



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS
PROYECTO METRO DEL DISTRITO FEDERAL

CONTRATO No. 8.07 C0 01 T.2.022
PROYECTO INTEGRAL A PRECIO
ALZADO Y TIEMPO DETERMINADO
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
LÍNEA 12 TLÁHUAC - MIXCOAC



CONSORCIO LINEA 12

ESPECIFICACIÓN

No. CLAVE: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	FECHA: 07 de Abril 2010	HOJA: 1 de 18
TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METALICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSION.	ESTACIÓN / TRAMO: ESPECIFICACIÓN TIPO	
DIRECTOR GENERAL DEL PROYECTO METRO: ING. ENRIQUE HORCASITAS MANJARREZ	DIRECTOR DEL CONSORCIO LINEA 12 Ing. Ricardo Moscoso Morán	
DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS: ING. SOTERO DIAZ SILVA	VISTO BUENO ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Ing. Enrique Erazo Ríos	
SUBDIRECTOR DE INSTALACIONES MECÁNICAS. Ing. José Manuel Ramos Lozano	APROBÓ: Ing. David Yáñez Santillán	
JEFE DE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE DISEÑO DE VÍAS: Ing. Hernando Agustín Rodríguez Rodríguez	REVISÓ: Ing. Oscar Sergio Aguilar Pérez	
DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN: Ing. Fernando Ramiro Lalana	PROYECTO: Ing. Pablo Cruz Armenta	
DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA: Ing. Guillermo Alcázar Pancardo, DRO-1261	CORRESPONSABLE EN INSTALACIONES Ing. Jaime Alfonso Guerrero Villanueva C/I - 0130	

FICHA DE SEGUIMIENTO DE LAS REVISIONES

No. Rev.	Descripción de la Modificación	Fecha

SELLO CONSORCIO

SELLO IPISA

SELLO PMDF

LA FIRMA DE ESTE DOCUMENTO
POR EL GDF/DGPM, NO LIBERA
AL PROVEEDOR DE SU
RESPONSABILIDAD SOBRE EL
BUEN FUNCIONAMIENTO DE
ESTOS MATERIALES O EQUIPOS.

PROYECTO METRO DEL DISTRITO FEDERAL

DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS

CONTRATO NO: 8.07 C0 01 T.2.022

PROYECTO INTEGRAL A PRECIO ALZADO Y TIEMPO DETERMINADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 12 TLÁHUAC-MIXCOAC

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 2 de 18
--	---	--

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.

- I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.
- I.2. ALCANCES DEL SUMINISTRO.
- I.3. DOCUMENTACIÓN UTILIZADA.
- I.4. TIPOS DE RECUBRIMIENTO Y CONDICIONES DE EMPLEO.
- I.5. DEFINICIONES GENERALES.
- I.6. PROCEDIMIENTO DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

II. CONDICIONES DE APLICACION.

- II.1. TIPOS DE RECUBRIMIENTOS UTILIZADOS.
- II.2. APLICACIÓN.
- II.3. MAQUINADO DE LOS FILETEADOS ANTES DEL RECUBRIMIENTO DE PROTECCIÓN.
- II.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS. ACABADO.

III. CONDICIONES DE RECEPCIÓN.

- III.1. SUPERVISIÓN.
- III.2. PRESENTACIÓN DE LAS PIEZAS PARA LA RECEPCIÓN.
- III.3. NATURALEZA DE LOS CONTROLES.
- III.4. PROPORCIÓN DE LAS VERIFICACIONES.
- III.5. CONTROL DEL ASPECTO.
- III.6. COMPROBACIÓN DEL ESPESOR DEL DEPÓSITO.
- III.7. INSPECCIÓN DE LA ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO.
- III.8. CONTROL DE LA CONTINUIDAD DE LA GALVANIZACIÓN.
- III.9. PRUEBA DE LA NIEBLA SALINA CONTRA LA CORROSIÓN EN LA CAPA DE CROMADO.
- III.10. REVISIÓN DE LOS FILETEADOS DESPUÉS DEL RECUBRIMIENTO.
- III.11. RESULTADOS REQUERIDOS. ACEPTACIÓN.

IV. ACONDICIONAMIENTO DE LOS SUMINISTROS (EXPEDICIÓN).

- IV.1. EMBALAJE.

V. DISPOSICIONES DIVERSAS.

- V.1. GARANTÍA.
- V.2. GASTOS OCASIONADOS POR LAS PRUEBAS.
- V.3. DERECHOS DE PATENTE.

VI. ANEXOS

ANEXO No. 1.

DIAGRAMA DE WALD PARA EL CONTROL DEL ESPESOR EN LOTES MAYORES A 2,000 PIEZAS.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 3 de 18
--	---	--

I. GENERALIDADES.

I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente especificación técnica define las condiciones de ejecución y de verificación de los **recubrimientos metálicos de protección contra la corrosión** en determinadas piezas metálicas de la superestructura de la vía de la Línea 12 del Metro con Rodamiento Metálico (MRM) de la Ciudad de México.

