

SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-W-139-1986

**METALES NO FERROSOS - ALUMINIO Y SUS ALEACIONES -
ANODIZACION - MEDICION DE LAS CARACTERISTICAS
REFLECTIVAS DE LAS SUPERFICIES DE ALUMINIO
(GONIOFOTOMETRO SIMPLIFICADO O NORMAL)**

*NON FERROUS METALS - ALUMINIUM AND ITS ALLOYS -
ANODIZING - MEASUREMENT OF REFLECTIVITY CHARACTERISTICS
OF ALUMINIUM SURFACES (ABRIDGED GONIOPHOTOMETER OR
STANDARD)*

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

PREFACIO

Para la elaboración de la presente norma participaron los siguientes Organismos e Instituciones:

- ALUMINIO ALCOVI, S.A.
- ALSAN MEXICANA, S.A.
- ANODIZADOS IMOL, S.A.
- ANODIZADO INDUSTRIAL Y ARTISTICO, S.A.
- COLORNODIC, S.A. DE C.V.
- COMITE CONSULTIVO DE NORMALIZACION DEL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACION DE MATERIALES
- LAMINADORA DE ALUMINIO, S.A. DE C.V.
- CUPRUM, S.A.
- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.
Depto. de Normas e Insumos para la salud
- INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas

METALES NO FERROSOS - ALUMINIO Y SUS ALEACIONES -
ANODIZACION - MEDICION DE LAS CARACTERISTICAS
REFLECTIVAS DE LAS SUPERFICIES DE ALUMINIO
(GONIOFOTOMETRO SIMPLIFICADO O NORMAL)

NON FERROUS METALS - ALUMINIUM AND ITS ALLOYS -
ANODIZING - MEASUREMENT OF REFLECTIVITY CHARACTERISTICS
OF ALUMINIUM SURFACES (ABRIDGED GONIOPHOTOMETER OR
STANDARD)

0 INTRODUCCION

La apariencia visual de los terminados metálicos, es de importancia comercial en los metales destinados a la Industria Automotriz, arquitectura y otros usos, donde dichos metales son sometidos a tratamientos especiales para dar la apariencia deseada. Para los productos terminados, es importante que las partes que van juntas tengan la misma apariencia. La reflectividad especular es una de las características que se miden, pero son requeridas mediciones adicionales para identificar adecuadamente la apariencia de cualquier metal. En el presente método varios aspectos importantes de la apariencia de la superficie son identificados y pueden ser medidos.

Aquellas superficies que tienen idéntico número de caras, normalmente tienen las mismas características de reflectividad y la misma apariencia.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Mexicana establece un método para la medición de las características de reflectividad, que garantice la apariencia de las superficies metálicas de alto brillo.

Este método no es aplicable a superficies metálicas con terminado difuso, ni mide el color, que es otro atributo de la apariencia.

2 PRINCIPIO

2.1 La apariencia visual de las superficies de aluminio anodizado es descrita por cinco diferentes medidas geométricas de la luz reflejada, proveniente de un rayo que incide sobre la superficie en un ángulo de 30°.

2.2 La reflectividad especular (R_s) es medida a 30° de la normal del espécimen, usando un rayo no disperso y como receptor un campo de ángulo (0.5° ancho máximo en el plano del ángulo de reflexión).

2.3 La claridad de la imagen reflejada es determinada de la pequeña desviación de la reflectividad especular ($R_{30} \pm 0.3$) medida a 29.7° y 30.3° , el instrumento integra la luz recibida de ambas aperturas.

2.4 El haz de ángulo cerrado es determinado de la medición de la reflectividad en un ángulo de 32° , esto es a 2° alejado del rayo especular (R_{32}).

2.5 El haz de ángulo abierto es determinado de la medición de la reflectividad en un ángulo de 35° , esto es a 5° alejado del rayo especular (R_{35}).

2.6 La difusividad es determinada de la medición de la reflectividad en un ángulo de 45° , esto es a 15° alejado del rayo especular (R_{45}).

2.7 La direccionalidad de la superficie es obtenida de la relación de dos mediciones del haz de ángulo cerrado, R_{32} , la primera es tomada cuando la luz incidente es perpendicular a la dirección de la textura de la superficie. Y la segunda, cuando la luz incidente es paralela a la textura de la superficie. (Dirección de rolado, extruido o maquinado).

3 APARATO Y EQUIPO

3.1 Goniómetro simplificado (véase figura 1) o goniómetro normal que puede ser preparado para el rayo especificado y los campos angulares dados en la tabla 1.

El goniómetro es un instrumento que ilumina un espécimen a diferentes ángulos seleccionados, y la luz reflejada (o transmitida) por el espécimen en diferentes direcciones es medida.

