaning, commercial blast cleaning, industrial blast cleaning, and brush-off blast cleaning.

A.2 ABRASIVE SELECTION: Types of metallic and non-metallic abrasives are discussed in the Surface Preparation Commentary (SSPC-SP COM). It is important to

recognize that blasting abrasives may become embedded in or leave residues on the surface of the steel during preparation. While normally such embedment or residues are not detrimental, care should be taken to ensure that the abrasive is free from detrimental amounts of water-soluble, solvent-soluble, acid-soluble, or other soluble contaminants (particularly if the prepared steel is to be used in an immersion environment). Criteria for selecting and evaluating abrasives are given in SSPC-AB 1, "Mineral and Slag Abrasives," SSPC-AB 2, "Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives," and SSPC-AB 3, "Newly Manufactured or Re-Manufactured Steel Abrasives."

A.3 SURFACE PROFILE: Surface profile is the roughness of the surface which results from abrasive blast cleaning. The profile depth (or height) is dependent upon the size, shape, type, and hardness of the abrasive, particle velocity and angle of impact, hardness of the surface, amount of recycling, and the proper maintenance of working mixtures of grit and/or shot.

The allowable minimum/maximum height of profile is usually dependent upon the thickness of the coating to be applied. Large particle sized abrasives (particularly metallic) can produce a profile that may be too deep to be adequately covered by a single thin film coat. Accordingly, it is recommended that the use of larger abrasives be avoided in these cases. However, larger abrasives may be needed for thick film coatings or to facilitate removal of thick coatings, heavy mill scale, or rust. If control of profile (minimum/maximum) is deemed to be significant to coating performance, it should be addressed in the procurement documents (project specification). Typical profile heights achieved with commercial abrasive media are shown in Table 5 of the Surface Preparation Commentary (SSPC-SP COM). Surface profile should be measured in accordance with NACE Standard RP0287 (latest edition), "Field Measurement of Surface Profile of Abrasive Blast Cleaned Steel Surfaces Using Replica Tape," or ASTM⁽¹⁾ D 4417 (latest edition), "Test Method for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel."

A.4 VISUAL STANDARDS: SSPC-VIS 1-89 (Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel) provides color photographs for the various grades of surface preparation as a function of the initial condition of the steel. The A-SP 6, B-SP 6, C-SP 6 and D-SP 6 series of photographs depict surfaces cleaned to a commercial blast. Other available visual standards are described in Section 11 of SSPC-SP COM.

A.5 SURFACE IMPERFECTIONS: Surface imperfections can cause premature failure when the service is severe. Coatings tend to pull away from sharp edges and projections, leaving little or no coating to protect the underlying steel. Other features that are difficult to properly cover and protect include crevices, weld porosities, laminations,

⁽¹⁾ ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken PA 19428-2959

etc. The high cost of the methods to remedy surface imperfections requires weighing the benefits of edge rounding, weld spatter removal, etc., versus a potential coating failure.

Poorly adhering contaminants, such as weld slag residues, loose weld spatter, and some minor surface laminations may be removed during the blast cleaning operation. Other surface defects (steel laminations, weld porosities, or deep corrosion pits) may not be evident until the surface preparation has been completed. Therefore, proper planning for such surface repair work is essential because the timing of the repairs may occur before, during, or after the blast cleaning operation. Section 4.4 of SSPC-SP COM and NACE Standard RP0178 (latest edition), "Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service" contain additional information on surface imperfections.

A.6 CHEMICAL CONTAMINATION: Steel contaminated with soluble salts (e.g., chlorides and sulfates) develops rust-back rapidly at intermediate and high humidities. These soluble salts can be present on the steel surface prior to blast cleaning as a result of atmospheric contamination. In addition, contaminants can be deposited on the steel surface during blast cleaning if the abrasive is contaminated. Therefore, rust-back can be minimized by removing these salts from the steel surface and eliminating sources of recontamination during and after blast cleaning. Wet methods of removal are described in SSPC-SP 12/NACE No. 5. Identification of the contaminants along with their concentrations may be obtained from laboratory and field tests as described in SSPC-TU 4, "Technology Update on Field Methods for Retrieval and Analysis of Soluble Salts on Substrates."

A.7 RUST-BACK: Rust-back (re-rusting) occurs when freshly cleaned steel is exposed to moisture, contamination, or a corrosive atmosphere. The time interval between blast cleaning and rust-back will vary greatly from one environment to another. Under mild ambient conditions, if chemical contamination is not present (see Section A.6), it is best to blast clean and coat a surface the same day. Severe conditions may require more expedient coating application to avoid contamination from fallout. Chemical contamination should be removed prior to coating (see Section A.6).

A.8 DEW POINT: Moisture condenses on any surface that is colder than the dew point of the surrounding air. It is, therefore, recommended that the temperature of the steel surface be at least 3 °C (5 °F) above the dew point during dry blast cleaning operations. It is advisable to visually inspect for moisture and periodically check the surface temperature and dew point during blast cleaning operations and to avoid the application of coating over a damp surface.

A.9 WET ABRASIVE BLAST CLEANING: Steel that is wet abrasive blast cleaned may rust rapidly. Clean water should be used for rinsing. It may be necessary that inhibitors be added to the water or applied to the surface immediately after blast cleaning to temporarily prevent rust formation. The use of inhibitors or the application of coating over slight discoloration should be in accordance with the requirements of the coating manufacturer. **CAUTION:** Some inhibitive treatments may interfere with the performance of certain coating systems.

A.10 FILM THICKNESS: It is essential that ample coating be applied after blast cleaning to adequately cover the peaks of the surface profile. The dry film thickness of the coating above the peaks of the profile should equal the thickness known to be needed for the desired protection. If the dry film thickness over the peaks is inadequate, premature rust-through or failure will occur. To assure that coating thicknesses are properly measured the procedures in SSPC-PA 2 (latest edition), "Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gauges" should be used.

A.11 MAINTENANCE AND REPAIR PAINTING: When this standard is used in maintenance painting, specific instructions should be given on the extent of surface to be blast cleaned or spot blast cleaned to this degree of cleanliness. In these cases, the cleaning shall be performed across the entire area specified. For example, if all weld seams are to be cleaned in a maintenance operation, this degree of cleaning shall be applied 100% to all weld seams. If the entire structure is to be prepared, this degree of cleaning shall be applied to 100% of the entire structure. SSPC-PA Guide 4 (latest edition), "Guide to Maintenance Repainting with Oil Base or Alkyd Painting Systems," provides a description of accepted practices for retaining old sound coating, removing unsound coating, feathering, and spot cleaning.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 1 de 11

1. ALCANCES

1.1 El presente procedimiento detalla los pasos a seguir para la correcta medición de condiciones ambientales como son: temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco; con los cuales se determinan parámetros como: porcentaje de humedad relativa (%HR) y temperatura de rocío.

1.2 En adición, la temperatura de superficie y velocidad de viento, servirán para recomendar si se puede proceder o no, a la aplicación del recubrimiento.

1.3 Consultar las restricciones en las hojas técnicas de cada producto.

2. NORMAS DE REFERENCIA

- ASTM D 3276 – 96 Guía Standard para inspectores de pinturas (sustrato metálico)
- ASTM E 337 – 02 Método Standard para la medición de humedad con un psicrómetro (medición de temperaturas de bulbo seco y húmedo)

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Psicrómetro KTA-TATOR (-5°C a 50°C) - Agua destilada
- Termómetro de superficie PTC (-15°C a 65°C) - Tabla psicrométrica (Ref.: m.s.n.m.)
- Anemómetro DWYER (2 a 66 MPH)

4. ASPECTOS PREVIOS

4.1 Generales:

4.1.1 Antes de iniciar las mediciones, se debe verificar el perfecto funcionamiento de los equipos.

4.1.2 El procedimiento se debe realizar en el lugar donde se aplicará el recubrimiento.

4.1.3 Las condiciones ambientales se deben registrar antes de iniciar la aplicación y se deben monitorear periódicamente durante la aplicación (cada hora o menos si las condiciones estuviesen variables).

