

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>1 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las características mínimas que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los recubrimientos electrolíticos de cromo y níquel sobre acero, hierro, cobre, aluminio, cinc y sus respectivas aleaciones, con excepción de los recubrimientos sobre piezas roscadas de diámetro inferior a 19 mm y resortes, y definir sus propiedades características.

2 DEFINICIONES

Espesor local. Es el espesor real existente en una zona determinada de la superficie recubierta, de extensión no superior a 1 cm².

Espesor medio. Se considera como espesor medio de un recubrimiento sobre una superficie dada de un objeto, el cociente entre el volumen total de metal depositado sobre dicha superficie y el área de la misma.

Espesor nominal. Es el espesor especificado, por debajo del cual no pueden en ningún caso, descender los espesores locales medidos sobre la superficie significativa, según los métodos de ensayo descritos en la presente norma. Solamente pueden exigirse espesores nominales sobre aquellas superficies significativas que puedan ser tocadas por una bola de 20 mm de diámetro. Cuando sea necesario, la superficie significativa debe ser objeto de acuerdo entre fabricante y cliente, y tiene entonces que ser indicada por este último en los planos o sobre una muestra de la pieza por recubrir.

Puntos de corrosión. Son aquellos donde la corrosión penetra en el recubrimiento hasta el metal base y en los cuales se observa a simple vista, la corrosión del metal base.

Superficie significativa. Es aquella que permanece visible cuando la parte recubierta es ensamblada sobre el producto final, o la que puede ser fuente de corrosión visible sobre el producto final.

3 CONDICIONES GENERALES

3.1 CLASIFICACION Y DESIGNACION

Los depósitos electrolíticos de cromo se clasifican de acuerdo con su espesor mínimo para lo cual se establece la tabla No. 1.

3.2 CLASIFICACION DE LAS CONDICIONES DE SERVICIO

La clasificación de las condiciones de servicio objeto de esta norma es la siguiente:

3.2.1 Condición de Servicio Suave (C.S.1). Exposiciones en áreas interiores normalmente secas y cálidas, en las que el recubrimiento estará sujeto a condiciones mínimas de uso y abrasión.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>2 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

3.2.2 Condición de Servicio Moderado (C.S.2). Exposiciones en áreas interiores en donde los recubrimientos estarán sujetos a fenómenos ocasionados por condensación, y/o abrasión.

TABLA No. 1 DEPOSITOS DE CROMO SOBRE NIQUEL

DESIGNACION	ESPESOR MINIMO (EN MICRAS) (*)
Ni 1/Cr	1
Ni 0,5/Cr	0,5
Ni 0,3/Cr	0,3
Ni 0,2/Cr	0,2
Ni 0,1/Cr	0,1

NOTA:
 (*) Esta clasificación corresponde al uso de cromo clásico. Los espesores para los depósitos de cromo microfisurado y microporoso son especificados en el procedimiento de cromado utilizado.

3.2.3 Condición de Servicio Severo (C.S.3). Exposiciones donde se experimentan fenómenos de lluvia en forma ocasional (no frecuentes), rocío o posibles acciones de limpiadores fuertes y soluciones salinas.

3.2.4 Condición de Servicio muy Severo (C.S.4). Exposiciones en un ambiente muy severo de corrosión semejantes a aquellos encontrados en áreas donde existen industrias pesadas, climas tropicales, nieves, temperaturas de congelación, altas temperaturas y también partes que estén sujetas a exposición continua de ambientes salinos.

3.3 DESIGNACION

La designación empleada para denotar cualquier tipo de recubrimiento es la siguiente:

M/Cu Ni r Q Cr s

donde:

M = símbolo químico del metal base

Cu = símbolo químico del cobre si el recubrimiento tiene este elemento (si es necesario se añade el espesor de cobre en micras) (μm)

Ni = símbolo químico del níquel

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>3 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

r = espesor nominal total de níquel en micras (μm) ($\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$)

Q = tipo de níquel

p - níquel semi-brillante

b - níquel brillante

d - níquel de doble capa

d - níquel de capa triple o múltiple

Cr = símbolo químico del cromo

s = tipo de cromo (ver el numeral 3.4.3.2) (añadir el espesor nominal si es necesario).

3.4 MATERIALES, DISEÑO Y FABRICACION

3.4.1 Apariencia. A simple vista, la superficie significativa de las piezas recubiertas debe estar libre de defectos, tales como burbujas, rugosidades, grietas o fisuras, áreas sin recubrir, cavidades y/o manchado o decolorado.

La pieza recubierta debe estar limpia y libre de daños. El comprador debe especificar el tipo de acabado requerido.

3.4.2 Superficie significativa. Sólo se pueden especificar espesores nominales sobre aquellas superficies significativas que puedan ser tocadas con una esfera de 20 mm de diámetro.

A menos de que exista acuerdo previo entre productor y comprador, los puntos en los cuales se medirán los espesores nominales, estarán especificados en los planos de diseño de la pieza y estos serán tomados proporcionalmente dentro de las zonas de alta, media y baja densidad de corriente.

