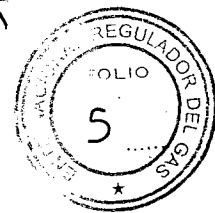


103 484/09
E. 931/09.



NAG-108

- Año 2009 -

Revestimientos anticorrosivos de cañerías y accesorios



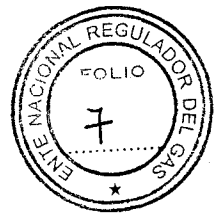
ENARGAS

ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS

[Handwritten signatures and scribbles]

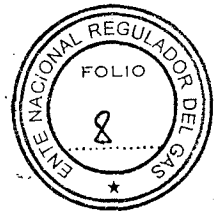
ÍNDICE

1.	Objeto	6
2.	Alcance	6
3.	Definiciones	6
4.	Generalidades	7
5.	Aprobación de los revestimientos	7
6.	Clasificación de los revestimientos	8
7.	Gestión de la calidad	9
8.	Normas de referencia	10
9.	Higiene y seguridad	16
10.	Marcado, rotulado y embalaje	16
GRUPO A		17
A.	Revestimiento de base asfáltica con envolturas de refuerzo	17
GRUPO B		18
B.	Revestimientos laminados plásticos	18
B.1.	Propiedades físicas de la pintura imprimadora	18
B.2.	Propiedades físicas del laminado plástico	19
B.3.	Propiedades físicas del sistema aplicado:	19
B.4.	Guía de aplicación	20
B.4.1.	Anchos y sobrepuestos	20
B.4.2.	Preparación de la superficie	21
B.4.3.	Condiciones ambientales	22
B.4.4.	Rango admisible de temperatura	22
B.4.5.	Tensión de aplicación	22
B.5.	Guía para la inspección	22
B.5.1.	Controles sistemáticos	23
B.5.2.	Controles no sistemáticos	23
B.5.3.	Aceptación y rechazo	23
B.5.4.	Reparación	24
GRUPO C		25
C.	Revestimientos con cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo	25
C.1.	Propiedades físicas de la pintura imprimadora	25
C.2.	Guía de aplicación	27
C.2.1.	Anchos y sobrepuestos	27
C.2.2.	Preparación de la superficie	27
C.2.3.	Condiciones ambientales	28
C.2.4.	Rango admisible de temperatura	28
C.3.	Guía para la inspección	29



C.3.1.	Controles sistemáticos	29
C.3.2.	Controles no sistemáticos	30
C.3.3.	Aceptación y rechazo	30
C.3.4.	Reparación	30
GRUPO D		31
D.	Mastics asfálticos	31
GRUPO E		32
E.	Revestimiento a base de resinas epoxi	32
SUBGRUPO E.1		33
E.1.1.	Revestimientos a base de resinas epoxi en polvo	33
E.1.2.	Guía de aplicación	35
E.1.3.	Guía para la inspección	38
SUBGRUPO E.2		40
Tipo A		40
E.2.1.A.	Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas con solventes	40
E.2.2.A.	Guía de aplicación	41
E.2.3.A.	Guía para la inspección	42
SUBGRUPO E.2		44
Tipo B		44
E.2.1.B.	Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas 100% de sólidos	44
E.2.2.B.	Propiedades típicas de revestimiento aplicado	45
E.2.3 B	Guía de aplicación	46
E.2.4.B	Guía para la inspección	47
SUBGRUPO E.3		49
E.3.1.	Revestimientos a base de resinas poliuretánicas	49
E.3.2.	Material	49
E.3.3.	Guía de aplicación	51
E.3.4.	Guía para la inspección	52
GRUPO F		55
F.	Cintas de petrolato	55
GRUPO G		60
G.	Revestimiento de poleolefinas extruidas	60
SUBGRUPO G.1		61
G.1.1.	Poliétileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos tipo mastics	61
SUBGRUPO G.2		63
G.2.1.	Poliétileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos a base de compuestos butílicos	63
SUBGRUPO G.3		64
G.3.1.	Poliétileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos duros	64
SUBGRUPO G.4		66

ENARGAS



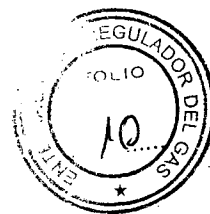
G.4.1.	Polietileno extruido. Sistema tricapa con adhesivos duros y polietileno de baja densidad	66
G.4.2.	Polietileno extruido. Sistema tricapa con adhesivos duros y polietileno de alta densidad	68
SUBGRUPO G.5		72
G.5.1.	Polipropileno extruido. Sistema tricapa	72
SUBGRUPO G.6		74
G.6.1.	Polipropileno sintáctico extruido. Sistema multicapa	74
G.6.2.	Polipropileno foam extruido. Sistema multicapa	75
G.6.3.	Polipropileno sólido extruido. Sistema multicapa	76
G.7.	Guía de aplicación	78
G.8.	Guía para la inspección	80
GRUPO H		83
H.	Revestimientos a base de poliolefinas termocontraíbles	83
SUBGRUPO H.1		84
H.1.	Mantas y tubos de alta y baja relación de contracción	84
SUBGRUPO H.2		87
H.2.	Cintas termocontraíbles	87
SUBGRUPO H.3		88
H.3.	Cintas termocontraíbles de gran flexibilidad	88
SUBGRUPO H.4		89
H.4.	Piezas moldeadas termocontraíbles	89
H.5.	Guía de aplicación	90
H.6.	Guía de inspección	91
GRUPO I		94
I.	Revestimientos anticorrosivos a base de ceras microcristalinas de petróleo.	94
I.1.	Objeto	94
I.2.	Alcance	94
I.3.	Materiales y componentes del sistema	94
I.4.	Propiedades físicas de los materiales:	96
I.5.	Propiedades físicas del sistema aplicado	99
I.6.	Guía de aplicación	99
I.7.	Guía de inspección	101
I.8.	Reparación	102
I.9.	Marcado, Rotulado y Embalaje	102
GRUPO J		103
J	Revestimiento anticorrosivo a base de poliolefinas fundidas aplicadas por proyección ("Flame Spray")	103
GRUPO K		108
K	Aislación térmica en base a poliuretano inyectado	108
ANEXO A		116
Manta protectora del revestimiento de cañerías enterradas		116



ANEXO B	117
<i>Ensayo de despegue catódico</i>	117
ANEXO C	123
<i>Detección de fallas de cobertura en cañerías revestidas</i>	123
ANEXO D	126
<i>Control de limpieza de superficies de acero</i>	126
ANEXO E	127
<i>Certificado de aprobación de los revestimientos</i>	127
<i>Instrucciones para completar el formulario de observaciones</i>	133

A large, stylized handwritten signature or scribble on the left side of the page, consisting of several overlapping loops and lines.

A smaller, more chaotic handwritten scribble or signature located at the bottom center of the page.



Prólogo

La Ley 24 076 -Marco Regulatorio de la Actividad del Gas Natural- crea en su Artículo 50 el ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS).

En el Artículo 52 de la mencionada Ley se fijan las facultades del ENARGAS, entre las cuales se incluye la de dictar reglamentos a los que deben ajustarse todos los sujetos de esta Ley en materia de seguridad, normas y procedimientos técnicos.

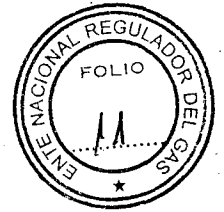
Asimismo, el Artículo 86 expresa que las normas técnicas contenidas en el clasificador de normas técnicas de GAS DEL ESTADO SOCIEDAD DEL ESTADO (revisión 1991) y sus disposiciones complementarias, mantendrán plena vigencia hasta que el Ente apruebe nuevas normas técnicas, en reemplazo de las vigentes, de conformidad con las facultades que le otorga el Artículo 52, inciso b) de la citada Ley.

En tal sentido, esta norma NAG-108 Año 2009 constituye una actualización a la dictada oportunamente por la ex GAS DEL ESTADO SOCIEDAD DEL ESTADO, teniendo en cuenta los nuevos sujetos de la ley, y las Resoluciones que el ENARGAS aprobó en la materia.

En la modificación de esta norma, se han suprimido los revestimientos pertenecientes a los Grupos A y D, por considerarse que en la actualidad su utilización han sido superados por productos con mayor prestación, aplicación más sencilla y con menores riesgos para el Aplicador.

Toda sugerencia de revisión, puede ser enviada al ENARGAS, completando el formulario que se encuentra al final de la norma.

La metodología de actualización consistirá en la emisión de hojas a reemplazar o a agregar. Cada cuatro años se emitirá una actualización completa en caso de corresponder. En tal sentido, se recomienda archivar la norma en carpeta de forma de ir reemplazando o agregando las hojas con las modificaciones correspondientes.



1. Objeto

Esta norma establece los requerimientos mínimos que deben reunir los materiales empleados para el revestimiento de superficies ferrosas enterradas o sumergidas particularmente cañerías de conducción con sus correspondientes accesorios; provee las bases de identificación para los distintos revestimientos, las condiciones de operación para cada caso en particular e incluye guías de aplicación y de inspección.

2. Alcance

Rige los usos y aplicaciones de los revestimientos anticorrosivos para cañerías y accesorios enterrados y sumergidos.

La norma no debe interpretarse como una restricción u obstáculo al uso de mejores materiales o procedimientos.

Asimismo, no otorga ningún derecho para su invocación relacionada con la fabricación, venta o utilización de método, producto o aparato amparado a su vez por patente registrada.

Tampoco puede utilizarse como elemento de protección o atenuante por infracción al régimen de patentes.

3. Definiciones

Para los fines de esta norma, se aplican las definiciones siguientes:

3.1 Aplicador:

Persona o empresa que tiene a su cargo la tarea de aplicación del revestimiento anticorrosivo para cañerías y accesorios.

3.2 ENARGAS:

Ente Nacional Regulador del Gas.

3.3 Licenciataria:

Se refiere ya sea a Transportadora, Distribuidora, o Subdistribuidora, definida conforme al Marco Regulatorio de la Industria del Gas (Ley N° 24 076).

3.4 Organismo de Certificación (OC):

Entidad reconocida para la certificación de elementos por el ENARGAS, conforme a la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.

4. Generalidades

Los materiales contemplados en esta norma incluyen los laminados plásticos aplicados en frío; cintas plásticas autoadhesivas; pinturas epoxídicas (líquidas o en polvo); cintas de petrolato; poliolefinas extruídas; cintas y mantas termocontraíbles, poliolefinas fundidas aplicadas por proyección ("Flame Spary") y aislación térmica en base a poliuretano inyectado.

Se da una descripción general de cada uno de estos materiales para revestimientos, seguida de tablas que contienen las propiedades físicas, los métodos de ensayo o la mención de la norma que los ampara.

Las propiedades tabuladas no constituyen por sí mismas el único criterio para la selección de un material a utilizar como revestimiento de cañería o accesorio. Sin embargo, ellas establecen las características básicas necesarias de los materiales para la identificación de diferentes tipos de revestimientos, con registros de comportamiento comprobados.

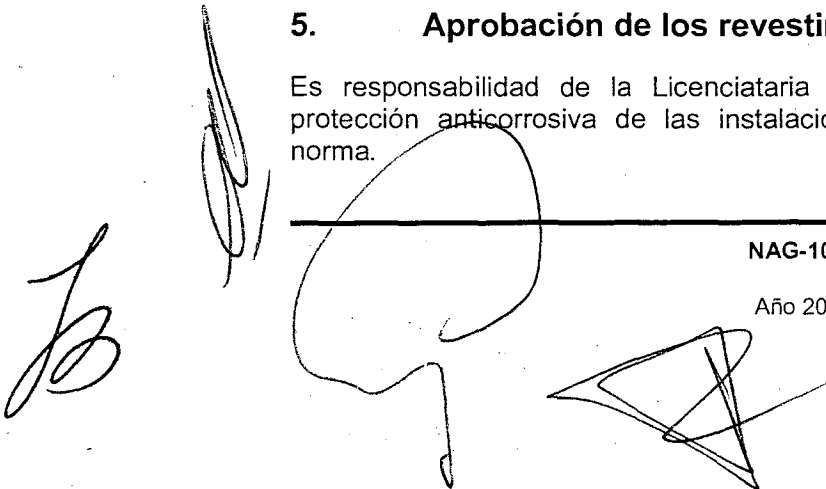
Los materiales utilizados para el revestimiento de estructuras enterradas o sumergidas deben poseer las siguientes propiedades:

- ◆ Alta resistencia eléctrica.
- ◆ Plegabilidad y conformabilidad.
- ◆ Resistencia a medios corrosivos.
- ◆ Baja permeabilidad y absorción de agua.
- ◆ Condición de permanecer adheridos a la superficie de la estructura durante la vida útil de ésta.
- ◆ Resistencia al daño mecánico durante la instalación y operación normal de la estructura.

Los parámetros de ensayo establecidos contemplan las condiciones habituales en que operan en el país las cañerías destinadas al transporte y distribución de gas natural. Para condiciones extremas de temperatura, presión de operación o medio ambiente, puede ser necesario establecer requerimientos especiales para los ensayos aquí nombrados o incorporar nuevos métodos.

5. Aprobación de los revestimientos

Es responsabilidad de la Licenciataria verificar que los materiales para la protección anticorrosiva de las instalaciones cumplan los requisitos de esta norma.





Si el producto cuenta con aprobación previa por parte de un OC, el fabricante o proveedor del revestimiento debe proporcionar, a requerimiento de la Licenciataria, copias rubricadas por el OC de los certificados y de los protocolos de los ensayos realizados sobre los materiales aprobados, como así también efectuar los ensayos complementarios que estime correspondan.

El interesado en la aprobación debe presentar ante el OC interviniente, toda la documentación técnica del producto, muestras y antecedentes de su uso cuando existan, para la aprobación previa de materiales y esquemas de revestimientos.

La extracción de muestras y elaboración de probetas revestidas se debe realizar conforme a norma.

El OC debe emitir un certificado de aprobación de acuerdo con las pautas establecidas en el Anexo E.

La verificación del cumplimiento de la normativa en las aplicaciones del revestimiento es de responsabilidad de la Licenciataria.