Precisa también las eventuales necesidades dimensionales por aplicarse en la confección de las partes fileteadas de las piezas por tratar.

I.2. ALCANCES DEL SUMINISTRO.

Es alcance del proveedor, el recubrimiento metálico para la protección contra la corrosión:

- Aplicación del recubrimiento.
- Suministro del metal utilizado.
- Pruebas de recepción.

En adición a lo anterior se debe considerar lo que se solicite en las bases.

I.3. DOCUMENTACIÓN UTILIZADA.

De manera general se hace referencia cada vez que sea posible a las Normas **ISO (última edición)**, o en su defecto a las Normas Francesas.

Se utilizarán las Normas **ISO última edición**, o las Normas (**NF, ASTM, DIN, etc (última edición)**).

Los documentos utilizados en la presente especificación técnica tales como las Normas **UIC**, Normas **ISO**, Normas **NF** u otras cualquiera (**DIN, ASTM, etc**) todas (**última edición**).

En caso de modificación posterior, ellas deberán ser reemplazadas por los documentos en vigor en el momento del pedido de los suministros. Es obligación del proveedor de informar a PMDF, precisando las eventuales repercusiones sobre el contenido de la especificación técnica.

Esta especificación técnica ha sido elaborada tomando como base las especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México, por lo que se podrán consultar las mismas para aclaración de dudas, quedando establecido que en caso de contraposición o diferencias es válido lo anotado en la presente especificación técnica por contar con los datos más actualizados.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 4 de 18
---	---	--

I.4. TIPOS DE RECUBRIMIENTOS Y CONDICIONES DE EMPLEO.

I.4.1. TIPOS DE RECUBRIMIENTOS.

Se utilizarán dos tipos de recubrimientos de protección.

- a) Depósito electrolítico de zinc o de cadmio, seguido de un acabado en cromo (cromado).
- b) Galvanización mediante inmersión en caliente en un baño de zinc fundido.

I.4.2. CONDICIONES DE EMPLEO.

I.4.2.A. PROTECCIÓN MEDIANTE DEPÓSITO ELECTROLÍTICO DE ZINC O DE CADMIO.

Este proceso se practica solamente en las siguientes piezas:

- En toda la tornillería ordinaria.
- En los pernos tirafondo.
- En los vástagos y manguitos por empotrar.
- En las arandelas elásticas simples de una espiral y en las de presión.
- En las tuercas ordinarias y auto frenadas con sus respectivas arandelas, y de manera general, en todas las piezas así especificadas en los planos remitidos por el proyectista.

Esta protección no se aplica en las arandelas especiales de varias espiras, las cuales reciben únicamente una capa de aceite de linaza.

I.4.2.B. PROTECCIÓN POR GALVANIZACIÓN.

Dicho procedimiento se usa solamente en los tirafondos y en sus arandelas.

I.5. DEFINICIONES GENERALES.

I.5.1. DEFINICIONES Y CONVENCIONES RELATIVAS A LA MEDICIÓN DEL ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO.

I.5.1.A. Se establece para cada procedimiento de recubrimiento metálico, una clasificación dando una escala de calidad definida con respecto a la noción de espesor, esta última requiere fijar un orden de magnitud de superficie de referencia en la cual se practica la medición del espesor, cualquiera que sea el método o el aparato usado.

Las definiciones señaladas a continuación son las de la Norma **ISO 2064** y/o la Norma Francesa **NF-A-91-010** ambas (última edición).

	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMPDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	HOJA: 5 de 18

I.5.1.B. ESPESOR LOCAL.

El espesor local del recubrimiento de protección, en el lugar preciso, corresponde a la medida del grosor del depósito de una superficie de referencia del orden de 1 cm^2 .

I.5.1.C. ESPESOR MÍNIMO.

El espesor mínimo del recubrimiento de protección corresponde al espesor local en el sitio donde la capa es más reducida. Este valor debe alcanzar el grosor mínimo especificado en la designación del recubrimiento.

I.5.2. IDENTIFICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO.

I.5.2.A. RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO DE ZINC O DE CADMIO.

Conforme a las normas **ISO 2081 y 2082** ambas (última edición) y/o la Norma Francesa **NF-A-91-102 (última edición)**, los depósitos electrolíticos de zinc o de cadmio son designados por una referencia de clasificación –símbolo normalizado – compuesta de los siguientes elementos:

- El símbolo químico del recubrimiento:
 - "Zn" para el zinc.
 - "Cd" para el cadmio.
- Un número correspondiente al espesor mínimo (en micras) del depósito.
- La designación adecuada (A, B, C, o D) del tipo de cromado.
- Una raya diagonal.
- El símbolo químico –Fe– del metal de base (hierro o acero).