3.4.3 Fabricación

3.4.3.1 Modo de fabricación. A menos que se especifique lo contrario, el modo de fabricación, quedará a la elección del fabricante.

3.4.3.2 Tipos de depósitos de cromo

a) Cromo clásico o regular (r). Es aquel usado en recubrimientos convencionales de cromo sin ninguna característica particular. Su espesor varía entre 0,1 μm y 1 μm .

b) Cromo microfisurado (mf). Es aquel obtenido en baños de cromo especiales, destinados a conseguir, sobre la totalidad de la superficie significativa, una red de fisuras, siendo su espesor generalmente de 0,3 μm a 0,8 μm .

<p style="text-align: center;">REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p style="text-align: center;">MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p style="text-align: center;">NTMD - 0034</p> <hr/> <p style="text-align: center;">4 DE 19</p> <hr/> <p style="text-align: center;">94-11-10</p>
--	---	--

c) Cromo microporoso (mp). Es aquel tipo de cromo obtenido como recubrimiento cuando se aplica una capa de níquel brillante, conteniendo partículas no conductoras, sobre depósitos corrientes de níquel brillante, semibrillante o de capas dobles, triples o múltiples, antes del proceso de cromado. Los espesores de este tipo de cromo van de 0,3 μm a 0,5 μm .

4 REQUISITOS

4.1 CORROSION

La corrosión de los recubrimientos ensayados según uno de los ensayos de corrosión establecidos en la presente norma (Ver el numeral 6.1) y evaluados según lo establecido en el numeral 6.1.4 no debe estar por debajo de 6, según la escala de corrosión; así mismo, la dimensión máxima de cualquier punto no deberá exceder de 1,5 mm.

4.2 ESPESORES NOMINALES DE CROMO

El espesor mínimo de cromo para cada condición de servicio y tipo de recubrimiento (ver las tablas Nos. 2, 3, 4, 5 y 6) medido según lo establecido en el numeral 6.2 de la presente norma, debe ser de 0,1 μm .

4.3 ADHERENCIA

Los recubrimientos ensayados según lo establecido en el numeral 6.3 de la presente norma, no deben desprenderse del metal base o entre sí.

4.4 MICROPOROS

Los recubrimientos ensayados según lo establecido en el numeral 6.4 de la presente norma, deben presentar un mínimo de 10 000 poros/cm². Los poros deben ser invisibles a simple vista y el espesor de la capa de cromo poroso no debe ser menor que 0,3 μm .

4.5 MICROFISURAS

Los recubrimientos ensayados según lo establecido en el numeral 6.4 de la presente norma, deben presentar un mínimo de 250 fisuras/cm en cualquier dirección, formando una red intrincada sobre toda la superficie significativa. El espesor mínimo de la capa de cromo microfisurado no debe ser menor que 0,3 μm .

5 TOMA DE MUESTRAS Y CRITERIO DE ACEPTACION O RECHAZO

De modo general, fabricante y cliente fijarán los criterios para definir los lotes para la recepción, tamaños de los mismos, número de piezas por ensayar de cada lote, porcentaje de las piezas defectuosas que da lugar al rechazo de un lote, tipos de ensayo y, en general, todos los datos requeridos para el muestreo y recepción; en caso de existir varios métodos de verificación para una misma característica, previamente se acordará el método a emplear.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>5 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

El comprador debe indicar, además de la referencia de esta norma, el metal base y el número indicativo de las condiciones de servicio. En general no es necesario precisar el tipo de recubrimiento, en cuyo caso el fabricante queda en libertad de suministrar un tipo cualquiera de los indicados en las tablas del capítulo 3, para cada grado de severidad, y lo comunicará al comprador si éste lo solicita. En aquellos casos que se juzgue necesario un tipo determinado de recubrimiento, se debe añadir la designación del mismo.

TABLA No. 2 RECUBRIMIENTO SOBRE HIERRO O ACERO COBREADO

CONDICION DE SERVICIO	TIPOS DE RECUBRIMIENTO
CS4	Fe /Cu 20 Ni 25 b Cr mf Fe /Cu 20 Ni 25 b Cr mp
	Fe /Cu 20 Ni 30 p Cr r Fe /Cu 20 Ni 25 p Cr mf Fe /Cu 20 Ni 25 p Cr mp
	Fe /Cu 20 Ni 30 d Cr r Fe /Cu 20 Ni 25 d Cr mf Fe /Cu 20 Ni 25 d Cr mp
CS3	Fe /Cu 20 Ni 30 b Cr r Fe /Cu 20 Ni 20 b Cr mf Fe /Cu 20 Ni 20 b Cr mp
	Fe /Cu 15 Ni 25 p Cr r Fe /Cu 15 Ni 20 p Cr mf Fe /Cu 15 Ni 20 p Cr mf
	Fe /Cu 15 Ni 25 d Cr r Fe /Cu 15 Ni 20 d Cr mf Fe /Cu 15 Ni 20 d Cr mp
CS2 (*)	Fe /Cu 20 Ni 10 b Cr r
CS1 (*)	Fe /Cu 10 Ni 5 b Cr r
<p>NOTA: * El níquel "b" puede ser sustituido por níquel "p" o "d" El cromo "r" puede ser sustituido por cromo "mf" o "mp"</p>	