6. Clasificación de los revestimientos

Los revestimientos se clasifican según los siguientes grupos:

- ◆ **Grupo A:** De base asfáltica con envolturas de refuerzo. (*)
- ◆ **Grupo B:** Laminados plásticos.
- ◆ **Grupo C:** Cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo.
- ◆ **Grupo D:** Mastics asfálticos. (*)
- ◆ **Grupo E:** A base de resinas epoxi.
 - **Subgrupo E.1:** A base de resinas epoxi en polvo.
 - **Subgrupo E.2:** A base de resinas epoxi líquidas.
 - ✓ Tipo A: Con solventes.
 - ✓ Tipo B: Con 100% de sólidos.
 - **Subgrupo E.3:** A base de resinas poliuretánicas.
- ◆ **Grupo F:** Cintas de petrolato.
- ◆ **Grupo G:** De poliolefinas extruidas

ENARGAS

- **Subgrupo G.1:** Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos tipo mastics.
 - **Subgrupo G.2:** Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos a base de compuestos butílicos.
 - **Subgrupo G.3:** Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos duros.
 - **Subgrupo G.4:** Polietileno extruido. Sistema tricapa.
 - **Subgrupo G.5:** Polipropileno extruido. Sistema tricapa.
 - **Subgrupo G.6**
 - **G.6.1.** Polipropileno sintáctico extruido. Sistema multicapa.
 - **G.6.2** Polipropileno foam extruido. Sistema multicapa.
 - **G.6.1.** Polipropileno sólido extruido. Sistema multicapa.
 - ◆ **Grupo H:** A base de poliolefinas termocontraíbles
 - **Subgrupo H.1:** Mantas y tubos de alta y baja contracción.
 - **Subgrupo H.2:** Cintas termocontraíbles.
 - **Subgrupo H.3:** Cintas termocontraíbles de gran flexibilidad.
 - **Subgrupo H.4:** Piezas moldeadas termocontraíbles.
 - ◆ **Grupo I:** A base de ceras microcristalinas de petróleo (aplicación en frío y caliente).
 - ◆ **Grupo J:** Poliolefinas fundidas aplicadas por proyección ("Flame Spary").
 - ◆ **Grupo K:** Aislación térmica en base a poliuretano inyectado.
- (*) Suprimidos

7. Gestión de la calidad

El fabricante del revestimiento debe estar certificado de acuerdo al sistema ISO 9000, y el sistema de la evaluación de la conformidad que debe emplearse es el 5, según la norma IRAM 367 (Guía ISO/IEC 67).

8. Normas de referencia

Para la redacción de esta norma se ha tenido en cuenta lo siguiente:

ASTM B 117. Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.

ASTM C 177. Standard Test Method for Steady. State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus.

ASTM C 581. Standard practice for determining chemical resistance of thermosetting resins used in glass-fiber-reinforced structures intended for liquid service.

ASTM C 868. Standard test method for chemical resistance of protective linings.

ASTM D 1000. Standard Test Methods for Pressure-Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used for Electrical and Electronic Applications.

ASTM D 1002. Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single-Lap-Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading (Metal-to-Metal).

ASTM D 1044. Standard Test Method for Resistance of Transparent Plastics to Surface Abrasion:

ASTM D 1084. Standard Test Methods for Viscosity of Adhesives.

ASTM D 1238. Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer.

ASTM D 127 Standard Test Method for Drop Melting Point of Petroleum Wax, Including Petrolatum.

ASTM D 1321. Standard Test Method for Needle Penetration of Petroleum Waxes.

ASTM D 146. Standard Test Methods for Sampling and Testing Bitumen-Saturated Felts and Woven Fabrics for Roofing and Waterproofing

ASTM D 149 - 97a. Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies.

ASTM D 1505. Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique.

ASTM D 1525. Standard Test Method for Vicat Softening Temperature of Plastics



ENARGAS

ASTM D 1653-03. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Organic Coating Films.

ASTM D 1693. Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics.

ASTM D 1754. Standard Test Method for Effect of Heat and Air on Asphaltic Materials (Thin-Film Oven Test).

ASTM D 1763. Standard Specification for Epoxy Resins.

ASTM D 2240. Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness.

ASTM D 256. Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.

ASTM D 257. Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials.

ASTM D 2586 - Standard Test Method for Hydrostatic Compressive Strength of Glass-Reinforced Plastic Cylinders.

ASTM D 2671. Standard Test Methods for Heat-Shrinkable Tubing for Electrical Use.

ASTM D 2732. Standard Test Method for Unrestrained Linear Thermal Shrinkage of Plastic Film and Sheeting.

ASTM D 2794. Standard test method for resistance of organic coatings to the effects of rapid deformation (impact).

ASTM D 3359. Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.

ASTM D 3895. Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry.

ASTM D 4060. Standard test method for abrasion resistance of organic coatings by the Taber abraser.

ASTM D 4541. Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.

ASTM D 5 - 06e1. Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials.

ASTM D 522. Standard test methods for mandrel bend test of attached organic coatings.

ASTM D 562. Standard Test Method for Consistency of Paints Measuring Krebs Unit (KU) Viscosity Using a Stormer-Type Viscometer.

ASTM D 570. Standard Test Method for Water Absorption of Plastics.

ASTM D 638. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.

ASTM D 696. Standard Test Method for Coefficient of Linear Thermal Expansion of Plastics Between -30°C and 30°C With a Vitreous Silica Dilatometer.

ASTM D 70. Standard Test Method for Density of Semi-Solid Bituminous Materials (Pycnometer Method).

ASTM D 71. Standard Test Method for Relative Density of Solid Pitch and Asphalt (Displacement Method).

ASTM D 746. Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact.

ASTM D 792. Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement.

ASTM D 870. Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings Using Water Immersion.

ASTM D 882. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting

ASTM D 92 - 05a. Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester

ASTM D 937. Standard Test Method for Cone Penetration of Petrolatum

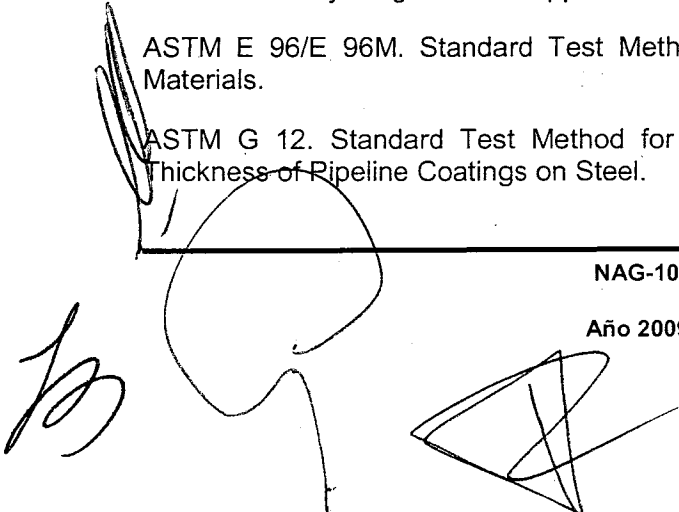
ASTM D 938. Standard Test Method for Congealing Point of Petroleum Waxes, Including Petrolatum.

ASTM D 2586. Standard Test Method for Hydrostatic Compressive Strength of Glass-Reinforced Plastic Cylinders

ASTM E 28. Standard Test Methods for Softening Point of Resins Derived from Naval Stores by Ring-and-Ball Apparatus.

ASTM E 96/E 96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials.

ASTM G 12. Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Film Thickness of Pipeline Coatings on Steel.



ASTM G 14. Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test).

ASTM G 21 – 96 (2002) Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic Polymeric Materials to Fungi.

ASTM G 8. Standard Test Methods for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings.

ASTM G 9. Standard Test Method for Water Penetration into Pipeline Coatings.

CAN/CSA Z245.20/-Z245.21. External Fusion Bond Epoxy Coating for Steel Pipe/External Polyethylene Coating for Pipe.

DIN 30670. Polyethylene coating for steel pipes and fitting.

DIN 53505. Testing of rubber - Shore A and Shore D hardness test.

EN 10288. Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines - External two layer extruded polyethylene based coatings.

EN 12068. Cathodic protection. External organic coatings for the corrosion protection of buried or immersed steel pipelines used in conjunction with cathodic protection. Tapes and shrinkable materials.

EN 253. District heating pipes - Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks - Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene.

EN 489. Preinsulated bonded pipe systems for underground hot water networks. Joint assembly for steel service pipes, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene.

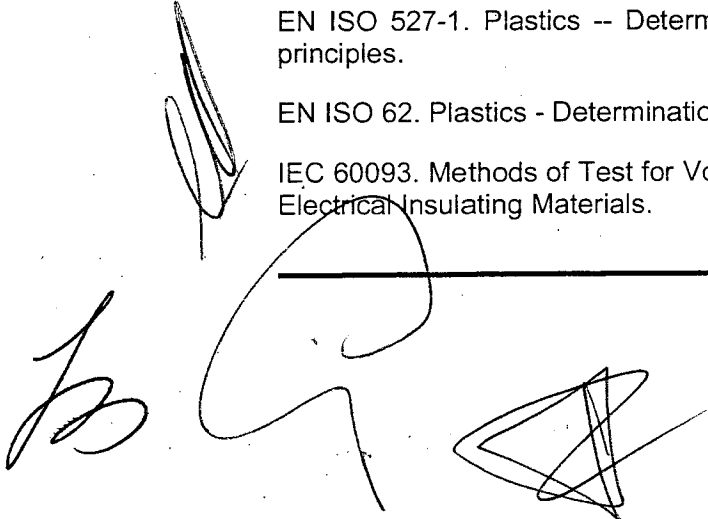
EN ISO 10289. Methods for corrosion testing of metallic and other inorganic coatings on metallic substrates. Rating of test specimens and manufactured articles subjected to corrosion tests.

EN ISO 1183-1. Plastics -- Methods for determining the density of non-cellular plastics - Part 1: Immersion method, liquid pycnometer method and titration method.

EN ISO 527-1. Plastics -- Determination of tensile properties -- Part 1: General principles.

EN ISO 62. Plastics - Determination of water absorption.

IEC 60093. Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.



IRAM 13485. Tubos de polietileno (PE) para suministro de agua y/o conducción de líquidos bajo presión.

IRAM 13485. Tubos de polietileno para suministro de agua y/o conducción de líquidos bajo presión.

IRAM 1456-3. Cintas y materiales termocontraíbles para la protección anticorrosiva de uniones y accesorios de tuberías de acero. Parte 3 - Métodos de ensayo.

IRAM 1576. Filtros asfálticos saturados y techados asfálticos. Método de determinación de la pérdida por calentamiento y del comportamiento a la acción del calor.

IRAM 367. Evaluación de la conformidad. Elementos fundamentales de la certificación de productos.

IRAM-DEF D 1054. Pinturas. Carta de colores para pinturas de acabado brillante y mate.

IRAM-ISO 19011. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.

IRAM-ISO 9000. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.

IRAM-ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

ISO 1133. Plastics - Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics.

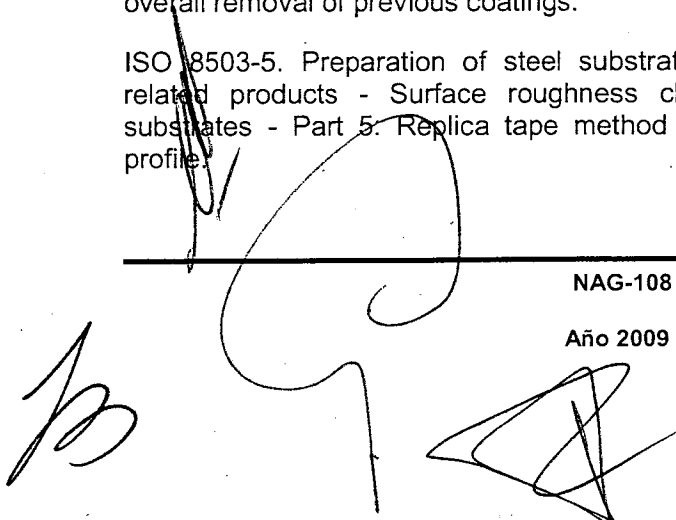
ISO 2506. Polyethylene pipes (PE) -- Longitudinal reversion -- Test methods and specification.

ISO 844 Rigid cellular plastics - Determination of compression properties.

ISO 845 Cellular plastics and rubbers - Determination of apparent (bulk) density.

ISO 8501-1. Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings.

ISO 8503-5. Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates - Part 5. Replica tape method for the determination of the surface profile.



ISO TR 10837 - Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings.

NACE RP 0188. Discontinuity (Holiday) Testing Of Protective Coatings.

NACE RP standard 0274 -High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings.

NACE standard RP 0490 - Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 250 to 760 μm (10 to 30 mils).

NAG-110 Año 1986. Reglamentaciones sobre higiene y seguridad en el trabajo para las instalaciones de revestimiento anticorrosivo de cañerías de acero.

SSPC-PA 2. Paint Application Standards, Guides and Specifications - Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gages.

SSPC-SP 1. Surface preparation standards and specifications - Solvent Cleaning.

SSPC-SP 2. Surface preparation standards and specifications - Hand tool cleaning.

TP 206. Alyeska shear stress test (soil stress creep resistance).

Bibliografía recomendada:

NACE International Publication 10 D 199. Coating for the repair and rehabilitation of the external coatings of buried steel pipelines.

NACE RP 0375. Field-Applied Underground Wax Coating Systems for Underground Pipelines: Application, Performance, and Quality Control

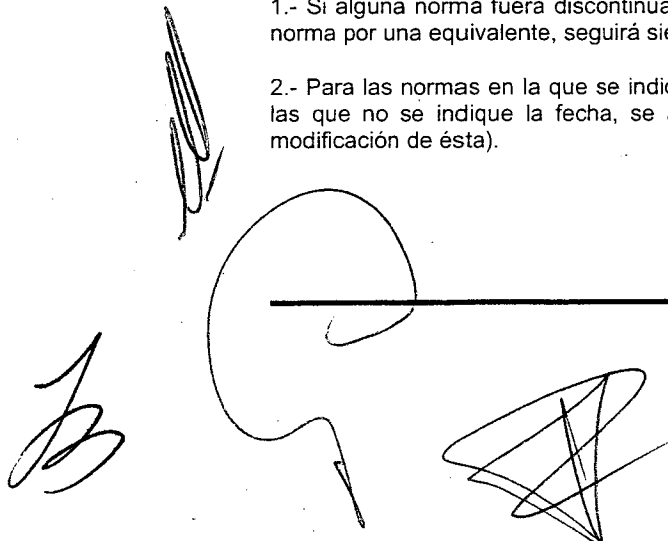
NACE standard RP 0303 -Field-Applied Heat-Shrinkable Sleeves for Pipelines: Application, Performance, and Quality Control.