Por ejemplo, en Francia, para un recubrimiento electrolítico de zinc con un espesor mínimo de 8 micras seguido de un cromado de clase D, el símbolo normalizado queda en: **Zn 8 D/Fe**.

La clasificación empleada por la **ISO** indica, para el mismo ejemplo, el metal de base en primera posición: **Fe /Zn 8 D**.

I.5.2.B. GALVANIZACIÓN MEDIANTE INMERSIÓN EN CALIENTE EN UN BAÑO DE ZINC FUNDIDO.

Acorde a la Norma **ISO 1461** y/o la Norma Francesa **NF-A-91-121** ambas (última edición), la definición, la clasificación y la simbolización de estos recubrimientos se determinan con relación a la masa de zinc depositada sobre el área. Las respectivas unidades empleadas son el gramo y el metro cuadrado.

A título informativo, un galvanizado de 100 g/m^2 induce aproximadamente un depósito de 14 micras de espesor.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00

HOJA: 6 de 18

1.6. PROCEDIMIENTO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

1. Dominio de la calidad de las fabricaciones.

El proveedor deberá formalizar una organización, describir los métodos y emplear los recursos necesarios que le permitan asegurar tanto la calidad de las fabricaciones como las verificaciones en los suministros.

Deberá también establecer y mantener en operación un sistema de identificación y de seguimiento (trazabilidad) de los productos y elementos constitutivos en cada una de las etapas relativas a la producción, verificación y entrega.

Al final, garantizará el seguimiento (trazabilidad) de las operaciones en los productos o elementos constitutivos de los productos subcontratados para poder encontrar fácilmente el historial de los datos correspondientes, relacionarlos entre ellos mismos y atribuirlos con certeza a los productos concernientes.

El seguimiento (trazabilidad) atañe esencialmente:

- Al origen de las materias primas, al modo de la elaboración de los suministros y al cumplimiento de sus características contractuales.
- A las operaciones de transformación y de tratamiento.
- A las comprobaciones dimensionales.

Dicho seguimiento (trazabilidad) permite volver a encontrar todas las piezas que hayan sido objeto de las mismas operaciones de fabricación y de verificación.

2. Procedimiento de aseguramiento de la calidad.

Reemplazando la comprobación directa en la planta por PMDF o su representante, según las disposiciones indicadas en la presente especificación técnica, el proveedor puede solicitar gozar de un procedimiento de aseguramiento de la calidad definido en la Norma **ISO 9002 (última edición)** relativa al modelo para la garantía de la calidad en producción e instalación y en la Norma **ISO 9003 (última edición)** correspondiente al modelo para la garantía de la calidad en comprobación y prueba y/o las Normas Francesas **NF-X-50-132 y 133** ambas (última edición).

Este procedimiento se aplicará solamente en el caso de que el proveedor haya obtenido una certificación de aseguramiento de la calidad y la habilitación correspondiente por parte de un organismo oficial (red ferroviaria o de metropolitano, etc.) En este caso, el proveedor entregará a PMDF o su representante el manual de la calidad, los pliegos relativos tanto a la calidad como a las verificaciones y pruebas que permitan corroborar la aplicación de las prescripciones de la presente especificación técnica.

PMDF o su representante procederán entonces, después del examen de los documentos presentados, a una auditoria, en el establecimiento del proveedor, para verificar los procedimientos y los medios de comprobación en el curso de la fabricación. Se enterará también de los resultados de los ensayos realizados.

	TÍTULO:	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSION.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	HOJA: 7 de 18	

En caso de cumplimiento, PMDF o su representante autorizarán al proveedor a proceder por sí solo a la verificación de sus fabricaciones. No obstante PMDF o su representante se reservan el derecho de ejercer una vigilancia.

- Por sondeos y ensayos en el transcurso de la fabricación.
- Por inspección y auditorias parciales para cerciorarse de la efectiva aplicación de los documentos y de su eficiencia, particularmente en el caso de una interrupción duradera en el proceso de fabricación.

En caso de discrepancias significativas observadas respecto a los procedimientos homologados y no corregidos, PMDF o su representante podrán suspender la aplicación del procedimiento de aseguramiento de la calidad y volver a efectuar las verificaciones directas mencionadas en la presente especificación técnica.

II. CONDICIONES DE APLICACIÓN:

II.1. TIPOS DE RECUBRIMIENTOS UTILIZADOS.

II.1.1. RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS DE ZINC O DE CADMIO.

En las piezas por tratar mediante el recubrimiento electrolítico de Zinc o de Cadmio, se aplicarán los tratamientos siguientes:

- En las arandelas elásticas: Zn 12 D, o Cd 12 D.
- En las piezas fileteadas de diámetro < 16 mm: Zn 8 D, o Cd 8 D.
- En las piezas fileteadas de diámetro > 16 mm: Zn 12 D, o Cd 12 D.
- En las demás piezas: Zn 12 D, o Cd 12 D.