6 METODOS DE ENSAYO

6.1 ENSAYOS DE CORROSION

6.1.1 Ensayo de Corrodokote

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>6 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

TABLA No. 3 RECUBRIMIENTOS SIN COBRE SOBRE HIERRO O ACERO

CONDICION DE SERVICIO	TIPOS DE RECUBRIMIENTO
CS4	<p>Fe /Ni 40 b Cr mf Fe /Ni 40 b Cr mp Fe /Ni 40 p Cr r Fe /Ni 30 p Cr mf Fe /Ni 30 p Cr mp</p> <p>Fe /Ni 40 d Cr r Fe /Ni 30 d Cr mf Fe /Ni 30 d Cr mp</p>
CS3	<p>Fe /Ni 40 b Cr r Fe /Ni 30 b Cr mf Fe /Ni 30 b Cr mp</p> <p>Fe /Ni 30 p Cr r Fe /Ni 25 p Cr mf Fe /Ni 25 p Cr mp</p> <p>Fe /Ni 30 d Cr r Fe /Ni 25 d Cr mf Fe /Ni 25 d Cr mp</p>
CS2 (*)	Fe /Ni 20 b Cr r
CS1 (*)	Fe /Ni 10 b Cr r
<p>NOTA: * El níquel "b" puede ser sustituido por níquel "p" o "d" El cromo "r" puede ser sustituido por cromo "mf" o "mp"</p>	

6.1.1.1 Equipo de ensayo

- a) Aparatos
- Brocha de aproximadamente 25 mm de espesor, de cerdas suaves.
 - Cámara con circulación de aire que permita una humedad relativa de 90% a una temperatura de 40 °C de manera que no exista condensación de vapor de agua sobre las piezas en ensayo.
- b) Reactivos
- Solución en partes iguales de alcohol con éter o acetona.
 - Solución de nitrato cúprico. Se disuelven 2,5 g de nitrato cúprico (Cu (NO₃)₂·3H₂O) en agua destilada, hasta 500 ml.
 - Solución de cloruro férrico. Se disuelven 2,5 g de cloruro férrico

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>7 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

(FeCl₃.6H₂O) en agua destilada, hasta 500 ml. (Este reactivo no se debe conservar por más de 2 semanas).

- Solución cloruro amónico. Se disuelven 50 g de cloruro amónico (NH₄CL) en agua destilada, hasta 500 ml.

Preparación de la mezcla corrosiva:

- Se mezclan 7 ml de la solución de nitrato cúprico (Cu (NO₃)₂.3H₂O) con 33 ml de la solución de cloruro férrico (FeCl₃.6H₂O) y 10 ml de la solución de cloruro amónico (NH₄CL).

- Se añaden 30 g de caolín de grano fino y se mezcla con una varilla de vidrio hasta que dicha mezcla se homogenice.

- Se recomienda preparar la mezcla minutos antes de su utilización. La presente solución cubre aproximadamente una superficie de 3 m².

6.1.1.2 Material por ensayar. El material por ensayar consiste en piezas de hierro, cinc, aluminio o sus aleaciones respectivamente con recubrimiento de níquel-cromo para las condiciones de servicio CS4 y CS3.

TABLA No. 4 RECUBRIMIENTOS SOBRE CINCO Y SUS ALEACIONES

CONDICION DE SERVICIO	TIPOS DE RECUBRIMIENTO
CS4	Zn /Cu Ni 35 b Cr mf Zn /Cu Ni 35 b Cr mp
	Zn /Cu Ni 35 p Cr r Zn /Cu Ni 25 p Cr mf Zn /Cu Ni 25 p Cr mp
	Zn /Cu Ni 35 d Cr r Zn /Cu Ni 25 d Cr mf Zn /Cu Ni 25 d Cr mp
CS3	Zn /Cu Ni 35 b Cr r Zn /Cu Ni 25 b Cr mf Zn /Cu Ni 25 b Cr mp
	Zn /Cu Ni 25 p Cr r Zn /Cu Ni 20 p Cr mf Zn /Cu Ni 20 p Cr mp
	Zn /Cu Ni 25 d Cr r Zn /Cu Ni 20 d Cr mf Zn /Cu Ni 20 d Cr mp
CS2 (*)	Zn /Cu Ni 15 b Cr r
CS1 (*)	Zn /Cu Ni 8 b Cr r
NOTA:	

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>8 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

* El níquel "b" puede ser sustituido por níquel "p" o "d"
El Cr "r" puede ser sustituido por cromo "mf" o "mp"