NACE standard TM0102 - Measurement of protective coating electrical conductance on underground pipelines.

Notas:

1.- Si alguna norma fuera discontinuada por su emisor, hasta tanto no sea reemplazada en esta norma por una equivalente, seguirá siendo aplicable para el caso.

2.- Para las normas en la que se indique el año de emisión, sólo se aplica la edición citada. Para las que no se indique la fecha, se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).



9. Higiene y seguridad

Para llevar a cabo las tareas de revestimiento para los distintos tipo de Grupos mencionados en esta norma, se debe respetar como mínimo lo indicado en la NAG-110 Año 1986, y toda aquella normativa, ordenanza o reglamentación vigente, que sobre el tema, sea de aplicación.

10. Marcado, rotulado y embalaje

A menos que se indique otra cosa para el tipo de revestimiento, y cuando corresponda, los revestimientos deben llevar un rótulo en forma legible e inalterable, con la identificación mínima siguiente, además de lo que indiquen las disposiciones legales en vigencia:

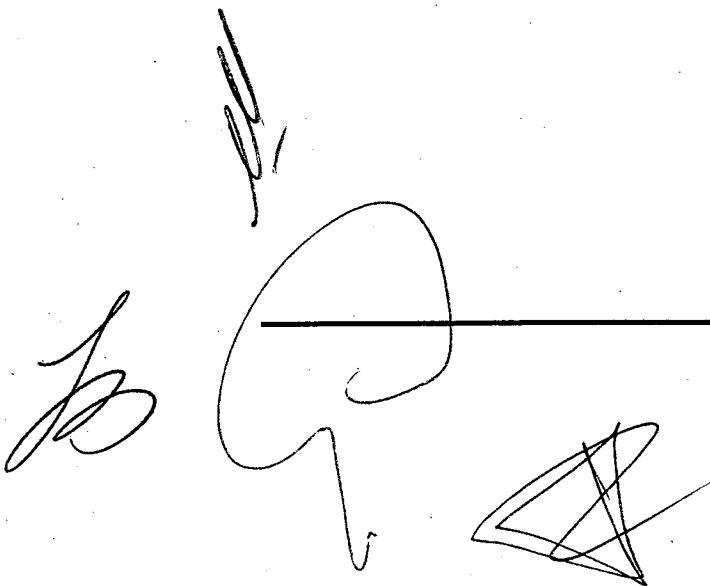
- a) Marca registrada o el nombre del fabricante; para el caso de productos importados se indican los datos del importador.
- b) Industria de origen.
- c) Identificación del tipo de producto y su designación.
- d) Identificación del lote de producción, el número de control u otra marcación suficiente para asegurar la trazabilidad del producto.
- e) Logotipo de identificación de modelo aprobado, según lo indicado en el anexo IV de la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.
- f) Número de matrícula de certificación.

Los envases deben llevar, además de lo indicado precedentemente, las condiciones de almacenamiento y estiba, como así también la fecha de vencimiento si correspondiera.

GRUPO A

A. Revestimiento de base asfáltica con envolturas de refuerzo

En la modificación de esta norma, se ha suprimido este revestimiento, por considerarse que en la actualidad su utilización ha sido superada por productos con mayor prestación, aplicación más sencilla y con menores riesgos para el Aplicador.



GRUPO B

B. Revestimientos laminados plásticos

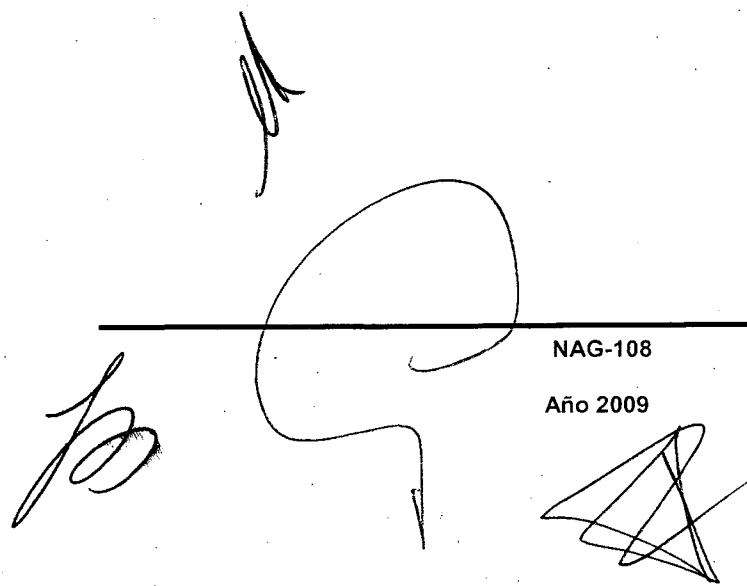
Consisten en películas plásticas de base, tales como polietileno, polipropileno o polibutileno, que sirven de sostén a compuestos laminados que cubren una de sus caras o ambas. Estos compuestos están constituidos por caucho butílico, alquitrán de hulla con resinas plastificantes o la combinación de ellos, pudiendo llevar o no entramados de refuerzo, siendo a su vez aplicados en frío o en caliente según el tipo, sobre la superficie de acero previamente imprimada.

B.1. Propiedades físicas de la pintura imprimadora

La pintura imprimadora debe ser compatible con el adhesivo del laminado plástico y de la misma marca que éste.

El fabricante debe proveer la pintura adjuntando una hoja de datos técnicos con los valores mínimo y máximo y el método de ensayo de las siguientes propiedades:

- ◆ Tipo de solvente
- ◆ Punto de inflamación
- ◆ Densidad a 23 °C
- ◆ Contenido de sólidos, % en peso
- ◆ Contenido de compuestos aromáticos, % en volumen
- ◆ Viscosidad a 23 °C
- ◆ Rendimiento, en l/m²



B.2. Propiedades físicas del laminado plástico

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Espesor del film base	mm	0,1	0,33	ASTM D 1000
Espesor del adhesivo	mm	0,5	–	ASTM D 1000
Espesor total	mm	0,75	–	ASTM D 1000
Resistencia a la tracción	N/cm	30	–	ASTM D 1000 / D 882
Elongación a la rotura	%	150	–	ASTM D 1000 / D 882
Velocidad de transmisión de vapor de agua	g/m ² día	–	0,5	ASTM E 96
Absorción de agua	%	–	0,2	ASTM D 570
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	15	–	ASTM D 1000
Resistencia de aislación	GΩ	500	–	ASTM D 1000 / D 257
Índice de saponificación	mg.OHK/g	–	10	EN 12068
Adherencia sobre acero imprimado	N/cm	22	–	EN 12068
Adherencia sobre el film base	N/cm	12	–	EN 12068
Resistencia a los hongos		satisfactorio		ASTM G 21
Resistencia a las bacterias		satisfactorio		IRAM 1456-3
Envejecimiento por calor		satisfactorio		EN 12068
Envejecimiento por migración de plastificantes		satisfactorio		EN 12068

B.3. Propiedades físicas del sistema aplicado:

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm ²	–	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración (espesor residual)	mm	0,6	–	EN 12068
Resistencia específica	Ωm ²	10 ⁶	–	EN 12068
Resistencia al impacto:	N.m			EN 12068
∅ _n ≤ 51 mm		3,5	–	
51 mm < ∅ _n < 203 mm		4,25	–	
∅ _n > 203 mm		5,0	–	
Adherencia:	N/cm			EN 12068
sobre acero imprimado		12	–	
sobre el film base		6	–	
Detección de fallas		satisfactorio		NAG-108, ANEXO C

Para laminados plásticos cuyos fabricantes establezcan que pueden ser utilizados a temperaturas de operación mayores a 30 °C, las siguientes propiedades físicas del sistema aplicado establecidas en B.3, deben ensayarse a esas temperaturas (T_{máx}). Los valores de aceptación, mínimos o máximos deben ser los establecidos para temperatura de operación hasta 30 °C.

- Despegue catódico
- Resistencia a la penetración
- Adherencia sobre acero imprimado
- Adherencia sobre el film base

En el caso del despegue catódico las probetas deben sumergirse en una solución que se mantenga a $T_{m\acute{a}x}$ durante todo el ensayo y para el caso resistencia a la penetración y adherencia las probetas deben encontrarse a la $T_{m\acute{a}x}$ durante la realización del ensayo.

B.4. Guía de aplicación

Los laminados plásticos pueden ser indicados para aplicación manual o con máquinas en el revestimiento de uniones soldadas, tramos cortos de cañerías, caños camisa (únicamente para aquellos casos que sean instalados a cielo abierto, quedando prohibido su uso para los montajes por hincado o perforación dirigida), derivaciones domiciliarias, parches de soldaduras cuproaluminotérmicas y para el re-forrado de cañerías ya instaladas.

En todos los casos que el laminado se provea conforme el espesor total mínimo requerido, se debe aplicar en forma helicoidal y el solapado debe ser fijado por los usuarios, no pudiendo ser menor a 25,4 mm, o bien en doble capa dispuesta según la tabla indicada en B.4.1. Como excepción se pueden revestir en simple cobertura las cañerías de diámetros $\leq 2"$. En aquellos casos que el laminado sea provisto con un espesor total mínimo, tal que de por sí sea equivalente al conformado por una doble capa, se puede aplicar en simple cobertura (simple capa) respetando igualmente el solapado, anchos de cinta y sobrepuestos citados.

El fabricante debe indicar la tensión mínima y máxima recomendada de aplicación, expresada en kg por ancho cinta para cada rango de temperatura del laminado, del sustrato o ambos. Asimismo, debe recomendar el equipamiento y herramientas específicas necesarias.

B.4.1. Anchos y sobrepuestos

Para el revestimiento de uniones soldadas, tramos cortos de tubería, caños camisa, derivaciones domiciliarias y re-forrado de cañerías ya instaladas, se debe aplicar el laminado en forma helicoidal y el solapado debe ser fijado por los usuarios, no pudiendo ser menor a 25,4 mm, o bien en doble capa dispuesta según la siguiente tabla:

Diámetro nominal del caño (mm)	Ancho (mm)	Solapa mínima (mm)
51	100	13
76	100	13
102	100	13
152	150	19
203	225	19
254	225	19
305	300	19
356	300	19
406	300	19
457	450	25
508	450	25
559	450	25
609	450	25
660	450	25
762	450	25

Los anchos de cinta especificados en esta tabla son de aplicación obligatoria.

B.4.2. Preparación de la superficie

La superficie de la cañería, previa a la aplicación de la pintura imprimadora y del laminado, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o cualquier otro producto compatible con el revestimiento a aplicar.

Luego de la limpieza previa, la cañería debe arenarse o granallarse a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de arenado o granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

Si la superficie a revestir presenta irregularidades pronunciadas (cordones de soldaduras longitudinales o transversales, superficie corroída, etc.), donde puedan quedar cavidades formadas porque el laminado plástico no alcanza a adherir sobre toda la superficie de la cañería, éstas deben eliminarse empleando masticos o masillas de relleno que sean de la misma naturaleza química que el adhesivo del laminado plástico, a fin de asegurar la compatibilidad entre ambos.



B.4.3. Condiciones ambientales

En todos los casos antes de aplicar la imprimación y el laminado plástico, la temperatura de la superficie metálica debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario, la tarea de aplicación del revestimiento no se debe realizar.

B.4.4. Rango admisible de temperatura

- ◆ De aplicación: según fabricante.
- ◆ De operación: según fabricante.

Para laminados plásticos cuyos fabricantes establezcan que pueden utilizarse a temperaturas de operación mayores a 30 °C, las propiedades físicas siguientes del sistema aplicado establecidas en B.3 deben ensayarse a esas temperaturas ($T_{m\acute{a}x}$). Los valores de aceptación, mínimos o máximos son los establecidos para temperatura de operación hasta 30 °C.

- Despegue catódico
- Resistencia a la penetración
- Adherencia sobre acero imprimado
- Adherencia sobre el film base

En el caso de despegue catódico las probetas deben sumergirse en una solución que se mantenga a $T_{m\acute{a}x}$ durante todo el ensayo y para el caso resistencia a la penetración y adherencia, las probetas deben encontrarse a la $T_{m\acute{a}x}$ durante la realización del ensayo.

B.4.5. Tensión de aplicación

Los laminados plásticos deben aplicarse manteniendo la tensión recomendada por el fabricante. En cañerías de diámetro nominal superior a 152 mm deben utilizarse procedimientos que aseguren el mantenimiento constante de esa tensión de aplicación. Por acuerdo entre Aplicador y Licenciataria pueden aplicarse laminados plásticos fuera de estos procedimientos en curvas, válvulas o piezas de diámetro o radio variables.

B.5. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la

aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

B.5.1. Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que deben realizarse con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control de las condiciones ambientales (100% de las superficies a revestir).
- Control de la limpieza de la superficie (100% de las superficies a revestir).
- Control visual del aspecto (100% de las superficies revestidas).
- Detección eléctrica de fallas (100% de las superficies revestidas).
- Medición de espesores (según criterio de la Inspección).
- Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección).
- Ensayo de penetración (según criterio de la Inspección).
- Adherencia -DIN 30670- (según criterio de la Inspección).

