



# Directrices de la Marca de Calidad QUALANOD para el Anodizado del Aluminio en medio sulfúrico

Edición  
01.01.2021

Revisión 28.10.2020, en vigor desde el 1 de enero de 2021

Esta edición sustituye a la edición previa (01.01.2020) y puede ser suplementada con nuevas hojas de actualización.

Todas las hojas de actualización vigentes están publicadas en internet: [www.qualanod.net](http://www.qualanod.net)

---

**VERSIÓN EN ESPAÑOL IMPRESA POR AEA**  
([www.asoc-aluminio.es](http://www.asoc-aluminio.es))



Web: [www.qualanod.net](http://www.qualanod.net)  
E-Mail: [info@qualanod.net](mailto:info@qualanod.net) Tel: +41 (0)43 305 09 81/77

Dirección Postal:  
QUALANOD, P.O. Box 1507,  
CH-8027 Zurich

Domicilio:  
QUALANOD c/o ARCO Association  
Management AG (certification body)  
Tödistrasse 42, CH-8002 Zürich



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Alcance .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Idioma .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Términos y definiciones.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Concesión de licencias a los anodizadores.....</b>	<b>11</b>
6.1	Introducción .....	11
6.2	Concesión de la licencia .....	12
6.3	Renovación de una licencia.....	14
6.4	Retirada de una licencia .....	15
6.5	Cambio de los productos licenciados de una licencia .....	15
<b>7</b>	<b>Reglamento de uso de la marca de calidad .....</b>	<b>16</b>
7.1	Propiedad de la marca de Calidad .....	16
7.2	Registro de los titulares de Licencia .....	16
7.3	Cualificación del solicitante .....	16
7.4	Productos cubiertos por la licencia .....	16
7.5	Uso de la marca de Calidad por los Licenciarios .....	16
7.6	Comunicaciones .....	18
<b>8</b>	<b>Inspecciones .....</b>	<b>19</b>
8.1	Introducción .....	19
8.2	Alcance de las inspecciones .....	19
8.3	Inspección de productos.....	19
8.4	Inspección de procesos .....	22
<b>9</b>	<b>Métodos de ensayo para productos .....</b>	<b>23</b>
9.1	Introducción .....	23
9.2	Mediciones del espesor .....	23
9.3	Ensayos del sellado.....	23
9.4	Aspecto.....	25
9.5	Resistencia a la corrosión .....	26
9.6	Resistencia al desgaste/abrasión .....	26
9.7	Micro dureza .....	27
9.8	Resistencia al cracking por deformación .....	27
9.9	Solidez a la luz y a la radiación ultravioleta .....	27

9.10	Potencial de ruptura eléctrica .....	27
9.11	Continuidad de la capa .....	28
9.12	Densidad de superficie .....	28
9.13	Resistencia térmica al cuarteo .....	28
9.14	Resumen de los ensayos de producto para los diferentes tipos de anodizado.....	28
<b>10</b>	<b>Aprobación de nuevos procesos .....</b>	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>Guía de productos y procesos .....</b>	<b>31</b>
11.1	Introducción .....	31
11.2	El Aluminio para anodizar.....	31
11.3	Espesor de la capa de oxidación anódica .....	33
11.4	Aspecto.....	34
11.5	Equipamiento de las plantas de anodizado .....	34
11.6	Procesos de las plantas de anodizado .....	36
11.7	Limpieza y mantenimiento .....	44
<b>12</b>	<b>Apéndice – Anodizado arquitectónico .....</b>	<b>46</b>
12.1	Introducción .....	46
12.2	Alcance .....	46
12.3	Marca de calidad .....	46
12.4	Contratos con clientes .....	46
12.5	Reclamaciones .....	47
12.6	Laboratorio y aparatos de ensayo .....	47
12.7	Ensayos de producto a realizar por el licenciario .....	48
12.8	Requisitos de los procesos.....	52
12.9	Métodos de control de procesos .....	53
12.10	Registros del control de la producción .....	55
12.11	Inspecciones.....	56
<b>13</b>	<b>Apéndice - Anodizado Industrial .....</b>	<b>57</b>
13.1	Introducción .....	57
13.2	Alcance .....	57
13.3	Marca de calidad .....	58
13.4	Contratos con clientes .....	58
13.5	Reclamaciones .....	59
13.6	Laboratorio y aparatos de ensayo .....	59
13.7	Ensayos de producto a realizar por el licenciario .....	60
13.8	Requisitos de los procesos.....	64