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>9 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

TABLA No. 5 RECUBRIMIENTOS SOBRE COBRE Y SUS ALEACIONES

CONDICION DE SERVICIO	TIPOS DE RECUBRIMIENTO
CS4	<p>Cu /Ni 25 b Cr mf Cu /Ni 25 b Cr mp Cu /Ni 30 p Cr r Cu /Ni 25 p Cr mf Cu /Ni 25 p Cr mp Cu /Ni 30 d Cr r Cu /Ni 25 d Cr mf Cu /Ni 25 d Cr mp</p>
CS3 (*)	Cu /Ni 20 b Cr r
CS2 (*)	Cu /Ni 10 b Cr r
CS1 (*) (**)	Cu /Ni 5 b Cr r
<p>NOTAS: * El níquel "b" puede ser sustituido por níquel "p" o "d" El cromo "r" puede ser sustituido por cromo "mf" o "mp" ** Cuando el recubrimiento es aplicado únicamente con propósito anti-empañante, el espesor mínimo puede reducirse a 2 µm por acuerdo entre las partes interesadas.</p>	

TABLA No. 6 RECUBRIMIENTOS SOBRE ALUMINIO Y SUS ALEACIONES

CONDICION DE SERVICIO	TIPOS DE RECUBRIMIENTO
CS4	<p>Al /Ni 40 p Cr r Al /Ni 35 p Cr mf Al /Ni 35 p Cr mp</p>
CS3	<p>Al /Ni 40 b Cr r Al /Ni 35 b Cr mf Al /Ni 35 b Cr mp</p> <p>Al /Ni 30 p Cr r Al /Ni 25 p Cr mf Al /Ni 25 p Cr mp</p> <p>Al /Ni 30 d Cr r Al /Ni 25 d Cr mf Al /Ni 25 d Cr mp</p>
CS2 (*)	Al /Ni 20 b Cr r
CS1 (*)	Al /Ni 10 b Cr r
<p>NOTA: * El níquel "b" puede ser sustituido por níquel "p" o "d" El cromo "r" puede ser sustituido por cromo "mf" o "mp"</p>	

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>10 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

6.1.1.3 Procedimiento

- a) Se desengrasa el material por ensayar con una mezcla en partes iguales de alcohol con éter o con acetona.
- b) Se cubre enteramente la superficie significativa del material por ensayar con la mezcla corrosiva mediante una brocha, realizando movimientos circulares.
- c) Se uniformiza la capa moviendo la brocha en forma suave y en una sola dirección. El espesor de la capa será de 0,05 mm aproximadamente.
- d) Se deja secar durante una hora, a temperatura ambiente y una atmósfera de humedad relativa inferior al 50%.
- e) Se coloca en la cámara a una temperatura de $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa entre 90% y 98%, sin condensación.

Para la duración de los ensayos ver tabla No. 7.

- f) Cuando se requieren dos ciclos de ensayo, se limpia la pasta corrosiva en una corriente de agua con una esponja después del primer ciclo y luego se aplica nuevamente pasta corrosiva fresca y se comienza de nuevo como se indica en el numeral 6.1.1.3, literales a) a e).
- g) Las muestras de ensayo de metal base, acero o hierro, se secan y se inspeccionan. Se determina la frecuencia de los puntos de corrosión sobre la base de los puntos de oxidación visibles sobre la pasta.
- h) Para examinar algún deterioro en la apariencia, se limpia la superficie de la muestra de ensayo con una corriente de agua y una esponja, se seca y se inspecciona.
- i) En muestras de aluminio o cinc y sus respectivas aleaciones, la pasta se limpia con una corriente de agua y una esponja, se seca y se inspecciona. Se determina la frecuencia de los puntos de corrosión sobre la base del número de puntos presentes con evidencia de corrosión y luego se examina cualquier deterioro en la apariencia de la pieza.
- j) La evaluación, la expresión de los resultados y el informe se realizan según se indica en el numeral 6.1.4 de la presente norma.

6.1.2 Ensayo de niebla salina cupro-acética (NSCA)

6.1.2.1 Equipo de ensayo

- a) Aparatos. Cámara salina con las siguientes características:
 - Dispositivos para atomizar la solución salina a través de una o más toberas por aire comprimido.

<p style="text-align: center;">REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p style="text-align: center;">MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p style="text-align: center;">NTMD - 0034</p> <hr/> <p style="text-align: center;">11 DE 19</p> <hr/> <p style="text-align: center;">94-11-10</p>
--	---	---

- Las gotas formadas y acumuladas en el techo o en las paredes de la cámara no podrán caer sobre el material por ensayar y las gotas que se desprendan del material por ensayar no podrán ser devueltas al depósito de solución salina por atomizar.
- La cámara debe poseer los dispositivos que permitan mantener durante el período de ensayo las siguientes condiciones: 100% de humedad relativa y una temperatura de $49\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- El material utilizado en la construcción de la cámara será tal que no afecte el poder corrosivo de la atmósfera presente.