II.1.2. RECUBRIMIENTO POR GALVANIZADO EN CALIENTE.

En las piezas por tratar en caliente con baño en zinc fundido, se aplicará un galvanizado de 500 g/m², en la cual la cantidad del metal depositado queda definida por los criterios relacionados a continuación:

a) Cantidad mínima:

- Masa: 450 g/m²,
- Espesor: 63 micras.

b) Cantidad mínima promedio:

- Masa: 500 g/m²,
- Espesor: 70 micras.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.

ICA **ALSTOM**
carso
INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00

HOJA: 8 de 18

II.2. APLICACIÓN.

II.2.1. REGLAS GENERALES.

Todos los recubrimientos de protección contra la corrosión se ejecutarán en todas las superficies de las piezas por proteger.

El proveedor tomará todas las precauciones necesarias para adaptar el procedimiento del recubrimiento al tipo de metal base. Los métodos de tratamiento, la composición química de los baños, la intensidad de la corriente eléctrica y los tiempos de la electrólisis se dejan a su elección, no obstante, las recomendaciones señaladas más adelante deberán ser respetadas.

II.2.2. RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS DE ZINC O DE CADMIO.

Los procedimientos usuales de tratamiento electrolítico realizado a partir de una solución acuosa atraen un riesgo de ruptura retardada, en las arandelas elásticas de dureza comprendida entre 400 y 600 HV, debido al aumento de fragilidad por el hidrógeno. Para suprimir tal desperfecto, los tipos de arandelas antes mencionadas serán sometidas a los dos tratamientos térmicos siguientes:

- Un recocido relevado de esfuerzos antes del recubrimiento.
- Un procedimiento contra la fragilización después del depósito.

Las modalidades de ambas disposiciones quedan formalizadas en las normas **ISO 2081 y 2082** ambas (**última edición**) y/o el capítulo 7 de la Norma Francesa **NF-A-91-102** (**última edición**). El procedimiento contra la fragilidad se ejecuta antes del tratamiento de cromado.

Ningún maquinado debe practicarse en la parte cilíndrica del empotramiento de los vástagos de anclaje, antes del tratamiento electrolítico, con el fin de conservar el aspecto basto del laminado de las barras utilizadas en fabricación. Se autorizan trabajos únicamente en los mangos huecos para hincado, provisto de gargantas, muescas o moleteados.

II.2.3. TRATAMIENTO DE CROMADO.

Todos los tratamientos electrolíticos deben complementarse mediante un procedimiento de cromado para así diferir la formación de productos de corrosión.

A partir de la designación normalizada (véase el inciso I.5.2.A.), el procedimiento de cromado queda determinado en las normas **ISO 3613, 3892 y 4520** y/o la Norma Francesa **NF-A-91-472** todas (**última edición**).

II.2.4. GALVANIZACIÓN EN CALIENTE.

Los lingotes de zinc utilizados deben tener la calidad mínima correspondiente a la clase ordinaria Z7 cuyas características químicas son definidas en la Norma **ISO 752** y/o la Norma Francesa **NF-A-55-101** ambas (**última edición**).

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 ICA ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 9 de 18
---	---	--

El contenido de aluminio en el baño no debe sobrepasar el 0.10%.

II.3. MAQUINADO DE LOS FILETEADOS ANTES DEL RECUBRIMIENTO DE PROTECCIÓN.

Los espesores de los recubrimientos especificados en el inciso II.1 pueden ser, en algunos diámetros de piezas fileteadas, superiores a los que se depositan en el conjunto fileteado con tolerancias comunes, estas últimas definidas en 6 g. Para los pernos y 6 H para las tuercas, ambos elementos de paso grueso empleados en la vía.

Con el fin de evitar cualquier interferencia entre los fileteados exteriores (pernos) y las roscas interiores correspondientes (tuercas), puede ser necesario confeccionar los fileteados desfasados con respecto al perfil de base.

II.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS. ACABADO.

II.4.1. RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO DE ZINC O DE CADMIO.

El aspecto de los recubrimientos electrolíticos de zinc o de cadmio debe satisfacer a los criterios enunciados en las normas **ISO 2081** o **2082** ambas (**última edición**) y/o el capítulo 9.1 de la Norma Francesa **NF-A-91-102** (**última edición**). Sin embargo, estos criterios atañen a toda la superficie de las piezas sin limitarse a un área significativa.

En el caso particular de los vástagos de anclaje, el recubrimiento de la parte cilíndrica por ahogarse en el concreto debe presentar un aspecto áspero debido al estado basto de la superficie del laminado, conservada desde antes del tratamiento electrolítico (véase el inciso II.2.2.).

II.4.2. RECUBRIMIENTOS DE CROMADO.

La membrana de cromado deber ser continua en toda el área de zinc o de cadmio; cualquier fisura de la película del cromado queda estrictamente prohibida.

