

41
2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE PRUEBAS NORMALIZADAS
PARA CONDUCTORES ELECTRICOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA ELECTRICA Y ELECTRONICA)

P R E S E N T A :

ANA LAURA GONZALEZ QUIJANO

DIRIGADA POR: ING. JUAN MANUEL ROJAS



MEXICO, D. F.

MARZO DE 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

271515



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

SIN

PAGINACION

DEDICATORIA

A Dios por que es el creador y digno de gloria.

A mi esposo Juan Carlos y mis hijos Diana Laura y Carlos Enrique por su amor, apoyo y comprensión.

A mis madre Fanny y padre Jorge por su ejemplo y dedicación.

A mis hermanos Jorge Luis , Fanny Ebhling y Heidi María por su ayuda, sabiendo que cuento con ellos en todo momento.

A la Mtra. Marcela Rios y Ing. Juan Manuel Rojas por su esmero y su paciencia.

A mis maestros, catedráticos y asesores por la enseñanza y experiencias que me brindaron

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme permitido estudiar mi licenciatura.

A todos ellos, dedico este trabajo por la confianza que tuvieron en mi para llevarlo acabo.

ÍNDICE GENERAL

OBJETIVOS GENERALES

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN PARA DISTRIBUCIÓN

- Introducción
- Clasificación de conductores de baja tensión para distribución
- Mención de los métodos de prueba
- Descripción de los métodos de prueba

CAPÍTULO II. CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN PARA CONSTRUCCIÓN

- Introducción
- Clasificación de conductores de baja tensión para construcción
- Mención de los métodos de prueba
- Descripción de los métodos de prueba

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE EQUIPO

- Introducción
- Mención de los instrumentos y materiales necesarios para el laboratorio
- Mención de los instrumentos con que ya cuenta el laboratorio

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

- Introducción
- Descripción del laboratorio

CAPÍTULO V. CRITERIOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN Y LA OPERACIÓN DEL LABORATORIO DE PRUEBAS.

- Introducción
- Criterios generales para la evaluación del laboratorio de pruebas
 - I. Alcances del acreditamiento
 - II. Solicitud de acreditamiento
 - III. Proceso de acreditamiento
 - IV. Información necesaria para la evaluación
 - V. Nombramiento de evaluadores
 - VI. Evaluación
 - VII. Revisión de documentos relativa a la evaluación
 - VIII. Decisión relativa al acreditamiento
 - IX. Evaluadores
 - X. Métodos de evaluación
 - XI. Informe de evaluación
 - XII. Pruebas de aptitudes
 - XIII. Supervisión a los laboratorios acreditados
 - XIV. Ampliación del alcance de acreditamiento

XV. Informe de pruebas de un laboratorio acreditado
XVI. Subcontratación por laboratorios acreditados
XVII. Cancelación o suspensión del acreditamiento
XVIII. Apelación
XIX. Renovación

- Criterios generales para la operación del laboratorio de pruebas
 - I. Gestión y organización
 - II. Personal
 - III. Locales y equipo

CONCLUSIONES

APENDICE A

APENDICE B

APENDICE C

APENDICE D

BIBLIOGRAFÍA

OBJETIVOS GENERALES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo tiene como objetivos generales, reunir información para tener una base sobre la cual se pueda implementar un laboratorio de pruebas normalizadas a conductores eléctricos para asegurar que tengan la calidad que les exige su utilización en la época actual. El enfoque de dicho laboratorio es con miras de ponerlo al servicio de los fabricantes de conductores o a empresas y usuarios que soliciten las pruebas normalizadas a los conductores para su utilización.

INTRODUCCIÓN

Las necesidades actuales del país han provocado una tendencia acelerada hacia la industrialización de los recursos renovables y no renovables para su aprovechamiento y uso, de donde se derivan las industrias de todo tipo: minera, petrolera, automotriz, alimenticia, eléctrica, farmacéutica, química, agroindustria, etc., etc.; que a su vez involucran una gama amplia de servicios; las comunicaciones, la administración pública y privada, la educación de la población, hospitales y los servicios para hacer cómoda la vida en comunidad, la telefónica, el abastecimiento de la energía eléctrica, el agua potable, el desalojo de aguas negras, etc., etc.; por lo que es fácil visualizar que la vida moderna actual no sería posible sin la energía eléctrica, está en todas las actividades prácticamente y como consecuencia, para su generación, transporte, distribución y usos. La industria eléctrica es fundamental.

Una parte fundamental de las instalaciones eléctricas la constituyen los conductores eléctricos, los cuales serán el alma y sostén de toda la red eléctrica, y para tal fin, deben ser manufacturados adecuadamente por los fabricantes. Por lo anterior, se establecen en este trabajo la información necesaria para la eventual implementación de un laboratorio de prueba normalizada para conductores.

Para que los conductores eléctricos sean aceptados en toda la gama de empleo como son: la generación, transmisión, distribución, construcción, transporte, etc., o cualquier otro manejo de la energía eléctrica, requiere que estos cuenten con requerimientos mínimos de calidad necesarios para que cualquier instalación sea segura, esta calidad solo puede ser verificada cuando se aplican las pruebas necesarias y cumplen con lo estipulado en las NORMAS.

Debido a su enfoque, este trabajo no pretende sino abordar los temas relacionados con la profesión del Ingeniero Electricista. Las Normas que se emplean en este trabajo son solamente Normas Mexicanas de aplicación voluntaria. Es importante hacer notar que estas Normas se encuentran vigentes en el momento, pero es importante aclarar que se debe consultarse la información constantemente, ya que muchas de estas normas se encuentran en evaluación debido a que reflejan el avance tecnológico y las necesidades actuales del usuario.

Las Normas Mexicanas se dividen en dos grupos que son :

Normas Oficiales Mexicanas: Estas tendrán como finalidad establecer las características y/o especificaciones que deben reunir los productos, procesos, servicios, envases y embalaje cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente general y laboral o para la preservación de recursos naturales. En la elaboración de normas oficiales mexicanas participarán las dependencias a quienes corresponda la regulación o control del producto, proceso, servicio, actividad o materia a normalizarse. Estas normas oficiales mexicanas se publicarán íntegramente en el Diario Oficial de la Federación.

Normas Mexicanas: Estas son de aplicación voluntaria, salvo que se encuentre mencionadas en el cuerpo de una norma oficial mexicana. Su campo de aplicación puede ser nacional, regional o local. En la elaboración de normas mexicanas participarán organismos nacionales de normalización y excepcionalmente las elaboraran otros organismos, cámaras, colegios de profesionistas, asociaciones, empresas. La Comisión Nacional de Normalización publicará en el Diario Oficial de la Federación la declaratoria de vigencia, con carácter informativo.

Este trabajo solo hace mención de conductores de baja tensión para distribución y conductores de baja tensión para construcción más empleados, esto no significa que son los únicos conductores a los cuales se les realizan pruebas, sino que el trabajo se limitó a los conductores más empleados para que no fuera demasiado extenso.

Es importante hacer notar que para ello nos hemos basado en la clasificación de Conductores Eléctricos hecha por CONELEC*, donde se dividen en la siguiente forma:

* Dentro de esta clasificación caen los conductores de los principales fabricantes.

**CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN
PARA DISTRIBUCIÓN**

TIPOS DE CONDUCTORES	DESCRIPCIÓN DE CONDUCTORES	APLICACIÓN
<p align="center">CABLES CONCÉNTRICOS</p>	<p>Cable Concéntrico Espiral (C.C.E) Cable central de cobre, sólido temple suave Aislamiento de P.V.C Conductores exterior de alambres de cobre temple suave, en espiral o trenzados Cubierta exterior de polietileno negro</p>	<p>Acometidas de baja tensión a medidores y salidas a los interruptores de los servicios. Alimentación o interconexión de cajas derivadoras. El conductor central se emplea como hilo de corriente. El conductor exterior se emplea como hilo neutro.</p>
<p align="center">ALAMBRES Y CABLES INTEMPERJE WP</p>	<p>Conductores de cobre Aislamiento de Polietileno color negro</p>	<p>Estos conductores se usan generalmente en líneas aéreas par transmisión de energía eléctrica, en sistemas de alumbrado, redes de distribución secundaria y acometidas aéreas</p>
<p align="center">CABLES POLIPHEL XLP-600 V TIPO XHHW</p>	<p>Conductores de cobre, temple suave Aislamiento de Polietileno de cadena cruzada (XLP) Tipo XHHW Color negro</p>	<p>Estos conductores monoplares están especificados para uso general hasta 600 Volts, en la distribuciones de energía eléctrica en instalaciones aéreas en tubo conduit o ducto subterráneo. Temperatura de operación normal de 90 °C, 130°C, en condiciones de emergencia y 250°C en condiciones de corto circuito.</p>
<p align="center">CABLES NEUTRAPHEL</p>	<p>Neutro de distribución Conductor de cobre temple suave o aluminio duro cableado concéntrico clase B. Aislamiento de polietileno negro El mensajero de los conductores de aluminio y cobre son respectivamente de aluminio y cobre semiduro. Configuraciones monoplares, duplex o triplex.</p>	<p>Conductores múltiples para distribución y acometida aérea en baja tensión. El conductor desnudo se utiliza como neutro y mensajero.</p>
<p align="center">CABLES POLIPHEL XLP-DRS-600 V</p>	<p>XLP-DRS (Poliestireno de Cadena Cruzada para Distribución Residencial subterránea) Conductores de Aluminio Configuración monopolar, triplex o cuádruplex</p>	<p>En circuitos secundarios de distribución residencial subterránea, pueden instalarse directamente enterrados o en ducto subterráneo Tiene una temperatura de operación normal en el conductor de 90 °C, de 130 °C en condiciones de sobrecarga en emergencia y de 250 °C en condiciones de corto circuito.</p>

**CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN
PARA CONSTRUCCIÓN**

TIPOS DE CONDUCTORES	DESCRIPCIÓN DE CONDUCTOR	APLICACIÓN
CABLES VINIPHEL PLUS	Viniphel Plus no propagador de incendio, 90 °C THHW/THW-LS Conductor de Cobre Suave. Sólido o Cableado flexible Aislamiento de PVC baja emisión de humos oscuros y gases tóxicos.	La característica de flexibilidad que posee el Cable Viniphel Plus permite su rápida y fácil instalación en conduits, ductos o charola tanto en ambiente seco o húmedo. Su aislamiento en condiciones de incendio presenta baja emisión de humo obscuro y gases tóxicos permitiendo así su instalación en interior de locales en donde hay gran afluencia de personas tales como: hospitales, cines, teatros, hoteles, sistema de transporte masivo, o en aquellos lugares en donde se requiere máxima seguridad.
CABLES CONTROL ANTIFLAMA	Aislamiento de PVC no propagador de incendio Conductores de cobre Calibres 10, 12 y 14 AWG Cinta reunidora y separadora de asbesto Cubierta exterior de PVC no propagador de incendio. Clasificado en grupo I tipo C	Su aplicación es en la operación y protección de equipos, aparatos y control en general. Instalado en ductos, conduits, charolas e instalaciones aéreas.
CABLES CONTROL	Aislamiento de PVC o polietileno Conductor de Cobre calibres 10, 12 y 14 AWG Cubierta Exterior de PVC	Operación y protección de equipos, aparatos y control en general, instalado dentro de ductos conduits, charolas, instalaciones aéreas, ductos subterráneo o directamente enterrados.
CABLES CONTROL/ PANTALLA METÁLICA	Aislamiento de Polietileno. Conductor de cobre calibre 4, 6, 8, 10 y 12 AWG Cinta (reunidora y separadora) de material no hidróscópico y no metálico (Mylar). Pantalla metálica (cinta de cobre) Cubierta exterior de Cloruro de Polivinilo (PVC)	Para usarse en la operación y protección de equipos, aparatos y control en general, instalado en ductos, conduits charolas e instalaciones aéreas.
CABLES PARA TABLEROS C.F.E.	Conductor de cobre temple suave, cableados clases B, C y K. Aislamiento de PVC para 90 °C Especial para alambrado de tableros eléctricos operados por C.F.E.	Por su flexibilidad y resistencia al calor, es indicado para usarse en el alambrado de tableros eléctricos, circuitos de control, interconexión en circuitos de control interconexiones en circuitos electrónicos y en general en donde se requiera. Temperatura de operación de 90°C en el conductor.
CABLES PARA TABLEROS CL Y F.	Conductor de cobre suave estañado extraflexible, cableado clase K. Aislamiento de PVC antiflama para 105°C Especial para alambrado de tablero eléctricos operados por la C.L. y F.	Especialmente diseñado para usarse en alambrado de tableros de protección, control y medición de sistemas eléctricos de potencia operados por C.L. y F.

CAPÍTULO I

CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN PARA DISTRIBUCIÓN

INTRODUCCIÓN

Dentro de éste capítulo se muestran generalidades, objetivos, campos de aplicación y equipo de los métodos de prueba necesarios para conductor de baja tensión de distribución. La clasificación que se presenta en el siguiente cuadro pretende tan sólo tener una visión más clara de todas las normas necesarias para certificar a cada conductor mencionado en este capítulo. Partiendo del hecho que las normas obligatorias deben realizarse, como su nombre lo indica, dentro de estas normas se hace referencia a otras que no necesariamente son obligatorias, pero al encontrarse referidas dentro de ellas automáticamente se convierten en normas obligatorias y de ahí parte esta clasificación, como nuestro trabajo trata de un laboratorio que pruebe conductores, hacemos más énfasis a los de métodos de prueba y concentramos todo el desarrollo de información a los métodos de prueba sin caer en la idea de que las demás normas pierdan su obligatoriedad.

CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN PARA DISTRIBUCIÓN			
TIPOS DE CONDUCTORES	NORMAS OBLIGATORIAS	NORMAS DE REFERENCIA	MÉTODOS DE PRUEBAS
CABLES CONCÉNTRICOS	NMX-J-012 NMX-J-028 NMX-J-036	NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-010 NMX-J-035 NMX-J-036 NMX-J-215 NMX-J-303 NMX-J-312 NMX-Z-012	NMX-J-066 NMX-J-129 NMX-J-177 NMX-J-178 NMX-J-186 NMX-J-190 NMX-J-191 NMX-J-193 NMX-J-194 NMX-J-212 NMX-J-293 NMX-J-294 NMX-J-312 NMX-J-426 NMX-J-437 NMX-J-473

**CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN
PARA DISTRIBUCIÓN**

TIPOS DE CONDUCTORES	NORMAS OBLIGATORIAS	NORMAS DE REFERENCIA	MÉTODOS DE PRUEBAS
ALAMBRES Y CABLES INTEMPERIE WP	NMX-J-012 NMX-J-035 NMX-J-054	NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-032 NMX-J-035 NMX-J-036 NMX-J-058 NMX-J-215 NMX-J-303 NMX-Z-012	NMX-J-066 NMX-J-129 NMX-J-177 NMX-J-178 NMX-J-186 NMX-J-191 NMX-J-212 NMX-J-293 NMX-J-294 NMX-J-312 NMX-J-426 NMX-J-437
CABLES POLIPHIL XLP-600 V TIPO XHHW	NMX-J-012	NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-008 NMX-J-035 NMX-J-036	NMX-J-066 NMX-J-129 NMX-J-212 NMX-J-312
CABLES NEUTRAPHIL	NMX-J-061	NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-012 NMX-J-027 NMX-J-032 NMX-J-035 NMX-J-036 NMX-J-054 NMX-J-058 NMX-J-059 NMX-J-062 NMX-Z-012	NMX-J-177 NMX-J-293 NMX-J-294
CABLES POLIPHIL XLP-DRS-600 V	NMX-J-032	NMX-J-027 NMX-J-216 NMX-J-312 NMX-Z-012	NMX-J-066 NMX-J-129 NMX-J-212

MÉTODOS DE PRUEBAS

- NMX-J-066 Determinación de diámetro en conductores eléctricos desnudos- Método de Prueba
- NMX-J-129 Determinación de área de la sección transversal de conductores eléctricos- Métodos de Prueba
- NMX-J-177 Determinación de espesores de pantallas semiconductoras aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-178 Determinación del esfuerzo de tensión a la ruptura y alargamiento de pantallas semiconductoras aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba.
- NMX-J-186 Envejecimiento acelerado en horno a pantalla semiconductoras, aislamiento y cubierta protectoras de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.
- NMX-J-190 Resistencia al choque térmico de aislamiento y cubiertas protectoras de PVC de conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-191 Deformación por calor de pantallas semiconductoras, aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba.
- NMX-J-193 Dobleces en frío de aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.
- NMX-J-194 Envejecimiento acelerado en aceite para aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.
- NMX-J-212 Productos eléctricos- Conductores- Resistencia y Resistividad eléctrica- Método de Prueba.
- NMX-J-293 Método de Prueba de alta tensión a corriente alterna y corriente directa para cables eléctricos aislados.
- NMX-J-294 Productos eléctricos- Conductores- Resistencia de aislamiento- Método de Prueba.
- NMX-J-312 Determinación del esfuerzo de ruptura por tensión y alargamiento de alambres para conductores eléctricos- Método de Prueba.
- NMX-J-426 Resistencia al agrietamiento de cubiertas de polietileno en un medio ambiente controlado- Método de Prueba.
- NMX-J-437 Producto eléctrico- Conductores- Determinación del coeficiente de absorción de luz de polietileno pigmentados con negro de humo- Método de Prueba.
- NMX-J-473 Productos eléctricos- Conductores- Alta tensión (prueba de chispa), aplicada durante el proceso de fabricación de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.

A continuación se explican los métodos de prueba que se realizan a los conductores y recubrimientos presentado en este capítulo.

NMX-J-066 DETERMINACIÓN DE DIÁMETRO CON CONDUCTORES ELÉCTRICOS DESNUDOS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar los diámetros promedio y mínimo en un punto, de conductores eléctricos desnudos, constituidos por alambres, cables concéntricos y cordones flexibles.

Aparatos y equipo

- Micrómetro con exactitud de 0.001 mm o mejor.
- Micrómetro con exactitud de 0.01 mm o mejor
Ambos micrómetros deben tener las superficies de su topo y vástago, planas y lisas.
- Calibrador Venier convencional, de carátula o digital con exactitud de 0.02 mm o mejor.

Preparación de la muestra

Debe desecharse del extremo superior del rollo o carrete el material que hubiese estado sujeto a esfuerzos mecánicos o deformaciones.

Se toma un espécimen de una longitud aproximada de 0.5 m, el cual debe estar libre de defectos o soldaduras.

El espécimen debe enderezarse cuidadosamente para poder efectuar las mediciones. En el caso de alambres recubiertos con alguna capa metálica, el diámetro debe tomarse sobre esta.

a) Alambre

- 1) Al espécimen se le efectúan las mediciones con los micrómetros descritos a continuación:
 - Para diámetros mayores o iguales a 3 mm, se debe utilizar un micrómetro con exactitud de 0.01 mm o mejor.
 - Para diámetros menores a 3 mm, debe utilizarse un micrómetro con exactitud de 0.001 mm o mejor.
- 2) Deben efectuarse dos lecturas perpendiculares al eje del espécimen a 90° una de la otra, en tres zonas diferentes: una al centro y a los extremos del mismo, aproximadamente.
- 3) Estas lecturas deben registrarse para efectos de cálculo

b) Conductores con Cableado Concéntrico

- 1) Al espécimen se le efectúan las mediciones por medio de cualquiera de los aparatos indicados a continuación
 - Para diámetros mayores o iguales a 3 mm, puede utilizarse un micrómetro o un Vernier con una exactitud de 0.01mm o mejor.
 - Para diámetros menores a 3 mm, debe utilizarse un Vernier con exactitud de 0.001 mm o mejor.
- 2) Para cualquier conductor con cableado concéntrico, deben efectuarse dos lecturas perpendiculares al eje del espécimen, a 90° una de la otra, en tres zonas diferentes una al centro y a los extremos del mismo aproximadamente.
- 3) La determinación del diámetro de un conductor con cableado concéntrico normal, conformado por alambres de un mismo diámetro, puede obtenerse también a partir del diámetro promedio de los alambres que lo forman, multiplicando este valor por el factor correspondiente indicado en la tabla.

Tabla 1.- Factores para la determinar el diámetro en cables concéntricos redondos

Número de alambres del conductor	Factor
3	2.155
7	3
12	4.155
19	5
37	7
61	9
91	11
127	13
169	15
217	17
271	19

b4) Estas lecturas deben registrarse para efectos de calculo.

c) Cordones Flexibles

- 1) La determinación de los diámetros en cordones flexibles no es usual, sin embargo, para mediciones de referencia, teniendo cuidado de aplicar una presión adecuada para evitar deformaciones, o bien puede calcularse empleando la fórmula empírica:

$$D = 1.15d\sqrt{n}$$

- D:** Diámetro aproximado del cordón, en mm.
d: Diámetro promedio de los alambres en mm.
n: Número de alambres.

- 2) Estas lecturas deben registrarse para efectos de cálculo.

NOTA:

- Diámetro promedio:** Se considera como diámetro promedio la media aritmética de las lecturas.
Diámetro mínimo en un punto: Es el valor menor de todas las lecturas.

NMX-J-129 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS CABLEADOS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método para determinar el área de la sección transversal de conductores eléctricos cableados, por el método de masa.

Aparatos y equipos

- Balanza, con exactitud del 0.1% en la lectura.
- Escala de acero, con divisiones mínimas no mayores de 1 mm.
- Guía o herramienta especial que corte el conductor a una determinada longitud y haga el corte en ángulo rectos al eje del conductor.

a) Preparación y acondicionamiento de la prueba

La longitud de los especímenes de prueba debe ser como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 1.- Longitud de los especímenes

Designación del conductor		Longitud Mínima (m)
Área de la sección transversal nominal (mm ²)	Calibre AWG ó KCM	
Hasta 8.367	Hasta 8	1.0
Mayor de 8.367	Mayor de 8	0.5

Cortar el espécimen de prueba, asegurándose de que los extremos estén en ángulo recto con el eje del conductor. Medir la longitud del espécimen a temperatura ambiente, con aproximación al milímetro y determinar su masa dentro del $\pm 0.1\%$.

No es necesario efectuar corrección por variación de temperatura, dado que el error introducido en la medición de la longitud por la variación de temperatura, es menor que la precisión requerida en la longitud.

b) Expresión de los resultados

1) Cálculos para conductores de un solo material (cobre, aluminio, etc.)

El área de la sección transversal de un conductor cableado, se determina con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{M}{L\left(1 + \frac{K}{100}\right)\delta}$$

A: Es el área de la sección transversal del conductor, en milímetros cuadrados.

M: Es el espécimen, en gramos.

L: Es la longitud del espécimen, en metros.

K: Es el incremento en masa y en resistencia eléctrica en por ciento.

δ: Es la densidad del material, en gramos por centímetro cúbico, (Cu = 8.89; Al = 2.703).

2) Cálculos para conductores de aluminio y alma de acero (ACSR)

El área de la sección transversal de un conductor concéntrico de aluminio, se determina con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{M_t - M_a}{L\left(1 + \frac{K}{100}\right)\delta}$$

A: Es el área de la sección transversal del conductor de aluminio, en milímetros cuadrados.

M_t: Es la masa total del cable completo del espécimen de prueba, en gramos.

M_a: Es la masa del alma de acero galvanizado, del espécimen de prueba, en gramos.

L: Es la longitud del espécimen, en metros.

K: Es el incremento en masa y en resistencia eléctrica en por ciento.

δ: Es la densidad del material, en gramos por centímetro cúbico.

NMX-J-177 DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE PANTALLAS SEMICONDUCTORAS, AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELECTRICOS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma tiene por objeto determinar los espesores promedio y mínimo de las pantallas semiconductoras, aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos a base de materiales termofijos y termoplásticos.

Aparatos y equipos

Se podrá utilizar un aparato que permita tomar lecturas con una aproximación de 0.03 mm, que puede ser de los siguientes tipos:

- Micrómetro de aguja fija, con un pie opresor móvil
- Vernier con carátula (Pie de Rey)
- Microscopio-micrómetro
- Comparador óptico

a) Preparación de la muestra

La muestra consiste de un tramo de aislamiento o cubierta retirado del conductor, con una longitud adecuada para el aparato que se va a utilizar y que no presente golpes ni defectos físicos.

b) Procedimiento

Se corta de la muestra inicial un espécimen de tamaño adecuado para hacer las lecturas.

Sobre uno de los extremos del espécimen se hacen cinco mediciones directas, distribuidas uniformemente en la circunferencia y se determina el espesor promedio por el promedio aritmético de las cinco lecturas. Siendo el espesor mínimo la menor lectura obtenida.

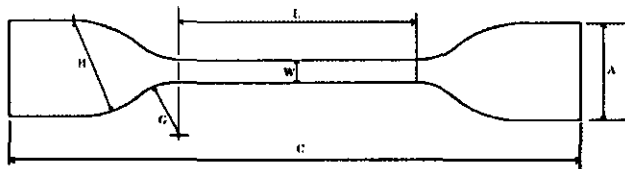
NMX-J-178 DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE TENSIÓN A LA RUPTURA Y ALARGAMIENTO DE PANTALLAS SEMICONDUCTORAS, AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar los esfuerzos de tensión a la ruptura y alargamiento de pantallas semiconductoras, aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos a base de materiales termofijos y termoplásticos.

Aparatos y equipos

- Máquina para medir Tensión (ver apéndice B).
- Prensa para Preparación de Placas: Prensa con moldes para la preparación de placas de material por probar, provista de sistema de calentamiento para la fusión y vulcanización de los materiales.
- Suaje o Sacabocados: El suaje o sacabocados que se emplea debe ser el adecuado para obtener probetas de los tipos B, E, y F para PVC y elastómetro y de los tipos C y D para polietilenos. La selección del suaje o sacabocados depende de las características y dimensiones de la muestra. Observe la figura que se muestra a continuación.



TIPOS Y DIMENSIONES DE PROBETAS (milímetros)						
	A	C	G	H	L	W
Tipo B	25	140	14	25	59	6
Tipo C	25	115	14	25	33	6
Tipo D	16	100	14	16	33	3
Tipo E	16	125	14	16	59	3
Tipo F	16	125	14	16	59	6
Tolerancia	± 1	mínimo	± 1	± 2	± 2	+ 0.05 - 0.00

a) Condiciones de la prueba

- Las pruebas deben efectuarse a temperatura ambiente, preferentemente entre 20 y 28 °C. Cuando la temperatura este fuera de estos límites se debe informar la temperatura a la que se realiza la prueba.
- Las muestras deben ser de material que después de la extrusión no haya sido sometido a calentamiento, alargamiento y que este libre de defectos y daños mecánicos.
- Las pruebas de las muestras sin envejecer y envejecidas, deben efectuarse unas a continuación de las otras, para que la determinación se haga a las mismas condiciones ambientales.
- Las muestras de materiales vulcanizables deben ser tomadas después de la vulcanización.
- Las pruebas de material vulcanizables deben ser efectuadas en un periodo comprendido entre 24 horas y 60 días después de la vulcanización.

b) Preparación de la muestra

Es necesario contar con tres probetas o especímenes tomados de una muestra lo suficientemente grande, que no haya sido dañada mecánicamente, térmica o químicamente.

Las probetas pueden ser de tres formas: Tubular, cortada con suaje o sacabocados o rectangular, según el calibre del alambre o cable y el espesor del aislamiento o de la cubierta.

Para calibres menores de 50 mm² y espesores hasta 2.3 mm, se usan especímenes tubulares. Para espesores mayores de 2.3 mm o calibres de 50 mm² o mayores, se usa probeta cortada con suaje o sacabocados o probeta rectangular.

Para el caso de materiales semiconductores, cuando se dificulte tomar la muestra directamente del cable, se preparan placas con el material antes de ser extruido. Las placas deben ser de dimensiones adecuadas para poder obtener tres probetas cortadas con suaje o sacabocados de una longitud aproximada de 150 mm y que cumplan con los requisitos marcados en el siguiente párrafo.

1) Probeta Tubulares

Cada una de los tres especímenes tubulares deben ser aproximadamente de 150 mm de longitud. Las probetas se obtienen retirando el conductor central, cuidando de no afectar a las propiedades del material a probar. Si se requiere puede efectuarse un corte longitudinal

2) Probeta Cortada con Suaje o Sacabocados

Se debe procurar que la sección transversal de la parte central de la probeta no sea mayor de 16 mm², debe de cumplir con los siguientes puntos:

- Se cortan tiras del material a probar de suficiente longitud para obtener los tres especímenes.
- Se pulen las tiras por medio de un estéril, para eliminar toda clase de irregularidades superficiales y obtener el espesor adecuado.
Se pueden emplear otros medios para obtener las tiras con espesores uniformes (ejemplo cortadores).
- Al preparar el material se deben evitar sobrecalentamientos o daños que puedan afectar las características mecánicas del material.
- Se coloca la tira preparada sobre un bloque plano que deben ser de un material que no muelle los suajes o sacabocados.
- Se cortan los especímenes con el suaje o sacabocados correspondientes, por medio de una cortadora de palanca o por algún otro equipo adecuado, dando un solo golpe para obtener cortes lisos.
- La probeta debe tener un espesor mínimo de 1.5 mm y máximo de 3 mm, cuidando que la sección transversal de la probeta no sea mayor de 16 mm².
- La variación máxima del espesor en la zona entre marcas de la probeta debe ser menor de 0.1 mm.

3) Probeta Rectangular

Cuando las dimensiones del cable no permitan obtener especímenes cortados con suaje o sacabocados, puede emplearse especímenes rectangulares cortados longitudinalmente.

4) Marcas de Prueba

En la parte central del espécimen se marcan dos líneas paralelas separadas entre sí 50 mm si el material es PVC, polietileno de cadena cruzada (XLP) o un elastómero, y 25 mm si es polietileno.

c) Expresión de resultados

1) Cálculo del área

Antes de someter los especímenes a la prueba de tensión y a la de envejecimiento acelerado se calcula el área.

Para especímenes rectangulares o cortados con suaje a sacabocados se calcula de la siguiente forma:

$$A = e \cdot a$$

Donde:

A: Área de la sección transversal, mm²

e: Espesor de la probeta, mm.

a: Anchura de la probeta, mm.

Para especímenes tubulares se calcula de la siguiente forma:

$$A = 0.7854(D^2 - d^2)$$

Donde:

A: Área de la sección transversal, mm².

D: Diámetro exterior de la muestra, mm.

d: Diámetro interior para cubiertas, o sobre el conductor para aislamientos, mm.

PRUEBA DE TENSIÓN Y ALARGAMIENTO

1. El espécimen se coloca entre las mordazas que sirven de sujeción para que quede tensa y sin carga. La escala de la máquina de tensión se ajusta a cero y se inicia la prueba.
2. La velocidad de separación de las mordazas para PVC, polietileno de baja densidad polietileno de cadena cruzada (XLP) y elastómero, debe ser de 500 mm/min y polietileno de alta densidad de 50 mm/min.
3. Los especímenes deben romper entre las dos líneas paralelas. Si rompen fuera de las marcas, se debe repetir la prueba.

4. Se mide la separación que existe entre las marcas y la carga de la máquina en el momento de la ruptura.
5. Se efectúa el mismo procedimiento para los tres especímenes.
Para determinar el porcentaje de alargamiento se usa la siguiente fórmula:

$$\% \text{alargamiento} = \frac{L_r - L_o}{L_o} \times 100$$

Donde:

L_r: Distancia entre marcas en el momento de la ruptura.

L_o: Distancia entre marcas antes de la ruptura.

NOTA: Tanto L_r como L_o deben encontrarse en las mismas unidades.

Para determinar el esfuerzo de tensión a la ruptura se usa la siguiente fórmula:

$$E = \frac{P}{A}$$

E: Esfuerzo de tensión a la ruptura kgf/mm².

P: Carga de ruptura, kgf.

A: Área de la sección transversal, mm².

NOTA: Para calcular el esfuerzo de tensión en MPA se multiplica E en kgf/mm² por 9.81.

En ambas pruebas se considera como resultado el promedio de los valores obtenidos con los tres especímenes.

**NMX-J-186 ENVEJECIMIENTO ACCELERADO EN HORNO A
PANTALLAS SEMICONDUCTORAS, AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS
PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.**

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar las propiedades físicas (esfuerzo de tensión a la ruptura y alargamiento a la ruptura), de las pantallas semiconductoras, aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos a base de materiales termofijos y termoplásticos, al ser sometidos a periodos determinados de calentamiento (envejecimiento acelerado).

Aparatos y equipos

- Horno de convección forzada, ver apéndice A.
- Máquina para medir tensión (ver apéndice B).
- Presa para preparación de placas
- Suaje a sacabocados

a) Preparación de la muestra

- La muestra debe ser de un material libre de defectos, que no haya sido sujeto a maltrato o alargamiento previo.
- De una misma muestra se toman tres especímenes para la prueba de esfuerzo de tensión y alargamiento a la ruptura del material sin envejecer, y tres especímenes para someterlos al envejecimiento acelerado.
- Los especímenes deben prepararse de acuerdo a la establecido en la Norma NMX-J-178.
- Las dimensiones de los especímenes para calcular su sección transversal deben tomarse antes del periodo de envejecimiento.

b) Procedimiento

1. Los especímenes que van a ser envejecidos, se introducen al horno previamente calentado a la temperatura especificada, cuidando que no se toquen entre si, ni con las paredes del horno.
2. El tiempo de envejecimiento empieza a contar cuando los especímenes se colocan en el horno.
3. El periodo de envejecimiento y la temperatura, se especifican para cada material en particular en su norma correspondiente.
4. Con objeto de evitar contaminaciones no se deben llevar a cabo simultáneamente pruebas de envejecimiento con especímenes de compuestos diferentes, en el mismo horno.
5. Al terminar el periodo de envejecimiento se retiran del horno los especímenes y se dejan enfriar hasta la temperatura ambiente. Se les deja reposar un periodo de 16 a 96 horas antes de hacer las determinaciones de sus propiedades físicas. Después de este periodo se hacen las marcas de prueba indicadas en la Norma NMX-J-178.

6. Las propiedades físicas a determinar son el esfuerzo de tensión a la ruptura y el alargamiento a la ruptura, siguiendo el procedimiento establecido en la Norma NMX-J-178, tanto para los especímenes sin envejecer como para los envejecidos.
7. Las pruebas físicas de los especímenes sin envejecer y envejecidos deben efectuarse unas a continuación de las otras.
8. En ambos casos se prueba tres especímenes y se reportan la media aritmética de los resultados obtenidos. En el caso de que este valor no cumpla con lo especificado, se prueban otros dos especímenes de la misma muestra y se calcula la media aritmética de los cinco especímenes. En el caso de que este último valor no cumpla con lo especificado, se considera rechazado el material.

c) Expresión de los resultados

Tanto para el esfuerzo de tensión a la ruptura como para el alargamiento a la ruptura, los resultados de la prueba de envejecimiento deben reportarse como el porcentaje de retención con respecto a los valores sin envejecer, calculados mediante la siguiente fórmula:

$$\%de Retencion = \frac{A}{B} \times 100$$

A: Media aritmética de los especímenes envejecidos.

B: Media aritmética de los especímenes sin envejecer.

NMX-J-190 RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO DE AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE PVC DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial establece el método de prueba para verificar la resistencia al choque térmico de aislamiento y cubiertas protectoras de cloruro de polivinilo (PVC) de conductores eléctricos.

Aparatos y equipos

- Horno de convección forzada, ver apéndice A.
- Mandriles de superficie tersa con diámetro según tabla 1 ó 2.

a) Preparación de la muestra

- Se toma una muestra de producto terminado de una longitud suficientemente grande, para poder efectuar la prueba.
- Para probar aislamiento se retira la cubierta si la tuviera y el espécimen para la prueba debe ser el conductor aislado. Si la muestra consta de mas de un conductor, los especímenes para la prueba deben ser cada uno de los conductores aislados por separados.
- Para probar cubiertas, el espécimen debe ser la muestra completa con la cubierta.

b) Procedimiento

1. Los especímenes se doblan en "U" o se enrollan helicoidalmente alrededor del mandril. Se debe sujetar firmemente el espécimen para que no se desenrolle. Los diámetros de los mandriles y el número de vueltas se indican en las siguientes Tablas.