El aire comprimido utilizado en la atomización debe ser humedecido mediante el paso a través de un depósito de agua mantenida termostáticamente a la temperatura del ensayo. Esta agua debe contener menos de 100 p.p.m. de sólidos, o una conductividad menor de 0,002 S/m (Un Siemens (S) equivale a un Ω^{-1}).

b) Reactivos

Solución salina con la siguiente preparación:

Se disuelven 50 g \pm 5 g de cloruro de sodio (NaCl) y 0,26 g \pm 0,02 g de cloruro cúprico (CuCl_2) en agua con un contenido de menos de 100 p.p.m de sólidos o una conductividad menor de 0,002 S/m, hasta un volumen de un litro.

Se añade ácido acético glacial (CH_3COOH) hasta ajustar el pH a $3,2 \pm 0,1$.

6.1.2.2 Material por ensayar

El material por ensayar consiste en piezas de hierro, zinc, cobre o aluminio o sus aleaciones respectivas con recubrimiento de níquel-cromo para las condiciones de servicio CS4 y CS3.

6.1.2.3 Procedimiento

- a) Se limpia el material por ensayar, inmediatamente antes de comenzar la prueba, con un algodón impregnado con una solución de 10 g de polvo de óxido de magnesio (puro) en 100 ml de agua destilada, luego se enjuaga en una corriente de agua y finalmente se seca.
- b) Los bordes y las áreas con marcas de identificación se protegen con cera o cualquier otro material que resista la prueba.
- c) Se coloca el material en la cámara bajo las siguientes condiciones:
 - La superficie significativa debe ser colocada en su posición de trabajo con 15° a 30° de inclinación con respecto a la vertical y paralela al flujo de niebla de la cámara.
 - Las muestras o materiales por ensayar no pueden tener contacto entre sí o con cualquier otro material que pueda influenciar el proceso.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>12 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

- Cada muestra deberá ser colocada de tal forma que permita la libre circulación de niebla en todas las demás muestras.
- Se eleva y se mantiene la temperatura de la cámara a $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Se atomiza la solución salina de manera que por cada $8\ 000\ \text{mm}^2$ de superficie horizontal puedan recogerse de 1,0 a 2,0 ml de solución cada hora. La concentración del cloruro de sodio de la solución recolectada deberá mantenerse entre 4,5% y 5,5% en peso.
- Se mantiene así en la cámara, por un período según la tabla No. 7 y en las condiciones antes establecidas.
- Se saca de la cámara el material ensayado y se remueve la solución salina luego se limpia con agua y se seca.
- A cada muestra se le debe determinar la frecuencia de puntos de corrosión, sobre la base del número de puntos presentes que evidencian corrosión en el metal base.
- Para examinar si existe algún deterioro en la apariencia, se debe limpiar la superficie de la muestra de ensayo con un abrasivo suave para remover los productos de corrosión, luego se enjuaga con agua limpia y finalmente se seca.
- La evaluación, la expresión de los resultados y el informe se realizan según se indica en el numeral 6.1.4 de la presente norma.

6.1.3 Ensayo de la niebla salina simple (NSS)

6.1.3.1 Equipo de ensayo

a) Aparatos

Cámara salina. Esencialmente, esta cámara es la misma descrita en el numeral 6.1.2.1 a), con la diferencia de que la temperatura dentro de ella será de $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante el ensayo.

b) Reactivos

Solución salina con la siguiente preparación:

- Se disuelven $50\ \text{g} \pm 5\ \text{g}$ de cloruro de sodio (NaCl) en agua destilada que no tenga mas de 100 p.p.m. de sólido o que su conductividad no sea mayor que 0,002 S/m, hasta completar un litro.
- Se añade ácido acético glacial (CH_3COOH) hasta ajustar el pH a $3,2 \pm 0,1$ a una temperatura de 25°C .

6.1.3.2 Material por ensayar. El material por ensayar consiste en piezas de hierro, cobre, zinc, o aluminio, o sus aleaciones respectivas, con recubrimiento de níquel-cromo.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>13 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

6.1.3.3 Procedimiento

- a) El procedimiento es el mismo que el descrito para el ensayo de la niebla salina cupro-acética (ver el numeral 6.1.2.3) sólo que la temperatura de la cámara salina debe ser de $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- b) Se mantiene por un período de tiempo según se indica en la tabla No. 7 a las condiciones antes mencionadas.
- c) El material ensayado se saca de la cámara y se remueve la solución salina, luego se limpia con agua y se seca.
- d) A cada muestra se le debe determinar la frecuencia de puntos de corrosión, sobre la base del número de puntos presentes que evidencien corrosión en el metal base.
- e) Para examinar si existe algún deterioro en la apariencia, se debe limpiar la superficie de la muestra de ensayo con un abrasivo para remover los productos de corrosión, luego se enjuaga con una corriente de agua y finalmente se seca.
- f) La evaluación, la expresión de los resultados y el informe se realizan según se indica en el numeral 6.1.4 de la presente norma.

