



Gerencia de Sector Estudios y Proyectos
Área Trasmisión

CAPÍTULO 15

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES METALICAS

CONTENIDO

15.1	OBJETO	3
15.2	AMBITO DE APLICACION.....	3
15.3	GENERALIDADES	3
15.4	CONDICIONES AMBIENTALES	4
15.5	PINTURA	4
15.5.1	<i>Pintura en superficies de uso exterior</i>	<i>4</i>
15.5.2	<i>Pintura en superficies de uso interior</i>	<i>5</i>
15.5.3	<i>Requerimientos al aplicador de pintura</i>	<i>5</i>
15.5.4	<i>Ensayos.....</i>	<i>6</i>
15.5.4.1	Ensayos de tipo de superficies pintadas.....	6
15.5.4.2	Ensayos de rutina de superficies pintadas	7
15.6	GALVANIZADO	8
15.6.1	<i>Generalidades</i>	<i>8</i>
15.6.2	<i>Procedimiento</i>	<i>8</i>
15.6.3	<i>Especificaciones.....</i>	<i>9</i>
15.6.4	<i>Ensayos.....</i>	<i>9</i>
15.6.4.1	Ensayos de rutina	9
15.6.4.2	Ensayos de recepción	10
15.7	REQUISITOS PARTICULARES	11
15.7.1	<i>Requisitos generales para metales.....</i>	<i>11</i>
15.7.2	<i>Soldaduras.....</i>	<i>11</i>
15.7.3	<i>Acero inoxidable.....</i>	<i>12</i>
15.7.4	<i>Tratamiento de piezas pequeñas</i>	<i>12</i>
15.8	NORMAS DE REFERENCIA	13

15.1 OBJETO

El objeto del presente documento es la especificación de las características de tratamiento de superficie para protección contra la corrosión de las superficies metálicas de uso exterior e interior.

15.2 AMBITO DE APLICACION

Esta protección se aplicará tanto a equipos, gabinetes eléctricos, tableros y celdas de uso exterior e interior, así como para las superficies metálicas que deban ser tratadas en las instalaciones de Transmisión.

15.3 GENERALIDADES

Todas las piezas metálicas deberán tener una protección adecuada, teniendo en cuenta que los equipos serán emplazados en instalaciones con una atmósfera de alta salinidad.

Todos los materiales, y equipos suministrados serán apropiados para ser transportados, depositados y operados bajo condiciones de alta salinidad y condiciones tropicales tales como alta temperatura, humedad, lluvias abundantes y ambiente propicio a la propagación de hongos.

Las superficies metálicas que corresponda pintar deben limpiarse previamente para remover herrumbre, óxidos, escorias de soldadura e incrustaciones de cualquier tipo, así como grasas o aceites, en forma previa a la aplicación de la protección. Si no es posible pintar alguna superficie porque puede alterar el funcionamiento del equipo, se elegirá un método alternativo para protegerla, en común acuerdo con UTE.

Las superficies maquinadas que tengan defectos superficiales o imperfecciones, se les aplicará material de relleno hasta que queden lisas. Luego de pintadas no deben apreciarse imperfecciones en la superficie.

Todas las superficies de los equipos deberán ser apropiadamente preparadas para embarque marítimo (cuando corresponda). En particular, las superficies metálicas maquinadas que no se pinten, serán cubiertas con una capa protectora. Esta capa resistirá la exposición al aire marino y podrá retirarse fácilmente a la llegada del material a obra. Las superficies pintadas en fábrica que se dañen durante el viaje o el montaje, así como las uniones abulonadas o soldadas que se realicen en sitio, serán retocadas hasta adquirir el aspecto y calidad original. Se incluirá en el suministro la cantidad de pintura necesaria para llevar a cabo esta operación. Para superficies que deban ser galvanizadas se cumplirán las prescripciones de las normas ASTM aplicables.

El Contratista pondrá a disposición de UTE el equipo necesario para realizar estos ensayos. En particular se especifican a continuación los procedimientos de protección mediante

aplicación de pintura y galvanizado de superficies, entre otros.

15.4 CONDICIONES AMBIENTALES

La atmósfera correspondiente al destino de los tableros tiene una salinidad particularmente agresiva y característica de zonas costeras. Pueden existir condiciones ambientales que provoquen condensación en superficies.

La superficie a tratar debe estar como mínimo a una temperatura de 3°C por encima del punto de rocío, durante la preparación de la superficie, aplicación, secado y curado, según corresponda.