El goniómetro simplificado tiene fijado el ángulo de incidencia (en este caso 30°) y direcciones fijas de medición de la luz reflejada por el espécimen (en este caso -30° , $-30^\circ \pm 0.3^\circ$, -32° , -35° , y -45°).

Detalles sobre la precisión y exactitud de los goniómetros están dados en el apéndice.

3.2 La pinza rotatoria, como la mostrada en la figura 2, es utilizada para fijar y posicionar el espécimen durante la medición.

3.3 Estándares

3.3.1 Se requieren tres estándares calibrados:

a) Aluminio evaporado en una platina de vidrio y recubierto con una capa protectora de monóxido de silicio, y calibrado para reflectividad especular y claridad de la imagen reflejada. La reflectividad especular debe ser de $85 \pm 10\%$.

b) Cromo evaporado en una platina de vidrio y recubierto con una capa protectora de monóxido de silicio, y calibrado para reflectividad especular y claridad de la imagen reflejada. La reflectividad especular debe ser de $62 \pm 10 \%$.

c) Platina reflejante de superficie difusa, de tal manera que la luz reflejada por la superficie sea de intensidad constante en el rango angular del instrumento.

3.3.2 Es esencial que los estándares se conserven limpios y libres de raspones, así como evitar el contacto con materiales contaminantes. Deben seguirse las instrucciones de limpieza del fabricante del instrumento y checar los estándares a intervalos regulares contra estándares de referencia mantenidos en reserva.

4 PREPARACION Y CALIBRACION DEL INSTRUMENTO

4.1 Localización

El instrumento debe ser usado en una área limpia, seca y libre de corrientes de aire. Se recomienda las condiciones normales de laboratorio. Se debe utilizar una regulación de voltaje de $\pm 0.01\%$ para conectar el instrumento, se debe dar al instrumento al menos 30 minutos de calentamiento y estabilización antes de su uso.

4.2 Condiciones geométricas

El ángulo de incidencia debe ser de 30° , el dirección al ángulo de medición debe ser opuesta al de incidencia, en ángulos de -30° , $-30^\circ \pm 0.3^\circ$, -32° , -35° y 45° .

Las dimensiones angulares de la ranura de la fuente en el plano de medición y las dimensiones angulares de las ventanas de medición en el plano de medición, deben ser las mostradas en la tabla 1.

4.3 Condiciones del espectro

Las mediciones deben hacerse usando una fuente de luz visible, con filtros adecuados de tal manera que el resultado espectral de la fuente de luz, filtros de espectro y respuesta espectral del detector de luz, simulen el resultado espectral de la fuente CIE/c (o CIE/D₆₅) y la función estándar de observador.

4.4 Calibración

Ajustar el instrumento para una misma lectura de reflectividad (arbitraria) para la intensidad de luz reflejada del estándar de superficie difusa, claridad de imagen y apertura de haz.

Ajustar el instrumento a los valores asignados para reflectividad especular y claridad de imagen reflejada para el estándar de aluminio, si después de estos ajustes el aparato no da

lecturas del estándar de cromo dentro de los límites marcados por el fabricante, recalibrar el aparato según instrucciones del fabricante.

5 PROCEDIMIENTO

Después de calibrado el aparato, tomar lectura de cada uno de los especímenes, insertar cada espécimen con el plano de medición paralelo a la dirección longitudinal y fijarlo para asegurar que no existen deformaciones durante la lectura, para encontrar la dirección longitudinal se rota la pinza con el espécimen hasta leer el máximo de reflectividad especular o claridad de imagen reflejada (seleccionar la que sea más sensible). Después de efectuar las lecturas en la dirección longitudinal, rotar la pinza 90° y realizar las observaciones transversales, en cada espécimen se toman lecturas en ambas direcciones en 3 diferentes áreas. Tomar lecturas en los estándares con intervalos frecuentes y al final de las observaciones para asegurar que el instrumento permanece calibrado durante la operación.

6 CALCULOS

Obtener el promedio de las 3 lecturas para cada espécimen en las direcciones longitudinal y transversal, y para cada apertura.

6.1 Reflectividad especular, R_s

$$R_s = R_{30}$$

6.2 Claridad de la imagen reflejada, D/I

$$D/I = 1.0 - \frac{R_{30} \pm 0.3}{R_s} \times 100$$

6.3 Haz de ángulo cerrado, H_n

$$H_n = \frac{R_{32}}{R_s} \times 100$$

6.4 Haz de ángulo abierto, H_w

$$H_w = \frac{R_{35}}{R_s} \times 100$$

6.5 Difusividad

$$R_d = \frac{R_{45}}{R_s} \times 15$$

6.6 Direccionalidad D

$$D = \frac{H_{32} (T)}{H_{32} (L)} \times 100$$

Donde:

T = Dirección transversal
 L = Dirección longitudinal

NOTA: $D = \frac{H_n (T)}{H_n (L)} \times 100$

7 REPORTE DE PRUEBAS

El reporte de pruebas debe contener la siguiente información:

- a) La reflectividad especular, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- b) La claridad de imagen reflejada, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- c) El haz de ángulo cerrado, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- d) El haz de ángulo abierto, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- e) La difusividad, dando los valores de dirección longitudinal, transversal y su promedio.
- f) La direccionalidad dando los valores longitudinales, transversales y su promedio.
- g) Identificación del instrumento usado por modelo y número de serie. Identificación de los estándares por número y valores de reflectividad e Identificación de las muestras por tipo y designación.

h) Reportar cualquier muestra cuyos valores individuales en cualquier escala difieran más de 3.0 del valor promedio reportado.