4.1.4 Las condiciones favorables para la aplicación del recubrimiento son:

T° superficie – T° rocío	mayor a 3 °C
T° de superficie	4 a 50 °C
%Humedad Relativa	menor a 85%
Velocidad de viento	menor a 15 Km/h

Nota: Los valores especificados en la hoja técnica de cada producto prevalecen sobre los mostrados en la tabla.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 2 de 11

4.2 De la medición de temperatura del aire:

- 4.2.1 Uno de los bulbos del psicrómetro está cubierto por un cordón de algodón, el cual debe estar humectado con agua destilada, limpia y a temperatura ambiente.
- 4.2.2 Se recomienda cambiar dicho cordón cuando el tamaño de fabricación se halla visto reducido, y cuando se observe que éste empieza a ensuciarse (amarillamiento o contaminación).
- 4.2.3 A temperaturas por debajo de 0°C se debe utilizar otros medios como el instrumento de lectura directa de humedad relativa.

4.3 De la medición de temperatura de superficie:

- 4.3.1 La temperatura de superficie debe tomarse en distintos puntos del área a ser pintada, incluyendo aquellas más calientes o frías de lo normal.

4.4 De la medición de la velocidad del viento:

- 4.4.1 Realizar una constante limpieza del interior del anemómetro, antes de cada uso, ya que el aire del ambiente suele tener contaminantes como polvo, sales, etc.; para ello introducir el alambre forrado que proporciona el fabricante.
- 4.4.2 Si la esfera que se encuentra dentro del anemómetro se obstruye, se debe utilizar el alambre sin forro que proporciona el fabricante.
- 4.4.3 Tener en cuenta que el valor máximo permisible de velocidad de viento puede variar debido a la especificación.

5. CALIBRACION DE EQUIPOS

- 5.1 Los termómetros de los instrumentos vienen calibrados de fábrica, una vez al año se comparará con un patrón para verificar su correcto funcionamiento

6. MEDICION DE CONDICIONES AMBIENTALES

6.1 Temperatura de superficie

- 6.1.1 Ubique en la zona a pintar, el lugar donde se realizará la medición (asegúrese que esté limpio, libre de grasa o suciedad y que la superficie sea lisa y uniforme).
- 6.1.2 Adhiera el termómetro de manera que los soportes estén en contacto con la superficie, hacer un golpeteo suave.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 3 de 11

- 6.1.3 Deje estabilizar la medición por un tiempo de 3 minutos.
- 6.1.4 Para registrar la medición, visualice de manera perpendicular al instrumento.

6.2 Temperatura de bulbo húmedo y seco

- 6.2.1 Mientras se estabiliza el termómetro de superficie, iniciar la medición de temperatura de bulbo húmedo y seco.
- 6.2.2 Asegúrese que el cordón del psicrómetro se encuentre húmedo.
- 6.2.3 Ubíquese en el sentido opuesto a la dirección del viento, abra el psicrómetro, tómelo del mango, distancie el brazo horizontalmente (aproximadamente medio metro de su cuerpo), colocando el equipo en forma perpendicular e inicie el movimiento circular de su muñeca a una velocidad aproximada de dos revoluciones por segundo, por un lapso de 30 segundos.
- 6.2.4 Repita el procedimiento (sin rehumectar el cordón) hasta que la temperatura del bulbo húmedo permanezca constante por 2 mediciones consecutivas.
- 6.2.5 Registrar la hora y las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco (T_{BH} y T_{BS}).
- 6.2.6 Utilice la tabla psicrométrica correspondiente de acuerdo a la zona (m.s.n.m.); en ella ubique la columna de diferencia de temperaturas ($T_{BS} - T_{BH}$) y la línea que indica la temperatura de bulbo seco (T_{BS}), intercepte ambas y obtenga los valores de %HR y Temperatura de Rocío.

6.3 Velocidad del viento

- 6.3.1 Para determinar la dirección del viento, girar el anemómetro 360° (en los 4 puntos cardinales), hasta encontrar el valor máximo.
- 6.3.2 Ubíquese en sentido opuesto a la dirección del viento.
- 6.3.3 Coloque el anemómetro a una distancia cuerpo-instrumento de aproximadamente medio metro y visualice la escala perpendicularmente.
- 6.3.4 Deje libre el agujero superior del anemómetro para obtener valores entre 2 – 10 MPH o de lo contrario, cubra el agujero superior para obtener valores entre 0 – 66 MPH.
- 6.3.5 Para realizar la conversión a Km/h multiplique por 1.6.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 4 de 11

Registro de Condiciones Ambientales

CONDICIONES AMBIENTALES

HORA	TEMPERATURA (°C)				Humedad Relativa	OBSERVACIONES
	Bulbo seco	Bulbo húmedo	Superficie	Rocío		

*La velocidad del viento se registrará en Observaciones.



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 5 de 11

TABLA PARA EL CÁLCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y EL PUNTO DE ROCÍO												
PRESIÓN = 1 atm ALTURA = 0 m												
T. BULBO SECO (°C)	DEPRESIÓN DE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO (°C)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	85,8	2,8	72,0	0,4	58,6	-2,1	45,6	-5,1	32,9	-8,8		
6	86,3	3,9	73,1	1,5	60,2	-0,9	47,7	-3,7	35,6	-7,1	23,8	-11,7
7	86,8	4,9	74,1	2,7	61,7	0,1	49,7	-2,4	38,1	-5,5	26,7	-9,6
8	87,3	6,0	75,0	3,8	63,1	1,4	51,6	-1,1	40,4	-4,1	29,5	-7,7
9	87,7	7,1	75,9	5,0	64,4	2,6	53,3	0,0	42,5	-2,6	32,1	-5,9
10	88,2	8,1	76,7	6,1	65,7	3,9	55,0	1,3	44,6	-1,3	34,5	-4,3
11	88,5	9,2	77,5	7,2	66,8	5,1	56,5	2,7	46,5	0,0	36,7	-2,8
12	88,9	10,2	78,2	8,3	67,9	6,3	57,9	4,0	48,2	1,4	38,9	-1,3
13	89,3	11,3	78,9	9,4	68,9	7,4	59,2	5,2	49,9	2,8	40,8	0,0
14	89,6	12,3	79,5	10,5	69,9	8,6	60,5	6,5	51,4	4,1	42,7	1,5
15	89,9	13,3	80,1	11,6	70,8	9,7	61,7	7,7	52,9	5,5	44,4	3,0
16	90,2	14,4	80,7	12,7	71,6	10,9	62,8	8,9	54,3	6,8	46,0	4,4
17	90,4	15,4	81,2	13,8	72,4	12,0	63,8	10,1	55,5	8,0	47,6	5,8
18	90,7	16,4	81,7	14,8	73,1	13,1	64,8	11,3	56,8	9,3	49,0	7,1
19	90,9	17,5	82,2	15,9	73,8	14,2	65,7	12,4	57,9	10,5	50,3	8,5
20	91,1	18,5	82,7	16,9	74,5	15,3	66,6	13,6	59,0	11,7	51,6	9,7
21	91,4	19,5	83,1	18,0	75,1	16,4	67,4	14,7	60,0	12,9	52,8	11,0
22	91,6	20,5	83,5	19,1	75,7	17,5	68,2	15,9	60,9	14,1	53,9	12,3
23	91,7	21,6	83,8	20,1	76,2	18,6	68,9	17,0	61,8	15,3	55,0	13,5
24	91,9	22,6	84,2	21,1	76,8	19,6	69,9	18,1	62,7	16,4	56,0	14,7
25	92,1	23,6	84,5	22,2	77,3	20,7	70,2	19,2	63,5	17,6	57,0	15,9
26	92,3	24,6	84,9	23,2	77,7	21,8	70,9	20,3	64,3	18,7	57,9	17,1
27	92,4	25,6	85,2	24,3	78,2	22,8	71,5	21,4	65,0	19,8	58,8	18,2
28	92,6	26,6	85,4	25,3	78,6	23,9	72,0	22,5	65,7	21,0	59,6	19,4
29	92,7	27,6	85,7	26,3	79,0	25,0	72,5	23,5	66,3	22,1	60,4	20,5
30	92,8	28,7	86,0	27,4	79,4	26,0	73,1	24,6	67,0	23,2	61,1	21,7
31	93,0	29,7	86,2	28,4	79,8	27,0	73,5	25,7	67,6	24,3	61,8	22,8
32	93,1	30,7	86,5	29,4	80,1	28,1	74,0	26,7	68,1	25,3	62,5	23,9
33	93,2	31,7	86,7	30,4	80,4	29,1	74,4	27,8	68,7	26,4	63,1	25,0
34	93,3	32,7	86,9	31,5	80,8	30,2	74,9	28,9	69,2	27,5	63,7	26,1
35	93,4	33,7	87,1	32,5	81,1	31,2	75,3	29,9	69,7	28,6	64,3	27,2
36	93,5	34,7	87,3	33,5	81,4	32,2	75,6	31,0	70,1	29,6	64,8	28,3
37	93,6	35,7	87,5	34,5	81,7	33,3	76,0	32,0	70,6	30,7	65,4	29,4
38	93,7	36,7	87,7	35,5	81,9	34,3	76,4	33,0	71,0	31,8	65,9	30,5
39	93,8	37,7	87,9	36,6	82,2	35,3	76,7	34,1	71,4	32,8	66,4	31,5
40	93,9	38,8	88,0	37,6	82,4	36,4	77,0	35,1	71,8	33,9	66,8	32,6