En derogación a las normas señaladas en el inciso II.2.3, los dos criterios del control correspondiente a:

- La adherencia.
- La duración de resistencia a la niebla salina (corrosión).

II.4.3. Recubrimientos de galvanización en caliente.

La apariencia de las áreas galvanizadas debe cumplir con los requisitos mencionados en la Norma **ISO 1461** (**última edición**) y/o el capítulo 7 de la Norma Francesa **NF-A-91-121** (**última edición**).



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00

HOJA: 10 de 18

Además las superficies galvanizadas deben ser lisas, sin hinchazones, escurrideras o grietas. Las piezas galvanizadas pueden tener un aspecto mate o brillante; las eventuales perforaciones no deben tener rebabas.

Las manchas producidas por el almacenamiento en un lugar húmedo no deben considerarse como motivo de rechazo de las piezas.

III. CONDICIONES DE RECEPCION.

III.1. SUPERVISIÓN.

Los representantes de PMDF tendrán libre acceso, durante el tiempo que dure la fabricación, a las partes involucradas de la planta que realizan los recubrimientos de protección contra la corrosión. Podrán practicar todas las pruebas que juzguen necesarias para cerciorarse del estricto cumplimiento en las condiciones de fabricación y presenciar los ensayos, controles y análisis relativos a los recubrimientos.

En principio, todos los ensayos se desarrollan en los laboratorios del proveedor y a sus expensas.

III.2. PRESENTACIÓN DE LAS PIEZAS PARA LA RECEPCIÓN.

III.2.1. ESTADO DE PRESENTACIÓN DE LAS PIEZAS.

Las piezas son presentadas listas para su entrega.

III.2.2. DIVISIÓN EN LOTES.

Todas las piezas son sometidas a un examen de recepción; se agrupan en lotes de piezas del mismo tipo, habiendo recibido un recubrimiento del mismo tipo, o designación (véase el inciso I.4.) y eventualmente un tratamiento térmico idéntico.

III.3. NATURALEZA DE LOS CONTROLES.

Se verifican, en los recubrimientos de protección, las características siguientes:

- El aspecto.
- El espesor del depósito.
- La adherencia.
- La continuidad.
- La calidad del baño de zinc (galvanización).
- La conservación del cromado en la niebla salina (corrosión).



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE
RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN
CONTRA LA CORROSION.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00

HOJA: 11 de 18

III.4. PROPORCIÓN DE LAS VERIFICACIONES.

El control del aspecto de las piezas tratadas se deja a la iniciativa del agente encargado de la recepción.

En las demás comprobaciones, la cantidad de piezas por examinar en cada lote queda definida en los cuadros señalados a continuación:

III.4.1. CONTROL DEL ESPESOR DEL DEPÓSITO

TAMAÑO DEL LOTE	MUESTREO (CANTIDAD)	CANTIDAD MÁXIMA TOLERADA DE DEFECTOS.
$N \leq 100$	5	0
$100 < N \leq 500$	8	0
$500 < N \leq 200$	13	1
$1,200 < N \leq 2,000$	20	1
$N > 2,000$	Según el diagrama de Wald .	

III.4.2. OTRAS VERIFICACIONES.

TAMAÑO DEL LOTE	MUESTREO (CANTIDAD)	CANTIDAD MÁXIMA TOLERADA DE DEFECTOS.
$N \leq 500$	5	0
$500 < N \leq 1,200$	8	1
$1,200 < N \leq 10,000$	13	1
$10,000 < N \leq 35,000$	20	2
$N > 35,000$	32	3

III.5. CONTROL DEL ASPECTO.

III.5.1. RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS DE ZINC O DE CADMIO.

Las piezas no deben evidenciar defectos visibles a simple vista, tales como burbujas, picaduras, rugosidades, fisuras o áreas no recubiertas. Cuando no se puede evitar una marca de contacto, su ubicación en las piezas deberá acordarse previamente.

Un aspecto mate o brillante es aceptable. Las manchas provenientes del enjuague, así como también las decoloraciones y las mermas resultantes del secado no constituyen un motivo de exclusión.

	TÍTULO:	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave:	PMDf-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	

III.5.2. RECUBRIMIENTOS POR GALVANIZACIÓN EN CALIENTE.

La membrana de zinc debe estar exenta de discontinuidades y de defectos tales como mermas, gotas, escurrimientos, escorias adherentes y excesos de espesor perjudicando el armado.

Las variaciones en el aspecto (diferencias de cristalización, exterior gris, mate uniforme o jaspeado) no motivarán el rechazo.

III.6. COMPROBACIÓN DEL ESPESOR DEL DEPÓSITO.

III.6.1. GENERALIDADES.

De manera general, se utilizan dos métodos para controlar el espesor local del recubrimiento:

- (a) La medición por el procedimiento magnético del espesor propiamente dicho (especificado para los depósitos electrolíticos ver inciso I.5.2.A., y evaluado para la galvanización ver inciso I.5.2.B).
- (b) La medición por disolución que permite la verificación de la masa de metal sedimentada con respecto a la unidad de superficie (especificada para la galvanización ver inciso I.5.2.B).