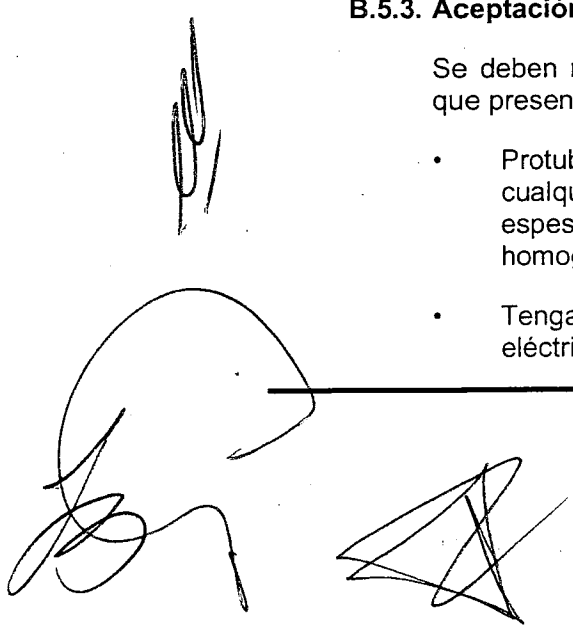
B.5.2. Controles no sistemáticos

Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el B.5.1, se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular a pedido del Inspector y se deben repetir como mínimo una vez al año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

B.5.3. Aceptación y rechazo

Se deben rechazar los trabajos realizados con laminados plásticos que presenten las siguientes deficiencias:

- Protuberancias, hendiduras, irregularidad del solapado o cualquier otra irregularidad que discontinúe la superficie o espesor del revestimiento, los cuales deben ser lisos, homogéneos y uniformes.
- Tengan una o más fallas al ser chequeados con el detector eléctrico de fallas.



- No cumplan con el espesor mínimo especificado.
- No cumplan con el ensayo de adherencia.
- No cumplan con el valor de resistencia al impacto.
- No alcancen el valor de resistencia de penetración.

B.5.4. Reparación

Únicamente pueden repararse los tramos de cañería revestidos con laminados plásticos de longitud superior a 1 m que presenten algunas de las deficiencias descritas en B.5.3. Si éstas se presentan en tramos de cañería de longitud inferior o igual a 1 m, en juntas de soldadura o en parches de soldadura cuproaluminotérmica, se debe rehacer íntegramente el esquema de revestimiento.

GRUPO C**C. Revestimientos con cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo**

Los revestimientos a base de cintas de polietileno, están constituidos por una película de este material recubierta y un compuesto adhesivo, co-extrudados. En la fórmula del compuesto adhesivo intervienen materiales bituminosos, caucho butílico y resinas sintéticas.

Se emplean exclusivamente como revestimiento integral de cañerías.

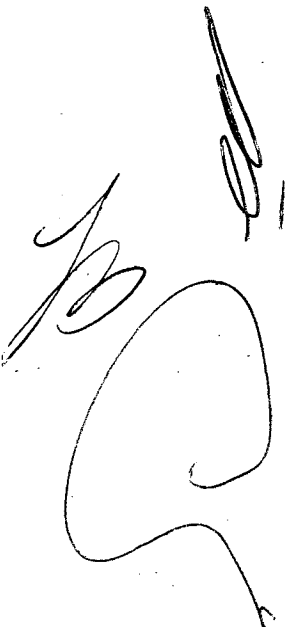
El esquema completo consiste en el arrollamiento helicoidal de dos cintas: una interior, de protección anticorrosiva, aplicada sobre la superficie de acero previamente imprimada y, otra exterior, de protección mecánica.

C.1. Propiedades físicas de la pintura imprimadora

La pintura imprimadora debe ser compatible con el adhesivo de la cinta plástica y de la misma marca de ésta.

El fabricante debe proveer la pintura, adjuntando una hoja de datos técnicos con los valores máximo y mínimo y el método de ensayo de las siguientes propiedades:

- ◆ Tipo de solvente
- ◆ Punto de inflamación
- ◆ Densidad a 23 °C
- ◆ Contenido de sólidos (% en peso)
- ◆ Contenido de compuestos aromáticos (% en volumen)
- ◆ Viscosidad a 23 °C
- ◆ Rendimiento en l/m²



Requisitos para los revestimientos (según norma EN 12068)

Característica	Clase de temperatura de servicio	Unidad	Clase de resistencia mecánica					Método de ensayo
			A	B	C			
Resistencia al choque a 23°C ¹⁾	30/50/HT	J	≥ 4	≥ 8	≥ 15	≥ 15	≥ 15	Anexo H
Resistencia a la indentación presión (condición de ensayo) a 23°C a T _{máx.}	30/--/--/50/HT	N/mm ²	0,1 0,1	1,0 1,0	10,0 10,0	10,0 10,0	10,0 10,0	Anexo G
Detector de defectos o espesor residual	--	mm	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	
Resistencia específica al aislamiento eléctrico R _{S100} R _{S100} /R _{S70} ²⁾	30/50/HT	Ωm ²	≥ 10 ⁶ ≥ 0,8	≥ 10 ⁶ ≥ 0,8	≥ 10 ⁸ ≥ 0,8	≥ 10 ⁸ ≥ 0,8	≥ 10 ⁸ ≥ 0,8	Anexo J
Resistencia al despegue catódico a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT	mm mm	≤ 20	≤ 20	≤ 10 ³⁾	≤ 15	≤ 20	Anexo K
Resistencia al desprendimiento capa a capa ⁴⁾⁵⁾ -interior a interior+exterior a interior a 23°C a T _{máx.} -exterior a exterior a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,0 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	Anexo B
Resistencia al desprendimiento del recubrimiento ⁶⁾⁷⁾ de la superficie del tubo a 23°C a T _{máx.} del recubrimiento de fábrica a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,5 ≥ 0,05 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 0,75 ≥ 0,075 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 1,0 ≥ 0,1 ≥ 0,4 ≥ 0,04	Anexo C
Resistencia al esfuerzo cortante ⁴⁾ a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT	N/mm ²	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	Anexo D

1) Véase el apartado 4.1.2.4, los recubrimientos deben cumplir todos los requisitos de una columna
 2) Si la resistencia específica de aislamiento eléctrico después de 70 días es menor que 10 veces el valor especificado para 100 días.
 3) Por acuerdo entre fabricante y el usuario
 4) No es exigible a las cintas de petrolato de clase A
 5) No es exigible para las cintas bituminosas de clase a clase B.
 6) Si el resultado obtenido para las cintas bituminosas o las cintas de polímero reforzadas es menor que 0,4 N/mm, el espesor residual del compuesto bituminoso o del compuesto bituminoso adhesivo sobre la superficie del tubo o sobre el recubrimiento de fábrica debe ser ≥ 0,25 mm
 7) Las cintas de petrolato deben ser capaces de adherirse y de permanecer unidas a todas las superficies metálicas limpias y deben dejar una película de compuesto sobre el metal cuando se desprenden en un ángulo de 180°C, 30 min después de su aplicación.

Los revestimientos deben cumplir los requisitos que se especifican en la tabla precedente para las clases siguientes:

Clase A: Revestimiento que tiene una resistencia mecánica baja.

Clase B: Revestimiento que tiene una resistencia mecánica media.

Clase C: Revestimiento que tiene una resistencia mecánica alta.

C.2. Guía de aplicación

La aplicación de las cintas plásticas de polietileno, tanto interior como exterior, se puede realizar en línea o en plantas fijas, mediante equipos para tal fin, que mantengan en forma permanente la tensión (para cada rango de temperatura del rollo y del sustrato) y el solapado recomendado por el fabricante.

No se permite su uso en aplicaciones manuales.

C.2.1. Anchos y sobrepuestos

En todos los casos ambas cintas plásticas -interior y exterior- se aplican con un solapado que debe ser fijado por los usuarios, no pudiendo ser menor a 25,4 mm. A su vez la exterior se ajusta sobre la interior, desfasada en la mitad del ancho a fines de sellar el solape de ésta.

Los anchos exigidos para cada diámetro de caño, son los que figuran en la siguiente tabla:

Diámetro nominal del caño (mm)	Ancho de cinta (mm)
51	100
76	100
102	100
152	150
203	225
254	225
305	300
356	300
406	300
457	450
508	450
559	450
609	450
660	450
762	450

C.2.2. Preparación de la superficie

La superficie de la cañería, previa a la aplicación de la pintura imprimadora y del laminado, debe estar libre de polvo, grasas,

aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o cualquier otro producto compatible con el revestimiento a aplicar.

Luego de la limpieza previa, la cañería se debe granallar a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1. Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

Si la superficie a revestir presenta irregularidades pronunciadas, éstas deben eliminarse. Particularmente en el caso de los cordones de soldaduras longitudinales o transversales, éstos deben recubrirse mediante cintas del grupo B, que sean de la misma marca y de la misma naturaleza química que el adhesivo de la cinta plástica, a los efectos de asegurar la compatibilidad entre ambos.

En caso de efectuarse el revestimiento en línea, la cañería debe granallarse y sometida a imprimación, en planta. La pintura imprimadora aplicada debe cumplir la función de preservar la limpieza de la superficie durante el tiempo que transcurre entre la salida de la planta y el revestimiento en obra. Este producto debe eliminarse mediante la cepilladora de línea para luego realizar la imprimación definitiva y el encintado final.

C.2.3. Condiciones ambientales

En todos los casos antes de aplicar la imprimación y el laminado plástico, la temperatura de la superficie metálica debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben interrumpirse.

C.2.4. Rango admisible de temperatura

- ◆ De aplicación: según el fabricante.
- ◆ De operación: según el fabricante.

Para cintas de polietileno con envoltura exterior de refuerzo cuyos fabricantes establezcan que pueden utilizarse a temperaturas de operación mayores a 30 °C, las propiedades físicas siguientes del sistema aplicado establecidas en C.1 deben ensayarse a esas temperaturas ($T_{m\acute{a}x}$). Los valores de aceptación, mínimos o máximos son los que se establecen para temperatura de operación hasta 30 °C.

- Despegue catódico
- Resistencia a la penetración
- Adherencia sobre acero imprimado
- Adherencia sobre el film base

En el caso de despegue catódico las probetas deben sumergirse en una solución que se mantenga $T_{m\acute{a}x}$ durante todo el ensayo y para el caso resistencia a la penetración y adherencia las probetas deben encontrarse a $T_{m\acute{a}x}$ durante la realización del ensayo.

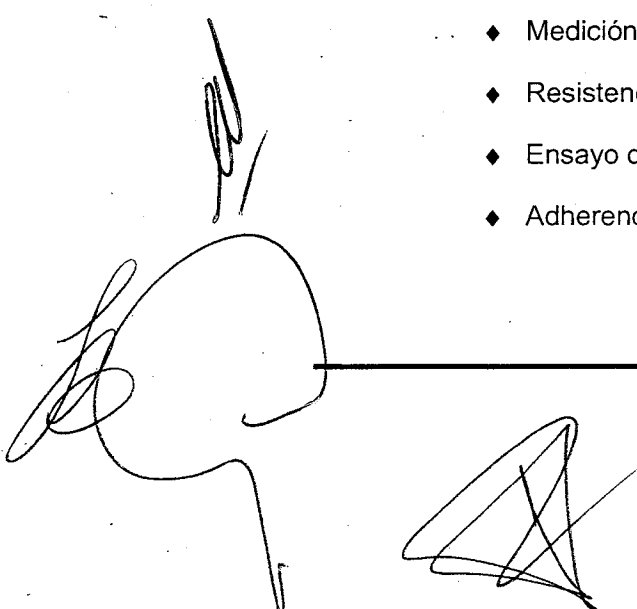
C.3. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

C.3.1. Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que deben realizarse con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- ◆ Control visual del aspecto (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Detección eléctrica de fallas (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Control de condiciones ambientales (cada 3 h como mínimo).
- ◆ Control de limpieza de superficie (según criterio de la Inspección).
- ◆ Medición de espesores (según criterio de la Inspección).
- ◆ Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección).
- ◆ Ensayo de penetración (según criterio de la Inspección).
- ◆ Adherencia (ASTM D 1000) (según criterio de la Inspección).





C.3.2. Controles no sistemáticos

Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el punto C.3.1., se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular, a pedido del Inspector y se deben repetir como mínimo una vez al año, o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

C.3.3. Aceptación y rechazo

Se deben rechazar los trabajos realizados con cintas plásticas que presenten las siguientes deficiencias:

- a) Protuberancias, hendiduras o cualquier otra irregularidad que discontinúe la superficie del revestimiento, la cual debe ser lisa, homogénea y uniforme.
- b) Tengan cinco o más fallas al ser chequeados con el detector eléctrico.
- c) No cumplan el espesor mínimo especificado.
- d) No cumplan con el ensayo de adherencia.
- e) No cumplan con el valor de resistencia al impacto.
- f) No alcancen el valor de resistencia a la penetración.

C.3.4. Reparación

Los caños o tramos de cañería revestidos con cintas plásticas pueden repararse únicamente con laminados plásticos del Grupo B.

En el caso de revestimiento en planta se aceptará la reparación de hasta un máximo del 5% de la producción diaria, de aquellos caños que se hayan rechazado según el apartado C.3.3. El exceso de ese valor debe ser reprocesado.



GRUPO D

D. Mastics asfálticos

En la modificación de esta norma, se ha suprimido este revestimiento por considerarse que en la actualidad su utilización ha sido superada por productos con mayor prestación, aplicación más sencilla y con menores riesgos para el Aplicador.



GRUPO E

E. Revestimiento a base de resinas epoxi

Los revestimientos a base de resinas epoxi se obtienen por la reacción química de su polimerización, sobre la superficie de acero. Este proceso se acelera por un endurecedor o catalizador, en el caso de las pinturas epoxi líquidas o por el suministro de calor, en el caso de las resinas epoxi en polvo.

SUBGRUPO E.1

E.1.1. Revestimientos a base de resinas epoxi en polvo

Las resinas epoxi en polvo (FBE -Fusion Bonded Epoxy) se emplean para la cobertura integral de cañerías y accesorios (válvulas, bridas, tes de derivación, etc.), previamente calentadas a la temperatura recomendada por el fabricante, en plantas de revestimiento especialmente montadas para ese fin. También se pueden aplicar para el revestimiento de uniones soldadas en obra con equipos especiales de campo.