Fuente: Correlación AHSRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).
Para todo par de cifras, la primera es la humedad relativa (%HR) y la segunda es el punto de rocío (°C).



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 6 de 11

TABLA PARA EL CALCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y EL PUNTO DE ROCIO													
PRESION = 0,98 atós AL TUBO = 975,5 m.													
T. BULBO SECO (°C)	DEPRESION DE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	86,6	2,9	73,6	0,6	61,0	-1,6	48,8	-4,2	37,0	-7,5			
6	87,1	4,0	74,6	1,8	62,5	-0,5	50,8	-3,0	39,4	-5,9	28,4	-9,7	
7	87,5	5,1	75,5	2,9	63,9	0,6	52,6	-1,7	41,6	-4,5	31,0	-7,9	20,7 -12,4
8	88,0	6,1	76,4	4,1	65,1	1,8	54,3	-0,5	43,7	-3,1	33,5	-6,2	23,6 -10,2
9	88,4	7,2	77,2	5,2	66,3	3,0	55,8	0,6	45,7	-1,8	35,8	-4,7	26,3 -8,2
10	88,7	8,2	77,9	6,3	67,4	4,2	57,3	1,9	47,5	-0,5	38,0	-3,2	28,8 -6,4
11	89,1	9,3	78,6	7,4	68,5	5,4	58,7	3,2	49,2	0,7	40,0	-1,8	31,2 -4,7
12	89,4	10,3	79,3	8,5	69,4	6,6	60,0	4,5	50,8	2,1	41,4	-0,4	33,4 -3,1
13	89,7	11,3	79,9	9,6	70,4	7,7	61,2	5,7	52,3	3,4	43,7	0,9	35,4 -1,6
14	90,0	12,4	80,5	10,7	71,2	8,9	62,3	6,9	53,7	4,7	45,4	2,3	37,3 -0,2
15	90,3	13,4	81,0	11,8	72,0	10,0	63,4	8,1	55,0	6,0	46,9	3,8	39,1 1,2
16	90,6	14,4	81,5	12,8	72,8	11,1	64,4	9,3	56,2	7,3	48,4	5,1	40,8 2,7
17	90,8	15,5	82,0	13,9	73,5	12,2	65,3	10,4	57,4	8,5	49,8	6,4	42,4 4,1
18	91,0	16,5	82,4	15,0	74,2	13,3	66,2	11,6	58,5	9,8	51,1	7,7	43,9 5,5
19	91,3	17,5	82,9	16,0	74,8	14,4	67,0	12,7	59,5	11,0	52,3	9,0	45,4 6,9
20	91,5	18,5	83,3	17,1	75,4	15,5	67,8	13,9	60,5	21,1	53,5	10,3	46,7 8,3
21	91,6	19,6	83,7	18,1	76,0	16,6	68,6	15,0	61,4	31,3	54,6	11,5	48,0 9,6
22	91,8	20,6	84,0	19,2	76,5	17,7	69,3	16,1	62,3	41,5	55,6	12,7	49,1 10,8
23	92,0	21,6	84,4	20,2	77,0	18,7	70,1	17,2	63,1	51,6	56,6	13,9	50,3 12,1
24	92,2	22,6	84,7	21,2	77,5	19,8	70,6	18,3	63,9	61,7	57,5	15,1	51,3 13,3
25	92,3	23,6	85,0	22,3	77,9	20,9	71,2	19,4	64,6	71,8	58,4	16,3	52,3 14,6
26	92,5	24,6	85,3	23,3	78,4	21,9	71,7	20,5	65,3	81,9	59,2	17,4	53,3 15,8
27	92,6	25,7	85,6	24,3	78,8	23,0	72,3	21,6	66,0	92,0	60,0	18,6	54,2 17,0
28	92,8	26,7	85,8	25,4	79,2	24,0	72,8	22,6	66,6	102,1	60,7	19,7	55,1 18,1
29	92,9	27,7	86,1	26,4	79,6	25,1	73,3	23,7	67,2	112,2	61,4	20,8	55,9 19,3
30	93,0	28,7	86,3	27,4	79,9	26,1	73,7	24,8	67,8	122,3	62,1	21,9	56,6 20,4
31	93,1	29,7	86,6	28,4	80,3	27,2	74,2	25,8	68,4	132,4	62,8	23,0	57,4 21,6
32	93,2	30,7	86,8	29,5	80,6	28,2	74,6	26,9	68,9	142,5	63,4	24,1	58,1 22,7
33	93,3	31,7	87,0	30,5	80,9	29,2	75,0	27,9	69,4	152,6	64,0	25,2	58,8 23,8
34	93,4	32,7	87,2	31,5	81,2	30,3	75,4	29,0	69,9	162,7	64,5	26,3	59,4 24,8
35	93,5	33,7	87,4	32,5	81,5	31,3	75,8	30,0	70,3	172,8	65,1	27,4	60,0 26,0
36	93,6	34,7	87,6	33,5	81,7	32,3	76,1	31,1	70,8	182,9	65,6	28,5	60,6 27,1
37	93,7	35,8	87,8	34,6	82,0	33,4	76,5	32,1	71,2	193,0	66,1	29,6	61,2 28,2
38	93,8	36,8	87,9	35,6	82,3	34,4	76,8	33,2	71,6	203,1	66,6	30,6	61,7 29,3
39	93,9	37,8	88,1	36,6	82,5	35,4	77,1	34,2	72,0	213,2	67,0	31,7	62,2 30,4
40	94,0	38,8	88,2	37,9	82,7	36,4	77,4	35,2	72,3	223,3	67,4	32,8	62,7 31,5

Fuente: Correlación AHSRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).
Para todo par de cifras, la primera es la humedad relativa (%HR) y la segunda es el punto de rocío (°C).



