



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN COMPENDIO DE
MÉTODOS DE PRUEBA APLICADOS AL CONTROL DE
CALIDAD EN LA MANUFACTURA DE PERFILES DE
ALUMINIO PARA EL LABORATORIO DE ANÁLISIS
INDUSTRIALES E INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA
EDUCATIVO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CENTRO
UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO**

REPORTE DE APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Que para obtener el Título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Presenta

C. LUIS ALBERTO GARCÍA GARCÍA

Asesor: ING. J. GENARO MORALES SANTOS

Atizapán de Zaragoza, Edo. de Méx. ABRIL 2017



Resumen.

El presente proyecto registra un contenido completo sobre los requerimientos del diseño e implementación de un compendio de métodos de prueba aplicados al control de calidad en la manufactura de perfiles de aluminio para el laboratorio de análisis industriales e investigación del programa educativo de ingeniería industrial del centro universitario UAEM valle de México.

Para poder ejemplificar y dar a conocer estos métodos, la información se basa en las actividades realizadas dentro de la empresa Cuprum S.A. de C.V., lo cual ayuda a otorgar las tareas que hoy en día se llevan a cabo en este sector de la industria.

En el capítulo 1 se da a conocer los pasos base del proceso de extrusión del aluminio de cómo se va formando hasta su figura final y traslado.

En el capítulo 2 se aborda sobre los procesos de acabado y mecanizado de los perfiles de aluminio, lo cual da una mayor visión de las condiciones en las que los perfiles de aluminio son ocupados en sus múltiples usos y ocupaciones.

En el capítulo 3 se detallan los elementos esenciales para que un perfil de aluminio tenga la condición de uso propicia para su uso ya que esto lo determina la aleación, el temple y las propiedades químicas y mecánicas que cada perfil requiera.

En el capítulo 4 y 5 se aborda el tema de calidad y las normas que rigen nacional e internacionalmente la fabricación de perfiles de aluminio y de cuáles son las características que cada perfil debe cumplir para poder ser usado.

En el capítulo 6 se dan a conocer los usos y aplicaciones más comunes en los que son usados los perfiles de aluminio.

En el capítulo 7 se enuncian las soluciones propuestas a implementar en el laboratorio de Ingeniería, así como las evaluaciones de las mismas.

Por último, se muestran como anexos las prácticas de liberación de los perfiles de aluminio con acabado anodizado, lo cual ayuda a los alumnos a conocer la

importancia de los requisitos que debe cumplir cada perfil de aluminio y poder ser usado en el mercado.

Abstract.

The present project registers a complete content on the requirements of the design and implementation of a compendium of test methods applied to the quality control in the manufacture of aluminum profiles for the laboratory of industrial analysis and research of the educational program of industrial engineering of the centro universitario UAEM valle de México.

In order to exemplify and make known these methods, the information is based on the activities carried out within the company Cuprum S.A. Of C.V., which helps to give the tasks that today are carried out in this sector of the industry.

Chapter 1 describes the basic steps of the aluminum extrusion process, how it is formed up to its final shape and transfer.

Chapter 2 deals with the finishing and machining processes of aluminum profiles, which gives a greater insight into the conditions in which aluminum profiles are occupied in their multiple uses and occupations.

In chapter 3 the essential elements are detailed so that an aluminum profile has the favorable use condition for its use since this is determined by the alloy, temper and the chemical and mechanical properties that each profile requires.

Chapter 4 and 5 discuss the quality and standards that govern the manufacture of aluminum profiles nationally and internationally and what the characteristics each profile must meet in order to be used.

Chapter 6 introduces the most common uses and applications in which aluminum profiles are used.

Chapter 7 sets forth the proposed solutions to be implemented in the Engineering laboratory, as well as the evaluations thereof.

Finally, the practice of releasing aluminum profiles with anodised finish is shown as annexes, which helps students to know the importance of the requirements that each aluminum profile must meet and be able to be used in the market.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	3
Descripción del problema.....	6
Delimitación.....	7
Objetivos.....	8
Justificación.....	9
CAPÍTULO 1: PROCESO DE EXTRUSIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO..	11
1.1 Extrusión del aluminio.....	11
1.1.1. Estirado.....	11
1.1.2. Corte.....	11
1.1.3. Temple.....	11
1.1.4. Traslado de los perfiles de aluminio.....	12
CAPÍTULO 2: PROCESOS DE ACABADO Y MECANIZADO PARA PERFILES DE ALUMINIO.....	15
2.1. Lacado de aluminio.....	15
2.1.1 Lacado polvo.....	15
2.1.2 Anodizado de aluminio.....	18
2.1.3 Mecanizados de aluminio.....	20

CAPÍTULO 3: ALEACIONES, TEMPLES, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y MECÁNICA DE LOS PERFILES DE ALUMINIO.....	21
3.1 Aleaciones.....	21
3.2 Temple.....	23
3.3 Composición química y mecánica de los perfiles de aluminio.....	25
CAPÍTULO 4: CALIDAD EN LOS PERFILES DE ALUMINIO.....	31
4.1 Garantías de calidad del aluminio	31
4.1.1 Garantía del lacado	31
CAPÍTULO 5: NORMAS INTERNACIONALES PARA EXTRUSIÓN Y ACABADOS EN PERFILES DE ALUMINIO	35
5.1 ASTM B221-14.....	35
5.2 NMX-W-138-SCFI-2004 METALES NO FERROSOS - ALUMINIO Y SUS ALEACIONES – ANODIZACIÓN – RECUBRIMIENTOS DE ÓXIDO ANÓDICO EN EL ALUMINIO – ESPECIFICACIONES GENERALES.....	41
5.3 QUALANOD PARA EL ANODIZADO DEL ALUMINIO EN MEDIO SULFÚRICO.....	59
5.4 QUALICOAT.....	61

CAPÍTULO 6: USOS Y APLICACIONES MAS COMUNES DE LOS PERFILES DE ALUMINIO.....	62
6.1 Edificación.....	62
6.2 Construcción.....	66
6.3 Industrial.....	68
6.4 Mobiliario.....	72
6.5 Electricidad.....	74
6.6 Iluminación.....	75
6.7 Transporte.....	76
6.8 Señalización.....	78
6.9 Invernaderos.....	79
6.10 Salud.....	80
CAPÍTULO 7: SOLUCIONES PROPUESTAS A IMPLEMENTAR Y SU EVALUACIÓN.....	81
7.1 Métodos de prueba de inspección visual.....	81
7.2 Métodos de prueba de inspección visual.....	82
7.3 Métodos de prueba tipo Instrumental Cualitativo.....	84
7.4 Métodos de prueba Cualitativos.....	84
CONCLUSIONES.....	86
GLOSARIO.....	87

ANEXO 1 PRÁCTICA 01.....	89
ANEXO 2 PRÁCTICA 02.....	90
ANEXO 3 PRÁCTICA 03.....	91
ANEXO 4 PRÁCTICA 04.....	92
ANEXO 5 PRÁCTICA 05.....	93
ANEXO 6 PRÁCTICA 06.....	94

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Clasificación de temple tipo T.....	24
Tabla 2. Propiedades mecánicas de acuerdo a la aleación y temple serie 6000..	25
Tabla 3. Relación de elongación vs dureza.....	26
Tabla 4. Características de la aleación 6005.....	27
Tabla 5. Características de la aleación 6060.....	28
Tabla 6. Características de la aleación 6061.....	29
Tabla 7. Características de la aleación 6063.....	30
Tabla 8. Límites de composición química ASTM B-221.....	36
Tabla 9. Límites de composición química ASTM B-221.....	37
Tabla 10. Límites de composición química ASTM B-221.....	38
Tabla 11. Límites de composición química ASTM B-221.....	39
Tabla 12. Límites de composición química ASTM B-221.....	40

INDICE DE IMÁGENES.

Imagen 1. Prensa de extrusión de perfiles de aluminio.....	12
Imagen 2. Estirado de perfiles de aluminio.....	13
Imagen 3. Corte de perfiles de aluminio.....	13
Imagen 4. Templado de los perfiles de aluminio.....	14
Imagen 5. Inicio del proceso de lacado de aluminio.....	17
Imagen 6. Final del proceso de lacado de aluminio.....	18
Imagen 7. Proceso de anodizado de aluminio.....	19
Imagen 8. Perfiles de aluminio anodizados en varios colores.....	19
Imagen 9. Sierra de alta precisión.....	20
Imagen 10. Análisis químico.....	34
Imagen 11. Control de dureza del aluminio.....	34
Imagen 12. Carpintería de aluminio.....	64
Imagen 13. Armarios.....	64
Imagen 14. Fachadas ventiladas.....	65
Imagen 15. Mamparas de baño.....	65
Imagen 16. Andamios.....	67
Imagen 17. Carpas.....	67
Imagen 18. Maquinaria Industrial.....	70

Imagen 19. Tubos para evacuación de gases.....	70
Imagen 20. Líneas de montaje.....	71
Imagen 21. Escaleras de aluminio.....	71
Imagen 22. Muebles de oficina.....	73
Imagen 23. Muebles de jardín.....	73
Imagen 24. Conectores eléctricos.....	74
Imagen 25. Iluminación pública.....	75
Imagen 26. Componentes para vehículos.....	77
Imagen 27. Carrocerías.....	77
Imagen 28. Señales de carretera.....	78
Imagen 29. Estructura para invernadero.....	79
Imagen 30. Camilla de aluminio.....	80

INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene los elementos técnicos y de control de calidad para la correcta liberación de productos manufacturados en aluminio como se realiza hoy en día en la industria de este segmento. El tema es el diseño e implementación de un compendio de métodos de prueba aplicados al control de calidad en la manufactura de perfiles de aluminio, para implementarse en el Laboratorio de Análisis Industriales e Investigación del Programa Educativo de Ingeniería Industrial del Centro Universitario UAEM Valle de México.

La característica principal de estos métodos de prueba radica en la correcta liberación de los perfiles de aluminio debido a que permite conocer el producto que cumple con las especificaciones establecidas por la industria. Hoy en día es de suma importancia contar con un nivel de calidad adecuado para el cumplimiento de las expectativas del cliente a nivel nacional e internacional.

En la actualidad el mercado de la industria de perfiles de aluminio ha ido creciendo notablemente debido a características que el propio mercado exige, esto se puede notar en la industria en donde el aluminio ha sustituido al acero y otros metales debido a sus características químicas y mecánicas, al costo de transformación y a la estética del mismo, a razón de este contexto se considera que el conocimiento de liberación de este metal es muy importante para el desarrollo profesional del alumno de la carrera de Ingeniería Industrial.

El objetivo principal es tener los métodos de prueba (prácticas de laboratorio), de control de calidad para la liberación de productos de aluminio, y así enseñar dinámicas de aplicación real a los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario UAEM Valle de México, y contribuir con su formación académica cumpliendo con los requerimientos que el mercado laboral actual exige.

Dicho trabajo se basa en seis capítulos y 6 anexos, que son métodos de prueba de control de calidad (prácticas de laboratorio) las cuales son:

1. Inspección visual de tono
2. Inspección visual de tono utilizando equipo llamado colorímetro
3. Inspección de defectos visuales
4. Prueba de conductividad
5. Prueba de espesor de capa
6. Prueba de sellado

Estas pruebas están clasificadas en dos tipos: métodos de prueba “cuantitativos” y métodos de prueba “cualitativos”.

Antecedentes.

La educación profesional hoy en día es fundamental para el desarrollo de la sociedad, debido a las exigencias que el mundo globalizado requiere, por ello es esencial obtener una educación de primer nivel, lo cual logre construir y forjar el futuro de las nuevas generaciones en el país. De acuerdo a esto es de suma importancia desarrollar sistemas educativos que permitan al estudiante conocer requerimientos del campo laboral.

Actualmente en el Centro Universitario UAEM Valle de México se tiene como área de oportunidad el desarrollar un programa de métodos de prueba, aplicados al control de calidad en la manufactura de perfiles de aluminio, que ayude al alumno el conocer dichos métodos aplicados hoy en día en la industria. Para poder aplicar la teoría vista en clase se implementará este método lo cual ayudará a tener una visión más amplia sobre las condiciones a tomar en cuenta en este tipo de trabajo, reforzando esto se deberán hacer prácticas con perfiles de aluminio y los equipos necesarios a utilizar.

Actualmente en la industria manufacturera del aluminio existe una gran competencia, por acaparar los mercados nacional e internacional, debido a esto es necesario contar con alto nivel de calidad de los productos, por lo cual se necesitan sistemas que permitan implementar los mejores métodos de liberación en el control de calidad, además de contar con los equipos necesarios para ello.

Mediante este proyecto de implementación de los métodos de prueba, aplicados al control de calidad en la manufactura de perfiles de aluminio, se busca comprobar la importancia de una correcta liberación de dichos perfiles, con ayuda de los instrumentos correctos y la mejor toma de decisión, basado en las normativas vigentes para la industria actual.

Con este trabajo de prácticas, el alumno podrá complementar sus estudios y contar con la habilidad necesaria para comprender de una manera tangible, lo que se obtiene teóricamente, lo cual creará experiencia y una visión global en su formación académica. Lo que se pretende es generar conocimiento y conocer las herramientas

que existen, para una mejor toma de decisiones en la liberación de perfiles aluminio y así transmitir la experiencia adquirida dentro de la industria de manufactura del aluminio, transmitiendo los conocimientos adquiridos de una manera más simple hacia los alumnos y lograr que obtengan una mejor preparación, basada en un programa completo en la carrera de ingeniería industrial.

El conocer los correctos métodos de prueba para perfiles de aluminio, proporciona la importancia de la aplicación de este proyecto, lo cual se ve reflejado en la industria en mantener altos estándares de calidad y por ende la reducción de devoluciones de clientes que al final del camino se convierte en la plena satisfacción del mismo, además de apoyar en la formación de los alumnos del Centro Universitario UAEM Valle de México.

ANTECEDENTE EMPRESARIAL

Cuprum S. A. de C.V. es una empresa 100% mexicana líder extrusor de aluminio para México y el Caribe con exportaciones a Estados Unidos y Canadá.

Fundado en 1948 en la ciudad de Monterrey Nuevo León con una prensa de 170 toneladas para fabricar perfiles de cobre, de donde toma su nombre “Cuprum”, posteriormente enfoca sus esfuerzos a la fabricación de perfiles de aluminio. En 1989 es adquirido por grupo IMSA conglomerado de empresas que exporta a los cinco continentes y con ventas anuales mayores a 2300 millones de dólares. En 1994 adquiere dos prensas ubicadas en la ciudad de México reforzando el servicio y mejorando su posición estratégica en el ámbito nacional. Fortalece su posición competitiva en 1998 con la adquisición de Alcomex S.A. de C.V. líder en la producción y comercialización de perfiles para la aplicación industrial en México.

Cuprum el día de hoy mantiene modernizadas y actualizadas todas sus plantas productivas (3 plantas extrusoras, 3 plantas de acabados, 2 plantas de herramientas y 2 plantas de fundición), todas enfocadas a dar la mejor solución a las necesidades del mercado nacional e internacional en perfiles de aluminio. (CUPRUM S.A. DE C.V, 1994)

En el sector de la construcción, Cuprum provee soluciones para el armado de ventanas, puertas y cancelas; cada vez más estéticas y funcionales, mediante sus líneas exclusivas: Eurovent, Eurovent Premium y Panorama. Lo que ha permitido construir una sólida reputación en el mercado nacional, así como sus proyectos de obra monumental.

Cuprum cuenta con una amplia gama de perfiles extruidos de aluminio, que cubren las diferentes necesidades de la industria de la construcción, maquiladora e industria en general.

Los productos Cuprum, se pueden ofrecer con procesos de maquinado o con los acabados finales, como son el tradicional anodizado o la variedad de colores acuarela.

ANTECEDENTE LABORAL

En septiembre del 2008 inicié mi relación laboral con Cuprum S.A. de C.V. en el departamento de Calidad, específicamente en el área de sistemas de calidad. Recibí la capacitación en la Norma ISO 9001:2008, para comprender los requerimientos específicos en los procesos, lo cual me ayudó a comenzar bajo un proyecto de documentación de los procesos de producción de la empresa, ubicada en Tlalnepantla estado de México. Bajo esta experiencia me asignan la responsabilidad de controlar el Sistema de Calidad de la planta y responsable del laboratorio de pruebas para liberación de material, utilizando softwares, interpretación de planos, uso de equipos de calibración y de pruebas.

Ya son poco más de 8 años en esta empresa lo cual me ha permitido conocer a fondo la fabricación, manipulación y comercialización del aluminio, conociendo los procesos de producción, las normativas, las necesidades y requerimientos de los clientes.

Descripción del Problema

El estudio y aplicación de estos métodos de prueba, utilizados en el control de calidad en la manufactura del aluminio, comprende en la liberación de material aplicando las herramientas necesarias, las cuales comprenden uso de instrumentos de medición como: medidor de espesores, prueba de sellado utilizando (agua des-ionizada y ácido nítrico), inspección visual y además de contar con los respectivos formatos para registrar las lecturas de liberación, instructivos de trabajo en donde se especifiquen la manera correcta de llevar a cabo las actividades de los métodos de prueba. Dichas pruebas, que hoy en día no existen en el programa de actividades de laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial.

En mi etapa de universitario no contaba con el recurso de poder conocer un método de liberación de un producto, por la falta del ya comentado programa, incluso un laboratorio o taller especializado, lo cual orillo que mi conocimiento se viera reforzado y completado hasta mi etapa laboral.

Por consiguiente, el desarrollo de estas actividades dentro del Centro Universitario comprende implementar métodos de prueba a perfiles de aluminio por los cuales, es necesario contar con muestras de perfiles de aluminio, el equipo necesario para la liberación y la documentación necesaria para la aplicación.

De esta manera los alumnos de la carrera de ingeniería industrial podrán comprobar y aplicar el método de prueba, al control de calidad de perfiles de aluminio y conocer la importancia que representa un control a gran escala en el laboratorio, obteniendo la comprensión global de los métodos aplicados en la industria manufacturera de aluminio.

Delimitación.

El proyecto está dirigido a la implementación y desarrollo de actividades en el Laboratorio de Ingeniería número 1, de Análisis Industriales e Investigación del Centro Universitario UAEM Valle de México, como parte del programa educativo de Ingeniería Industrial complementando al plan de estudios vigente, mediante la práctica y aplicación de actividades que permitan ejemplificar una prueba de control de calidad a perfiles de aluminio anodizado, como se lleva en la industria, con la finalidad de formar parte del programa educativo de la institución.

Además contribuirá en la integración, desarrollo y preparación de los alumnos del Centro Universitario UAEM Valle de México, sumando a la experiencia necesaria que el campo laboral requiere.

Objetivos.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e Implementar un compendio de métodos de prueba aplicados al control de calidad en los perfiles de aluminio con proceso de anodizado, para aplicar en el Laboratorio de Análisis Industriales e Investigación, en los formatos propios del sistema de gestión de calidad implementado en los Laboratorios de Ingeniería del Centro Universitario UAEM Valle de México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer los diversos instrumentos y equipos para los métodos de prueba aplicados en el control de calidad de perfiles de aluminio anodizados.
2. Conocer y aplicar los métodos de prueba a perfiles de aluminio anodizado.
3. Comprender los pasos a seguir para las pruebas a perfiles de aluminio anodizado basados en la normatividad y los instructivos de trabajo.
4. Conocer los defectos de los perfiles de aluminio anodizado.
5. Adquirir habilidades y experiencia con el manejo de muestras y métodos de prueba reales.
6. Contribuir con mis conocimientos al desarrollo y fortalecimiento del plan de estudios del cual yo formé parte.
7. Regresar un poco de lo mucho que la Universidad autónoma del Estado de México me ha dado para mi formación profesional.

Justificación.

Como egresado de este Centro Universitario, me vi en la necesidad de aprender de una manera práctica directamente en la industria, ya que al momento de la enseñanza teórica era complicado contar con todos los instrumentos y herramientas que la enseñanza exigía, así mismo, el proceso de certificación del programa educativo requiere del apoyo y generación de conocimiento y desarrollo de dinámicas en las aulas y laboratorios, de tal forma que permitan tener una visión más clara y objetiva de lo que se requiere en las industrias y sea menos complejo incorporarse al sector productivo.

En la actualidad las empresas dedicadas a la manufactura de sus productos se basan en sistemas de calidad para la liberación de sus materiales, es por ello que se utilizan procedimientos o métodos establecidos para el correcto uso de dicho sistema. Debido a esto se considera seguir estos lineamientos basados en un sistema de calidad, actualmente establecido en los laboratorios y talleres del programa educativo de ingeniería industrial.

Este trabajo está diseñado con una serie de prácticas estructuradas de acuerdo a la documentación oficial del sistema de gestión de calidad implementado por la coordinación del programa educativo de ingeniería industrial del Centro Universitario UAEM Valle de México.

El proyecto está dirigido a la implementación y desarrollo de actividades en el Laboratorio de Ingeniería número 1, de Análisis Industriales e Investigación del Centro Universitario UAEM Valle de México, como parte del programa educativo de ingeniería industrial, complementando el plan de estudios vigente, mediante la práctica y aplicación de actividades que permitan ejemplificar una prueba de control de calidad a perfiles de aluminio anodizados como se lleva en la industria, con la finalidad de formar parte en los procesos de enseñanza-aprendizaje y lograr la adquisición de las competencias profesionales específicas de las unidades de aprendizaje como “Fundamentos de calidad”, “Control de calidad y confiabilidad”, “Certificación de sistemas de calidad” y “Tópicos de calidad” entre otras.

Ayudará en la formación integral, desarrollo y capacitación práctica-profesional de los futuros ingenieros industriales.

CAPÍTULO 1: PROCESO DE EXTRUSIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO.

1.1 Extrusión del Aluminio.

Este proceso consiste en hacer pasar una masa de aluminio (aleación 6063) de forma cilíndrica, comúnmente denominada tocho, en la que el componente principal es el aluminio, semisólida a causa de un calentamiento previo y de la presión ejercida sobre ella por el émbolo de una prensa, a través de un útil de acero templado (matriz) en el que se ha practicado un vaciado similar a la sección del perfil que queremos obtener. El tocho de aluminio es presionado por el émbolo de la prensa (máquina de grandes dimensiones en que se realiza la extrusión) y al mismo tiempo el perfil, todavía con una consistencia muy baja debido a la alta temperatura de su masa, es asistido en su salida mediante la tracción de un carro que se desliza sobre raíles de gran longitud (aprox.50 m.). El perfil así obtenido no presenta una geometría rectilínea en toda su longitud ni uniforme en su sección, a consecuencia de la deformación producida por el propio peso del mismo y su baja consistencia a la salida de la matriz resultado de su elevada temperatura. Para conseguir su forma definitiva ha de pasar a una segunda fase.