6.1.4 Método de evaluación de los ensayos de corrosión

6.1.4.1 Equipo de ensayo

Lámina de plástico transparente y flexible, reticulada en cuadros de 5 mm x 5 mm.

TABLA No. 7 DURACION DE LOS ENSAYOS DE CORROSION

METAL BASE	CONDICIONES DE SERVICIO	ENSAYO DE CORROSION (DURACION EN HORAS)		
		NCSA	CORRODKOTE	NSS
Fe, Zn y Al	CS4	24	2 x 16	144
	CS3	16	16	96
	CS2	--	---	24
	CS1	--	---	8
Cu	CS4	16	--	96
	CS3	--	--	24
	CS2	--	--	8
	CS1	--	--	--

6.1.4.2 Material por ensayar

El material por ensayar consiste en la muestra ensayada, según uno de los ensayos de corrosión contemplados en la presente norma, con una superficie significativa mayor de 25 mm^2 .

6.1.4.3 Procedimiento.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>14 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

a) Cada artículo se examina para determinar que puntos y/o grietas han penetrado el recubrimiento, dando como resultado corrosión en el metal base. Si algún punto o grieta, tiene una superficie mayor de 2,5 mm² el artículo falla el ensayo.

b) Se evalúa el resultado de los ensayos de corrosión acelerados sobre el o los artículos de acuerdo con lo indicado en los siguientes puntos:

- Se divide, el área de la superficie significativa de la muestra de ensayo, en cuadros de 5 mm por lado, con la ayuda de una lámina de plástico transparente y flexible, reticulada en cuadros de 5 mm por lado.

- Se cuenta el número total de cuadros de 5 mm² de superficie significativa y se anota este número como N.

- Se cuenta el número total de cuadros de 5 mm² que tengan uno o mas puntos y/o grietas de corrosión.

Cuando se evalúa el resultado de los ensayos de corrosión, los cuadros con mas de la mitad de su área dentro de la superficie significativa por evaluar se consideran como cuadros completos, de lo contrario no se consideran. Si un punto de corrosión está en más de un cuadrado, se cuenta solo una vez. Si una grieta está en mas de un cuadro, se contará una vez por cada cuadro en que se encuentra.

6.1.4.4 Expresión de los resultados. Se determina la frecuencia de puntos de corrosión en porcentaje, según la siguiente ecuación:

$$\text{FRECUENCIA} = 100 \frac{n}{N}$$

donde:

n = número de cuadros con uno o más puntos de corrosión

N = número de cuadros sobre la superficie significativa por evaluar

6.1.4.5 Informe

Se asigna un número según la escala de graduación de la tabla No. 8, de acuerdo con la frecuencia de puntos de corrosión.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>15 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

TABLA No. 8 GRADO DE CORROSION SEGUN LA FRECUENCIA DE LOS PUNTOS DE CORROSION

FRECUENCIA (%)	ESCALA DE CORROSION
0	10
más de 0 hasta 0,25	9
más de 0,25 hasta 0,5	8
más de 0,5 hasta 1	7
más de 1 hasta 2	6
más de 2 hasta 4	5
más de 4 hasta 8	4
más de 8 hasta 16	3
más de 16 hasta 32	2
más de 32 hasta 64	1
más de 64	0

6.2 ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL ESPESOR DE CROMO (METODO CULOMBIMETRICO)

6.2.1 Equipo de ensayo

- a) Célula electrolítica provista de un anillo de goma de cierre estanco.
- b) Agitador
- c) Disolución de 62 ml de ácido ortofosfórico ($d = 1,75$) diluidos en un litro de agua.

6.2.2 Material por ensayar. El material por ensayar consiste en una pieza con un recubrimiento electrolítico de acuerdo con el alcance de la presente norma.

6.2.3 Procedimiento.

- a) Se limpia la zona por analizar con un paño humedecido y si fuera necesario, con un disolvente orgánico.
- b) Se aplica una célula electrolítica, provista de un anillo de goma de cierre estanco, con el cátodo anular incorporado, de forma que el área del círculo de recubrimiento expuesta a la disolución sea conocida.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>16 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

c) Se añade la disolución en la célula y si se juzga conveniente se inserta un agitador según el aparato utilizado o el espesor del recubrimiento.

d) Se conecta con la pieza anódica y se continúa la electrólisis hasta la disolución total del cromo, lo que se aprecia por un cambio súbito del potencial anódico.

e) Se anota la cantidad de electricidad consumida.

f) Se examina la zona atacada para asegurarse que se ha eliminado toda la capa de cromo.