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE
CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 7 de 11

TABLA PARA EL CALCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y EL PUNTO DE ROCÍO																								
PRESION = 0,76 atm ALTURA = 2040,6 m																								
T. BULBO SECO (°C)	DEPRESION DE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
1	85,3	-1,0																						
2	85,9	0,0	72,2	-2,1																				
3	86,4	0,9	73,3	-1,1	60,6	-3,4																		
4	86,9	2,0	74,3	-0,1	62,1	-2,2	50,3	-4,7																
5	87,4	3,0	75,3	0,9	63,5	-1,1	52,1	-3,5	41,1	-6,3														
6	87,8	4,1	76,1	2,1	64,8	0,0	53,8	-2,3	43,2	-4,9	32,9	-8,0												
7	88,3	5,2	76,9	3,2	66,0	1,0	55,4	-1,1	45,2	-3,5	35,3	-6,4	25,7	-10,0										
8	88,6	6,2	77,7	4,3	67,1	2,2	56,9	0,0	47,1	-2,2	37,5	-4,9	28,3	-8,2	19,3	-12,5								
9	89,0	7,3	78,4	5,4	68,2	3,4	58,3	1,2	48,8	-1,0	39,6	-3,5	30,7	-6,5	22,0	-10,2	13,7	-15,5						
10	89,3	8,3	79,1	6,5	69,2	4,6	59,6	2,5	50,4	0,1	41,5	-2,1	32,9	-4,9	24,6	-8,2	16,5	-12,7	8,7	-19,6				
11	89,6	9,4	79,7	7,6	70,1	5,8	60,9	3,7	51,9	1,5	43,3	-0,8	35,0	-3,4	26,9	-6,4	19,1	-10,3	11,6	-15,8	4,3	-26,0		
12	89,9	10,4	80,3	8,7	71,0	6,9	62,0	4,9	53,4	2,8	45,0	0,4	36,9	-1,9	29,1	-4,7	21,6	-80,2	14,3	-12,8	7,2	-20,0	0,4	-45,0
13	90,2	11,4	80,8	9,8	71,8	8,0	63,1	6,1	54,7	4,1	46,6	1,8	38,8	-0,6	31,2	-3,1	23,9	-6,3	16,9	-10,2	10,0	-15,9	3,4	-26,8
14	90,5	12,5	81,4	10,9	72,6	9,2	64,1	7,3	56,0	5,4	48,1	3,2	40,5	0,7	33,2	-1,6	26,1	-4,5	19,3	-8,0	12,6	-12,7	6,2	-20,2
15	90,7	13,5	81,8	11,9	73,3	10,3	65,1	8,5	57,1	6,6	49,5	4,5	42,1	2,2	35,0	-0,2	28,1	-2,8	21,5	-6,0	15,1	-10,0	8,9	-15,8
16	91,0	14,5	82,3	13,0	74,0	11,4	66,0	9,6	58,2	7,8	50,8	5,8	43,6	3,6	36,7	1,2	30,0	-1,3	23,6	-4,2	17,4	-7,7	11,4	-12,5
17	91,2	15,5	82,7	14,0	74,6	12,5	66,8	10,8	59,3	9,0	52,0	7,1	45,1	5,0	38,3	2,7	31,8	0,1	25,6	-2,4	19,5	-5,6	13,7	-9,7
18	91,4	16,6	83,1	15,1	75,2	13,5	67,6	11,9	60,3	10,2	53,2	8,3	46,4	6,3	39,8	4,1	33,5	1,7	27,4	-0,9	21,6	-3,7	15,9	-7,3
19	91,6	17,6	83,5	16,1	75,8	14,6	68,4	13,0	61,2	11,4	54,3	9,6	47,7	7,6	41,3	5,6	35,1	3,2	29,2	0,6	23,5	-2,0	18,0	-5,1
20	91,8	18,6	83,9	17,2	76,3	15,7	69,1	14,2	62,1	12,5	55,3	10,8	48,9	8,9	42,5	6,9	36,6	4,7	30,8	2,3	25,3	-0,3	19,9	-3,2
21	91,9	19,6	84,2	18,2	76,8	16,8	69,7	15,3	62,9	13,7	56,3	12,0	50,0	10,2	43,9	8,3	38,0	6,2	32,4	3,9	27,0	1,3	21,7	-1,4
22	92,1	20,6	84,6	19,3	77,3	17,8	70,4	16,4	63,7	14,8	57,2	13,2	51,1	11,4	45,1	9,6	39,4	7,6	33,9	5,4	28,6	2,9	23,5	0,2
23	92,3	21,6	84,9	20,3	77,8	18,9	71,0	17,4	64,4	15,9	58,1	14,3	52,1	12,6	46,3	10,9	40,7	8,9	35,3	6,8	30,1	4,5	25,1	2,0
24	92,4	22,7	85,2	21,3	78,2	20,0	71,5	18,5	65,1	17,0	59,0	15,5	53,0	13,8	47,3	12,1	41,9	10,3	36,6	8,3	31,5	6,1	26,6	3,7
25	92,6	23,7	85,5	22,4	78,6	21,0	72,1	19,6	65,8	18,1	59,8	16,6	53,9	15,0	48,4	13,4	43,0	11,6	37,8	9,6	32,9	7,6	28,1	5,3
26	92,7	24,7	85,7	23,4	79,0	22,1	72,6	20,7	66,4	19,2	60,5	17,8	54,8	16,2	49,3	14,6	44,1	12,8	39,0	11,0	34,1	9,0	29,5	6,8
27	92,8	25,7	86,0	24,4	79,4	23,1	73,1	21,7	67,0	20,3	61,2	18,9	55,6	17,4	50,3	15,8	45,1	14,1	40,1	12,3	35,4	10,4	30,8	8,3
28	92,9	26,7	86,2	24,5	79,8	24,1	73,6	22,8	67,6	21,4	61,9	20,0	56,4	18,5	51,1	17,0	46,1	15,3	41,2	13,6	36,5	11,8	32,0	9,8
29	93,1	27,7	86,5	26,5	80,1	25,2	74,0	23,9	68,2	22,5	62,5	21,1	57,1	19,6	52,0	18,1	47,0	16,5	42,2	14,9	37,6	13,1	33,2	11,2
30	93,2	28,7	86,7	27,5	80,4	26,2	74,4	24,9	68,7	23,6	63,2	22,2	57,9	20,8	52,8	19,3	47,9	17,7	43,2	16,1	38,7	14,4	34,3	12,6
31	93,3	29,7	86,9	28,5	80,7	27,3	74,8	26,0	69,2	24,7	63,7	23,3	58,5	21,9	53,5	20,4	48,7	18,9	44,1	17,3	39,6	15,7	35,4	13,9
32	93,4	30,7	87,1	29,5	81,0	28,3	75,2	27,0	69,7	25,7	64,3	24,4	59,2	23,0	54,2	21,6	49,5	20,1	45,0	18,3	40,6	16,9	36,4	15,2
33	93,5	31,8	87,3	30,5	81,3	29,3	75,6	28,1	70,1	26,8	64,8	25,5	59,8	24,1	54,9	22,7	50,3	21,3	45,8	19,8	41,5	18,2	37,4	16,5
34	93,6	32,8	87,5	31,6	81,6	30,3	76,0	29,1	70,6	27,8	65,4	26,5	60,4	25,2	55,6	23,8	51,0	22,4	46,6	20,9	42,4	19,4	38,3	17,8
35	93,7	33,8	87,7	32,6	81,9	31,4	76,3	30,1	71,0	28,9	65,9	27,6	60,9	26,3	56,2	24,9	51,7	23,5	47,4	22,1	43,2	20,6	39,2	19,0
36	93,8	34,8	87,8	33,6	82,1	32,4	76,6	31,2	71,4	29,9	66,3	28,7	61,5	27,4	56,8	26,0	52,4	24,7	48,1	23,3	44,0	21,8	40,0	20,3
37	93,9	35,8	88,0	34,6	82,4	33,4	77,0	32,2	71,8	31,0	66,8	29,7	62,0	28,5	57,4	27,1	53,0	25,8	48,8	24,4	44,7	23,0	40,8	21,5
38	93,9	36,8	88,1	35,6	82,6	34,5	77,3	33,3	72,1	32,0	67,2	30,8	62,5	29,5	58,0	28,2	53,6	26,9	49,5	25,5	45,5	24,1	41,6	22,7
39	94,0	37,8	88,3	36,6	82,8	35,5	77,6	34,3	72,5	33,1	67,6	31,9	63,0	30,6	58,5	29,3	54,2	28,0	50,1	26,7	46,1	25,3	42,3	23,9
40	94,1	38,8	88,4	37,3	83,0	36,5	77,8	35,3	72,8	34,1	68,1	32,9	63,4	31,7	59,0	30,4	54,8	29,1	50,7	27,8	46,8	26,4	43,1	25,0