III.6.2. MEDICIÓN POR EL PROCEDIMIENTO MAGNÉTICO.

En este método, el cual puede aplicarse para todos los géneros de recubrimientos, los instrumentos de medición se basan ya sea en el principio de la atracción magnética o bien en el principio de la reluctancia.

Las medidas se efectúan conforme a las prescripciones de las normas **ISO 2178 y 2361** ambas **última edición** y/o la Norma Francesa **NF-A-91-112 (última edición)**.

III.6.3. MEDICIÓN POR DISOLUCIÓN.

III.6.3.A. DISOLUCIÓN ANÓDICA SOBRE EL RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO.

En los depósitos electrolíticos, la medición del espesor por disolución se realiza mediante el método Coulométrico de disolución anódica.

Previamente a la aplicación de este procedimiento, es preciso quitar la membrana de cromado merced a un abrasivo suave, tal como la pasta de alúmina ligera.

La medida se practica directamente en las piezas mediante aparatos provistos de una pequeña celda de electrólisis según las indicaciones de la Norma **ISO 2177** y/o la Norma Francesa **NF-A-91-111** ambas **(última edición)**.

 Ciudad de México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 ICA ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 13 de 18
--	---	---

III.6.3.B. DISOLUCIÓN QUÍMICA SOBRE LA GALVANIZACIÓN.

En los depósitos por galvanización, la medida del espesor por disolución química se efectúa según las indicaciones de las normas **ISO 1461** y/o la Norma Francesa **NF-A-91-121** ambas (última edición), inciso 6.3.1.

III.6.4. MEDICIÓN DEL ESPESOR LOCAL.

Con el fin de evitar cualquier error de medición debido al efecto de forma, todas las medidas deben efectuarse sobre un área plana y lisa. Para las piezas fileteadas, sirven solamente las secciones rectas.

En el caso del área de referencia igual o superior a 1 cm^2 , la medida del espesor local se llevará a cabo según las recomendaciones del inciso 3.2.1 de la Norma Francesa **NF-A-91-010** (última edición).

Para una superficie de referencia inferior a 1 cm^2 y cuyo ancho sea inferior a 8 mm, la determinación del espesor local se establecerá conforme al cálculo del promedio aritmético de tres medidas puntuales hechas en dicha superficie.

Cuando las piezas por comprobarse presentan pequeñísimas superficies de referencia pueden elegirse áreas distintas para cada una de las tres mediciones puntuales.

III.6.5. RESULTADOS POR OBTENER.

III.6.5. A. RECUBRIMIENTOS DE ZINC O DE CADMIO.

El espesor local, en todas las piezas controladas, no debe ser, en ninguna parte inferior al espesor mínimo definido para los recubrimientos conforme a las indicaciones del inciso II.1.1.

III.6.5. B. RECUBRIMIENTO POR GALVANIZACIÓN.

El espesor local, en todas las piezas controladas, no debe ser, en ninguna parte, inferior al valor mínimo especificado en el inciso II.1.2.

Se comprobará también el espesor promedio del depósito, obteniéndose mediante el cálculo del promedio aritmético de los espesores locales determinados sobre el conjunto de las muestras extraídas de un lote (véase el inciso III.4.).

El valor promedio debe ser superior o igual a los valores estipulados en el inciso II.1.2.

III.7. INSPECCIÓN DE LA ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO.

III.7.1. CONTROL DEL DEPÓSITO DE ZINC O DE CADMIO.

La adherencia del recubrimiento se verifica según el método siguiente:

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 14 de 18
--	--	---

Se marca mediante un buril de acero templado u herramienta cortante con pastilla de carburo de wolframio, una cuadrícula cubriendo aproximadamente 15 X 15 mm. La distancia entre cada línea es de 3 mm y su profundidad tal que el recubrimiento sea completamente cortado.

En las piezas fileteadas, el ensayo de adherencia se ejecuta solamente en las unidades con dimensiones suficientes para practicar tal prueba en una superficie de 1 cm² con una separación entre las líneas de 1 mm. Para las piezas de dimensiones inferiores, este ensayo debe acordarse entre PMDF y el proveedor; en este caso, el golpe térmico es el método ordinariamente empleado (véase el inciso 4.2.4 de la Norma **NF-A-91-101 (última edición)**) posteriormente al ensayo, el recubrimiento no debe evidenciar ninguna escamadura o desprendimiento visible a simple vista.

III.7.2. CONTROL DE ADHERENCIA DE LA MEMBRANA DE CROMADO.

La adherencia de la capa de cromado colorado se verifica frotando la superficie, con la presión usual de la mano, durante 10 pases, con un papel fino blanco de vitela o con una goma sin abrasivo.