APENDICE

A. PRECISION Y EXACTITUD DE LOS GONIOFOTOMETROS

A.1 La exactitud de las mediciones del Goniómetro están dadas en la tabla 2, através de los valores de los coeficientes de la correlación de spearman. Los datos se obtuvieron de un conjunto de 20 especímenes de aluminio y acero inoxidable, seleccionados para cubrir un amplio rango de valores de reflectividad. Los datos obtenidos con el goniómetro simplificado (I) fueron comprobados con observaciones visuales en la dirección longitudinal únicamente. El goniómetro simplificado fue comparado con otro similar (II) de diferente fabricante; un goniómetro (III) y otros dos instrumentos (IV y V) fueron usados para valores de claridad de imagen. Un reporte más completo se puede encontrar en la referencia (3) en bibliografía.

TABLA 1- Dimensiones de la ranura de la fuente, y de las ventanas de medición medidas en el plano de las ventanas de medición. (véase fig. 1)

Valores en grados

PARAMETRO	LANURA DE LA FUENTE	VENTANA DE MEDICION ESPECULAR	MEDICION DE CLARIDAD DE IMAGEN	VENTANA DE MEDICION DE HAZ	VENTANA DE MEDICION DE DIFUSIVIDAD
Perpendicular de la Ventana (Medio de la perpendicular a la superficie del espécimen).	30 ± 0.25	1) 30	2) 30.3 ± 0.22 29.7 ± 0.02	32 ± 0.1 35 ± 0.1	45 ± 0.5
Ancho (en el plano del ángulo de Reflexión)	0.44 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.4 ± 0.1 0.5 ± 0.1	2 ± 0.2
Largo (A través del plano del ángulo de reflexión).	5.0 ± 1	3.0 ± 1	3.0 ± 1	3.0 ± 1	3.0 ± 1

- 1) Con una variación de ±0.1° en la dirección especular.
- 2) Las aperturas deben ser simétricas a cada lado de la apertura R₃₀ y a 0.3° de ella.