Fuente: Correlación AHSRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).
Para todo par de cifras, la primera es la humedad relativa (%HR) y la segunda es el punto de rocío (°C).



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 8 de 11

TABLA PARA EL CÁLCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y EL PUNTO DE ROCÍO												
PRESIÓN = 0,89 atm ALTURA = 3010,1 m												
T. BULBO SECO (°C)	DEPRESIÓN DE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	86,2 -0,9											
2	86,7 0,0	73,9 -1,9										
3	87,2 1,0	74,9 -0,8	62,9 -2,9									
4	87,7 2,1	75,8 0,1	64,3 -1,8	53,2 -4,1								
5	88,1 3,2	76,6 1,2	65,5 -0,8	54,8 -2,9	44,5 -5,3							
6	88,5 4,2	77,4 2,3	66,7 0,2	56,4 -1,7	46,4 -4,0	36,7 -6,8						
7	88,8 5,3	78,1 3,4	67,8 1,4	57,8 -0,6	48,1 -2,8	38,8 -5,3	29,8 -8,4					
8	89,2 6,3	78,8 4,5	68,8 2,6	59,1 0,5	49,8 -1,6	40,8 -3,9	32,1 -6,7	23,7 -10,2				
9	89,5 7,4	79,4 5,6	69,7 3,7	60,4 1,7	51,4 -0,4	42,7 -2,6	34,2 -5,2	26,1 -8,3	18,3 -12,3			
10	89,8 8,4	80,0 6,7	70,6 4,9	61,6 2,9	52,8 0,8	44,4 -1,3	36,2 -3,7	28,4 -6,6	20,8 -10,1	13,4 -14,9		
11	90,1 9,4	80,6 7,8	71,5 6,0	62,7 4,1	54,2 2,1	46,0 -0,1	38,1 -2,3	30,5 -5,0	23,2 -8,2	16,0 -12,3	9,2 -18,3	
12	90,4 10,5	81,1 8,9	72,3 7,2	63,7 5,3	55,5 3,3	47,5 1,2	39,9 -1,0	32,5 -3,4	25,4 -6,3	18,5 -9,9	11,8 -14,9	5,4 -23,0
13	90,6 11,5	81,6 9,9	73,0 8,3	64,7 6,5	56,7 4,6	49,0 2,5	41,5 0,2	34,4 -2,0	27,5 -4,7	20,8 -7,9	14,3 -12,1	8,1 -18,2
14	90,9 12,5	82,1 11,0	73,7 9,4	65,6 7,7	57,8 5,8	50,3 3,8	43,1 1,6	36,1 -0,6	29,4 -3,1	22,9 -6,0	16,7 -9,6	10,6 -14,6
15	91,1 13,5	82,5 12,1	74,3 10,5	66,5 8,8	58,9 7,0	51,6 5,1	44,5 3,0	37,8 0,7	31,2 -1,6	24,9 -4,3	18,9 -7,5	13,0 -11,7
16	91,3 14,6	83,0 13,1	75,0 11,6	67,3 9,9	59,9 8,2	52,8 6,4	45,9 4,3	39,3 2,1	33,0 -0,2	26,8 -2,6	20,9 -5,6	15,2 -9,2
17	91,5 15,6	83,4 14,2	75,5 12,6	68,0 11,1	60,8 9,4	53,9 7,6	47,2 5,7	40,8 3,6	34,6 1,2	28,6 -1,1	22,9 -3,8	17,3 -7,0
18	91,7 16,6	83,7 15,2	76,1 13,7	68,8 12,1	61,7 10,5	54,9 8,8	48,4 7,0	42,1 4,9	36,1 2,7	30,3 0,3	24,7 -2,1	19,3 -5,0
19	91,9 17,6	84,1 16,2	76,6 14,8	69,4 13,3	62,5 11,7	55,9 10,0	49,6 8,2	43,4 6,3	37,5 4,2	31,9 1,9	26,4 -0,5	21,2 -3,2
20	92,0 18,6	84,4 17,3	77,1 15,9	70,1 14,4	63,3 12,8	56,9 11,2	50,6 9,5	44,7 7,6	38,9 5,6	33,4 3,4	28,0 0,9	22,9 -1,5
21	92,2 19,7	84,7 18,3	77,6 16,9	70,7 15,5	64,1 14,0	57,8 12,4	51,7 10,7	45,8 8,9	40,2 7,0	34,8 4,9	29,6 2,6	24,6 0,0
22	92,3 20,7	85,0 19,3	78,0 18,0	71,3 16,6	64,8 15,1	58,6 13,5	52,6 11,9	46,9 10,2	41,4 8,3	36,1 6,3	31,0 4,1	26,1 1,7
23	92,5 21,7	85,3 20,4	78,4 19,0	71,8 17,6	65,5 16,2	59,4 14,7	53,6 13,1	47,9 11,4	42,6 9,6	37,4 7,7	32,4 5,6	27,6 3,3
24	92,6 22,7	85,6 21,4	78,8 20,1	72,3 18,7	66,1 17,3	60,2 15,8	54,5 14,2	48,9 12,6	43,6 10,9	38,6 9,0	33,7 7,1	29,0 4,9
25	92,7 23,7	85,8 22,4	79,2 21,2	72,8 19,8	66,7 18,4	60,9 16,9	55,3 15,4	49,9 13,8	44,7 12,1	39,7 10,4	34,9 8,5	30,3 6,4
26	92,9 24,7	86,1 23,5	79,6 22,2	73,3 20,8	67,3 19,5	61,6 18,0	56,0 16,6	50,7 15,0	45,7 13,4	40,8 11,7	36,1 9,8	31,6 7,9
27	93,0 25,7	86,3 24,5	79,9 23,2	73,8 21,9	67,9 20,5	62,2 19,1	56,8 17,7	51,6 16,2	46,6 14,6	41,8 12,9	37,2 11,2	32,8 9,3
28	93,1 26,7	86,5 25,5	80,2 24,2	74,2 22,9	68,4 21,6	62,8 20,2	57,5 18,8	52,4 17,3	47,5 15,8	42,8 14,2	38,2 12,5	33,9 10,7
29	93,2 27,7	86,8 26,5	80,6 25,3	74,6 24,0	68,9 22,7	63,4 21,3	58,2 19,9	53,2 18,5	48,3 17,0	43,7 15,4	39,2 13,8	35,0 12,0
30	93,3 28,8	87,0 27,5	80,9 26,3	75,0 25,0	69,4 23,8	64,0 22,4	58,8 21,0	53,9 19,6	49,1 18,2	44,6 16,6	40,2 15,0	36,0 13,3
31	93,4 29,8	87,2 28,6	81,1 27,3	75,4 26,1	69,9 24,8	64,5 23,5	59,5 22,2	54,6 20,8	49,9 19,3	45,4 17,8	41,1 16,2	37,0 14,6
32	93,5 30,8	87,3 29,6	81,4 28,4	75,7 27,1	70,3 25,9	65,1 24,6	60,1 23,2	55,3 21,9	50,6 20,5	46,2 19,0	42,0 17,5	37,9 15,9
33	93,6 31,8	87,5 30,6	81,7 29,4	76,1 28,2	70,7 26,9	65,6 25,6	60,6 24,3	55,9 23,0	51,3 21,6	47,0 20,2	42,8 18,7	38,8 17,1
34	93,7 32,8	87,7 31,6	81,9 30,4	76,4 29,2	71,1 28,0	66,0 26,7	61,2 25,4	56,5 24,1	52,0 22,7	47,7 21,3	43,6 19,9	39,6 18,3
35	93,8 33,8	87,9 32,6	82,2 31,4	76,7 30,2	71,5 29,0	66,5 27,8	61,7 26,5	57,1 25,4	52,7 23,9	48,4 22,5	44,4 21,0	40,5 19,6