Esta acción no debe dejar huella de suciedad en el papel –en caso de su empleo– como tampoco quitar o desgastar la capa coloreada hasta revelar el zinc o el cadmio subyacente.

III.8. CONTROL DE CONTINUIDAD DE LA GALVANIZACIÓN.

La continuidad del recubrimiento de zinc se controla sometiendo las piezas a cuatro inmersiones sucesivas de 1 minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre. Las indicaciones de este ensayo quedan definidas en la Norma **ISO 1461** y/o la Norma Francesa **NF-A-91-121** ambas (última edición).

La solución de sulfato de cobre sirve solamente para cuatro inmersiones. Las piezas ensayadas deben aguantar las cuatro inmersiones sin evidenciar ninguna zona desprovista del metal de recubrimiento, excepto en una estrecha faja ubicada, por ejemplo, en las aristas de los fileteados del tirafondo. Tal área se caracteriza por un depósito rojo de cobre adherente.

III.9. PRUEBA DE LA NIEBLA SALINA, CONTRA LA CORROSIÓN, EN LA CAPA DE CROMADO.

La capa de cromado aplicada sobre el recubrimiento electrolítico de zinc o de cadmio será sometida al ensayo de corrosión a la niebla salina neutra al 5% según las indicaciones de la Norma **ISO 9227** y/o la Norma Francesa **NF-X-41-002** ambas (última edición).

Para un cromado de clase D, no debe detectarse ningún producto blanco de corrosión incrustado en dicha capa después de 96 horas. de exposición.}



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE
RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN
CONTRA LA CORROSIÓN.

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00

HOJA: 15 de 18

Al cabo de 90 horas de ensayo, no debe detectarse ningún producto blanco de corrosión incrustado en la capa de cromado.

III.10. REVISIÓN DE LOS FILETEADOS DESPUÉS DEL RECUBRIMIENTO.

Ningún control dimensional de los fileteados en pernos y tuercas de vía se realizará antes del tratamiento de protección.

Para todos los elementos de fijación con rosca métrica Norma **ISO 262 (última edición)**, el fileteado con el depósito de protección debe cumplir con la tolerancia de 6 h o 6 H.

La verificación de esta tolerancia se efectúa conforme a las indicaciones de la Norma **ISO 956/2 y 965/2** ambas (**última edición**) y/o el **capítulo 7.2** de la Norma Francesa **NF-E-25-009 (última edición)**.

Los criterios de aprobación deben ser respetados. Sin embargo, podrá aceptarse una derogación para el perno tirafondo suministrado con sus respectivas tuercas. En este caso, el control del fileteado se realiza con una verificación del intercambio de las tuercas, apretándolas con la mano, sin holgura excesiva, en toda la altura del fileteado de otro perno tirafondo.

III.11. RESULTADOS REQUERIDOS. ACEPTACIÓN.

Para ser aceptado, todos los recubrimientos de protección contra la corrosión deben satisfacer a las condiciones de los ensayos y controles definidos en los incisos III.3 al III.10.

En caso de que en un lote, un ensayo determinado no cumpla con las condiciones impuestas, podrá efectuarse, a solicitud del proveedor, dos contra-ensayos de la misma clase. Un solo resultado no acorde ocasionará el rechazo del lote correspondiente.

Esta derogación no se admitirá en el ensayo de corrosión por niebla salina descrito en el inciso III.9.

En caso de resultados no acordes en los controles del aspecto y del espesor del depósito, el proveedor podrá presentar de nuevo, después de una selección, las piezas del lote involucrado. En esta segunda presentación, cualquier resultado fuera de los límites señalados tendrá como consecuencia la exclusión definitiva de dicho lote.

IV. ACONDICIONAMIENTO DE LOS SUMINISTROS (EXPEDICIÓN).

IV.1. EMBALAJE.

Todas las piezas cubiertas de una protección especial de protección contra la corrosión deberán satisfacer las condiciones de las pruebas y controles indicados en los incisos III.3 al III.10. Entregarse en embalajes apropiados (barriles, cajas de madera o metálicas), para que

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 16 de 18
--	---	---

no sufra ningún deterioro durante su manejo y transporte (especialmente las partes fileteadas o maquinadas).

Las superficies interiores de las cajas de madera serán recubiertas de papel ahulado o de papel resistente.

Cada embalaje llevará un rótulo perfectamente adherido con las indicaciones siguientes, de manera indeleble:

- El nombre del cliente (PMDF).
- El nombre o la marca del proveedor.
- La referencia del pedido.
- La descripción de las piezas, y del tipo de revestimiento de protección contra la corrosión.
- El número de piezas y su peso.
- La fecha de fabricación.
- El empaque no será pagado ni regresado al proveedor, quedando en propiedad de PMDF.

V. DISPOSICIONES DIVERSAS.

V.1. GARANTÍA.

El recubrimiento es garantizado por el proveedor durante un período de 3 (tres) años a partir de la puesta en servicio y 4 (cuatro) años a partir de la última entrega en el almacén de las piezas recubiertas.