**TABLA 1
DIÁMETRO DE MANDRIL Y NÚMERO DE VUELTAS PARA LA PRUEBA DE AISLAMIENTO**

Área de la sección transversal del conductor en (mm ² a 20 °C)	Calibre del conductor (AWG o KCM)	Diámetro máximo del mandril (mm)	Número de vueltas
8.37 y menores	8 y menores	1d	6
13.3 a 33.6	6 a 2	2d	6
42.4	1	2d	1
53.5 a 107	1/0 a 4/0	2d	1/2 (1)
127 y menores	250 y menores	5d	1/2 (1)
Cables para alumbrado publico: 8.37, 13.3 y 21.2	8.6 y 4	2d	6

d: Diámetro del conductor aislado en mm.

(1): Doble en "U" a 180°.

TABLA 2
DIÁMETRO DEL MANDRIL Y NÚMERO DE VUELTAS PARA LA PRUEBA DE CUBIERTAS

Diámetro sobre la cubierta del conductor (mm)	Diámetro máximo del mandril (mm)	Número de vueltas
hasta 19.0	3 D	6
19.1 a 38.0	8 D	1/2 (1)
38.1 y mayores	12 D	1/2 (1)

D: Diámetro sobre la cubierta en mm.

(1): Doble en "U" a 180°.

2. El horno se calienta hasta la temperatura especificada en la norma correspondiente. Después se introduce en el horno el espécimen enrollado y sujeto al mandril, el cual debe permanecer en el horno a esa misma temperatura durante el tiempo especificado en la norma.
3. Se saca del horno del espécimen y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente.

c) Expresión de resultados

El espécimen probado se inspecciona visual y manualmente para detectar la presencia de agrietamiento internos o externos. Los agrietamientos internos se manifiestan por una ligera depresión en la superficie externa del material.

El espécimen no debe presentar fracturas ni grietas externas o internas.

**NMX-J-191 DEFORMACIÓN POR CALOR DE PANTALLAS
SEMICONDUCTORAS, AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS
PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.**

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial establece el método de prueba para determinar la deformación por calor de pantallas semiconductoras extruídas, aislamientos y cubiertas protectoras, utilizados en conductores eléctricos a base de materiales termofijos y termoplásticos.

Aparatos y equipos

- Horno de convección forzada, ver apéndice A.
- Micrómetro de caras planas o pie de rey.
- Micrómetro vertical de carátula con aproximación de 0.03 mm que pueda sujetarse a calentamiento (ver figura 1).

a) Preparación de la muestra

PROBETAS TUBULARES

Para probar aislamientos de conductores de 107.2 mm² de sección (4/0 AWG) y menores, se toma una muestra del conductor aislado de 25 mm de longitud.

PROBETAS RECTANGULARES

Para probar aislamientos de conductores con una sección mayor de 107.2 mm² (4/0 AWG), pantallas semiconductoras y cubiertas, se preparan probetas según las siguientes dimensiones: 25 mm de largo, 14 ± 1.6 mm de ancho y un espesor de 1.30 ± 0.25 mm.

Cuando las dimensiones o las características del cable no permitan obtener una probeta de las dimensiones anteriores, se puede usar una placa moldeada del mismo compuesto antes de ser extruído.

b) Procedimiento

1. Se determina el espesor del espécimen antes de la prueba se les designa como e₁. Para probetas tubulares se determina por diferencia de diámetros, y para probetas rectangulares por medición directa.
2. Se colocan sobre el yunque móvil del micrómetro las pesas correspondientes según la siguiente Tabla y se introducen a un horno precalentado durante una hora a la temperatura especificada.

CARGAS USADAS PARA LA PRUEBA DE DEFORMACIÓN POR CALOR

MATERIAL	Sección del conductor mm ²	Calibre AWG	Carga empleada g
Aislamiento de PVC, XLP, EP	0.82 a 1	18	300
Aislamiento de PVC, XLP, EP	1.31 a 5	16	400
Aislamiento de PVC, XLP, EP	2.08 a 10	14 - 8	500
Aislamiento de PVC, XLP, EP	13.3 - 42.2	6 - 1	750
Aislamiento de PVC, XLP, EP	50 - 107.2	1/0 - 4/0	1000
Aislamiento de PVC, XLP, EP	Mayor de 107.2	Mayor de 4/0	2000
Cubiertas y Pantallas Semiconductoras	Todas	Todas	2000
Aislamiento de PVC de Cables para alumbrado público	Todas	Todas	1000

3. Después de una hora de haber introducido el micrómetro, se coloca el espécimen junto al micrómetro y se continua el calentamiento durante otro periodo de una hora.
4. Al finalizar este tiempo, se coloca el espécimen directamente bajo el yunque móvil del micrómetro con la carga especificada y se mantiene el calentamiento una hora con el espécimen en esta posición.
5. Al finalizar este periodo, se abre el horno y se toma la lectura que indique la carátula del micrómetro. Para probetas tubulares la medición es el diámetro sobre el aislamiento al final de la prueba (D_2) y para probetas rectangulares dicha lectura es directamente el espesor final e_2 .

c) Expresión de resultados

PROBETA TUBULAR

Los espesores e_1 y e_2 del aislamiento antes y después de la prueba se calculan con las siguientes fórmulas:

$$e_1 = \frac{D_1 - d}{2}$$

$$e_2 = \frac{D_2 - d}{2}$$

- e_1 : Espesor del aislamiento a la temperatura ambiente.
- e_2 : Espesor del aislamiento después de la prueba.
- D_1 : Diámetro del conductor aislado a la temperatura ambiente.
- D_2 : Diámetro del conductor aislado después de la prueba.
- d : Diámetro del conductor desnudo.

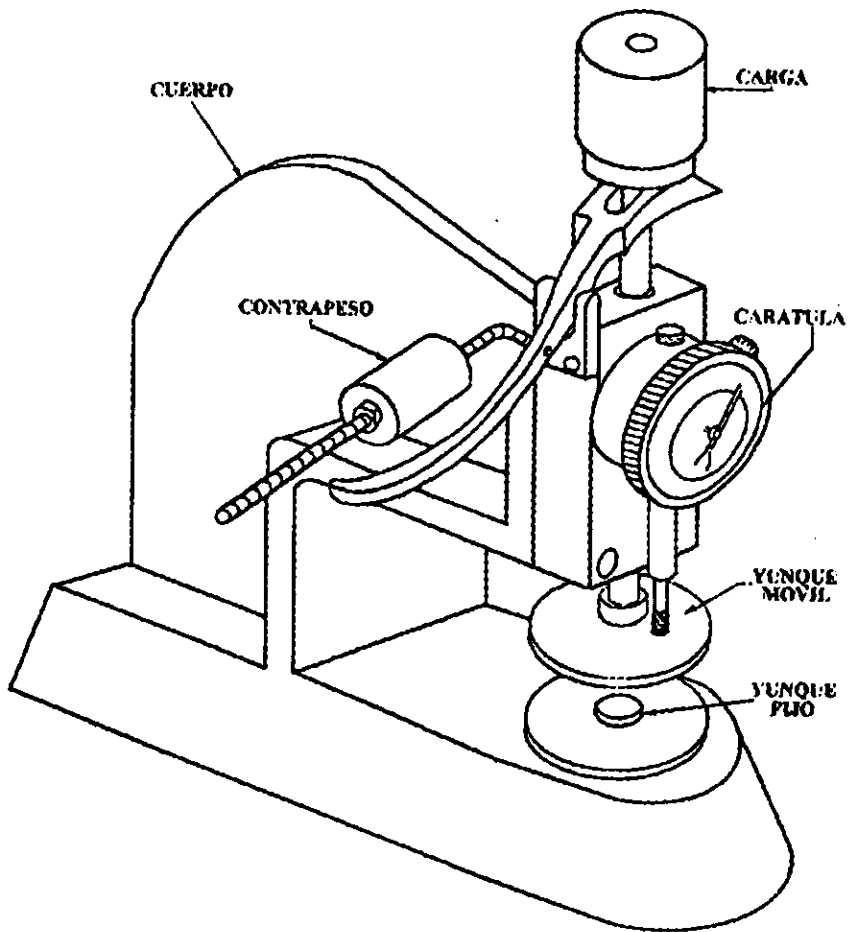
PROBETA RECTANGULAR

Para estas probetas e_1 y e_2 se obtiene por la lectura directa del micrómetro de carátula antes y después de la prueba respectivamente.

d) Determinación de la Deformación

La deformación por calor se calcula con la siguiente fórmula:

$$\%Deformacion = \frac{e_1 - e_2}{e_1} \times 100$$



Notas:

- 1) El diámetro de los yunques en la zona de presión debe ser de 9.5 mm.
- 2) El micrómetro sin carga debe ejercer una presión de 0.83 N (85 g) pudiendo ajustarse con el contrapeso.

FIGURA 1
MICROMETRO VERTICAL DE CARATULA

NMX-J-193 DOBLEZ EN FRÍO DE AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para verificar la flexibilidad a baja temperatura de los aislamientos a base de PVC o polietileno y de las cubiertas protectoras a base de PVC utilizadas en conductores eléctricos.

Aparatos y equipos

- Cámara refrigerante o dispositivo refrigerador que alcance la temperatura de prueba indicada en la norma.
- Mandril con superficie tersa y ambos extremos redondeados, de diámetro según las tablas 1, 2 ó 3.
- Micrómetro con aproximación de 0.03 mm.

a) Preparación del espécimen

- Se toma una muestra del cable terminado de una longitud adecuada para efectuar la prueba.
- Para probar el aislamiento, el espécimen se constituye por el cable hasta su aislamiento retirando los elementos adicionales que tuviera.
- Para probar la cubierta, el espécimen debe ser el cable completo hasta la cubierta bajo prueba.

b) Procedimiento

1. El espécimen se introduce en la cámara refrigerante o dispositivo refrigerador, previamente enfriada a la temperatura especificada para la prueba, teniendo cuidado que no se toque contra otros especímenes, ni con las paredes de la cámara refrigerante.
2. El tiempo de prueba se empieza a contar cuando el espécimen se coloca en la cámara.
3. Se deja el espécimen en la cámara refrigerante o dispositivo refrigerador durante el tiempo especificado en la norma correspondiente al material bajo prueba.
4. Al terminar el periodo de enfriamiento especificado para el material, se saca el espécimen de la cámara refrigerante o dispositivo refrigerador e inmediatamente se enrolla alrededor de un mandril, cuyo diámetro corresponda al indicado las siguientes Tablas, según el material sujeto a prueba.

TABLA 1.- CONDUCTORES AISLADOS CON POLIETILENO

Diámetro exterior del espécimen en mm	Diámetro del mandril en mm	Número de vueltas
Menores de 12.7	3 (D + d)	6
de 12.7 a 25.4	5 (D + d)	6
de 25.5 a 38.1	7 (D + d)	6
de 38.2 a 51.0	9 (D + d)	6

D: Diámetro exterior del espécimen en mm.

d: Diámetro del conductor desnudo en mm.

TABLA 2.- CONDUCTORES CON CUBIERTA DE PVC

Diámetro exterior del espécimen en mm	Diámetro del mandril en mm	Número de vueltas
Hasta 20.3	8 D	6
de 20.4 y mayores	10 D	6

D: Diámetro exterior del espécimen en mm.

TABLA 3.- CONDUCTORES CON AISLAMIENTO PVC

DESIGNACION		Área de la sección transversal mm ² .	Diámetro del mandril mm	NÚMERO de vueltas
mm ²	AWG ó kCM			
	18	0.821	7.9	6
1.0		0.970	7.9	6
	16	1.307	7.9	6
1.5		1.490	7.9	6
	14	2.08	12.7	6
2.5		2.47	12.7	6
	12	3.31	14.3	6
4		3.97	14.3	6
	10	5.26	15.9	6
6		5.95	15.9	6
	8	8.37	19	6
10		9.58	19	6
	6	13.30	32	6
16		15.90	32	6
	5	16.77	32	6
	4	21.15	35	6
25		25.4	35	6
	3	26.6	35	6
	2	33.6	40	6
35		34.4	40	6
	1	42.4	68	6
	1/0	53.5	73	6
	2/0	67.4	76	6
70		69.0	76	6
	3/0	85.0	83	6
95		93.3	83	6
	4/0	107.2	89	1/2 (1)
120		119.8	89	1/2 (1)
	250	126.7	8 D	1/2 (1)
150		147.1	8 D	1/2 (1)
	300	152.0	8 D	1/2 (1)
	350	177.3	8 D	1/2 (1)
185		182.9	8 D	1/2 (1)
	400	202.7	8 D	1/2 (1)
240		239.4	8 D	1/2 (1)
	500	253.4	8 D	1/2 (1)
300		299.4	10 D	1/2 (1)
	600	304.0	10 D	1/2 (1)
	700	354.7	10 D	1/2 (1)
	750	380.0	10 D	1/2 (1)
400		389.1	10 D	1/2 (1)
	800	405.4	10 D	1/2 (1)
500		490.6	10 D	1/2 (1)
	100	506.7	10 D	1/2 (1)
Cable para todos los	aluminado serie, calibres.		5 D	1/2 (1)

5. Los especímenes de conductores con sección igual o menor de 85 mm^2 (3/0 AWG) se enrollan alrededor del mandril formando o espiras adyacentes y los de sección mayor de 85 mm^2 (3/0 AWG) se doblan sobre el mandril en forma de "U" a un ángulo de 180° .
6. La velocidad de enrollamiento debe ser uniforme y no debe emplearse más de un minuto en esta operación.

c) Expresión de resultados

El espécimen probado se inspecciona manual y visualmente. Se considera que el espécimen no pasa la prueba si se presentan grietas superficiales.

**NMX-J-194 ENVEJECIMIENTO ACELERADO EN ACEITE PARA
AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE
CONDUCTORES ELÉCTRICOS.**

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar las propiedades físicas (esfuerzo de tensión a la ruptura y alargamiento a la ruptura), de los aislamientos a base de policloruro de vinilo (PVC) o polietileno clorosulfonado y de las cubiertas protectoras a base de policloruro de vinilo (PVC), policloropreno o polietileno clorosulfonado, al ser sometidos a períodos determinados de inmersión en aceite (envejecimiento acelerado).

Aparatos y equipos

- Máquina para medir tensión, según apéndice B.
- Recipiente de acero inoxidable, provisto de un medio de calentamiento para obtener la temperatura especificada en esta norma
- Suaje a sacabocados
- Aceite

a) Preparación del espécimen

- La muestra debe ser de un material libre de defectos que no haya sido sujeta a maltrato o alargamiento previo.
- De la muestra se toman tres especímenes para la prueba de esfuerzo de tensión y alargamiento a la ruptura del material sin envejecer y tres especímenes para someterlo al envejecimiento acelerado en aceite.

El aceite debe cumplir con las siguientes características:

- a) Punto de anilina 93 ± 3 ° C
- b) Viscosidad cinemática a 99 ° C
- c) Punto de inflamación mínimo 240 ° C.

- Los especímenes se deben preparar de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NMX-J-178.
- Las dimensiones de los especímenes para calcular su sección transversal y las marcas de prueba se deben efectuar antes del periodo de envejecimiento.

b) Procedimiento

1. Los especímenes que van a ser envejecidos se introducen al baño de aceite previamente estabilizado a la temperatura especificada, cuidando que no se toquen entre si ni con las paredes del recipiente.
Los especímenes tipo probeta se sumergen en el aceite totalmente; los especímenes tubulares se sumergen en el aceite dejando las puntas fuera de este.
2. El tiempo de envejecimiento empieza a contar cuando los especímenes se colocan en el aceite.
3. De cada material en particular el periodo de envejecimiento y la temperatura se especifican en su norma correspondiente.
4. Al terminar el periodo de envejecimiento se retiran los especímenes del aceite quitándoles el exceso de éste.

Se deja reposar a la temperatura ambiente por un periodo de 90 a 96 horas para los materiales termoplásticos y con un periodo de 4 a 4.5 horas para los materiales termofijos antes de efectuar las determinaciones de sus propiedades físicas.

5. Las propiedades físicas a determinar son el esfuerzo de tensión a la ruptura y el alargamiento a la ruptura siguiendo el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NMX-J-178, tanto para los especímenes sin envejecer como para los envejecidos.
6. Las pruebas físicas de los especímenes sin envejecer y envejecidos se deben efectuar unas a continuación de las otras.
7. En estos casos se prueban tres especímenes y se reporta la media aritmética de los resultados obtenidos. En el caso de que este valor no cumpla con lo especificado, se prueban otros dos especímenes de la misma muestra y se calcula la media aritmética de los cinco especímenes. En el caso de que este último valor, no cumpla con lo especificado, se considera que la muestra no cumple.

c) Cálculos

Tanto para el esfuerzo de tensión a la ruptura como para el alargamiento a la ruptura, los resultados de la prueba de envejecimientos en aceite se deben reportar en por ciento de retención con respecto a los valores sin envejecer, calculando mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Retencion} = \frac{A}{B} \times 100$$

A: Media aritmética de los especímenes envejecidos

B: Media aritmética de los especímenes sin envejecer.

NMX-J-212 RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la resistencia y resistividad eléctrica de conductores eléctricos.

Aparatos y equipos

- Doble puente de Kelvin, con un error máximo permisible de $\pm 0.5\%$.
- Puente de Wheatstone, con un error máximo permisible de $\pm 0.5\%$.
- Termómetro con escala de 273.16 K a 323.16 K (0°C a 50°C) y con resolución mínima de 0.5 K (0.5°C).
- Balanza con un error máximo permisible de $\pm 0.1\%$

a) Definiciones

Para la aplicación de la presente Norma las siguientes definiciones son aplicables:

Resistencia Eléctrica: Es la oposición que presentan los conductores, al paso de la corriente eléctrica.

Resistencia Volumétrica: Es la resistencia eléctrica de un conductor, de longitud unitaria y área de la sección transversal uniforme y unitaria, a una temperatura determinada.

Resistencia gravimétrica: Es la resistencia eléctrica de un conductor de longitud y peso unitarios, a una temperatura determinada.

b) Preparación de la muestra

PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA

ALAMBRE O CABLES DESNUDOS

Para especímenes de alambre o cables desnudos, se debe cumplir con los siguiente:

- Longitud mínima de un metro entre contactos de potencial del equipo de medición.
- Se deben limpiar los puntos de contacto, quedando exentos de grasa.
- El espécimen se deja ambientar por un tiempo no menor de 15 min.

ALAMBRE O CABLE AISLADOS

Para alambres o cables aislados, se debe cumplir con lo siguiente:

- Se debe proceder como se indica en el cable desnudo, retirando previamente el aislamiento.

ALAMBRES O CABLES AISLADOS EN TRAMOS DE EMBARQUE

Para alambres o cables aislados en tramos de embarque, se debe cumplir con los siguiente:

- Retirar el aislamiento y limpiar el conductor en una longitud suficiente que permita la conexión de las terminales del equipo de medición.
- Se deja ambientar el tramo hasta que el conductor alcance la temperatura ambiente.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA

Se determina la resistencia eléctrica del conductor utilizando un doble puente de Kelvin con un error máximo permisible de $\pm 0.5\%$. Si la resistencia del espécimen que se va a medir es mayor a 1 ohm, puede usarse un puente de Wheatstone. Se registra la temperatura a la cual se realiza la medición de la resistencia.

Se anota la longitud del espécimen en prueba existente entre contactos de potencial.

Se calcula la resistencia por unidad de longitud y a la temperatura de referencia de 293.16 K (20 °C), cuando la determinación de la resistencia se realice a una temperatura distinta de la mencionada, esta debe corregirse multiplicando el valor medido por el factor de corrección por temperatura correspondiente a la Tabla, estos valores se obtuvieron utilizando las siguientes fórmulas:

$$F_c = \frac{1}{1 + \alpha(t - T)}$$

F_c: Factor de corrección.

α : Corrección de variación de la resistencia por temperatura para el material correspondiente.

t: Temperatura a la cual se realiza la medición, en °C.

T: Temperatura de referencia, en °C.

NOTA:

Para materiales no indicados en la Tabla o para cualquier temperatura de referencia, pueden determinarse los factores de corrección, conociendo el valor α correspondiente y aplicando la misma fórmula.

$$R_L = \frac{R_c}{L}$$

R_L: Resistencia por unidad de longitud a 293.16 K (20 °C), en ohm/km.

R_c: Resistencia corregida a 293.16 K (20 °C), en ohm.

L: Longitud del conductor entre contactos de potencial, en km.

TABLA 1
FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA PARA LA RESISTENCIA
DE CONDUCTORES REQUERIDA A 293.16 K (20 °C)

		COBRE DURO		COBRE SEMIDURO		COBRE SUAVE
α		3.78×10^{-3}	3.82×10^{-3}	3.80×10^{-3}	3.84×10^{-3}	3.93×10^{-3}
Conductividad		96.16%	97.16%	96.66%	97.66%	100 %
P. e. mN/cm ²		87.21	87.21	87.21	87.21	87.21
(gf/cm ²)		(8.89)	(8.89)	(8.89)	(8.89)	(8.89)
Diámetro del alambre		1.000	8.253	1.000	8.253	0.075
mm		a	a	a	a	a
		8.252	12.000	8.252	12.000	12.000
TEMPERATURA						
K						
°C						
288.16	15.0	1.0193	1.0195	1.0194	1.0196	1.0200
288.66	15.5	1.0173	1.0175	1.0174	1.0176	1.0180
289.16	16.0	1.0154	1.0155	1.0154	1.0156	1.0160
289.66	16.5	1.0134	1.0136	1.0135	1.0136	1.0139
290.16	17.0	1.0115	1.0116	1.0115	1.0117	1.0119
290.66	17.5	1.0095	1.0096	1.0096	1.0097	1.0099
291.16	18.0	1.0076	1.0077	1.0077	1.0077	1.0079
291.66	18.5	1.0057	1.0058	1.0057	1.0058	1.0059
292.16	19.0	1.0038	1.0038	1.0038	1.0039	1.0039
292.66	19.5	1.0019	1.0019	1.0019	1.0019	1.0020
293.16	20.0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
293.66	20.5	0.9981	0.9981	0.9981	0.9981	0.9980
294.16	21.0	0.9962	0.9962	0.9962	0.9962	0.9961
294.66	21.5	0.9944	0.9943	0.9943	0.9943	0.9941
295.16	22.0	0.9925	0.9924	0.9925	0.9924	0.9922
295.66	22.5	0.9906	0.9905	0.9906	0.9905	0.9903
296.16	23.0	0.9888	0.9887	0.9887	0.9886	0.9883
296.66	23.5	0.9869	0.9868	0.9869	0.9867	0.9864
297.16	24.0	0.9851	0.9849	0.9850	0.9849	0.9845
297.66	24.5	0.9833	0.9831	0.9832	0.9830	0.9826
298.16	25.0	0.9815	0.9813	0.9814	0.9812	0.9807
298.66	25.5	0.9796	0.9794	0.9795	0.9793	0.9788
299.16	26.0	0.9778	0.9776	0.9777	0.9775	0.9770
299.66	26.5	0.9760	0.9758	0.9759	0.9756	0.9751
300.16	27.0	0.9742	0.9740	0.9741	0.9738	0.9732
300.66	27.5	0.9724	0.9721	0.9723	0.9720	0.9714
301.16	28.0	0.9706	0.9703	0.9705	0.9702	0.9695
301.66	28.5	0.9689	0.9686	0.9687	0.9684	0.9677
302.16	29.0	0.9671	0.9668	0.9669	0.9666	0.9658
302.66	29.5	0.9653	0.9650	0.9652	0.9648	0.9640
303.16	30.0	0.9636	0.9632	0.9634	0.9630	0.9622
303.66	30.5	0.9618	0.9614	0.9616	0.9612	0.9604
304.16	31.0	0.9601	0.9597	0.9599	0.9595	0.9586
304.66	31.5	0.9583	0.9579	0.9581	0.9577	0.9568

TABLA 1
(CONTINUACION)

		COBRE DURO		COBRE SEMIDURO		COBRE SUAVE
α		3.78×10^{-3}	3.82×10^{-3}	3.80×10^{-3}	3.84×10^{-3}	3.93×10^{-3}
Conductividad		96.16%	97.16%	96.66%	97.66%	100 %
P. e. mN/cm ²		87.21	87.21	87.21	87.21	87.21
(gf/cm ²)		(8.89)	(8.89)	(8.89)	(8.89)	(8.89)
Diámetro del alambre		1.000	8.253	1.000	8.253	0.075
mm		a	a	a	a	a
		8.252	12.000	8.252	12.000	12.000
TEMPERATURA						
K						
°C						
305.16	32.0	0.9566	0.9562	0.9564	0.9559	0.9550
305.66	32.5	0.9549	0.9544	0.9547	0.9542	0.9532
306.16	33.0	0.9532	0.9527	0.9529	0.9525	0.9514
306.66	33.5	0.9514	0.9510	0.9512	0.9507	0.9496
307.16	34.0	0.9497	0.9492	0.9495	0.9490	0.9478
307.66	34.5	0.9480	0.9475	0.9478	0.9473	0.9461
308.16	35.0	0.9463	0.9458	0.9461	0.9455	0.9443

TABLA 1 (CONTINUACIÓN)

		C O B R E E S T A Ñ A D O				
α		3.84×10^{-3}	3.82×10^{-3}	3.78×10^{-3}	3.70×10^{-3}	3.66×10^{-3}
Conductividad		97.66%	97.16%	96.16%	94.16%	93.15 %
P. e. mN/cm ²		87.21	87.21	87.21	87.21	87.21
(gf/cm ²)		(8.89)	(8.89)	(8.89)	(8.89)	(8.89)
Diámetro del alambre		7.366	2.616	0.511	0.282	0.075
mm		a	a	a	a	a
K °C		12.000	7.365	2.615	0.510	0.281
288.16	15.0	1.0196	1.0195	1.0193	1.0188	1.0186
288.66	15.5	1.0176	1.0175	1.0173	1.0169	1.0167
289.16	16.0	1.0156	1.0155	1.0154	1.0150	1.0149
289.66	16.5	1.0136	1.0136	1.0134	1.0131	1.0130
290.16	17.0	1.0117	1.0116	1.0115	1.0112	1.0111
290.66	17.5	1.0097	1.0096	1.0095	1.0093	1.0092
291.16	18.0	1.0077	1.0077	1.0076	1.0075	1.0074
291.66	18.5	1.0058	1.0058	1.0057	1.0056	1.0055
292.16	19.0	1.0039	1.0038	1.0038	1.0037	1.0037
292.66	19.5	1.0019	1.0019	1.0019	1.0019	1.0018
293.16	20.0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
293.66	20.5	0.9981	0.9981	0.9981	0.9982	0.9982
294.16	21.0	0.9962	0.9962	0.9962	0.9963	0.9964
294.66	21.5	0.9943	0.9943	0.9944	0.9945	0.9945
295.16	22.0	0.9924	0.9924	0.9925	0.9927	0.9927
295.66	22.5	0.9905	0.9905	0.9906	0.9908	0.9909
296.16	23.0	0.9886	0.9887	0.9888	0.9890	0.9891
296.66	23.5	0.9867	0.9868	0.9869	0.9872	0.9874
297.16	24.0	0.9849	0.9849	0.9851	0.9854	0.9856
297.66	24.5	0.9830	0.9831	0.9833	0.9836	0.9838
298.16	25.0	0.9812	0.9813	0.9815	0.9818	0.9820
298.66	25.5	0.9793	0.9794	0.9796	0.9801	0.9803
299.16	26.0	0.9775	0.9776	0.9778	0.9783	0.9785
299.66	26.5	0.9756	0.9758	0.9760	0.9765	0.9768
300.16	27.0	0.9738	0.9740	0.9742	0.9748	0.9750
300.66	27.5	0.9720	0.9721	0.9724	0.9730	0.9733
301.16	28.0	0.9702	0.9703	0.9706	0.9713	0.9716
301.66	28.5	0.9684	0.9686	0.9689	0.9695	0.9698
302.16	29.0	0.9666	0.9668	0.9671	0.9678	0.9681
302.66	29.5	0.9648	0.9650	0.9653	0.9660	0.9664
303.16	30.0	0.9630	0.9632	0.9636	0.9643	0.9647
303.66	30.5	0.9612	0.9614	0.9618	0.9626	0.9630
304.16	31.0	0.9595	0.9597	0.9601	0.9609	0.9613
304.66	31.5	0.9577	0.9579	0.9583	0.9592	0.9596
305.16	32.0	0.9559	0.9562	0.9566	0.9575	0.9579
305.66	32.5	0.9542	0.9544	0.9549	0.9558	0.9563
306.16	33.0	0.9525	0.9527	0.9532	0.9541	0.9546
306.66	33.5	0.9507	0.9510	0.9514	0.9524	0.9529
307.16	34.0	0.9490	0.9492	0.9497	0.9508	0.9513
307.66	34.5	0.9473	0.9475	0.9480	0.9491	0.9496
308.16	35.0	0.9455	0.9458	0.9463	0.9474	0.9480

TABLA 1
(CONTINUACIÓN)

		A L U M I N I N O	
		4.03×10^{-3} 61 % 28.48 (2.70) 0.267 a 6.604 (Individual del Lote)	4.05×10^{-3} 61.2 % 26.48 (2.70) 0.267 a 6.604 (Promedio del Lote)
α Conductividad P. e. mN/cm ² (gf/cm ²)			
Diámetro del alambre mm			
TEMPERATURA			
K	°C		
288.16	15.0	1.0206	1.0207
288.66	15.5	1.0185	1.0186
289.16	16.0	1.0164	1.0165
289.66	16.5	1.0143	1.0144
290.16	17.0	1.0122	1.0123
290.66	17.5	1.0102	1.0102
291.16	18.0	1.0081	1.0082
291.66	18.5	1.0061	1.0061
292.16	19.0	1.0040	1.0041
292.66	19.5	1.0020	1.0020
293.16	20.0	1.0000	1.0000
293.66	20.5	0.9980	0.9980
294.16	21.0	0.9960	0.9960
294.66	21.5	0.9940	0.9940
295.16	22.0	0.9920	0.9920
295.66	22.5	0.9900	0.9900
296.16	23.0	0.9881	0.9880
296.66	23.5	0.9861	0.9860
297.16	24.0	0.9841	0.9841
297.66	24.5	0.9822	0.9821
298.16	25.0	0.9802	0.9802
298.66	25.5	0.9783	0.9782
299.16	26.0	0.9764	0.9763
299.66	26.5	0.9745	0.9744
300.16	27.0	0.9726	0.9724
300.66	27.5	0.9707	0.9705
301.16	28.0	0.9688	0.9686
301.66	28.5	0.9669	0.9667
302.16	29.0	0.9650	0.9648
302.66	29.5	0.9631	0.9630
303.16	30.0	0.9613	0.9611
303.66	30.5	0.9594	0.9592
304.16	31.0	0.9576	0.9574
304.66	31.5	0.9557	0.9555

TABLA I
(CONTINUACIÓN)

		A L U M I N I O	
α		4.03×10^{-3}	4.05×10^{-3}
Conductividad		61 %	61.2 %
P. e. mN/cm ³ (gf/cm ³)		28.48 (2.70)	26.48 (2.70)
Diámetro del alambre mm		0.267 a 6.604 (Individual del Lote)	0.267 a 6.604 (Promedio del Lote)
TEMPERATURA			
K	°C		
305.16	32.0	0.9539	0.9537
305.66	32.5	0.9520	0.9518
306.16	33.0	0.9502	0.9500
306.66	33.5	0.9484	0.9482
307.16	34.0	0.9466	0.9463
307.66	34.5	0.9448	0.9445
308.16	35.0	0.9430	0.94279

NOTA: El coeficiente de variación de la resistencia por temperatura (α), para el material correspondiente.

Este coeficiente varía de acuerdo al diámetro del alambre.

Los valores de conductividad y peso específico están referidos a 293.16 K (20 °C).

DETERMINACIÓN DE LA RESISTIVIDAD VOLUMÉTRICA

Se determina la resistencia eléctrica del espécimen en prueba siguiendo los pasos mencionados en el punto anterior.

Se determina el diámetro del espécimen en prueba siguiendo los pasos indicados en la Norma Oficial Mexicana NMX- J - 66 y con este valor se calcula el área de la sección transversal correspondiente.

Se calcula la resistividad volumétrica a la temperatura de referencia de 293.16 K (20 °C), aplicando la siguiente fórmula:

$$\int V = \frac{R_c \cdot A}{L}$$

$\int V$: Resistividad volumétrica a 293.16 K (20 °C) en ohms. mm²/m .

R_c : Resistencia corregida a 293.16 K (20 °C), en ohms.

L : Longitud del espécimen entre contactos de potencial, en m.

A : Área de la sección transversal, en mm²

DETERMINACIÓN DE LA RESISTIVIDAD GRAVIMÉTRICA

Se determina la resistencia eléctrica del espécimen en prueba siguiendo los pasos ya mencionados.

Se determina el peso y longitud del espécimen en prueba.

Se calcula la resistividad gravimétrica a la temperatura de referencia de 293.16 K (20 °C), aplicando la siguiente fórmula:

$$\int g = \frac{R_c \cdot P}{L_1 \cdot L_2}$$

$\int g$: Resistividad gravimétrica a 293.16 K (20 °C) en ohms.mN/m² (ohms.gf/m²)

PARA DETERMINAR LA RESISTIVIDAD

El espécimen debe ser alambre y cumplir con lo siguiente:

- Longitud mínima de un metro entre los contactos de potencial del equipo de medición.
- Se retira todo el aislamiento teniendo cuidado de no afectar la sección transversal del conductor.
- El área de la sección transversal debe ser uniforme en toda su longitud.
- Se deben limpiar los puntos de contacto, quedando exentos de grasa.
- El espécimen se deja ambientar por un tiempo no menor de 15 min.

NMX-J-293 MÉTODO DE PRUEBA DE ALTA TENSIÓN A CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE DIRECTA PARA CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba de alta tensión con corriente alterna y corriente directa para conductores eléctricos aislados.

Aparatos y equipos

Prueba de alta tensión con C.A.

- Transformador elevador, excitado por una fuente regulable, capaz de sostener la tensión eficaz durante la prueba y cuyo factor de cresta cuando se tiene la muestra en el circuito, no difiera en $\pm 5\%$ del factor de cresta de una senoide pura, tomando en cuenta la media onda superior de la senoide.
- Interruptor para protección del transformador, diseñado en forma tal, que abra el circuito cuando ocurra una falla.
- Fuente regulable que permita un incremento con respecto al tiempo en la tensión de salida del transformador, lo más lineal posible hasta alcanzar la tensión de prueba.
- Voltmetro para medir la tensión de salida del transformador.
- Ampermetro para medir la corriente de operación en el circuito.
- Cronómetro
- Tanque con agua
- El área de pruebas debe tener las siguientes características:
 1. Un sistema de tierra efectivo.
 2. Puertas con un dispositivo apropiado que desenergice el circuito automáticamente en cuanto sean abiertas y que además permita que se aterrice el circuito del transformador.
 3. Sistema de señalización que indique presencia de alta tensión.
 4. Dispositivo que permita que cuando se termine una prueba, el circuito quede automáticamente aterrizado.

El equipo de control y medición debe estar colocado fuera del área de prueba, pero de tal forma que el operador tenga la visibilidad necesaria para observar todo lo que ocurra dentro de la zona de prueba, con excepción de los recintos blindados.

Independientemente de los medios de seguridad anteriores, todo material probado debe ser descargado aterrizándolo con el sistema apropiado para cada caso.

Se debe tener en cuenta todas las medidas de seguridad en el manejo de alta tensión.

Prueba de alta tensión con C.D.

Para la prueba de tensión con C.D. además de los equipos descritos en la prueba de alta tensión con C. A., se requiere un equipo rectificador o un generador electrostático que suministre la tensión y corriente necesarias para esta prueba.

Preparación de la muestra

1) CABLES MONOCONDUCTORES SIN PANTALLA

Se retira el aislamiento y la cubierta protectora, dejando el conductor desnudo en un extremo del cable, lo suficiente para efectuar la conexión.

Se introduce el cable en el tanque con agua dejando el material completamente sumergido durante el tiempo especificado en la norma correspondiente, excepto sus extremos, que deben salir del agua una distancia no menor de 30 cm.

2) CABLES MULTICONDUCTORES SIN PANTALLA

Los cables multiconductores sin pantalla pueden tener o no cubierta protectora.

3) CABLES MULTICONDUCTORES CON CUBIERTA PROTECTORA

En ambos extremos del cable se retiran 30 cm de la cubierta protectora y rellenos. Se retira el aislamiento en cada conductor en un solo extremo del cable para efectuar las conexiones.