6.2.4 Expresión de los resultados. El espesor de la capa de cromo se calcula, asumiendo 100% de rendimiento a la corriente eléctrica, mediante la siguiente fórmula:

$$e = 0,126 \frac{Q}{A}$$

donde:

- e = Espesor de la capa de cromo en micras.
Q = Cantidad de carga eléctrica en culombios.
A = Area atacada en centímetros cuadrados

6.3 ENSAYO DE ADHERENCIA

6.3.1 Ensayo de limado

6.3.1.1 Equipo de ensayo

- a) Sierra para cortar metales
b) Lima gruesa para metales de 150 mm a 200 mm de longitud

6.3.1.2 Material por ensayar. El material por ensayar consiste en piezas de hierro, zinc, aluminio, cobre, o sus aleaciones, respectivamente, con recubrimiento electrolítico de níquel-cromo.

6.3.1.3 Procedimiento

- a) Se corta el material por ensayar, perpendicular a la superficie significativa
b) Se lima, con una lima gruesa tratando de desprender el recubrimiento, con un ángulo de 4° con respecto a la superficie cortada.

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>17 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

6.3.2 Ensayo de templado

6.3.2.1 Equipo de ensayo. Horno para elevar y mantener por un período de una hora, una temperatura de acuerdo con el numeral 6.3.2.3 a) y con una tolerancia de ± 10 °C.

6.3.2.2 Material por ensayar. El material por ensayar consiste en piezas de zinc o sus aleaciones con recubrimientos electrolíticos de níquel-cromo.

Este método puede causar efectos adversos a las propiedades del material por ensayar.

6.3.2.3 Procedimiento

a) Se coloca el material por ensayar durante una hora en un horno, a la siguiente temperatura, según el metal base:

Fe = 300 °C ± 10 °C

Zn = 150 °C ± 10 °C

Cu = 250 °C ± 10 °C

Al = 250 °C ± 10 °C

b) Se temple en agua a temperatura ambiente.

6.3.3 Ensayo de seccionamiento del revestimiento

6.3.3.1 Equipo de ensayo. Garfio de carburo de tungsteno, similar al mostrado en la figura No. 1, con un mango de aproximadamente 15 mm de lado de sección transversal.

6.3.3.2 Material por ensayar. El material por ensayar consiste en piezas de hierro, cinc, aluminio, cobre o sus aleaciones con recubrimiento electrolítico de níquel-cromo.

6.3.3.3 Procedimiento

a) Se coloca el garfio sobre la superficie de la muestra de manera que el mango quede paralelo a dicha superficie, tal como se indica en la figura No. 1.

b) Se hace una hendidura de aproximadamente 3 mm de profundidad, de manera que llegue hasta el metal base.

6.4 DETERMINACION DE POROS Y GRIETAS EN RECUBRIMIENTOS DE CROMO

6.4.1 Examen visual. Se examina la superficie con luz reflejada en un microscopio óptico con 100X de aumento. Se puede usar un aumento mayor en caso de grietas muy finas. Según el aumento usado, se medirá una longitud tal, que al menos incluya 40 grietas.

6.4.2 Método del cobre depositado

6.4.2.1 Resumen del ensayo. Se somete la pieza a la acción de un baño electrolítico de

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p>
		<p>18 DE 19</p>
		<p>94-11-10</p>

sulfato de cobre, (CuSO_4) a baja densidad de corriente o bajo voltaje. En estas condiciones el cobre sólo se deposita en las grietas, poros, y otras discontinuidades. A continuación se cuentan las grietas o los poros según lo indicado en el numeral 6.4.1.

6.4.2.2 Reactivos. Electrólito conteniendo 200 g/l de sulfato de cobre cristalizado y 20 g/l de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

6.4.2.3 Procedimiento. Este ensayo se realiza en mejores condiciones, cuando se realiza inmediatamente después de la operación de recubrimiento.

Si el ensayo se retrasa, se debe desengrasar la pieza por medios químicos, evitando los tratamientos electrolíticos.

La densidad de corriente será de 30 A/m^2 .

La muestra se mantiene en el baño a temperatura ambiente, aproximadamente durante un minuto.

La muestra y la pieza que actuará de ánodo se deben conectar a la fuente de corriente antes de la inmersión.

Si el ensayo tiene lugar varios días después de la electrodeposición de cromo, se debe introducir la muestra en un baño de 10 g/l a 20 g/l de disolución de ácido nítrico (HNO_3) a 95°C aproximadamente, durante 4 min, antes de proceder al depósito de cobre, para favorecer la manifestación de las grietas.

6.4.2.4 Expresión de los resultados. Se realizan tres determinaciones consecutivas del número de microporos y microgrietas y luego se toma el promedio de estas tres mediciones.

7 EMPAQUE Y ROTULADO

7.1 MARCACION

Todos los recubrimientos llevarán marcados con características indelebles y en un lugar visible que no sea la superficie significativa, las indicaciones siguientes:

- a) Marca registrada o nombre de la persona o empresa que efectuó el recubrimiento.
- b) Nombre del país donde se efectuó el recubrimiento.
- c) La terminología compuesta por tres dígitos CMN donde:
 - C es el número de la condición de servicio.
 - M es el símbolo químico del metal: 1 para Fe, 2 para Zn, 3 para Al, y 4 para Cu.
 - N es el tipo de níquel (p, b, o d).