1.1.1.Estirado.

Cuando el perfil ya está frío se sujeta en ambos extremos y se somete a una fuerza instantánea de tracción en toda su longitud (estirado), que le confiere su forma definitiva.

1.1.2.Corte.

Las barras de perfil así obtenidas (de unos 50 m. de longitud generalmente) son ahora cortadas en una sierra circular a la medida requerida por el cliente.

1.1.3.Temple.

Ya tenemos los perfiles con la forma y longitud requeridas pero su dureza es muy baja. Para que sean de utilidad para los usos comúnmente requeridos en nuestro sector deben ser sometidos a un proceso de templado, consistente en el calentamiento y enfriamiento (en un horno especial de templado) a una temperatura y durante un

período de tiempo determinado. Para los perfiles utilizados en la fabricación de carpinterías de aluminio el temple utilizado es el denominado T-5 que les confiere la dureza adecuada.

1.1.4 Traslado de los perfiles de aluminio.

Existen diversas formas en que los perfiles pueden ser dispuestos para su traslado:

- En cajas de cartón. El tamaño más común es de 30x15 cm.
 - En contenedores. Existen diversos tipos. Tienen la ventaja de que el perfil no sufre las posibles abolladuras producidas sobre el perfil cuando se manipulan las cajas de cartón con los medios de elevación, y durante el transporte. También facilitan la tarea de carga y descarga.
 - En precintos de madera para la exportación.
- (ALCATI , 2013)



Imagen 1. Prensa de extrusión de perfiles de aluminio.

Fuente: <http://www.alcati.es/extrusion-aluminio.html>



Imagen 2. Estirado de perfiles de aluminio.

Fuente: <http://www.alcati.es/extrusion-aluminio.html>



Imagen 3. Corte de perfiles de aluminio.

Fuente: <http://www.tkandina.com/az-ul-400-tronzadora/>



Imagen 4. Templado de los perfiles de aluminio.

Fuente: <http://www.alcati.es/extrusion-aluminio.html>

CAPÍTULO 2: PROCESOS DE ACABADO Y MECANIZADO PARA PERFILES DE ALUMINIO.

2.1 Lacado de aluminio.

2.1.1. Lacado polvo.

También denominado termolacado por realizarse la fijación de la capa de poliéster mediante aplicación de calor. Este tipo de lacado es en la actualidad el tratamiento más frecuentemente empleado para dar protección y colorido a las superficies de aluminio.

Proceso Productivo.

Los perfiles extruidos en la prensa son sometidos en la planta de lacado a un proceso que básicamente consta de tres fases:

Limpieza, desengrase y decapado

Los perfiles son colgados verticalmente de un extremo (planta vertical) o apoyados en sus dos extremos (planta horizontal) en unos útiles adecuados a tal fin que son desplazados a lo largo de todo el proceso por una cadena móvil de circuito cerrado. En esta fase se pulverizan sobre los perfiles con aspersores los componentes químicos líquidos que consiguen eliminar los restos de suciedad, grasa, virutas y polvo, con los que el perfil puede quedar impregnado en la planta de extrusión o durante su almacenamiento.

El decapado se realiza en medio ácido y ha de conseguir una tasa de ataque de al menos 1 g./m².

Cromatizado.

Sobre el perfil ya limpio unos aspersores se encargan de aportar un primer tratamiento superficial, generalmente basándose en cromo, que tiene por objeto el conferir una protección adicional a la superficie y asegurar la adhesión del poliéster.

El cromatizado es el medio más habitualmente utilizado, pero puede ser sustituido por un tratamiento de anodizado de entre 3 y 8 micras.

Pintado.

Se realiza con polvo de resina de poliéster proyectada por boquillas directamente sobre la superficie a tratar, facilitándose su adherencia al perfil por medio de una carga de electricidad estática.

Polimerizado.

Los perfiles recubiertos de polvo de poliéster transitan (siempre suspendidos de la cadena de circuito cerrado) por el interior de un horno en el que son sometidos a un proceso de calentamiento hasta una temperatura de 220° C, con lo que se consigue la fusión del poliéster (polimerizado) y su adherencia definitiva a la superficie. Una vez enfriados los perfiles el proceso queda completado.

Colores.

Los diferentes colores y tonos de lacado se encuentran normalizados y son recogidos en la denominada carta RAL.

El color más utilizado es el RAL 9010 (blanco). Este acabado es realizado por las plantas de lacado diariamente y supone la parte más importante de su producción. Cada planta de lacado confecciona una lista de colores estándar, en la que incluye los acabados que más utiliza, y que cuenta con un precio y plazo de entrega común a todos ellos. Estos suelen ser pintados una vez a la semana, comenzando por el color más claro y haciendo una progresión hasta el negro, con el objeto de evitar en lo posible una contaminación en el proceso de pintado por restos de poliéster del acabado anterior perceptible visualmente.

Además de los colores estándar existe una gama de acabados amplísima, susceptible de ser utilizada, con la única diferencia respecto a éstos de que los precios y plazos de entrega varían dependiendo del tono elegido. Hace años prácticamente todos los lacados utilizados incorporaban brillo. Ahora se observa una tendencia a elegir los lacados sin brillo, o mate.

Acabados “madera”.

El lacado de perfiles en colores no uniformes, con vetas de un color diferente, tratando de imitar el aspecto superficial de la madera, está cobrando más mercado cada día. Es lo que comúnmente conocemos como “lacado madera”. Se aplica al perfil una capa normal de lacado y posteriormente se efectúa la transferencia de una imagen sobre la superficie pintada. (ALCATI, 2013)



Imagen 5. Inicio del proceso de lacado de aluminio.

Fuente: <http://www.alcati.es/lacado-de-aluminio.html>



Imagen 6. Final del proceso de lacado de aluminio.

Fuente: <http://www.alcati.es/lacado-de-aluminio.html>

2.1.2 Anodizado de aluminio.

El anodizado del aluminio, es un proceso de oxidación química basado en la electrólisis que se desarrolla sobre la superficie, formándose una capa de óxido de aluminio mediante la inmersión de las piezas de aluminio en un baño de ácido sulfúrico, al que se le somete durante un determinado tiempo una corriente de aprox. 6000 Amperios a 20 Voltios entre el aluminio (el ánodo) y el cátodo. Esta capa recién formada, endurece la superficie, la hace más resistente a la abrasión y mejora la resistencia del metal a la corrosión; la capa anódica aísla más la superficie del aluminio y le provee de un aspecto decorativo mediante una amplia gama de colores, lo que le convierte en un producto ideal para la construcción, tanto por sus excelentes cualidades físicas como decorativas. (ALCATI, 2013)



Imagen 7. Proceso de anodizado de aluminio.

Fuente: <http://www.alcati.es/aluminio-anodizado.html>

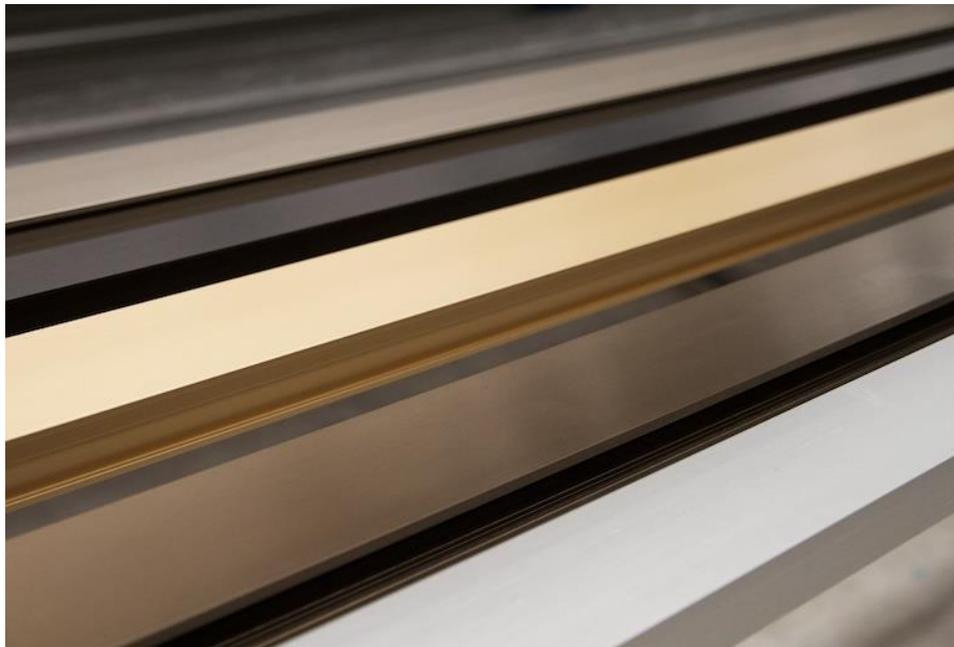


Imagen 8. Perfiles de aluminio anodizados en varios colores.

Fuente: <http://www.alcati.es/aluminio-anodizado.html>

2.1.3. Mecanizados de aluminio.

Existen procesos adicionales que la industria de la fabricación del aluminio ofrece a sus clientes como por ejemplo. (ALCATI, 2013)

- Centro de mecanizado CNC
- Sierras de corte de precisión
- Troqueladoras
- Plegadoras
- Ensambladores
- Fresadora de control numérico

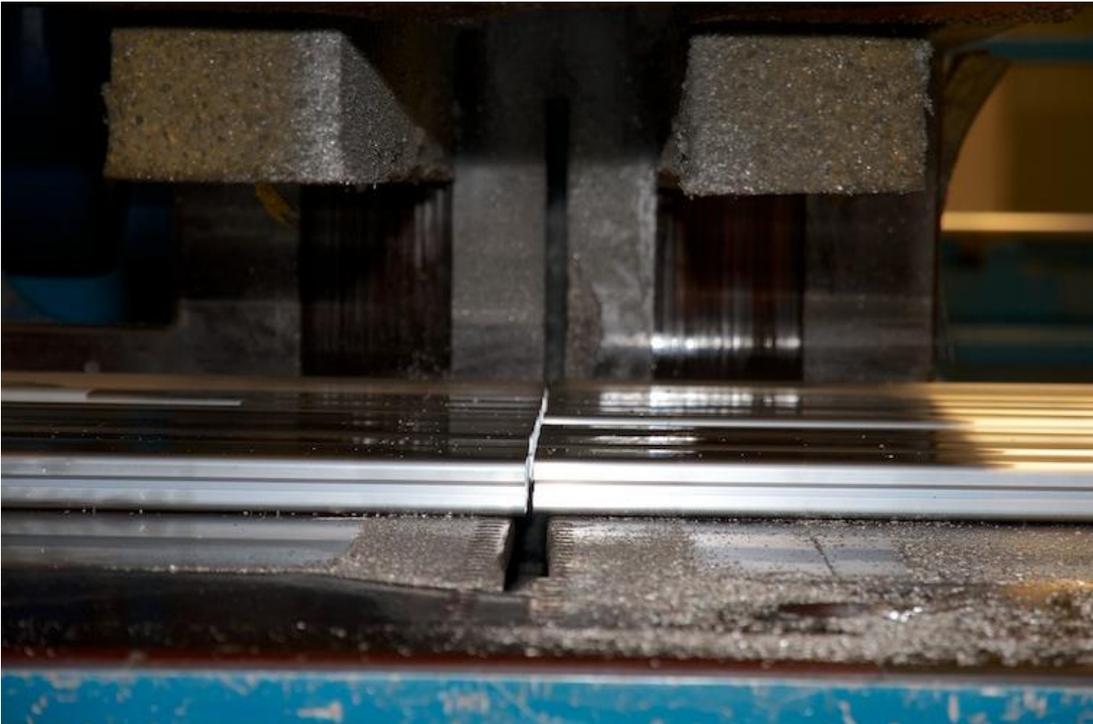


Imagen 9. Sierra de alta precisión.

Fuente: <http://www.alcati.es/mecanizados-aluminio.html>

CAPÍTULO 3: ALEACIONES, TEMPLES, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y MECÁNICA DE LOS PERFILES DE ALUMINIO.

3.1 Aleaciones.

Existe una clasificación de las aleaciones del aluminio las cuales comprenden, las aleaciones no tratables térmicamente y las aleaciones tratables térmicamente.

Aleaciones no tratables térmicamente.

Es aquella aleación la cual solo puede ser endurecida por trabajo mecánico en frío para obtener las propiedades mecánicas deseadas. Son identificadas con la serie 1000, 3000, 4000, 5000.

Aleaciones tratables térmicamente.

Es aquella aleación la cual puede ser endurecida por un tratamiento térmico controlado a través del calentamiento a cierta temperatura y tiempo para obtener las propiedades mecánicas deseadas. Son identificadas con la serie 2000, 6000, 7000, 8000.

Características de las aleaciones.

Serie 1000.

Aleación no tratable de alta pureza 99% Aluminio.

- Alta conductividad eléctrica y térmica
- Alta reflectividad y excelente apariencia
- Bajas propiedades mecánicas
- Excelentes propiedades de soldabilidad
- Baja maquinabilidad
- Alta resistencia a la corrosión

Serie 2000.

Aleación tratable, elemento principal Cu

- Altas propiedades mecánicas
- Baja resistencia a la corrosión
- Excelente maquinabilidad
- Aleaciones no soldables

Serie 3000.

Aleación no tratable, elemento principal Mn y Cu

- Buena resistencia a la corrosión
- Entre bajas y medias propiedades mecánicas
- Buena soldabilidad y formabilidad (rolado y estirado)
- Pobre maquinabilidad

Serie 4000.

Aleación no tratable, elemento principal Si

- Buena maquinabilidad
- Aleaciones de alto esfuerzo
- Excelente acabado final después de maquinar
- Baja expansión térmica
- Baja temperatura de fusión
- No está disponible como producto extruible

Serie 5000.

Aleación no tratable, elemento principal Mg

- Excelente resistencia a la corrosión
- Limitadas temperaturas de operación
- De bajas a moderadas propiedades mecánicas

- Buenas propiedades de soldabilidad

Serie 6000.

Aleación tratable, elemento principal Mg + Si

- Buenas propiedades mecánicas
- Buena resistencia a la corrosión
- Buena maquinabilidad
- Buena soldabilidad
- Buena formabilidad y extrudibilidad
- La más utilizada para extrusiones de aluminio

Serie 7000.

Aleación tratable, elemento principal Zn.

- Altas propiedades mecánicas
- Baja resistencia a la corrosión
- Buena maquinabilidad

3.2 Temples.

Los enlistados con la letra T, se refiere a los térmicamente tratados para obtener un templeado estable.

Clasificación de los temples T

- T1 tratamiento térmico enfriado con aire desde una temperatura elevada y naturalmente envejecido.
- T4 tratamiento térmico enfriado con agua y naturalmente envejecido.
- T5 tratamiento térmico enfriado con aire de una elevada temperatura y artificialmente envejecido.
- T6 tratamiento térmico enfriado con agua y artificialmente envejecido.

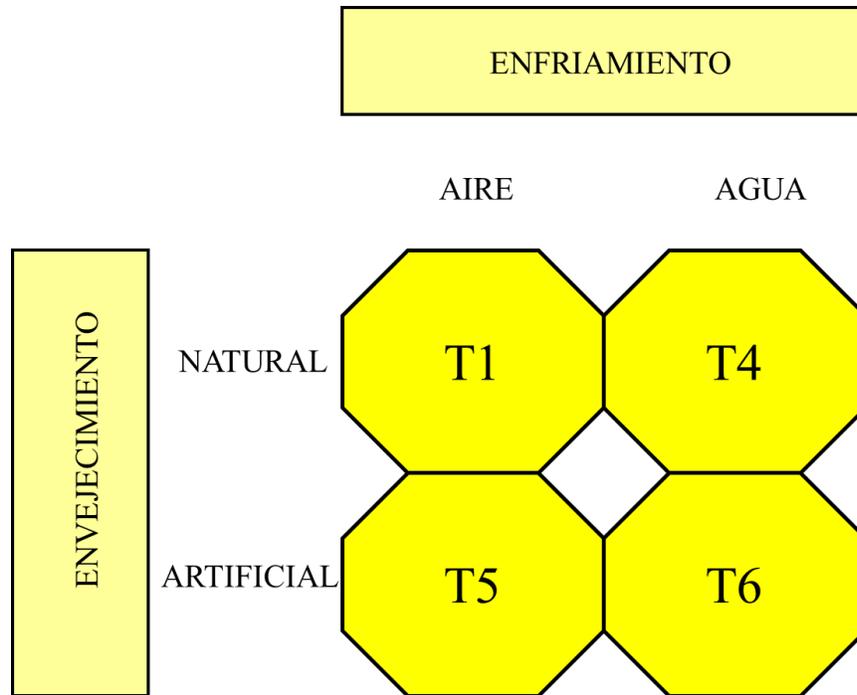


Tabla 1. Clasificación de temple tipo T.

Fuente: elaboración propia.

- T2 recocido (productos fundidos únicamente) son recocidos para mejorar ductibilidad y mejorar estabilidad dimensional.
- T3 tratado por solución y después trabajado en frío. Aplica a productos que son trabajados en frío para mejorar su resistencia.
- T7 tratado por solución y luego estabilizado, para llevarlos más allá del punto máximo de esfuerzo para proporcionar control de características especiales.
- T8 tratado por solución, trabajado en frío y envejecido artificialmente.
- T9 tratado por solución, envejecido artificialmente y trabajado mecánicamente.
- T10 enfriado a la temperatura elevada de un proceso de formado, envejecido artificialmente y luego trabajado en frío.

ALEACION (ALLOY)	TEMPLE (TEMPER)	ESFUERZO DE CEDENCIA (YIELD STRENGTH) KPSI	ESFUERZO DE RESISTENCIA (TENSILE STRENGTH) KPSI	ELONGACIÓN (ELONGATION) %
6063	5	16	22	8
6063	6	25	30	8
6061	5	30	35	8
6061	6	35	38	8
6005	5	35	38	8
6005	6	37.5	41.5	8
6101	6	25	29	NA

Tabla 2. Propiedades mecánicas de acuerdo a la aleación y temple serie 6000.

Fuente: elaboración propia.

3.3 Composición química y mecánica de los perfiles de aluminio.

El aluminio puro tiene alta conductividad, es dúctil, maleable y de muy buen aspecto superficial, pero tiene bajas propiedades mecánicas por lo que es apto para las aplicaciones donde la resistencia del material no es importante.

Cuando queremos obtener propiedades mecánicas importantes aleamos el aluminio con diferentes elementos químicos que nos permiten adaptar el comportamiento del mismo al uso final. (GRUPO INALSA, 2014)

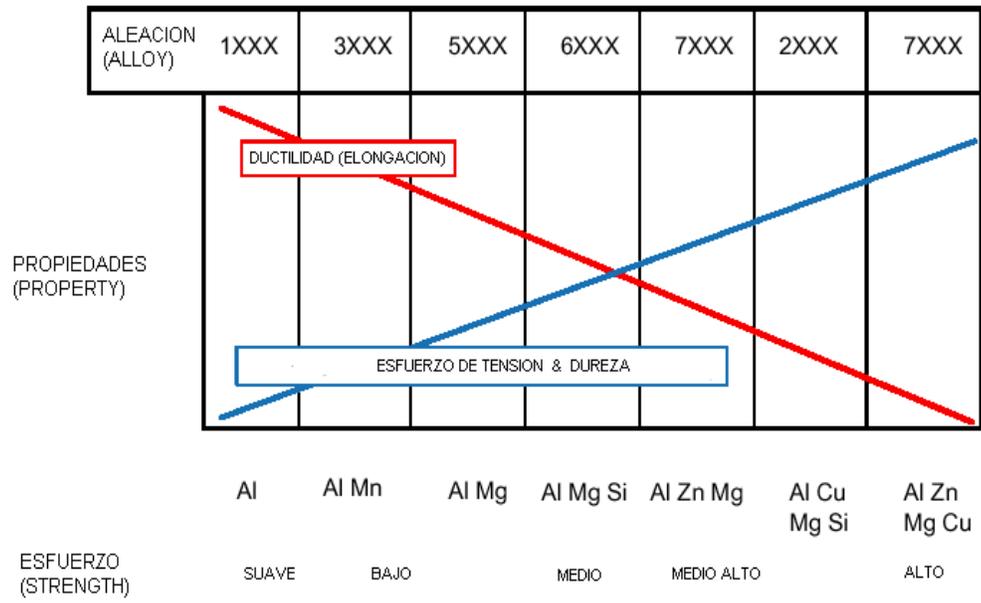


Tabla 3. Relación de elongación vs dureza.

Fuente: elaboración propia.

ALEACIÓN 6005									
%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Al
MIN	0.58	0.18	0.18	0.03	0.52	-	0.01	0.05	B1
MAX	0.65	0.25	0.25	0.08	0.60	0.08	0.04	0.01	
Características Mecánicas									
Temple (AA)	LIMITE (Mpa)	LIMITE DE RUPTURA (Mpa)		ALARGAMIENTO (%)			DUREZA Brinel		
T4	105	215		21			71		
T6	290	315		13			107		
Propiedades Especiales									
Conformado - Bien		Mecanizado - Moderado			Soldadura - MIG, TIG				
Corrosión - Bien		Acabados - Muy bien			Anodizado - Protección				
Aplicaciones Típicas									
Construcción, industria automotriz, industria del transporte, energías renovables, transportes en general, estructuras pesadas									

Tabla 4. Características de la aleación 6005.

Fuente: <http://www.alyex.mx/aleaciones-metalicas.html>

ALEACIÓN 6060									
%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Al
MIN	0.35	-	-	-	0.35	-	-	-	B1
MAX	0.50	0.25	0.10	0.10	0.55	0.05	0.05	0.10	
Características Mecánicas									
Temple (AA)	LIMITE (Mpa)	LIMITE DE RUPTURA (Mpa)			ALARGAMIENTO (%)			DUREZA Brinel	
T5	105	85			10			55	
T6	290	220			18			107	
Propiedades Especiales									
Conformado - Bien			Mecanizado - Moderado				Soldadura - TIG		
Corrosión - Bien			Acabados - Muy bien				Anodizado - Bueno		
Aplicaciones Típicas									
Perfiles arquitectónicos, puertas, ventanas, muros, escaleras, cercados, disipadores, estructuras con buen acabado superficial									

Tabla 5. Características de la aleación 6060.