En ambos extremos del cable se separan los conductores entre sí para evitar arcos. La prueba de este tipo de cables se efectúa en seco.

4) CABLES MULTICONDUCTORES SIN CUBIERTA PROTECTORA

Se procede según lo indicado en el inciso 1). Para cables que tengan conductores desnudos en ambos extremos éstos se separan de los conductores aislados para evitar arcos.

5) CABLES MULTICONDUCTORES CON PANTALLA GENERAL (SIN PANTALLA INDIVIDUAL)

En ambos extremos del cable se retira la cubierta protectora exterior, los rellenos y la pantalla en una distancia adecuada, la cual depende de la tensión aplicada en prueba. La pantalla se desenrolla y sin cortarla se conecta a tierra.

Se retira el aislamiento en cada conductor en un solo extremo del cable para efectuar las conexiones.

En ambos extremos del cable se separan los conductores entre sí para evitar arcos. La prueba de este tipo de cables se efectúa en seco.

6) CABLES MONOCONDUCTORES CON PANTALLA O MULTICONDUCTORES CON PANTALLA INDIVIDUAL

En ambos extremos del cable se retira la cubierta protectora exterior y la pantalla de cada conductor en una distancia adecuada, la cual depende de la tensión aplicada en prueba. Se retira el aislamiento a cada conductor en un solo extremo del cable para efectuar las conexiones.

En ambos extremos del cable se separan los conductores entre sí para evitar arcos. La prueba de este tipo de cables se efectúa en seco.

Método de Prueba

PARA CORRIENTE ALTERNA

1. La tensión inicial aplicada no debe ser mayor del 20% de la tensión de prueba especificada, y se debe incrementar uniformemente hasta alcanzar la tensión especificada en no menos de 10 s ni más de 60 s, manteniéndose en ese valor durante el tiempo de prueba. Si ésta se interrumpe, se debe iniciar nuevamente. Al terminar la prueba debe reducirse la tensión gradualmente con objeto de evitar trastornos que puedan dañar al equipo y al cable.

Posteriormente debe tenerse la precaución de cortar la alimentación a la fuente de corriente alterna y descargar el cable a tierra.

2. Para cables monoconductores con pantalla y multiconductores con pantalla individual, la tensión debe aplicarse conectando el conductor o los conductores a una de las terminales del transformador, y la pantalla o pantallas a tierra junto con la otra terminal del transformador.
3. Para cables monoconductores sin pantalla se debe aplicar la tensión al conductor, conectando este a una terminal del transformador, y la otra terminal del transformador al tanque de agua.
4. Para cables multiconductores sin pantalla se debe efectuar la prueba de tensión en alguna de las formas siguientes:
 - Cables con cubierta: Aplicar la tensión entre cada conductor y los restantes conectados a tierra.
 - Cables sin cubierta: Aplicar la tensión a todos los conductores conectados a una terminal del transformador, y la otra terminal al tanque con agua.
5. Para cables multiconductores con pantalla general, la tensión debe aplicarse entre cada conductor, y los restantes junto con la pantalla, conectados a tierra.

PARA CORRIENTE DIRECTA

1. La tensión inicial aplicada no debe ser mayor del 20% de la tensión de prueba especificada, y se debe incrementar uniformemente hasta alcanzar la tensión especificada en no menos de 10 s ni más de 60 s, manteniéndose en ese valor durante el tiempo de prueba. Si ésta se interrumpe, se debe iniciar nuevamente. El tiempo de incremento máximo de 60 s, se permite que sea mayor si por la capacitancia del cable no se alcanza la tensión de prueba especificada en el tiempo máximo antes mencionado.
Al terminar la prueba debe reducirse la tensión gradualmente con objeto de evitar trastornos que puedan dañar al equipo y al cable.
Posteriormente debe tenerse la precaución de cortar la alimentación a la fuente de corriente directa y descargar el cable a tierra.
2. Para cables monoconductores con pantalla y multiconductores con pantalla individual, la tensión debe aplicarse conectando el conductor o los conductores a una de las terminales de la fuente de corriente directa, y la pantalla o pantallas a tierra junto con la otra terminal de la fuente de corriente directa.
3. Para cables monoconductores sin pantalla se debe aplicar la tensión al conductor, conectando este a una terminal de la fuente de corriente directa, y la otra terminal de la fuente de corriente directa al tanque de agua.
4. Para cables multiconductores sin pantalla se debe efectuar la prueba de tensión en alguna de las formas siguientes:
 - Cables con cubierta: Aplicar la tensión entre cada conductor y los restantes conectados a tierra.
 - Cables sin cubierta: Aplicar la tensión a todos los conductores conectados a una terminal de la fuente de corriente directa, y la otra terminal al tanque con agua.
5. Para cables multiconductores con pantalla general, la tensión debe aplicarse entre cada conductor, y los restantes junto con la pantalla, conectados a tierra.

NMX-J-294 PRODUCTOS ELÉCTRICOS CONDUCTORES RESISTENCIA DE AISLAMIENTO- MÉTODO DE PRUEBA.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la resistencia de aislamiento de los conductores aislados con materiales termoplásticos y termofijos.

Aparatos y equipos

- Termómetro con escala de 0 a 50°C como mínimo y que permita lecturas de 0,5°C.
- Tanque de agua de dimensiones adecuadas y con una tierra efectiva.
- Medidor de resistencia con error máximo del 10%, en el cual se pueda leer un mínimo de 10 MΩ, y que suministre un potencial constante de 500 Volts C.D.
- Suaje a sacabocados

a) Definiciones

Resistencia de aislamiento: Es la oposición al paso de corriente que presenta el aislamiento existente entre dos electrodos, cuando existe entre estos una diferencia de potencial.

La resistencia de aislamiento esta en función de las dimensiones y resistividad del aislamiento, de acuerdo con las siguientes expresiones:

1)

$$R = \frac{\rho}{2\pi \text{Log}_{10}e} \frac{\text{Log}_{10} D/d}{L} = K \frac{\text{Log}_{10} D/d}{L}$$

o bien

2)

$$RL = K \text{Log}_{10} D/d$$

Donde:

R: Resistencia de aislamiento en MΩ

RL: Resistencia de aislamiento en MΩ-Km

D: Diámetro sobre el aislamiento en mm

d: Diámetro bajo el aislamiento en mm

L: Longitud del conductor en Km

ρ: Resistividad del aislamiento en MΩ-Km

K: Constante de aislamiento en MΩ-Km a la temperatura de referencia

e: Base de los logaritmos Neperianos = 2.7183

Resistencia de aislamiento medida (R_m): Es la resistencia de aislamiento determinada directamente con el equipo de medición, expresada en MΩ.

Resistencia de aislamiento corregida a la temperatura de referencia y a un kilómetro de longitud (R_a): Es la resistencia de aislamiento medida que se corrige a la temperatura de referencia seleccionada (20°C ó 15.6°C) y referida a un kilómetro de longitud.

Resistencia de aislamiento mínima especificada (R_L): Es la resistencia de aislamiento calculada con la fórmula 2) indicada en la resistencia de aislamiento al usar el valor de la constante de aislamiento especificada y las dimensiones del conductor eléctrico.

b) Preparación de la muestra

- 1) La prueba se efectúa sobre la longitud total de la muestra y se debe realizar en seco para cables monoconductores con pantalla o cubierta metálica y en cables multiconductores; en tanto que para cables monoconductores sin pantalla o cubierta metálica se debe efectuar con la muestra sumergida en el tanque con agua, dejando fuera de esta 60 cm aproximadamente de cada extremo.
- 2) Para las muestras que se sumergen en agua se debe tomar en cuenta el tiempo inmersión previo a la prueba que cite la norma correspondiente.
- 3) Conectar la terminal negativa del equipo de medición al conductor bajo prueba y la terminal positiva del equipo a los demás conductores, pantallas, cubiertas metálicas o a la tina con agua según sea el caso y al electrodo de tierra.
- 4) Aplicar la tensión de prueba y después de un minuto tomar la lectura. En la mayoría de los equipos de medición se requiere aplicar inicialmente un tiempo de carga el cual generalmente es de 15 segundos, antes de aplicar el potencial de circuito de medición. El tiempo de carga requerido debe quedar incluido dentro del minuto total de la tensión aplicada.
- 5) Tomar la lectura de la temperatura ambiente o la del agua, según sea el caso.

c) Cálculos

La resistencia de aislamiento corregida a la temperatura de referencia y a un kilómetro de longitud se determina con la siguiente fórmula:

$$R_o = (R_m)(f_c)(L)$$

Donde:

R_o : Resistencia de aislamiento corregida a la temperatura de referencia (20°C ó 15.6°C) y a un kilómetro de longitud, expresado en $\text{M}\Omega\text{-Km}$

R_m : Resistencia de aislamiento medida, expresado en $\text{M}\Omega$.

f_c : Factor de corrección a la temperatura de referencia a 20°C ó 15.6°C .

L: Longitud de la muestra bajo prueba, expresada en Hz.

- 1) Para determinar el factor de corrección (f_c) a la temperatura de referencia de 20°C , se usa la tabla 1 conociendo la temperatura de medición y el coeficiente de variación de la resistencia de la temperatura por $^\circ\text{C}$ (o su equivalente, el coeficiente/ $^\circ\text{F}$) el cual depende del tipo de aislamiento.

El fabricante debe de dar a conocer el valor del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura que debe aplicarse.

- 2) El factor de corrección (f_c) a la temperatura de referencia de 15.6°C se determina en función del factor de corrección a la temperatura de referencia de 20°C tomando de la misma tabla 1, dividiendo el factor de corrección correspondiente a la temperatura de prueba, entre el factor de corrección correspondiente a 15.6°C.

Ejemplo: Suponiendo un aislamiento cuyo coeficiente de variación de resistencia por temperatura es de 1.06 por °C y la temperatura de medición es de 23°C.

- De la tabla 1
- f_c para 23°C: 1.19
- f_c para 15.6°C: 0.77
- Factor de corrección a la temperatura de referencia de 15.6°C.

$$f_c = \frac{1.19}{0.77} = 1.54$$

- 3) Para cambiar la constante de aislamiento de la temperatura de referencia de 15.6°C a la de 20°C, se multiplica aquella por el factor de corrección para 15.6°C tomada de la tabla 1 para el coeficiente correspondiente.

Tabla 1
Factor de corrección de resistencia de aislamiento con la temperatura referida a 20°C

Coef. temp. °C	1.04	1.05	1.055	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14
Coef. equiv. °F	1.022	1.028	1.03	1.033	1.04	1.044	1.05	1.055	1.06	1.067	1.07	1.073
Temp. °C	Factor de Corrección (f _c)											
0	0.46	0.36	0.34	0.31	0.26	0.21	0.18	0.15	0.12	0.10	0.087	0.073
1	0.47	0.49	0.36	0.33	0.25	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.098	0.083
2	0.49	0.42	0.38	0.35	0.35	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.096
3	0.51	0.44	0.40	0.37	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
4	0.53	0.46	0.42	0.39	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12
5	0.56	0.48	0.45	0.42	0.36	0.32	0.27	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14
6	0.58	0.51	0.47	0.44	0.39	0.34	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
7	0.60	0.53	0.50	0.47	0.41	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18
8	0.62	0.56	0.53	0.50	0.44	0.40	0.36	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21
9	0.65	0.58	0.55	0.53	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24
10	0.68	0.61	0.59	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27
11	0.70	0.64	0.62	0.59	0.54	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.33	0.31
12	0.73	0.65	0.65	0.63	0.58	0.54	0.50	0.47	0.43	0.40	0.38	0.35
13	0.76	0.71	0.69	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.48	0.45	0.43	0.40
14	0.79	0.75	0.73	0.70	0.67	0.63	0.60	0.56	0.53	0.51	0.48	0.46
15	0.82	0.78	0.77	0.75	0.72	0.68	0.65	0.62	0.59	0.57	0.54	0.52
15.6	0.84	0.80	0.79	0.77	0.74	0.72	0.69	0.66	0.63	0.61	0.58	0.56
16	0.85	0.82	0.81	0.79	0.76	0.74	0.71	0.68	0.66	0.64	0.61	0.59
17	0.89	0.86	0.85	0.84	0.82	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
18	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84	0.83	0.81	0.80	0.78	0.77
19	0.96	0.95	0.95	0.94	0.93	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	1.04	1.05	1.06	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14
22	1.08	1.10	1.11	1.12	1.14	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25	1.26	1.30
23	1.12	1.16	1.17	1.19	1.22	1.26	1.30	1.33	1.37	1.40	1.44	1.48
24	1.17	1.22	1.24	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.52	1.57	1.63	1.69
25	1.22	1.28	1.31	1.34	1.40	1.47	1.54	1.61	1.69	1.76	1.84	1.93
26	1.27	1.34	1.38	1.42	1.50	1.59	1.68	1.77	1.87	1.97	2.08	2.19
27	1.32	1.41	1.45	1.50	1.61	1.71	1.83	1.95	2.08	2.21	2.35	2.50
28	1.37	1.48	1.53	1.59	1.72	1.85	1.99	2.14	2.30	2.48	2.65	2.85
29	1.42	1.55	1.62	1.69	1.84	2.00	2.17	2.36	2.56	2.77	3.00	3.25
30	1.48	1.63	1.71	1.79	1.97	2.16	2.37	2.59	2.84	3.11	3.39	3.71
31	1.64	1.71	1.80	1.90	2.10	2.33	2.58	2.85	3.15	3.48	3.81	4.23
32	1.60	1.80	1.90	2.01	2.25	2.52	2.81	3.14	3.50	3.90	4.33	4.82
33	1.67	1.89	2.01	2.13	2.40	2.72	3.07	3.45	3.88	4.36	4.90	5.49
34	1.73	1.93	2.12	2.26	2.58	2.94	3.34	3.80	4.31	4.59	5.53	6.26
35	1.80	2.08	2.23	2.40	2.76	3.17	3.64	4.18	4.78	5.47	6.25	7.14
36	1.87	2.18	2.36	2.54	2.95	3.43	3.97	4.59	5.31	6.13	7.07	8.14
37	1.95	2.29	2.48	2.69	3.16	3.70	4.33	5.05	5.90	6.37	7.99	9.28
38	2.03	2.41	2.62	2.85	3.38	4.00	4.72	5.56	6.54	7.69	9.02	10.6
39	2.11	2.53	2.77	3.02	3.62	4.32	5.14	6.12	7.26	8.61	10.2	12.1
40	2.19	2.65	2.92	3.21	3.87	4.66	5.60	6.73	8.06	9.65	11.5	13.7

Tabla 1
(Continuación)

°C	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25
Coef. E quiv. °F	1.08	1.089	1.09	1.10	1.106	1.11	1.117	1.12	1.128	1.133	1.139
Temp. °C	Factores de corrección (f _c)										
0	0.061	0.061	0.043	0.037	0.031	0.026	0.022	0.019	0.016	0.087	0.073
1	0.070	0.062	0.051	0.043	0.037	0.031	0.027	0.023	0.020	0.098	0.083
2	0.081	0.069	0.059	0.051	0.044	0.038	0.032	0.028	0.024	0.11	0.096
3	0.093	0.081	0.069	0.060	0.052	0.045	0.039	0.034	0.030	0.13	0.11
4	0.11	0.093	0.081	0.071	0.062	0.054	0.047	0.042	0.035	0.14	0.12
5	0.12	0.11	0.095	0.084	0.074	0.065	0.057	0.051	0.045	0.16	0.14
6	0.14	0.13	0.11	0.099	0.088	0.078	0.063	0.062	0.055	0.18	0.16
7	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.093	0.064	0.075	0.068	0.20	0.18
8	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.092	0.83	0.23	0.21
9	0.21	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.26	0.24
10	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.29	0.27
11	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.33	0.31
12	0.33	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.38	0.35
13	0.38	0.35	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.43	0.40
14	0.43	0.41	0.39	0.37	0.35	0.33	0.32	0.30	0.39	0.48	0.46
15	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.54	0.52
15.6	0.54	0.52	0.50	0.49	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.58	0.56
16	0.57	0.55	0.53	0.52	0.50	0.48	0.47	0.45	0.44	0.61	0.59
17	0.66	0.64	0.62	0.61	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54	0.69	0.67
18	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.69	0.68	0.67	0.66	0.78	0.77
19	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.83	0.82	0.81	0.88	0.88
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.13	1.14
22	1.32	1.35	1.37	1.39	1.42	1.44	1.46	1.49	1.51	1.26	1.30
23	1.52	1.56	1.60	1.64	1.69	1.73	1.77	1.82	1.86	1.44	1.48
24	1.75	1.81	1.87	1.91	2.01	2.07	2.14	2.22	2.29	1.63	1.69
25	2.01	2.10	2.19	2.29	2.39	2.49	2.59	2.70	2.82	1.84	1.93
26	2.31	2.44	2.57	2.70	2.84	2.99	3.14	3.30	3.46	2.08	2.19
27	2.66	2.83	3.00	3.19	3.66	3.58	3.80	4.62	4.26	2.35	2.50
28	3.06	3.28	3.51	3.76	4.02	4.30	4.59	4.91	5.24	2.65	2.85
29	3.52	3.80	4.11	4.44	4.79	5.16	5.56	5.99	6.44	3.00	3.25
30	4.05	4.41	4.81	5.23	5.69	6.19	6.73	7.30	7.93	3.39	3.71
31	4.65	5.12	5.62	6.18	6.78	7.43	8.14	8.91	9.75	3.84	4.23
32	5.35	5.94	6.58	7.29	8.06	8.92	9.85	10.9	12.0	4.33	4.82
33	6.15	6.69	7.70	8.60	9.60	10.7	11.9	13.3	14.7	4.90	5.49
34	7.08	7.99	9.01	10.1	11.4	12.8	14.4	16.2	18.1	5.53	6.26
35	8.14	9.27	10.5	12.0	13.6	15.4	17.4	19.7	22.3	6.25	7.14
36	9.36	10.7	12.3	14.1	16.2	18.5	21.1	24.1	27.4	7.07	8.14
37	10.8	12.5	14.4	16.7	19.2	22.2	25.5	29.4	33.8	7.99	9.28
38	12.4	14.5	16.9	19.7	22.9	26.6	30.9	35.8	41.5	9.02	9.28
39	14.2	15.8	19.7	23.2	27.3	31.9	37.4	43.7	51.1	10.2	10.6
40	15.4	19.6	23.1	27.4	32.4	38.3	45.3	53.4	52.8	11.5	13.7

NMX-J-312 DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE RUPTURA POR TENSIÓN Y ALARGAMIENTO DE ALAMBRE PARA CONDUCTORES.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma tiene por objeto establecer los métodos de prueba para determinar el esfuerzo mecánico de ruptura por tensión y el alargamiento a la ruptura de alambres de cobre, aluminio o sus aleaciones, empleados como conductores eléctricos.

Aparatos y equipos

- Máquina de tensión, ver apéndice B.
- Micrómetro de precisión con aproximaciones hasta micras
- Escala graduada en centímetros.
- Pinzas cortadoras.
- Lápiz marcador.
- Extensómetro con precisión de 0.01 mm.

a) Preparación de la muestra

Siempre que sea posible, deben emplearse especímenes de los alambres que no hayan sufrido dobleces o deformaciones que puedan afectar a los resultados de prueba. Los alambres deben enderezarse cuidadosamente, procurando no afectar a sus dimensiones.

La longitud total de los especímenes deben ser por lo menos igual a la longitud especificada para la prueba (entre marcas), mas la longitud necesaria para que estén en contacto con las mordazas en toda la longitud de estas.

La longitud de las probetas debe estar de acuerdo con la Tabla:

Tipo de alambre	Diámetro	Longitud entre marcas
Cobre duro o semiduro	5.25 mm y mayores	250 mm
Cobre duro o semiduro	menor de 5.25 mm	1500 mm
Cobre suave estañado o sin estañar	Todos	250 mm
Aluminio y sus aleaciones en todos los temple	Todos	250 mm

Sobre las probetas se marca la longitud especificada de tal modo que quede centrada en la longitud total de los especímenes.

b) Determinación de las Dimensiones

Para determinar el área de la sección transversal de los alambres, se debe medir el diámetro de ellos en no menos de dos puntos a lo largo de los especímenes.

En cada punto deben efectuarse dos mediciones desplazadas 90 en la circunferencia. El diámetro promedio obtenido se emplea para el cálculo del área aplicando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0.7874 D^2$$

A: Área de la sección transversal en mm².

D: Diámetro promedio del alambre en mm.

APLICACIÓN DE LA CARGA

La probeta se coloca en las mordazas de la máquina, procurando que las marcas hechas en la probeta queden centradas dentro del espacio comprendido entre las mordazas.

La velocidad de desplazamiento de la mordaza móvil de la máquina no debe ser mayor de 75 mm/min para alambres de cobre duro y semiduro no mayor de 300 mm/min para alambres de cobre suave estañados o sin estañar y para alambres de aluminio o sus aleaciones en cualquier temple.

La carga se aplica hasta la ruptura de las probetas. La máquina debe mantener el registro de la carga máxima que soporta la probeta.

La ruptura debe ocurrir dentro de las marcas de referencia, en caso contrario, el resultado no se considera válido, y debe tomarse otra probeta.

c) Determinación de la elongación

Si la determinación se hace con probetas marcadas con la longitud de prueba, la elongación se determina por la medición entre las marcas después de la ruptura aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{Elongacion} = \frac{d_2 - d_1}{d_1} \times 100$$

d₂: Distancia entre marcas, después de la ruptura.

d₁: Distancia entre marcas, antes de la prueba.

Cuando se determine con el extensómetro, el aparato indica directamente la elongación.

d) Determinación del esfuerzo de ruptura por tensión.

La carga en Newtons obtenido en la prueba, al momento de la ruptura debe emplearse para calcular el esfuerzo de ruptura por tensión aplicando la siguiente fórmula:

$$E = \frac{F}{A}$$

E: Esfuerzo de ruptura por tensión Newton/mm² (megapascales).

A: Área de la sección transversal de la probeta en mm², antes de la ruptura.

F: Carga de ruptura en Newtons. (1 Newton = 9.806 Kg-F).

NMX-J-426 RESISTENCIA AL ALARGAMIENTO DE CUBIERTAS DE POLIETILENO EN UN MEDIO AMBIENTE CONTROLADO

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma tiene por objeto establecer los métodos de prueba para determinar la resistencia al agrietamiento de cubiertas de polietileno de conductores eléctricos ocasionado bajo ciertas condiciones de esfuerzo, por un medio ambiente controlado, el cual debe estar a base de jabones, agentes humectantes, aceites o detergentes.

Aparatos y equipos

- Suaje de dimensiones rectangulares u otros dispositivos apropiado para cortar especímenes de 38 ± 2.5 mm por 13 ± 1.0 mm. Los filos del suaje no deben estar maltratados o achatados.
- Dispositivo de incisión: Aparato para efectuar incisiones paralelas a los ejes longitudinales del espécimen y centrados sobre una de las caras anchas del mismo, las dimensiones de la incisión se indica en la Tabla 1 y las características del dispositivo y su navaja esta marcadas en la figura 1.
- Soporte para espécimen: Consiste en un canal de bronce que tenga las dimensiones que se indican en la figura 2b. Los lados del canal deben ser paralelos y las esquinas interiores agudas y rectas. La parte interior del canal, deben estar libre de imperfecciones. El ancho interior es crítico y deben respetarse las tolerancias indicadas en la figura 2b.
- Tubos de Prueba: Tubos de vidrio con una longitud nominal de 200 mm y un diámetro nominal exterior de 32 mm. (véase figura 2c)
- Tapón de corcho del No. 15.
- Lamina de aluminio de 0.08 mm a 0.13 mm de espesor para envolver el tapón de corcho.
- Baño de temperatura constante capaz de mantener una temperatura de 50 ± 0.5 °C
- Protatubos
- Prensa dobladora (como la indicada en la figura 3)
- Pinza transportadora (como la indicada en la figura 4)
- Reactivos: El reactivo debe ser el agente agrietante que no sea absorbido apreciablemente por el espécimen, tal como el monil-fenoxi-pòli-etanol. Se puede usar el Igepal CO-630 (ó Antarox CO-630) en su máxima concentración.

Definiciones

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

AGRIETAMIENTO POR ESFUERZO: Es una fractura interna o externa en un material plástico, ocasionada por un esfuerzo de tensión mecánico.

INCISIÓN CONTROLADA: Es una incisión realizada en los especímenes antes de la prueba.

FALLA DE AGRIETAMIENTO POR ESFUERZO: Es cualquier fractura o grieta que se observa a simple vista, a excepción de la incisión controlada y cualquier extensión de esta.

Preparación de la muestra

1. Se moldea una placa con el material por probar, con un espesor de 3.15 ± 0.15 mm
2. Se cortan 10 especímenes como se muestra en la figura 2a usando el suaje.
3. Con el dispositivo de incisión se hace una incisión longitudinal en cada espécimen cuya longitud debe estar de acuerdo con el valor "B" de la Tabla 1, y con una profundidad que este de acuerdo con la dimensión "D" de la Tabla 2. Esta incisión debe hacerse con una navaja montada en el suaje marcador. Puede emplearse un micrómetro de profundidad para controlar la profundidad de la incisión siendo esta igual a la diferencia entre el nivel del filo de la navaja y el borde del suaje donde se sujeta esta.
4. Se debe inspeccionar a simple vista que el filo de la navaja este libre de imperfecciones después de 30 cortes sucesivos, y en ningún caso debe usarse una navaja para marcar mas de 100 especímenes. Sustituya a la navaja cuando exista la duda de que se encuentre dañada.
5. Al retirar los especímenes de la herramienta de incisión se debe evitar el contacto de la incisión con las manos.

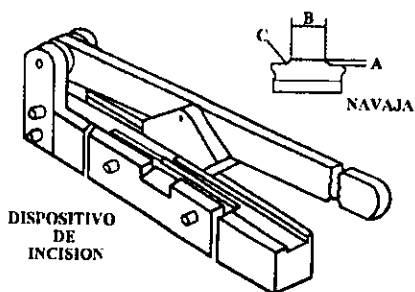


FIGURA 1
DISPOSITIVO DE INCISION Y NAVAJA

TABLA 1
DIMENSIONES DE LA NAVAJA DE INCISION

DIMENSION	mm
A	3
B	18.9 - 19.2
C (radio)	1.5 máximo

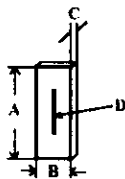


FIGURA 2a

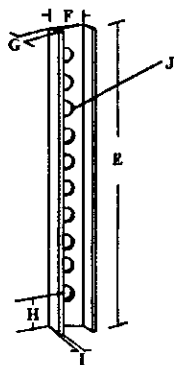


FIGURA 2b

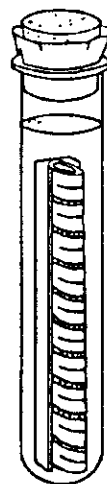


FIGURA 2c

FIGURA 2a Especimen con falla controlada
FIGURA 2b Soporte para los especímenes
FIGURA 2c Ensamble de prueba

TABLA 2
DIMENSIONES DEL EQUIPO DE PRUEBA

DIMENSIÓN	mm
A	38 + 2.5
B	13 + 1.0
C	3 - 3.30 (Polietileno tipo Y) 1.75 - 2.0 (Polietileno tipo II, III)
D	0.5 - 0.65 (Polietileno tipo Y)
E	165
F Exterior	16
F Interior	11.75 + 0.05
G	10
H	15
I	2
J	10 perforaciones de 5 mm, con distancia entre centros de 15 mm

NOTA: Tipo I Polietileno de baja densidad
 Tipo II Polietileno de media densidad
 Tipo III Polietileno de alta densidad

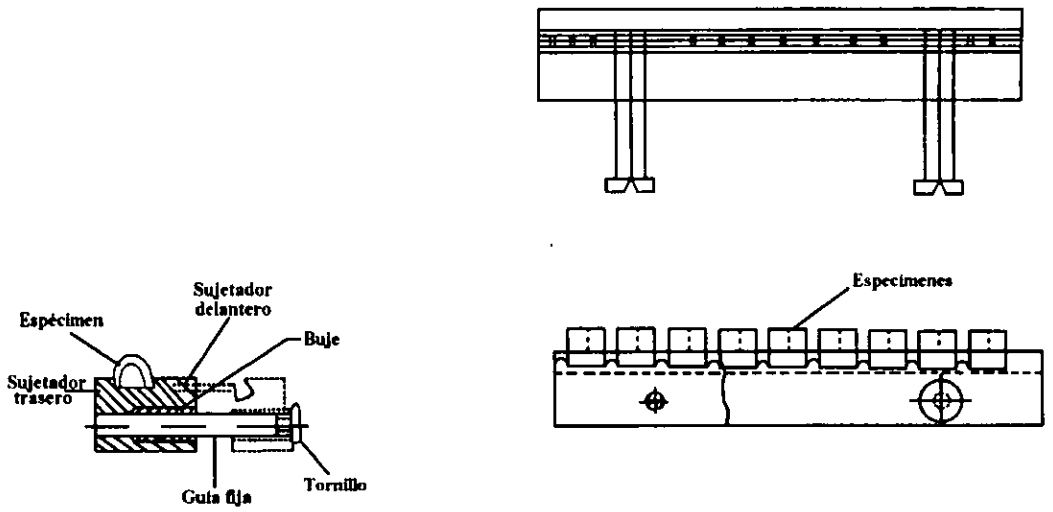


FIGURA 3

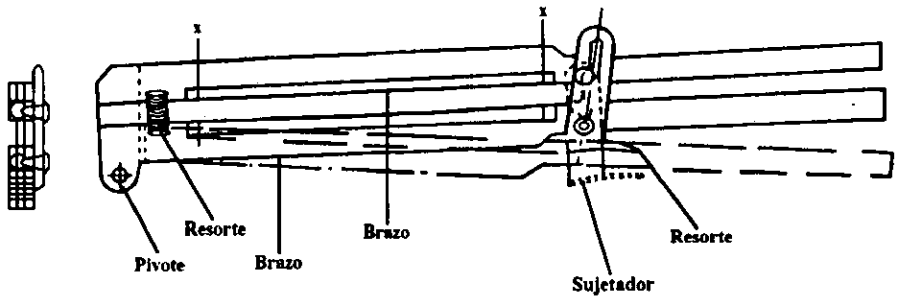


FIGURA 4

$$x = 10.5 \pm 0.5 \text{ mm}$$

FIGURA 3 Prensa dobladora
 FIGURA 4 Pinzas transportadoras

Procedimiento

1. Se colocan los 10 especímenes con la incisión hacia arriba, dentro de las ranuras de la prensa dobladora. Se cierra la prensa hasta su tope realizando la operación de cerrado en un tiempo de 30 a 35 segundos para no someter la muestra a esfuerzos.
2. Se transfieren los 10 especímenes con la incisión hacia arriba, de la prensa dobladora al soporte, por medio de la pinza transportadora. Las orillas de los especímenes deben descansar en la base del soporte de bronce.
3. En un tiempo no mayor de 10 minutos después de que los especímenes han sido colocados en el soporte, se introduce este en el tubo de prueba. En seguida se llena el tubo con reactivo fresco, el cual debe estar a una temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ hasta aproximadamente 13 mm arriba de los especímenes.
4. Se tapa el tubo con un corcho forrado con lamina de aluminio e inmediatamente se coloca en el baño de temperatura constante, a la temperatura de $50 \pm 0.5^\circ\text{C}$. Las incisiones no deben tocar las paredes del tubo durante la prueba.

NOTA: La capacidad calorífica del baño debe ser suficiente alta, de tal manera que la temperatura no baje más de 1°C cuando son colocadas las muestras.

5. Al final del tiempo de prueba especificado para el material (48 horas si no se establece otra cosa en la norma correspondiente), se remueven los especímenes permitiendo el enfriamiento a temperatura ambiente y se inspecciona registrando el número de especímenes con falla de agrietamiento.

Resultado

1. Si la incisión controlada de cualquier espécimen se agranda durante la prueba no debe considerarse como falla.
2. Si se observan varias grietas en un mismo espécimen se considera como un solo espécimen fallado.
3. Las grietas generalmente se producen cerca de la marca hecha en el espécimen y se proyectan aproximadamente en ángulo recto con dicha marca. Las grietas no necesitan extenderse completamente a través de espécimen para constituir una falla. Las grietas algunas veces se producen en el interior del espécimen, manifestándose como depresiones de su superficie.

NMX-J-437 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LUZ DE POLIETILENO PIGMENTADOS CON NEGRO DE HUMO.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma tiene por objeto establecer el método de prueba para determinar el coeficiente de absorción de la luz de polietilenos pigmentados con negro de humo.

Aparatos y equipos

- Un espectrofotómetro o colorímetro, el cual debe ser calibrado a una longitud de onda de 375 nm.
- Molde de acuerdo con las dimensiones de las figuras 1 y 2. El molde debe ser hecho de Ketos Steel o equivalente de una dureza de 45 Rockwell C. La superficie del molde debe estar cromada con 0.005 mm de espesor mínimo de cromo
- Soporte de muestra: Debe ser constituido por dos anillos concéntricos cortados de lamina fenolica u otro material apropiado, de acuerdo a las dimensiones de la Figura 3. Los anillos deben ser de tal forma que cuando se introduzca uno en el otro queden ajustados. El anillo exterior debe tener 3 marcas de referencia espaciadas entre si 120 °.
- Material de referencia: Debe ser una película de polietileno o similar que tenga un valor de absorbancia de 1.0 a 1.2 mili-(Absorb/m) a 375 nm, cuando sea medido con el instrumento usado para la prueba. Como un material de referencia alternativo, se puede utilizar polietileno baja densidad grado eléctrico que contenga 1 % de negro de humo de 20 nm tipo horno o canal, el cual se prepara mezclando en un molino de rodillos y posteriormente prensado y moldeado, para formar una película uniforme, de tal manera que no tenga una variación mayor al 4 % del promedio del valor de absorbancia, cuando se mida en diferentes puntos.
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Filtro de densidad neutra tipo M-Carbon de 0.85 de densidad, laminado entre hojas de acetato, o equivalente de acuerdo al espectrofotómetro o colorímetro que se utilice.

Definición

El coeficiente de absorción de luz del carbón contenido en una poliolefina, es la resistencia que tiene un compuesto a la exposición prolongada de luz ultravioleta con un cambio nimio en sus propiedades físicas y ha sido considerado para medir el nivel y dispersión del negro de humo.

Preparación de la Muestra

1. Se toma una muestra del material en prueba, y se coloca entre los moldes indicados en las figuras 1 y 2 perfectamente limpios. Se recomienda aplicar silicón a los moldes antes de moldear.
2. Los moldes con la muestra se colocan en una prensa; se le aplica calentamiento y carga necesaria para que la muestra quede con un espesor aproximado de 0.01 mm y de 40 a 50 mm de diámetro. Es recomendable hacer el moldeo en dos pasos:
 - Presionar hasta obtener un espesor de 0.05 mm, retirar el molde de la prensa y de este retirar la película de polietileno y cortar una sección de ella.
 - Colocar la sección de la película de polietileno en el molde y volver a presionar hasta obtener el espesor requerido.
3. Terminada de preparar la película se debe colocar sobre el anillo interior del soporte, procurando que quede concéntrica. Se coloca el anillo exterior del soporte sobre la película y aplicando presión se introduce el anillo interior en tal forma que quede la película tensa y sin dobleces.
4. Preparar en total tres especímenes, siguiendo los pasos anteriores.

Calibración

- a) Estabilizar térmicamente el espectrofotómetro.
- b) Ajustar el equipo a la sensibilidad máxima en las posiciones de máxima y mínima absorbancia, siguiendo las instrucciones del equipo que se utilice para la prueba.
- c) Colocar el material de referencia en el equipo hacer los ajustes necesarios para obtener el valor de absorbancia.