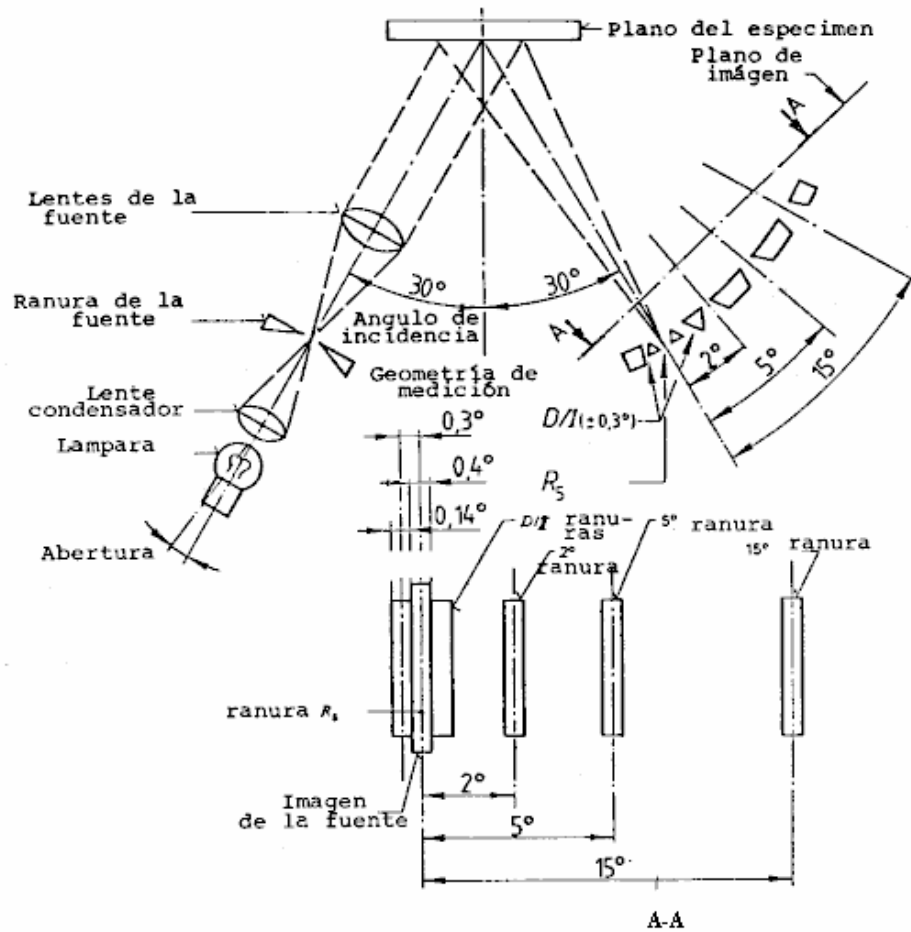


Figura 1. Diagrama óptico del goniofotómetro simplificado

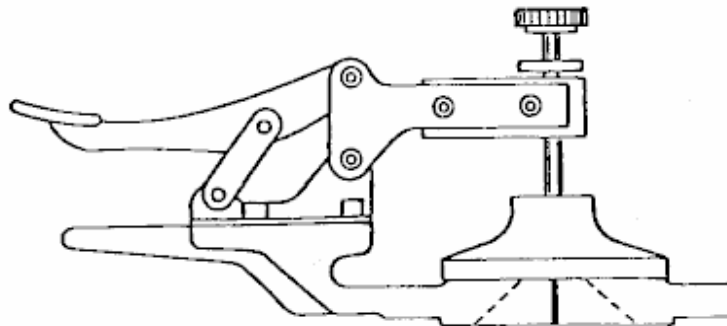


FIGURA 2.- PINZA ROTABLE PARA FIJACION Y POSICIONAMIENTO DEL ESPECIMEN DURANTE LA MEDICION.

A.2 La reproducibilidad de los datos del instrumento están mostradas en la tabla 3. Cinco placas de aluminio con rangos de 12 a 77 en reflectividad especular y 24 a 97 en claridad de anodizado imagen reflejada, fueron calibrados con un goniofotómetro y posteriormente se hicieron las mediciones en 3 goniofotómetros simplificados. Uno de los goniofotómetros simplificados tenía las celdas de medición llenas de fibras ópticas; los otros tenían fotoceldas segmentadas de silicón.

TABLA -2 Coeficientes de la correlación de spearman para claridad de imagen reflejada y haz. Comparando varios instrumentos.

Instrumentos	Claridad de imagen reflejada	Haz a 2°	Haz a °
Instrumento I y Apreciación visual	0.91	0.82	0.96
Instrumento I e Instrumento II	--	--	0.98
Instrumento I e Instrumento III	0.93	--	0.96
Instrumento I e Instrumento IV	0.87	--	--
Instrumento I e Instrumento V	0.94	--	--
I Goniofotómetro simplificado Dori Gon II Goniofotómetro simplificado Alcoa III Goniofotómetro D 10-5 IV Medidor Alcoa Dori V Medidor de Claridad de Imagen D36B			

TABLA 3 Reproducibilidad de mediciones

Número de Instrumentos	Diferencia RMS de los valores Asignados al Goniofotómetro	
	Reflectividad Especular R ₃₀	Claridad de Imagen Reflejada D/1
Instrumento con fibras ópticas	1.4	1.5
Instrumentos con fotoceldas segmentadas de silicón (promedio)	2.2	1.1

8 BIBLIOGRAFIA

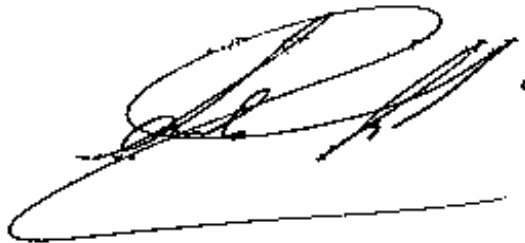
- Hunter, R.S., Gloss Evaluations of Materiales. Boletin ASTM. 186, ASTBA, Diciembre 1952.
- Christie, J.S., Instruments for Metallic Appearance. Appearance of Metallic Materials, ASTM STP 478, Am.Soc. Testing Mats., ASTTA, 1971.
- Christie, J.S., An Instrument for the Geometric Attributes of Metallic Appearance. Applied Optics, 8 (9), Septiembre 1969.
- ISO 7759 "Anodizing of Aluminium and its alloys - Measurement of reflectivity characteristic of Aluminium surfaces using abridged goniophotometer or goniophotometer.

9 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma concuerda totalmente con la norma internacional ISO 7759 Anodizing of aluminium and its alloys measurement of reflectivity characteristics of aluminium surfaces using abridged goniophotometer or goniophotometer.

México, D.F., Abril 14, 1986

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. Saez Pueyo', written over a horizontal line.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO

Fecha de aprobación y publicación: Abril 14, 1986