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p> <hr/> <p>19 DE 19</p> <hr/> <p>94-11-10</p>
--	---	---

7.2 EMBALAJE

El producto se embalará de forma tal que durante el transporte o almacenamiento no sufra deterioro que afecte su utilización posterior.

8 APENDICE

8.2 ANTECEDENTE

AENOR. Recubrimientos electrolíticos de níquel y cromo. Madrid. 1 975. 8p. (UNE 37-551-75).

AFNOR. Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques. Dépôts électrolytiques de nickel et de chrome. 1 985. 40 p. (NF A 91-101).

COVENIN. Recubrimientos electrolíticos de níquel y cromo sobre metales. 1983. 39 p. (COVENIN 387-83).

<p>REPUBLICA DE COLOMBIA</p>  <p>MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL</p>	<p>RECUBRIMIENTOS ELECTROLITICOS DE CROMO Y NIQUEL PARA PROPOSITOS GENERALES</p>	<p>NTMD - 0034</p> <hr/> <p>20 DE 19</p> <hr/> <p>94-11-10</p>
--	--	--

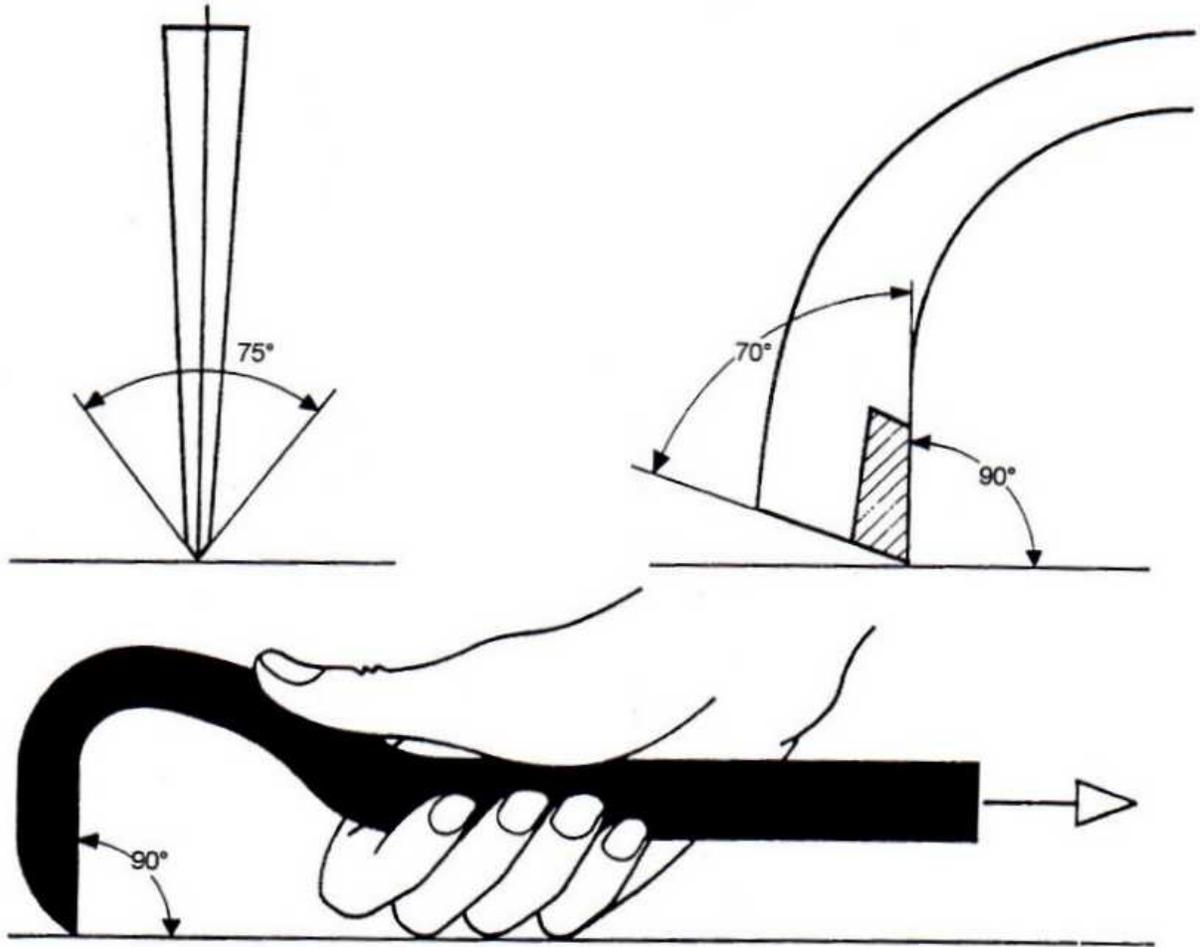


Figura No.1