13.9	Métodos de control de procesos .....	65
13.10	Registros del control de la producción .....	67
13.11	Inspecciones.....	67
<b>14</b>	<b>Apéndice – Anodizado decorativo .....</b>	<b>69</b>
14.1	Introducción .....	69
14.2	Alcance .....	69
14.3	Marca de calidad .....	69
14.4	Contratos con los clientes .....	69
14.5	Reclamaciones .....	70
14.6	Laboratorio y aparatos de ensayo .....	70
14.7	Ensayos a realizar por el licenciataria .....	71
14.8	Requisitos de los procesos.....	75
14.9	Métodos de control de procesos .....	76
14.10	Registro de control de la producción .....	78
14.11	Inspecciones.....	78
<b>15</b>	<b>Apéndice – Anodizado duro .....</b>	<b>80</b>
15.1	Introducción .....	80
15.2	Alcance .....	80
15.3	Marca de calidad .....	80
15.4	Contratos con clientes .....	80
15.5	Reclamaciones .....	81
15.6	Laboratorio y aparatos de ensayo .....	81
15.7	Ensayos de productos a realizar por el licenciataria .....	82
15.8	Requisitos de los procesos.....	85
15.9	Métodos de control de procesos .....	85
15.10	Registros del control de la producción .....	86
15.11	Inspecciones.....	86

## 1 Introducción

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). EWAA fue absorbida en 1982 por la Asociación Europea del Aluminio (EAA; ahora European Aluminium, EA) 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 licenciarios presentes y futuros, así como recomendaciones para los licenciarios. También ofrecen información relevante para los licenciarios y sobre la actuación de los licenciarios generales, los laboratorios, los inspectores y el propio Qualanod. Los licenciarios generales están autorizados por Qualanod para conceder licencias a las plantas de anodizado para utilizar la marca de calidad de Qualanod. Los licenciarios 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 arquitectónico, 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 licenciario 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.

Además de estas Directrices, el documento denominado “Reglamento General” contiene más información relacionada con los apartados que figuran a continuación:

- I - El uso del logotipo de Qualanod por parte de terceros
- II - Procedimiento para realizar inspecciones de plantas de sub-licenciarios
- III - Procedimiento para solicitudes de posibles sub-licenciarios
- IV - Procedimiento para renovar una sublicencia
- V - Procedimiento para la retirada de una sublicencia
- VI - Procedimiento para la aprobación de nuevos procesos
- VII - Procedimiento para evaluar los resultados de una inspección
- VIII - Procedimiento de inspección remota

## 2 Alcance

Estas Directrices especifican los requisitos para anodizado con ácido sulfúrico y para los productos fabricados mediante anodizado con ácido sulfúrico.

El anodizado con ácido sulfúrico está definido en la norma ISO 7583 como anodizado en un electrolito de ácido sulfúrico.

Las Directrices no son aplicables a:

- anodización en la producción de planchas litográficas.
- anodización utilizada como pretratamiento antes de la aplicación de un recubrimiento en polvo, una pintura, un recubrimiento inorgánico o un adhesivo.
- anodización en la producción de una capa combinada.

## 3 Idioma

La versión oficial de las Directrices es la versión en lengua inglesa.

En la versión en lengua inglesa, ciertas formas verbales tienen significados particulares que corresponden a los requerimientos de las Directrices ISO/IEC, Parte 2, Anexo H.

Las formas verbales siguientes indican requisitos que deben seguirse estrictamente para cumplir con estas Directrices y respecto a las cuales no está permitida ninguna desviación

Deberá  
No deberá

Las formas verbales siguientes indican que, entre varias posibilidades, una se recomienda como particularmente conveniente, sin mencionar ni excluir otras, o que se prefiere una determinada línea de acción aunque no sea requerida necesariamente, o que (en la forma negativa) una cierta posibilidad o línea de acción es desaprobada pero no prohibida.