Procedimiento

1. Montar el primer espécimen en el equipo en su posición de medición, quedando una de las marcas en un punto de referencia.
2. Abrir el obturador, leer y registrar el valor de absorbancia.
3. Cerrar el obturador y volver a comprobar el valor de la absorbancia del material de referencia.
4. Medir los valores de absorbancia en cada una de las otras dos posiciones espaciadas a 120°, siguiendo los pasos anteriores.
5. Determinar el promedio de los valores de absorbancia obtenidos en las tres posiciones. Si algún valor difiere del promedio por más del 10 %, se descarta el espécimen y se reemplaza por otro para hacer nuevamente las mediciones.
6. Se retira el espécimen que esta montado en los anillos y se corta con cuidado alrededor de la marca circunferencial dejada por los anillos. Usar un bisturí para hacer un corte mas efectivo.
7. Se mide el diámetro y se determina la masa del espécimen aproximando a 0.0001 g y se calcula el área del círculo.
8. Se repiten los pasos anteriores para el segundo y tercer espécimen

Cálculos

Se calcula el coeficiente de absorción de luz a 375 nm usando el espesor calculado para cada muestra con las siguientes fórmulas:

$$a = 2.303 \times \frac{(\text{Promedio Absorbancia})}{e}$$

$$e = \frac{10^3 (M)}{D(A)}$$

Donde:

a: Absorbancia en función del espesor en mili (Absorb/m) = Absorb/mm.

e: Espesor de la muestra en milímetros.

M: Masa de la muestra en gramos.

A: Área de la muestra en milímetros cuadrados.

D: Densidad de la muestra en gramos entre centímetros

2.303: Constante.

NOTA: La densidad nominal para polietilenos de baja densidad es de 0.932 g/cm³, sin embargo se debe utilizar la correspondiente para cada compuesto.

El valor de la absorbancia de la muestra es el promedio de los valores de absorbancia de los tres especímenes.

NMX-J-473 ALTA TENSIÓN (PRUEBA DE CHISPA), APLICADA DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CONDUCTORES.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba de alta tensión (prueba de chispa), aplicable durante el proceso de fabricación de alambres y cables monoconductores para tensiones hasta 2000 V y de estos mismos cuando vayan a formar parte de cables multiconductores con o sin cubierta exterior.

Aparatos y equipos

- Una fuente de corriente alterna monofásica capaz de mantener la tensión especificada en la norma de producto correspondiente.
- Un electrodo que haga contacto con la superficie del aislamiento del conductor o con la cubierta exterior del cable terminado en toda su longitud.
- Un dispositivo de medición de tensión entre el electrodo y tierra.
- Un dispositivo indicador de falla.

Procedimiento

1. Se conecta un polo del potencial al electrodo de prueba en uno o ambos extremos.
2. Se conecta el indicador de falla para verificar que no exista contacto entre el electrodo de prueba y tierra.
3. Se ajusta la fuente de alimentación a la tensión especificada en la norma del producto correspondiente.
4. Se aplica la tensión a toda la longitud del aislamiento o de la cubierta protectora del cable terminado, haciéndolo pasar a través del electrodo, de tal forma que el aislamiento o la cubierta protectora permanezca en contacto con el mismo por lo menos 0.15 seg., en cuyo caso la velocidad máxima del cable se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{fL}{150}$$

Donde:

- v: Velocidad del cable, en metros por minuto.
- f: Frecuencia de la tensión de prueba, en hertz.
- L: Longitud del electrodo, en milímetros.

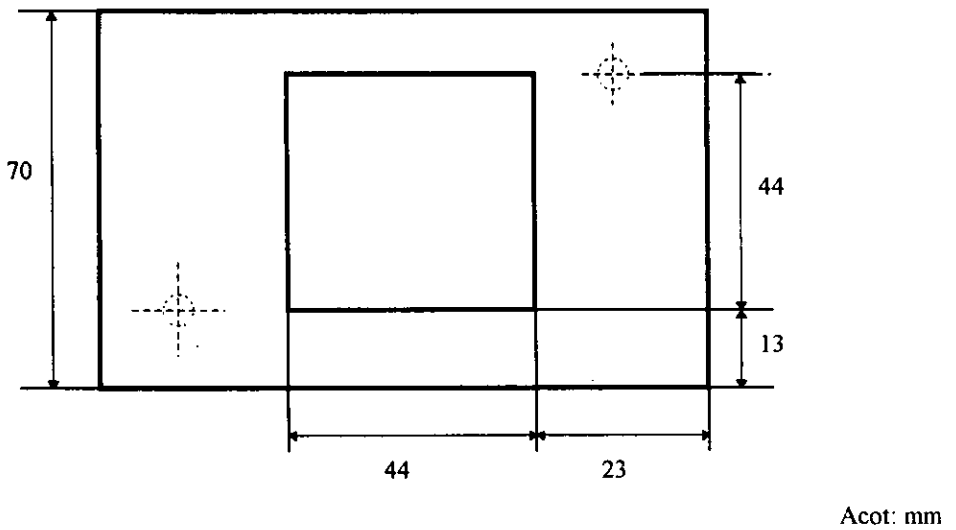
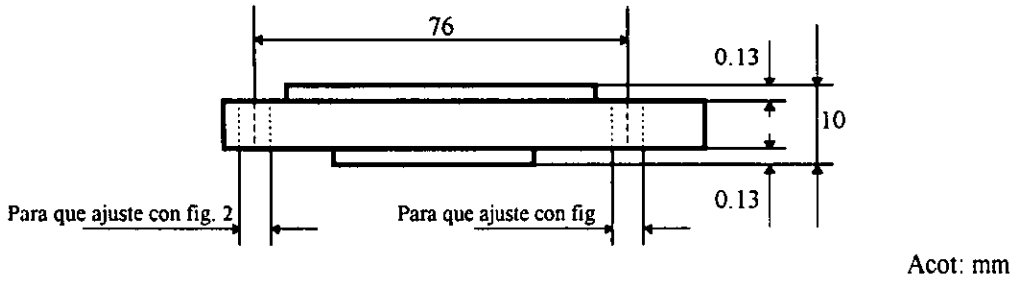
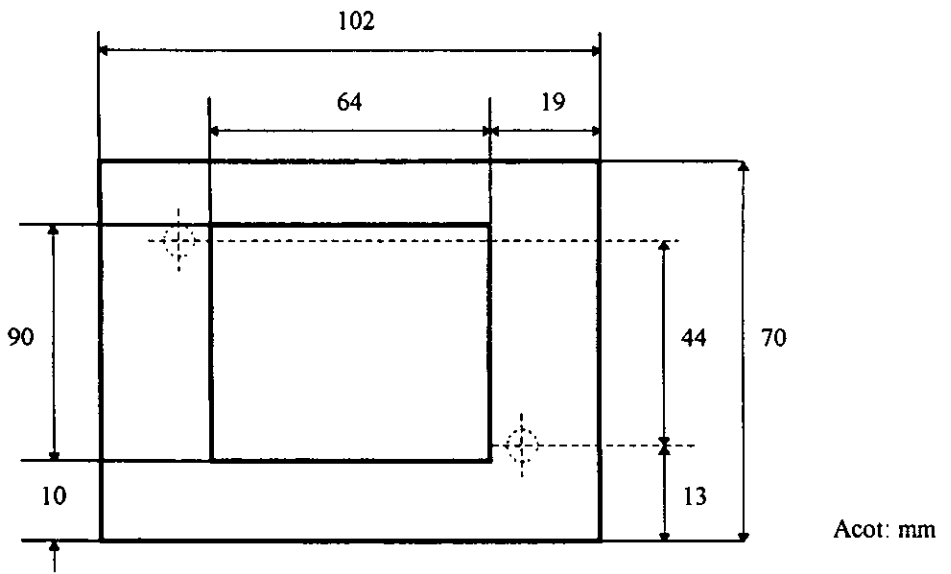
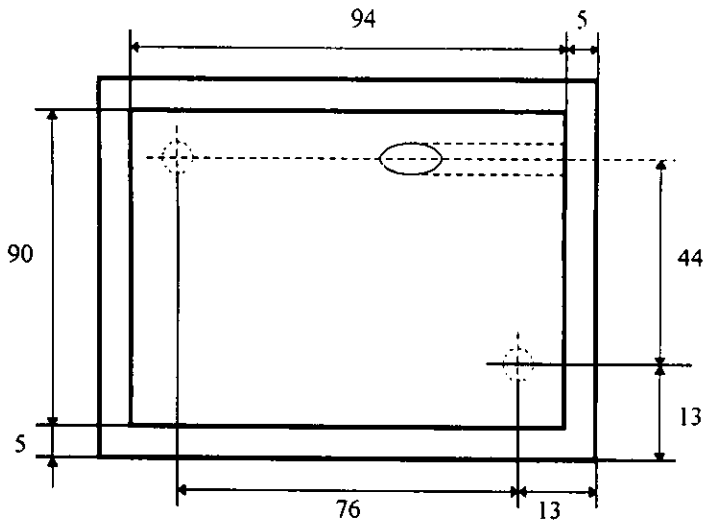
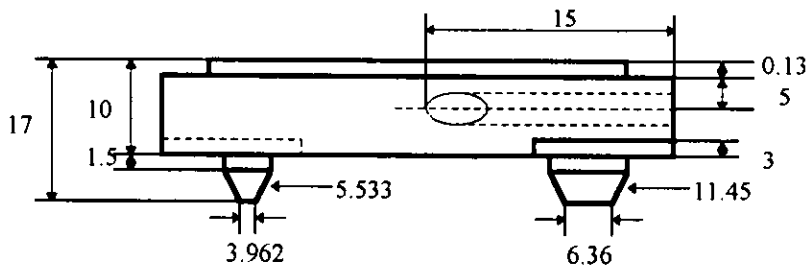


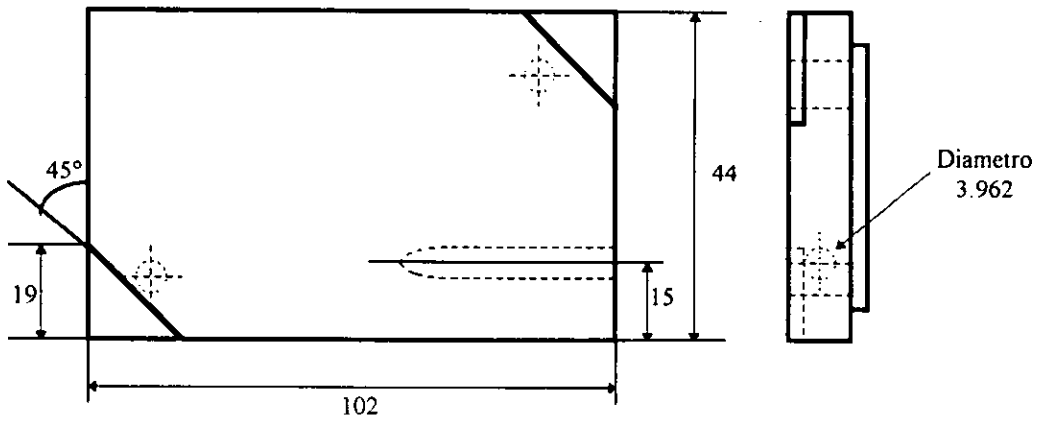
FIGURA 1
PLACA SUPERIOR DEL MOLDE



Acot: mm

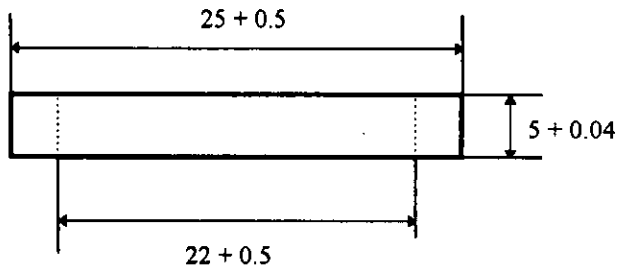
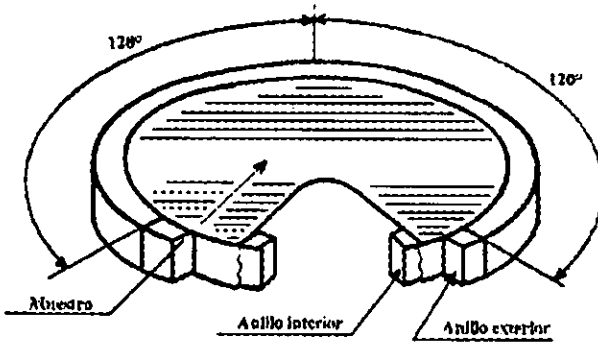


Acot: mm



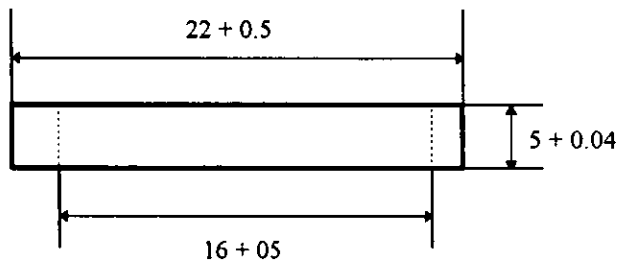
Acot: mm

FIGURA 2
PLACA INFERIOR DEL MOLDE



ANILLO EXTERIOR

Acot: mm



ANILLO INTERIOR

Acot: mm

FIGURA 3
SOPORTE DE LA MUESTRA

CAPÍTULO II

CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN PARA CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Dentro de éste capítulo se muestran generalidades, objetivos, campos de aplicación y equipo de los métodos de prueba necesarios para conductor de baja tensión de construcción. La clasificación que se presenta en el siguiente cuadro pretende tan solo tener una visión más clara de todas las normas necesarias para certificar a cada conductor mencionado en este capítulo. Partiendo del hecho que las normas obligatorias deben realizarse, como su nombre lo indica, dentro de estas normas se hace referencia a otras que no necesariamente son obligatorias, pero al encontrarse referidas dentro de ellas automáticamente se convierten en normas obligatorias y de ahí parte esta clasificación, como nuestro trabajo trata de un laboratorio que pruebe conductores, hacemos más énfasis a los de métodos de prueba y concentramos todo el desarrollo de información a los métodos de prueba sin caer en la idea de que las demás normas pierdan su obligatoriedad.

CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN PARA CONSTRUCCIÓN			
TIPOS DE CONDUCTORES	NORMAS OBLIGATORIAS	NORMAS DE REFERENCIA	MÉTODOS DE PRUEBAS
CABLES VINPHEL PLUS	NMX-J-010	NMX-J-012 NMX-J-036 NMX-Z-012	NMX-J-040 NMX-J-093 NMX-J-177 NMX-J-178 NMX-J-186 NMX-J-189 NMX-J-190 NMX-J-191 NMX-J-192 NMX-J-193 NMX-J-194 NMX-J-293 NMX-J-294 NMX-J-472 NMX-J-473 NMX-J-474

**CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN
PARA DISTRIBUCIÓN**

TIPOS DE CONDUCTORES	NORMAS OBLIGATORIAS	NORMAS DE REFERENCIA	MÉTODOS DE PRUEBAS
<p align="center">CABLES CONTROL ANTIFLAMA</p>	<p align="center"> NMX-J-012 NMX-J-300 </p>	<p align="center"> NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-008 NMX-J-035 NMX-J-036 NMX-J-043 NMX-J-297 </p>	<p align="center"> NMX-J-040 NMX-J-066 NMX-J-093 NMX-J-129 NMX-J-177 NMX-J-178 NMX-J-183 NMX-J-186 NMX-J-189 NMX-J-190 NMX-J-191 NMX-J-192 NMX-J-193 NMX-J-194 NMX-J-205 NMX-J-212 NMX-J-293 NMX-J-294 NMX-J-312 NMX-J-426 NMX-J-432 NMX-J-437 NMX-J-472 NMX-J-473 NMX-J-474 </p>

**CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN
PARA DISTRIBUCIÓN**

TIPOS DE CONDUCTORES	NORMAS OBLIGATORIAS	NORMAS DE REFERENCIA	MÉTODOS DE PRUEBAS
CABLES CONTROL	NMX-J-010 NMX-J-012 NMX-J-292 NMX-J-300	NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-008 NMX-J-035 NMX-J-036 NMX-J-043 NMX-J-297 NMX-Z-012	NMX-J-040 NMX-J-066 NMX-J-093 NMX-J-129 NMX-J-177 NMX-J-178 NMX-J-183 NMX-J-184 NMX-J-186 NMX-J-189 NMX-J-190 NMX-J-191 NMX-J-192 NMX-J-193 NMX-J-194 NMX-J-205 NMX-J-212 NMX-J-293 NMX-J-294 NMX-J-312 NMX-J-426 NMX-J-432 NMX-J-437 NMX-J-472 NMX-J-473 NMX-J-474

**CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN
PARA DISTRIBUCIÓN**

TIPOS DE CONDUCTORES	NORMAS OBLIGATORIAS	NORMAS DE REFERENCIA	MÉTODOS DE PRUEBAS
<p align="center">CABLES CONTROL/ PANTALLA METÁLICA</p>	<p align="center">NMX-J-012 NMX-J-300</p>	<p align="center">NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-008 NMX-J-035 NMX-J-036 NMX-J-043 NMX-J-297 NMX-Z-012</p>	<p align="center">NMX-J-040 NMX-J-066 NMX-J-093 NMX-J-129 NMX-J-177 NMX-J-178 NMX-J-183 NMX-J-186 NMX-J-189 NMX-J-190 NMX-J-191 NMX-J-192 NMX-J-193 NMX-J-194 NMX-J-205 NMX-J-212 NMX-J-293 NMX-J-294 NMX-J-312 NMX-J-426 NMX-J-432 NMX-J-437 NMX-J-472 NMX-J-473 NMX-J-474</p>
<p align="center">CABLES PARA TABLEROS C.F.E.</p>	<p align="center">NMX-J-012 NMX-J-036 NMX-J-297</p>	<p align="center">NOM-008-SCFI NMX-J-002 NMX-J-008 NMX-J-035 NMX-J-036 NMX-J-215 NMX-J-303 NMX-J-312 NMX-Z-012</p>	<p align="center">NMX-J-066 NMX-J-093 NMX-J-129 NMX-J-212 NMX-J-312</p>
<p align="center">CABLES PARA TABLEROS CL Y F.</p>	<p align="center">NMX-J-297</p>	<p align="center">NOM-008-SCFI NMX-J-036 NMX-J-312 NMX-Z-012</p>	<p align="center">NMX-J-066 NMX-J-129 NMX-J-212</p>

MÉTODOS DE PRUEBAS

- NMX-J-040 Determinación de la absorción de humedad en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-066 Determinación de diámetro en conductores eléctricos desnudos- Método de Prueba
- NMX-J-093 Determinación de la resistencia a la propagación de incendio en conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-129 Determinación de área de la sección transversal de conductores eléctricos- Métodos de Prueba
- NMX-J-177 Determinación de espesores de pantallas semiconductoras aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-178 Determinación del esfuerzo de tensión a la ruptura y alargamiento de pantallas semiconductoras aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba.
- NMX-J-183 Deformación permanente en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-184 Determinación del módulo de elasticidad en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos a base de elastómeros- Método de Prueba
- NMX-J-186 Envejecimiento acelerado en horno a pantalla semiconductoras, aislamiento y cubierta protectoras de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.
- NMX-J-189 Flexibilidad de conductores eléctricos aislados con policloruro de vinilo (PVC)- Método de Prueba
- NMX-J-190 Resistencia al choque térmico de aislamiento y cubiertas protectoras de PVC de conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-191 Deformación por calor de pantallas semiconductoras, aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba.
- NMX-J-192 Resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos- Método de Prueba
- NMX-J-193 Doblez en frío de aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.
- NMX-J-194 Envejecimiento acelerado en aceite para aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctrico- Métodos de Prueba.
- NMX-J-205 Determinación del factor de disipación, factor de ionización, capacitancia y constante dieléctrica en conductores eléctricos aislados- Método de Prueba
- NMX-J-212 Productos eléctricos- Conductores-Resistencia y Resistividad eléctrica- Método de Prueba.
- NMX-J-293 Método de Prueba de alta tensión a corriente alterna y corriente directa para cables eléctricos aislados.
- NMX-J-294 Productos eléctricos- Conductores- Resistencia de aislamiento- Método de Prueba.
- NMX-J-312 Determinación del esfuerzo de ruptura por tensión y alargamiento de alambres para conductores eléctricos- Método de Prueba.
- NMX-J-426 Resistencia al agrietamiento de cubiertas de polietileno en un medio ambiente controlado- Método de Prueba.
- NMX-J-432 Determinación del alargamiento en caliente y deformación permanente aplicable a aislamientos- Etileno propileno y polietileno de cadena cruzada- Método de Prueba
- NMX-J-437 Producto eléctrico- Conductores- Determinación del coeficiente de absorción de luz de polietileno pigmentados con negro de humo- Método de Prueba.
- NMX-J-472 Determinación de la cantidad de gas ácido halogenado generado durante la combustión controlada de materiales poliméricos tomados de conductores- Método de Prueba
- NMX-J-473 Productos eléctricos- Conductores- Alta tensión (prueba de chispa), aplicada durante el proceso de fabricación de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.
- NMX-J-474 Determinación de la densidad óptica especificada y del valor de oscurecimiento de humos generados en conductores eléctricos o en sus componentes individuales, bajo condiciones de combustión controlada y bajo condiciones de incendio- Método de Prueba

A continuación se explican los métodos de prueba que se realizan a los conductores y recubrimientos, en este capítulo solo nos referiremos a los métodos de prueba que no hayan sido mencionados en el capítulo I.

NMX-J-040 DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE HUMEDAD EN AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la capacidad que tienen de absorber humedad los materiales termoplásticos y termofijos en aislamientos y cubiertas de conductores eléctricos.

Existen dos métodos para determinar la absorción de humedad:

- Método eléctrico
- Método gravimétrico

MÉTODO ELÉCTRICO

Este método es aplicable exclusivamente a aislamientos y se basa en la determinación del incremento de la capacitancia debida a la absorción de humedad del aislamiento.

Aparatos y equipo

- Punte para medición de capacitancia que aplique una señal senoidal a una frecuencia de 1000 Hz y con una tensión máxima de 10 Volts. Como alternativa se puede usar un puente que aplique una señal senoidal a 60 Hz y con una tensión de 3150 Volts por mm de espesor de aislamiento.
- Recipiente con capacidad suficiente para contener el espécimen sumergido en agua y con un dispositivo que mantenga la temperatura del agua en el valor especificado.

Preparación de la muestra

- a) El espécimen se constituye por un tramo de 5 m de longitud aproximadamente del conductor aislado.
- b) Se retiran 10 cm de aislamiento en ambos extremos del espécimen.
- c) Se sumergen los tres metros centrales del espécimen en el recipiente con agua manteniendo los extremos secos fuera del agua.
- d) Se coloca una tapa al recipiente para formar una cámara lo más hermética posible con el espécimen, manteniendo las puntas por fuera y conservando constante el nivel de agua. El espécimen debe permanecer en esas condiciones 14 días.

Procedimiento

Después de 24 horas de la inmersión del espécimen en agua a la temperatura especificada, se le debe medir la capacitancia conectando una terminal del puente a los dos extremos del espécimen y la otra al recipiente. Se deben repetir las mediciones después de 7 y 14 días.

Cálculo del incremento de capacitancia

De acuerdo a lo que requiere la especificación de cada producto, los diferentes incrementos de capacitancia se pueden determinar con la siguiente fórmula:

$$\Delta C = \frac{C_2 - C_1}{C_1} \times 100$$

ΔC : Incremento de capacitancia en un período.

C_1 : Capacitancia al inicio del período en μF

C_2 : Capacitancia al final del período en μF

MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Este método está basado en la variación de peso producido por la cantidad de agua absorbida.

Aparatos y equipo

- Horno de vacío capaz de proporcionar una presión máxima remanente de 5 mm de Hg.
- Balanza analítica con resolución de hasta 1 mg.
- Recipiente con capacidad suficiente para contener las muestras sumergidas en agua y con un dispositivo que mantenga la temperatura del agua en el valor especificado.
- Desecador con sales absorbentes de humedad.
- Mandriles.

Preparación de la muestra

- a) Para aislamiento de conductores con sección transversal menor de 53.5 mm² (1/0 AWG), el espécimen se constituye por un tramo de 280 mm de longitud de conductor aislado.
- b) Para cubiertas o aislamiento de conductores con sección transversal de 53.5 mm² (1/0 AWG) y mayores, se debe preparar un espécimen tipo probeta pulida de 100 mm de largo, 25 mm de ancho y 1 mm de espesor.

Procedimiento

- a) Se limpia el espécimen con un paño humedecido con alcohol etílico y se introduce en el horno de vacío en el cual debe permanecer durante 48 horas a una temperatura de 70°C \pm 1°C y con una presión máxima de 5 mm de Hg. El horno debe tener en su interior un recipiente con sales absorbentes. Se saca el espécimen del horno y se le deja enfriar a la temperatura ambiente en el desecador con sales absorbentes. Se pesa el espécimen en mg, se llama a este peso "Peso A".
- b) En el caso de especímenes tubulares, se deben doblar en forma de U sobre un mandril cuyo diámetro debe ser 4 veces el diámetro del espécimen. Se sumerge el espécimen en agua destilada a la temperatura especificada manteniendo 15 mm de cada extremo fuera del agua, los especímenes tipo probeta pulida se sumergen totalmente en agua destilada a la temperatura especificada. Después de un período de 168 horas de inmersión se saca el espécimen y se introduce en un recipiente con agua destilada a temperatura ambiente durante 5 minutos, se saca con un paño de algodón y se pesa en mg llamando a este peso "Peso B". El tiempo que transcurra entre el secado con el paño y la pesada no debe ser mayor de 3 minutos.

- c) Se seca nuevamente el espécimen en el horno durante 48 horas a $70^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y una presión máxima de 5 mm de Hg.
Se saca la muestra y se deja enfriar a la temperatura ambiente en el desecador con sales absorbentes.
Se pesa el espécimen llamando a este peso "Peso C".

Cálculos

La absorción de humedad se calcula aplicando las siguientes fórmulas:

$$\text{Absorción} = \frac{B - C}{S} \quad (\text{Si } C \text{ es menor que } A)$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{S} \quad (\text{Si } C \text{ es mayor que } A)$$

Donde:

- A:** Peso del espécimen antes de la inmersión en mg.
B: Peso del espécimen después de la inmersión en mg.
C: Peso del espécimen después del secado en mg.
S: Superficie del espécimen en cm^2 .

- a) La superficie del espécimen tubular se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = 3.1416DL$$

Donde:

- D:** Diámetro del espécimen en cm.
L: Longitud del espécimen en cm.

- b) La superficie del espécimen tipo probeta pulido se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = 2LA + 2E(L + A)$$

Donde:

- A:** Ancho del espécimen en cm.
L: Longitud del espécimen en cm.
E: Espesor del espécimen en cm.

NMX-J-093 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE INCENDIO EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la resistencia a la propagación de incendio en conductores eléctricos.

Aparatos y equipos

- Cabina como se especifica en el apéndice C.
- Anemómetro que permita medir la velocidad del aire que circula dentro de la chimenea.
- Línea de gas conectada a los mecheros de la cabina.
- Cronómetro

Calibración

Se recomienda que el horno se calibre cada seis meses o antes, dependiendo de la frecuencia de uso. Durante la calibración del horno y el ajuste de velocidad de aire, es conveniente que el aire que rodea a la cabina se encuentre en calma y a una temperatura mayor a 15°C.

La forma de calibrar el horno se encuentra indicada en el apéndice D.

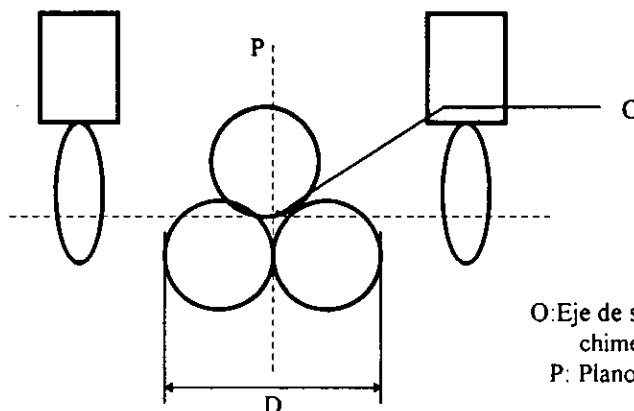
Preparación de la muestra

Deben prepararse dos especímenes idénticos con una longitud de 1600 mm, constituidos por uno o varios conductores de producto terminado de acuerdo a los siguientes casos:

- a) Si el diámetro del conductor es superior a 25 mm y menor o igual a 70 mm, el espécimen debe estar constituido solamente por un conductor.
- b) Si el diámetro del conductor es superior a 15 mm y menor o igual a 25 mm, el espécimen debe estar formado por un atado con tres conductores dispuestos paralelamente y sujetos por un hilo metálico, en los dos extremos, al nivel de la parte media de la chimenea.

NOTA:

El espécimen debe estar dispuesto de tal manera que uno de los conductores sea puesto hacia la cara trasera de la cabina de acuerdo a la figura.



O: Eje de simetría común de la chimenea y el horno.
P: Plano de simetría de los mecheros

- c) Si el diámetro del conductor es menor o igual a 15 mm, el espécimen debe estar formado por un atado de 7, 12, 19 ó más conductores de manera que el diámetro total del atado sea de 30 a 45 mm. El atado debe torcerse lo más apretado posible de tal manera que el paso de torcido sea de 15 veces el diámetro del atado aproximadamente y debe sujetarse como se menciona en el inciso anterior.

Procedimiento

Es muy importante que durante la prueba, el aire que rodea a la cabina se encuentre en calma y a una temperatura mayor a 15°C.

Estando el horno en su posición baja y con la tapa de asbesto colocada, se enciende hasta que alcance la temperatura de estabilización descrita en el apéndice D. Una vez estabilizado el horno, se coloca el espécimen de prueba en posición vertical con ayuda de los ganchos de sujeción y se tensiona.

Se cierra la chimenea, se encienden los mecheros y se ajusta la flama y la distancia a la superficie del espécimen calculada con la siguiente fórmula:

$$E = D + d + 10$$

Donde:

E: Distancia entre los ejes de las flamas en mm

D: Diámetro del espécimen en mm.

d: Diámetro de las flamas en mm.

Se retira la tapa de asbesto del horno y se desplaza a su posición alta en menos de 5 segundos.

Se enciende el extractor poniendo en funcionamiento el cronómetro.

Después de 10 min de iniciada la prueba, se apaga el extractor durante 1 min al final del cual vuelve a encenderse el extractor.

Después de una duración total de 30 min el horno se cambia a su posición baja y se apaga, manteniéndose encendido el extractor. Se apagan los mecheros y se espera a que se extinga cualquier flama remanente en el espécimen.

Resultados

Los especímenes probados se inspeccionan visualmente para determinar la altura degradada desde la parte inferior de la chimenea. Es muy importante hacer una marca sobre el espécimen en la parte baja de la chimenea que sirva de referencia.

Solamente la porción carbonizada del espécimen debe ser considerada como degradada por el fuego. Deben excluirse los depósitos eventuales provenientes de la combustión así como el derretimiento, ablandamiento y ampollas del aislamiento causados por las flamas y el calentamiento del conductor.

Si existiera duda de tomar en cuenta una porción o no, debe limpiarse el espécimen para después, con una navaja, hacer un corte en la zona, si se quiebra o se estrella el aislamiento, el daño es real y debe tomarse en cuenta como una porción degradada.

NMX-J-183 DEFORMACIÓN PERMANENTE EN AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la deformación en aislamiento y cubiertas de conductores eléctricos después de haber sido sometidos a un alargamiento determinado.

Aparatos y equipos

- Máquina para medir tensión (ver apéndice B).

Preparación de la muestra

Debe usarse un espécimen tipo tubular o probeta preparado según la indicado en la NMX-J-178.

Procedimiento

1. En el espécimen seleccionado para esta prueba, cuya longitud debe ser por lo menos de 150 mm, se marcan dos líneas paralelas equidistantes del centro del espécimen separadas entre sí 50 mm.
2. Se coloca el espécimen entre las mordazas de la máquina de tensión.
3. La separación entre mordaza debe ser de 100 mm como máximo.
4. A una velocidad de 500 mm/min, se estira el espécimen hasta que las dos líneas marcadas en él se separen 150 mm. Se deja el espécimen en esta posición durante 5 seg. después de los cual se retira de la máquina de tensión y se coloca sobre una superficie plana y horizontal durante 1 min, para permitir su recuperación.
5. Al concluir el minuto de recuperación, inmediatamente se mide la distancia entre marcas y se anota ésta. Para determinar la deformación permanente se usa la siguiente fórmula:

$$D = \frac{L_d - L_o}{L_o} \times 100$$

Donde:

D: Deformación en tanto por ciento.

L_d: Distancia entre marcas del espécimen después de 1 min de recuperación.

L_o: Distancia original marcada en espécimen (50 mm).

NMX-J-184 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS A BASE DE ELASTÓMEROS

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para la determinación del módulo de elasticidad, al 200% de alargamiento, de los aislamientos y cubiertas protectoras a base de elastómeros.

Aparatos y equipos

- Micrómetro
- Regla graduada en milímetros.
- Máquina para medir Tensión (ver apéndice B).

Preparación de la muestra

Las muestras deben ser de material libre de defectos, que no hayan sido sujetos a malo trato mecánico o alargamiento previo.

La prueba debe efectuarse entre 20 y 28°C.

Debe usarse un espécimen tipo tubular o probeta preparado según la indicado en la NMX-J-178.

Procedimiento

1. En el espécimen seleccionado para esta prueba, cuya longitud debe ser por lo menos de 150 mm, se marcan dos líneas paralelas equidistantes del centro del espécimen separadas entre si 50 mm.
2. Se coloca el espécimen entre las mordazas de la máquina de tensión.
3. La separación entre mordaza debe ser de 100 mm como máximo.
4. A una velocidad de 500 mm/min, se estira el espécimen hasta que las dos líneas marcadas en él se separen 150 mm (200% de alargamiento). Al llegar la separación entre marcas del espécimen a 200% de la distancia original, se detiene la máquina y se anota la carga que registro.

Cálculos

Para determinar el módulo de elasticidad se usa la fórmula siguiente:

$$L = \frac{P}{A}$$

Donde:

L: Módulo de elasticidad en kg/cm²

P: Carga registrada en kg de la máquina para medir tensión, cuando el espécimen tiene un alargamiento de 200%

A: Área de la sección transversal del espécimen en cm², cuya dimensiones deben tomarse antes de someterlo a la prueba (ver NMX-J-178).

NMX-J-189 FLEXIBILIDAD DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS AISLADOS CON POLICLORURO DE VINILO (PVC)- MÉTODO DE PRUEBA

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para verificar la flexibilidad de los conductores eléctricos aislados con policloruro de vinilo (PVC), en los tipos TW, THW, THWN y THHN, después de haberlos sometido a un envejecimiento acelerado.

Aparatos y equipos

- Horno de convección forzada (ver apéndice A).
- Mandriles con superficie tersa y con diámetros según tabla 1.
- Micrómetro con aproximación de 0.01 mm.

Preparación de la muestra

Tomar directamente del empaque los especímenes con una longitud suficiente para realizar las pruebas (450 mm aproximadamente). Debe cuidarse que los especímenes no se hayan sometidos a esfuerzos mecánicos y que estén libres de daños.

Procedimiento de la prueba

1. Los especímenes se introducen en el horno previamente calentado a la temperatura especificada para el envejecimiento, teniendo cuidado que no se toquen entre sí, ni con las paredes del horno. Las condiciones de envejecimiento son las siguientes:

TW	100 ± 1 °C,	168 horas
THW, THWN	100 ± 1 °C,	168 horas
THHN	100 ± 1 °C,	168 horas

2. Al terminar el periodo de envejecimiento, se retiran los especímenes del horno y se colocan sobre una superficie plana y se les deja reposar por un periodo de 16 a 96 horas.
3. De la tabla 1, seleccionar el diámetro del mandril correspondiente en función de la sección transversal nominal del conductor.
4. Para conductores con sección transversal nominal menor o igual a 85.01 mm² (3/0 AWG), y a temperatura ambiente, se deben enrollar helicoidalmente cuatro vueltas en forma adyacente, a razón de cuatro segundos por vuelta. Para conductores con sección transversal nominal 107.2 mm² (4/0 AWG) y mayores, se deben hacer un dobléz en "U", de modo que la muestra haga contacto con el mandril cuando menos 180°.