Fuente: Correlación AHSRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).
Para todo par de cifras, la primera es la humedad relativa (%HR) y la segunda es el punto de rocío (°C).



Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 9 de 11

TABLA PARA EL CÁLCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y EL PUNTO DE ROCÍO																								
PRESIÓN = 0.91 atm ALTURA = 3067.8 m																								
T. BULBO SECO (°C)	DEPRESIÓN DE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
1	87,0	-0,8																						
2	87,5	0,1	75,4	-1,6																				
3	87,9	1,1	76,2	-0,6	65,0	-2,5																		
4	88,3	2,2	77,0	0,3	66,2	-1,5	55,7	-3,5																
5	88,7	3,3	77,8	1,4	67,3	-0,4	57,2	-2,4	47,4	-4,6														
6	89,0	4,3	78,5	2,5	68,4	0,6	58,6	-1,3	49,2	-3,4	40,1	-5,8												
7	89,4	5,4	79,2	3,6	69,3	1,7	59,9	-0,2	50,8	-2,2	42,0	-4,4	33,5	-7,0										
8	89,7	6,4	79,8	4,7	70,3	2,9	61,1	0,9	52,2	-1,0	43,7	-3,1	35,5	-5,6	27,6	-8,5								
9	90,0	7,4	80,4	5,8	71,1	4,0	62,2	2,1	53,6	0,0	45,4	-1,9	37,4	-4,1	29,7	-6,8	22,3	-10,1						
10	90,2	8,5	80,9	6,9	71,9	5,2	63,3	3,3	55,0	1,3	46,9	-0,6	39,2	-2,8	31,8	-5,3	24,6	-8,2	17,7	-11,9				
11	90,5	9,5	81,4	7,9	72,7	6,3	64,3	4,5	56,2	2,6	48,4	0,5	40,9	-1,5	33,7	-3,8	26,7	-6,5	20,0	-9,8	13,5	-14,1		
12	90,7	10,5	81,9	9,0	73,4	7,4	65,2	5,7	57,3	3,8	49,8	1,8	42,5	-0,2	35,5	-2,4	28,7	-4,9	22,2	-7,9	15,9	-11,6	9,9	-16,8
13	91,0	11,6	82,3	10,1	74,0	8,5	66,1	6,8	58,4	5,0	51,1	3,1	44,0	1,0	37,2	-1,1	30,6	-3,4	24,3	-6,1	18,2	-9,4	12,3	-13,7
14	91,2	12,6	82,8	11,1	74,7	9,6	66,9	7,9	59,4	6,2	52,3	4,4	45,4	2,3	38,7	0,1	32,3	-1,9	26,2	-4,4	20,3	-7,4	14,6	-11,2
15	91,4	13,6	83,2	12,2	75,3	10,7	67,7	9,1	60,4	7,4	53,4	5,6	46,7	3,7	40,2	1,6	34,0	-0,6	28,0	-2,9	22,2	-5,6	16,7	-8,9
16	91,6	14,6	83,5	13,2	75,8	11,7	68,4	10,2	61,3	8,6	54,5	6,8	47,9	5,0	41,6	3,0	35,6	0,7	29,7	-1,4	24,1	-3,9	18,7	-6,9
17	91,8	15,6	83,9	14,3	76,4	12,6	69,1	11,3	62,2	9,7	55,5	8,0	49,1	6,2	42,9	4,3	37,0	2,2	31,3	0,0	25,9	-2,3	20,6	-5,0
18	91,9	16,7	84,2	15,3	76,9	13,9	69,8	12,4	63,0	10,9	56,5	9,2	50,2	7,5	44,2	5,6	38,4	3,6	32,8	1,4	27,5	-0,8	22,4	-3,3
19	92,1	17,7	84,6	16,3	77,3	14,9	70,4	13,5	63,7	12,0	57,4	10,4	51,2	8,7	45,4	6,9	39,7	5,0	34,3	2,9	29,1	0,6	24,0	-1,7
20	92,3	18,7	84,9	17,4	77,8	16,0	71,0	14,6	64,5	13,1	58,2	11,5	52,2	9,9	46,5	8,2	40,9	6,3	35,6	4,3	30,5	2,1	25,6	-0,2
21	92,4	19,7	85,2	18,4	78,2	17,0	71,5	15,7	65,2	14,2	59,0	12,7	53,2	11,1	47,5	9,4	42,1	7,6	36,9	5,7	31,9	3,6	27,1	1,3
22	92,5	20,7	85,4	19,4	78,6	18,1	72,1	16,7	65,8	15,3	59,8	13,8	54,0	12,3	48,5	10,7	43,2	8,9	38,1	7,1	33,2	5,1	28,5	2,9
23	92,7	21,7	85,7	20,4	79,0	19,1	72,6	17,8	66,4	16,4	60,5	15,0	54,9	13,4	49,4	11,9	44,2	10,2	39,3	8,4	34,5	6,5	29,9	4,4
24	92,8	22,7	85,9	21,5	79,4	20,2	73,1	18,9	67,0	17,5	61,2	16,1	55,7	14,6	50,3	13,1	45,2	11,4	40,3	9,7	35,6	7,9	31,1	5,9
25	92,9	23,7	86,2	22,5	79,7	21,2	73,5	19,9	67,6	18,6	61,9	17,2	56,4	15,7	51,2	14,2	46,2	12,6	41,4	11,0	36,8	9,2	32,3	7,3
26	93,0	24,7	86,4	23,5	80,0	22,3	74,0	21,0	68,1	19,6	62,5	18,3	57,2	16,9	52,0	15,4	47,1	13,8	42,3	12,2	37,8	10,5	33,5	8,7
27	93,1	25,8	86,6	24,5	80,4	23,3	74,4	22,0	68,6	20,7	63,1	19,4	57,8	18,0	52,8	16,5	47,9	15,0	43,3	13,5	38,8	11,8	34,5	10,1
28	93,3	26,8	86,8	25,6	80,7	24,3	74,8	23,1	69,1	21,8	63,7	20,5	58,5	19,1	53,5	17,7	48,7	16,2	44,2	14,7	39,8	13,1	35,6	11,4
29	93,4	27,8	87,0	26,6	81,0	25,4	75,1	24,1	69,6	22,8	64,2	21,5	59,1	20,2	54,2	18,8	49,5	17,4	45,0	15,9	40,7	14,3	36,6	12,7
30	93,4	28,8	87,2	27,6	81,2	26,4	75,5	25,2	70,0	23,9	64,8	22,6	59,7	21,3	54,9	19,9	50,3	18,5	45,8	17,1	41,6	15,5	37,5	13,9
31	93,5	29,8	87,4	28,6	81,5	27,4	75,9	26,2	70,4	25,0	65,3	23,7	60,3	22,4	55,5	21,0	51,0	19,7	46,6	18,2	42,4	16,7	38,4	15,2
32	93,6	30,8	87,6	29,6	81,8	28,4	76,2	27,2	70,9	26,0	65,7	24,7	60,8	23,5	56,1	22,1	51,6	20,8	47,3	19,4	43,2	17,9	39,2	16,4
33	93,7	31,8	87,7	30,6	82,0	29,5	76,5	28,3	71,2	27,1	66,2	25,8	61,4	24,5	56,7	23,2	52,3	21,9	48,0	20,5	44,0	19,1	40,1	17,6
34	93,8	32,8	87,9	31,7	82,2	30,5	76,8	29,3	71,6	28,1	66,6	26,9	61,9	25,6	57,3	24,3	52,9	23,0	48,7	21,7	44,7	20,3	40,8	18,8
35	93,9	33,8	88,1	32,7	82,5	31,5	77,1	30,3	72,0	29,1	67,1	27,9	62,4	26,7	57,8	25,4	53,5	24,1	49,4	22,8	45,4	21,4	41,6	20,0