Para la preparación mecánica se agrega que la humedad relativa ambiente deberá ser menor de 85%. Se debe verificar también la ausencia de humedad y rastros de aceite tanto en el aire comprimido como en el abrasivo utilizado.

Durante la aplicación de la pintura, la temperatura de ésta y de la superficie a pintar deben permanecer próximas, manteniendo la temperatura de la pintura siempre dentro del rango especificado por el fabricante de la pintura.

15.5 PINTURA

15.5.1 Pintura en superficies de uso exterior

Deberá presentar las siguientes características:

- Tratamiento de superficie del sustrato ferroso por proyección de abrasivos.
- Epoxi zinc rich. Espesor: 60-70 micras.
- Esmalte poliuretánico. Espesor: 70-80 micras.

El procedimiento de aplicación de los esquemas de pintura se ajustará a las instrucciones actualizadas del fabricante de la pintura en todos sus aspectos.

Especificaciones:

- Espesor: de acuerdo al punto anterior, según corresponda.
- Adherencia: 12 kg/cm² mínimo.
- Dureza:
 - Opción I, Esmalte Poliuretánico: H - 3H
 - Opción II, Polvo Poliéster: H - 2H
- Brillo: A determinar para cada tipo.
- Textura: A determinar para cada tipo.
- Color: A determinar para cada tipo.

15.5.2 Pintura en superficies de uso interior

Se utilizará un sistema de protección por barrera:

- Tratamiento de superficie: desengrasado y fosfatizado
- Pintura en polvo híbrido, Epoxi-Poliéster 50/50 ó 70/30.

El procedimiento de aplicación de la pintura se ajustará a las instrucciones actualizadas del fabricante de la pintura en todos sus aspectos.

Especificaciones:

- Espesor: 70-80 micras
- Dureza :
 - Híbrido 50/50: H-4H
 - Híbrido 70/30: H-2H
- Brillo: A determinar para cada tipo.
- Textura: A determinar para cada tipo.
- Color: A determinar para cada tipo.

15.5.3 Requerimientos al aplicador de pintura

Definición de productos con caracterización muy definida.

Información técnica de los productos que emplea y registro de productos usados. UTE podría definir análisis en Laboratorio de Referencia para calificar productos.

Rango de espesores de capa, con referencia a la metodología de medida. Registros de medida de espesores. Definición de puntos eventuales de control.

Antecedentes de suministros realizados con el esquema de pintura propuesto.

Garantía: El período de garantía de la pintura coincidirá con el período de garantía del suministro. Durante este lapso será responsabilidad del Contratista reparar o reemplazar, sin cargo para UTE, todos los trabajos de pintura que muestren defectos (tales como decoloración, descascarado, fisuras, burbujas, afloramiento de óxido, etc.) como consecuencia de:

- Pintura de calidad mediocre.
- Limpieza insuficiente de la superficie previamente al pintado.
- Elección incorrecta del tipo de pintura para el servicio requerido.
- Aplicación incorrecta de la pintura

15.5.4 Ensayos

15.5.4.1 Ensayos de tipo de superficies pintadas

Se efectuarán sobre probetas de ensayo del mismo material que la superficie a pintar, paneles de aproximadamente 76x127x0.8mm, las cuales deben ser preparadas con la misma tecnología y productos usados para la superficie por el laboratorio certificador de los ensayos.

Ensayo de niebla salina (ASTM B 117-90)

Con una lámina cortante se realizan dos cortes de la capa de pintura hasta la base metálica de modo de formar una "X" sobre la superficie a ensayar.

Se someten estas superficies a 480 horas de exposición en cámara de niebla salina (solución al 5% de NaCl en agua), manteniéndolos en posición vertical y con la superficie cortada hacia el atomizador.

Finalizado el ensayo no deben aparecer ampollamientos y la penetración máxima en los cortes trazados será de 2mm.

Ensayo de humedad (ASTM D 1735-87)

Se colocan las probetas de ensayo, paneles, en posición vertical, en una cámara de atmósfera controlada a:

- Humedad Relativa: 99%±1%.
- Temperatura: 38°C±1 °C.
- Tiempo de exposición: 240 horas.

Luego del ensayo no deben observarse:

- Cambios de color.
- Ampollas.
- Perdida de adhesión.
- Ablandamiento.
- Resquebrajamiento.