Tabla 1.- Diámetro del mandril

Designación del conductor		
Área de la sección transversal nominal mm ²	Calibre AWG ó KCM	Diámetro del mandril mm
2.082	14	8
3.307	12	9
5.260	10	14
8.367	8	17
13.30	6	32
21.15	4	35
26.67	3	37
33.62	2	40
42.41	1	68
53.48	1/0	73
67.43	2/0	76
85.01	3/0	83
107.2	4/0	89
126.7	250	160
152.0	300	171
177.3	350	182
202.7	400	191
228.0	450	201
253.4	500	209
278.7	550	280
304.0	600	290
329.4	650	299
354.7	700	308
380.0	750	317
405.4	800	326
456.0	900	342
506.7	1000	357

Resultados

Los especímenes probados se inspeccionan manual y visualmente para determinar si existen fracturas o grietas, internas o superficiales. El agrietamiento interno se detecta por una depresión en la superficie exterior.

NMX-J-192 RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE LA FLAMA EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la resistencia a la propagación de la flama de los aislamientos termoplásticos o termofijos de conductores eléctricos y para verificar las propiedades retardantes a la flama en ellos.

Aparatos y equipos

- Mampara metálica: Esta prueba se efectúa dentro de una mampara metálica de 3 lados. (ver figura 1). Las dimensiones de la mampara son: 300 mm de ancho, 350 mm de fondo y 610 mm de alto, quedando abierta por la parte superior y por el frente. La mampara está provista, tanto en la parte superior como en la inferior, de dos pinzas de presión mediante las cuales se sujeta y se mantiene la muestra en posición vertical, aproximadamente al centro de la mampara. En su base, se coloca una capa de algodón quirúrgico sin tratar, cuyo espesor varía de 6 a 25 mm. La superficie superior del algodón, debe quedar a 235 ± 5 mm abajo del punto de contacto de la parte interna del cono azul de la flama que toca la muestra.
- Quemador (Mechero) Tirril: Este mechero difiere del tipo Bunsen, ya que tiene control tanto del flujo de aire como del flujo de gas y puede o no tener flama piloto. Si no la tiene, el soporte del quemador de arreglarse de tal forma, que permita retirarlo y acercarlo rápidamente, sin que maltrate la capa de algodón colocada en la base de la mampara. El tubo cilíndrico del mechero debe tener una longitud aproximada de 100 mm sobre las entradas de aire y su diámetro interior de 9.5 mm. La altura del cono azul de la flama se ajusta entre 35 y 40 mm, aproximadamente y su temperatura debe ser 816 °C o mayor, cuando se mida usando termopares adecuados. El gas a emplear en estas pruebas es gas L.P. (gas licuado de petróleo), comercial.
- Soporte: La base del quemador se asegura sobre un soporte, cuya inclinación permita que el eje del quemador forme un eje de 20° con la vertical, (ver figura 2).
- Indicador: Como el indicador debe emplearse tiras de papel kraft engomado de 94 g/m², de 13 mm de ancho y 0.13 mm de espesor, aproximadamente.
- Cronómetro: Para la medición de los tiempos de aplicación, intervalos y duración de la flama, pueden usarse cronómetros de cuerda o de cuarzo, con aproximación de 0.01 segundos.

Clasificación de métodos de prueba

Esta norma cubre dos métodos de prueba para la verificación de las características de la resistencia y propiedades retardantes a la flama de los materiales empleados como aislamiento de conductores eléctricos.

1. FLAMA VERTICAL, TIPO FV-1

Este método consiste en efectuar cinco aplicaciones de la flama descrita en esta norma, durante 15 segundos, dejando transcurrir un lapso de 15 segundos, entre aplicaciones. De acuerdo al procedimiento desarrollado en 5 de esta norma, el aislamiento de los conductores eléctricos debe extinguir la flama antes de un minuto después de la última aplicación, las partículas encendidas que se desprenden de la muestra no deben encender el algodón que está en su base, y el papel indicador no se debe quemar más del 25% de la longitud especificada.

2. FLAMA VERTICAL, TIPO FV-2

Este método consiste en realizar cinco aplicaciones de la flama descrita en esta norma, durante 15 segundos. Transcurrido este tiempo de aplicación, se retira la flama y si el material del aislamiento no produce flama se dejan transcurrir 15 segundos antes de la siguiente aplicación. Si el material del aislamiento produce flama, ésta se debe extinguir antes de un minuto y debe medirse y registrarse el tiempo que dure la flama. Una vez hecho esto, se continúa en forma similar durante el resto de las aplicaciones. De acuerdo al procedimiento detallado en esta norma, el aislamiento de los conductores eléctricos debe extinguir la flama de prueba; las partículas encendidas que se desprendan de la muestra no deben encender el algodón que está en su base; y el papel indicador no se debe quemar más del 25% de su longitud especificada.

Preparación de la muestra

Las muestras que deben emplearse en estas pruebas, deben ser de producto terminado, estar libres de defectos y que no hayan sido sometidas a maltrato mecánico, ni a ninguna prueba de envejecimiento.

Los conductores recubiertos con nylon deben probarse con el nylon en su lugar. Un conductor terminado con recubrimiento de color o de algún otro recubrimiento externo, también debe probarse con dicho recubrimiento.

Para ambas pruebas de flama, la longitud de cada muestra es de 450 mm aproximadamente. Para la prueba de flama vertical FV-1, se requieren tres muestras en cualquier calibre y para la prueba de flama vertical FV-2, debe emplearse solamente una muestra de 2.082 mm² de sección transversal (14 AWG) si su conductor es de cobre, y de 3.307 mm² (12 AWG) si el conductor de la muestra por probar es de aluminio.

Procedimiento de la prueba

PRUEBA DE FLAMA VERTICAL, TIPO FV-1

1. La muestra se coloca verticalmente dentro de la mampara, sujetándola de la parte superior por medio de la pinza y tensándola por la parte inferior.
2. Se coloca el papel indicador a la muestra, de forma tal que la parte inferior de la tira de papel quede a una distancia de 254 mm del punto de contacto del cono azul de la flama (punto B de la figura 2). Los extremos de la tira del papel indicador se pegan entre si, humedeciéndolos solamente lo necesario para que se adhieran, deben sobresalir 19 mm por el lado opuesto al de la aplicación de la flama.
3. Por medio de la válvula principal se ajusta la altura de la flama a 127 mm y la del cono azul interior a 38 mm aproximadamente.
4. Se acerca el quemador a la muestra, montado sobre el soporte e inclinado a 20°, teniendo encendida únicamente la flama piloto, cuidando que el eje del quemador y el de la muestra, queden en el mismo plano vertical y la boca del quemador quede, a una distancia aproximada de 38 mm de la superficie de la muestra bajo prueba, en el centro y sobre la prolongación del eje del quemador.
5. El punto de aplicación de la flama debe estar por lo menos a 75 mm del extremo inferior de la muestra y a 235 ± 5 mm sobre la superficie superior del algodón colocada en la base de la mampara.
6. Terminados todos los ajustes, para las cuales conviene reemplazar momentáneamente la muestra por una varilla metálica que tenga las mismas dimensiones, se aplica a la muestra cinco veces la flama durante 15 seg con intervalos de 15 seg entre una y otra aplicación de la flama.

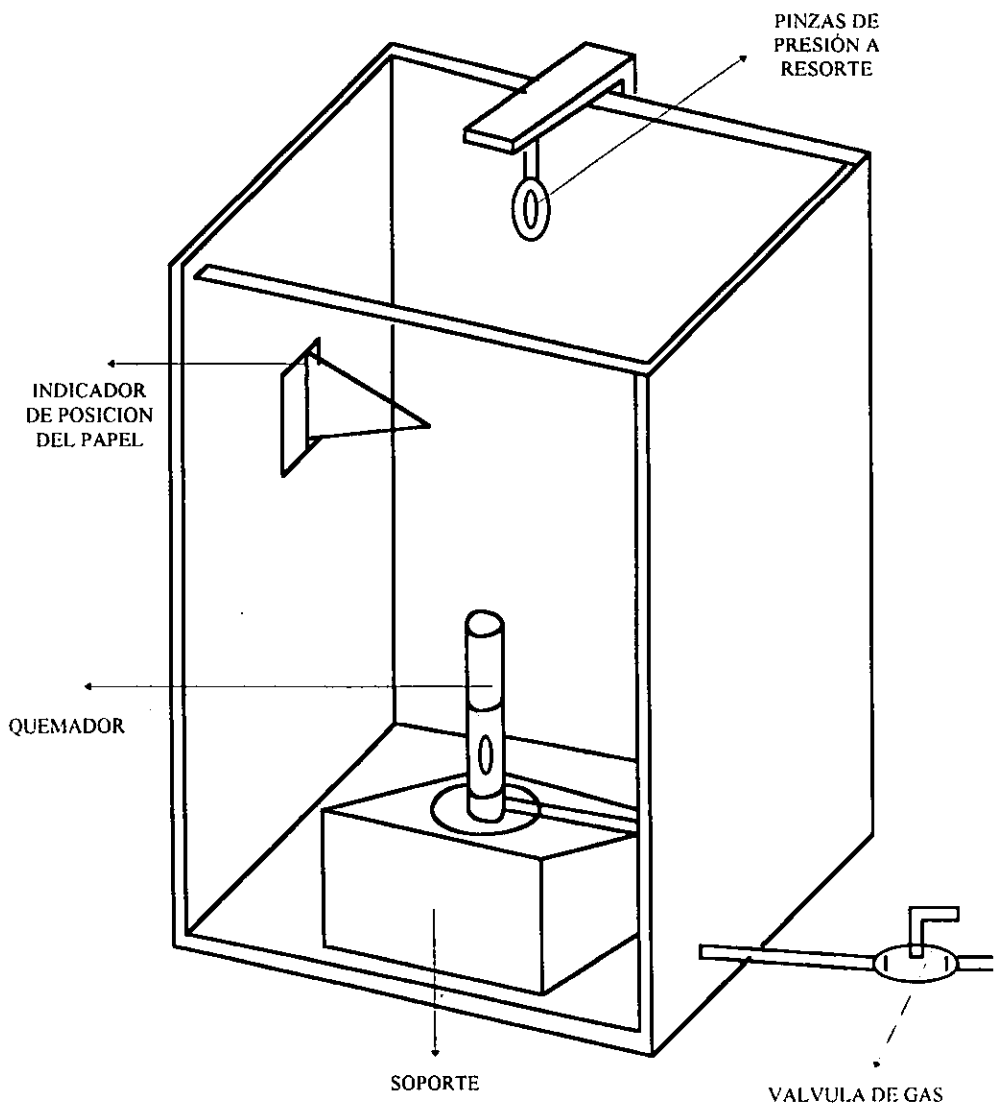


FIGURA 1
MAMPARA METALICA CON SUS ACCESORIOS

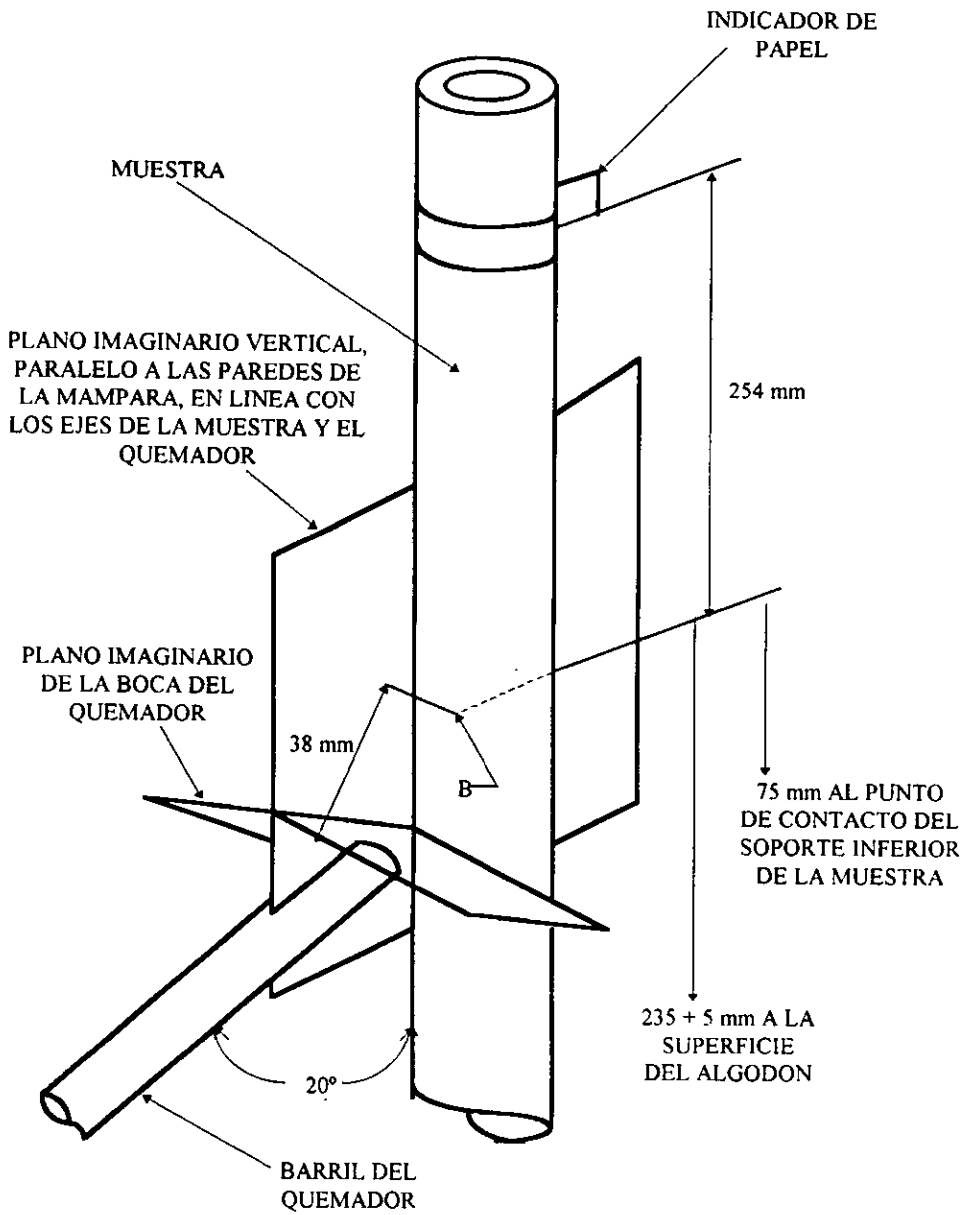


FIGURA 2
DIMENSIONES ESENCIALES PARA LA PRUEBA

PRUEBA DE LA FLAMA VERTICAL TIPO FV-2

1. Esta prueba se inicia realizando los pasos del 1 al 6 descritos anteriormente.
2. Terminados todos los ajustes anteriores, se aplica a la muestra cinco veces la flama durante 15 seg cada una. Después de cada una de las aplicaciones, se mide el tiempo en que continúa encendida la flama, el cual no debe exceder de un minuto.
Si la muestra no prende, la siguiente aplicación se hará después de un intervalo de 15 seg. Se la flama perdura más de los 15 seg, pero menos de 60 seg, en cuanto se extinga la flama se hará la siguiente aplicación.
3. Tanto la prueba de flama vertical tipo FV-1 como la tipo FV-2, deben efectuarse bajo una campana de extracción de ventilación forzada, para arrojar al exterior el humo y las emanaciones producidas, pero teniendo cuidado de que no haya corrientes de aire que afecten la flama.

Resultados

PRUEBA DE FLAMA VERTICAL FV-1

1. Las muestras no deben arder más de 60 seg después de la quinta aplicación de la flama.
2. El indicador de papel no debe quemarse en más del 25 % de su longitud en las tres muestras probadas.

PRUEBA DE FLAMA VERTICAL FV-2

1. La muestra debe extinguir la flama antes de un minuto después de cada una de las cinco aplicaciones
2. El indicador de papel no debe quemarse en más del 25 % de su longitud.
3. La muestra es juzgada como capaz de propagar la flama a materiales combustibles a su alrededor, si cualquier partícula o gota enciende el algodón colocado en la base de la mampara o si la flama continua ardiendo más de 60 seg después de que se le retira la flama del mechero.

NMX-J-205 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE DISIPACIÓN, FACTOR DE IONIZACIÓN, CAPACITANCIA Y CONSTANTE DIELECTRICA EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS AISLADOS- MÉTODO DE PRUEBA

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece los métodos de prueba para determinar los factores de disipación y de ionización, la capacitancia y la constante dieléctrica en conductores eléctricos aislados a base de materiales termoplásticos, termofijos o de papel impregnado.

Definiciones

a) **Capacitancia:** Es la propiedad de almacenar cargas eléctrica que tienen un capacitor. En el caso de cables, se determina con la siguiente expresión:

$$C = \frac{0.0241\epsilon}{\log D/d} = \frac{\epsilon}{41.5 \log D/d}$$

Donde:

- C: Capacitancia de cables monofásicos en $\mu\text{F}/\text{km}$.
- ϵ : Constante dieléctrica del dielectrico (aislamiento) del cable.
- D: Diámetro sobre el aislamiento del cable en misma unidades que d.
- d: Diámetro sobre el conductor en las mismas unidades que D.

b) **Factor de disipación:** Es la relación de la corriente resistiva (corriente real o activa) entre la corriente capacitaba (corriente reactiva) de una capacitancia y está dada por la siguiente expresión:

$$FD = \frac{I_r}{I_c}$$

Donde:

FD: Factor de disipación. Usualmente se expresa en %, en cuyo caso, la expresión anterior se escribe así:

$$FD = \frac{I_r}{I_c} \times 100$$

- I_r : Corriente resistiva a través de la capacitancia.
- I_c : Corriente puramente capacitaba.

Debido a que la corriente capacitaba y la resistiva, al sumarse en forma vectorial, dan lugar a la corriente total I; el ángulo que forma ésta con la corriente capacitaba es usualmente designada como δ , en tanto que el ángulo que forma con la corriente resistiva (complementario a δ), se designa como ϕ .

La relación de corriente I_r / I_c es en consecuencia igual a la tangente del ángulo δ ; por tanto

$$FD = \text{Tan} \delta = \frac{I_r}{I_c}$$

c) Factor de potencia: Es el coseno del ángulo ϕ que forma la corriente total con la tensión.

$$FP = \text{Cos} \phi$$

Donde:

FP: Factor de potencia. Usualmente expresado en %, en cuyo caso, se multiplica por 100.

Para valores de δ pequeños, esto es, cuando $\text{Tan} \delta \leq 0.1$, se tiene que $\text{Tan} \delta = \text{Cos} \phi$, y por tanto $FD = FP$.

Debido a que en los cables usualmente FD es menor que 0.1, es muy usual llamarle factor de potencia (FP).

d) Factor de pérdidas: Este factor representa las pérdidas que ocurren a través del dieléctrico del cable (aislamiento), y se determina en función del factor de disipación y de la constante dieléctrica.

$$fp = \epsilon \times FD = \epsilon \text{Tan} \delta$$

Donde:

Las literales tienen el mismo significado indicado antes. Las unidades de fp pueden ser en %, en cuyo caso, el valor expresado antes, se multiplica por 100.

e) Factor de ionización: Es la diferencia de los factores de disipación obtenidos a dos tensiones diferentes, las cuales establecen las normas de los diferentes tipos de cables, pero que usualmente son la tensión más baja a la cual se pueden determinar el factor de disipación, o una tensión de pocos Volts por milímetro de espesor, y la otra tensión es usualmente la tensión de operación del cable a tierra:

$$FI = FD_2 - FD_1$$

Donde:

FI: Factor de ionización. Usualmente en %.

FD_1 : Factor de disipación a la tensión más baja. Usualmente en %.

FD_2 : Factor de disipación a la tensión más alta. Usualmente en %.

f) Factor de estabilidad: Usualmente en algunas normas dan este nombre al factor de ionización.

g) Variación del factor de ionización: En algunos tipos de cables se determinan los factores de ionización teniendo las muestras sumergidas en agua durante 14 días, en cuyo caso, las diferencias de los factores de ionización entre el séptimo y el primer día, así como entre el décimo cuarto y el primer día, se designan como variaciones del factor de ionización.

Aparatos y equipos

- Puente de capacitancia o Schering de 60 Hz ó 1000 Hz, según requiera la norma del producto
- Capacitor patrón para alta tensión.
- Detector de nulos.
- Resistencia derivadora o externa, cuando se requiera.
- Transformador de voltaje de c.a. con la potencia necesaria para efectuar la prueba.
- Tablero de control
- Guantes de seguridad para alta tensión y pértiga para descargar el cable.
- Tina con agua con o sin sistema de calentamiento, con posibilidad de ser aislada de tierra, según requiera la norma del producto.

Preparación de la muestra

1. Para cables con aislamiento termoplástico o termofijo, a la cuales se les han retirado las pantallas y las cubiertas si las tienen.
Las muestras de cables aislamiento son introducidas en tinas con agua, las cuales, según el tipo de prueba, pueden tener o no sistema de calentamiento.
La longitud de la muestra dependerá de la norma del producto en particular, pero se deben dejar los extremo del cable fuera de la tina a fin de hacer las mediciones.
2. Para cables con pantallas, teniendo aislamiento termoplástico, termofijo o de papel impregnado.
En este caso, las pruebas son requiere para determinarlas en tramos completos de cable para embarcar o muestras de éstos.
El cable sometido a la prueba requiere de la preparación de terminales adecuadas para soportar las tensiones de prueba que se deben aplicar.

Procedimiento

MEDICIONES CON BAJA TENSIÓN

Para estas mediciones se pueden usar puentes de capacitancia o Schering, debiendo seguir las instrucciones del equipo que se use.

- a) Se conecta el conductor del cable a la terminal de medición del puente, y la terminal de tierra de éste, a la pantalla del cable o a la tina con agua.
- b) Se energiza el puente y se hace los ajustes para determinar la capacitancia y el factor de disipación, según requieran las especificaciones.

MEDICIONES CON ALTA TENSIÓN

Para estas mediciones se usa un puente Schering para alta tensión con todos los accesorios requeridos, debiendo seguir las instrucciones del equipo que se use.

- a) Teniendo los cables o muestra preparados, conectar la terminal de alta tensión del transformador al conductor del cable bajo prueba y a la terminal de alta tensión del capacitor patrón.
Usando un cable aislado con dos mallas aisladas, conectar el conductor central de este a la pantalla del cable bajo prueba o a la tina con agua, debiendo, esta, estar aislada de tierra. La malla externa del cable de conexión se conecta a tierra. La malla central del cable de conexión puede dejarse libre o bien conectarla a un anillo de guarda que se le haga al cable bajo prueba, si es necesario. El otro extremo del cable de conexión, conectarlo directamente al puente Schering en los bornes de éste, que tiene previsto para el conductor central y las dos mallas.

- b) Usando un cable similar al descrito en el punto a) interconectar el capacitor patrón y el Puente Schering en los lugares previstos para el capacitor, el anillo de guarda y la tierra.
Si el cable bajo prueba está enrollado en un carrete metálico, o se duda del aislamiento que ofrezca el carrete, este debe ser montado en madera seca o en algún otro elemento aislante.
- c) Aplicar la tensión requerida de acuerdo a las normas del producto y ajustar las perillas de los brazos capacitivos y resistivos del puente, en forma alternada, tanto del circuito de potencial (circuito de guarda) como del circuito de medición, hasta lograr el equilibrio con la mayor ganancia posible del puente.
- d) De acuerdo a las normas, estas mediciones deben hacerse a las diferentes tensiones, temperaturas o en diferentes días.

Cálculos

Se registran los valores de capacitancia, de resistencias, de las resistencias en derivación y del capacitor patrón, determinando el factor de disipación y la capacitancia del cable, así como los factores de ionización y la constante dieléctrica, tomando en cuenta las fórmulas propias de los puentes.

NMX-J-432 DETERMINACIÓN DEL ALARGAMIENTO EN CALIENTE Y DEFORMACIÓN PERMANENTE APLICABLE A AISLAMIENTOS- ETILENO PROPILENO Y POLIETILENO DE CADENA CRUZADA- MÉTODO DE PRUEBA

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar el alargamiento en caliente y deformación permanente de los aislamientos a base de etileno propileno y polietileno de cadena cruzada.

Aparatos y equipos

- Horno de circulación forzada de aire con o sin ventana de observación (ver Apéndice A)
- Soporte para fijación de especímenes.
- Recipiente que opera como peso.
- Escala graduada en milímetros.
- Cronómetro.

Preparación y acondicionamiento de la muestra

- 1) Tomar una muestra del cable por probar de aproximadamente 61 cm de longitud del cual se obtienen tres especímenes que se preparan de acuerdo con NMX-J-178.
- 2) Determinar el peso total a aplicar en el espécimen, de acuerdo a la siguiente fórmula, considerando el peso del recipiente.

$$P = A \cdot E$$

Donde:

P: Fuerza (peso) a aplicar al espécimen en Newtons

A: Área de la sección transversal del espécimen en centímetro cuadrados.

E: Esfuerzo tomado de la norma del producto: 0.20 MPa (20.4 gf/cm²)

- 3) Precalear el horno durante una hora la temperatura que indique la norma del producto.
- 4) Montar el espécimen en el soporte de fijación con una separación no mayor de 100 mm entre mordaza y colocar el peso en el recipiente inferior.
- 5) Colocar el soporte con el espécimen dentro del horno y cerrar la puerta inmediatamente para evitar cambios de temperatura en el interior del horno.
- 6) Medir el alargamiento después de 15 min con el espécimen en el interior del horno a la temperatura especificada. Si el horno no tiene ventana, se puede abrir la puerta para hacer la medición y cerrarla después en un tiempo no mayor de 30 seg.
- 7) Después de realizar la prueba de alargamiento en caliente y sin sacar el espécimen del horno, cortar rápidamente el espécimen en su parte inferior para liberar el recipiente dejando el espécimen dentro del horno durante 5 min suspendido de la mordaza superior.
- 8) Posteriormente retirar el espécimen del horno y dejarlo enfriar a temperatura ambiente durante una hora.
- 9) Pasado ese tiempo se efectúa la medición del alargamiento remanente entre marcas.

Cálculos

Los cálculos del alargamiento en caliente y deformación permanente se determinan de acuerdo con norma NMX-J-178.

NMX-J-472 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GAS ÁCIDO HALOGENADO GENERADO DURANTE LA COMBUSTIÓN CONTROLADA DE MATERIALES POLIMÉRICOS TOMADOS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la cantidad en masa de gas ácido halogenado (a excepción del flúor en hidrógeno) desprendido durante la combustión controlada de compuestos poliméricos que contengan halógenos, provenientes de conductores eléctricos.

El método de prueba aquí descrito, está diseñado para la prueba de componentes individuales, tomados de conductores eléctricos; sin embargo puede ser utilizado para probar materiales poliméricos en general.

Aparatos y equipos

1. Aparatos y equipo necesario para la combustión del espécimen y la captación de los gases desprendidos

En la figura 1 se observa el montaje de prueba completo, el cual consta de lo siguiente:

- Cilindro de aire seco.
 - Regulador.
 - Manguera de silicón.
 - Manguera latex.
 - Controlador de flujo (llave de aguja o rotámetro).
 - Tubo de combustión con acoplamiento para entrada y salida de los gases.
- En la figura 2 y 3 se muestra la forma y el ensamble de los tubos de combustión que pueden ser usados en la prueba.
- Horno tubular con control uniforme en rampa de temperatura, capaz de alcanzar 1000 °C. La longitud del horno debe ser de 30 cm como mínimo.
 - Crisol (navicilla de combustión) de aproximadamente 76 x 10 x 9 mm.
 - Cinta de calentamiento de 2.5 x 120 cm con aislamiento de fibra de vidrio, capaz de mantener una temperatura de 200 °C en el conducto de vidrio.
 - Reóstato.
 - Botellas de lavado de un diámetro de 55 ± 5 mm.
 - Fluviómetro con capacidad de 0 a 200 ml/min.
 - Cronómetro.

2. Equipo y material utilizado en la cuantificación de los gases retenidos en las botellas de lavado.

- Vasos de precipitado de 600 y 250 ml.
- Matraces volumétricos de 500 ml.
- Pipeta de 5 ó 10 ml.
- Pipetas volumétricas de 100 ml.
- Vaso Berselius de 300 ml.
- Bureta graduada de 25 ml.
- Soporte universal.
- Pinzas para bureta.
- Contenciómetro (mV).
- Electrodo de medida (plata).
- Electrodo de referencia (calomel).
- Agitador magnético.
- Barra magnética.

3. Reactivos.

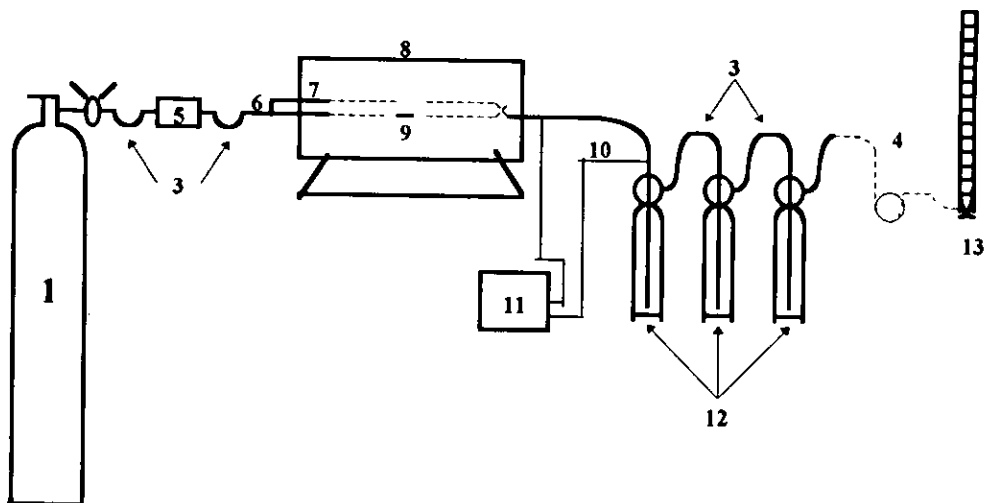
- Agua destilada.
- Solución de hidrógeno de sodio décimo normal (NaOH 0.1N).
- Ácido nítrico concentrado (HNO₃)
- Nitrato de plata décimo normal (AgNO₃ 0.1 N).
- Solución crómica (disolver en mínimo cantidad de agua destilada 6 g de dicromato de potasio y después adicionar muy despacio y con cuidado 200 ml de ácido sulfúrico concentrado).

Preparación y acondicionamiento de la muestra

Para realizar esta prueba debe tomarse material individual componente del conductor eléctrico a analizar, teniendo en cuenta que dicha porción de material no haya sido sometida a alguna prueba o tratamiento previo. Debe reunirse una cantidad de material suficiente para realizar al menos tres pruebas. Debe evitarse cualquier contaminación de la muestra a probar.

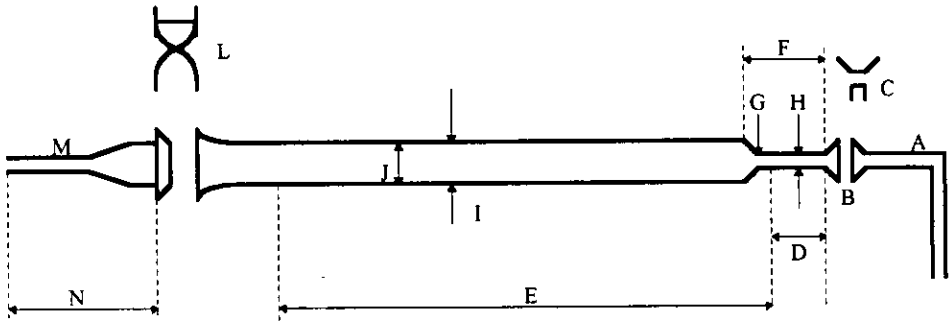
Procedimiento

1. Pesar de 0.5 a 1 g de muestra ± 0.001 g dentro del crisol (navecilla de combustión).
2. Instalar el sistema de combustión y captación de gases de acuerdo a la figura 1.
3. Introducir el crisol (navecilla) con la muestra, dentro del tubo de combustión, de tal forma que éste se aloje en el centro del horno.
4. Las trampas de lavado (ver figura 1, piezas número 12) deben contener 100 ml de NaOH 0.1 N. La segunda y tercera trampa deben estar provistas de un difusor de vidrio sinterizado.
5. Iniciar y estabilizar el flujo de aire seco a través del sistema a razón de 110 ± 25 ml/min. Debe ponerse especial cuidado en asegurar que no existan fugas de aire en el sistema. Esto puede verificarse cuando al aplicar agua jabonosa con una brocha, no se forman burbujas en las juntas del sistema. La regulación del flujo de aire del sistema debe realizarse con el controlador de flujo, y la medición del flujo debe realizarse mediante el flujómetro y el cronómetro.
6. Instalar la cinta de calentamiento (véase figura 1) en la parte del sistema comprendido entre el horno de combustión y la primera trampa de NaOH. La cinta de calentamiento debe mantener una temperatura mínima de 150 °C en la superficie de los conductores de vidrio durante la prueba.
7. Llevar la temperatura del horno a 800 ± 10 °C a razón de 20 °C/min. Una vez alcanzada dicha temperatura, mantener durante 20 min y después suspender el calentamiento del sistema.
8. Al concluir el tiempo marcado, desconectar del sistema los frascos de lavado (trampas de lavado) principiando por las más alejadas del horno.
9. Desconectar el flujo de aire seco.
10. Dejar enfriar el sistema.
11. Retirar el crisol (conteniendo residuos sólidos) del tubo de combustión, evitando que los residuos sólidos contaminen el tubo de combustión.
12. Reunir el volumen contenido en las trampas de lavado en un matríz volumétrico de 500 ml.
13. Lavar con agua destilada el interior del tubo de combustión, las trampas de lavado y las conexiones del sistema, reuniendo este volumen con el proveniente de las trampas de lavado y aforando hasta 500 ml en dicho matríz volumétrico.
14. Tomar alicuota de 100 ml de la solución problema obtenida, colocarla dentro de un vaso Berzelius de 300 ml y añadir un mililitro de ácido nítrico concentrado.
15. Titular potenciométricamente con solución de nitrato de plata décimo normal, manteniendo régimen de agitación durante toda la titulación.
16. Construir una gráfica en papel milimétrico para cada uno de los especímenes y blancos titulados, ubicando los milímetros utilizados en el eje de las abscisas y los milivoltios registrados por el potenciometro en el eje de las ordenadas.
17. Para cada espécimen a analizar deben realizarse pruebas por triplicado, al igual que una prueba en blanco (sin muestra). El resultado a reportar debe ser el promedio de las tres determinaciones.



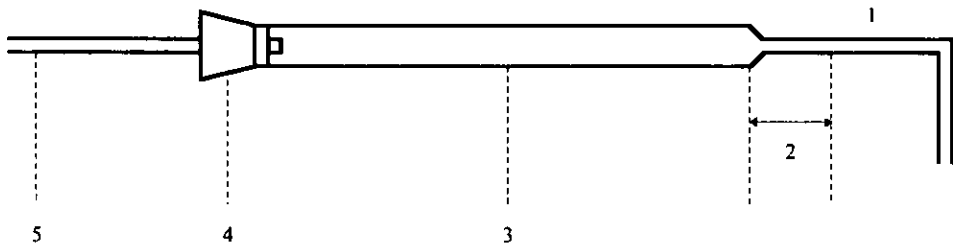
1. Cilindro de aire seco
2. Regulador
3. Manguera de silicón
4. Manguera de latex
5. Controlador de flujo (llave de aguja o rotámetro)
6. Conector
7. Tubo de combustión
8. Horno tubular con control uniforme en rampa de temperatura capaz de alcanzar 1000 °C.
La longitud del horno debe ser de 30 cm como mínimo
9. Crisol (nvecilla de combustion) de aproximadamente 7.6 X 1.0 X 0.9 cm
10. Cinta de calentamiento de 2.5 X 120 cm con aislamiento de fibra de vidrio, capaz de mantener una temperatura de 200 °C en el conductor de vidrio
11. Reóstato
12. Botellas de lavado de un diámetro de 5.5 ± 0.5 cm.
13. Flujometro con capacidad de 0 a 200 ml/min

FIGURA 1
SISTEMA DE COMBUSTION



- A) Conexión de borosilicato con junta esférica.
- B) Junta esférica 29/9 macho y hembra.
- C) Pinzas para junta esférica No. 29.
- D) Longitud del tubo que sobresale del horno 30 a 50 mm.
- E) Parte del tubo que se aloja dentro del horno (longitud del horno).
- F) Longitud de baja diametro 100 a 120 mm.
- G) Diametro interno 13 mm.
- H) Diametro externo 17 mm.
- I) Diamtro externo 25 mm.
- J) Diametro interno 19 mm.
- K) Junta esférica 35/25 macho y hembra.
- L) Pinzas para junta esferica No. 35.
- M) Conexión de borosilicato con junta esférica.
- N) Longitud de la conexión de borosilicato 50-100 mm.