Fuente: <http://www.alyex.mx/aleaciones-metalicas.html>

ALEACIÓN 6061									
%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Al
MIN	0.40	0.18	-	-	0.80	-	-	0.04	B1
MAX	0.80	0.25	0.15	0.5	1.20	0.25	0.15	0.35	
Características Mecánicas									
Temple (AA)	LIMITE (Mpa)	LIMITE DE RUPTURA (Mpa)			ALARGAMIENTO (%)			DUREZA Brinel	
T4	105	215			21			71	
T6	290	315			13			107	
Propiedades Especiales									
Conformado - Bien			Mecanizado - Moderado				Soldadura - MIG, TIG		
Corrosión - Bien			Acabados - Muy bien				Anodizado - Protección		
Aplicaciones Típicas									

Construcción, industria automotriz, energías renovables, transportes en general, estructuras pesadas

Tabla 6. Características de la aleación 6061.

Fuente: <http://www.alyex.mx/aleaciones-metalicas.html>

ALEACIÓN 6063									
%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Al
MIN	0.45	0.18	-	-	0.45	-	-	-	B1
MAX	0.50	0.22	0.02	0.03	0.60	0.02	0.04	0.04	
Características Mecánicas									
Temple (AA)	LIMITE (Mpa)	LIMITE DE RUPTURA (Mpa)			ALARGAMIENTO (%)			DUREZA Brinel	
T4	95	190			20			47	
T5	220	250			16			81	
Propiedades Especiales									
Conformado - Bien			Mecanizado - Moderado				Soldadura - Todas		
Corrosión - Bien			Acabados - Muy bien				Anodizado - Muy Bien		
Aplicaciones Típicas									
Arquitectura en general, construcción de ventanas, acristalamientos y fachadas, energías renovables, industria del transporte.									

Tabla 7. Características de la aleación 6063.

Fuente: <http://www.alyex.mx/aleaciones-metalicas.html>

CAPÍTULO 4: CALIDAD EN LOS PERFILES DE ALUMINIO.

4.1 Garantías de calidad del aluminio.

La calidad del aluminio empleado y la correcta ejecución del proceso de fabricación en sus diferentes fases, son los que determinarán la calidad del perfil extruido, es decir, sus cualidades físicas adecuadas y su fidelidad a la forma teórica diseñada. Los perfiles son siempre fabricados con tochos de aluminio de primera fusión, quedando garantizada la idoneidad de la materia prima. Lo cual se acredita con las correspondientes garantías.

4.1.1 Garantía del lacado.

El sello de calidad Qualicoat supone la garantía de que la empresa que lo detenta cumple los requisitos necesarios para que sus lacados tengan la calidad adecuada.

Qualicoat obliga a un autocontrol diario de la planta lacadora y que los resultados obtenidos queden reflejados en un libro de registro. Además, se realizan una serie de inspecciones aleatorias en el tiempo por técnicos especializados ajenos a la planta de lacado. El incumplimiento de algunos de los trámites o estándares de calidad requeridos supone la apertura de un procedimiento que puede culminar con la baja de la empresa en el sello.

La capa de lacado es sometida a pruebas de:

1. **Aspecto.** Ningún defecto de lacado puede ser apreciado a una distancia de 3 metros desde el interior del habitáculo ni de 5 metros desde el exterior.
2. **Brillo.** Se utiliza un aparato de medida para su comprobación.
3. **Espesor de capa de lacado.** El espesor ha de ser igual o superior a 60 micras. Se escogen cinco áreas de medición de alrededor de 1 cm² y se toman de 3 a 5 lecturas individuales en cada área. Se hace la media de las 3 a 5 lecturas individuales y ninguna de ellas puede ser inferior al 80% de 60 micras. Cumplido

este requisito se suman las lecturas medias de las 5 áreas de medida y se divide el resultado por 5. La cantidad resultante ha de ser como mínimo 60.

4. **Adherencia.** Se hacen cortes cruzados con una distancia entre corte y corte de 1 mm. Se adhiere encima una cinta adhesiva específica y se retira bruscamente. No ha de haber desprendimiento de pintura.
5. **Dureza.** El mínimo de dureza ha de ser 80.
6. **Test de embutición.** Se realiza una prueba de embutición. Se aplica y retira cinta adhesiva y no debe haber desprendimiento.
7. **Resistencia a la fisuración durante el plegado.** Se pliega una probeta alrededor de un mandril. Luego se aplica y retira cinta adhesiva y no debe haber desprendimiento de pintura.
8. **Ensayo de impacto.** Se realiza un impacto sobre la cara no tratada de la probeta con superficie esférica. Se aplica y retira cinta adhesiva y no debe haber desprendimiento.
9. **Resistencia a atmósferas húmedas conteniendo dióxido de azufre.** El revestimiento es marcado en forma de cruz hasta llegar al metal con al menos 1 mm. de longitud. La corrosión no debe extenderse más de 1 mm.
10. **Resistencia a la niebla salina acética.** El revestimiento se marca en cruz hasta llegar al metal con al menos 1 mm. de longitud. Ningún ataque debe exceder 4 mm.
11. **Test Machu.** Se marca en cruz. La corrosión no debe extenderse más de 0,5 mm. de la incisión.
12. **Ensayo de envejecimiento acelerado.** Se aplican rayos ultravioleta durante 1.000 horas. La pérdida de brillo no puede ser superior al 10%.

13. **Envejecimiento natural.** La muestra es expuesta en Florida durante un año. Son evaluadas las pérdidas de brillo y color. En cuanto al brillo: debe ser al menos el 90% después de un año, 75% después de dos y 50% después de tres. La pérdida de color debe quedar dentro de los límites establecidos en unas tablas diseñadas a tal fin.
14. **Test de polimerización.** La superficie es frotada con un algodón empapado en un disolvente determinado. Luego se valoran los resultados.
15. **Resistencia al mortero.** El mortero debe estar compuesto de arena, cal y agua. Después de un contacto de 24 horas se evalúan los resultados.
16. **Resistencia al agua hirviendo.** Se sumerge el perfil durante dos horas en agua hirviendo desmineralizada y se analizan los resultados.
17. **Resistencia a la humedad en atmósfera constante.** Se marca en cruz el revestimiento con al menos 1 mm. de longitud. Después de 1.000 horas no debe haber ninguna ampolla visible.
18. **Aserramiento, fresado y taladramiento.** Se utilizan útiles afilados aptos para trabajar el aluminio. No debe haber ningún desconchamiento ni desprendimiento de la capa de pintura.

Para los ensayos mecánicos se utilizan unas probetas homologadas, realizadas en una aleación especial de aluminio y de 1 mm. de espesor. Los ensayos de corrosión y químicos son realizados directamente sobre perfil de aluminio lacado. Qualicoat homologa los diferentes tipos y marcas de resinas de poliéster a emplear, no pudiendo utilizar el lacador ninguna resina de poliéster no homologada. Para obtener esta homologación realiza a los productos una batería completa de pruebas que han de superar. El sello Qualicoat supone la tranquilidad para el cliente de que el lacado que utiliza cumple con todas las garantías. (ALCATI, 2013)



Imagen 10. Análisis químico.

Fuente: <http://www.alcati.es/calidad-aluminio.html>



Imagen 11. Control de dureza del aluminio.

Fuente: <http://www.alcati.es/calidad-aluminio.html>

CAPÍTULO 5: NORMAS INTERNACIONALES PARA EXTRUSIÓN Y ACABADOS EN PERFILES DE ALUMINIO.

5.1 ASTM B221-14

Especificación normalizada para barras de aluminio y de aleación de aluminio extruido, varillas, alambre, perfiles y tubos.

Esta especificación cubre extruidos barras, varillas, alambres, perfiles y tubos hechos de aluminio y sus aleaciones. Todos los productos se deben producir por extrusión en caliente o métodos similares. La composición química de cada material se determina de acuerdo con los métodos de ensayo espectroquímicos adecuados especificados. Las muestras para el análisis químico, se deben tomar de los lingotes y de los productos acabados o semi acabados mediante métodos de taladrado, aserrado, fresado, torneado, o de recorte. Las propiedades de tracción, elongación y límites de elasticidad de cada producto deben ajustarse a los requisitos enumerados en la presente norma. Los requisitos de elongación no son aplicables para materiales con tamaños menores de los límites especificados. (ASTM International, 2014)

Alloy	Silicon	Iron	Copper	Manga- nese	Magne- sium	Chromium	Zinc	Titanium	Vanadium	Other Elements ^D		Aluminum
										Each	Total ^E	
1060	0.25	0.35	0.05	0.03	0.03	...	0.05	0.03	0.05	0.03	...	99.60 min ^F
1100	0.95 Si + Fe	0.05-0.20	0.05	...	...	...	0.10	...	...	0.05	0.15	99.00 min ^F
2014	0.50-1.2	0.7	3.9-5.0	0.40-1.2	0.20-0.8	0.10	0.25	0.15 ^G	...	0.05 ^G	0.15	remainder
2024	0.50	0.50	3.8-4.9	0.30-0.9	1.2-1.8	0.10	0.25	0.15 ^G	...	0.05 ^G	0.15	remainder
2219	0.20	0.30	5.8-6.8	0.20-0.40	0.02	...	0.10	0.02-0.10	0.05-0.15	0.05 ^H	0.15 ^H	remainder
3003	0.6	0.7	0.05-0.20	1.0-1.5	...	...	0.10	...	...	0.05	0.15	remainder
Alclad 3003	...	3003 Clad with 7072 alloy	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3004	0.30	0.7	0.25	1.0-1.5	0.8-1.3	...	0.25	...	...	0.05	0.15	remainder
3102	0.40	0.7	0.10	0.05-0.40	...	...	0.30	0.10	...	0.05	0.15	remainder
5052	0.25	0.40	0.10	0.10	2.2-2.8	0.15-0.35	0.10	...	...	0.05	0.15	remainder
5083	0.40	0.40	0.10	0.40-1.0	4.0-4.9	0.05-0.25	0.25	0.15	...	0.05	0.15	remainder
5086	0.40	0.50	0.10	0.20-0.7	3.5-4.5	0.05-0.25	0.25	0.15	...	0.05	0.15	remainder
5154	0.25	0.40	0.10	0.10	3.1-3.9	0.15-0.35	0.20	0.20	...	0.05	0.15	remainder
5454	0.25	0.40	0.10	0.50-1.0	2.4-3.0	0.05-0.20	0.25	0.20	...	0.05	0.15	remainder
5456	0.25	0.40	0.10	0.50-1.0	4.7-5.5	0.05-0.20	0.25	0.20	...	0.05	0.15	remainder
6005	0.6-0.9	0.35	0.10	0.10	0.40-0.6	0.10	0.10	0.10	...	0.05	0.15	remainder
6005A	0.50-0.9	0.35	0.30	0.50 ^I	0.40-0.7	0.30 ^I	0.20	0.10	...	0.05	0.15	remainder
6060	0.30-0.6	0.10-0.30	0.10	0.10	0.35-0.6	0.5	0.15	0.10	...	0.05	0.15	remainder
6061 ^J	0.40-0.8	0.7	0.15-0.40	0.15	0.8-1.2	0.04-0.35	0.25	0.15	...	0.05	0.15	remainder
6063	0.20-0.6	0.35	0.10	0.10	0.45-0.9	0.10	0.10	0.10	...	0.05	0.15	remainder
6066	0.9-1.8	0.50	0.7-1.2	0.8-1.1	0.8-1.4	0.40	0.25	0.20	...	0.05	0.15	remainder
6070	1.0-1.7	0.50	0.15-0.40	0.40-1.0	0.50-1.2	0.10	0.25	0.15	...	0.05	0.15	remainder
6082	0.7-1.3	0.50	0.10	0.40-1.0	0.6-1.2	0.25	0.20	0.10	...	0.05	0.15	remainder
6105	0.6-1.0	0.35	0.10	0.15	0.45-0.8	0.10	0.10	0.10	...	0.05	0.15	remainder
6162	0.40-0.8	0.50	0.20	0.10	0.7-1.1	0.10	0.25	0.10	...	0.05	0.15	remainder
6262	0.40-0.8	0.7	0.15-0.40	0.15	0.8-1.2	0.04-0.14	0.25	0.15	...	0.05 ^K	0.15 ^K	remainder
6351	0.7-1.3	0.50	0.10	0.40-0.8	0.40-0.8	...	0.20	0.20	...	0.05	0.15	remainder
6463	0.20-0.6	0.15	0.20	0.05	0.45-0.9	...	0.05	...	...	0.05	0.15	remainder
6560	0.30-0.7	0.10-0.30	0.05-0.20	0.20	0.20-0.6	0.05	0.15	0.10	...	0.05	0.15	remainder
7005	0.35	0.40	0.10	0.20-0.7	1.0-1.8	0.06-0.20	4.0-5.0	0.01-0.06	...	0.05 ^L	0.15 ^L	remainder
7072 ^M	0.7 Si + Fe	0.10	0.10	0.10	...	...	0.8-1.3	...	...	...	...	remainder
7075	0.40	0.50	1.2-2.0	0.30	2.1-2.9	0.18-0.28	5.1-6.1	0.20 ^N	...	0.05 ^M	0.15	remainder
7116	0.15	0.30	0.50-1.1	0.05	0.8-1.4	...	4.2-5.2	0.05	0.05	0.05 ^O	0.15	remainder
7129	0.15	0.30	0.50-0.9	0.10	1.3-2.0	0.10	4.2-5.2	0.05	0.05	0.05 ^O	0.15	remainder
7178	0.40	0.50	1.6-2.4	0.30	2.4-3.1	0.18-0.28	6.3-7.3	0.20	...	0.05	0.15	remainder

Tabla 8. Límites de composición química.

Fuente: ASTM International (2004) ASTM B-221-14 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos.

Temper	Specified Section or Wall Thickness, in.	Area, in. ²	Tensile Strength, ksi		Yield Strength (0.2 % offset), ksi		Elongation in 2 in. or 4 × Diameter, min, % ^{C,D}	
			min	max	min	max		
Aluminum 1060 ^F								
O	all	all	8.5	14.0	2.5	...	25	
H112	all	all	8.5	...	2.5	...	25	
Aluminum 1100 ^F								
O	all	all	11.0	15.5	3.0	...	25	
H112	all	all	11.0	...	3.0	...	25	
Alloy 2014 ^F								
O	all	all	...	30.0	...	18.0	12	
T4	}	all	50.0	...	35.0	...	12	
T4510 ^F								
T4511 ^F								
T42 ^G	}	all	50.0	...	29.0	...	12	
T6								
T6510 ^F								
T6511 ^F	}	0.500–0.749	60.0	...	53.0	...	7	
	}	0.750 and over	64.0	...	58.0	...	7	
	}	0.750 and over	68.0	...	60.0	...	7	
	}	0.750 and over	68.0	...	58.0	...	6	
T62 ^G	}	up through 0.749	60.0	...	53.0	...	7	
	}	0.750 and over	60.0	...	53.0	...	7	
	}	0.750 and over	60.0	...	53.0	...	6	
Alloy 2024 ^F								
O	all	all	...	35.0	...	19.0	12	
T3	}	up through 0.249	all	57.0	...	42.0	...	12 ^H
T3510 ^F								
T3511 ^F								
	}	0.250–0.749	all	60.0	...	44.0	...	12 ^H
	}	0.750–1.499	all	65.0	...	46.0	...	10
	}	1.500 and over	70.0	...	52.0 ^I	...	10	
	}	1.500 and over	68.0	...	48.0 ^J	...	8	
T42 ^G	}	up through 0.749	all	57.0	...	38.0	...	12
	}	0.750–1.499	all	57.0	...	38.0	...	10
	}	1.500 and over	up through 25	57.0	...	38.0	...	10
	}	1.500 and over	over 25 through 32	57.0	...	38.0	...	8
T81	}	0.050–0.249	all	64.0	...	56.0	...	4
T8510 ^F								
T8511 ^F								
	}	0.250–1.499	all	66.0	...	58.0	...	5
	}	1.500 and over	up through 32	66.0	...	58.0	...	5
Alloy 2219 ^F								
O	all	all	...	32.0	...	18.0	12	
T31	}	up through 0.499	up through 25	42.0	...	26.0	...	14
T3510 ^F								
T3511 ^F								
	}	0.500–2.999	up through 25	45.0	...	27.0	...	14
T62 ^G	}	up through 0.999	up through 25	54.0	...	36.0	...	6
	}	1.000 and over	up through 25	54.0	...	36.0	...	6
T81	}	up through 2.999	up through 25	58.0	...	42.0	...	6
T8510 ^F								
T8511 ^F								
Alloy 3003 ^F								
O	all	all	14.0	19.0	5.0	...	25	
H112	all	all	14.0	...	5.0	...	25	
Alloy Alclad 3003 ^F								
O	all	all	13.0	18.0	4.5	...	25	
H112	all	all	13.0	...	4.5 ^K	...	25	

Tabla 9. Límites de propiedades mecánicas.

Fuente: ASTM International (2004) ASTM B-221-14 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos.

Temper	Specified Section or Wall Thickness, In.	Area, in. ²	Tensile Strength, ksi		Yield Strength (0.2 % offset), ksi		Elongation In 2 In. or 4 × Diameter, min, % ^{C,D}
			min	max	min	max	
Alloy 3004 ^F							
O	all	all	23.0	29.0	8.5	...	...
Alloy 3102							
H112 ^F	0.028–0.050	all	11.0	18.0	4.0	...	25
Alloy 5052							
O	all	all	25.0	35.0	10.0	...	...
Alloy 5083 ^F							
O	up through 5.000 ^M	up through 32	39.0	51.0	16.0	...	14
H111	up through 5.000 ^M	up through 32	40.0	...	24.0	...	12
H112	up through 5.000 ^M	up through 32	39.0	...	16.0	...	12
Alloy 5086 ^F							
O	up through 5.000 ^M	up through 32	35.0	46.0	14.0	...	14
H111	up through 5.000 ^M	up through 32	36.0	...	21.0	...	12
H112	up through 5.000 ^M	up through 32	35.0	...	14.0	...	12
Alloy 5154							
O	all	all	30.0	41.0	11.0	...	...
H112	all	all	30.0	...	11.0	...	...
Alloy 5454 ^F							
O	up through 5.000 ^M	up through 32	31.0	41.0	12.0	...	14
H111	up through 5.000 ^M	up through 32	33.0	...	19.0	...	12
H112	up through 5.000 ^M	up through 32	31.0	...	12.0	...	12
Alloy 5456 ^F							
O	up through 5.000 ^M	up through 32	41.0	53.0	19.0	...	14
H111	up through 5.000 ^M	up through 32	42.0	...	26.0	...	12
H112	up through 5.000 ^M	up through 32	41.0	...	19.0	...	12
Alloy 6005							
T1	up through 0.500	all	25.0	...	15.0	...	16
T5	up through 0.124	all	38.0	...	35.0	...	8
	0.125–1.000	all	38.0	...	35.0	...	10
Alloy 6005A							
T1	up through 0.249	all	25.0	...	14.5	...	15
T5	up through 0.249	all	38.0	...	31.0	...	7
	0.250–0.999	all	38.0	...	31.0	...	9
T61	up through 0.249	all	38.0	...	35.0	...	8
	0.250–0.999	all	38.0	...	35.0	...	10
Alloy 6060							
T51	up through 0.125	all	22.0	...	16.0	...	8
T61	up through 0.124		30.0	...	25.0	...	8
	0.125–1.000		30.0	...	25.0	...	10
Alloy 6061 ^F							
O	all	all	...	22.0	...	16.0	16
T1	} up through 0.625	all	26.0	...	14.0	...	16
T4		all	26.0	...	16.0	...	16
T4510 ^F		all	26.0	...	16.0	...	16
T4511 ^F	} up through 0.625	all	26.0	...	12.0	...	16
T42 ^G		all	35.0	...	30.0	...	8
T51		all	35.0	...	30.0	...	8
T6, T62 ^G	} up through 0.249	all	38.0	...	35.0	...	8
T6510 ^F		all	38.0	...	35.0	...	10
T6511 ^F		0.250 and over	all	38.0	...	35.0	...	10

Tabla 10. Límites de propiedades mecánicas.

Fuente: ASTM International (2004) ASTM B-221-14 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos.

Alloy 6063							
O	all	all	...	19.0	...	...	18
T1	up through 0.500	all	17.0	...	9.0	...	12
	0.501-1.000	all	16.0	...	8.0	...	12

Temper	Specified Section or Wall Thickness, in.	Area, in. ²	Tensile Strength, ksi		Yield Strength (0.2 % offset), ksi		Elongation in 2 in. or 4 x Diameter, min, % ^{C,D}
			min	max	min	max	
T4, T42 ^G	up through 0.500	all	19.0	...	10.0	...	14
	0.501-1.000	all	18.0	...	9.0	...	14
T5	up through 0.500	all	22.0	...	16.0	...	8
	0.501-1.000	all	21.0	...	15.0	...	8
T52	up through 1.000	all	22.0	30.0	16.0	25.0	8
T54	up through 0.124	all	33.0	...	30.0	...	8
	0.125-0.499	all	33.0	...	30.0	...	10
T6, T62 ^G	up through 0.124	all	30.0	...	25.0	...	8
	0.125-1.000	all	30.0	...	25.0	...	10

Alloy 6066							
O	all	all	...	29.0	...	18.0	16
T4, T4510, T4511 ^F , T42 ^G	all	all	40.0	...	25.0	...	14
T6, T6510, T6511 ^F , T62 ^G	all	all	40.0	...	24.0	...	14
	all	all	50.0	...	45.0	...	8
	all	all	50.0	...	42.0	...	8

Alloy 6070							
T6, T62	up through 2.999	up through 32	48.0	...	45.0	...	6

Alloy 6082							
T6, T6511	0.200-0.750	all	45.0	...	38.0	...	6
	0.751-6.000	all	45.0	...	38.0	...	8
	6.001-8.000	all	41.0	...	35.0	...	6

Alloy 6105							
T1	up through 0.500	all	25.0	...	15.0	...	16
T5	up through 0.124	all	38.0	...	35.0	...	8
	0.125-1.000	all	38.0	...	35.0	...	10

Alloy 6162							
T5, T5510, ^F T5511 ^F	up thru 1.000	all	37.0	...	34.0	...	7
	up thru 0.249	all	38.0	...	35.0	...	8
T6, T6510, ^F T6511 ^F	0.250-0.499	all	38.0	...	35.0	...	10

Alloy 6262							
T6, T6510 ^F , T6511 ^F	all	all	38.0	...	35.0	...	10

Alloy 6351							
T1	up through 0.499	up through 20	26.0	...	13.0	...	15
T11	up through 0.749	all	26.0	...	16.0	...	16
T4	up through 0.749	all	32.0	...	19.0	...	16
T5	up through 0.249	all	38.0	...	35.0	...	8
	0.250-1.000	all	38.0	...	35.0	...	10
T51	0.125-1.000	all	36.0	...	33.0	...	10
T54	up through 0.500	all	30.0	...	20.0	...	10
T6	up through 0.124	all	42.0	...	37.0	...	8
	0.125-0.749	all	42.0	...	37.0	...	10

Tabla 11. Límites de propiedades mecánicas.