La aplicación se puede efectuar por dos métodos distintos:

- Lecho fluidificado.
- Sistema electrostático.

E.1.1.1. Propiedades físicas de la resina

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina en polvo, una certificación por cada partida de material, con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo de resina epoxi en polvo.
- d) Clasificación según norma ASTM D 1763.
- e) Tamaño de partículas y su distribución.
- f) Densidad.
- g) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- h) Rango de temperaturas de aplicación.
- i) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- j) Contenido de humedad.
- k) Espectrograma infrarrojo.
- l) Curva de curado.

- m) Tiempo de gelificación (Gel time).
- n) Análisis térmico por Calorímetro de Barrido Diferencial (DSC).

En la certificación se debe indicar para cada propiedad la norma de aplicación.

E.1.1.2. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V)	(radio) mm	--	6,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 20°C, 1.5V)	(radio) mm	--	8,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 65°C, 1.5V)	(radio) mm	--	20	CAN/CSA-Z245.20
Resistencia específica	$\Omega \cdot m^2$	10^8	--	EN ISO 10289
Medición de espesores: normal reforzado	μm	350 500	-- --	SSPC-PA 2
Resistencia al impacto: proyectil \varnothing 16 mm	J			EN ISO 10289
$\varnothing_n \leq 51$ mm		3,5	--	
$51 \text{ mm} < \varnothing_n < 203$ mm		4,25	--	
$\varnothing_n > 203$ mm		5,0	--	
Resistencia a la indentación: 48 h 24-48 h	%	-- --	30 5	EN ISO 10289
Flexibilidad a 0 °C -radio 1,5 grados-	N°	sin fisuras	--	CAN/CSA-Z245.20
Características térmicas: Diferencia de temperatura de transición vítreo ΔT_g	°C	--	el declarado por el fabricante	CAN/CSA-Z245.20
Grado de polimerización	%	96	--	CAN/CSA-Z245.20
Examen visual de la película:	Grado			CAN/CSA-Z245.20
Porosidad interfacial		--	4	
Porosidad transversal		--	4	
Resistencia a la abrasión (c/s 17, 1000 g, 5000 ciclos)	g	--	0,5	ASTM D 1044
Adherencia	Grado	3	--	CAN/CSA-Z245.20
Envejecimiento por calor		satisfactorio		EN ISO 10289
Detección de fallas		satisfactorio		NAG-108, ANEXO C
Aspecto visual	La superficie pintada debe ser lisa, homogénea y uniforme. No debe presentar protuberancias, hendiduras o cualquier otra irregularidad.			

Para la calificación de un producto se debe requerir la realización de los dos ensayos de despegue catódico (a 28 días), a los que hace referencia la tabla.

En cambio, para el control de calidad de rutina en la planta de revestimiento se acepta la realización del ensayo de despegue catódico acelerado (24h, 65°C, 3.5V).

Las propiedades de despegue catódico, resistencia a la indentación, adherencia y resistencia a la tensión del suelo (Soil-Stress), deben evaluarse con probetas que se encuentren a la máxima temperatura de operación continua establecida por cada fabricante para su producto.

En el ensayo de despegue catódico los valores de aceptación establecidos para el ensayo a 20 °C rigen para ensayos a temperaturas entre 20 °C y 64 °C; los establecidos para el ensayo a 65 °C para ensayos a temperaturas entre 65 °C y 94 °C, y los establecidos para el ensayo a 95 °C para ensayos a temperaturas mayores de 95 °C.

Para la calificación del prototipo la verificación del despegue catódico también se realiza en el ensayo de despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V).

E.1.2. Guía de aplicación

Las resinas epoxi en polvo fundido descrito como subgrupo E.1 se emplean para el revestimiento integral de cañerías o de accesorios. La aplicación se efectúa en Plantas de Revestimientos hasta una distancia de los extremos de 150 mm como máximo, a efectos de la ejecución de la unión soldada, con la excepción de los caños para instalaciones domiciliarias. Esta última también puede recubrirse con la misma resina, empleando equipos de limpieza, calentamiento y pintado en campo especialmente diseñados para ese propósito.

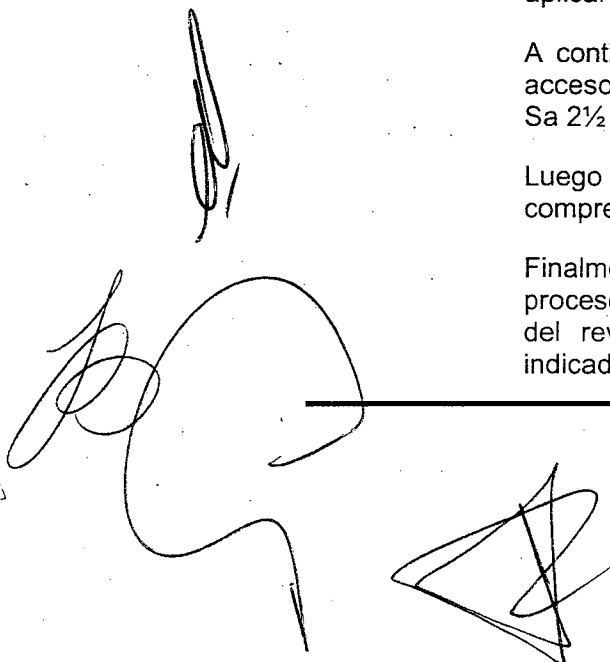
E.1.2.1. Preparación de la superficie

La superficie de acero, previa a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de: polvos, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o productos compatibles con el revestimiento a aplicar.

A continuación, la cañería debe granallarse (en el caso de los accesorios se pueden arenar) a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Luego del granallado (arenado) el perfil de rugosidad debe estar comprendido entre $80 \mu\text{m} \pm 20 \mu\text{m}$.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.



E.1.2.2. Condiciones ambientales

No se puede aplicar el revestimiento cuando la humedad relativa ambiente (HR) supere el 85%. En caso de interrupción del proceso, la superficie ya granallada (arenada) se puede revestir de acuerdo con las siguientes pautas:

- si $HR > 80\%$, dentro de las 2 h
- si $70\% < HR \leq 80\%$, dentro de las 3 h
- si $HR \leq 70\%$, dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la cañería debe granallarse nuevamente.

En todos los casos la temperatura del caño o accesorio debe estar $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima del punto de rocío, de lo contrario, las tareas deben interrumpirse.

E.1.2.3. Rangos de presión de operación

Las resinas epoxi en polvo fundido se aplican en espesor normal para cañerías cuya presión de operación sea menor o igual a 1,5 bar. Para presiones mayores se realiza en espesor reforzado.

E.1.2.4. Rangos de temperatura de operación

La temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$) de operación de las cañerías revestidas con resinas FBE la establece el fabricante. Los espesores de película mínimos para esa temperatura son los fijados en E.1.2.3. o mayores por acuerdo entre partes.

Para FBE cuyos fabricantes establezcan que pueden ser utilizados a temperaturas de operación mayores a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, las siguientes propiedades físicas del sistema aplicado se establecen en E.1.1.2:

- Despegue catódico
- Resistencia a la indentación
- Adherencia sobre acero imprimado
- Características térmicas

Deben ensayarse a esas temperaturas ($T_{\text{máx}}$).

En el caso de resistencia a la indentación y adherencia sobre el acero imprimado las probetas deben encontrarse a $T_{m\acute{a}x}$ durante la realización del ensayo.

Para las características térmicas (diferencia de temperatura de transición vítrea y grado de polimerización) deben verificarse los valores especificados por el fabricante para ensayos realizados según E.1.3.1 (CAN/CSA Z245.20).

E.1.2.5. Características del terreno

Para el caso de terrenos con rellenos sanitarios o con posibles o efectivos derrames de hidrocarburos son, junto a los subgrupos E.2, G4 y G5, únicas alternativas de revestimiento.

E.1.2.6. Revestimiento de las uniones soldadas

Las uniones soldadas de las cañerías que operan hasta 30 °C se pueden revestir con laminados plásticos del Grupo B, solapados al 50%, previa verificación de su compatibilidad sobre el sustrato pintado con epoxi.

Las uniones soldadas de las cañerías que operan hasta 50°C se deben revestir con:

- Mantas termocontraíbles adecuados a la temperatura de servicio.
- Las mismas resinas epoxi en polvo aplicadas con equipo de campo en espesores iguales al del revestimiento base.
- Resinas epoxi líquidas, en espesores iguales al del revestimiento base.

E.1.2.7. Calentamiento de la superficie

El calentamiento del sustrato metálico previo a la aplicación de las resinas epoxi en polvo se puede efectuar por:

- a) Inducción con equipos fijos o de campo.
- b) Con hornos o quemadores de gas natural o licuado.

De las dos alternativas técnicas, se dará preferencia a la primera.

E.1.3. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

E.1.3.1. Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño (100% de la producción).

Como mínimo una vez por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Análisis térmico del polvo y del revestimiento aplicado mediante calorímetro de escaneo diferencial (DSC).
- Flexibilidad.
- Examen visual de la película (porosidades interfacial y transversal).

Como mínimo dos veces por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Resistencia al impacto.
- Adherencia.
- Control de limpieza de superficie y perfil de granallado.
- Control de condiciones ambientales.

Como mínimo una vez cada 48 h se deben efectuar pruebas de:

- Resistencia a la indentación.

ENARGAS

- Despegue catódico, 24 h a 85 °C (CAN/CSA-Z245.20).

Como mínimo al 20% de la producción se la somete a la medición de espesores.

E.1.3.2. Controles no sistemáticos

Todos los ensayos que figuran en los apartados E.1.1.1. y E.1.1.2. no mencionados en E.1.3.1., se pueden realizar, a criterio de la Inspección, cuando:

- Inicia las tareas de un obrador.
- Comienza una obra en particular.
- El Aplicador cambie de marca o tipo de materia prima.
- Existan dudas acerca del material empleado o del funcionamiento de la Planta y se deben repetir como mínimo una vez al año.

E.1.3.3. Aceptación y rechazo

Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las exigencias del punto E.1.3.1. y queden observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se repite la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se rechazan los mencionados caños o accesorios observados.

Si sólo se tratara de fallas detectadas en el ensayo de detección eléctrica de fallas, el número tolerable de éstas en función de la longitud del caño revestido, debe responder a la norma CAN/CSA Z245.20 (apartado 7.3.2.8.2.2. de dicha norma). En piezas de superficie irregular, la cantidad tolerable de fallas reparables queda a criterio de la Inspección de obra.

SUBGRUPO E.2

Tipo A

E.2.1.A. Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas con solventes

Las resinas epoxi líquidas pueden ser o no bituminosas. En ambos casos deben ser autoimprimantes, es decir, de aplicación directa sobre el sustrato metálico, con o sin calentamiento previo de la superficie o de los componentes del producto, con solventes. La temperatura máxima admisible del sustrato, de los componentes y de la operación continua, debe ser la recomendada por el fabricante.

E.2.1.1.A Propiedades físicas de la resinas epoxi líquidas

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina epoxi líquida, una certificación por cada partida de material con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Marca, tipo y color de pintura.
- d) Densidad (de cada componente y de la mezcla).
- e) Contenido de sólidos.
- f) Relación de mezclado.
- g) Punto de inflamación (de cada componente).
- h) Vida útil de los componentes sin mezclar en sus envases originales (shelf-life).
- i) Vida útil de la mezcla a distintas temperaturas (pot-life)
- j) Espesor máximo obtenido sin "descuelgue".
- k) Tiempos de curado a distintas temperaturas.
- l) Temperaturas límite de aplicación y de operación continua.

E.2.1.2.A Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V)	(radio) mm	--	6,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 20°C, 1.5V)	(radio) mm	--	8,5	CAN/CSA-Z245.20
Despegue catódico (28 días, 65°C, 1.5V)	(radio) mm	--	20	CAN/CSA-Z245.20
Resistencia específica	$\Omega \cdot m^2$	10^9	--	EN ISO 10289
Medición de espesores: cobertura normal cobertura reforzada	μm	350 500	-- --	SSPC-PA 2
Resistencia al impacto: proyectil \varnothing 16 mm	J			EN ISO 10289
$\varnothing_n \leq 51$ mm 51 mm < \varnothing_n < 203 mm $\varnothing_n > 203$ mm		3,5 4,25 5,0	-- -- --	
Resistencia a la indentación: 48 h 24-48 h	%	-- --	30 5	EN ISO 10289
Flexibilidad a 0 °C -radio 1,5 grados-	N°	sin fisuras	--	CAN/CSA-Z245.20
Adherencia	Grado	3	--	CAN/CSA-Z245.20
Niebla salina (1000 h)	mm	--	3,5	ASTM B-117
Resistencia a la abrasión (c/s 17, 1000 g, 5000 ciclos)	g	--	0,5	ASTM D 1044
Inmersión en agua caliente		satisfactorio		CAN/CSA-Z245.20
Soil Stress		satisfactorio		CAN/CSA-Z245.20
Detección de fallas		satisfactorio		NAG-108, ANEXO C

Las propiedades de despegue catódico, resistencia a la indentación, adherencia y soil-stress, deben evaluarse con probetas que se encuentren a la máxima temperatura de operación continua establecida por cada fabricante para su producto.

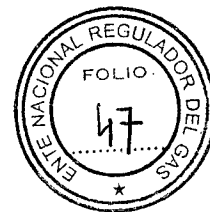
En el ensayo de despegue catódico se adoptan como valores de aceptación los establecidos para el ensayo a 20 °C para ensayos a temperatura mayor de 20 °C hasta 64 °C; los establecidos para el ensayo a 65 °C para ensayos a temperatura mayor de 65 °C.

Para la calificación del prototipo la verificación del despegue catódico también se realiza en el ensayo de despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V).

E.2.2.A. Guía de aplicación

Las resinas epoxi líquidas se pueden emplear solamente para el revestimiento de tramos de cañerías o accesorios ya instaladas en tareas de reacondicionamiento o para el revestimiento de piezas irregulares nuevas.