Las probetas son evaluadas al salir de la cámara, sin dejar transcurrir tiempo de recuperación.

Ensayo de adherencia

El ensayo se realizará de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Seleccionar una superficie plana, libre de imperfecciones, limpia y seca.

- Realizar cortes sobre la chapa formando una cuadrilla de 5 x 5 cortes cada una, separados una distancia de 1 mm (espesor hasta 50 mm) o una distancia de 2mm (espesor mayor a 50 mm).
- Los cortes se deberán realizar con un solo movimiento uniforme y continuo, y deberán llegar hasta el sustrato (observar con una lupa con un aumento de 7 veces si existe brillo en los cortes).
- En caso de no llegar al sustrato se deberá comenzar de nuevo, eligiendo otra zona.
- Remover los restos de pintura con un pincel suave.
- Aplicar la cinta adhesiva adecuada (semitransparente, 25 mm de ancho, adhesividad de 32 +/- 4 g/mm) en unos de los sentidos del corte.
- Pegar firmemente la cinta mediante el uso de los dedos y de una goma, hasta obtener uniformidad en la transparencia de la cinta.
- Remover la cinta luego de un tiempo de 1 a 2 minutos de aplicada, en un ángulo lo más cercano posible a los 180°.

El criterio de aceptación es que no se deberá producir ningún levantamiento de la pintura en toda la cuadrícula.

Nota: Las superficies sometidas a este ensayo cuya pintura resulte dañada no deben ser utilizados en servicio sin una reparación previa.

Ensayo de dureza

Se realizará de acuerdo a lo descrito en la norma ASTM D 3363-74.

15.5.4.2 Ensayos de rutina de superficies pintadas

Se efectuarán sobre probetas de ensayo del mismo material que la superficie a pintar, paneles de aproximadamente 76x127x0.8mm, las cuales deben ser preparadas con la misma tecnología y productos usados para la superficie por el laboratorio certificador de los ensayos.

Medición de espesores

El ensayo se realizará tomando en consideración las siguientes condiciones:

- Instrumento: Medidor magnético de espesor de capa seca.
- Calibración: El instrumento debe ser calibrado antes y después de efectuar las mediciones y su precisión debe mantenerse durante las mismas.
- Método de medida:
 - 1) Por cada cara del gabinete (tanto exteriores como interiores), deben tomarse como mínimo, cinco medidas puntuales ubicadas al azar.

- 2) Cada medida puntual consiste en un promedio de tres medidas distintas hechas en un área muy pequeña.

Tolerancias: El promedio de las cinco medidas puntuales debe estar dentro del rango especificado de espesor de la capa de pintura. Ninguna medida puntual puede ser menor que el 80 % del mínimo, ni mayor que el 110 % del máximo espesor especificado para la capa seca de pintura.

Ensayo de adherencia

Se realiza de acuerdo a lo descrito en el ensayo de tipo.

Ensayo de dureza

Se realiza de acuerdo a lo descrito en el ensayo de tipo.

15.6 GALVANIZADO

15.6.1 Generalidades

El presente ítem tiene por objeto establecer las características del tratamiento de cincado por inmersión en caliente para protección contra la corrosión de los sustratos ferrosos componentes de equipos e instalaciones de distribución de energía eléctrica, así como los ensayos que deben satisfacer.

Es un tratamiento de la superficie del sustrato ferroso que actúa como protección por barrera y como protección catódica.

15.6.2 Procedimiento

Las piezas cincadas deben ser maquinadas, dobladas, soldadas, o sometidas a cualquier proceso que pueda afectar la continuidad o uniformidad de la capa protectora, antes del cincado y no posteriormente a él. Si lo anterior no fuese posible, los daños al revestimiento deben ser adecuadamente reparados:

- preparación mecánica de la superficie por abrasivos,
- aplicación de fondo zinc rich,
- pintura.

En este caso UTE se reserva el derecho de aprobación de estos procedimientos.

Antes de cincar, las superficies serán tratadas mediante chorro de arena o granalla de acero para lograr como mínimo: Grado de Preparación Sa 2, de acuerdo a la Norma: ISO 8501-88.

El cincado se hará por inmersión en caliente siguiendo las normas: ASTM A 123 y ASTM A153, según corresponda.

El revestimiento de cinc será uniforme, liso, suave, continuo, totalmente cubriente y libre de defectos como ampollas, depósitos de fundente, puntos oscuros, inclusiones de escoria, protuberancias u otros. Un buen cincado deja capas de aleación contra el sustrato ferroso y una capa de cinc puro externa con aspecto brillante.