Fuente: ASTM International (2004) ASTM B-221-14 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos.

Alloy 6463							
T1	up through 0.500	up through 20	17.0	...	9.0	...	12
T5	up through 0.500	up through 20	22.0	...	16.0	...	8
Temper	Specified Section or Wall Thickness, in.	Area, in. ²	Tensile Strength, ksi		Yield Strength (0.2 % offset), ksi		Elongation In 2 in. or 4 × Diameter, min, % ^{C,D}
			min	max	min	max	
T6	{ up through 0.124 0.125–0.500	up through 20	30.0	...	25.0	...	8
		up through 20	30.0	...	25.0	...	10
Alloy 6560							
T5	0.090–0.125	all	22.0	...	16.0	...	8
T6	0.090–0.125	all	30.0	...	25.0	...	8
Alloy 7005							
T53	up through 0.750	all	50.0	...	44.0	...	10
Alloy 7075 ^F							
O	all	all	...	40.0	...	24.0	10
T6, T62 ^Q T6510 ^F T6511 ^F }	{ up through 0.249 0.250–0.499 0.500–1.499 1.500–2.999 3.000–4.499	all	78.0	...	70.0	...	7
		all	81.0	...	73.0	...	7
		all	81.0	...	72.0	...	7
		all	81.0	...	72.0	...	7
		{ up through 20 over 20 through 32	81.0	...	71.0	...	7
		81.0	...	70.0	...	6	
T73 T73510 ^F T73511 ^F }	{ 0.062–0.249 0.250–1.499 1.500–2.999 3.000–4.499	up through 20	68.0	...	58.0	...	7
		up through 25	70.0	...	61.0	...	8
T76 T76510 ^F T76511 ^F }	{ up through 0.049 0.050–0.124 0.125–0.249 0.250–0.499 0.500–1.000 1.001–2.000 2.001–3.000 3.001–4.000	up through 20	73.0	...	63.0	...	7
		all	74.0	...	64.0	...	7
		up through 20	74.0	...	64.0	...	7
		up through 20	75.0	...	65.0	...	7
		up through 20	75.0	...	65.0	...	7
		up through 20	75.0	...	65.0	...	7
T76 T76510 ^F T76511 ^F }	{ up through 0.049 0.050–0.124 0.125–0.249 0.250–0.499 0.500–1.000 1.001–2.000 2.001–3.000 3.001–4.000	up through 20	74.0	...	64.0	...	7
		up through 20	74.0	...	63.0	...	7
		up through 20	74.0	...	63.0	...	7
		up through 20	74.0	...	63.0	...	7
		up through 20	74.0	...	63.0	...	7
		up through 20	74.0	...	63.0	...	7
Alloy 7116							
T5	0.125–0.500	all	48.0	...	42.0	...	8
Alloy 7129							
T5, T6	up through 0.500	all	55.0	...	49.0	...	9
Alloy 7178 ^F							
O	all	up through 32	...	40.0	...	24.0	10
T6 T6510 ^F T6511 ^F }	{ up through 0.061 0.062–0.249 0.250–1.499 1.500–2.499 2.500–2.999	up through 20	82.0	...	76.0	...	...
		up through 20	84.0	...	76.0	...	5
		up through 25	87.0	...	78.0	...	5
		{ up through 25 over 25 through 32	86.0	...	77.0	...	5
		84.0	...	75.0	...	5	
		up through 32	82.0	...	71.0	...	5
T62 ^Q	{ up through 0.061 0.062–0.249 0.250–1.499 1.500–2.499 2.500–2.999	up through 20	79.0	...	73.0	...	5
		up through 20	82.0	...	74.0	...	5
		up through 25	86.0	...	77.0	...	5
		{ up through 25 over 25 through 32	86.0	...	77.0	...	5
		84.0	...	75.0	...	5	
		up through 32	82.0	...	71.0	...	5

Tabla 12. Límites de propiedades mecánicas.

Fuente: ASTM International (2004) ASTM B-221-14 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos.

5.2 NMX-W-138-SCFI-2004 METALES NO FERROSOS - ALUMINIO Y SUS ALEACIONES – ANODIZACIÓN – RECUBRIMIENTOS DE ÓXIDO ANÓDICO EN EL ALUMINIO – ESPECIFICACIONES GENERALES.

1 OBJETIVO.

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones generales para los recubrimientos de óxido anódico en aluminio. Define las propiedades características de los recubrimientos de óxido anódico en aluminio y los métodos con los cuales se pueden verificar las propiedades características; especifica los requisitos mínimos de cumplimiento, da información sobre los tipos adecuados de aluminio para su anodización y describe la importancia del tratamiento previo para asegurar la apariencia requerida o textura del trabajo terminado.

2 CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta Norma Mexicana es aplicable a recubrimientos principalmente de óxido de aluminio, formados en el aluminio por un proceso de oxidación electrolítica en el cual el aluminio actúa como ánodo.

Esta norma no es aplicable a:

Capas de óxido no poroso tipo barrera.

Capas de óxido generados como sustrato para aplicaciones subsecuentes de recubrimientos orgánicos o electrolitos.

Recubrimientos "Anodizado Duro" de muy alta resistencia, usados principalmente para propósitos de ingeniería en el cual la resistencia a la abrasión y desgaste son sus características principales.

3 REFERENCIAS.

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-H-095 Recubrimientos metálicos - Cobre - Atomización acelerada con ácido acético- Método de prueba.

NMX-H-096 Recubrimientos metálicos e inorgánicos - Medición de espesores - Reglas y definiciones.

NMX-H-110 Recubrimientos metálicos y tratamientos de superficies - Terminología.

NMX-W-115 Metales no ferrosos - Aluminio y sus aleaciones pérdida del poder de absorción de los recubrimientos de óxido anódico - Método de prueba.

NMX-W-117 Recubrimientos no conductivos sobre bases metálicas no magnéticas - Medición del espesor de recubrimiento - Método de corrientes de Eddy.

NMX-W-118 Metales no ferrosos -Aluminio y sus aleaciones- Efectos de oxidación y decoloración en anodizados - Método de prueba.

NMX-W-119 Aluminio y sus aleaciones – Anodizado – Determinación de la masa por unidad de área en recubrimientos de óxido anódico – Método gravimétrico.

NMX-W-120 Aluminio y sus aleaciones – Anodizado – Determinación de la masa por unidad de área en recubrimientos de óxido anódico – Método gravimétrico.

NMX-W-122 Productos de metales no ferrosos - Aluminio y sus aleaciones – Pérdida de masa por acción en aluminio anodizado – Método de prueba.

NMX-W-125 Metales no ferrosos – Aluminio y sus aleaciones – Continuidad de los recubrimientos de óxido anódico delgados – Sulfato de cobre – Método de prueba.

NMX-W-126 Metales no ferrosos – Aluminio y sus aleaciones – Recubrimientos de óxido anódico coloreados a la luz artificial – Aceleración de la rapidez de la luz – Método de prueba.

NMX-W-127 Metales no ferrosos - Aluminio y sus aleaciones – Recubrimientos con óxido anódico coloreados - Resistencia a la decoloración a la luz ultravioleta – Método de prueba.

NMX-W-128 Metales no ferrosos – Aluminio y sus aleaciones - Anodizado (oxidación anódica) – Aislamiento por medición del potencial de ruptura – Método de prueba.

NMX-W-133 Metales no ferrosos – Recubrimientos metálicos – Atomización salina de ácido acético – Método de prueba.

4 DEFINICIONES.

Para los propósitos de esta Norma Mexicana, se establecen las definiciones dadas en la NMX-H-096 y NMX-H-110 (véase 3 referencias), además de las siguientes:

4.1 Aluminio anodizado.

Es el recubrimiento, producido por el proceso de oxidación electrolítica, en la cual la superficie del aluminio es convertida en un recubrimiento ó película, generalmente un óxido que tiene propiedades protectoras, decorativas o funcionales.

4.2 Aluminio anodizado y coloreado.

Es aquella superficie cuya película ó recubrimiento se colorea por incorporación de una sustancia colorante.

4.3 Anodizado brillante.

Es la superficie del perfil con un alta reflectancia especular como característica principal.

4.4 Anodizado decorativo.

Es el recubrimiento que presenta un aspecto uniforme o una apariencia heterogénea que se satisface desde el punto de vista estético.

4.5 Anodizado en color integral.

Es la anodización del aluminio usando un electrolito apropiado (generalmente un ácido orgánico), que produce una capa de óxido de color integral (color generado por los mismos elementos constituyentes del aluminio) durante el proceso mismo de anodización, en aleaciones específicas de aluminio.

4.6 Anodizado natural.

Es aquel, en que el recubrimiento de óxido anódico es translúcido y ausente de color.

4.7 Anodización para arquitectura.

Es aquel anodizado producido para acabados arquitectónicos y que va a ser usado permanentemente en exposiciones exteriores y estéticas, en donde la apariencia y la vida útil son importantes.

4.8 Anodizado protector.

Es aquel en donde la protección contra la corrosión o el desgaste es la característica principal y la apariencia es secundaria o sin importancia.

4.9 Área de medición.

Es la superficie significativa en la cual una medición simple es hecha. "área de medición" para los siguientes métodos es definida como:

Para métodos analíticos, el área en la cual el recubrimiento es removido.

Para el método de disolución anódica, es el área comprendida por el anillo cerrado de la celda.

Para el método microscópico, es el lugar en el cual una medición simple es hecha.

Para métodos no destructivos, es el área de prueba o el área de influencia de la lectura.

4.10 Área de referencia.

Es la superficie en la cual un número especificado de mediciones independientes son requeridas.

4.11 Coloración electrolítica.

Es el matiz de la superficie anodizada por medio de la electrodeposición de sales metálicas en la estructura porosa de la capa de óxido.

4.12 Espesor local.

Es el promedio de las mediciones de espesor, las cuales se hacen dentro de un área de referencia.

4.13 Espesor local máximo.

Es el valor más alto de espesor local encontrado en una superficie significativa de un artículo.

4.14 Espesor local mínimo

Es el valor más bajo del espesor local encontrado en una superficie significativa de un artículo.

4.15 Espesor promedio

Cualquier valor obtenido por métodos analíticos o el valor promedio de un número específico de mediciones de espesores locales uniformemente distribuidas en una superficie significativa.

4.16 Sellado

Es un tratamiento de los recubrimientos de óxido anódico sobre el aluminio, aplicado después de la anodización para reducir la porosidad y/o la capacidad de absorción del recubrimiento.

4.17 Superficie significativa.

La parte del artículo cubierto o a ser cubierto por el recubrimiento, el cual es esencial en su apariencia y/o durabilidad.

5 CLASIFICACION.

Los recubrimientos de óxido anódico son clasificados de acuerdo al valor mínimo de los espesores en micras, según Tabla No. 1.

Tabla 1.- Clase y tipos de espesores.

CLASIFICACION	SI	NO
TIPO 1	Interiores decorativo.	Exposición rayos ultravioleta, exposición al agua, ambiente salino, uso industrial
TIPO 2	Interiores decorativo, exteriores, exposición rayos ultravioleta, exposición al agua	Ambiente salino, uso industrial.
TIPO 3	Interiores, decorativo, exteriores, exposición rayos ultravioleta, exposición al agua, ambiente salino, uso industrial.	

Natural Tipo 1 de 4 a 6 Micras.

Natural Tipo 2 de 7 a 10 Micras.

Natural Tipo 3 de 11 Micras o más.

Oro Tipo 1 de 10 a 12 Micras.

Oro Tipo 2 de 13 a 16 Micras.

Oro Tipo 3 de 17 Micras o más.

Electrocolor Tipo 1 de 10 a 12 Micras.

Electrocolor Tipo 2 de 13 a 16 Micras.

Electrocolor Tipo 3 de 17 Micras o más.

Negro Tipo 1 de 12 a 14 Micras.

Negro Tipo 2 de 15 a 18 Micras.

Negro Tipo 3 de 19 Micras o más.

Bronce Tipo 1 de 12 a 14 Micras.

Bronce Tipo 2 de 15 a 18 Micras.

Bronce Tipo 3 de 19 Micras o más.

Duranodic Tipo 1 de 11 a 13 Micras.

Duranodic Tipo 2 de 14 a 17 Micras

Duranodic Tipo 3 de 18 Micras o más.

6 ESPECIFICACIONES.

6.1 Apariencia.

6.1.1 Generalidades.

Todos los tipos de aluminio pueden ser anodizados (véase 6.1.5), pero los resultados pueden diferir considerablemente en apariencia, color, espesor máximo de capa, brillo, resistencia a la abrasión, resistencia a la corrosión y potencial eléctrico de ruptura. El anodizado es un excelente medio protector para el aluminio producido para propósitos

generales, pero si se desea uniformidad de apariencia u otros efectos especiales (por ejemplo terminado brillante) deben utilizarse calidades especiales de aluminio que hayan sido producidos a base de estrictos controles de composición química y prácticas metalúrgicas, combinados con procedimientos de producción especiales para proveer altos requisitos de terminado superficial y un respaldo de garantía para el anodizado. Estas calidades no pueden ser fácilmente clasificadas debido a que los fabricantes han desarrollado sus propias calidades de productos que reúnen los requisitos de industrias o clientes particulares y no hay una clara línea divisoria entre las diversas categorías.

Las calidades listadas a continuación están dadas como guías generales y están basadas en los usos finales del aluminio. El anodizador debe estar enterado del uso final y es relevante que por tal razón deba haber cooperación estrecha entre el suministrador del aluminio, el usuario y el anodizador.

6.1.2 Calidad arquitectónica (se verifica visualmente).

Los productos semiterminados para estos tipos, deben dar una apariencia uniforme después del anodizado cuando es inspeccionado de una distancia mayor de 3 m.

Algunas variaciones en apariencia y color pueden ser esperadas después de la anodización, entre los diferentes lotes del mismo material y entre las diferentes formas también del mismo material. Algunas veces es posible observar en inspección cercana o desde ciertos ángulos visuales, variaciones en brillantez, rayado, veteado (manchas simétricas entre si) y otros defectos visuales. Esto no afecta en ninguna forma la calidad del recubrimiento. El grado en el cual tales defectos pueden ser aceptados, deben ser especificados por el usuario (véase 6.2).

Espesores de pared del perfil del aluminio menores o iguales a 1,3 mm pueden sufrir daños durante el proceso de anodizado sin que esto sea imputable al anodizador por ser generado por el propio espesor de pared del perfil del aluminio.

6.1.3 Calidad decorativa

Los productos semiterminados para esta calidad deben tener una apariencia homogénea particularmente cuando son inspeccionados a una distancia de 0,5 m. El terminado puede ser mate, brillante o semidifuso de acuerdo al material y al tratamiento de anodización, pero estar libre de defectos (manchas y rayas), esto se verifica visualmente.

6.1.4 Calidad brillante

Los materiales con calidad de anodizado brillante normalmente están basados en lingotes de metal de alta pureza (99,7 %). El control de fabricación del metal es esencial. Se utilizan tratamientos mecánicos especiales, químicos o electroquímicos para garantizar un terminado al espejo o altamente especular (se verifica visualmente).

6.1.5 Calidad para aplicaciones especiales.

Todo el aluminio que esté dentro de esta calidad, se anodiza para dar una recubrimiento continuo de buen valor protector (véase tabla 1), pero no se garantiza la apariencia, aunque ésta puede ser de buena calidad de anodizado, su comprobación se realiza visualmente.

Las aleaciones que contienen altas proporciones de cobre, silicio o zinc, probablemente presenten problemas en la anodización, por lo que se aconseja tratar de obtener un arreglo entre el fabricante y el anodizador. En particular un alto contenido de cobre (mayor de 3%) en los recubrimientos, puede ofrecer solamente una protección limitada. La aleación debe cumplir sus especificaciones, ser homogénea, libre de impurezas, arenas, betas, óxido, escoria y otros.

Asimismo la aleación debe cumplir con el temple especificado para evitar que se generen diferencias de tono causadas por problemas de temple, o enfriamiento no uniforme.

Aleaciones especiales han sido desarrolladas para usarse con procesos de anodización de color integral y éstas deben ser especificadas para acabados coloreados particulares.

6.2 Textura superficial.

6.2.1 Pretratamientos

El pretratamiento dado antes del anodizado, determina ampliamente la apariencia y la textura final en las superficies de aluminio anodizado. Texturas diferentes pueden obtenerse por una variedad de tratamientos, por ejemplo.

El material puede ser pulido mecánicamente para obtener una superficie brillante y lisa.

El abrillantado químico o electroquímico puede ser empleado con aluminio especial para obtener un terminado muy brillante.

Más usualmente, el aluminio, pulido o sin pulir, está sujeto a procesos de matizado químico, para proveer un rango de texturas desde el satín ligero, con variación en los grados de brillo, hasta el completamente mate, de acuerdo al tipo de matizado empleado.

Alternativamente la textura puede ser producida mecánicamente por cepillado, bandas o ruedas abrasivas para dar un rango de acabados mates. Los terminados mecánicos tienen buena reproductibilidad y son menos dependientes de la estructura y composición como en los pretratamientos químicos. Las irregularidades en la superficie, si no son profundas pueden ser removidas por medios mecánicos. Esto se verifica visualmente.

6.2.2 Textura deseada.

La textura superficial deseada debe ser acordada entre el anodizador y el cliente, si es necesario sobre las bases de las muestras acordadas. La provisión de tales muestras son una guía usual en producción, pero debe ser reconocido que son de un valor

limitado en la evaluación de los terminados superficiales, debido a que las diferentes formas y tamaños del material pueden responder a pretratamientos en forma ligeramente diferentes. Esto se verifica visualmente.

6.3 Propiedades características.

Las propiedades características en los recubrimientos de óxido anódico requieren ser establecidas y medidas de común acuerdo entre el anodizador y el usuario.

Solamente algunas de las propiedades pueden ser significativas en alguna aplicación particular. El anodizador debe ser notificado del uso final o de alguna propiedad específica requerida.

Algunas propiedades (por ejemplo, reflectancia) son solamente obtenidas por el uso de aleaciones especiales y algunas propiedades pueden ser mutuamente incompatibles con otras.

6.4.1 Espesores.

Los recubrimientos de óxido anódico son designados por sus espesores, en micrómetros (μm). El espesor requerido de un recubrimiento es de lo más importante y debe ser claramente especificado por escrito, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 5, comparándose con lo indicado en 8.1.

6.4.2 Sellado

El sellado de los productos anodizados es de gran relevancia para la calidad de los mismos, así mismo se tienen tres alternativas para su comprobación, de acuerdo a lo establecido en 8.2.

7 MUESTREO.

7.1 Generalidades.

Las prescripciones siguientes son válidas para el muestreo de productos acabados en el momento de los controles de recepción y de los controles efectuados por el inspector. No pueden ser aplicados más que a las piezas que hayan experimentado el control de fabricación en el taller.

7.2 Muestreo para el control de espesor.

Se recomienda efectuar el control de fabricación en el taller siguiendo las mismas reglas.

7.2.1 Elementos laminados cuya superficie significativa es superior a 2 m².

Se controlan todas las piezas al 100% y todas ellas han de tener un espesor de película suficiente (véase tabla 1).

7.2.2 Control estadístico para otros elementos no mencionados en el inciso 7.2.1.

Tabla 2.- Muestreo y límite de aceptación de piezas.

Número de piezas del lote*	Número de muestras (tomadas al azar)	Límite de aceptación de piezas fuera de norma
1-10	Todos	0
11-200	10	1
201-300	15	1
301-500	20	2
501-800	30	3
801-1300	40	3
1 301-3 200	55	4
3 201-8 000	75	6
8 001-22 000	115	8
22 001-110 000	150	11

NOTA 4 * Lote. Pedido completo de un cliente o la parte del pedido que se encuentra en el taller.

7.2.3 Prescripciones especiales para la medida del espesor.

Al medir el espesor según 7.2.2, el espesor medido (par las piezas fuera de norma), debe alcanzar en todos los casos el 80% del espesor mínimo prescrito, lo cual se determina de acuerdo al método descrito en la norma NMX-W-117 (véase 3 referencias).

7.3 Muestreo para el control del sellado.

El muestreo es idéntico al de los incisos 7.2.1 y 7.2.2, no obstante, todas las muestras deben responder a las exigencias mínimas., para simplificar el muestreo se recomienda que los controles internos de fabricación se efectúen por control estadístico.

8 MÉTODOS DE PRUEBA

8.1 Medición de espesor y masa por unidad de área (densidad de superficie).

La medición de los espesores pueden ser llevadas a cabo por uno o más de los siguientes métodos:

Métodos de corriente Eddy (véase NMX-W-117).

Método microscópico split beam (véase NMX-W-119).

Método gravimétrico (véase NMX-W-120)

En casos de controversia, el método microscópico “a” debe ser el método a emplear para recubrimientos de espesores de $5\mu\text{m}$ ó mayores. Para recubrimientos de espesores menores de $5\mu\text{m}$, el método microscópico no debe ser usado y una masa mínima de recubrimiento por unidad de área medida por el método gravimétrico “C”, debe ser acordado entre las partes interesadas.

La medición de espesores debe ser hecha en las superficies significativas, pero ninguna medición debe ser hecha dentro de los 5 mm de las áreas de contacto anódico. Tampoco en los alrededores inmediatos de los bordes puntiagudos.

8.2 Calidad del sellado

La calidad del sellado es de gran importancia y el sellado es siempre esencial, se especifique o no, excepto cuando sea expresamente no solicitado.

8.2.1 Evaluación de la calidad del sellado.

8.2.1.1. Pruebas de arbitraje

En caso de disputa, la calidad del sellado debe ser determinada por el método especificado (véase NMX-W-118) y se considera como satisfactorio cuando la pérdida de masa no es mayor de 30 mg/dm² de los recubrimientos de óxido anódico.