La operación de pintado se hace:



- a) En plantas de revestimiento, en talleres de montajes o en fábricas de accesorios, exclusivamente con equipos "air less" o sopletes convencionales.
- b) En trabajos de campo (reacondicionamiento de cañerías o accesorios ya instalados, pintado de juntas de soldadura, etc.), se pueden emplear, además de los mencionados en a), pinceles o rodillos.

En el caso de tramos de cañerías o accesorios que conduzcan gas natural que hayan de operar aéreos o en cámara (por ej.: plantas reguladoras) sólo se pueden pintar con epoxi no-bituminoso de color amarillo IRAM-DEF D 1054.

E.2.2.1.A Preparación de la superficie

Ídem E.1.2.1.

E.2.2.2.A Condiciones ambientales

Ídem E1.2.2.

E.2.3.A. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

E.2.3.1.A Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño o accesorio (100% de la producción).

Como mínimo dos veces por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Control de limpieza de superficie y perfil de granallado.

- Control de condiciones ambientales.
- Resistencia al impacto.
- Adherencia.

Como mínimo una vez cada 48 h se efectuarán los siguientes controles:

- Resistencia a la indentación.
- Despegue catódico (CAN/CSA-Z245.20).

Como mínimo al 20% de la producción se la someterá a la medición de espesores.

E.2.3.2.A Controles no sistemáticos

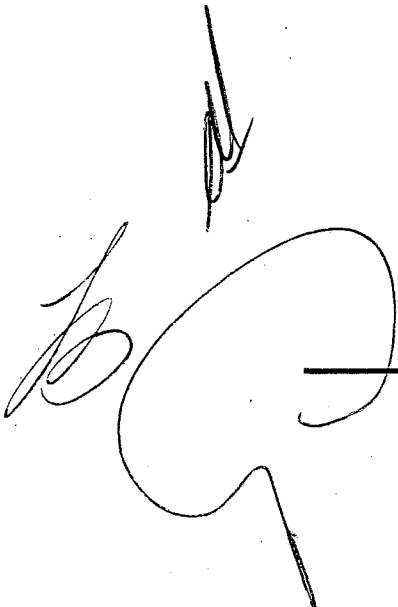
Todos los ensayos que figuran en los puntos E.2.1.1.A y E.2.1.2.A no mencionados en E.2.3.1.A, se pueden realizar, a criterio de la Inspección, cuando:

- Inicia las tareas de un obrador.
- Comienza una obra en particular.
- El Aplicador cambie de marca o tipo de materia prima.
- Existan dudas acerca del material empleado o del funcionamiento de la Planta y se deben repetir como mínimo una vez al año.

E.2.3.2.A Aceptación y rechazo

Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las exigencias del punto E.2.3.1.A y queden observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se repite la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se rechazan los mencionados caños o accesorios observados.

Si sólo se tratara de fallas descubiertas en el ensayo de detección eléctrica de fallas, el número tolerable de éstas en función de la longitud del caño revestido, debe responder a la CAN/CSA Z245.20 (apartado 7.3.2.8.2.2. de dicha norma). En piezas de superficie irregular, la cantidad tolerable de fallas reparables queda a criterio de la Inspección de obra.



SUBGRUPO E.2

Tipo B

E.2.1.B. Revestimientos a base de resinas epoxi líquidas 100% de sólidos

E.2.1.1.B. Descripción: Epoxy líquido 100% de sólidos, sin contenido de componentes volátiles ni isocianatos; curado completo hacia un revestimiento de alto comportamiento.

E.2.1.2.B. Aplicaciones: Revestimiento integral de tuberías, válvulas, accesorios, zonas de soldadura y rehabilitación de tuberías. Espesor mínimo recomendado 450 μm .

E.2.1.3.B. Requisitos de la superficie para su aplicación: "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1, perfil de 80 $\mu\text{m} \pm 20 \mu\text{m}$.

E.2.2.B. Propiedades típicas de revestimiento aplicado

Propiedad	Temp. de ensayo	Unidad	Valor	Método de ensayo (*)
Espesor mínimo	--	µm	por acuerdo	Anexo A
Inspección visual	--	--	película continua y uniforme libre de combas y decoloración (cuando sea de aplicación)	--
Detección de falla	--	kV/mm	5	Anexo B
Resistencia al impacto (detección de falla a 5 kV/mm)	20°C	J/mm	≥ 3	Anexo G
	-5°C		≥ 1,5	
Despegue catódico a 28 días	23°C	mm	≤ 8	Anexo F
	T _{máx.} limitada a 95 °C	mm	≤ 15	
Resistencia a la indentación a 10 N/mm ² (detección de falla a 5 kV/mm)	T _{máx.}	% DFT	≤ 30	Anexo H
Dureza (Shore A o D)	23°C	--	según la especificación del fabricante	ISO 868
Adherencia a la superficie del caño	20°C	MPa	≥ 10 rango 1	ISO 4624 Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	MPa	≥ 3,5	ISO 4624
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	--	Rango 1	Anexo C
Adherencia a la superficie del caño después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T _{máx.} limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 7	Anexo I más ISO 4624
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T _{máx.} limitada al Anexo I	20°C	--	rango 2	Anexo I más Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T _{máx.} limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 2	ISO 4624
Resistencia a la aislación eléctrica específica (R _{S100})	23°C	Ω m ²	10 ⁶	Anexo K
R _{S100} /R _{S70}	--	--	0,80	--

(*) según la ISO 21809-3

E.2.3 B Guía de aplicación

Las resinas epoxi líquidas se pueden emplear para el recubrimiento de tramos de cañerías, juntas soldadas, accesorios, piezas irregulares, nuevos o ya instalados en tareas de reacondicionamiento de éstos.

La operación de pintado se debe realizar:

- a) En plantas de revestimiento, en talleres de montajes o en fábricas de accesorios, se utilizan con equipos aprobados por el fabricante del epoxi líquido.
- b) En trabajos de campo (reacondicionamiento de cañerías o accesorios ya instalados, pintado de juntas de soldadura, etc.), se pueden emplear, además de lo mencionado en a), pinceles, rodillos, u otra herramienta aprobada.

En el caso de tramos de tuberías o accesorios que conduzcan gas natural que hayan de operar aéreos o en cámara (por ej. plantas reguladoras) sólo se pueden pintar con epoxi no-bituminoso de color amarillo según IRAM DEF 5-050.

E.2.3.1 B Preparación de la superficie

La superficie de acero, previo a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño. Éstos deben eliminarse con solventes, detergentes o productos compatibles con el recubrimiento a aplicar.

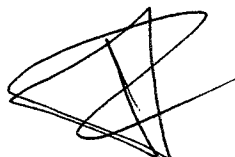
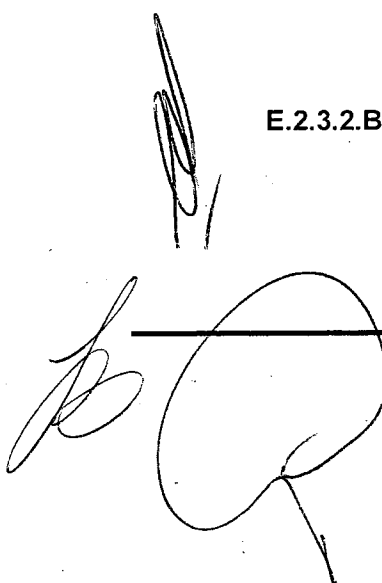
A continuación, la cañería debe granallarse o arenarse a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Luego del granallado (arenado) el perfil de rugosidad debe estar comprendido entre $(80 \pm 20) \mu\text{m}$.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

E.2.3.2.B Condiciones ambientales

No se puede aplicar el revestimiento en caso que la humedad relativa ambiente (HR) supere el 85%. En caso de interrupción del proceso, la superficie ya granallada (arenada) se puede revestir de acuerdo con las siguientes pautas:



- Si $HR > 80\%$, dentro de las 2 h.
- Si $70\% < HR \leq 80\%$ dentro de las 3 h
- Si $HR \leq 70\%$ dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la cañería debe granallarse o arenarse nuevamente.

En todos los casos la temperatura del tubo o accesorio debe estar $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben interrumpirse.

E.2.3.3.B Calentamiento de la superficie

El calentamiento del sustrato metálico previo a la aplicación de las resinas epoxi líquidas se puede efectuar por:

- a) Inducción con equipos fijos o de campo.
- b) Con hornos o quemadores de gas natural o licuado.

De las dos alternativas técnicas, se da preferencia a la primera.

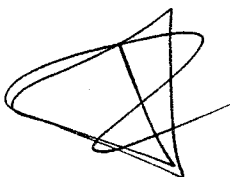
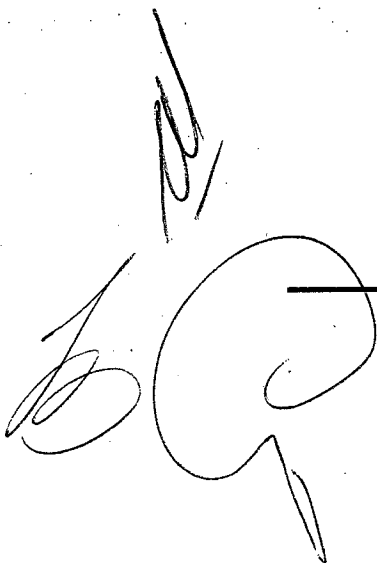
E.2.4.B Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

E.2.4.1.B Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del tubo (100% de la producción).
- Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección).



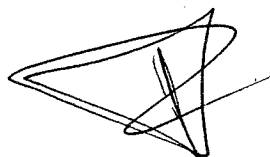
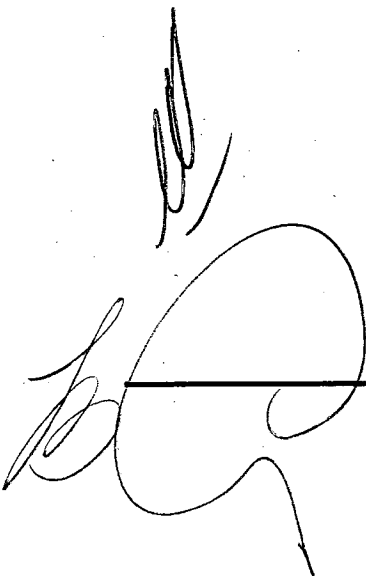
- Adherencia (según criterio de la Inspección).
- Control de limpieza de superficie y perfil.
- Control de condiciones ambientales.
- Prueba de dureza.
- Medición de espesores (película húmeda - película seca).

E.2.4.2.B Controles no sistemáticos

Todos los ensayos que figuran en esta norma, se pueden efectuar al iniciar las tareas para una obra en particular, a pedido del Inspector de la Licenciataria, o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

E.2.4.3.B Aceptación y rechazo

Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las pruebas de inspección y deben quedar observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se debe repetir la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se deben rechazar los mencionados caños o accesorios observados.



SUBGRUPO E.3**E.3.1. Revestimientos a base de resinas poliuretánicas**

En este subgrupo se establecen las propiedades físicas del material, las propiedades físicas del sistema aplicado, la guía de aplicación y la guía para la inspección de un producto a base de resinas poliuretánicas líquidas, utilizado como revestimiento anticorrosivo de cañerías y accesorios.

E.3.2. Material

Las resinas poliuretánicas líquidas pueden ser o no bituminosas. En ambos casos deben ser autoimprimantes, es decir, de aplicación directa sobre el sustrato metálico, con o sin calentamiento previo de la superficie o de los componentes del producto. La temperatura máxima admisible del sustrato o de los componentes debe ser la recomendada por el fabricante.

E.3.2.1. Propiedades físicas de la resina poliuretánica

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina poliuretánica, una certificación por cada partida de material con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Marca, tipo y color de pintura.
- d) Densidad (de cada componente y de la mezcla).
- e) Contenido de sólidos.
- f) Relación de mezclado.
- g) Punto de inflamación (de cada componente).
- h) Vida útil de los componentes sin mezclar en sus envases originales (shelf life).
- i) Vida útil de la mezcla a distintas temperaturas (pot life)
- j) Espesor máximo obtenido sin "descuelgue".
- k) Tiempos de curado a distintas temperaturas.
- l) Temperaturas límite de aplicación y de operación.

E.3.2.2. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Temp. de ensayo	Unidad	Valor	Método de ensayo (*)
Espesor mínimo	—	µm	por acuerdo	Anexo A
Inspección visual	—	—	película continua y uniforme libre de combas y decoloración (cuando sea de aplicación)	—
Detección de falla	—	kV/mm	5	Anexo B
Resistencia al impacto (detección de falla a 5 kV/mm)	20°C	J/mm	≥ 5	Anexo G
	-5°C		≥ 2,0	
Despegue catódico a 28 días	23°C	mm	≤ 10	Anexo F
	T _{máx.} limitada a 95 °C	mm	≤ 20	
Resistencia a la indentación a 10 N/mm ² (detección de falla a 5 kV/mm)	T _{máx.}	% DFT	≤ 30	Anexo H
Dureza (Shore A o D)	23°C	—	según la especificación del fabricante	ISO 868
Adherencia a la superficie del caño	20°C	MPa	≥ 10 rango 1	ISO 4624 Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	—	Rango 1	Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta	20°C	MPa	≥ 3,5	ISO 4624
Adherencia a la superficie del caño después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T _{máx.} limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 7	Anexo I más ISO 4624
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T _{máx.} limitada al Anexo I	20°C	—	rango 2	Anexo I más Anexo C
Adherencia del recubrimiento en planta después de 28 días en ensayo de inmersión de agua caliente a T _{máx.} limitada al Anexo I	20°C	MPa	≥ 2	ISO 4624
Resistencia a la aislación eléctrica específica (R _{S100})	23°C	Ω m ²	10 ⁶	Anexo K
R _{S100} /R _{S70}	—	—	0,80	—

(*) según la ISO 21809-3

Las propiedades de despegue catódico, resistencia a la indentación y adherencia, deben evaluarse con probetas que

se encuentren a la máxima temperatura de operación continua establecida por cada fabricante para su producto.

En el ensayo de despegue catódico se adoptan como valores de aceptación los establecidos para el ensayo a 20 °C para ensayos a temperatura mayor de 20 °C hasta 64 °C; los establecidos para el ensayo a 65 °C para ensayos a temperatura mayor de 65 °C.