FIGURA 2
TUBO DE COMBUSTION DE CUARZO



- 1) Manguera de silicón de diámetro apropiado.
- 2) Longitud de tubo que sobresale del horno 50 - 80 mm
- 3) Tubo de combustión cerámica de extremo cónico, con las siguientes características:

DIAMETRO INTERNO	DIAMETRO EXTERNO	LONGITUD TOTAL
22.2 mm (7/8")	28.6 mm (1-1/8")	762 mm (30")
* 25.4 mm (1")	31.8 mm (1-1/4")	762 mm (30")
27.0 mm (1-1/15")	33.3 mm (1-5/18")	762 mm (30")

- 4) Tapón de silicón perforado.
- 5) Tubo de vidrio.

* Tubo cerámico recomendado (los choques térmicos pueden producir fracturas en el tubo)

FIGURA 3
TUBO DE COMBUSTION CERAMICO

Cálculos

La cantidad de gas ácido halógeno se expresa en miligramos de cloruro de hidrógeno por gramo de muestra o bien, en porcentaje de cloruro de hidrogeno, como se da a continuación.

$$mgHCl / gmuestra = \frac{36.5 \times (a - b) \times \frac{aforo}{alicuota}}{m}$$

$$\%HCl = \frac{36.5 \times (a - b) \times N \times \frac{aforo}{alicuota}}{m \times 10}$$

Donde:

- a: Volumen de la solución de nitrato de plata utilizando en la determinación de la muestra (en milímetros)
- b: Volumen de la solución de nitrato de plata utilizando en la prueba en blanco (en milímetros)
- N: Normalidad de la solución de nitrato de plata.
- m: Masa de la muestra (en gramos).

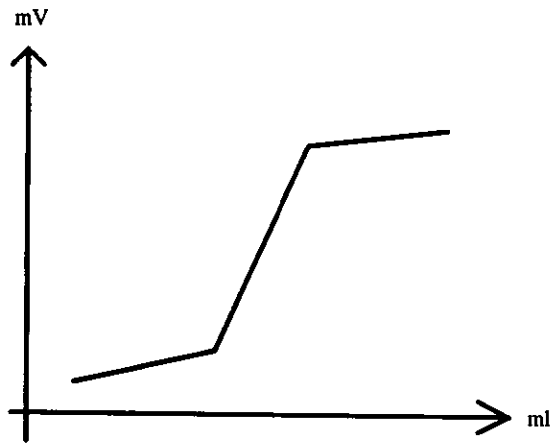
El volumen de nitrato de plata utilizado en la determinación (volumen de nitrato de plata al punto de equivalencia), se obtiene a partir de la gráfica de titulación como se muestra en las figuras 4 y 5.

Descripción de titulación

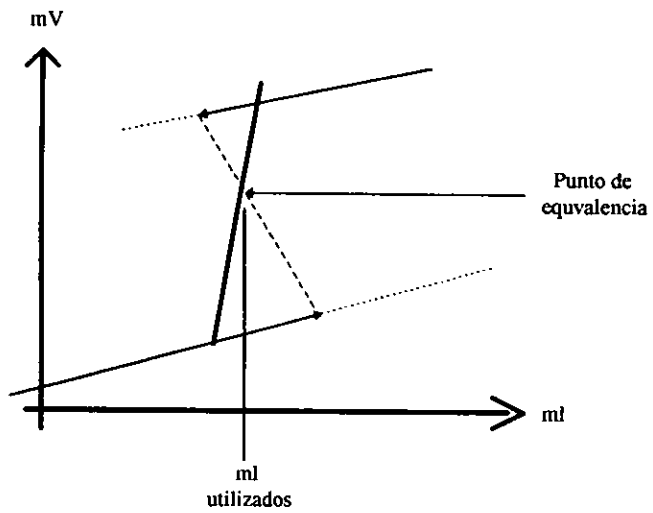
- Titulación de la muestra: La gráfica 1 muestra la curva típica de titulación. En la gráfica 2 se observa la obtención del punto de equivalencia (volumen de la solución de nitrato d plata a utilizar en los cálculos).
- Titulación en blanco: La obtención de una curva similar a la mostrada en la gráfica 3 (potencial indefinido al principio de la curva), indica la ausencia de halógenos en la solución bajo análisis, pues en ella no aparece la parte inicial de la curva correspondiente a un potencial definido como el que se observa claramente a la izquierda del punto e equivalencia en la gráfica 2.

NOTAS:

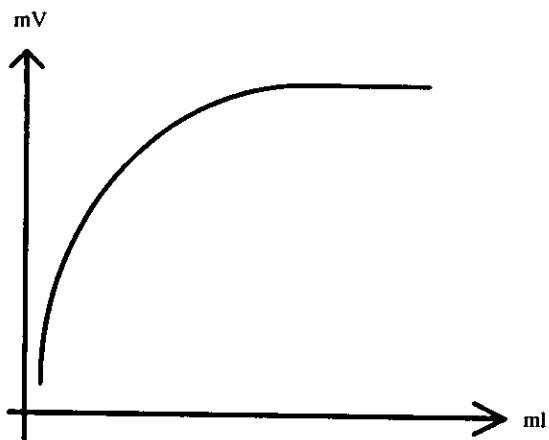
1. Para una prueba rápida de control, el tubo de combustión puede ser precalentado a 800 °C, el flujo de aire ajustado y el crisol conteniendo el espécimen, hecho avanzar lentamente dentro de la zona de combustión. Los resultado de tal prueba son únicamente para tener una guía del valor esperado, pero no son aceptables como valores precisos para el espécimen en estudio.
2. Los crisoles deben ser tratados por dos horas a la temperatura máxima de prueba antes de ser utilizados y no deben ser empleados para más de ocho pruebas de acidez.
3. Los difusores de vidrio sinterizado pueden limpiarse mediante el uso de solución crómica.



GRAFICA 1.- Curva típica de titulación



GRAFICA 2.- Determinación geométrica del punto de equivalencia



GRAFICA 3.- Curva típica de la titulación del blanco

Como puede observarse en esta gráfica se obtiene una respuesta similar a la parte superior de la curva de la gráfica 2., es decir, la curva registra el comportamiento que tiene la reacción representada en la gráfica 2 después del punto de equivalencia, dado que al no existir halogenuros en solución en la titulación en blanco, el potencial será dado únicamente por la cantidad de nitrato de plata adicionado.

NMX-J-474 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTICA ESPECIFICADA Y DEL VALOR DE OSCURECIMIENTO DE HUMOS GENERADOS EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS O EN SUS COMPONENTES INDIVIDUALES, BAJO CONDICIONES DE COMBUSTIÓN CONTROLADA Y BAJO CONDICIONES DE INCENDIO- MÉTODO DE PRUEBA

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece el método de prueba para determinar la densidad óptica específica y el valor de oscurecimiento de humos en conductores eléctricos, con diámetro exterior no mayor de 25.4 mm y en placa de 2 mm de espesor, para sus componentes individuales y para cables con diámetro exterior mayor a 25.4 mm.

Aparatos y equipos

- Cámara típica de densidad de humos de acuerdo con graficador incorporado o por separado (véase figura 1)
- Guantes de carnaza.
- Espátula.
- Pinzas.
- Tijeras.
- Papel aluminio (espesor de 0.038 ± 0.001 mm).
- Franela.
- Alcohol etílico.

Preparación de la muestra

1. Para la prueba especificadas en esta norma, se requiere de un mínimo de tres juegos de muestras.
2. El tamaño debe ser ajustado a las dimensiones del portamuestras de la cámara NBS (cortes cuadrados de 76.2 por 76.2 mm), siendo su presentación de dos formas:
 - a) En placa de 2 ± 0.2 mm de espesor.
 - b) En muestras de producto terminado, con diámetro exterior no mayor de 25.4 mm.
3. El material de prueba debe permanecer en ambiente seco durante 24 horas a $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y puesto después en condiciones de equilibrio a la temperatura ambiente de $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $50 \pm 5\%$.
4. El acomodo del material de prueba en el portamuestras debe efectuarse de la manera siguiente:
 - a) Envolver a la muestra con una hoja de papel aluminio dejando la parte opaca en contacto con la muestra.
 - b) Recortar cuidadosamente el papel de manera que se deje libre la superficie que debe quedar expuesta durante la prueba.
 - c) Colocar la placa de asbesto del portamuestras en la parte posterior y ajustar la muestra con la placa sujetadora.

Procedimiento para arrancar el equipo

1. Preparación de la cámara NBS.

a) Limpieza

La cámara debe estar libre de contaminantes, principalmente las ventanillas del sistema óptico, las que deben limpiarse usando alcohol etílico u otro limpiador adecuado.

b) Instalación de gas

El gas suministrado a la cámara debe ser una mezcla de aire comprimido y propano con las características siguientes:

i) Aire comprimido filtrado. Para la calibración radiométrica de la tensión eléctrica del horno se requiere de aire comprimido de 0.103 a 0.172 MPa (1.055 a 1.758 kgf/cm²). Durante la prueba se requiere un flujo constante de 500 cm³/min. Para mantener el cuerpo del radiómetro a 93°C.

ii) Propano. Este debe ser de una pureza del 98%, manteniendo su flujo dentro de la cámara a 50 cm³/min, durante el transcurso de la prueba.

c) Sellado

Cerrar el sistema de extracción de humos, la ventanilla de ventilación y la puerta de la cámara. Presurizar hasta alcanzar 7.62 cm de agua introduciendo aire por el ducto "aire de flama", véase (1) de la figura 1, efectuando la medición con un manómetro. Cerrar la entrada del aire y tomar el tiempo que tarda en caer la presión a 5.08 cm de agua en el manómetro, el cual no debe ser menor a 5 min.

Si la cámara no mantiene adecuadamente la presión, debe cambiarse el sello de seguridad de papel aluminio, véase (2) de la figura 1.

d) Posición del portamuestras.

El portamuestras se coloca frente al horno, debiendo contener la placa de asbesto únicamente durante el calentamiento de la cámara.

2. Calentamiento de la cámara NBS.

Para alcanzar la temperatura de prueba en la cámara, deben realizarse los pasos siguientes:

a) Conectar el equipo

b) Cerrar el sistema de extracción de humos, véase (7) de la figura 1.

c) Abrir la ventanilla de ventilación, véase (8) de la figura 1.

d) Cerrar el interruptor de alimentación del equipo, véase (9) de la figura 1.

e) Cerrar el interruptor de la lámpara, véase (5) de la figura 1.

f) Encender el microfotómetro, colocando la plumilla del graficador al 100% de transmitancia, por medio de la perilla del ajuste fino. Las variaciones en el ajuste son normales, por lo que antes de iniciar la prueba, debe nuevamente ajustarse al 100%.

g) Cerrar el interruptor de calentamiento, véase (10) de la figura 1 y calentar gradualmente con la perilla de ajuste de tensión eléctrica, véase (11) de la figura 1, hasta alcanzar la tensión necesaria correspondiente a la calibración previa del horno para obtener una potencia de radiación de 2.5 ± 0.05 W/cm².

h) Logradas las condiciones anteriores, permitir un calentamiento mínimo de 1 hora para que el medidor de temperatura de la cámara véase (12) de la figura 1, alcance la temperatura de 35°C, siendo ésta la temperatura de prueba.

3. Calibración del sistema óptico

Para la calibración del sistema óptico debe seguirse el procedimiento siguiente:

a) Verificar que el obturador del tubo formultiplicador, véase (3) de la figura 1, esté cerrado; que el filtro ND-2, véase (4) de la figura 1, esté en posición de la trayectoria luminosa y que el interruptor de la lámpara esté cerrado, véase (5) de la figura 1.

b) Verificar que las posiciones de los interruptores del fotomultiplicador, véase (6) de la figura 1, estén como sigue:

i) Interruptor de encendido oprimido.

ii) Interruptor multiplicador en 100

iii) Interruptor de intensidad relativa oprimido.

- c) Ajustar el 0% de transmitancia de la escala, con la perilla de oscurecimiento a cero, hasta que aparezca una lectura de cero estable en cada una de las escalas del multiplicador.
- d) Colocar el multiplicador nuevamente en 100.
- e) Abrir el obturador del tubo fotomultiplicador.
- f) Ajustar una lectura estable de 100% de transmitancia, por medio de la perilla de intensidad relativa.
- g) Cuando se utilice el graficador (utilícese a 50 mV más la escala de 100), la señal de la lectura de 100 puede ser moderada a través del ajuste de registro que existe en la parte posterior del fotomultiplicador, con el fin de colocar la plumilla del graficador en la posición deseada.

4. Calibración del horno

Una vez que la temperatura de la pared de la cámara se estabiliza a 35 ± 2 °C, se calibra la potencia de radiación del horno, por medio del radiómetro de acuerdo al procedimiento siguiente:

- a) Conectar un medidor o graficador de 10 mV y de alta impedancia a los contactos, véase (13) de la figura 1, "milivolts del radiómetro" ubicados en el tablero de control.
- b) Colocar el radiómetro en las barras de soporte, junto al portamuestras.
- c) Colocar el termómetro en el radiómetro
- d) Quitar la tapa del conector eléctrico del radiómetro en el piso de la cámara; conectar la manguera de aire del radiómetro y el conductor eléctrico a las conexiones apropiada.
- e) Colocar el radiómetro directamente enfrente del horno, desplazando el portamuestras que contiene la placa de asbesto y cerrar la puerta de la cámara.
- f) Cuando el termómetro indique entre 81 y 87°C, abra la válvula del "aire del radiómetro" , véase (14) de la figura 1, ajustando el gasto con la válvula de aguja.
- g) Estabilizada la temperatura a 93 ± 3 °C, tomar la lectura de la señal del radiómetro a través del medidor o graficador. Este valor debe ser igual al valor especificado en el informe de inspección, suministrado con el radiómetro por el proveedor o con el proporcionado en su recalibración, con una tolerancia, de ± 0.05 mV.
- h) Girar la perilla de ajuste de tensión eléctrica hasta que el medidor o graficador indique el valor especificado en el punto anterior. Después de cada ajuste, permitir que se establezca la lectura esperando 10 min.
- i) Cuando se tenga el nivel de milivolts calibrado ± 0.05 mV y con el termómetro indicando 93 ± 3 °C, la potencia de radiación del horno debe ser igual a 2.5 W/cm².
- j) Si es necesario se pueden variar tanto el flujo de aire como la tensión eléctrica del horno para obtener la estabilidad en la radiación del horno manteniendo la temperatura a 93 ± 3 °C.
- k) Anotar el flujo de aire; la tensión eléctrica aplicada al horno en Volts y la temperatura de la cámara. La tensión aplicada al horno debe mantenerse durante toda la prueba, hasta que se efectúe una nueva recalibración
- l) Retirar el radiómetro de enfrente del horno
- m) Cerrar el flujo de aire.
- n) Retirar las conexiones de aire del radiómetro y del conductor eléctrico.
- o) Retirar el radiómetro de la cámara
- p) Colocar la tapa de la conexión del conductor eléctrico en el fondo de la cámara.

5. Instalación y encendido del mechero.

- a) Centrar el portamuestras conteniendo la placa de asbesto enfrente del horno.
- b) Conectar el mechero a la línea de aire/propano de la cámara y apretar la conexión
- c) Asegurarse que la posición de los quemadores horizontales estén a 6.35 mm horizontalmente del portamuestras. Apretar la tuerca.
- d) Abrir la válvula de gas de mechero, véase (15) de la figura 1.
- e) Encender el mechero y ajustar un flujo de 50 cm³/min y abrir la válvula de aire del mechero hasta obtener 500 cm³/min.

Procedimiento de la prueba

Antes de iniciar la evaluación de una muestra, verificar los puntos siguientes:

1. Que las condiciones de la cámara NBS sean estables.
2. Que la calibración del horno junto con el mechero o flama piloto, verificando que los flujos de aire/gas estén de acuerdo a los valores obtenidos en la calibración.
3. Que la preparación y montaje de muestras en el portamuestras estén en forma completamente vertical para evitar resultados erróneos.

Iniciar la prueba bajo el procedimiento siguiente:

1. Girar la manija del sistema de extracción de humos a la posición "cerrado", véase (16) de la figura 1.
2. Asegurarse que la ventanilla de ventilación esté completamente cerrada, cuando el fotomultiplicador indique la presencia de humos.
NOTA: El aumento de presión en la cámara debido a la combustión, hace que el flujo de aire y del propano de la flama cambien, haciendo necesario su reajuste a los valores especificados para mantener el flujo correcto.
3. Colocar el portamuestras con él o los especímenes de prueba con la placa de asbesto.
4. Empujar el portamuestras con él o los especímenes de prueba hacia el frente del horno, usando la perilla posicionadora, véase (17) de la figura 1.
5. Poner a funcionar inmediatamente el graficador y cerrar la puerta de la cámara.
6. Cerrar completamente la ventanilla de ventilación cuando el fotomultiplicador indique una disminución en el porcentaje de transmitancia.
7. A medida que el porcentaje de transmitancia disminuye, aumenta la sensibilidad del microfotómetro, debiéndose hacer el cambio para cada escala, cuando el indicador baje hasta el 10%.
8. Si el nivel de transmitancia cae hasta la cuarta escala, cubra la ventanilla de la puerta para evitar efectos en la medición, proveniente del exterior.
9. Para registrar una sensibilidad abajo de la escala de 0.1, debe tenerse en cuenta lo siguiente:
 - a) Cambiar el fotomultiplicador a la escala 1.
 - b) Quitar el filtro ND-2 de la trayectoria luminosa.
 - c) Cambiar el fotomultiplicador a la escala 0.1 en caso de alcanzar nuevamente el 10% de la escala.
10. Continuar la prueba durante 3 min después del mínimo de transmitancia, o después de 20 min de prueba, lo que ocurra primero.
11. Para terminar la prueba efectuar los siguientes pasos:
 - a) Detener el graficador.
 - b) Regresar a la escala de 100.
 - c) Purgar la cámara abriendo el sistema de extracción de humos y la ventanilla de ventilación.
 - d) Medir la transmitancia final después de purgar la cámara y antes de limpiarla.
 - e) Retirar el portamuestras cuando se haya extraído el humo y dejarlo enfriar.
 - f) Dejar ventilar la cámara por espacio de unos minutos para asegurar que se haya obtenido el máximo de transmitancia.
 - g) Limpiar las ventanillas del sistema óptico con alcohol etílico.
12. Para probar las muestras restantes, repetir el procedimiento anterior.

Cuando el resultado de cualquier de los tres juegos de muestras preparados sea tal que exceda el resultado mínimo en más del 50% sin ninguna razón aparente, deben probarse otros tres juegos de muestras adicionales e informar el promedio de las seis muestras probadas.

Si en una o más de las tres pruebas se presenta cualquier comportamiento anormal, tal como la caída de las muestras del portamuestras, material fundido que recubre totalmente el portamuestras, autoignición, extinción temporal de la flama y muestra desplazada de la zona de irradiación, deben aprobarse otros tres juegos de muestras adicionales y en este caso informa solamente el resultado de las pruebas que no presentaron estos problemas.

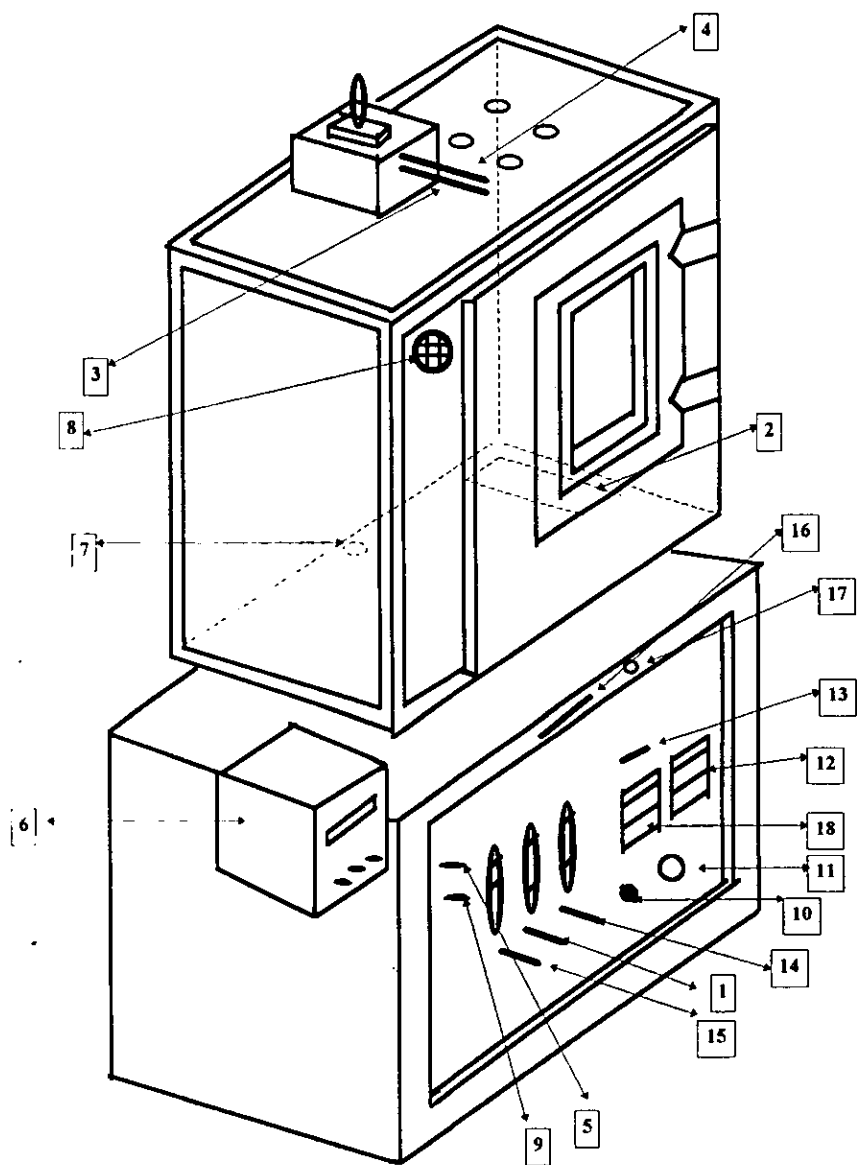


FIGURA 1
CAMARA TIPICA DE DENSIDAD DE HUMOS

1. Válvula y rotámetro de aire del mechero.
2. Sello de seguridad (papel aluminio).
3. Obturador del tubo fotomultiplicador.
4. Filtro del tubo fotomultiplicador.
5. Interruptor de la lámpara.
6. Fotomultiplicador.
7. Sistema de extracción de humos.
8. Ventanilla de ventilación.
9. Interruptor general.
10. Interruptor de calentamiento.
11. Perilla de ajuste de tensión eléctrica.
12. Medidor de temperatura de pared de la cámara.
13. Entradas para medición de milivolts del radiómetro.
14. Válvula y rotámetro de aire del radiómetro.
15. Válvula y rotámetro de gas del mechero.
16. Manija del sistema de extracción de humos.
17. Perilla de varilla posicionadora.
18. Medidor de la tensión eléctrica de irradiación del horno.

Cálculos

Con los valores de % de transmitancia obtenidos a partir de la gráfica, durante cada minuto de la prueba, se determinan las densidades ópticas específicas, utilizando la tabla 1.

La densidad óptica específica máxima "Dm" corresponde al % de transmitancia mínimo.

El valor óptico a los primeros 4 minutos "VOF₄" (valor de oscurecimiento de los humos) se calcula con la siguiente fórmula:

$$VOF_4 = d_1 + d_2 + d_3 + \frac{d_4}{2}$$

Donde:

d₁, d₂, d₃, d₄: Son las densidades ópticas específicas correspondientes a los primeros 4 min.

Tabla 1. Conversión de % de transmitancia a densidad óptica específica

Parámetros y gama de transmitancia	% T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Densidad óptica específica (D)									
Multiplicador 100 con filtro ND-2 100 a 10 %T	90	6	5	5	4	4	3	2	2	1	1
	80	13	12	11	11	10	9	9	8	7	7
	70	20	20	19	18	17	16	16	15	14	14
	60	29	28	27	26	26	25	24	23	22	21
	50	40	39	37	36	35	34	33	32	31	30
	40	53	51	50	48	47	46	45	43	42	41
	30	69	67	65	64	62	60	59	57	55	54
	20	92	89	87	84	82	79	77	75	73	71
	10	132	127	122	117	113	109	105	102	98	95
Multiplicador 10 con filtro ND-2 10 a 1 %T	90x10 ⁻¹	138	137	137	136	136	135	134	134	133	133
	80	145	144	143	143	142	141	141	140	139	139
	70	152	152	151	150	149	148	148	147	146	146
	60	161	160	159	158	158	157	156	155	154	153
	50	172	171	169	168	167	166	165	164	163	162
	40	185	183	182	180	179	178	177	175	174	173
	30	201	199	197	196	194	192	191	189	187	186
	20	224	221	219	216	214	211	209	207	205	203
	10	264	259	254	249	245	241	237	234	230	227
Multiplicador 1 con filtro ND-2 1 a 0.1 %T	90x10 ⁻²	270	269	269	268	268	267	266	266	265	265
	80	277	276	275	275	274	273	273	272	271	271
	70	284	284	283	282	281	280	280	279	278	278
	60	293	292	291	290	290	289	288	280	286	285
	50	304	303	301	300	299	298	297	296	295	294
	40	317	315	314	312	311	310	309	307	306	305
	30	333	331	329	328	326	324	323	321	319	318
	20	356	353	351	348	346	343	341	339	337	335
	10	396	391	386	381	377	373	369	366	362	359

Parámetros y gama de transmitancia	% 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Densidad óptica específica (D)										
Multiplicador 0.1 con filtro ND-2 0.1 a 0.01 %T	90x10 ⁻³	402	401	401	400	400	399	398	398	397	397
	80	409	408	407	407	406	405	405	404	403	403
	70	416	416	415	414	413	412	412	411	410	410
	60	425	424	423	422	422	421	420	419	418	417
	50	436	435	433	432	431	430	429	428	427	426
	40	449	447	445	444	443	442	441	439	438	437
	30	465	463	461	460	458	456	455	453	451	450
	20	488	485	483	480	478	475	473	471	469	467
	10	528	523	518	513	509	502	501	498	494	491
Multiplicador 1 sin filtro ND-2 0.01 a 0.001 %T	90x10 ⁻⁴	534	533	533	532	532	531	530	530	529	529
	80	541	540	539	539	538	537	537	536	535	535
	70	548	548	54	546	545	544	544	543	542	542
	60	557	556	555	554	554	553	552	551	550	549
	50	568	567	564	564	563	562	561	560	559	558
	40	581	579	578	576	575	574	573	571	570	569
	30	597	595	593	592	590	588	587	585	583	582
	20	620	617	615	612	610	607	605	60.	601	599
	10	660	655	650	645	641	637	633	630	626	623
Multiplicador 0.1 sin filtro ND-2 0.001 a 0.00001 %T	90x10 ⁻⁵	666	665	665	664	664	663	662	662	661	661
	80	673	672	671	671	670	669	669	668	667	667
	70	680	680	679	678	677	6676	676	675	674	674
	60	689	688	687	686	686	685	684	683	682	681
	50	700	699	697	696	695	694	693	692	691	690
	40	713	711	710	708	707	706	705	703	702	701
	30	729	727	725	724	722	720	719	717	715	714
	20	752	749	747	744	742	739	737	735	733	731
	10	792	787	782	777	773	769	765	762	758	755
00	---	924	885	861	845	832	821	812	805	798	

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE EQUIPO

INTRODUCCIÓN

El propósito de este capítulo es presentar los equipos y materiales mínimos indispensables para que el laboratorio propuesto pueda realizar los métodos de prueba a los conductores y recubrimientos presentados en este trabajo, además que se anexara una lista de los equipos con los cuales cuenta la facultad de Ingeniería.

EQUIPO Y MATERIALES PARA EL LABORATORIO DE PRUEBAS

- Aceite (sugerido el SAE No. 20 ó ASTM No. 2(D471 - 1975))
- Ácido nítrico concentrado (HNO₃)
- Agitador magnético.
- Agua destilada.
- Alcohol etílico.
- Amperímetro.
- Anemómetro (permite medir la velocidad del aire).
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg, con exactitud del 0.1% en la lectura.
- Baño de temperatura constante capaz de mantener una temperatura de 50 ± 0.5 °C
- Botellas de lavado de un diámetro de 55 ± 5 mm.
- Bureta graduada de 25 ml.
- Cabina como se especifica en el apéndice C.
- Calibrador Vernier de carátula o digital con exactitud de 0.02 mm o mejor.
- Cámara refrigerante o dispositivo refrigerador.
- Cámara típica de densidad de humos de acuerdo con graficador incorporado o por separado.
- Capacitor patrón para alta tensión.
- Cilindro de aire seco.
- Cinta de calentamiento de 2.5 x 120 cm con aislamiento de fibra de vidrio, capaz de mantener una temperatura de 200 °C en el conducto de vidrio.
- Comparador óptico
- Contenciómetro (mV).
- Controlador de flujo (llave de aguja o rotámetro).
- Crisol (navecilla de combustión) de aproximadamente 76 x 10 x 9 mm.
- Cronómetro
- Desecador con sales absorbentes de humedad.
- Detector de nulos.
- Dispositivo de incisión
- Doble puente de Kelvin, con un error máximo permisible de $\pm 0.5\%$.
- Electrodo de medida (plata).
- Electrodo de referencia (calomel).
- Escala de acero, con divisiones mínimas no mayores de 1 mm.

- Escala graduada en centímetros.
- Espátula.
- Extensómetro con precisión de 0.01 mm.
- Filtro de densidad neutra tipo M-Carbón de 0.85 de densidad, laminado entre hojas de acetato, o equivalente de acuerdo al espectrofotómetro o colorímetro que se utilice.
- Flujoímetro con capacidad de 0 a 200 ml/min.
- Franela.
- Fuente regulable que permita un incremento con respecto al tiempo en la tensión de salida del transformador, lo más lineal posible hasta alcanzar la tensión de prueba.
- Guantes de seguridad para alta tensión y pértiga para descargar el cable.
- Guantes de carnaza.
- Guía o herramienta especial que corte el conductor a una determinada longitud y haga el corte en ángulo rectos al eje del conductor.
- Horno de convección forzada según el apéndice A.
- Horno de vacío capaz de proporcionar una presión máxima remanente de 5 mm de Hg.
- Horno tubular con control uniforme en rampa de temperatura, capaz de alcanzar 1000 °C. La longitud del horno debe ser de 30 cm como mínimo.
- Interruptor para protección del transformador, diseñado en forma tal, que abra el circuito cuando ocurra una falla.
- Lámina de aluminio de 0.08 mm a 0.13 mm de espesor.
- Lápiz marcador.
- Mampara metálica.
- Mandriles.
- Manguera de silicón.
- Manguera latex.
- Máquina de tensión, según el apéndice B.
- Matraces volumétricos de 500 ml.
- Medidor de resistencia con error máximo del 10%, en el cual se pueda leer un mínimo de 10 MΩ, y que suministre un potencial constante de 500 Volts C.D.
- Micrómetro con aproximación de 0.01 mm.
- Micrómetro con aproximación de 0.001 mm.
- Micrómetro con exactitud de 0.03 mm.
- Micrómetro de caras planas o pie de rey.
- Microscopio-micrómetro
- Molde hecho de Ketos Steel o equivalente de una dureza de 45 Rockwell C. La superficie del molde debe estar cromada con 0.005 mm de espesor mínimo de cromo
- Nitrato de plata décimo normal (AgNO₃ 0.1 N).
- Papel aluminio (espesor de 0.038 ± 0.001 mm).
- Película de polietileno o similar que tenga un valor de absorbancia de 1.0 a 1.2 mili-(Absorb/m) a 375 nm. Como un material alternativo, se puede utilizar polietileno baja densidad grado eléctrico que contenga 1 % de negro de humo de 20 nm tipo horno o canal, el cual se prepara mezclando en un molino de rodillos y posteriormente prensado y moldeado, para formar una película uniforme, de tal manera que no tenga una variación mayor al 4 % del promedio del valor de absorbancia, cuando se mida en diferentes puntos.
- Pinza transportadora.
- Pinzas cortadoras.
- Pinzas para bureta.
- Pinzas.
- Pipeta de 5 ó 10 ml.
- Pipetas volumétricas de 100 ml.
- Prensa dobladora.
- Prensa para Preparación de Placas

- Portatubos
- Puente de capacitancia o Schering de 60 Hz ó 1000 Hz.
- Puente de Wheatstone, con un error máximo permisible de $\pm 0.5\%$.
- Puente para medición de capacitancia que aplique una señal senoidal a una frecuencia de 1000 Hz y con una tensión máxima de 10 Volts. Como alternativa se puede usar un puente que aplique una señal senoidal a 60 Hz y con una tensión de 3150 Volts por mm de espesor de aislamiento.
- Quemador (Mechero) Tirril
- Reactivo Igepal CO-630 (ó Antarox CO-630) en su máxima concentración.
- Recipiente de acero inoxidable, con capacidad suficiente para contener las muestras provisto de un medio de calentamiento que mantenga la temperatura del agua.
- Regla graduada en milímetros
- Regulador.
- Reóstato.
- Resistencia derivadora o externa, cuando se requiera.
- Solución crómica (disolver en mínima cantidad de agua destilada 6 g de dicromato de potasio y después adicionar muy despacio y con cuidado 200 ml de ácido sulfúrico concentrado).
- Solución de hidrógeno de sodio décimo normal (NaOH 0.1N).
- Soporte para espécimen
- Soporte universal.
- Suaje o sacabocados
- Tablero de control
- Tanque de agua de dimensiones adecuadas con una tierra efectiva.
- Tapón de corcho del No. 15.
- Termómetro con escala de 0 a 50°C como mínimo y que permita lecturas de 0.5°C.
- Tijeras.
- Tiras de papel kraft engomado de 94 g/m², de 13 mm de ancho y 0.13 mm de espesor, aproximadamente.
- Transformador de voltaje de c.a. con la potencia necesaria para efectuar la prueba.
- Transformador elevador, excitado por una fuente regulable, capaz de sostener la tensión eficaz durante la prueba y cuyo factor de cresta cuando se tiene la muestra en el circuito, no difiera en $\pm 5\%$ del factor de cresta de una senoide pura, tomando en cuenta la media onda superior de la senoide.
- Tubo de combustión con acoplamiento para entrada y salida de los gases.
- Tubos de vidrio con una longitud nominal de 200 mm y un diámetro nominal exterior de 32 mm.
- Un dispositivo de medición de tensión entre el electrodo y tierra
- Un dispositivo indicador de falla
- Un electrodo que haga contacto con la superficie del aislamiento del conductor
- Un espectrofotómetro o colorímetro, el cual debe ser calibrado a una longitud de onda de 375 nm.
- Una fuente de corriente alterna monofásica
- Vaso Berselius de 300 ml.
- Vasos de precipitado de 600 y 250 ml.
- Voltímetro para medir la tensión de salida del transformador.

EQUIPO CON EL QUE CUENTA LA FACULTAD DE INGENIERÍA

- Amperímetro
- Calibrador Vernier de carátula con exactitud de 0.02 mm o mejor
- Cámara refrigerante
- Doble puente de Kelvin, con un error máximo permisible de $\pm 0.5 \%$.
- Equipo de alta intensidad de corriente
- Franela
- Fuente de corriente alterna monofásica.
- Horno de convección forzada
- Interruptor para protección del transformador, diseñado en forma tal, que abra el circuito cuando ocurra una falla.
- Mandriles.
- Máquina cortadora de muestras
- Máquina de tensión
- Máquina pulidora y rectificadora de muestras.
- Micrómetro de precisión
- Pinzas
- Pinzas cortadoras.
- Puente de capacidad
- Puente de Wheatstone, con un error máximo permisible de $\pm 0.5 \%$
- Tablero de control.
- Transformador elevador de tensión

Con el equipo que cuenta la faculta de Ingeniería se podrían realizar los siguientes métodos de pruebas, considerando que el equipo se encuentra en condiciones optimas para operar y cumple con las especificaciones mencionadas en los métodos de prueba:

NMX-J-066	Determinación de diámetro en conductores eléctricos desnudos- Método de Prueba
NMX-J-190	Resistencia al choque térmico de aislamiento y cubiertas protectoras de PVC de conductores eléctricos- Método de Prueba
NMX-J-193	Doble en frío de aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Métodos de Prueba.
NMX-J-183	Deformación permanente en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos- Método de Prueba
NMX-J-184	Determinación del módulo de elasticidad en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos a base de elastómeros- Método de Prueba
NMX-J-189	Flexibilidad de conductores eléctricos aislados con policloruro de vinilo (PVC)- Método de Prueba

Los siguientes métodos de prueba se podrían realizar si se pudiera adquirir un termómetro, una escalade acero con divisiones mínimas de 1 mm, una balanza y un extensómetro.