8.2.1.2 Alternativa con pruebas de disolución ácida (véase NMX-“-122).

El sellado debe ser considerado como satisfactorio si la pérdida de masa en estas pruebas no excede 20 mg/dm² de los recubrimientos de óxido anódico.

8.2.2 Estimación de la pérdida del poder de absorción en los recubrimientos de óxido después del sellado (véase NMX-W-115).

El sellado debe ser considerado como satisfactorio si la absorción al pigmento muestra los valores de 0,1 ó 2 de la escala de intensidad de mancha.

Ciertas adiciones a baños de sellado en agua caliente pueden afectar las pruebas de absorción al pigmento; en ese caso, el método de arbitraje (véase 8.2.1.1) debe ser usado para determinar la calidad del sellado, en caso de sellados en frío las pruebas no deben ser efectuadas antes de 72 h de haberse efectuado el proceso.

8.3 Apariencia y color.

8.3.1 Puntos de contacto

Los productos anodizados deben estar libres de defectos visibles en la superficie significativa, cuando es vista desde una distancia acordada. Si es importante para el

usuario la (s) posición (es) y tamaño (s) máximo (s) de la (s) marca (s) de contacto, deben ser acordados entre el anodizador y el usuario.

8.3.2 Textura y diferencias de tono.

El color y textura de la superficie y sus tolerancias deben ser acordados entre el anodizador y el usuario. Si es requerido para propósitos de igualación, los límites aceptables de variación deben ser definidos con muestras acordadas por ambas partes.

La superficie del aluminio anodizado tiene la propiedad de doble reflexión desde la superficie del metal base; sin embargo, cuando se igualan muestras del color, deben ser sostenidas en el mismo plano y vistas tan cerca de lo normal como sea practicable, de tal forma que la dirección sea siempre la misma. Una fuente difusa de iluminación debe ser colocada atrás del inspector.

8.3.3 Iluminación para inspección de tonos.

A menos que se acuerde de otra manera, los colores deben ser comparados en luz de día difusa.

Si los recubrimientos coloreados son usados con luz artificial, esta iluminación debe ser usada para comparación del color.

Las muestras del color acordadas, deben ser almacenadas en un lugar oscuro y seco.

Para propósitos de control de producción, es conveniente usar instrumentos de medición del color para registro o graduaciones de colores.

8.4 Resistencia a la corrosión.

Si es requerido por el usuario, los recubrimientos de óxido anódico deben ser probados para la resistencia a la corrosión; por ejemplo, la prueba ASS (véase NMX-H095). La selección del método y período de exposición debe ser acordado entre el anodizador y el usuario.

8.5 Resistencia a la abrasión.

En caso de que fuera requerido por el usuario, la resistencia a la abrasión de los recubrimientos de óxido anódico, deben ser probados usando un método acordado entre el anodizador y el usuario. Los requisitos de funcionamiento deben ser acordados entre los mismos.

8.6 Resistencia a la decoloración y a los ultravioleta.

Para evaluar la decoloración en exteriores, la exposición al aire libre bajo condiciones comparables a su uso es satisfactoria. Pruebas aceleradas son solamente adecuadas como una prueba en control de calidad de los recubrimientos de óxido anódico coloreados, donde la decoloración del colorante ha sido establecida por pruebas de exposición al aire libre. La resistencia a la decoloración del aluminio anodizado coloreado depende del método y del medio de coloración usado y solamente un rango limitado de acabados coloreados es apropiado en cualquier aplicación particular, se debe solicitar consejo del anodizador.

8.6.1 Decoloración a la luz.

Un método de prueba acelerado de decoloración a la luz de los recubrimientos de óxido anódico, coloreado, se establece en la norma NMX-W-126. El cumplimiento de color en el aluminio anodizado, cuando se pruebe por este método, debe ser:

Para aplicaciones interiores mínimo 5 unidades de decoloración.

Para aplicaciones exteriores mínimo 10 unidades de decoloración.

8.6.2 Resistencia a la decoloración por rayos ultravioleta.

Un método de prueba de la resistencia a la decoloración en los recubrimientos de óxido anódico coloreados por radiación ultravioleta, especificado en la norma NMX-2-127. Esta es una prueba relativamente severa en comparación con otras pruebas de resistencia a la decoloración de la luz, cambios de color toman lugar con muchos cambios terminados en el anodizado coloreado, en tiempos muy cortos de exposición.

El método es particularmente adecuado en pruebas de control en producción para establecer la resistencia a la decoloración en los recubrimientos de óxido anódico usados en arquitectura.

8.7 Potencial eléctrico de ruptura.

Si es requerido, el potencial eléctrico de ruptura de los recubrimientos de óxido anódico puede ser determinado por el método especificado en la norma NMX-W-128. El potencial de ruptura aceptable debe ser acordado entre el anodizador y el usuario.

8.8 Continuidad del recubrimiento.

Si es requerida la continuidad del recubrimiento de óxido anódico, debe ser determinado por el método especificado en la norma NMX-W-125. La prueba de continuidad es aplicable solamente para recubrimiento de espesores menores que 5 μm . Los requisitos de continuidad deben ser acordados entre el anodizador y el usuario.

8.9 Masa por unidad de área (densidad de superficie) del recubrimiento.

Si es requerida, la masa por unidad de área del recubrimiento de óxido anódico, debe ser determinado por el método especificado en la norma NMX-W-120. Esta es una prueba destructiva.

Si el espesor de recubrimiento es ya conocido con precisión por otro método, la densidad aparente del recubrimiento puede ser determinada.

Asumiendo un valor para la densidad, el método permite que el espesor del recubrimiento sea calculado. Para los recubrimientos de óxido convencionales, producidos con ácido sulfúrico a 20°C, la densidad asumida es 2,6 g/cm³ para recubrimeintos sellados y 2,4 g/cm³ para recubrimientos sin sellar.

9 BIBLIOGRAFÍA.

ISO 7599 "Anodizing of aluminium and its alloys.

General specifications for anodic oxide coatings on aluminium".

EUROPAN ALUMINIUM ASSOCIATION ANODISERS -Directrices relativas a la marca de calidad EWAA/EURAS, para la película anódica sobre aluminio extruido o laminado a la arquitectura 1983.

NOM-008-SCFI-1993 "Sistema General de Unidades de Medida".

10 CONCORDANCIA CON NORMA INTERNACIONAL.

Esta norma coincide básicamente con la norma internacional ISO 7599, excepto en los puntos 3, 5, 7 y 8.6.1 de la presente norma.

(SECRETARÍA DE ECONOMÍA , 2004)

5.3 QUALANOD PARA EL ANODIZADO DEL ALUMINIO EN MEDIO SULFÚRICO.

Qualanod es una organización de marca de calidad fundada en 1974 por varias asociaciones nacionales que integraban a anodizadores para la arquitectura pertenecientes a la Asociación Europea de Anodizadores (EURAS) conjuntamente con la Asociación Europea del Aluminio Transformado (EWAA). La sucesora de EWAA en 1982 fue la Asociación Europea del Aluminio (EAA) mientras que la sucesora de EURAS en 1994 fue la Asociación Europea del Tratamiento de Superficies del Aluminio (ESTAL). En 2004, el alcance de QUALANOD se amplió para incluir el anodizado del aluminio en medio sulfúrico para otras aplicaciones.

Qualanod está comprometida a mantener y promover la calidad del aluminio anodizado.

Estas Directrices recogen requisitos que han de ser cumplidos estrictamente por los licenciatarios presentes y futuros, así como recomendaciones para los licenciatarios. También ofrecen información relevante para los licenciatarios y sobre la actuación de los licenciatarios generales, los laboratorios, los inspectores y el propio Qualanod. Los licenciatarios generales están autorizados por Qualanod para conceder licencias a las plantas de anodizado para utilizar la marca de calidad de Qualanod. Los licenciatarios generales también regulan a los laboratorios y eligen a los inspectores.

Las Directrices siguen la norma ISO 7599, un método de especificación para anodizado decorativo y protector que incluye anodizado arquitectural, salvo donde se indique lo contrario, y también incluye requisitos de la norma ISO 10074, una especificación para el anodizado duro.

Estas Directrices están divididas en apartados y tienen una serie de apéndices. Los apartados abarcan los requisitos generales a aplicar a cualquier licenciatario incluyendo los procesos de concesión de licencias, inspecciones, el uso del sello de calidad y los requisitos para los ensayos de producto. Estas especificaciones también incluyen orientaciones y recomendaciones sobre productos y procesos.

Cada apéndice define un determinado tipo de anodizado (ver también apartado 5) y facilita los requisitos asociados para ajustarse a las Directrices. Los apéndices son:

- Anodizado arquitectónico
- Anodizado industrial
- Anodizado decorativo
- Anodizado duro.

Un licenciario ha de consultar el anexo correspondiente según los productos especificados en su licencia para averiguar cómo cumplir los requisitos de estas Directrices.

(QUALANOD, 2017)

5.4 QUALICOAT.

QUALICOAT es una marca de calidad que surgió en 1986 con el objeto de mantener y promover la calidad del lacado del aluminio según unas especificaciones técnicas establecidas; todas las prescripciones de estas especificaciones deberán ser cumplidas para la obtención y el mantenimiento de la Marca.

En este sentido, una planta de lacado que ostente la marca deberá trabajar toda su producción según las especificaciones QUALICOAT y deberá utilizar para esta producción exclusivamente materiales de recubrimiento y materiales de conversión química aprobados a su vez por QUALICOAT.

Para garantizar que se cumplen las normas descritas en las especificaciones, el laboratorio acreditado DECOTEC, lleva a cabo anualmente varias inspecciones a las plantas lacadoras licenciatarias de la marca y realiza ensayos de los materiales producidos por cada empresa, tanto en lo que respecta a los lacadores como a los fabricantes de pintura y productos químicos.

Dentro de QUALICOAT hay una marca específica para los acabados decorativos: QUALIDECO con especificaciones propias y una calificación especial para lacados QUALICOAT en ambientes marinos: SEASIDE.

(AEA Asociación Española del Aluminio y Tratamientos de Superficie, s.f.)

CAPÍTULO 6: USOS Y APLICACIONES MAS COMUNES DE LOS PERFILES DE ALUMINIO.

6.1 Edificación.

Carpintería de aluminio.

Se utiliza el aluminio para la instalación de ventanas, puertas, barandillas, etc.

Placas solares.

Se utilizan los perfiles de aluminio para el montaje de placas solares y paneles fotovoltaicos, tanto a nivel particular (placas en tejados) como a nivel industrial (huertos solares y placas en naves industriales).

Las ventajas del uso del aluminio permiten una mayor ligereza del conjunto, así como una mayor resistencia a la oxidación y al envejecimiento en un ambiente exterior.

Falsos Techos.

Se utilizan perfiles de aluminio como estructura de soporte para falsos techos, que van sujetos al forjado o techo propiamente dicho. También se utilizan falsos techos de aluminio, por ser un material ligero, económico, ecológico y aséptico (se utilizan en industria alimentaria).

Persianas.

Se utilizan los perfiles de aluminio para la estructura y las guías de las persianas.

Armarios.

Se utilizan los perfiles de aluminio para armarios empotrados, tanto a nivel doméstico, de oficina o de armarios industriales. El uso de aluminio permite un montaje económico y rápido, ya que se adapta al espacio disponible y se logran unos acabados de gran calidad.

Divisiones de oficina.

Utilizados en plantas diáfanas para crear espacios, despachos o salas. Este tipo de solución totalmente desmontable aporta una gran flexibilidad en la distribución del espacio, permitiendo la redistribución del espacio cuando el cliente lo requiera, permitiendo una división de la oficina diferente con solo reubicar las divisiones, así como unos acabados de primer nivel.

Fachadas ventiladas.

Se usan para aislar térmicamente el exterior del edificio, mediante placas de piedras naturales, cerámicas, metales, etc. Este tipo de solución aporta ventajas térmicas y ventajas decorativas, ya que las fachadas ventiladas pueden montarse sobre el exterior del edificio, permitiendo una restauración rápida y barata de edificios antiguos.

Toldos.

Se utilizan los perfiles de aluminio para crear toldos tanto fijos como plegables. La utilización de aluminio permite crear toldos muy ligeros y extremadamente resistentes y duraderos a las inclemencias meteorológicas.

Mamparas de baño.

Los perfiles de aluminio se pueden utilizar para crear mamparas de baño, duchas, cabinas de hidromasaje.

(RAESA, 1999)



Imagen 12. Carpintería de aluminio.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21600/Edificacion.htm>



Imagen 13. Armarios.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21600/Edificacion.htm>



Imagen 14. Fachadas ventiladas.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21600/Edificacion.htm>



Imagen 15. Mamparas de baño.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21600/Edificacion.htm>

6.2 Construcción.

Andamios.

Se utiliza el aluminio por sus ventajas de ligereza y facilidad de montaje, así como por su resistencia a la corrosión.

Almacenes.

Estos sistemas tienen la ventaja de permitir un fácil montaje y desmontaje, y gracias a sus cualidades del aluminio, tener una gran vida útil. Es la mejor solución para problemas puntuales de espacio, en aquellas condiciones que no es necesaria la instalación de elementos pesados, o para proyectos que requieren la mayor velocidad de ejecución.

Piscinas.

Se utiliza el aluminio para la construcción de pequeñas piscinas desmontables. También los perfiles para cubiertas de piscinas, tanto fijas como móviles o cualquier otro accesorio.

Carpas.

Se utiliza los perfiles de aluminio para carpas al aire libre. La utilización del aluminio aporta claras ventajas en la construcción, como la ligereza del conjunto y su gran durabilidad en ambientes salinos. Para ello se pueden agregar a los perfiles diferentes acabados, por ejemplo, anodizado, que ofrecen una mayor resistencia al desgaste.

(RAESA, 1999)



Imagen 16. Andamios.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21599/Construccion.htm>



Imagen 17. Carpas.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21599/Construccion.htm>

6.3 Industrial.

Fabricantes de maquinaria.

El uso de perfiles de aluminio permite maquinas más ligeras, con una gran durabilidad y fácilmente reparables. En caso de maquinaria especial o con altos requerimientos mecánicos, existen aleaciones de aluminio, como la 6082, con una alta resistencia. Además, al ser un material totalmente reciclable, ayuda a preservar el medio ambiente.

Carcasas de motores.

Destacando el uso del aluminio por su ligereza y por su alta conductividad del calor, lo que permite ser usado como disipador del calor generado por el motor.

Frio Industrial.

Otro uso de los perfiles de aluminio para frio industrial, como cámaras frigoríficas, transporte refrigerado o mostradores. El aluminio tiene un amplio uso en la industria alimentaria por su higiene, y su elevada resistencia a la corrosión lo hace ideal para soluciones en el sector de frio industrial.

Tubos para evacuación de gases.

Perfiles tanto para instalaciones domesticas como industriales. Se utilizan perfiles de aluminio extruido por su ligereza y resistencia. También destaca su resistencia a las altas temperaturas y a la oxidación, por lo que es la solución idónea para evacuación de gases.

Líneas de Montaje.

Los perfiles de aluminio pueden ocuparse para la construcción de líneas de montaje para la multitud de sectores industriales, destacando el sector alimentario y la automoción. Las propiedades mecánicas del aluminio lo hacen ideal por su ligereza, facilidad de curvado y mecanizado y su gran durabilidad.

Escaleras.

Se ocupan los perfiles para todo tipo de escaleras, tanto para uso doméstico como para uso industrial. Se ocupan aleaciones 6082 para mayor resistencia.

Material contra incendios.

El aluminio permite la construcción de equipos ligeros, resistentes y con una gran durabilidad.

(RAESA, 1999)



Imagen 18. Maquinaria Industrial.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21601/Industrial.htm>



Imagen 19. Tubos para evacuación de gases.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21601/Industrial.htm>



Imagen 20. Líneas de montaje.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21601/Industrial.htm>



Imagen 21. Escaleras de aluminio.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/21601/Industrial.htm>

6.4 Mobiliario.

Muebles de oficina.

Los perfiles para muebles de oficina, en diferentes acabados (bruto, anodizado, lacado) y siempre con una gran calidad superficial. El uso de aluminio en los muebles de oficina aporta un gran acabado y una alta durabilidad, además de permitir realizar elementos con una gran resistencia y ligereza.

Objetos de diseño.

El uso de perfiles de aluminio permite un gran acabado superficial. Además, el aluminio es altamente resistente a la corrosión y es fácilmente moldeable para dar forma al diseño que quiera.

Sillas y mesas para terrazas.

El uso de perfiles de aluminio es ideal para ambientes exteriores, ya que es un metal que no se oxida y por tanto tiene una gran durabilidad. Por eso es ampliamente usado para fabricar sillas y mesas para terrazas, tanto a nivel doméstico como para hoteles, restaurantes o bares. Además, el aluminio tiene una gran ligereza y resistencia, con lo que logramos sillas y mesas con un gran diseño y funcionalidad.

Muebles de jardín.

Perfiles de aluminio para muebles de jardín, donde el uso del aluminio permite realizar sillas, mesas, hamacas, etc., con una gran ligereza, una gran resistencia y una alta durabilidad, especialmente en ambientes salinos o muy húmedos.

Estanterías.

Perfiles de aluminio para su uso en estanterías, tanto en el sector doméstico como en el industrial. El uso del aluminio permite conseguir estanterías con un gran acabado, una gran resistencia y una larga durabilidad, ya que el aluminio es un material que no se oxida. (RAESA, 1999)



Imagen 22. Muebles de oficina.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50688/Mobiliario.htm>



Imagen 23. Muebles de jardín.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50688/Mobiliario.htm>

6.5 Electricidad.

Conectores eléctricos.

Normalmente se usan aleaciones de alta pureza que garantizan una muy alta conductividad, como la aleación 1050.

Armarios eléctricos.

Usados para la alimentación, distribución y conversión de la energía eléctrica en los equipos de control de plantas y maquinas. Disponibles en diferentes espesores y longitudes para adaptarse a las medidas requeridas de cada armario eléctrico.

Catenarias.

Utilizadas principalmente en el transporte ferroviario. Las aleaciones empleadas tienen muy buenas propiedades mecánicas y una gran conductividad eléctrica.

(RAESA, 1999)

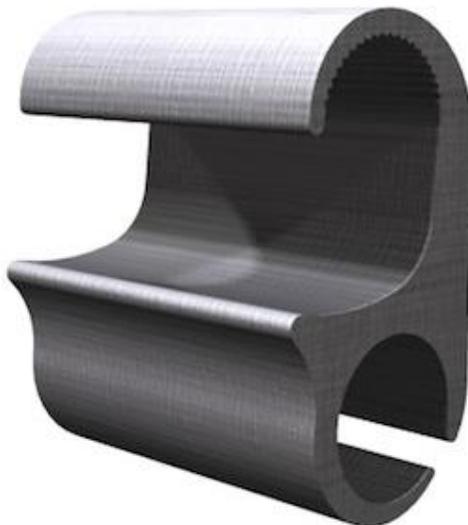


Imagen 24. Conectores eléctricos.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50689/Electricidad.htm>

6.6 Iluminación.

Iluminación pública.

Aquí destacan las ventajas del uso del aluminio por su acabado, resistencia y gran durabilidad a los ambientes exteriores. Además, al ser 100% reciclable, ayudamos a respetar el medio ambiente. Se pueden suministrar perfiles de aluminio para iluminación pública en amplia variedad de acabados y colores.

Iluminación interior.

El aluminio aporta un gran acabado superficial y gracias a su ligereza permite diseñar luminarias esbeltas y resistentes. Se pueden suministrar perfiles de aluminio para iluminación interior en amplia variedad de acabados y colores.

Iluminación exterior.

Los perfiles de aluminio son ampliamente utilizados en la construcción de sistemas de iluminación exterior, ya que el aluminio resiste muy bien la humedad, la radiación solar y los cambios de temperatura. Además, su gran aspecto exterior permite crear elementos de gran belleza. (RAESA, 1999)



Imagen 25. Iluminación pública.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50690/Iluminacion.htm>

6.7 Transporte.

Componentes para vehículos.

Disponemos de altos estándares de calidad para la fabricación de componentes para vehículos en aleaciones de aluminio. Su uso se hace cada vez más extensivo debido a las ventajas de ligereza, y por tanto menor consumo, durabilidad y capacidad de absorción de impactos.

Componentes para motocicletas.

Perfiles de aluminio usados en motocicletas, por ejemplo, suspensiones o manillares. Su uso se hace cada vez más extensivo debido a las ventajas de ligereza, y por tanto menor consumo, durabilidad y capacidad de absorción de impactos. Además, en caso de requerirse aleaciones especiales, tenemos una gran experiencia en aleaciones de alta resistencia. Se puede suministrar los componentes mecanizados.

Carrocerías de camiones.

Perfiles de aluminio para la construcción de las carrocerías de los camiones. Al fabricarse en aluminio permite una importante reducción del peso, lo que implica menos consumo y menos contaminación. Además, la reducción de peso implica mayor capacidad de carga neta. Otras ventajas adicionales son la facilidad para reparar cualquier impacto y la recuperación de una parte muy importante de la inversión al ser el aluminio 100% reciclable.

Remolques.

El uso de este metal permite reducir el peso del remolque, aumentando la capacidad de carga y disminuyendo el consumo de combustible. Además, al ser altamente resistente a la corrosión, se obtiene un producto de un gran acabado superficial que resiste muy bien en condiciones climatológicas adversas.

(RAESA, 1999)



Imagen 26. Componentes para vehículos.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50691/Transporte.htm>



Imagen 27. Carrocerías.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50691/Transporte.htm>

6.8 Señalización.

Señalización Urbana.

El uso de aluminio permite crear elementos muy ligeros, gracias a las propiedades del aluminio y muy duraderos, ya que es muy resistente a la corrosión. Esto facilita el montaje y al ser totalmente reciclable, estamos ayudando a conservar el medio ambiente.

Rótulos.

La ligereza del aluminio y su gran acabado superficial permite crear elementos muy ligeros y de gran durabilidad. Podemos suministrar los perfiles en diferentes acabados, como lacado o anodizado. Ejemplos de aplicaciones son los rótulos en estaciones de transporte, centros comerciales y organismos públicos.

Señales de carretera.

Disponemos de diferentes medidas de diámetros y espesores para montar señales de diferentes tamaños. La ligereza del aluminio permite un rápido montaje y su alta resistencia a la oxidación asegura una gran durabilidad y un excelente acabado.