Toda pieza que durante este lapso se deteriore por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro, sin costo alguno, de una pieza idéntica en perfectas condiciones o al pago de una indemnización igual al costo de la pieza, así como el pago de los gastos ocasionados por el retiro del material defectuoso y los daños que pudieran ser ocasionados a la vía.

V.2. GASTOS OCASIONADOS POR LAS PRUEBAS.

Todos los gastos ocasionados por las pruebas, ya sea que se traten de las pruebas efectuadas sobre las muestras antes de la aprobación del material, o de las pruebas de recepción sobre los materiales y piezas terminadas de fabricación definitiva, serán con cargo al proveedor.

V.3. DERECHOS DE PATENTE.

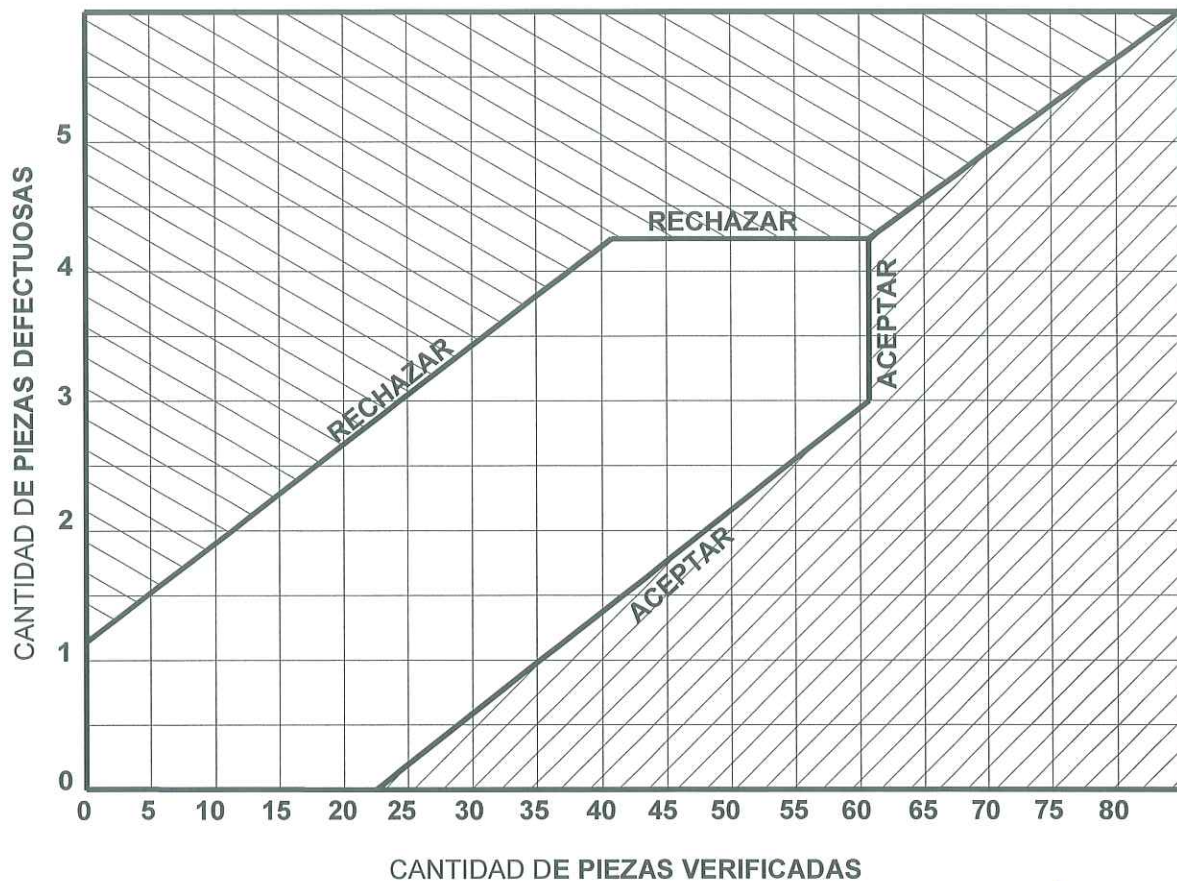
Los derechos de patente que pudieren presentarse serán con cargo al proveedor, quien garantiza a PMDF, contra cualquier reclamación por este concepto.

VI. ANEXOS.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00	 HOJA: 17 de 18
---	---	---

ANEXO No. 1

PARA LA COMPROBACIÓN DEL ESPESOR DEL DEPÓSITO
EN LOTES SUPERIORES A 2 000 PIEZAS.



[Handwritten signature and initials in blue ink]



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DE
RECUBRIMIENTOS METÁLICOS PARA LA PROTECCIÓN
CONTRA LA CORROSIÓN.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0031-02861-E-00

HOJA: 18 de 18