Fuente: Correlación AHSRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).
Para todo par de cifras, la primera es la humedad relativa (%HR) y la segunda es el punto de rocío (°C).



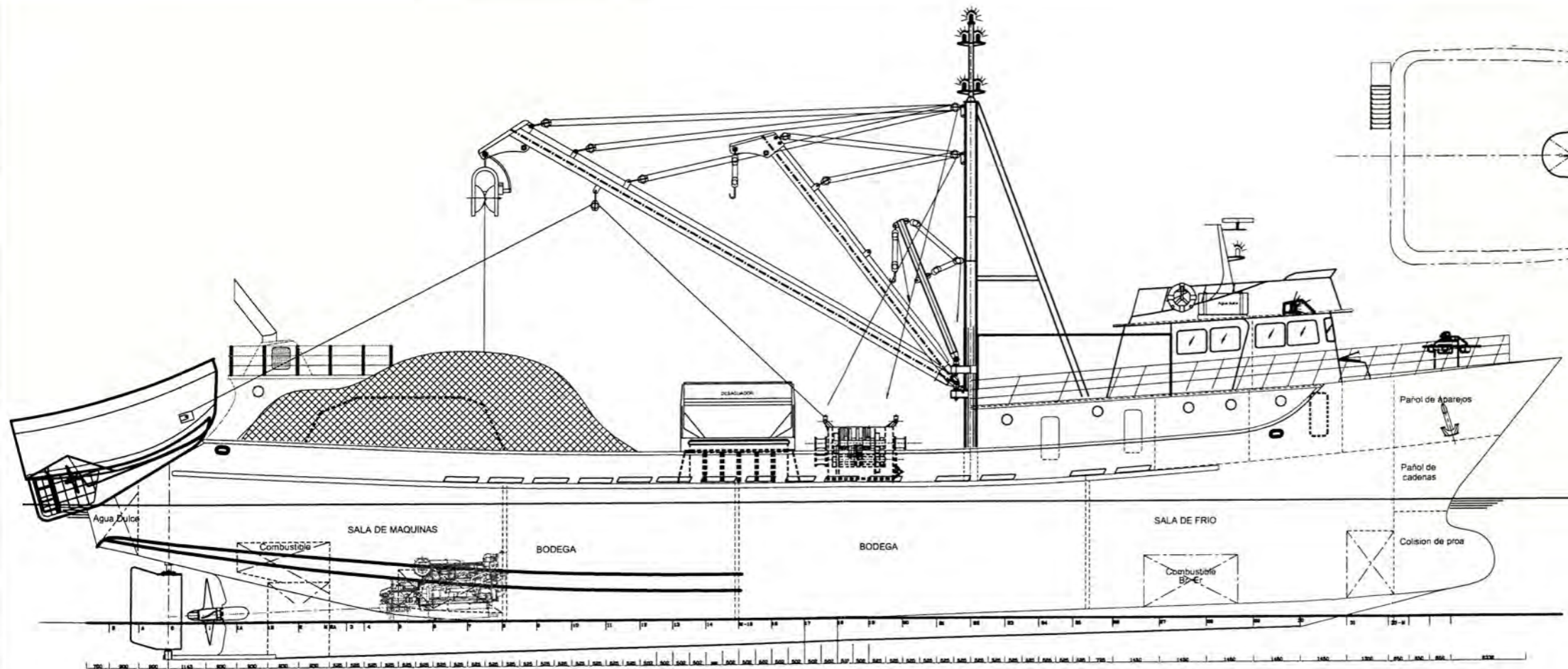
Departamento
Técnico

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

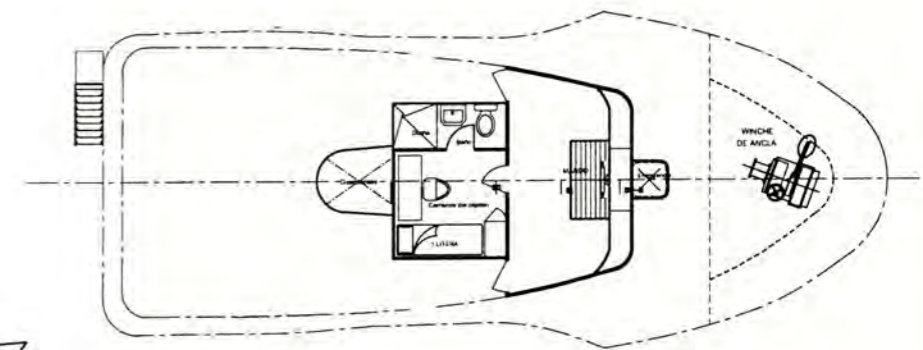
Código: CPP-DT-P01
Revisión: 02
Aprobado: MEC
Fecha: 08 jul 2009
Página 10 de 11