Para la calificación del prototipo la verificación del despegue catódico también se realiza en el ensayo de despegue catódico (24 h, 65°C, 3.5V).

E.3.3. Guía de aplicación

Las resinas poliuretánicas se pueden emplear como revestimiento integral de cañerías en Planta; para el revestimiento de tramos de cañerías o accesorios ya instalados en tareas de reacondicionamiento o para el revestimiento de piezas irregulares nuevas.

En todos los casos el Aplicador debe estar debidamente calificado y autorizado por el fabricante del revestimiento, como así también el procedimiento de aplicación que utilice.

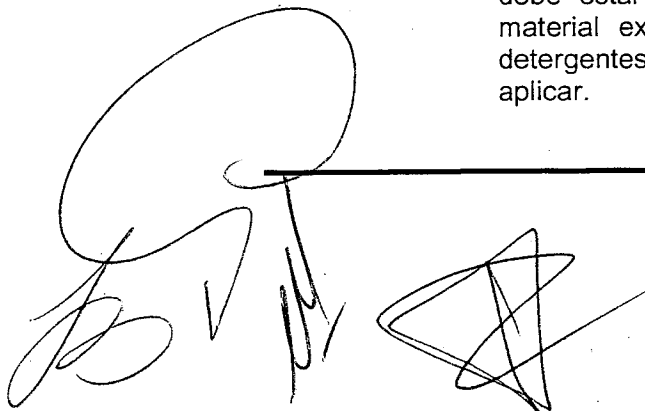
La operación de pintado se efectúa en:

- a) Plantas de revestimiento, en talleres de montajes o en fábricas de accesorios, exclusivamente con equipos "air less" o sopletes convencionales.
- b) Trabajos de campo (reacondicionamiento de cañerías o accesorios ya instalados, pintado de juntas de soldadura, etc.), se pueden emplear, además de los mencionados en a), pinceles o rodillos.

En el caso de tramos de cañerías o accesorios que conduzcan gas, que operen aéreos o en cámaras (por ejemplo plantas reguladoras), sólo se pueden pintar con epoxi no bituminoso de color amarillo IRAM DEF D 1054.

E.3.3.1. Preparación de la superficie

La superficie de acero, previa a la aplicación del revestimiento, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o productos compatibles con el revestimiento a aplicar.



A continuación la cañería debe granallarse (en el caso de los accesorios pueden arenarse) a "metal casi blanco", grado S.A. 2½ de la norma ISO 8501-1.

Luego del granallado el perfil de rugosidad debe estar comprendido entre $80 \mu\text{m} \pm 20 \mu\text{m}$.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

E.3.3.2. Condiciones ambientales

No se puede aplicar el revestimiento cuando la humedad relativa ambiente (HR) supere el 85%. En caso de interrupción del proceso, la superficie ya granallada (arenada) puede revestirse de acuerdo con las siguientes pautas:

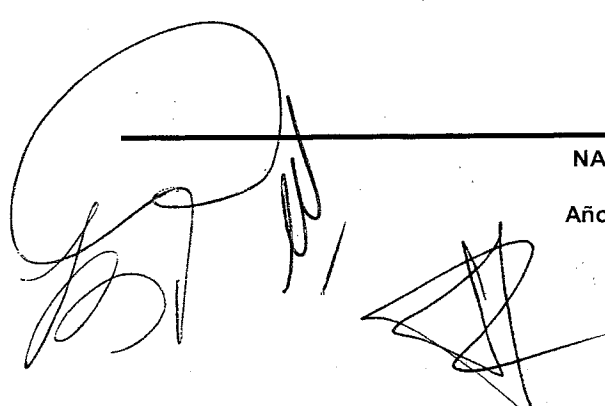
- Si $HR > 80\%$, dentro de las 2 h
- Si $70\% < HR \leq 80\%$ dentro de las 3 h
- Si $HR \leq 70\%$ dentro de las 4 h

Superadas las 4 h de interrupción, la cañería debe granallarse nuevamente.

En todos los casos la temperatura del caño o accesorio debe estar 3°C por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben interrumpirse.

E.3.4. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.



E.3.4.1. Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que se deben efectuar permanentemente y con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:

- Control visual del aspecto (100% de la producción).
- Detección eléctrica de fallas (100% de la producción).
- Control de la distancia del revestimiento al extremo del caño o accesorio (100% de la producción).

Como mínimo dos veces por cada turno de 8 h de producción se realizan los siguientes ensayos:

- Control de limpieza de superficie y perfil de granallado.
- Control de condiciones ambientales.
- Resistencia al impacto.
- Adherencia.

Como mínimo una vez cada 48 h se efectúan los siguientes controles:

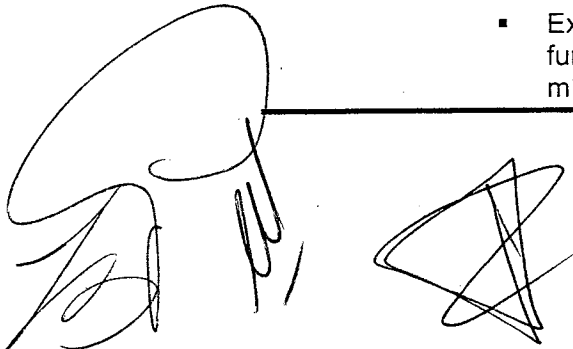
- Resistencia a la indentación.
- Despegue catódico (ISO 21809-3, 65 °C, dos días)

Al 20% de la producción se la someterá a la medición de espesores.

E.3.4.2. Controles no sistemáticos

Todos los ensayos que figuran en los puntos E.3.2.1. y E.3.2.2. no mencionados en E.3.4.1., se pueden realizar, a criterio de la Inspección, cuando:

- Inicia las tareas de un obrador.
- Comienza una obra en particular.
- El Aplicador cambie de marca o tipo de materia prima.
- Existan dudas acerca del material empleado o del funcionamiento de la Planta y se deben repetir como mínimo una vez al año.





E.3.4.3. Aceptación y rechazo

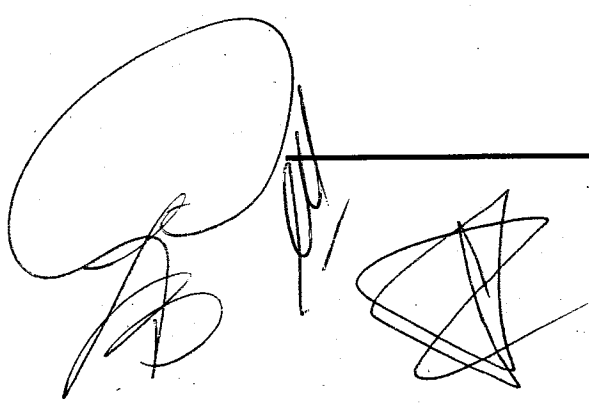
Se deben rechazar los caños o accesorios que no satisfagan las exigencias del punto E.3.4.1. y queden observados todos los producidos desde el último ensayo satisfactorio hasta el ensayo fallido en cuestión. Sobre estos últimos se repite la prueba en tres muestras elegidas al azar, las cuales deben dar resultado satisfactorio, de lo contrario, se rechazan los mencionados caños o accesorios observados.

Si sólo se tratara de fallas detectadas en el ensayo de detección eléctrica de fallas, el número tolerable de éstas en función de la longitud del caño revestido, debe responder a la CAN/CSA Z245.20 (apartado 7.3.2.8.2.2. de dicha norma). En piezas de superficie irregular, la cantidad tolerable de fallas reparables queda a criterio de la Inspección de obra.

GRUPO F

F. Cintas de petrolato

Las cintas de petrolato están constituidas por tejidos de fibras sintéticas o de vidrio de soporte, totalmente impregnados de petrolato y cubierta una de sus caras con una lámina plástica (polietileno, polipropileno). Se aplican directamente sobre la superficie de acero previamente acondicionada, salvo indicación del fabricante que exija algún tipo de imprimación.





Requisitos para los revestimientos (según norma EN 12068)

Característica	Clase de temperatura de servicio	Unidad	Clase de resistencia mecánica					Método de ensayo
			A	B	C			
Resistencia al choque a 23°C ¹⁾	30/50/HT	J	≥ 4	≥ 8	≥ 15	≥ 15	≥ 15	Anexo H
Resistencia a la indentación presión (condición de ensayo) a 23°C a T _{máx.}	30/--/--50/HT	N/mm ²	0,1 0,1	1,0 1,0	10,0 10,0	10,0 10,0	10,0 10,0	Anexo G
Detector de defectos o espesor residual	--	mm	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	pasa ≥ 0,6	
Resistencia específica al aislamiento eléctrico R _{S100} R _{S100} /R _{S70} ²⁾	30/50/HT	Ωm ² --	≥ 10 ⁶ ≥ 0,8	≥ 10 ⁶ ≥ 0,8	≥ 10 ⁸ ≥ 0,8	≥ 10 ⁸ ≥ 0,8	≥ 10 ⁸ ≥ 0,8	Anexo J
Resistencia al despegue catódico a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT	mm mm	≤ 20	≤ 20	≤ 10 ³⁾	≤ 15	≤ 20	Anexo K
Resistencia al desprendimiento capa a capa ⁴⁾⁵⁾ -interior a interior+exterior a interior a 23°C a T _{máx.} -exterior a exterior a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 0,8 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,0 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	≥ 1,5 ≥ 0,2 ≥ 0,2 ≥ 0,2	Anexo B
Resistencia al desprendimiento del recubrimiento ⁶⁾⁷⁾ de la superficie del tubo a 23°C a T _{máx.} del recubrimiento de fábrica a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT 30/50/HT --/50/HT	N/mm	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,4 ≥ 0,04 ≥ 0,2 ≥ 0,02	≥ 0,5 ≥ 0,05 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 0,75 ≥ 0,075 ≥ 0,4 ≥ 0,04	≥ 1,0 ≥ 0,1 ≥ 0,4 ≥ 0,04	Anexo C
Resistencia al esfuerzo cortante ⁴⁾ a 23°C a T _{máx.}	30/50/HT --/50/HT	N/mm ²	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	≥ 0,05 ≥ 0,05	Anexo D

1) Véase el apartado 4.1.2.4, los recubrimientos deben cumplir todos los requisitos de una columna
 2) Si la resistencia específica de aislamiento eléctrico después de 70 días es menor que 10 veces el valor especificado para 100 días.
 3) Por acuerdo entre fabricante y el usuario
 4) No es exigible a las cintas de petrolato de clase A
 5) No es exigible para las cintas bituminosas de clase a clase B.
 6) Si el resultado obtenido para las cintas bituminosas o las cintas de polímero reforzadas es menor que 0,4 N/mm, el espesor residual del compuesto bituminoso o del compuesto bituminoso adhesivo sobre la superficie del tubo o sobre el recubrimiento de fábrica debe ser ≥ 0,25 mm
 7) Las cintas de petrolato deben ser capaces de adherirse y de permanecer unidas a todas las superficies metálicas limpias y deben dejar una película de compuesto sobre el metal cuando se desprenden en un ángulo de 180°, 30 min después de su aplicación.

Los revestimientos deben cumplir los requisitos que se especifican en la tabla precedente para las clases siguientes:

Clase A: Revestimiento que tiene una resistencia mecánica baja.

Clase B: Revestimiento que tiene una resistencia mecánica media.

Clase C: Revestimiento que tiene una resistencia mecánica alta.

F.1. Guía de aplicación

Las cintas de petrolato se pueden emplear para el revestimiento de piezas o accesorios multiformes enterradas o sumergidas exclusivamente para reparaciones de emergencia, a modo de revestimiento provisorio, no debiendo transcurrir un plazo mayor de seis meses, donde se debe reemplazar por el revestimiento definitivo.

F.1.1. Anchos y sobrepuestos

La aplicación de este revestimiento se hará en forma helicoidal y el solapado mínimo no debe ser menor a 25,4 mm o bien en doble capa dispuesta según la siguiente tabla:

Diámetro nominal del caño (mm)	Ancho (mm)	Solapa mínima (mm)
13	50	13
19	50	13
25	50	13
38	50	13
51	100	13
76	100	13
102	100	13
152	150	19
203	225	19
254	225	19
305	300	19
356	300	19
406	300	19
457	450	25
508	450	25
559	450	25
609	450	25
660	450	25
762	450	25

Los anchos de cinta especificados en esta tabla son de aplicación obligatoria.

F.1.2. Preparación de la superficie

La superficie de la pieza, previa a la aplicación de la cinta de petrolato, debe estar libre de polvo, grasas, aceites o cualquier otro material extraño, los que deben eliminarse con solventes, detergentes o cualquier otro producto compatible con el revestimiento a aplicar.

Luego de la limpieza previa, la cañería debe arenarse o granallarse a "metal casi blanco", grado Sa 2½ de la norma ISO 8501-1.

Finalmente, para verificar la ausencia de polvo o residuos del proceso de granallado o arenado, inmediatamente antes de la aplicación del revestimiento, se debe observar el cumplimiento de lo indicado en el Anexo D de esta norma.

F.1.3. Condiciones ambientales

En todos los casos antes de aplicar las cintas de petrolato, la temperatura de la superficie metálica debe estar 3 °C por encima del punto de rocío, de lo contrario las tareas deben ser interrumpidas.

F.1.4. Rango admisible de temperatura

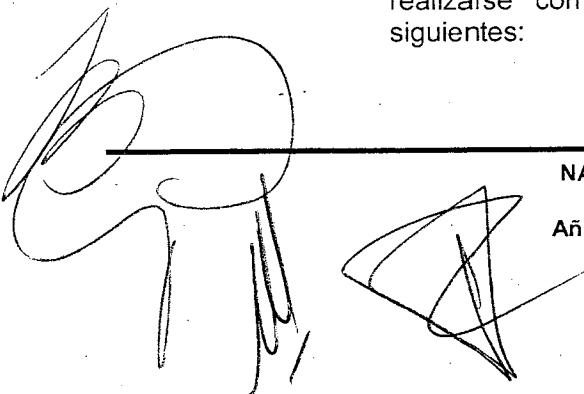
- ◆ De aplicación: -10 °C a +50 °C
- ◆ De temperaturas de operación: -10 °C a +30 °C

F.2. Guía para la inspección

La inspección debe tener a su cargo la supervisión de las pruebas y ensayos que efectúe el Aplicador con el fin de controlar las condiciones ambientales, la limpieza de la superficie de acero, la aplicación del revestimiento y sus características una vez aplicado. Dichos controles se realizan de acuerdo con los métodos de ensayo enunciados en esta norma.