El aspecto gris y opaco también puede deberse a la presencia de aluminio en el baño en exceso del 0.01 % (máximo recomendado).

15.6.3 Especificaciones

Se deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Masa promedio mínima de revestimiento:

a) Fundición y forja de hierro y de acero, herrajes en general, planchuelas y arandelas cuadradas:

- 600 g/m² para todas las muestras
- 500 g/m² para cada muestra individual

b) Pernos, tornillos, bulones, pasadores, tuercas y arandelas:

- 375 g/m² para todas las muestras
- 300 g/m² para cada muestra individual

Importante: Si el material está destinado a ser utilizado en condiciones severas de corrosión se tomarán los valores de a) para todos los elementos citados en b).

A efectos de los controles se considerarán los siguientes valores equivalentes aproximados de espesores:

g/m ²	micras
600	85
500	70
375	54
300	43

15.6.4 Ensayos

15.6.4.1 Ensayos de rutina

UTE se reserva el derecho de controlar en cualquier momento el proceso de preparación de la superficie y el proceso de cincado.

15.6.4.2 Ensayos de recepción

UTE se reserva el derecho de controlar en cualquier momento los ensayos de recepción descritos a continuación.

Ensayo de espesor del revestimiento

El ensayo consiste en la medida de la masa de cinc por el método de ensayo magnético, según la norma ISO 2178.

Sobre cada muestra se tomarán de 3 a 10 medidas de acuerdo a sus dimensiones. Las medidas se distribuirán uniformemente y al azar sobre toda la superficie evitando bordes y puntas, debiéndose verificar los mínimos establecidos.

Instrumento: Medidor magnético de espesor.

Calibración: El instrumento debe ser calibrado antes y después de efectuar las mediciones y su precisión debe mantenerse durante las mismas.

Ensayo de Preece (uniformidad del revestimiento)

Este ensayo se realizará, a criterio de UTE, en caso de considerarse indispensable, debiéndose siempre trabajar con una adecuada ventilación.

Se establecerán de 4 a 6 inmersiones según la severidad de las condiciones de uso.

Secuencia para cada inmersión:

- Inmersión de 1 minuto en solución de sulfato de cobre.
- Lavado en agua corriente.
- Limpieza con pincel o algodón.
- Secado con paño limpio y seco.

No debe aparecer depósito de cobre adherente y brillante.

Ensayo de adherencia del revestimiento

Estos ensayos se realizarán, a criterio de UTE, en caso de considerarse indispensable. Se deberán realizar según las normas, ASTM A123 y ASTM A153. Dado que son dos ensayos posibles, se da preferencia a la prueba del martillo pivotante sobre la prueba del cuchillo.

Opción 1: Prueba del martillo pivotante

Se utiliza el martillo pivotante normalizado, el mismo tiene una base a la cual se articula el extremo del mango del martillo.

La base se fija horizontalmente a la pieza a ensayar, luego partiendo de la posición vertical,

se deja caer el martillo que describiendo un ángulo de 90°, golpeando la pieza.

Se dan 2 ó más golpes que den impresiones paralelas alineadas en un eje común y distanciadas entre si 6 mm. Ninguna parte de una impresión estará a menos de 13 mm de un borde.

Si se produce remoción o levantamiento del revestimiento en el área entre impresiones significa mala adherencia, motivo por lo cual, se considera que la adherencia no es aceptable.

Opción 2: Prueba del cuchillo

Utilizando un cuchillo robusto y aplicando considerable presión, se corta el revestimiento tratando de removerlo. Si el revestimiento se desprende en forma de escamas de modo de exponer el metal de base por delante de la punta del cuchillo, la adherencia no es aceptable.

15.7 REQUISITOS PARTICULARES

15.7.1 Requisitos generales para metales

Las piezas pequeñas de hierro o acero (que no sean de acero inoxidable) de todos los instrumentos y equipo eléctrico, los núcleos de los electroimanes y las partes metálicas de los relés y otros mecanismos, serán tratadas para impedir la oxidación.

Los núcleos u otros componentes laminados o aquellos elementos que no puedan ser tratados tendrán las partes expuestas cuidadosamente limpias y cubiertas completamente con esmalte, laca o compound.