NMX-J-129	Determinación de área de la sección transversal de conductores eléctricos- Métodos de Prueba
NMX-J-212	Productos eléctricos- Conductores-Resistencia y Resistividad eléctrica- Método de Prueba.
NMX-J-312	Determinación del esfuerzo de ruptura por tensión y alargamiento de alambres para conductores eléctricos- Método de Prueba.

CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

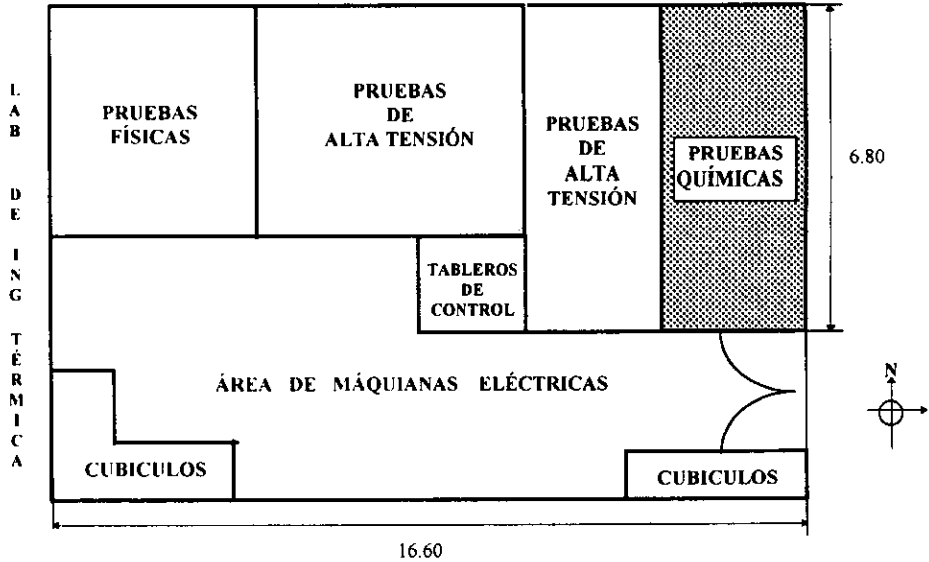
INTRODUCCIÓN

Las pruebas que se realizan por su naturaleza se dividen en químicas, mecánicas y eléctricas. Por lo que este laboratorio se dividirá en tres partes para poder realizar las pruebas.

Dado que el laboratorio de máquinas eléctricas de la Facultad de Ingeniería cuenta con algunas de las áreas y algunos los equipos necesarios para realizar las pruebas, conviene integrar solo el área faltante con el equipo correspondiente para evitar duplicidad, también se hace notar que no se incluye ninguna especificación de las instalaciones dado que este laboratorio ya cuenta con ellas, como son la instalación de luz, agua, tierra física, etc.

A continuación se describe el laboratorio con las medidas y distribución encontradas en la actualidad y solo se agregará lo necesario.

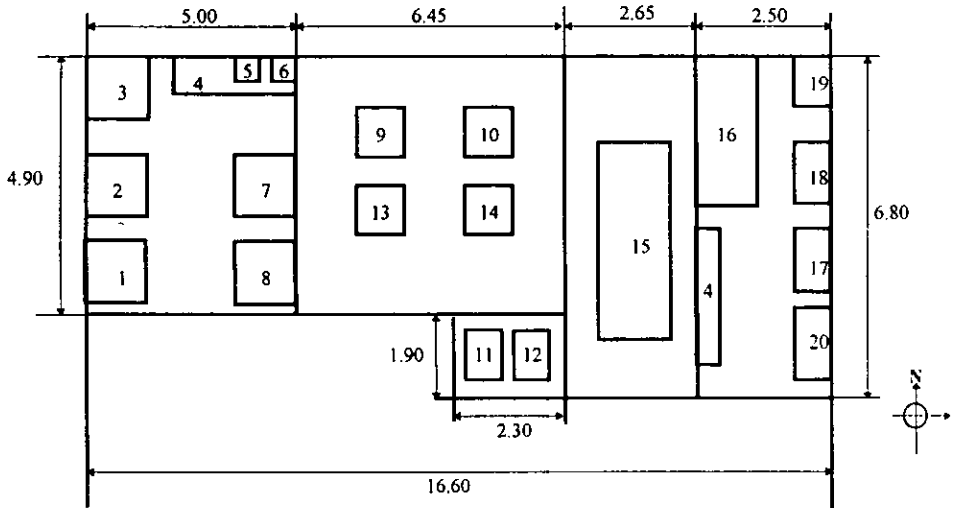
PLANO DE LOCALIZACIÓN LABORATORIO DE FLUIDOS



 **ÁREA AGREGADA**

TODAS LAS COTAS ESTAN EN METROS

PLANO DEL LABORATORIO DE PRUEBAS



TODAS LAS COTAS ESTAN EN METROS

1. Horno de convección forzada
2. Cámara refrigerante
3. Tanque de agua
4. Mesa de trabajo
5. Máquina pulidora y rectificadora de muestras
6. Máquina sacabocados
7. Máquina de tensión
8. Probador de alta corriente
9. Transformador elevador de tensión 35 KV ca
10. Transformador elevador de tensión 35 KV ca
11. Tablero de control del transformador 9
12. Tablero de control del transformador 10
13. Equipo elevador de tensión 60 KV ca
14. Equipo elevador de tensión 100 KV cd
15. Equipo elevador de tensión 100 KV ca
16. Pruebas Químicas
17. Prueba de Flama
18. Prueba de Incendio
19. Prueba de Humo
20. Horno de envejecimiento

CAPITULO V

CRITERIOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN Y OPERACIÓN DEL LABORATORIO DE PRUEBAS.

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentaran los criterios generales para determinar la competencia técnica del laboratorio para su acreditamiento, sin dicho acreditamiento el laboratorio no podría prestar su servicios. Los criterios que aquí se definen son los que serán aplicados por el organismo acreditador SINALP (Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorio de Pruebas).

Criterios Generales para la evaluación del laboratorio de prueba.

I ALCANCES DEL ACREDITAMIENTO

1. El alcance de un acreditamiento debe ser definido sin ambigüedad mediante referencia a una o varias pruebas y/o técnicas analíticas, abarcando uno o varios campos de pruebas y cuando sea pertinente, mediante referencia a los productos. Con este fin, las pruebas deben ser definidas de manera tan precisa como sea posible mediante referencia a los productos sometidos a prueba, a las características o comportamientos medidos y a los métodos de prueba aplicados o referencias.
2. Deben estar definidos los métodos de prueba utilizados para la ejecución de una prueba para la que se concede un acreditamiento mediante referencia a una norma o a un procedimiento totalmente documentado.
3. Solo se concederá el acreditamiento a entidades técnicas definidas, las cuales pueden estar situadas en instalaciones permanentes o móviles del laboratorio.

II SOLICITUD DE ACREDITAMIENTO

1. Se solicitará al representante debidamente autorizado que tenga asignada la responsabilidad del laboratorio solicitante, la firma de un formulario oficial, en que:
 - a) Este definido el alcance del acreditamiento deseado.
 - b) El solicitante declare reconocer la forma de funcionamiento del SINALP:
 - c) El solicitante acepte cumplir el procedimiento de acreditamiento, especialmente recibir al equipo evaluador, pagar los gastos por concepto de evaluación con independencia del resultado de la misma y aceptar los gastos que se ocasionen en el futuro por concepto de la verificación subsiguiente del laboratorio acreditado.
 - d) El solicitante acepte satisfacer los criterios de acreditamiento.

2. Se entregara a los laboratorios solicitantes una descripción detallada del procedimiento de acreditamiento y un documento que describa los derechos y deberes de los laboratorios acreditados (incluyendo las tarifas a pagar por los laboratorios solicitantes y por los acreditados).
3. Se proporcionara al laboratorio solicitante, previa petición, toda la información complementaria pertinente.

III PROCESO DE ACREDITAMIENTO

El proceso de acreditamiento incluirá:

1. Visita previa.
2. La recolección de la información requerida para evaluar al laboratorio.
3. La designación de uno o varios evaluadores calificados quienes se encargaran de evaluar al laboratorio solicitante.
4. La evaluación del laboratorio solicitante.
5. El análisis de toda la información necesaria durante la evaluación.
6. La decisión, si procede, de conceder el acreditamiento con o sin condiciones, al laboratorio solicitante y la definición del alcance de dicho acreditamiento, o la denegación del acreditamiento al laboratorio solicitante.

IV INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA EVALUACIÓN

El laboratorio solicitante proporcionara antes de la evaluación la información siguiente:

1. Características generales del laboratorio solicitante (entidad corporativa, nombre, dirección, estado jurídico, recursos humanos y técnicos).
2. Información general relativa al laboratorio solicitante, tal como principales actividades, situación dentro de una entidad corporativa mayor y situación geográfica de los laboratorios involucrados.
3. Para cada entidad técnica involucrada, la lista de pruebas para las que desea el acreditamiento.
4. Nombres y cargos de las personas propuestas como responsables de la validez técnica de los informes de pruebas (signatarios autorizados).
5. Descripción de la organización interna y del sistema de la calidad utilizado por el laboratorio solicitante para proporcionar confianza en la calidad de sus servicios de pruebas facilitando su manual de la calidad, y cuando sea apropiado, sus principales planes de la calidad y de la evidencia de la trazabilidad de sus mediciones y patrones nacionales o internacionales.
6. Modelos de los informes de pruebas que el laboratorio solicitante planea emitir si es acreditado.

V NOMBRAMIENTO DE EVALUADORES

Se facilitara al laboratorio solicitante el o los nombres de los evaluadores calificados y designados para llevar a cabo la evaluación con la suficiente antelación como para permitir al laboratorio aceptar sus nombramientos.

Los evaluadores serán designados formalmente, la orden dada a los evaluadores estará claramente definida y será comunicada al laboratorio solicitante.

VI EVALUACIÓN

El laboratorio solicitante, incluyendo todas las entidades técnicas cubiertas por la solicitud, será sometido a una evaluación por los evaluadores y por representantes del SINALP. El equipo evaluador debe proporcionar al SINALP toda la información oportuna concerniente a la aptitud del laboratorio solicitante para cumplir con los criterios de acreditamiento y con otros posibles criterios adicionales, incluyendo aquellos que puedan derivarse del resultado de las pruebas de aptitud cuando así se requiera.

Se entregaran al laboratorio solicitantes un informe con las conclusiones de la evaluación. Se invitara a este a presentar sus comentarios sobre este informe y, si es necesario, sus observaciones sobre acciones correctivas tomadas o previstas dentro de un plazo determinado.

VII REVISIÓN DE DOCUMENTOS RELATIVA A LA EVALUACIÓN

El formularios de solicitud llenado por el laboratorio, la información recopilada durante la evaluación el informe de los resultados de la evaluación, los comentarios del laboratorio solicitante, y cualquier otra información relacionada recibida será analizada por el organismo de acreditamiento.

El propósito de este análisis es determinar si la información recopilada indica, o no, que el laboratorio satisface los criterios de acreditamiento y otros posibles criterios técnicos adicionales.

VIII DECISIÓN RELATIVA AL ACREDITAMIENTO

La decisión de acreditar o no a un laboratorio será tomando por el organismo de acreditamiento con base en los resultado del análisis efectuado conforme al punto VII.

El acreditamiento puede limitarse en el tiempo y acompañarse de ciertas condiciones y restricciones.

Todas las decisiones de denegación o de limitación del alcance del acreditamiento será tomada después de que el laboratorio implicado haya tenido la posibilidad de exponer sus razones.

IX EVALUADORES

1. Competencia de los evaluadores:

El evaluador o el equipo designado para evaluar un laboratorio de prueba debe:

- a) Conocer los criterios de acreditamiento y los posibles criterios adicionales y estar familiarizado con el procedimiento de acreditamiento aplicable.
- b) Estar familiarizado técnicamente con las pruebas específicas y/o técnicas analíticas para las que se solicita el acreditamiento.
- c) Ser capaz de comunicarse eficazmente en forma verbal y escrita.
- d) Estar libre de todo interés que pudiera impulsarle a actuar de forma parcial, no confidencial o discriminatoria.

2. Procedimiento de calificación:

El SINALP debe disponer de un procedimiento adecuado para la calificación de los evaluadores que incluya un examen de su competencia y formación, así como la participación en una o varias evaluaciones con un evaluador calificado.

3. Registros:

El SINALP debe establecer y mantener actualizados registros sobre los evaluadores.

4. **Procedimiento para los evaluadores:**
Los evaluadores deben disponer de un conjunto de procedimientos actualizados que proporcionen las instrucciones para la evaluación y toda la información útil sobre las disposiciones en materia de acreditamiento.
5. **Designación de evaluadores:**
El SINALP debe disponer de procedimientos que le permitan:
 - a) Asegurar que un evaluador calificado acepte ser designado para evaluar un laboratorio determinado, en el periodo de tiempo solicitado.
 - b) Designar un líder del grupo evaluador.
 - c) Asegurar que los miembros del equipo evaluador disponen de toda la información necesaria para la evaluación del laboratorio, por ejemplo, los informes requeridos por la evaluación, las normas que describan las pruebas para las que solicita el acreditamiento, y los informes de evaluación previos, cuando proceda.

X MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1. Será publicada, actualizada periódicamente y puesta a disposición de todas las partes interesadas, una descripción del método de evaluación utilizado para verificar la conformidad del laboratorio solicitante con los criterios de acreditamiento y con otros adicionales.
2. Parar garantizar que la evaluación sea completa y correcta, cada miembro del equipo evaluador debe recibir los documentos apropiados, tales como: hojas de trabajo o listas de verificación.

XI INFORME DE EVALUACIÓN

El equipo evaluador debe preparar y presentar en un plazo definido al SINALP un informe escrito sobre la evaluación al laboratorio de pruebas.

Un ejemplar, un resumen o las partes apropiadas de este informe serán enviadas al laboratorio solicitante.

Este informe seguirá una estructura establecida por el SINALP, comprendiendo como mínimo:

1. Los nombres de los miembros del equipo evaluador.
2. La firma del líder evaluador.
3. Los nombres y direcciones de las entidades técnicas evaluadas.
4. El alcance de la solicitud de acreditamiento.
5. Informe sobre las calificaciones técnicas, la formación, la experiencia y la función del personal entrevistado y especialmente de las personas responsables de la validez técnica de los informes de prueba.
6. Comentarios sobre la adecuación de la organización interna y de las medidas adoptadas por el laboratorio solicitante para proporcionar confianza en la calidad de sus servicios de prueba.
7. Información sobre toda prueba de aptitud realizada por el laboratorio solicitante, los resultados de estas pruebas de aptitud y el uso de estos resultados por el laboratorio.
8. Comentarios del equipo evaluador sobre la conformidad del laboratorio solicitante con los criterios de acreditación.
9. Comentarios sobre la presentación de los informes de prueba.
10. Comentarios sobre las acciones tomadas para corregir toda no conformidad identificada durante las evaluaciones precedentes..

XII PRUEBAS DE APTITUDES

El SINALP puede, si lo juzga necesario, solicitar a los laboratorios de prueba que participen en pruebas de aptitud. Las pruebas de aptitud deben ser organizadas por el SINALP.

En caso de que los resultados de la participación en las pruebas de aptitud requeridas no sean satisfactorias, se reconsiderará la concesión o el mantenimiento del acreditamiento. Sin embargo, no se concederá o mantendrá un acreditamiento solamente con base en el resultado de las pruebas de aptitud.

XIII SUPERVISIÓN A LOS LABORATORIOS ACREDITADOS

Posterior al acreditamiento de un laboratorio se deben efectuar seguimiento a intervalos regulares para asegurar que el laboratorio continua satisfaciendo los requisitos del acreditamiento.

XIV AMPLIACIÓN DEL ALCANCE DE ACREDITAMIENTO

El SINALP debe disponer de procedimientos escritos para la evaluación de los laboratorios que soliciten el acreditamiento para pruebas adicionales.

Cuando un laboratorio acreditado solicita la ampliación de el acreditamiento para una entidad técnica aun no acredita, se debe llevar a cabo una evaluación completa de esta entidad.

XV INFORME DE PRUEBAS DE UN LABORATORIO ACREDITADO

En general, solo se permitirá a un laboratorio acreditado hacer referencia a su acreditamiento en los informes de prueba correspondientes a las pruebas o productos.

Sin embargo, en ciertas circunstancias, el organismo de acreditamiento puede permitir al laboratorio incluir en tales informes el resultado de las pruebas para los que no se ha concedido acreditamiento a condición de que se identifique con claridad y sin ambigüedad los resultados a los que no se aplica el acreditamiento.

Cuando se subcontrate una prueba o parte de una prueba (ver capítulo XVI), esta situación debe figurar claramente en el informe de prueba.

XVI SUBCONTRATACIÓN POR LABORATORIOS ACREDITADOS

El SINALP solamente permitirá a los laboratorios acreditados subcontratar las pruebas cuando el laboratorio subcontratado tenga un acreditamiento para las pruebas.

Las pruebas subcontratadas deben constituir una parte minoritaria del total de las pruebas realizadas por el laboratorio acreditado que efectúa la subcontratación, el cual debe asumir la responsabilidad total de todas las pruebas subcontratadas.

XVII CANCELACIÓN O SUSPENSIÓN DEL ACREDITAMIENTO

El SINALP debe contar con los procedimientos para preceder a la cancelación o suspensión del acreditamiento, en caso de que la actividad de supervisión a que se hizo referencia en el punto XIII manifieste que el laboratorio no esta operando de manera congruente con los lineamiento establecidos, o bien en atención a la solicitud expresa del laboratorio para cancelar voluntariamente su acreditamiento.

XVIII APELACIÓN

Todas decisiones de denegación, limitación, suspensión o cancelación será tomadas después de que el laboratorio implicado haya tenido la posibilidad de apelar la decisión mediante el mecanismo establecido para tal efecto por el SINALP.

XIX RENOVACIÓN

Al término de la vigencia, cancelación o suspensión del acreditamiento, el laboratorio podrá solicitar por escrito al SINALP la renovación del mismo, sujetándose nuevamente al proceso de acreditamiento descrito en el punto III.

Criterios Generales para la operación del laboratorio de prueba.

I GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN

El laboratorio de pruebas debe:

1. Contar con una estructura de organizaciones que le permita mantener la capacidad de ejecutar satisfactoriamente las funciones técnicas para las cuales se le concede el acreditamiento.
2. Estar organizado de tal manera que cada persona este enterada, tanto de la extensión como de las limitaciones de su área de responsabilidad.
3. Contar con un Representante Autorizado
4. Contar con uno o mas Signatario Autorizados quienes serán responsables de todas las operaciones técnicas del laboratorio.

La organización debe asegurar una supervisión adecuada con personal familiarizado con los procedimientos operativos y técnicos, con los objetivos establecidos por el propio laboratorio y con la evaluación de los resultados de las pruebas.

La organización y distribución de las responsabilidades debe encontrarse en un documento debidamente actualizado y oficializado.

II PERSONAL

El personal debe tener la preparación o capacitación necesaria, adiestramiento, conocimiento técnicos y experiencia para desempeñar satisfactoriamente sus funciones asignadas.

El personal debe estar sujeto a programas continuos de capacitación y entrenamiento con evaluación periódicas y conservar las constancias respectivas. Dichos programas pueden ser cubiertos por el laboratorio con instructores internos y/o externos.

El personal de nuevo ingreso debe ser adiestrado para el desempeño de sus funciones y debe ejecutar pruebas bajo supervisión, hasta ser aprobada su aptitud.

Los signatarios autorizados así como el personal de mando de las áreas en que se solicita el acreditamiento, deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Tener capacidad reconocida en el área correspondiente.
2. Tener experiencia mínima comprobable de tres años en el área de laboratorio de pruebas de la rama específica.
3. En caso especiales, esta experiencia mínima podrá ser diferente a la establecida y será determinada por el SINALP.
4. Tener conocimientos sobre el manejo e interpretación de las normas, métodos y equipos de prueba.
5. Contar con personal competente que sustituya al signatario autorizado así como al personal operativo durante sus ausencias.
6. El laboratorio debe mantener actualizadas las informaciones relativas a la calificación, formación y experiencia de su personal técnico.

III LOCALES Y EQUIPO.

1. DISPONIBILIDAD

El laboratorio debe estar provisto de todos los equipos necesarios para la ejecución correcta de las pruebas y mediciones para las cuales se ha declarado competente. Cuando excepcionalmente el laboratorio se encuentra obligado a utilizar un equipo ajeno, debe asegurarse de su capacidad y trazabilidad.

2. LOCALES Y CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales en que se llevan a cabo las pruebas no deben invalidar los resultados de estas sin comprometer la exactitud requerida de las mediciones, especialmente cuando las pruebas se efectúan en lugares distintos a los locales permanentes del laboratorio. Los locales en que se ejecutan las pruebas deben estar protegidos según se requiera, contra las condiciones extremas, tales como exceso de calor, polvo, humedad, vapor, ruido, vibraciones y perturbaciones o interferencias electromagnéticas, y deben ser objeto de un mantenimiento apropiado. Los cuales deben ser lo suficientemente espaciosos para limitar los riesgos de daño o de peligro y para permitir a los operarios facilidad y precisión en sus movimientos. Los locales deben disponer de los equipos y de las fuentes de energía necesarios para las pruebas. Cuando así lo indiquen los métodos de prueba, los locales deben estar equipados con dispositivos de control de las condiciones ambientales.

El acceso a las áreas de prueba y su utilización deben controlarse de manera adecuada a los fines previstos y establecerse condiciones para la entrada de personas ajenas al laboratorio.

Deben tomarse las medidas adecuadas para asegurar el buen mantenimiento y conservación del laboratorio de pruebas.

Las instalaciones deben contar con los elementos adecuados que garanticen la seguridad del personal y protección del medio ambiente.

3. EQUIPOS

Todos los equipos deben mantenerse adecuadamente y estar disponibles los detalles sobre los procedimientos de mantenimiento.

Cualquier equipo que haya sufrido una sobrecarga, haya sido objeto de un uso inadecuado, proporcione resultados dudosos, resulte defectuoso al realizar su calibración o por cualquier otro medio, debe ser puesto fuera de servicio, etiquetado claramente con esta circunstancia y almacenado en un lugar especificado, hasta que haya sido reparado y reconocido como apto mediante prueba o calibración, para realizar su función de manera satisfactoria.

El laboratorio debe examinar los efectos de este defecto sobre las pruebas precedentes. Debe llevarse y tener siempre actualizado, un registro por cada uno de los equipos de medición y prueba. Este registro debe comprender los datos siguientes:

- a) El nombre del equipo.
- b) El nombre del fabricante, la identificación del tipo y el número de serie.
- c) La fecha de recepción y la fecha de puesta en servicio.
- d) El emplazamiento habitual, si es el caso.
- e) Su estado cuando fue incorporado (por ejemplo nuevo usado, reacondicionado).
- f) Detalles sobre el mantenimiento realizado.
- g) Historial de cualquier daño, mal funcionamiento, modificación o reparación.

Los equipos de medición y prueba que requieran ser utilizados en el laboratorio, deben calibrarse antes de su puesta en servicio y posteriormente, cuando sea necesario de acuerdo con el programa de calibración definido.

El programa global de calibración de los equipos deben concebirse y aplicarse de forma que, cuando sea aplicable, pueda asegurarse la trazabilidad de las medidas efectuadas por el laboratorio en relación con patrones nacionales o internacionales disponibles. Cuando no sea aplicable la trazabilidad en relación con patrones nacionales o internacionales, el laboratorio de pruebas debe poner de manifiesto satisfactoriamente la correlación o la exactitud de los resultados de pruebas (por ejemplo mediante su participación en una comparación de pruebas interlaboratorios).

Los patrones de referencia a cargo del laboratorio solo se utilizarán para la calibración, excluyéndose cualquier otro uso.

Los patrones de referencia serán calibrados por un organismo competente capaz de asegurar la trazabilidad con referencia a un patrón nacional o internacional.

Cuando proceda, el equipo de prueba debe someterse a verificaciones en servicio, entre las calibraciones periódicas.

Los materiales de referencia deben referirse a patrones nacionales o internacionales.

4. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

a) Métodos de prueba y procedimientos

El laboratorio de pruebas debe disponer de las instrucciones escritas adecuadas sobre la utilización y el funcionamiento de todos los equipos pertinentes, sobre la preparación y manipulación de los objetos sometidos a prueba (cuando sea necesario) y sobre las técnicas de prueba normalizadas, cuando la ausencia de estas instrucciones pudiera comprometer la eficacia del proceso de prueba. Todas las instrucciones, normas, manuales y datos de referencia útiles para el trabajo del laboratorio deben mantenerse actualizadas y estar disponibles en el momento y lugar en que el personal las requiera.

El laboratorio de pruebas debe emplear los métodos y procedimientos prescritos por la especificación técnica de acuerdo con la cual se prueba el producto. Esta especificación técnica tendrá que estar a disposición del personal que ejecuta las pruebas.

El laboratorio debe rechazar las solicitudes para realizar pruebas según métodos que puedan comprometer la objetividad del resultado o que tengan una validez dudosa.

Cuando sea necesario utilizar métodos y procedimientos no normalizados, estos deberán estar completamente descritos en documentos.

Todo cálculo o transferencia de datos deberán controlarse adecuadamente.

Si los resultados se obtienen por técnicas informáticas de procesamiento de datos, el sistema debe tener fiabilidad y estabilidad apropiadas para que la exactitud de los resultados no quede comprometida. El sistema debe tener la capacidad de detectar fallas eventuales durante la ejecución del programa y tomar las medidas adecuadas.

b) Sistema de calidad

El laboratorio debe tener implantado un sistema de calidad apropiado al tipo, alcance y volumen de sus actividades.

Los elementos de este sistema deben estar descritos en un manual de calidad que estará a disposición del personal del laboratorio. El manual de calidad debe mantenerse al día por un miembro responsable del laboratorio nombrado para ello.

Para el aseguramiento de calidad en el laboratorio deben asignarse por la dirección del laboratorio uno o varios responsables que tengan acceso directo al más alto nivel de la dirección.

El manual de calidad debe contener como mínimo:

- i) Una declaración que exprese la política de calidad.
- ii) La estructura del laboratorio (organigrama)
- iii) Las actividades funcionales y operaciones relativas a la calidad de manera que cada persona afectada conozca la extensión y límite de sus responsabilidades.
- iv) Los procedimientos generales de aseguramiento de calidad.
- v) En su caso, una referencia a los procedimientos de aseguramiento de calidad específicos de cada prueba.
- vi) Cuando sea necesario, una referencia a las pruebas de aptitud, la utilización de materiales de referencia, etc.
- vii) Las disposiciones adecuadas relativas a información de retorno y a las acciones correctivas cuando se detecten anomalías en el curso de las pruebas.
- viii) Un procedimiento para el tratamiento de las reclamaciones.

El sistema de calidad debe revisarse sistemática y periódicamente por la dirección o en su nombre, con el fin de asegurar su eficacia permanente y, en su caso, iniciar las acciones correctivas necesarias.

Estas revisiones deben quedar registradas, así como los detalles de cualquier medida correctiva que se haya tomado.

c) Informe de las pruebas

Cada trabajo realizado por el laboratorio debe ser objeto de un informe que presente de una forma exacta, clara y sin ambigüedades los resultados de la prueba y cualquier otra información útil.

Cada informe de pruebas debe contener al menos, la siguiente información:

- i) Nombre y dirección del laboratorio, así como el lugar de realización de las pruebas cuando sea diferente de la dirección del laboratorio.
- ii) Identificación única del informe (ejemplo, mediante un número de serie) y de cada una de sus páginas, así como el número total de páginas.
- iii) Nombre y dirección del cliente.

- iv) Descripción e identificación de los objetos sujetos a prueba.
- v) Fecha de recepción de la muestra y la fecha o fechas de realización de las pruebas.
- vi) Identificación de la especificación de la prueba o descripción del método o procedimiento incluyendo el equipo utilizado.
- vii) Descripción del procedimiento de muestreo, cuando proceda.
- viii) Cualquier desviación, adición o exclusión de la especificación de prueba y cualquier otra información relativa a una prueba específica.
- ix) Identificación de cualquier otra información relativa a una prueba específica.
- x) Identificación de cualquier método o procedimiento de prueba no normalizado que se haya utilizado.
- xi) Mediciones, exámenes y resultados derivados apoyados cuando proceda con tablas, gráficas, dibujos y fotografías, así como los posibles fallas detectadas.
- xii) Indicación de la incertidumbre de las mediciones en su caso.
- xiii) Firma y cargo del signatario autorizado y la fecha de emisión del mismo.
- xiv) Declaración de que el informe de pruebas solo afectara al (los) objetivo(s) sometido(s) a prueba.
- xv) Indicación de que el informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.

Debe prestarse especial atención y cuidado a la estructura del informe de pruebas, especialmente en los que se refiere a la presentación de los datos y resultados de las pruebas y a la facilidad de comprensión por las personas que lo lean. Los impresos se diseñaran cuidadosa y específicamente para cada tipo de prueba, normalizando, en la medida de los posible, las cabeceras del documento.

Las correcciones o adiciones a un informe de pruebas emitido deberán realizarse únicamente por medio de otro documento titulado de manera adecuada por ejemplo "Modificaciones/suplemento al informe de pruebas número de serie. (o como estuviera identificado)" el cual deberá ajustarse a las disposiciones correspondientes de los apartados anteriores.

Un informe de pruebas no debe contener ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de las pruebas. Los resultados de las pruebas deben presentarse con precisión, claridad, íntegramente y sin ambigüedades, de conformidad con las prescripciones que puedan formar parte de los métodos de pruebas. Los resultados cuantitativos deberán presentarse con sus incertidumbres calculadas o estimadas.

Los resultados de las pruebas obtenidas de elementos que han sido seleccionados mediante un muestreo estadístico de un lote o una producción, se utilizan frecuentemente para inferir las propiedades de este lote o de esta producción. Cualquier extrapolación realizada sobre la base de los resultados de las pruebas a las propiedades de un lote o de una producción deberá ser objeto de un documento separado.

NOTA: Los resultado de las pruebas pueden consistir en mediciones, conclusiones obtenidas mediante exámenes visuales o de la utilización práctica del objeto presentado a prueba, resultados derivados o cualquier otro tipo de observación que se desprenda de la actividad de prueba. Los resultados de las pruebas pueden ser apoyados con tablas, fotografías o cualquier otra información gráfica identificada de forma conveniente.

d) **Registros**

El laboratorio debe disponer de un sistema de registro que responda a sus características particulares y que este de acuerdo con las posibles disposiciones legales y reglamentarias en vigor. Deben conservarse todas las observaciones iniciales, cálculos, resultados derivados de estos, registros de calibración y los informes finales de las pruebas, durante un periodo apropiado. Los registros de cada prueba contendrán la información suficiente para permitir la repetición de la misma. Los registros deben incluir la identificación del personal encargado del muestreo de la preparación y de las pruebas.

Todos los registros e informes de pruebas deben conservarse en lugar seguro y tratarse de formar confidencial con el fin de salvaguardar los intereses del cliente, a menos que la ley disponga otra cosa.

e) **Manejo de muestra u objetos presentados a pruebas**

Debe aplicarse un sistema para identificar las muestras o los objetos que deban probarse, mediante los documentos apropiados o por marcado, de manera que no pueda haber confusión alguna sobre la identidad de la muestra o sobre los resultados de las mediciones realizadas.

Debe existir un procedimiento cuando sea necesario un almacenamiento específico de muestras o de objetos.

En todas las fases de almacenamiento, manipulación y preparación para la ejecución de las pruebas deben adoptarse precauciones para evitar cualquier deterioro de las muestras o de los objetos a probar, por ejemplo contaminación, corrosión o aplicación de esfuerzos que pudieran invalidar los resultados. Debe respetarse cualquier instrucción proporcionada con la muestra u objeto relativa al mismo.

Debe disponerse de reglas claras para la recepción, la conservación y disposición de las muestras.

f) **Confidencialidad y seguridad**

El personal del laboratorio deberá guardar secreto profesional sobre toda la información obtenida en el desempeño de sus tareas.

El laboratorio deberá respetar los términos y las condiciones requeridas por el usuario de sus servicios para asegurar la confidencialidad y la seguridad de sus prácticas.

g) **Subcontratación**

Los laboratorios deberán normalmente realizar por su mismo las pruebas cuya ejecución contraten. Cuando excepcionalmente un laboratorio subcontrate alguna parte de las pruebas, este trabajo deberá confiarse a otro laboratorio de pruebas que cumpla las prescripciones de esta norma. El laboratorio de pruebas debe asegurarse y debe ser capaz de demostrar que su subcontratista esta capacitado para realizar los servicios requeridos, cumpliendo los mismos criterios de competencia en los que se refiere a los servicios subcontratados. El laboratorio de pruebas deberá dar cuenta a su cliente de su intención de confiar una parte de las pruebas a otros laboratorio.

El subcontratista debe ser aceptado por el cliente.

El laboratorio de pruebas deberá registrar y conservar los detalles reunidos al realizar su investigación sobre la competencia y adecuación de los subcontratistas, así como mantener un registro de todas sus subcontrataciones.

5. COOPERACIÓN

a) Cooperación con los clientes

El laboratorio de pruebas ofrecerá una cooperación al cliente o a su representante, para que este pueda definir correctamente su pedido y pueda controlar el buen desarrollo de los trabajos a realizar por aquel.

Esta cooperación se refiere principalmente a:

- i) Permitir el acceso del cliente, o de su representante, a los sectores del laboratorio de pruebas en los que se ejecutan pruebas, para presenciarlas. Se entiende que tal acceso no debe perturbar, en ningún caso el buen desarrollo de las pruebas, ni la aplicación de las reglas de la confidencialidad relativa a los trabajos realizados para otros clientes, ni perjudicar la seguridad.
- ii) La preparación, embalaje y expedición de muestras o elementos de pruebas que necesite el cliente para su verificación.

El laboratorio de pruebas debe disponer de un procedimiento específico para el tratamiento de las reclamaciones. Este procedimiento debe estar por escrito y debe estar disponible para cuando se solicite.

b) Cooperación con el SINALP

El laboratorio de pruebas ofrecerá una cooperación razonable al organismo de acreditación y a sus representantes en la medida en que sea necesaria para permitir un control del cumplimiento de las prescripciones de este documento y de otros criterios complementarios.

Esta cooperación comprenderá:

- i) El acceso del representante a los sectores apropiados del laboratorio de pruebas para presenciar las pruebas.
- ii) Cualquier comprobación razonable que permita el SINALP verificar la capacidad del laboratorio para realizar las pruebas.
- iii) La preparación el embalaje y la expedición de las muestras o elementos de pruebas que para la verificación necesite el SINALP.
- iv) La participación en cualquier programa apropiado de pruebas de aptitud o de comparación que pudiera razonablemente juzgar como necesario el SINALP.
- v) La autorización al SINALP para examinar los resultados de sus auditorías internas o de las pruebas de aptitud.
- vi) Cooperación con otros laboratorios y con los organismos de normalización o reglamentación.

Con el fin de mantener la precisión requerida, cuando sea apropiado, debe organizarse regularmente una comparación de los resultados de las pruebas mediante pruebas de aptitud.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han planteado 26 métodos de prueba de los cuales la facultad de Ingeniería en sus condiciones actuales podría realizar solo 6 de ellos y si tuviera la posibilidad de hacer una pequeña inversión para adquirir equipo podrían realizarse 3 métodos más; considerando que el equipo con el que cuenta la facultad se encontrara en condiciones optimas para operar. Con los cuales no podría prestar servicio a la industria, pero es un buen principio para que este tipo de pruebas pudieran realizarse por los alumnos para integrarlos a la normalización.