F.2.1. Controles sistemáticos

Los controles sistemáticos, es decir, los que deben realizarse con una frecuencia preestablecida, son los siguientes:



- ◆ Control visual del aspecto (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Detección eléctrica de fallas (100 % de las superficies revestidas).
- ◆ Medición de espesores (según criterio de la Inspección).
- ◆ Resistencia al impacto (según criterio de la Inspección)
- ◆ Ensayo de penetración (según criterio de la Inspección).

F.2.2. Controles no sistemáticos:

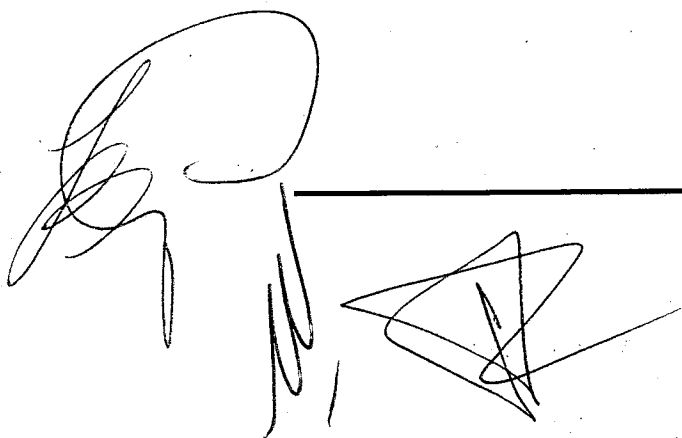
Todos los ensayos que figuran en esta norma, no mencionados en el apartado F.2.1., se pueden efectuar al iniciar las tareas de revestimiento, a pedido del Inspector y se deben repetir como mínimo una vez al año o cuando existan dudas respecto de los materiales empleados.

F.2.3. Aceptación y rechazo:

Se deben rechazar los trabajos realizados con cintas de petrolato que presenten las siguientes deficiencias:

- a) No cumplan el espesor mínimo especificado.
- b) No cumplan con el valor de resistencia al impacto.
- c) No alcancen el valor de resistencia a la penetración.

En dichos casos se debe rehacer íntegramente el esquema de revestimiento.



GRUPO G

G. Revestimiento de poleolefinas extruidas

Revestimiento plástico consistente en una película de poliolefina (polietileno o polipropileno) extruida en forma continua y adherida a la superficie del caño mediante adhesivo aplicado en caliente.

La resina poliolefínica debe constituir una cobertura continua sin costuras y se puede aplicar por cualquiera de los dos tipos de extrusión que se indica:

- a) Extrusión coaxial (hasta $\varnothing_n \leq 324$ mm)
- b) Extrusión lateral (para $\varnothing_n < 102$ mm)

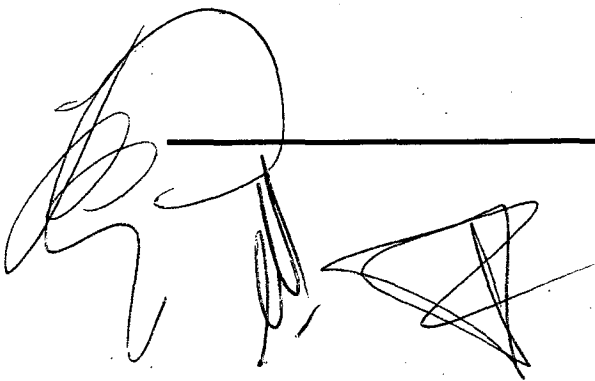
El adhesivo debe responder a cualquiera de los siguientes tipos:

- a) Mástics (blandos) aplicados mediante anillo de frotamiento.
- b) Compuestos Butílicos (blandos).
- c) Polímeros (duros)
- d) Copolímeros (duros).

Los tres últimos aplicados por extrusión, previo calentamiento de la cañería a la temperatura especificada por el fabricante.

Todas las combinaciones posibles de Poliolefina y adhesivo se denominarán sistemas "bicapa".

Cuando se trate de poliolefina y adhesivo duro ambos aplicados por extrusión sobre una cañería previamente imprimada con resina epoxi en polvo, se denominará sistema "tricapa".



SUBGRUPO G.1

G.1.1. Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos tipo mastic

G.1.1.1. Propiedades físicas del adhesivo tipo mastic

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Punto de ablandamiento	°C	60	77	ASTM E 28
Penetración, (25°C, 100 g., 5 s)	0,1 mm	6	12	ASTM D 5
Viscosidad Stormer. s/100 Rev. 132°C s/100 Rev. 149°C		120 60	180 80	ASTM D 562
Gravedad específica (25°C)		1,08	1,2	ASTM D 71

G.1.1.2. Propiedades físicas del polietileno de alta densidad

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm ³	0,94	0,96	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C; 2,16 kg)	g/10 mm	0,14	0,50	ASTM D 1238
Elongación a la rotura	%	600	—	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de fluencia	MPa	18,5	—	ASTM D 638
Tensión de rotura	MPa	27,5	—	ASTM D 638
Dureza	Shore D	60	—	ASTM D 2240
Temperatura de fragilización	°C	—	-70 °C	ASTM D 74 6



G.1.1.3. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm ²	--	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,3	DIN 30670
Adherencia	N/cm	10	--	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m ²	10 ⁸	--	DIN 30670
Elongación a la rotura	%	300	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Medición de espesores:	mm			ASTM G 12
Standard Øn < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Poliétileno		1,1	--	
152 mm ≤ Øn ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Poliétileno		1,5	--	
Reforzado Øn < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Poliétileno		1,5	--	
152 mm ≤ Øn ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Poliétileno		1,7	--	
Resistencia al impacto:	J/mm			DIN 30670
Øn ≤ 60,3 mm		3,5	--	
73 mm ≤ Øn ≤ 203 mm		4,25	--	
Øn > 203 mm		5	--	
Detección de fallas		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		satisfactorio		IRAM 1456-3
	Nota:	De ser necesario, para aumentar la adherencia, se debe efectuar una imprimación, antes de la aplicación del mastic, con un "primer" compatible con el adhesivo tipo mastic o bien calentar la superficie metálica a la temperatura adecuada para lograr ese fin sin provocar el deterioro del mastic.		

SUBGRUPO G.2

G.2.1. Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos blandos a base de compuestos butílicos

G.2.1.1. Propiedades físicas del adhesivo

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm ³	1,0	1,1	ASTM D 1505
Índice de fluencia (125°C - 2,16 kg)	g/10mm	1,8	4,2	ASTM D 1238

G.2.1.2. Propiedades físicas del polietileno

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm ³	0,94	0,96	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C / 2,16 kg)	g/10 mm	0,14	0,5	ASTM D 1238
Elongación última	%	600	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de fluencia	MPa	18,5	--	ASTM D 638
Tensión de rotura	MPa	27,5	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	60	--	ASTM D 2240
Temperatura de fragilización	°C	--	-70	ASTM D 746

G.2.1.3. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm ²	--	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,3	DIN 30670
Aherencia	N/cm	20	--	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m ²	10 ⁶	--	DIN 30670
Elongación	%	200	--	DIN 30670
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Espesores:	mm			ASTM G 12
Standard				
∅n < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,1	--	
152 mm ≤ ∅n ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,5	--	
Reforzado				
∅n < 152 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,5	--	
152 mm ≤ ∅n ≤ 324 mm				
Adhesivo		0,3	--	
Polietileno		1,7	--	
Resistencia al impacto:	J/mm			DIN 30670
∅n ≤ 60,3 mm		3,5	--	
73 mm ≤ ∅n ≤ 203 mm		4,25	--	
∅n > 203 mm		5	--	
Detección de fallas		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		satisfactorio		IRAM 1456-3

SUBGRUPO G.3

G.3.1. Polietileno extruido. Sistema bicapa con adhesivos duros

G.3.1.1. Propiedades físicas del adhesivo

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm ³	0,92	0,94	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C / 2,16 kg)	g/10mm	6	8	ASTM D 1238
Elongación a la rotura	%	400	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de rotura	MPa	17,7	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	55	--	ASTM D 2240
Punto de fusión (100 g/mm ²)	°C	95	--	ASTM D 1525
Temperatura de fragilización	°C	--	-50	ASTM D 746
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 ¹⁷	--	ASTM D 257
Punto de ablandamiento Vicat	°C	70	--	ASTM D 1525

G.3.1.2. Propiedades físicas del polietileno

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm ³	0,93	0,94	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C / 2,16 kg)	g/10 mm	0,35	0,55	ASTM D 1238
Elongación	%	500	--	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de rotura	MPa	14,7	--	ASTM D 638
Dureza	Shore D	75	--	ASTM D 2240
Punto de ablandamiento	°C	90	--	ASTM D 1525
Punto de fusión (100 g/mm ²)	°C	100	--	ASTM D 1525
Temperatura de fragilización	°C	--	-50	ASTM D 746
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 ¹⁷	--	ASTM D 257 / IEC 60093

G.3.1.3. Propiedades físicas del sistema aplicado

Propiedad	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Despegue catódico	mm ²	--	1000	NAG-108, ANEXO B
Resistencia a la penetración	mm	--	0,3	DIN 30670
Adherencia	N/cm	35	--	DIN 30670
Resistencia específica	Ω.m ²	10 ⁸	--	DIN 30670
Elongación	%	200	--	DIN 30670
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	25	--	ASTM D 149
Espesores:	mm			DIN 30670
Øn ≤ 102 mm				
Estándar		1,8	--	
Reforzado		2,5	--	
102 mm ≤ Øn ≤ 254 mm				
Estándar		2,0	--	
Reforzado		2,5	--	
254 mm < Øn ≤ 508 mm				
Estándar		2,2	--	
Reforzado		3,0	--	
508 mm < Øn ≤ 762 mm				
Adhesivo		2,5	--	
Polietileno		3,5	--	
762 mm < Øn				
Adhesivo		3,0	--	
Polietileno		3,5	--	
Resistencia al impacto:	J/mm			DIN 30670
Øn ≤ 60,3 mm		3,5	--	
73 mm ≤ Øn < 203 mm		4,25	--	
Øn > 203 mm		5	--	
Detección de fallas		Satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento a la luz		Satisfactorio		DIN 30670
Envejecimiento al calor		Satisfactorio		DIN 30670
Resistencia a microorganismos		Satisfactorio		IRAM 1456-3

SUBGRUPO G.4

G.4.1. Polietileno extruido. Sistema tricapa con adhesivos duros y polietileno de baja densidad

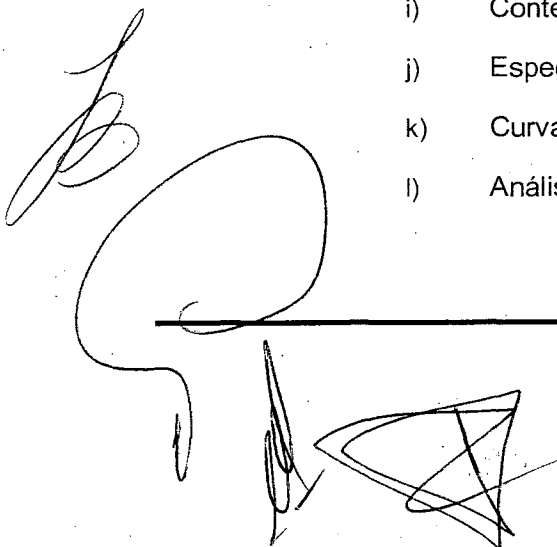
El sistema denominado polietileno extruido (BD) tricapa consiste en:

- a) Una película de resina epoxi en polvo de 100 μm de espesor como mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- b) Una película de copolímero o terpolímero, destinado a asegurar la adherencia entre la primera y tercera capa, de espesor mínimo 150 μm aplicada por extrusión.
- c) Una capa de polietileno de baja densidad aplicada por extrusión.

G.4.1.1. Propiedades físicas de la resina epoxi en polvo

El Aplicador debe recibir del fabricante de la resina en polvo una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo de resina epoxi en polvo.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de temperaturas de aplicación.
- h) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- i) Contenido de humedad.
- j) Espectrograma infrarrojo.
- k) Curva de temperaturas de gelificación.
- l) Análisis térmico por calorímetro de barrido diferencial.



G.4.1.2. Propiedades físicas del adhesivo

El Aplicador debe recibir del fabricante del adhesivo duro una ficha técnica con los siguientes datos:

- a) Fecha de fabricación y número de partida.
- b) Nombre del fabricante y lugar de origen del material.
- c) Nombre y tipo del adhesivo.
- d) Tamaño de partículas y su distribución.
- e) Densidad.
- f) Condiciones de estabilidad durante el almacenamiento.
- g) Rango de temperaturas de aplicación.
- h) Rango y límites de temperaturas de operación del caño revestido.
- i) Contenido de humedad.
- j) Espectrograma infrarrojo.

G.4.1.3. Propiedades físicas del polietileno de baja densidad

Propiedad	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad	g/cm ³	–	0,935	ASTM D 1505
Índice de fluencia (190°C, 2,16 kg)	g/10 min	–	0,55	ASTM D 1238
Elongación a la rotura	%	500	–	ASTM D 638 probeta tipo IV longitudinal 50 mm/min
Tensión de rotura	MPa	14,7	–	ASTM D-638
Dureza	Shore D	40	–	ASTM D 2240
Punto de ablandamiento	°C	90	–	ASTM D 1525
Punto de fusión (100 g/mm ²)	°C	108	–	ASTM D 1525
Temperatura de fragilización	°C	–	-50	ASTM D 746
Resistividad volumétrica	Ω.cm	10 ¹¹	–	ASTM D-257 / IEC 60093