(RAESA, 1999)



Imagen 28. Señales de carretera.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50692/Senalizacion.htm>

6.9 Invernaderos.

Mesas para cultivo.

Se utilizan perfiles de aluminio para reducir su peso y lograr una gran resistencia a la oxidación, ya que se encuentran expuestas a altas temperaturas y humedades.

Automatismos.

perfiles para todo tipo de automatismos en invernaderos, como sistemas automáticos para el movimiento de las mesas, sistemas de apertura/cierre de ventanas, automatismos de riego, etc. El uso del aluminio permite un montaje rápido, así como una gran resistencia a la corrosión y al desgaste.

Estructura para invernadero.

Desde los perfiles para ventanas hasta los de la estructura del techo son de aluminio para reducir el peso, mejorar su durabilidad gracias a la resistencia a la corrosión del aluminio y aumentar la reflexión de la luz, por lo que se aporta más sol a las plantas.

(RAESA, 1999)



Imagen 29. Estructura para invernadero.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com//es/50693/Invernaderos.htm>

6.10 Salud.

Perfiles de aluminio para la elaboración de camillas, tanto hospitalarias como plegables. El uso de aluminio permite una construcción más ligera, lo que la hace mucho más manejable. Además, el aluminio garantiza una larga durabilidad.

(RAESA, 1999)



Imagen 30. Camilla de aluminio.

Fuente: <http://www.perfilesenaluminio.com/es/50694/Otros.htm>

CAPÍTULO 7: SOLUCIONES PROPUESTAS A IMPLEMENTAR Y SU EVALUACIÓN.

7.1 Métodos de prueba de inspección visual.

El método o inspección por atributos consiste en examinar una unidad de producto o característica y clasificarla como “buena” o “defectuosa”. La acción a tomar después de esto se decide contando el número de defectuosas encontradas. (Vaughn)

Esta prueba consiste en verificar visualmente las muestras de perfiles de aluminio cuidando que no contengan algún defecto en la superficie de las mismas.

El objetivo es identificar las muestras conformes (sin defectos), de acuerdo a la inspección visual de los perfiles de aluminio, la inspección se realiza a una distancia de 0.5 metros para acabados decorativos y a 3 metros para acabados estándar.

Este método de prueba se aplica en un área iluminada con luz natural y es de suma importancia ya que deben identificarse todas esas muestras o perfiles que contengan algún defecto en la superficie, de lo contrario resultará una segura devolución o inconformidad del cliente debido a que estos perfiles con acabado anodizado son usados o colocados generalmente a la vista.

Por lo que fue diseñada la práctica número 1, aplicable en el laboratorio de análisis industriales e investigación, *“Inspección visual (acabado superficial) de calidad del material en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2 (Véase práctica 01)”*.

Segunda prueba, que consiste en comparar visualmente las muestras de perfiles de aluminio vs las muestras patrón de rango máximo y mínimo permitidos, verificando que este dentro de tono. Esta práctica deberá ser realizada en un área iluminada por luz natural a una distancia de 3 metros.

El objetivo es Identificar las muestras conformes (dentro de tono), de acuerdo a la inspección visual de los perfiles de aluminio contra el patrón (especificación).

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada con luz natural y es de suma importancia ya que deben identificarse todas esas muestras o perfiles que estén dentro del rango permitidos según las muestras patrón de máximo y mínimos, de lo contrario resultará una devolución o inconformidad del cliente debido a que estos perfiles con acabado anodizado son usados o colocados generalmente a la vista.

Para la cual fue diseñada la práctica número 3, aplicable en el laboratorio de análisis industriales e investigación, “*Inspección visual (tono) de calidad del material en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2 (Véase práctica 03)*”.

7.2 Métodos de prueba tipo Instrumental Cuantitativo.

Prueba que consiste en analizar el tono (con base en la intensidad de color) de las muestras de aluminio anodizado con un aparato llamado colorímetro, obteniendo valores numéricos como resultado, los cuales deberán ser comparados con los rangos máximos y mínimos permitidos.

Un colorímetro es cualquier herramienta que identifica el color y el matiz para una medida más objetiva del color.

El objetivo es Identificar las muestras conformes (dentro de tono), de acuerdo a la prueba con el colorímetro de los perfiles de aluminio contra los rangos máximos y mínimos permitidos, según la especificación.

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada, para poder visualizar los resultados en el *display* del colorímetro.

La importancia de esta práctica radica usualmente en la identificación de aquellas posibles muestras o perfiles que no estén dentro de los parámetros o especificaciones permitidas, al ser un resultado numérico permite conocer exactamente el rango en que

se encuentra el tono del material y se puede tomar la decisión de la causa de aceptación o rechazo.

Por lo que fue diseñada la práctica número 2, aplicable en el laboratorio de análisis industriales e investigación, *“Inspección visual (prueba de tono con colorímetro) de calidad del material en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2 (Véase práctica 02)”*.

Segunda práctica que consiste en verificar que las muestras o perfiles contengan el espesor de capa anódica conforme, de acuerdo a la tabla de especificación por acabado.

El espesor de capa de un perfil anodizado es esencial para la protección del mismo ante el medio ambiente y el contacto con algunas soluciones corrosivas, como cementos o asbestos.

El objetivo es identificar las muestras conformes (espesor de capa anódica), de acuerdo a la prueba utilizando el equipo correspondiente. En esta práctica se recomienda el uso de un isoscopio debido a la facilidad de manejo y fácil comprensión de datos.

Este método de prueba se aplica en un área iluminada, para poder visualizar el resultado de la prueba en el *display* del equipo utilizado.

La importancia de esta práctica es el poder identificar aquellas muestras o perfiles que contengan la capa anódica o espesor (también llamado micraje) conforme, de acuerdo a la especificación y así poder liberar producto correcto ya que, de no cumplir con los requerimientos, la protección del material se verá en riesgo debido a que la capa anódica protege al material de agentes contaminantes, medio ambiente agresivo, etc.

Para esto se diseñó la práctica número 5, aplicable en el laboratorio de análisis industriales e investigación, *“Prueba de espesor de capa en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2 (Véase práctica 05)”*.

7.3 Métodos de prueba tipo Instrumental Cualitativo.

En esta prueba consiste en verificar que los perfiles a analizar no sean conductores de la electricidad. Uno de los objetivos primordiales de aplicar una capa anódica es para eliminar la conductividad del material.

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de un material de dejar pasar la corriente eléctrica, su aptitud para dejar circular libremente las cargas eléctricas. La conductividad depende de la estructura atómica y molecular del material, los metales son buenos conductores porque tienen una estructura con muchos electrones con vínculos débiles y esto permite su movimiento. La conductividad también depende de otros factores físicos del propio material y de la temperatura. (EQUIPOS Y LABORATORIO DE COLOMBIA, 2015)

El objetivo es identificar las muestras que no sean conductoras de electricidad por medio de la prueba de conductividad.

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada, para poder visualizar el resultado de la prueba, de acuerdo al método establecido en esta práctica.

Esta práctica es de suma importancia ya que se identifica que las muestras o perfiles no sean conductores de electricidad y permita al cliente tener la seguridad de contar con un producto conforme.

Para lo cual se diseñó la práctica número 4, aplicable en el laboratorio de análisis industriales e investigación, *“Prueba de conductividad de perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2 (Véase práctica 04)”*.

7.4 Métodos de prueba Cualitativos.

Prueba que consiste en verificar que los perfiles a analizar contengan un grado de sellado conforme.

El sellado en el proceso de anodizado es de suma importancia ya que cubre en su totalidad la capa anódica y sirve de protección ante agentes externos como puede ser el polvo y otras sustancias.

El objetivo es identificar las muestras conformes (sellado conforme), de acuerdo a la tabla de referencia de nivel de sellado.

Este método de prueba se aplica en un área iluminada, para poder visualizar el resultado de la prueba, de acuerdo al método establecido en esta práctica.

Por lo cual se diseñó la práctica número 6, aplicable en el laboratorio de análisis industriales e investigación, *“Prueba de sellado en la capa de perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2 (Véase práctica 06)”*.

CONCLUSIONES.

Más que concluir reflexiono acerca del alto impacto e importancia que genera la implementación de éstas prácticas de aplicación real, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el alumno de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario UAEM Valle de México, que realiza, para que conozca y aplique los conocimientos adquiridos de forma teórica en las distintas unidades de aprendizaje de la línea de acentuación “Sistemas de Calidad” y que con el uso de los laboratorios y nueva infraestructura adquirida se puedan llevar a cabo métodos de prueba a perfiles de aluminio, que es la manera más adecuada de saber el cómo se aplican estos métodos en la industria del aluminio.

Dentro de la carrera de Ingeniería Industrial de generaciones pasadas incluyendo la mía, no se contaba con prácticas de laboratorio capaces de simular los métodos y procesos de la industria, esto, por la falta de recursos, instalaciones, procedimientos y equipo, así como de métodos de prueba, de los conocidos como prácticas de laboratorio didácticas.

Considero que el tener prácticas con los equipos y métodos que en la industria se utilizan fortalece el correcto desarrollo del alumno, esto es sin duda esencial en el campo laboral lo cual permite el crecimiento y desarrollo de la carrera.

Sin duda esto ayudará a mis compañeros de carrera a enfrentar con mayor preparación el mundo laboral.

Cabe mencionar que estas prácticas fueron diseñadas minuciosamente de acuerdo a la estructura actual del laboratorio número 1 de ingeniería, análisis industriales e investigación cerciorándome que las herramientas a utilizar estén disponibles en dichos laboratorios.

GLOSARIO.

Aleación: Es una mezcla entre dos o más metales, obtenida por fusión y solidificación de éstos.

Ánodo: Es un electrodo en el que se produce una reacción de oxidación, mediante la cual un material, al perder electrones, incrementa su estado de oxidación.

Aséptico: Libre de gérmenes.

Automoción: Facultad o condición de lo que se mueve por sí mismo, sinónimo de automático.

Automatismos: Movimiento o actividad propios de un mecanismo automático o un autómeta (mecánico).

Catenarias: Línea aérea de alimentación que transmite energía eléctrica a las locomotoras u otro material motor.

Cátodo: Es un electrodo con carga negativa que sufre una reacción de reducción, mediante la cual un material reduce su estado de oxidación al recibir electrones.

Conductividad: Propiedad natural de los cuerpos que permiten el paso a través de sí del calor o la electricidad.

Decapado: Tratamiento superficial de metales que se utiliza para eliminar impurezas tales como manchas, contaminantes, etc.

Electrolisis: Proceso químico por medio del cual una sustancia o un cuerpo inmersos en una disolución se descomponen por la acción de la corriente eléctrica continua.

Elongación: Propiedad de los cuerpos para poder alargarse.

Embolo: Pieza móvil que se encuentra dentro del cuerpo de una bomba y que al moverse alternativamente cambia la presión de un fluido generalmente con el objetivo de desplazarlo, sinónimo de pistón.

Eurovent: Marca registrada de perfiles de aluminio para la fabricación de puertas y ventanas.

ISO: Organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

Lacado: Se refiere a que tiene superficie pintada con laca.

Licenciatario: Que tiene licencia de explotación de una patente.

Manillares: Llamado comúnmente manubrio de motocicleta o bicicleta, se refiere al mecanismo de dirección para los bicis, el equivalente de un volante.

Paneles Fotovoltaicos: Paneles formados por un conjunto de celdas que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos.

RAL: Es un código que define un color mediante un conjunto de dígitos.

ANEXO 1 PRÁCTICA 01.



Número de práctica:	01	Clave:	MP-002-LAI-IIN-2013
---------------------	----	--------	---------------------

Título:	Inspección visual (acabado superficial) de calidad del material en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2
---------	---

Elaboró:	01/02/17	Revisó:	21/02/17	Autorizó:	15/03/17
Luis Alberto García García		Ing. J. Genaro Morales Santos		Dr. J. Guadalupe Miranda Hernández	
Pasante de Ingeniería Industrial		Responsable de laboratorios de Ingeniería.		Coordinador del P. E. de Ingeniería Industrial	

Tipo de método de prueba:	Inspección visual cualitativo
Tiempo aproximado requerido:	60 min

Índice del contenido

	Página	
1	Introducción	2
2	Objetivo	2
3	Campo de aplicación	2
4	Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba	2
5	Definiciones (vocabulario técnico)	2-4
6	Interferencias	4
7	Sustancias, reactivos y soluciones	4
8	Equipo de laboratorio	4
9	Material de laboratorio	4
10	Materiales consumibles	4
11	Técnica de muestreo	5
12	Preservación, manejo y preparación de muestras	5
13	Procedimiento	5
14	Cálculos y manejo de la información obtenida	5
15	Comprobación de la exactitud	5
16	Control de calidad	5
17	Disposición final de residuos	5
18	Informe de resultados	6
19	Bibliografía	6
20	Apéndices informativos	6



1. Introducción

La inspección por atributos se puede considerar aquel tipo de inspección de muestras aleatorias de n unidades en el que cada artículo o producto es clasificado de acuerdo con ciertos atributos como aceptable o defectuosa, es decir, consiste en averiguar si el material en consideración cumple o no cumple con lo especificado, sin interesar la medida de la característica.

Esta prueba consiste en verificar visualmente las muestras de perfiles de aluminio cuidando que no contengan algún defecto en la superficie de las mismas.

2. Objetivo

Identificar las muestras conformes (sin defectos), de acuerdo a la inspección visual de los perfiles de aluminio

3. Campo de Aplicación

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada con luz natural

4. Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba

No aplica este punto para esta prueba

5. Definiciones (vocabulario técnico)

Líneas de Extrusión

Diferencias en la tonalidad de la superficie del perfil extruído que en la mayoría de los casos se resaltan durante el proceso de anodizado. Se originan potencialmente en el proceso de extrusion.



Fotografía 1. Muestra el Defecto de Líneas de Flujo



Sello Fresco

El sellado se mide por la pérdida de la capacidad de absorción, con lo cual un sello fresco o mal sellado permitirá que la capa de anodizado absorba sustancias con las que tenga contacto. Este defecto es causado por mala concentración en la tina de sellado, parámetros de tiempo y temperatura no respetados, así como falta de reposo del producto terminado.



Fotografía 2. Muestra el Defecto de Sellado Fresco

Fuera de Tono

Este defecto se atribuye a que la carga no fue sumergida en el tanque de electrocolor el tiempo necesario para el acabado ni con los parámetros requeridos, pero puede ser corregido mediante un reproceso adecuado.

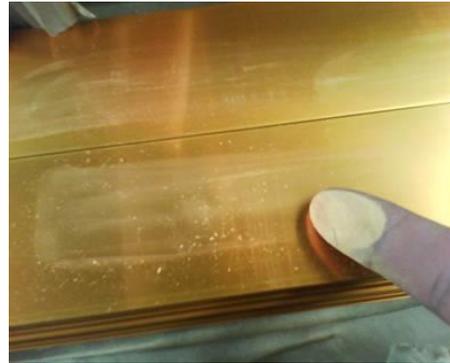


Fotografía 3. Muestra el Defecto de Fuera de Tonalidad



Capa débil

Este defecto se ocasiona por alta temperatura en la tina de anodizado, lo cual ocasiona que la capa anódica no cuente con la dureza adecuada y se desprenda al contacto.



Fotografía 4. Muestra el defecto de con capa débil

6. Interferencias

Iluminación: La iluminación es primordial para la realización de esta prueba, ya que debe considerarse una iluminación de luz natural para la toma de decisiones.

Limpieza: Las muestras patrón como la muestra a analizar deberán estar libres de cualquier partícula o polvo para no interferir en los resultados de las pruebas. Se recomienda limpiar con un paño húmedo la superficie de las muestras en caso de presentar alguna partícula o polvo.

7. Sustancias, reactivos y soluciones

No aplica este punto para esta prueba

8. Equipo de laboratorio

No aplica este punto para esta prueba

9. Material de laboratorio

No aplica este punto para esta prueba

10. Materiales consumibles

No aplica este punto para esta prueba



11. Técnica de muestreo

De acuerdo al método de muestreo Military Standard

12. Preservación, manejo y preparación de muestras.

En caso de que las muestras a analizar contengan algunas partículas o polvo, se deberá limpiar el material con agua y un trapo suave

13. Procedimiento

Este método consiste en evaluar las condiciones superficiales del material cuidando que no contenga defectos visibles a la hora de la inspección la cual deberá realizar a una distancia de 0.5 mts para acabados decorativos y 3 mts para acabados estándar. Todo aquel material que contenga defectos visibles mencionados en el punto 5 de esta práctica, a la distancia mencionada deberá ser causa de rechazo

14. Cálculos y manejo de la información obtenida

No aplica este punto para esta prueba

15. Comprobación de la exactitud

No aplica este punto para esta prueba

16. Control de calidad

No aplica este punto para esta prueba

17. Disposición final de residuos

No aplica este punto para esta prueba



18. Informe de resultados

El responsable de la prueba deberá enviar reporte de los resultados obtenidos, dicho reporte debe presentar lo siguiente:

Fecha de la prueba
Clave de la muestra
Tono del material
Piezas conformes
Piezas no conformes
Motivo de rechazo

19. Bibliografía.

Cuprum S.A de C.V. (2016). Procedimiento Divisional de Pruebas de Calidad para Material Anodizado. México.

20. Apéndices Informativos

Tabla Military standard

Military Standard			Piezas	
Nivel Reducido de Inspeccion General AQL = 1			Pasa	No Pasa
De	Hasta	Muestra		
2	8	2	0	1
9	15	2	0	1
16	25	3	0	1
26	50	5	0	1
51	90	5	0	1
91	150	8	0	1
151	280	13	0	1
281	500	13	0	1
501	1200	20	0	1
1201	3200	32	0	1
3201	10000	32	0	1
10001	35000	50	1	2
35001	150000	80	2	3
150001	500000	80	2	3
500000	mas	125	3	4

ANEXO 2 PRÁCTICA 02.



Número de práctica:	02	Clave:	MP-002-LAI-IIN-2013
---------------------	----	--------	---------------------

Título:	Inspección visual (prueba de tono con colorímetro) de calidad del material en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2
---------	--

Elaboró:	01/02/17	Revisó:	21/02/17	Autorizó:	15/03/17
Luis Alberto García García		Ing. J. Genaro Morales Santos		Dr. J. Guadalupe Miranda Hernández	
Pasante de Ingeniería Industrial		Responsable de laboratorios de Ingeniería.		Coordinador del P. E. de Ingeniería Industrial	

Tipo de método de prueba:	Instrumental cuantitativo
Tiempo aproximado requerido:	60 min

Índice del contenido

	Página	
1	Introducción	2
2	Objetivo	2
3	Campo de aplicación	2
4	Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba	2
5	Definiciones (vocabulario técnico)	2
6	Interferencias	2
7	Sustancias, reactivos y soluciones	2
8	Equipo de laboratorio	3
9	Material de laboratorio	3
10	Materiales consumibles	3
11	Técnica de muestreo	3
12	Preservación, manejo y preparación de muestras	3
13	Procedimiento	3-5
14	Cálculos y manejo de la información obtenida	5
15	Comprobación de la exactitud	5
16	Control de calidad	6
17	Disposición final de residuos	6
18	Informe de resultados	6
19	Bibliografía	6
20	Apéndices informativos	7-14



1. Introducción

Un colorímetro es cualquier herramienta que identifica el color y el matiz para una medida más objetiva del color

Esta prueba consiste en analizar el tono (con base en la intensidad de color) de las muestras de aluminio anodizado con un aparato llamado colorímetro obteniendo valores numéricos como resultado, los cuales deberán ser comparados con los rangos máximos y mínimos permitidos. Esta práctica deberá ser realizada en un área iluminada.

2. Objetivo

Identificar las muestras conformes (dentro de tono), de acuerdo a la prueba con el colorímetro, de los perfiles de aluminio contra los rangos máximos y mínimos permitidos, según la especificación

3. Campo de Aplicación

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada, para poder visualizar los resultados en el display de colorímetro

4. Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba

5. Definiciones (vocabulario técnico)

Colorímetro Anodizados: Instrumento de medición ligero de alta precisión desarrollado para la Medición Absoluta y Medición Relativa dentro de una amplia gama de campos.

Prueba de Tono: Inspección realizada a perfiles anodizados con el fin de conocer que los parámetros de tonalidad de los mismos son conformes de acuerdo a especificación.

6. Interferencias

Iluminación: La iluminación es primordial para la realización de esta prueba, ya que debe considerarse una iluminación de luz natural de preferencia para la realización de esta prueba

Limpieza: Las muestras a analizar deberán estar libres de cualquier partícula o polvo para no interferir en los resultados de las pruebas. Se recomienda limpiar con un paño húmedo la superficie de las muestras en caso de presentar alguna partícula o polvo.

7. Sustancias, reactivos y soluciones

No aplica este punto para esta prueba



8. Equipo de laboratorio

Colorímetro CR-410

9. Material de laboratorio

No aplica este punto para esta prueba

10. Materiales consumibles

No aplica este punto para esta prueba

11. Técnica de muestreo

De acuerdo al método de muestreo Military Standard

12. Preservación, manejo y preparación de muestras.

En caso de que las muestras a analizar contengan algunas partículas o polvo, se deberá limpiar el material con agua y un trapo suave

13. Procedimiento

Una vez calibrado el equipo;

Verifique que la Lámpara Ready se encuentre encendida de color verde, esto indica que el Colorímetro está listo para la medición.



Fotografía 1. Muestra lámpara “ready encendida”



Coloque el cabezal medidor verticalmente sobre una cara plana del perfil anodizado.



Fotografía 2. Muestra cabezal sobre perfil anodizado

Pulse el Botón Medición (parpadea una sola vez). Se realizara la medición y aparecerán los datos sobre la pantalla.



Fotografía 3. Muestra como pulsar el botón de medición

Nota: Después de la medición, si se pulsa Color Space se convierten los datos obtenidos en la medición en otros espacios de color.

Comparar los resultados de la medición con la Tabla Estándar de Tonalidades, para conocer si el perfil es aceptado o rechazado.