Cuando sea preciso utilizar metales distintos en contacto, éstos deben elegirse en lo posible de forma tal que la diferencia de potencial entre ellos en la serie electroquímica no supere los 0.5 volts. Si esto no es posible las superficies en contacto de uno o ambos metales serán cubiertas por electrodeposición o tratadas de manera de reducir la diferencia de potencial, o si es aplicable, los dos metales deben aislarse entre sí con un material aislante aprobado o una capa de barniz aislante.

Se prestará especial cuidado en la protección contra la corrosión de las piezas eléctricas de cobre y de aleación de cobre. Los procesos de protección contra la corrosión por los agentes atmosféricos deberán ajustarse a las mejores y más modernas prácticas industriales y se someterán previamente a su realización, a la aceptación técnica de UTE.

15.7.2 Soldaduras

Todas las uniones o superficies que deban ser soldadas, deberán ser realizadas por un soldador calificado, teniendo en cuenta los procedimientos y la normativa vigente, para cada material a ser soldado.

Todas las soldaduras deberán estar libres de coloración y otras oxidaciones, salpicaduras,

marcas de electrodos, decapantes y zonas manchadas por cepillado y pulido. Si la inspección visual revela defectos, se requerirá el tratamiento mecánico, químico y/o electroquímico adecuado.

Todos los defectos de soldaduras tales como penetración incompleta, fusión incompleta y rajaduras, deberán ser reparadas desbastando y volviendo a soldar. Queda a criterio de la Dirección de Obras la aprobación de las soldaduras realizadas, pudiendo solicitar en caso de dudas la realización de ensayos que considere necesarios, siendo el Contratista quien deberá facilitar los medios e instrumentos para la realización de los mismos. En caso de que una soldadura no sea aprobada, deberán tomarse las medidas necesarias para su corrección.

15.7.3 Acero inoxidable

El presente ítem tiene por objeto establecer las características que deben presentar las piezas que sean de acero inoxidable.

El acero inoxidable deberá ser del tipo Austenítico, cuyas características y propiedades presenten una calidad no menor al AISI 304 (o su designación correspondiente en normas equivalentes o más exigente que la indicada).

En caso de que se deba trabajar una pieza de acero inoxidable, se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Trabajo en caliente: Puede ser forjado, laminarse o troquelarse. Deberá recalentarse y enfriarse en agua a 870°C, calentarse rápidamente hasta 1205°C, forjarse hasta 1010°C. Intervalo de calentamiento corto: 980°C a 705°C. Las aleaciones no se templarán al aire.
- Trabajo en frío: puede estirarse a alambre, laminarse, doblarse, conformarse, recalarse, acunarse y embutirse.

Cuando se requiera realizar la unión de piezas mediante soldadura, la misma se realizará mediante un procedimiento adecuado (gas, arco eléctrico o por resistencia), evitando siempre la carburización. La soldadura no podrá ser templada al aire.

15.7.4 Tratamiento de piezas pequeñas

Los pernos, tornillos y tuercas de acero, cuando se usen, serán cadmiados, cincados o cromados, o si esto no es posible por limitaciones de tolerancias, serán de acero resistente a la corrosión. Los tornillos para madera serán de bronce níquelado o con otra terminación apropiada.

Los tornillos de instrumentos (excepto aquellos que formen parte de un circuito magnético) serán de bronce. Los resortes serán de material inoxidable como bronce fosforoso o plata níquel, siempre que sea posible. Los pivotes y otras partes para las cuales solo son apropiados materiales ferrosos serán de acero inoxidable.

15.8 NORMAS DE REFERENCIA

Las normas de referencia correspondiente al punto Pintura son las siguientes:

- ASTM B 117-90: Ensayo de niebla salina.
- ASTM D 1735-87: Ensayo de humedad.
- ASTM D 523-89: Ensayo de brillo.
- NBR 6529: Varnizes utilizados para isolamento elétrico - Ensaios
- ISO 8501-88: Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness.
- ASTM D 3363-74: Ensayo de dureza al lápiz.

Las normas de referencia correspondiente al punto Galvanizado son las siguientes:

- ASTM A123: Especificación estándar para el zinc (galvanizado en caliente). Revestimientos de hierro y acero.
- ASTM A153: Especificación estándar para Zinc Coating (Hot-Dip) en Hierro y Acero Hardware.
- ISO 2178: Recubrimientos metálicos no magnéticos sobre metal base magnético. Medida del espesor. Método magnético.