Sería recomendable que este tipo de pruebas pudieran incluirse dentro del plan de estudios de la carrera, tal vez como laboratorio, ya que algunas pruebas pueden realizarse en cuestión de hora como es la NMX-J-66, o algunos alumnos interesados puedan realizar su servicio social, además de que sería una excelente oportunidad para que los alumnos participen en este laboratorio donde habría una verdadera relación entre escuela - industria.

Para que la Facultad de Ingeniería pudiera obtener certificación como laboratorio de pruebas tendría que contar con todo el equipo y materiales necesarios para realizar los métodos de prueba, realmente no se necesitaría hacer una inversión tan grande ya que esta cuenta con instalaciones apropiadas y con algunos equipos necesarios para realizar por lo menos 6 de ellas. En necesario hacer notar que en este trabajo nos hemos enfocado en métodos de prueba, pero para que el laboratorio obtuviera dicha certificación es necesario cubrir todas las normas requeridas por la norma obligatoria, es decir, si el laboratorio quisiera certificarse con la NMX-J-010 tendría que cumplir con las siguientes normas:

NMX-J-012, NMX-J-036, NMX-J-040, NMX-J-093, NMX-J-177, NMX-J-178,
NMX-J-186, NMX-J-189, NMX-J-190, NMX-J-191, NMX-J-192, NMX-J-193,
NMX-J-194, NMX-J-293, NMX-J-294, NMX-J-473, NMX-J-474, NMX-Z-012,

y si este quisiera certificar más de una norma obligatorio tendría que contar con todos los elementos que la otra norma requiriera. No es necesario que el laboratorio se certificara con muchas norma, se podría empezar con una sola norma y poco a poco este laboratorio podría seguirse implementando para poder realizar otras.

Es importante hacer notar que México aun no se ha desarrollado plenamente en la normalización y cuenta con pocos laboratorios calificados para hacer este tipo de trabajo, así que la Universidad como centro de enseñanza e investigación podría ponerse al servicio de las empresas para realizar certificaciones..

APÉNDICE A

DESCRIPCIÓN DEL HORNO EN CONVECCIÓN

Este apéndice cubre las características de hornos de convección forzada de aire, con calentamiento eléctrico, usados para evaluación de pantallas semiconductoras, aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos a base de materiales termofijos y termoplásticos.

a) Las dimensiones interiores de la cámara de calentamiento del horno deben ser las siguientes:

FRENTE: 30 cm (mínimo)

ALTO: 30 cm (mínimo)

FONDO: 30 cm (mínimo)

- b) Las dimensiones interiores y los aislamientos de la cámara de calentamiento, deben ser tales que los especímenes se coloquen verticalmente, sin tocarse entre si, ni con las partes metálicas de la cámara.
- c) La fuente de calor debe estar localizada en la entrada del aire, fuera de la cámara de calentamiento.
- d) Debe tener un termómetro que registre las temperaturas durante el tiempo que dure la prueba, localizado en la parte superior central de la cámara de calentamiento y cerca del centro donde se colocan los especímenes.
- e) El horno debe estar provisto con un control automático de temperatura capaz de mantener constantemente la temperatura especificada. El sensor del control automático debe estar localizado en un lugar adyacente al sensor del termómetro registrador.
- f) Para evitar zonas de sobrecalentamiento o zonas frías en la cámara del horno este debe contar con dispositivos tales como divisiones interiores, placas o pantallas que sirvan para uniformizar la temperatura interior.
- g) El aire que contenga el horno se debe renovar, de manera que las diferencias de temperatura entre dos puntos cualesquiera del espacio destinado a los especímenes de prueba.
- h) Si la convección forzada se obtiene por la acción de un ventilador conectado a un motor provisto de conmutador, el aire que circule en el interior de la cámara no debe entrar en contacto con el conmutador, para evitar que el ozono formado por las chispas de las escobillas actúe sobre los especímenes.

APÉNDICE B

MAQUINA DE TENSIÓN

Es un dispositivo mecánico para aplicar una carga (Fuerza) de tensión a un espécimen. El rango de carga de la maquina debe seleccionarse de acuerdo a las cargas de ruptura esperadas de los alambres. La máquina debe estar provista de un indicador de registro de carga. La precisión debe ser de $\pm 1\%$ para máquina con capacidad de 50 a 5000 kg y de $\pm 2\%$ para máquinas de 0 a 50 kg. La máquina debe estar equipada con mordazas para sujetar los especímenes de prueba. La colocación de estas mordazas en la máquina debe ser tal que, al efectuarse las pruebas, el eje del espécimen coincida con la línea central de las mordazas de la máquina, asegurando de ese modo que el esfuerzo de tensión sea totalmente axial y que no se introduzcan esfuerzos de flexión que no están considerados en estas pruebas. Las mordazas mas usuales son las de cuña con caras, estriadas interiormente. Es recomendable, para una mejor sujeción, que la longitud total de las caras estriadas de las mordazas estén en contacto con el espécimen en prueba.

APÉNDICE C

CABINA

Sus dimensiones deberán estar de acuerdo con la figura 1 y debe contar con los siguiente elementos

- a) Puertas
Tres puertas con empaque, que permitan tener un cierre hermético.
- b) Ventanillas
Instaladas en cada una de las puertas.
- c) Ventilás
Localizadas en la parte inferior de las puertas laterales y que permitan regular la velocidad del aire.
- d) Estructura metálica
Que permita el deslizamiento vertical del horno eléctrico de manera que pueda tener dos posiciones (alto o baja). Sus dimensiones se ilustran en la figuras 2 y 3.
- e) Extractor
Montado en la parte superior de la cabina y cuya toma debe estar localizada sobre el eje de esta.
- f) Horno eléctrico
Compuesto esencialmente de un tubo de silicato de aluminio que tenga un diámetro interior de 100 ± 3 mm y un diámetro exterior de 115 ± 3.5 mm y un largo de 203 ± 6 mm; sobre el cual esta enrollada una resistencia de alambre de cromo-niquel de 1.307 mm^2 de sección transversal (16 AWG) aislado con perlas de cerámica.
- g) Alimentación
Debe hacerse por medio de un dispositivo que permita obtener una corriente regulable.
- h) Mecheros
Dos mecheros de gas provistos de un deflector en forma de "V" de acuerdo a la figura 4. Los mecheros deben producir una flama de diámetro igual a 15 ± 5 mm y una longitud de cono azul de 20 ± 5 mm y deben estar fijados a un mecanismo que permita regular la distancia E conforme al procedimiento de prueba.
- i) Chimenea metálica
De diámetro interior entre 120 y 125 mm, sobre el mismo eje del horno, fijada, la estructura metálica y a 30 ± 1 mm por encima del horno en posición alta. Debe tener tres series de ranuras en la periferia, separadas 120° como se indica en la figura 5.
- j) Tubo de acero inoxidable
Con las dimensiones indicadas en la figura 6.
- k) Medidor de temperatura
Par medir la temperatura se utiliza un pirómetro con una gama de 0 a 1200°C y contar con un termopar adecuado fijo al tubo de acero inoxidable.
- l) Barra de cobre
Con una pureza mayor a 99% y con las medidas de acuerdo a la figura 7.

m) Placa de asbesto

Que cubra completamente la parte superior del horno.

n) Anemómetro

Que permite medir la velocidad del aire que circula dentro de la chimenea.

o) Línea de gas

Conectada a los mecheros de la cabina.

p) Cronometro

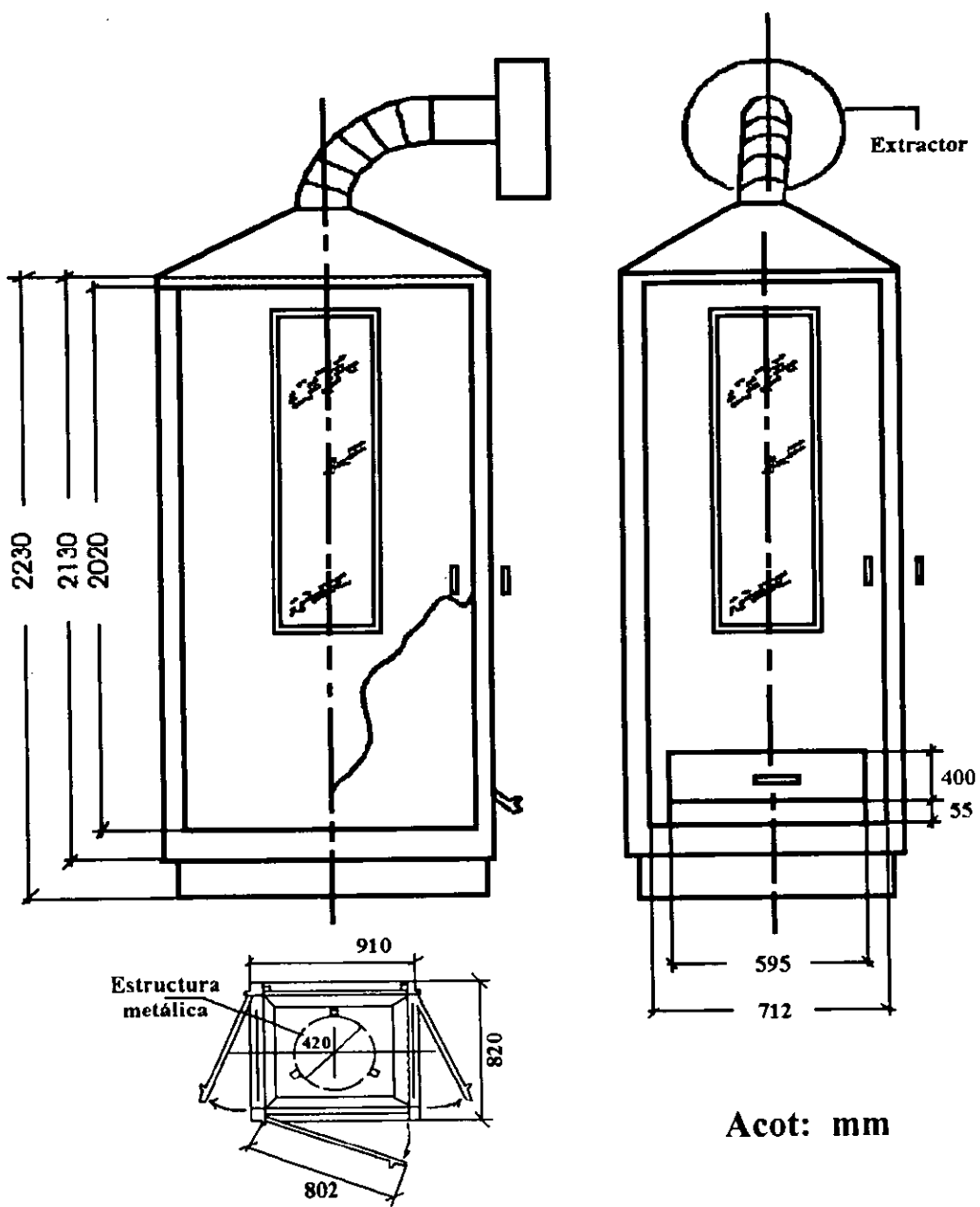
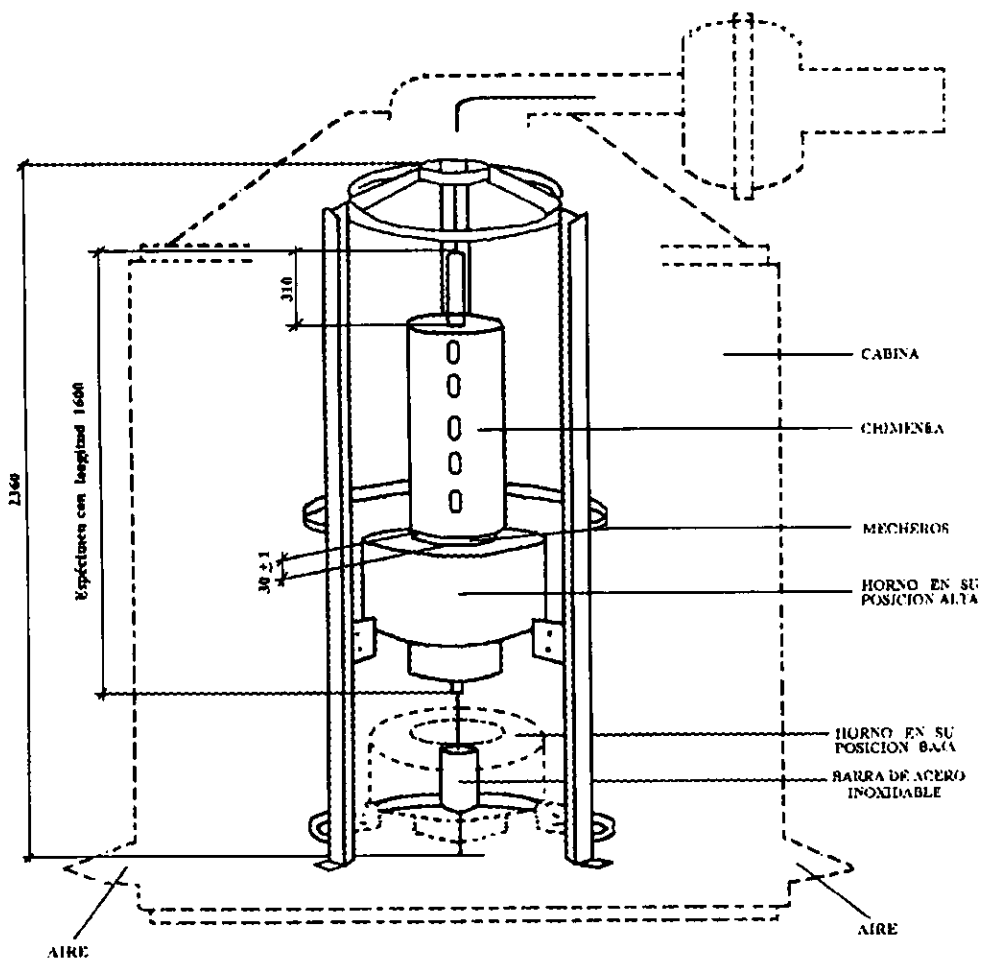
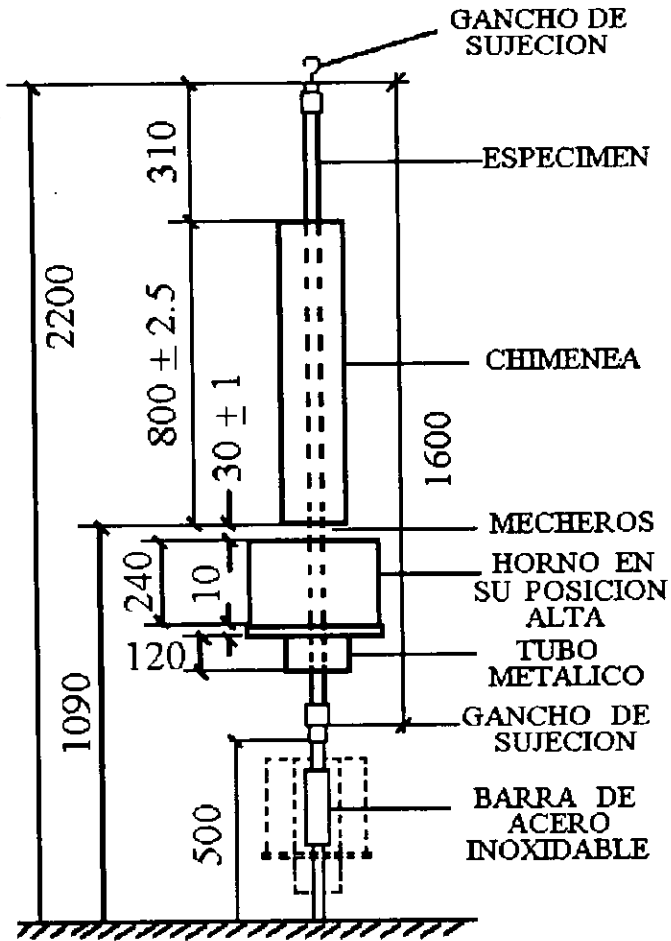


FIGURA 1
DIMENSIONES DE LA CABINA



Acot: mm

FIGURA 2
ESTRUCTURA METALICA



Todas las cotas estan en mm

FIGURA 3
ESTRUCTURA METALICA

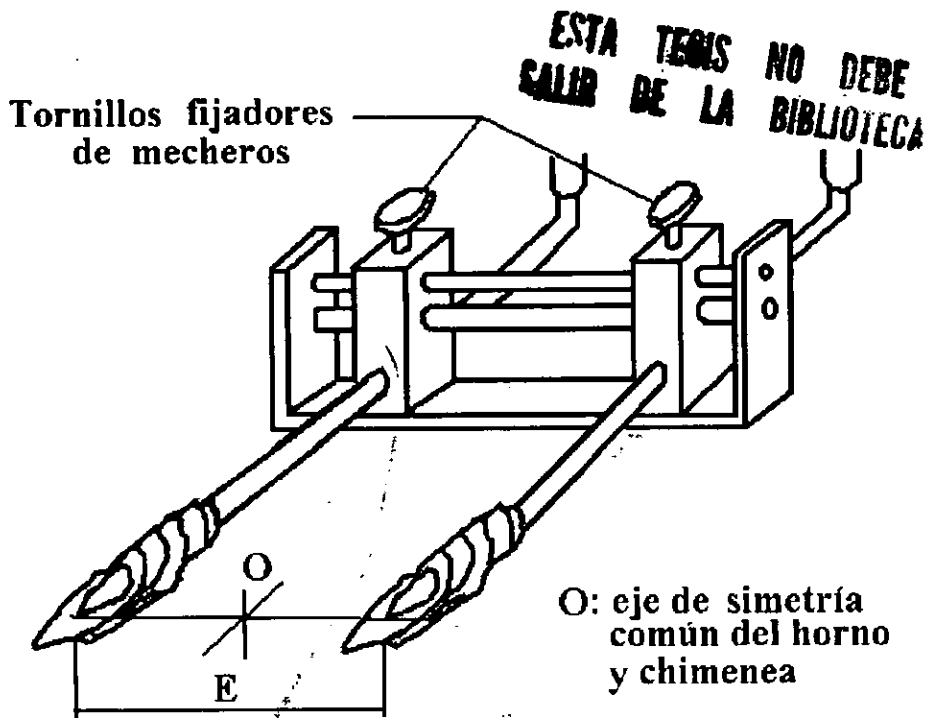


FIGURA 4
MECHEROS

(CONTINUA EN LA SIGUIENTE PAGINA)

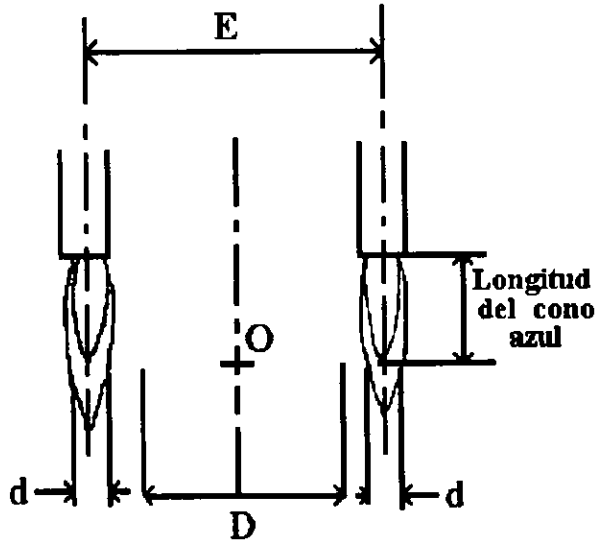


FIGURA 4
MECHEROS

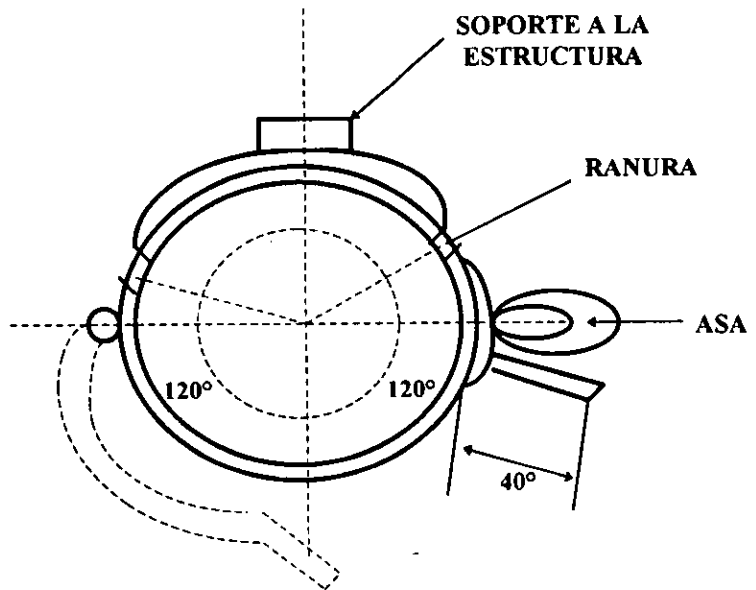
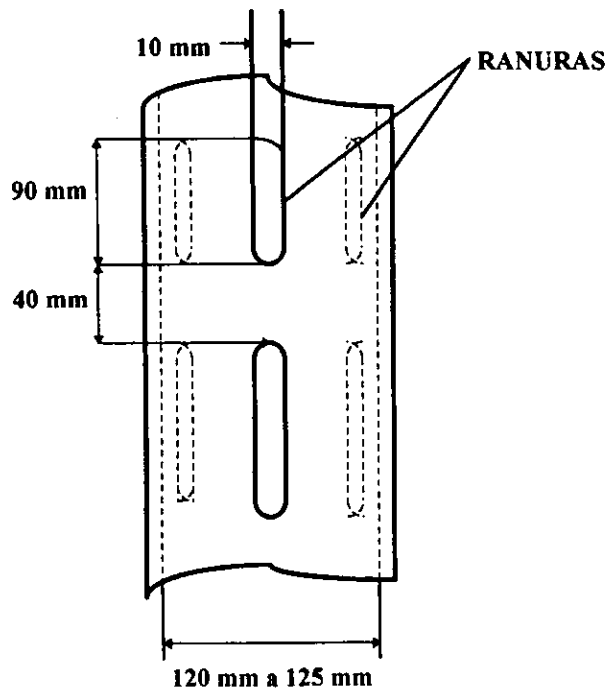


FIGURA 5
CHIMENEA METALICA

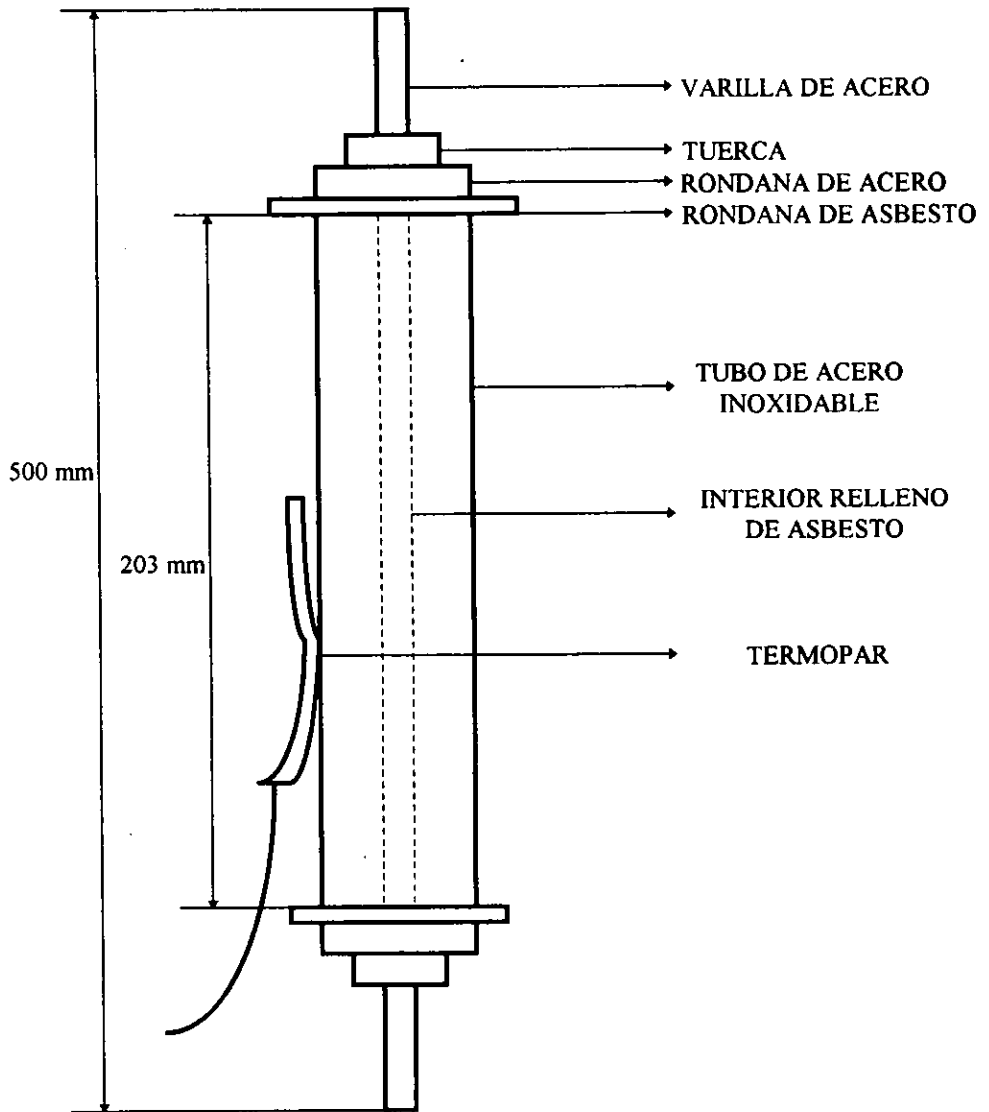


FIGURA 6
TUBO DE ACERO INOXIDABLE

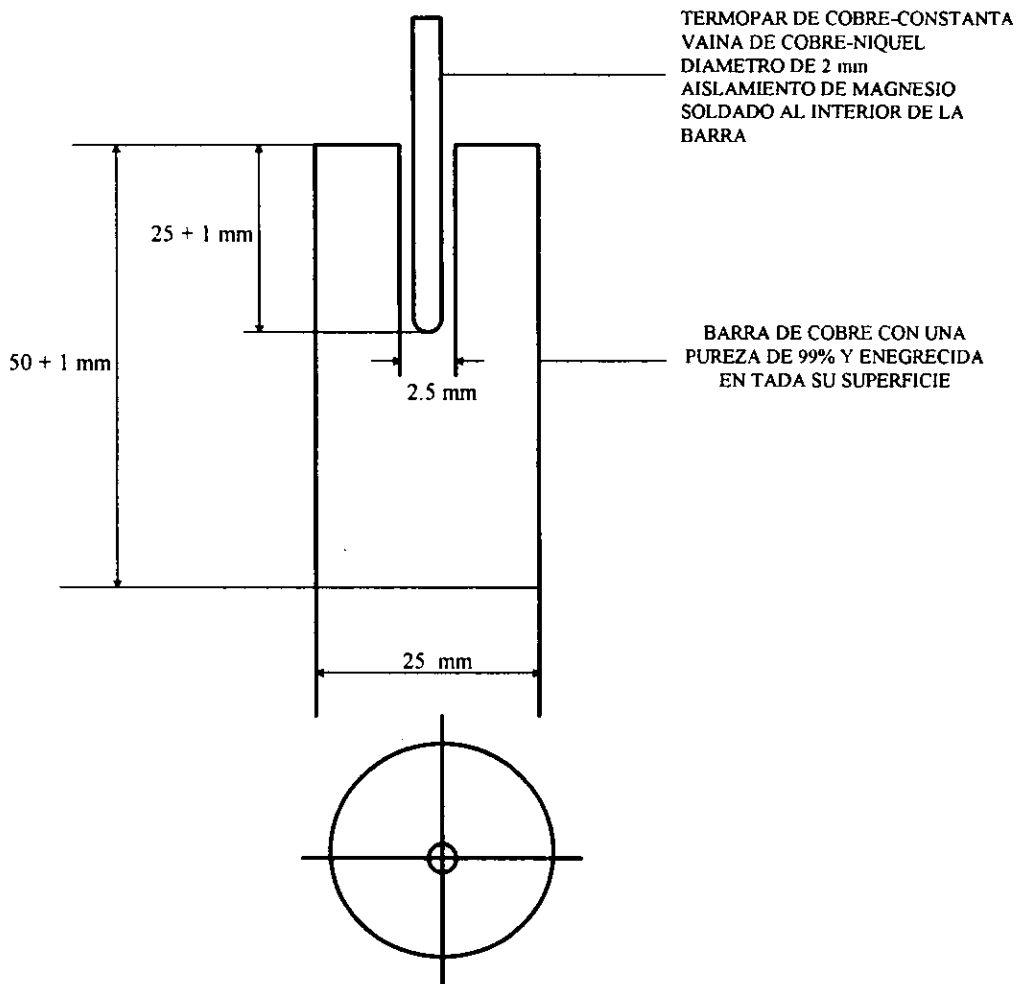


FIGURA 7
BARRA DE COBRE

APÉNDICE D

CALIBRACIÓN DEL HORNO ELÉCTRICO

Se recomienda que el horno se calibre cada seis meses o antes, dependiendo de la frecuencia de uso. Durante la calibración del horno y el ajuste de velocidad de aire, es conveniente que el aire que rodea a la cabina se encuentre en calma y a una temperatura mayor de 15°C.

Para calibrar el horno, debe utilizarse la barra metálica* y debe suspenderse de la estructura metálica de tal manera que al estar el horno en su posición alta, quede en el centro de este y la temperatura de la barra este entre 35 y 55 °C. Se desplaza el horno a su posición baja, se tapa la parte superior con la placa de asbesto y se enciende hasta que se estabilice la temperatura medida con el termopar que esta fijo en la barra de acero inoxidable. La estabilización se logra cuando la temperatura registrada por el termopar no varia mas de 5°C en una hora.

Una vez estabilizada la temperatura del horno, se destapa y se desplaza a su posición alta en menos de 5 seg. Se registra el aumento de temperatura de la barra de referencia a los 5 seg y a los 35 seg. Se calcula la velocidad de aumento de temperatura con la formula siguiente:

$$V = \frac{T_{35} - T_5}{K}$$

V: Es la velocidad de elevación de temperatura en °C/s.

T₃₅: Es la temperatura registrada a los 35 seg en °C.

T₅: Es la temperatura registrada a los 5 seg en °C.

K: Es el intervalo entre las dos mediciones en segundos = 30 seg.

La velocidad de elevación de temperatura debe ser igual a 3.3 ± 0.1°C/s. Si la velocidad calculada no es igual, en necesario modificar la alimentación del horno y volver a hacer el calculo hasta obtener le valor correcto. Una vez encontrada la corriente de alimentación adecuada, se conecta nuevamente el termopar fijo en la barra e acero inoxidable y se desplaza el horno a su posición baja.

La temperatura alcanzada cuando se estabiliza el horno es la temperatura de estabilización de prueba y generalmente es mayor a 780°C.

* Esta barra debe ser de cobre con una pureza mayor a 99%. obscurecida en toda su superficie mediante la aplicación de varias capas de pintura de grafito coloidal con un coeficiente de emisividad superior a 0.80 ó de varias capas de negro humo obtenidas al pasar la barra sobre la flama de una vela cuando menos siete veces. La construcción de la barra y el termopar son de acuerdo a la figura 1.

BIBLIOGRAFÍA

NMX-J-040 DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE HUMEDAD EN AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1983. p.p. 1-5

NMX-J-066 DETERMINACIÓN DE DIÁMETRO EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS DESNUDOS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1993. p.p. 1-5

NMX-J-093 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE INCENDIO EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1990. p.p. 1-14

NMX-J-129 DETERMINACIÓN DE ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODOS DE PRUEBA

SECOFI. México, 1993. p.p. 1-4

NMX-J-177 DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE PANTALLAS SEMICONDUCTORAS AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1980. p.p. 1-2

NMX-J-178 DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE TENSIÓN A LA RUPTURA Y ALARGAMIENTO DE PANTALLAS SEMICONDUCTORAS AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1980. p.p. 1-7

NMX-J-183 DEFORMACIÓN PERMANENTE EN AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1987. p.p. 1-3

NMX-J-184 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN AISLAMIENTOS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS A BASE DE ELASTÓMEROS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1974. p.p. 1-3

NMX-J-186 ENVEJECIMIENTO ACELERADO EN HORNO A PANTALLA SEMICONDUCTORAS, AISLAMIENTO Y CUBIERTA PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODOS DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1981. p.p. 1-3

NMX-J-189 FLEXIBILIDAD DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS AISLADOS CON POLICLORURO DE VINILO (PVC)- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1988. p.p. 1-5

NMX-J-190 RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO DE AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE PVC DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1981. p.p. 1-3

NMX-J-191 DEFORMACIÓN POR CALOR DE PANTALLAS SEMICONDUCTORAS, AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1981. p.p. 1-5

NMX-J-192 RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE LA FLAMA EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1988. p.p. 1-7

NMX-J-193 DOBLEZ EN FRÍO DE AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODOS DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1980. p.p. 1-5

NMX-J-194 ENVEJECIMIENTO ACELERADO EN ACEITE PARA AISLAMIENTO Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODOS DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1982. p.p. 1-3

NMX-J-205 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE DISIPACIÓN, FACTOR DE IONIZACIÓN, CAPACITANCIA Y CONSTANTE DIELECTRICA EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS AISLADOS- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1986. p.p. 1-7

NMX-J-212 PRODUCTOS ELÉCTRICOS- CONDUCTORES-RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD ELÉCTRICA- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1985. p.p. 1-8

NMX-J-293 MÉTODO DE PRUEBA DE ALTA TENSIÓN A CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE DIRECTA PARA CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS.

SECOFI. México, 1985. p.p. 1-5

NMX-J-294 PRODUCTOS ELÉCTRICOS- CONDUCTORES- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1984. p.p. 1-3

NMX-J-312 DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE RUPTURA POR TENSIÓN Y ALARGAMIENTO DE ALAMBRES PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1977. p.p. 1-4

NMX-J-426 RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DE CUBIERTAS DE POLIETILENO EN UN MEDIO AMBIENTE CONTROLADO- MÉTODO DE PRUEBA.

SECOFI. México, 1981. p.p. 1-7

NMX-J-432 DETERMINACIÓN DEL ALARGAMIENTO EN CALIENTE Y DEFORMACIÓN PERMANENTE APLICABLE A AISLAMIENTOS- ETILENO PROPILENO Y POLIETILENO DE CADENA CRUZADA- MÉTODO DE PRUEBA

SECOFI. México, 1987. p.p. 1-3

NMX-J-437 PRODUCTO ELÉCTRICO- CONDUCTORES- DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LUZ DE POLIETILENOS PIGMENTADOS CON NEGRO DE HUMO- MÉTODO DE PRUEBA.
SECOFI. México, 1987. p.p. 1-7

NMX-J-472 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GAS ÁCIDO HALOGENADO GENERADO DURANTE LA COMBUSTIÓN CONTROLADA DE MATERIALES POLIMÉRICOS TOMADOS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODO DE PRUEBA.
SECOFI. México, 1991. p.p. 1-10

NMX-J-473 PRODUCTOS ELÉCTRICOS- CONDUCTORES- ALTA TENSIÓN (PRUEBA DE CHISPA), APLICADA DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS- MÉTODOS DE PRUEBA.
SECOFI. México, 1990. p.p. 1-3

NMX-J-474 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTICA ESPECIFICADA Y DEL VALOR DE OSCURECIMIENTO DE HUMOS GENERADOS EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS O EN SUS COMPONENTES INDIVIDUALES, BAJO CONDICIONES DE COMBUSTIÓN CONTROLADA Y BAJO CONDICIONES DE INCENDIO- MÉTODO DE PRUEBA
SECOFI. México, 1991. p.p. 1-12

NOM-CC-13 CRITERIOS GENERALES PARA LA OPERACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE PRUEBAS.
SECOFI. México, 1992. p.p. 1-21

NOM-CC-14 CRITERIOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE PRUEBAS.
SECOFI. México, 1992. p.p. 1-14

LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN
SECOFI. México, Publicación ANCE. Cap.II Art. 40 - 52-B.