Nota: Las mediciones con la tabla estándar de mediciones se compararán con el resultado máximo y mínimo en el valor L. (Los acabados que se utilizan en esta prueba son natural 011 y champagne 005)

Tabla 1. Tabla estándar de tonalidades



ACABADO	LÍMITES	L	a	b
005	Patron	58.5	-0.4	10.1
	Max	61	0.2	11.2
	Min	56	-0.9	8.9
010	Patron	79.5	0	-0.4
	Max	84	0.5	0.1
	Min	75	-0.5	-0.9
011	Patron	86.5	-0.2	0.5
	Max	92	0.4	1.1
	Min	81	-0.8	-0.2
040	Patron	71.5	-0.2	8.2
	Max	79.1	0.8	11.5
	Min	64	-1.2	4.8
081	Patron	25.89	1.96	5.49
	Max	30.51	2.88	9.36
	Min	21.27	1.04	1.61
022	Patron	19.80	0.09	0.28
	Max	21.20	0.21	0.54
	Min	18.40	-0.04	0.02
014	Patron	79.3	-0.7	1.9
	Max	80.5	1.3	2.9
	Min	78.1	-2.7	0.9

ACABADO	LÍMITES	L	a	b
004	Patron	61.42	6.3	31.5
	Max	66.40	9.88	32.82
	Min	56.45	2.71	30.19
008	Patron	51.37	4.62	17.94
	Max	55.82	5.63	18.92
	Min	46.92	3.62	16.97
097	Patron	27.99	0.00	1.47
	Max	30.94	0.47	2.65
	Min	25.04	-0.46	0.29
046	Patron	19.64	1.14	1.76
	Max	20.78	1.47	2.32
	Min	18.49	0.80	1.20
084	Patron	20.0	0.5	0.6
	Max	21.81	0.89	1.26
	Min	18.22	0.07	-0.03
045	Patron	22.48	1.43	2.30
	Max	26.88	2.63	4.50
	Min	18.07	0.22	0.10
811	Patron	85.8	-0.8	1.2
	Max	88.04	-0.45	1.84
	Min	83.52	-1.19	0.47

Limpieza y Almacenaje.

1. El Colorímetro deberá ser almacenado en un lugar a temperatura ambiente, no sometido a altas temperaturas y alta humedad.
2. No almacenar en lugares con presencia de polvo.
3. Coloque el Tapón Protector en el Cabezal antes de almacenar el Colorímetro.
4. Cierre la tapa de la placa de calibración y guárdela cuando no la esté usando.
5. Si el Colorímetro llegara a ensuciarse, límpielo con un paño suave, limpio y seco.
6. Si se ensucia la placa de calibración límpiela con un paño suave, limpio y seco.

14. Cálculos y manejo de la información obtenida

De acuerdo a los resultados obtenidos reflejados en el display del colorímetro, se comparan con la especificación mostrada para los acabados manejados en esta práctica los cuales son natural 011 y champagne 005

15. Comprobación de la exactitud

Se aplica una calibración previa a las pruebas

16. Control de calidad



No aplica este punto para esta prueba

17. Disposición final de residuos

No aplica este punto para esta prueba

18. Informe de resultados

El responsable de la prueba deberá enviar reporte de los resultados obtenidos, dicho reporte debe presentar lo siguiente:

Fecha de la prueba
Clave de la muestra
Tono del material
Piezas conformes
Piezas no conformes
Motivo de rechazo

19. Bibliografía.

Cuprum S.A de C.V. (2016). Procedimiento Divisional de Pruebas de Calidad para Material Anodizado. México.



20. Apéndices Informativos

Tabla Military Standard

Military Standard			Piezas	
Nivel Reducido de Inspección General AQL = 1			Pasa	No Pasa
De	Hasta	Muestra		
2	8	2	0	1
9	15	2	0	1
16	25	3	0	1
26	50	5	0	1
51	90	5	0	1
91	150	8	0	1
151	280	13	0	1
281	500	13	0	1
501	1200	20	0	1
1201	3200	32	0	1
3201	10000	32	0	1
10001	35000	50	1	2
35001	150000	80	2	3
150001	500000	80	2	3
500000	mas	125	3	4

Tabla1. Componentes y funciones de Equipo

COMPONENTE	FUNCIONES	IMAGEN
1. Interruptor de Encendido.	Enciende o apaga la unidad.	
2. Terminal del adaptador de corriente alterna.	Es la conexión del alimentador de corriente alterna	
3. Botón Medición.	Pulsar para realizar mediciones.	
4. Tapa de cambio de baterías.	Se puede abrir y cerrar para substituir las baterías	
5. Cabezal	Hace contacto físico con el material a inspeccionar.	
6. Pantalla LCD.	Muestra los datos de las mediciones.	
7. Lámpara Ready.	Cuando esta luz esta verde indica que la unidad esta preparada para realizar una medición. Compruébela siempre antes de cada medición.	



8. Correa para la muñeca.	Permite fijar la correa para la muñeca.	
9. Placa de calibración blanca	Utilizar durante la calibración blanca.	
10. Tapón Protector.	Se fija al extremo del cabezal para proteger la óptica.	

Tabla 2. Teclado de equipo

COMPONENTE	FUNCIONES	IMAGEN
1. Tecla de calibración.	Úsela para realizar la calibración blanca.	
2. Botón Delete/Undo.	Si pulsa este botón mientras se muestra en pantalla la pantalla de mediciones, se borrarán los últimos datos. Si lo pulsa de nuevo, se recuperarán los datos borrados. Los datos borrados se conservan hasta que se realice una nueva medición.	
3. Botón de navegación.	Mueve el cursor por la pantalla del menú. Vuelve todo hacia atrás y muestra los datos de la medición o las pantallas de diferencia de color respecto al patrón. Añade un valor a la posición del cursor si se pulsa con la pantalla de calibración blanca.	
4. Tecla Escape.	Permite volver a la pantalla de mediciones desde la pantalla del menú. Permite cancelar operaciones mientras están en la pantalla de calibración blanca o en las pantallas de diferencia de color respecto al patrón. Permite volver al modo normal del modo PC. Permite mostrar los últimos datos en la	



	<p>pantalla de mediciones.</p> <p>Permite volver a mostrar la diferencia de color seleccionada respecto al patrón si se pulsa con la pantalla de diferencia de color respecto al patrón.</p>	
5. Tecla Color Space.	<p>Permite cambiar el espaciado color en la pantalla de mediciones.</p>	
6. Tecla Enter.	<p>Si se pulsa esta tecla con la pantalla de inicio, se muestra la pantalla de menú.</p> <p>Permite cambiar los valores de cada elemento de la pantalla de menú.</p> <p>Permite confirmar la diferencia de color seleccionada respecto al patrón con la pantalla de diferencia de color respecto al patrón.</p>	
7. Tecla Target Color.	<p>Permite mostrar la pantalla de diferencia de color respecto al patrón.</p> <p>Permite mostrar la nueva diferencia del color respecto al patrón en la pantalla de diferencia de color respecto al patrón.</p>	

Recomendaciones de uso.

- El Colorímetro deberá ser utilizado exclusivamente en interiores con luz artificial¹.
- No exponga el Colorímetro directamente al sol ni en lugares de calor alto.
- No utilice el Colorímetro en superficies sucias, húmedas y/o con presencia de polvo.
- Coloque siempre el tapón protector cuando no se esté usando el equipo.
- No someta el Colorímetro a fuertes impactos ni vibraciones.
- Sujete bien la correa al cabezal medidor y a su muñeca antes de empezar a utilizar el equipo.

¹ De acuerdo a la NMX-W-138-SCFI-2004

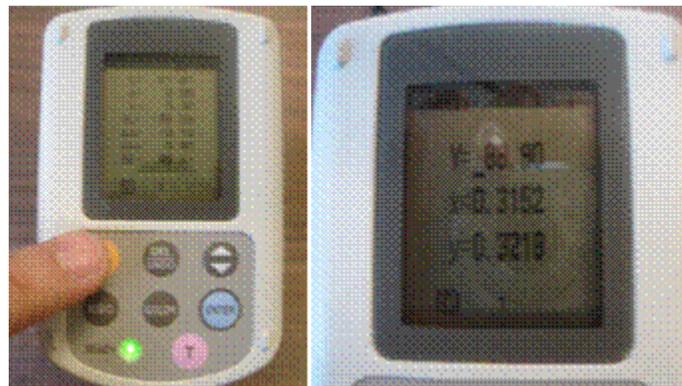


Calibración Blanca del Colorímetro.

Cuando se usa el instrumento durante un largo tiempo, los valores en pantalla pueden variar dependiendo de las variaciones del entorno. Por lo tanto, con el objeto de conseguir mediciones precisas, se recomienda que realice la calibración blanca regularmente mediante la pantalla de calibración blanca. También debería realizarse la calibración blanca antes de realizar una medición después de un largo periodo sin haber usado el instrumento.

Nota 1. La calibración blanca se deberá realizar en las mismas condiciones de temperatura que aquellas en las que se vaya a realizar la medición.

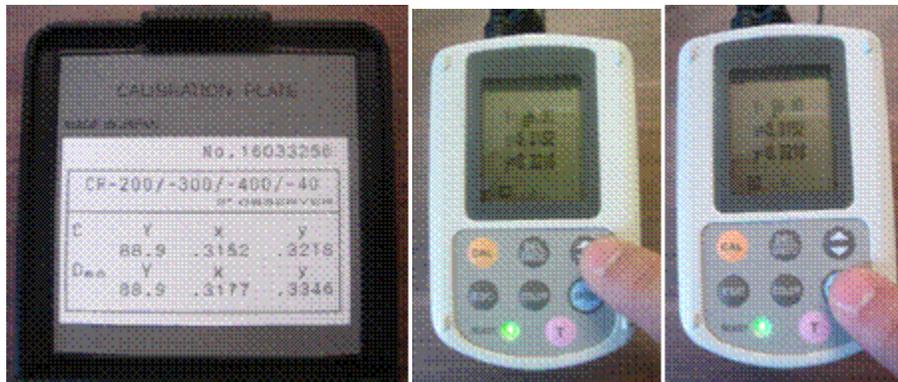
Pulse la tecla de calibración CAL. Aparecerá la pantalla de calibración blanca.



Fotografía 1. Pantalla LCD,

Introduzca los datos de la lista que se encuentra en el reverso de la tapa de la placa de calibración blanca.

Los números cambian de 0 a 9 cada vez que se pulsa la Tecla de Navegación. Desplace el cursor mediante la Tecla Enter.



Fotografía 2- Pantalla Blanca de calibración, especificación de calibración, Pantalla LCD



Coloque el Cabezal Medidor verticalmente sobre el centro de la Placa de Calibración Blanca. La placa de calibración blanca se coloca aproximadamente en el centro.



Fotografía 3. Muestra como colocar el Cabezal en la Placa de Calibración

Pulse el botón Medición.

La calibración se habrá terminado cuando la luz parpadee 3 veces. La pantalla volverá a la pantalla de mediciones.

No retire el cabezal medidor durante la calibración.



Fotografía 4. Muestra como Pulsar el botón de Medición



Comprobación de la calibración.

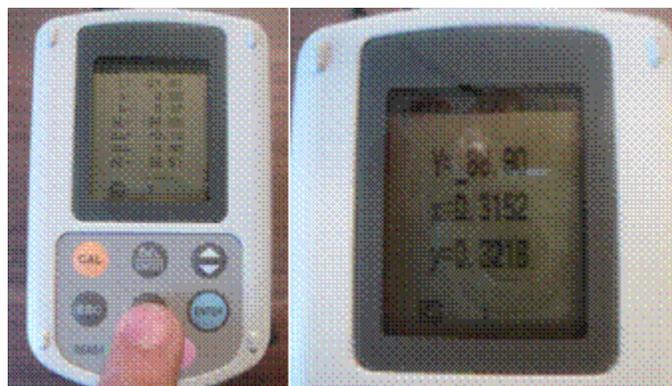
1. Verificar que la Lámpara “Ready” se encuentre encendida de color verde, esto indica que el Colorímetro está listo para la medición.
2. Coloque el cabezal medidor verticalmente sobre la placa de calibración blanca.
3. Pulse el Botón Medición (parpadea una sola vez). Se realizará la medición y aparecerán los datos en la pantalla.



Fotografía 5. Izquierda, muestra la lámpara “ready” encendida, fotografía central, muestra cabezal sobre calibrador, fotografía derecha muestra pulsando botón de medición

Después de la medición, si se pulsa la tecla Color Space se convierten los datos obtenidos en la medición en otros espacios de color.

4. Verificar que la pantalla con los valores Y, x, y, correspondan a los datos de la placa de calibración blanca.



Fotografía 6. Muestra como pulsar la tecla de Color Space



Fijar Datos de Color (tono) Respecto a Patrón.

Antes de medir la diferencia de color (tono), el alumno debe fijar la diferencia de color respecto al patrón, en el instrumento.

Se pueden configurar 100 diferencias de color (tonos) numeradas del T00 al 99.

Nota: La diferencia de color respecto al patrón se deberá fijar bajo las mismas condiciones de temperatura que para la calibración y la medición.²

El Cabezal Medidor fija los resultados de la medición como valor de la diferencia respecto al patrón.

Procedimiento de funcionamiento



Fotografía 7. Tecla “Target Color”
“Cabezal sobre muestra Patrón”

1. Pulse la tecla “Target Color” mientras se muestra la pantalla de mediciones.

Aparecerá la pantalla de configuración de la diferencia de color respecto al patrón.

La primera de las diferencias de color respecto al patrón será T00.

Para fijar la actual diferencia de color con respecto al patrón, vaya al paso 3.

2. Pulse la tecla “Target Color” para fijar la nueva diferencia de color con respecto a patrón.

Aparecerá en pantalla la nueva diferencia de color con respecto al patrón.

Cuando se configuran varias diferencias de color respecto a patrón, seleccione la diferencia de color respecto al patrón que desee mediante el teclado.

3. Sitúe el cabezal medidor verticalmente sobre la muestra de diferencia de color respecto al patrón.



Fotografía 8. Tecla

² De acuerdo a especificación de proveedor de equipo (Kónica Minolta)



4. Pulse el botón “Measurement” del Cabezal Medidor después de asegurarse de que la “Lámpara Ready” está encendida.

No mueva el cabezal medidor durante la calibración.

ANEXO 3 PRÁCTICA 03.



Número de práctica:	03	Clave:	MP-002-LAI-IIN-2013
---------------------	----	--------	---------------------

Título:	Inspección visual (tono) de calidad del material en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2
---------	--

Elaboró:	01/02/17	Revisó:	21/02/17	Autorizó:	15/03/17
Luis Alberto García García		Ing. J. Genaro Morales Santos		Dr. J. Guadalupe Miranda Hernández	
Pasante de Ingeniería Industrial		Responsable de laboratorios de Ingeniería.		Coordinador del P. E. de Ingeniería Industrial	

Tipo de método de prueba:	Inspección y comparación visual
Tiempo aproximado requerido:	60 min

Índice del contenido

	Página	
1	Introducción	2
2	Objetivo	2
3	Campo de aplicación	2
4	Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba	2
5	Definiciones (vocabulario técnico)	2
6	Interferencias	2
7	Sustancias, reactivos y soluciones	3
8	Equipo de laboratorio	3
9	Material de laboratorio	3
10	Materiales consumibles	3
11	Técnica de muestreo	3
12	Preservación, manejo y preparación de muestras	3
13	Procedimiento	3
14	Cálculos y manejo de la información obtenida	4
15	Comprobación de la exactitud	4
16	Control de calidad	4
17	Disposición final de residuos	4
18	Informe de resultados	4
19	Bibliografía	4
20	Apéndices informativos	5



1. Introducción

La inspección por atributos se puede considerar aquel tipo de inspección de muestras aleatorias de n unidades en el que cada artículo o producto es clasificado de acuerdo con ciertos atributos como aceptable o defectuosa, es decir, consiste en averiguar si el material en consideración cumple o no cumple con lo especificado, sin interesar la medida de la característica.

Esta prueba consiste en comparar visualmente las muestras de perfiles de aluminio vs las muestras patrón de rango máximo y mínimo permitidos, verificando que este dentro de tono. Esta práctica deberá ser realizada en un área iluminada por luz natural a una distancia de 3 metros.

2. Objetivo

Identificar las muestras conformes (dentro de tono), de acuerdo a la inspección visual de los perfiles de aluminio contra el patrón (especificación).

3. Campo de Aplicación

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada con luz natural

4. Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba

Preparación de muestras patrón:

- a) Los máximos y mínimos se definen según la aceptación del cliente, una vez aceptados esos rangos se definen como patrones.

5. Definiciones (vocabulario técnico)

Patrón: Unidad que se toma como referencia para determinar el valor de un objeto

Tono: Representa la cantidad de luz presente en un color, mas blanco o mas negro, según sea el caso. Cuanto mayor es el tono, mayor es la cantidad de luz en un color, es decir, más color blanco posee.

6. Interferencias

Iluminación: La iluminación es primordial para la realización de esta prueba, ya que debe considerarse una iluminación de luz natural para la toma de decisiones.

Limpieza: Las muestras patrón como la muestra a analizar deberán estar libres de cualquier partícula o polvo para no interferir en los resultados de las pruebas. Se recomienda limpiar con un paño húmedo la superficie de las muestras en caso de presentar alguna partícula o polvo.



7. Sustancias, reactivos y soluciones

No aplica este punto para esta prueba

8. Equipo de laboratorio

No aplica este punto para esta prueba

9. Material de laboratorio

No aplica este punto para esta prueba

10. Materiales consumibles

No aplica este punto para esta prueba

11. Técnica de muestreo

De acuerdo al método de muestreo Military Standard

12. Preservación, manejo y preparación de muestras.

Las muestras patrón, deberán estar resguardadas en un lugar fresco y sin exposición al polvo y a altas temperaturas.

El manejo de las muestras patrón y las muestras a analizar deber ser cuidando que no corran riesgo de recibir algún maltrato como pueden ser golpes o fricciones.

En caso de que las muestras patrón y las muestras a analizar contengan algunas partículas o polvo, se deberá limpiar el material con agua y un trapo suave

13. Procedimiento

Esta prueba consiste en comparar la muestra contra 2 patrones previamente establecidos, los cuales deben ser el rango máximo y mínimo de tolerancia que existe para cada acabado, esta prueba es 100% visual.

La inspección debe ser llevada a cabo en un área iluminada, nunca inspeccionar el tono en un área con poca iluminación. El perfil y el patrón deben estar al mismo nivel al momento de comparar el tono. Y deben ser vistos en un ángulo de 90° perpendicular a la superficie a una distancia de 3 mts.¹

El material deberá estar seco a la hora de realizar la evaluación del tono.



Si el material no cumple con el tono máximo y mínimo, deberá rechazarse.

14. Cálculos y manejo de la información obtenida

No aplica este punto para esta prueba

15. Comprobación de la exactitud

No aplica este punto para esta prueba

16. Control de calidad

No aplica este punto para esta prueba

17. Disposición final de residuos

No aplica este punto para esta prueba

18. Informe de resultados

El responsable de la prueba deberá enviar reporte de los resultados obtenidos, dicho reporte debe presentar lo siguiente:

Fecha de la prueba
Clave de la muestra
Tono del material
Piezas conformes
Piezas no conformes
Motivo de rechazo

19. Bibliografía.

Cuprum S.A de C.V. (2016). Procedimiento Divisional de Pruebas de Calidad para Material Anodizado. México.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA . (2004). *NMX-W-138-SCFI-2004 Metales no ferrosos - aluminio y sus aleaciones - anodización - recubrimientos de óxido anódico en aluminio - especificaciones generales*. Mexico .



20. Apéndices Informativos

Tabla Military Standar

Military Standard			Piezas	
Nivel Reducido de Inspeccion General AQL = 1			Pasa	No Pasa
De	Hasta	Muestra		
2	8	2	0	1
9	15	2	0	1
16	25	3	0	1
26	50	5	0	1
51	90	5	0	1
91	150	8	0	1
151	280	13	0	1
281	500	13	0	1
501	1200	20	0	1
1201	3200	32	0	1
3201	10000	32	0	1
10001	35000	50	1	2
35001	150000	80	2	3
150001	500000	80	2	3
500000	mas	125	3	4

ANEXO 4 PRÁCTICA 04.



Número de práctica:	04	Clave:	MP-002-LAI-IIN-2013
---------------------	----	--------	---------------------

Título:	Prueba de conductividad de perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2
---------	---

Elaboró:	01/02/17	Revisó:	21/02/17	Autorizó:	15/03/17
Luis Alberto García García		Ing. J. Genaro Morales Santos		Dr. J. Guadalupe Miranda Hernández	
Pasante de Ingeniería Industrial		Responsable de laboratorios de Ingeniería.		Coordinador del P. E. de Ingeniería Industrial	

Tipo de método de prueba:	Instrumental Cualitativo
Tiempo aproximado requerido:	60 min

Índice del contenido

	Página	
1	Introducción	2
2	Objetivo	2
3	Campo de aplicación	2
4	Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba	2
5	Definiciones (vocabulario técnico)	2
6	Interferencias	2
7	Sustancias, reactivos y soluciones	3
8	Equipo de laboratorio	3
9	Material de laboratorio	3
10	Materiales consumibles	3
11	Técnica de muestreo	3
12	Preservación, manejo y preparación de muestras	3
13	Procedimiento	3
14	Cálculos y manejo de la información obtenida	4
15	Comprobación de la exactitud	4
16	Control de calidad	4
17	Disposición final de residuos	4
18	Informe de resultados	4
19	Bibliografía	5
20	Apéndices informativos	5



1. Introducción

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de un material de dejar pasar la corriente eléctrica, su aptitud para dejar circular libremente las cargas eléctricas. La conductividad depende de la estructura atómica y molecular del material, los metales son buenos conductores porque tienen una estructura con muchos electrones con vínculos débiles y esto permite su movimiento. La conductividad también depende de otros factores físicos del propio material y de la temperatura.

Uno de los objetivos primordiales de aplicar una capa anódica es para eliminar la conductividad del material

Esta prueba consiste en verificar que los perfiles a analizar no sean conductores de la electricidad

2. Objetivo

Identificar las muestras que no sean conductoras de electricidad por medio de la prueba de conductividad

3. Campo de Aplicación

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada, para poder visualizar el resultado de la prueba, de acuerdo al método establecido en esta practica

4. Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba

No aplica este punto para esta prueba

5. Definiciones (vocabulario técnico)

Conductividad: Es una medida de la capacidad de un material de dejar pasar la corriente eléctrica

Conductímetro: Aparato el cual registra si hay continuidad de corriente mediante el encendido de su lámpara o luz

6. Interferencias

Iluminación: La iluminación es primordial para la realización de esta prueba, ya que debe considerarse una iluminación de luz para visualizar los resultados de la prueba en el perfil

Limpieza: Las muestras a analizar deberán estar libres de cualquier partícula o polvo para no interferir en los resultados de las pruebas. Se recomienda limpiar con un paño húmedo la superficie de las muestras en caso de presentar alguna partícula o polvo.