TABLA PARA EL CÁLCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA Y EL PUNTO DE ROCÍO												
PRESIÓN = 682 atm ALTURA = 902,2 m												
DEPRESION DE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO												
T. BULBO SECO (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	87,8	-0,6										
2	88,2	0,2	76,9	-1,4								
3	88,6	1,2	77,6	-0,4	67,1	-2,2						
4	88,9	2,3	78,3	0,5	68,1	-1,1	58,3	-3,0				
5	89,3	3,4	79,0	1,6	69,1	-0,1	59,6	-1,9	50,4	-3,9		
6	89,6	4,4	79,6	2,7	70,0	0,9	60,8	-0,8	51,9	-2,7	43,4	-4,8
7	89,9	5,4	80,2	3,8	70,9	2,0	62,0	0,2	53,4	-1,6	45,1	-3,6
8	90,2	6,5	80,8	4,9	71,7	3,2	63,0	1,4	54,7	-0,4	46,6	-2,3
9	90,4	7,5	81,3	6,0	72,5	4,3	64,0	2,5	55,9	0,6	48,1	-1,2
10	90,7	8,5	81,8	7,0	73,2	5,4	65,0	3,7	57,1	1,9	49,5	0,0
11	90,9	9,6	82,2	8,1	73,9	6,5	65,9	4,9	58,2	3,1	50,8	1,2
12	91,1	10,6	82,6	9,1	74,5	7,6	66,7	6,0	59,2	4,3	52,0	2,4
13	91,3	11,6	83,0	10,2	75,1	8,7	67,5	7,1	60,2	5,5	53,2	3,7
14	91,5	12,6	83,4	11,2	75,7	9,8	68,2	8,2	61,1	6,6	54,2	4,9
15	91,7	13,7	83,8	12,3	76,2	10,8	68,9	9,3	62,0	7,8	55,3	6,1
16	91,9	14,7	84,1	13,3	76,7	11,9	69,6	10,4	62,8	8,9	56,2	7,3
17	92,0	15,7	84,4	14,4	77,2	13,0	70,2	11,5	63,5	10,0	57,1	8,5
18	92,2	16,7	84,8	15,4	77,6	14,0	70,8	12,6	64,3	11,2	58,0	9,6
19	92,3	17,7	85,0	16,4	78,1	15,1	71,4	13,7	64,9	12,3	58,8	10,8
20	92,5	18,7	85,3	17,4	78,5	16,1	71,9	14,8	65,6	13,4	59,6	11,9
21	92,6	19,7	85,6	18,5	78,8	17,2	72,4	15,8	66,2	14,5	60,3	13,0
22	92,7	20,7	85,8	19,5	79,2	18,2	72,9	16,9	66,8	15,5	61,0	14,1
23	92,9	21,8	86,1	20,5	79,6	19,3	73,3	18,0	67,4	16,6	61,7	15,2
24	93,0	22,8	86,3	21,5	79,9	20,3	73,8	19,0	67,9	17,7	62,3	16,3
25	93,1	23,8	86,5	22,6	80,2	21,3	74,2	20,1	68,4	18,8	62,9	17,4
26	93,2	24,8	86,7	23,6	80,5	22,4	74,6	21,1	68,9	19,8	63,5	18,5
27	93,3	25,8	86,9	24,6	80,8	23,4	75,0	22,2	69,4	20,9	64,0	19,6
28	93,4	26,8	87,1	25,6	81,1	24,4	75,3	23,2	69,8	21,9	64,5	20,7
29	93,5	27,8	87,3	26,6	81,4	25,4	75,7	24,2	70,2	23,0	65,0	21,7
30	93,6	28,8	87,5	27,6	81,6	26,5	76,0	25,3	70,6	24,0	65,5	22,8
31	93,7	29,8	87,6	28,7	81,9	27,5	76,3	26,3	71,0	25,1	66,0	23,9
32	93,7	30,8	87,8	29,7	82,1	28,5	76,6	27,3	71,4	26,1	66,4	24,9
33	93,8	31,8	88,0	30,7	82,3	29,5	76,9	28,4	71,8	27,2	66,8	26,0
34	93,9	32,8	88,1	31,7	82,5	30,5	77,2	29,4	72,1	28,2	67,3	27,0
35	94,0	33,8	88,2	32,7	82,8	31,6	77,5	30,4	72,5	29,3	67,6	28,1

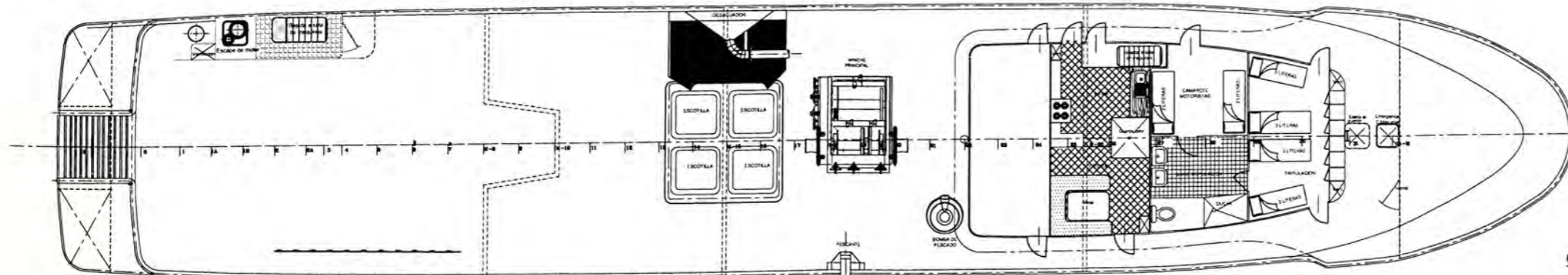
Fuente: Correlación AHSRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).
Para todo par de cifras, la primera es la humedad relativa (%HR) y la segunda es el punto de rocío (°C).



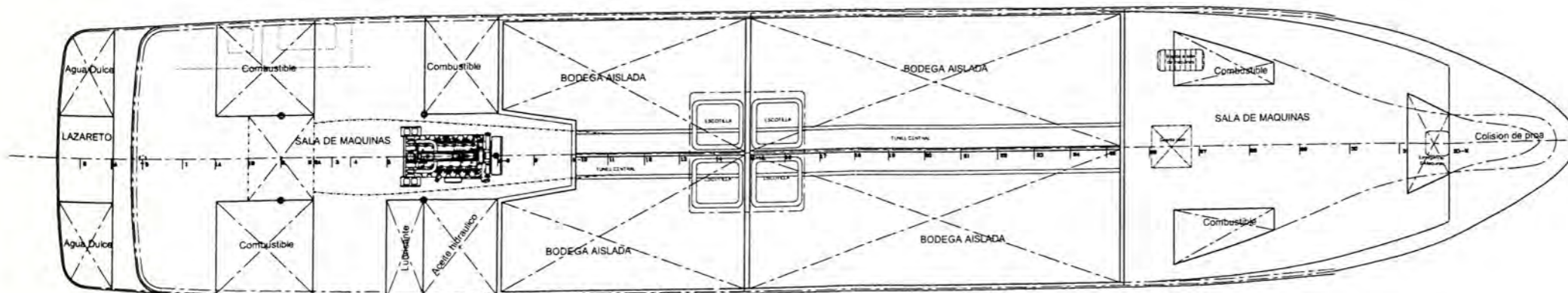
VISTA LONGITUDINAL



PUENTE DE MANDO



CUBIERTA PRINCIPAL



FONDO DEL CASCO

CARACTERISTICAS GENERALES:

ESLORA TOTAL ACTUAL:	45.350 Mts.
ESLORA ORIGINAL:	37.72 Mts.
MANGA:	07.92 Mts.
PUNTAL:	04.20 Mts.
CAPACIDAD DE BODEGAS INSULADA:	350 M3.
CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE:	8000 Galones
CAPACIDAD DE AGUA DULCE:	2800 Galones
POTENCIA DEL MOTOR:	1300 H.P.
DOTACION :	17 HOMBRES
AUTONOMIA:	7 DIAS DE 24 HORAS

REFERENCIA: PLANO DE LINEAS DE FORMAS

ALARGAMIENTO DEL CASCO

ARMADOR:	EMPRESA PESQUERA LIGURIA SAC		
NOMBRE DE LA EMBARCACION:	"CARACOL"		
TRAZADO:	TITULO DEL PLANO	DISPOSICION GENERAL	
AFICHADO:	ESCALA:	1:75	PLANO N°: BA-001-002
FECHA:	DICIEMBRE-2011		