7. Sustancias, reactivos y soluciones

No aplica este punto para esta prueba

8. Equipo de laboratorio

Conductímetro (se recomienda utilizar uno convencional de lápiz con lámpara de resultado)

9. Material de laboratorio

No aplica este punto para esta prueba

10. Materiales consumibles

No aplica este punto para esta prueba

11. Técnica de muestreo

De acuerdo al método de muestreo Military Standard

12. Preservación, manejo y preparación de muestras.

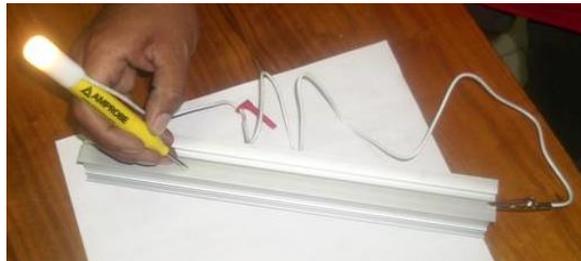
En caso de que las muestras a analizar contengan algunas partículas o polvo, se deberá limpiar el material con agua y un trapo suave

13. Procedimiento

- a) Se conecta el equipo en el perfil como se muestra en la fotografía
- b) Se deberá tomar lecturas en cada extremo y en el centro del perfil; con un punto donde encienda el equipo, se rechaza el material, debido a que existe continuidad y esto no es aceptable.



Fotografía 9. Muestra el equipo “Conductímetro” aplicando la prueba a un perfil de aluminio



Fotografía 10. Muestra el equipo “Conductímetro” con la lámpara encendida, **señal de rechazo del material**

Esta prueba aplica tanto para acabados claros y oscuros.

14. Cálculos y manejo de la información obtenida

No aplica este punto para esta prueba

15. Comprobación de la exactitud

No aplica este punto para esta prueba

16. Control de calidad

No aplica este punto para esta prueba

17. Disposición final de residuos

No aplica este punto para esta prueba

18. Informe de resultados

El responsable de la prueba deberá enviar reporte de los resultados obtenidos, dicho reporte debe presentar lo siguiente:

Fecha de la prueba
Clave de la muestra
Tono del material
Piezas conformes
Piezas no conformes
Motivo de rechazo



19. Bibliografía.

Cuprum S.A de C.V. (2016). Procedimiento Divisional de Pruebas de Calidad para Material Anodizado. México.

20. Apéndices Informativos

Tabla Military Standar

Military Standard			Piezas	
Nivel Reducido de Inspeccion General AQL = 1			Pasa	No Pasa
De	Hasta	Muestra		
2	8	2	0	1
9	15	2	0	1
16	25	3	0	1
26	50	5	0	1
51	90	5	0	1
91	150	8	0	1
151	280	13	0	1
281	500	13	0	1
501	1200	20	0	1
1201	3200	32	0	1
3201	10000	32	0	1
10001	35000	50	1	2
35001	150000	80	2	3
150001	500000	80	2	3
500000	mas	125	3	4

ANEXO 5 PRÁCTICA 05.



Número de práctica:	05	Clave:	MP-002-LAI-IIN-2013
---------------------	----	--------	---------------------

Título:	Prueba de espesor de capa en perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2
---------	---

Elaboró:	01/02/17	Revisó:	21/02/17	Autorizó:	15/03/17
Luis Alberto García García		Ing. J. Genaro Morales Santos		Dr. J. Guadalupe Miranda Hernández	
Pasante de Ingeniería Industrial		Responsable de laboratorios de Ingeniería.		Coordinador del P. E. de Ingeniería Industrial	

Tipo de método de prueba:	Instrumental cuantitativo
Tiempo aproximado requerido:	60 min

Índice del contenido

	Página	
1	Introducción	2
2	Objetivo	2
3	Campo de aplicación	2
4	Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba	2
5	Definiciones (vocabulario técnico)	2
6	Interferencias	2
7	Sustancias, reactivos y soluciones	2
8	Equipo de laboratorio	3
9	Material de laboratorio	3
10	Materiales consumibles	3
11	Técnica de muestreo	3
12	Preservación, manejo y preparación de muestras	3
13	Procedimiento	3-4
14	Cálculos y manejo de la información obtenida	4
15	Comprobación de la exactitud	4
16	Control de calidad	5
17	Disposición final de residuos	5
18	Informe de resultados	5
19	Bibliografía	5
20	Apéndices informativos	6



1. Introducción

El espesor de capa de un perfil anodizado es esencial para la protección del mismo ante el medio ambiente y el contacto con algunas soluciones corrosivas, como cementos o asbestos.

Esta prueba consiste en verificar que contenga el espesor de capa anódica conforme.

2. Objetivo

Identificar las muestras conformes (espesor de capa anódica), de acuerdo a la prueba utilizando el equipo correspondiente

3. Campo de Aplicación

Éste método de prueba se aplica en un área iluminada, para poder visualizar el resultado de la prueba en el display del equipo utilizado

4. Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba

No aplica este punto para esta prueba

5. Definiciones (vocabulario técnico)

Espesor: Anchura o grosor de un cuerpo sólido

Isoscopio: aparato utilizando para la medición de espesores, utilizando micras como unidad de medida

Micra: El micrómetro o micra es la unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro. Su símbolo científico es μm .

6. Interferencias

Iluminación: La iluminación es primordial para la realización de esta prueba, ya que debe considerarse una iluminación de luz para visualizar los resultados en display del isoscopio

Limpieza: Las muestras a analizar deberán estar libres de cualquier partícula o polvo para no interferir en los resultados de las pruebas. Se recomienda limpiar con un paño húmedo la superficie de las muestras en caso de presentar alguna partícula o polvo.

7. Sustancias, reactivos y soluciones

No aplica este punto para esta prueba



8. Equipo de laboratorio

Isoscopio (Medidor de espesores)

9. Material de laboratorio

No aplica este punto para esta prueba

10. Materiales consumibles

No aplica este punto para esta prueba

11. Técnica de muestreo

De acuerdo al método de muestreo Military Standard

12. Preservación, manejo y preparación de muestras.

En caso de que las muestras a analizar contengan algunas partículas o polvo, se deberá limpiar el material con agua y un trapo suave

13. Procedimiento

Se debe encender el aparato isoscopio y quitar la tapa protectora del medidor

El alumno debe realizar las tomas de medidas de espesor en 3 puntos, 2 puntos en cada uno de los extremos y 1 en el medio del perfil (ver imagen 1) y en cada punto se tomarán 3 mediciones de las cuales se sacará el promedio. Finalmente se obtendrá el promedio total del promedio de cada uno de los 3 puntos tomado con el Medidor de Espesores y se compara con las especificaciones indicadas. Si no cumple de acuerdo a la tabla anexa, el material deberá ser rechazado.

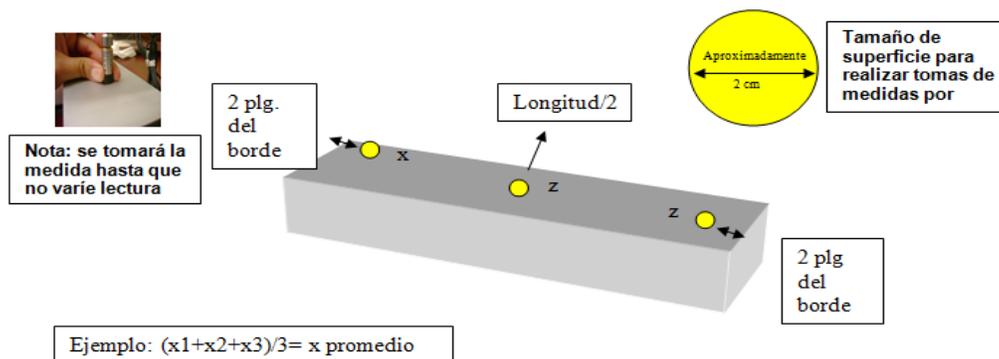
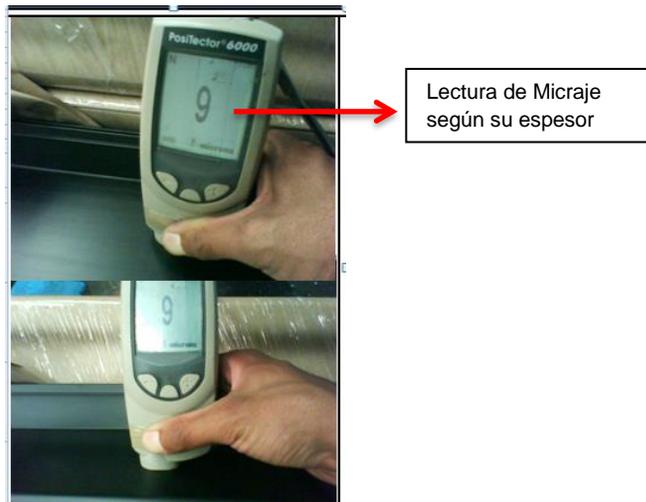


Imagen 1.



Tabla 1. Especificación de micraje de anodizado

ESPECIFICACIÓN DE MICRAJE DE ANODIZADOS MAQUILA		
ACABADO	DESCRIPCIÓN	MICRAS
3	ORO BRILLANTE CLARO	8
4	ORO BRILLANTE	8
5	CHAMPAGNE BRILLANTE	6
8	BRONCE	8
10	NATURAL BRILLANTE	5
11	NATURAL MATE	5
12	ORO MATE	9
22	NEGRO	9



Fotografía 6. Equipo Isoscopio mostrando la lectura del espesor del perfil anodizado

14. Cálculos y manejo de la información obtenida

Se realizan 9 tomas de medición de espesor, 3 en cada punto (los puntos a analizar en el perfil deberán ser a los costados y al centro)

Se calcula el promedio de cada punto (3 tomas), y al final se calcula el promedio de los promedios, y se define la disposición final del material

15. Comprobación de la exactitud

No aplica este punto para esta prueba



16. Control de calidad

No aplica este punto para esta prueba

17. Disposición final de residuos

No aplica este punto para esta prueba

18. Informe de resultados

El responsable de la prueba deberá enviar reporte de los resultados obtenidos, dicho reporte debe presentar lo siguiente:

- Fecha de la prueba
- Clave de la muestra
- Tono del material
- Piezas conformes
- Piezas no conformes
- Motivo de rechazo

19. Bibliografía.

Cuprum S.A de C.V. (2016). Procedimiento Divisional de Pruebas de Calidad para Material Anodizado. México.

20. Apéndices Informativos

Tabla Military Standar

Military Standard			Piezas	
Nivel Reducido de Inspeccion General AQL = 1			Pasa	No Pasa
De	Hasta	Muestra		
2	8	2	0	1
9	15	2	0	1
16	25	3	0	1
26	50	5	0	1
51	90	5	0	1
91	150	8	0	1
151	280	13	0	1
281	500	13	0	1
501	1200	20	0	1
1201	3200	32	0	1
3201	10000	32	0	1
10001	35000	50	1	2
35001	150000	80	2	3
150001	500000	80	2	3
500000	mas	125	3	4

ANEXO 6 PRÁCTICA 06.



Número de práctica:	06	Clave:	MP-006-LAI-IIN-2013
---------------------	----	--------	---------------------

Título:	Prueba de sellado en la capa de perfiles de aluminio con acabado anodizado natural y champagne modelo C2X2
---------	--

Elaboró:	01/02/17	Revisó:	21/02/17	Autorizó:	15/03/17
Luis Alberto García García		Ing. J. Genaro Morales Santos		Dr. J. Guadalupe Miranda Hernández	
Pasante de Ingeniería Industrial		Responsable de laboratorios de Ingeniería.		Coordinador del P. E. de Ingeniería Industrial	

Tipo de método de prueba:	Analítico cualitativo
Tiempo aproximado requerido:	60 min

Índice del contenido

	Página	
1	Introducción	2
2	Objetivo	2
3	Campo de aplicación	2
4	Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba	2
5	Definiciones (vocabulario técnico)	2
6	Interferencias	2
7	Sustancias, reactivos y soluciones	3
8	Equipo de laboratorio	3
9	Material de laboratorio	3
10	Materiales consumibles	3
11	Técnica de muestreo	3
12	Preservación, manejo y preparación de muestras	3
13	Procedimiento	4
14	Cálculos y manejo de la información obtenida	4
15	Comprobación de la exactitud	4
16	Control de calidad	5
17	Disposición final de residuos	5
18	Informe de resultados	5
19	Bibliografía	5
20	Apéndices informativos	6



1. Introducción

El sellado en el proceso de anodizado es de suma importancia ya cubre en su totalidad la capa anódica y sirve de protección ante agentes externos como puede ser el polvo y otras sustancias.

Esta prueba consiste en verificar que los perfiles a analizar contengan un grado de sellado conforme.

2. Objetivo

Identificar las muestras conformes (sellado conforme), de acuerdo a la tabla de referencia de nivel de sellado.

3. Campo de Aplicación

Éste método de prueba se aplica en el Laboratorio de Análisis Industriales e Investigación del Centro Universitario UAEM Valle de México.

4. Referencia a otros procedimientos y/o métodos de prueba

Procedimiento divisional de pruebas de calidad para material anodizado, Grupo Cuprum.

5. Definiciones (vocabulario técnico)

Sellado: Cubrir la superficie de un objeto no permitiendo la salida del contenido del mismo.

Ácido Nítrico: El compuesto químico ácido nítrico es un líquido corrosivo y tóxico. Es utilizado comúnmente como un reactivo de laboratorio, se utiliza para fabricar explosivos como la nitroglicerina y trinitrotolueno (TNT), así como fertilizantes como el nitrato de amonio.

6. Interferencias

- **Iluminación:** La iluminación es primordial para la realización de esta prueba, ya que debe considerarse una iluminación de luz natural para la toma de decisiones.
- **Limpieza:** Las muestras patrón como la muestra a analizar deberán estar libres de cualquier partícula o polvo para no interferir en los resultados de las pruebas. Se recomienda limpiar con un paño húmedo la superficie de las muestras en caso de presentar alguna partícula o polvo.



7. Sustancias, reactivos y soluciones

Ácido Nítrico.

Tinta Azul.

8. Equipo de laboratorio

Lámpara portátil de luz natural.

9. Material de laboratorio

Goteros.

10. Materiales consumibles

Ácido Nítrico.

Tinta Azul.

Paño o Trapo estándar.

11. Técnica de muestreo

De acuerdo al método de muestreo Military Standard.

12. Preservación, manejo y preparación de muestras

En caso de que las muestras a analizar contengan algunas partículas o polvo, se deberá limpiar el material con agua y un trapo suave.

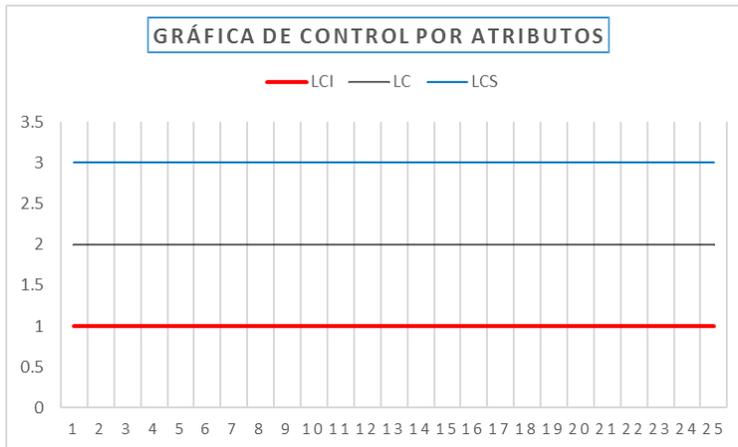


13. Procedimiento

- a) Iluminar el área donde se realizarán las pruebas, preferentemente despejar las ventanas del laboratorio y encender su iluminación. Si requiere podría utilizarse una lámpara de luz natural para auxiliar la iluminación.
- b) Verificar que las muestras a analizarse estén limpias y libres de polvos y partículas extrañas.
- c) Colocar las muestras y patrones de referencia sobre una mesa de manera vertical y de tal modo que la iluminación permita observarla completamente.
- d) Limpiar la muestra donde se aplicará la gota de Ácido Nítrico con un porcentaje de 40% de agua des-ionizada.
- e) Aplicar una gota de Ácido Nítrico sobre el material y se deja reposar por 2 minutos. Ver Imagen 1.
- f) Limpiar muestra analizada con un paño húmedo.
- g) Todo aquel material que contenga alguna anomalía en el punto de la prueba (desgaste, corrosión, etc. deberá ser causa de rechazo, y de estar de manera normal se continuara con la prueba de tinta azul.
- h) Aplicar una gota de tinta azul y dejar reposar por 5 minutos, cuidando de no aplicarla sobre la prueba de ácido nítrico. Ver imagen 2.
- i) Limpiar muestra analizada con un paño húmedo.
- j) Todo aquel material que contenga una mancha resultante de la prueba fuera de especificación según la tabla aceptación, deberá ser causa de rechazo. Se considera al rango del 0 al 2 como aceptable y al rango del 3 al 5 como no aceptable. Ver Tabla de nivel de aceptación de sellado

14. Cálculos y manejo de la información obtenida

De acuerdo a la tabla de niveles de aceptación de sellado nivel del 0 al 2 es aceptable, nivel del 3 al 5 es rechazo.



15. Comprobación de la exactitud

No aplica este punto para esta prueba.

16. Control de calidad

No aplica este punto para esta prueba.

17. Disposición final de residuos

El paño o trapo estándar con los residuos del ácido nítrico y la tinta azul, se recomienda cambiar frecuentemente y tirar a la basura dentro de una bolsa protectora.

18. Informe de resultados

El responsable de la prueba deberá enviar reporte de los resultados obtenidos, dicho reporte debe presentar lo siguiente:

- Fecha de la prueba
- Clave o identificación de la muestra
- Tono del material
- Número de piezas conformes
- Número de piezas no conformes
- Motivo de rechazo



19. Bibliografía.

Cuprum S.A de C.V. (2016). Procedimiento Divisional de Pruebas de Calidad para Material Anodizado. México.

20. Apéndices Informativos

Imagen 1



Imagen 2



Tabla de nivel de aceptación de sellado



Aluminio azul 2 LW	Intensidad de la mancha	Pérdida del poder de absorción
	5	Ninguna
	4	Muy débil
	3	Débil
	2	Mediano
	1	Fuerte
	0	Total

Tabla Military standard de la Norma Mil Std 105d

Military Standard			Piezas	
Nivel Reducido de Inspeccion General AQL = 1			Pasa	No Pasa
De	Hasta	Muestra		
2	8	2	0	1
9	15	2	0	1
16	25	3	0	1
26	50	5	0	1
51	90	5	0	1
91	150	8	0	1
151	280	13	0	1
281	500	13	0	1
501	1200	20	0	1
1201	3200	32	0	1
3201	10000	32	0	1
10001	35000	50	1	2
35001	150000	80	2	3
150001	500000	80	2	3
500000	mas	125	3	4

BIBLIOGRAFÍA.

- AEA Asociación Española del Aluminio y Tratamientos de Superficie. (n.d.). *www.asoc-aluminio.es*. Retrieved from <http://www.asoc-aluminio.es/marcas-de-calidad/qualicoat>
- ALCATI . (2013). *www.alcati.es*. Retrieved from <http://www.alcati.es/extrusion-aluminio.html>
- ALCATI. (2013). *www.alcati.es*. Retrieved from <http://www.alcati.es/lacado-de-aluminio.html>
- ALCATI. (2013). *www.alcati.es*. Retrieved from <http://www.alcati.es/aluminio-anodizado.html>
- ALCATI. (2013). *www.alcati.es*. Retrieved from <http://www.alcati.es/mecanizados-aluminio.html>
- ALCATI. (2013). *www.alcati.es*. Retrieved from <http://www.alcati.es/calidad-aluminio.html>
- ASTM International. (2014). ASTM B-221-14. In *ASTM B-221-14 Standar Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Exrtuded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes*. (pp. 2-7). Pennsylvania.
- CUPRUM S.A. DE C.V. (1 de Marzo de 1994). *www.cuprum.com*. Obtenido de www.grupocuprum.com: <http://www.cuprum.com/historia.html>
- EQUIPOS Y LABORATORIO DE COLOMBIA. (2015). *www.equiposylaboratorio.com*. Retrieved from http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=10059
- GRUPO INALSA. (2014). *www.grupoinalsa.com*. Retrieved from <http://www.grupoinalsa.com/aluminio/composicion-química/>
- QUALANOD. (2017). Directrices de la Marca de Calidad QUALANOD para el anodizado del aluminio en medio sulfúrico. In Qualanod. Zurich: ASESAN (Asociación Española de Anodizadores).
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from [www.perfilesenaluminio.com](http://www.perfilesenaluminio.com/es/21600/Edificacion.htm): <http://www.perfilesenaluminio.com/es/21600/Edificacion.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from www.perfilesenaluminio.com: <http://www.perfilesenaluminio.com/es/21599/Construccion.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from www.perfilesenaluminio.com: <http://www.perfilesenaluminio.com/es/21601/Industrial.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from www.perfilesenaluminio.com: <http://www.perfilesenaluminio.com/es/50688/Mobiliario.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from www.perfilesenaluminio.com: <http://www.perfilesenaluminio.com/es/50689/Electricidad.htm>

- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from *www.perfilesenaluminio.com*:
<http://www.perfilesenaluminio.com//es/50690/Iluminacion.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from *www.perfilesenaluminio.com*:
<http://www.perfilesenaluminio.com//es/50691/Transporte.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from *www.perfilesenaluminio.com*:
<http://www.perfilesenaluminio.com//es/50692/Senalizacion.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from *www.perfilesenaluminio.com*:
<http://www.perfilesenaluminio.com//es/50693/Invernaderos.htm>
- RAESA. (1999, Diciembre 13). *www.raesa.com*. Retrieved from *www.perfilesenaluminio.com*:
<http://www.perfilesenaluminio.com//es/50694/Otros.htm>
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA . (2004). *NMX-W-138-SCFI-2004 Metales no ferrosos - aluminio y sus aleaciones - anodización - recubrimientos de óxido anódico en aluminio - especificaciones generales*. Mexico .
- Vaughn, R. C. (n.d.). *EcuRed*. Retrieved from *www.ecured.cu*:
https://www.ecured.cu/Muestreo_para_la_aceptaci%C3%B3n_o_inspecci%C3%B3n_por_tributos