Debe  
No debe

Las formas verbales siguientes indican una línea de acción permitida dentro de los límites de estas Directrices.

Podría  
No podría

Las siguientes formas verbales se utilizan para las declaraciones de posibilidad y capacidad, ya sea material, físico o causal.

Puede  
No puede

## 4 Referencias

Las siguientes Normas referenciadas pueden ser importantes para la aplicación de estas Directrices. Para las Normas fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para las Normas sin fecha, se aplica la última edición del documento referenciado (incluida cualquier modificación).

EN 485-1, *Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro e inspección.*

EN 573-3, *Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de los productos de forja. Parte 3: Composición química y forma de los productos.*

EN 586-1, *Aluminio y aleaciones de aluminio. Piezas forjadas. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.*

EN 754-1, *Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras y tubos estirados en frío. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.*

EN 755-1, *Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.*

EN 1090-1: 2011 + A1: 2012, *Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.*

EN 12020-1, *Aluminio y aleaciones de aluminio. Perfiles extruidos especiales en aleaciones EN AW-6060 y EN AW-6063. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.*

EN 1999-1-1, *Euro código 9: Diseño de estructuras de aluminio. : Reglas generales.*

ISO 1463, *Recubrimientos metálicos y capas de óxido. Medida del espesor. Método de corte micrográfico.*

ISO 2085, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Control de la continuidad de los recubrimientos anódicos de óxido delgados. Ensayo del sulfato de cobre.*

ISO 2106, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Determinación de la masa por unidad de superficie (densidad superficial) de los recubrimientos anódicos de óxido. Método gravimétrico.*

ISO 2128, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Determinación del espesor de los recubrimientos anódicos de óxido. Medición no destructiva con microscopio de corte óptico.*

ISO 2135, *Anodización del Aluminio y sus aleaciones – Ensayo acelerado de solidez a la luz artificial de las capas anódicas coloreadas.*

ISO 2143, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Estimación de la pérdida de poder absorbente de los recubrimientos anódicos de óxido después del sellado. Ensayo de la gota colorante con tratamiento ácido previo.*

ISO 2360, *Recubrimientos no conductores sobre materiales base conductores no magnéticos. Medición del espesor. Método por corrientes inducidas sensibles a la variación de amplitud.*

ISO 2376, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Determinación de la tensión eléctrica de ruptura.*

ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote, tabulados según el límite de calidad de aceptación (LCA)*

ISO 2931, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Evaluación de la calidad de sellado de los recubrimientos anódicos por medición de la admitancia.*

ISO 3210, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Evaluación de la calidad de los recubrimientos anódicos de óxido sellado por medición de la pérdida de peso después de la inmersión en solución(es) acida(s).*

ISO 3211, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Evaluación de la resistencia de los recubrimientos anódicos de óxido al agrietamiento por deformación.*

ISO 4516, *Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos no orgánicos. Ensayos de micro dureza Vickers y Knoop.*

ISO 6362-1, *Aluminio forjado y aleaciones de aluminio - Varillas / barras, tubos y perfiles extruidos - Condiciones técnicas de inspección y entrega*

ISO 6581, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Determinación comparativa de la solidez ante la radiación ultravioleta y el calor de los recubrimientos anódicos de óxido coloreados.*

ISO 6719, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Medición de las características de reflectancia de las superficies de aluminio mediante instrumentos de esfera integradora.*

ISO 7583, *Anodizado de aluminio y sus aleaciones. Vocabulario.*

ISO 7599:2011, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Especificaciones generales para recubrimientos de oxidación anódica sobre aluminio.*

ISO 7668, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Medición de la reflectancia especular y del brillo especular de los recubrimientos anódicos de óxido en ángulos de 20°, 45°, 60° u 85°.*

ISO 8251, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Determinación de la resistencia a la abrasión de los recubrimientos anódicos de óxido.*

ISO 8993, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Sistema de clasificación para la evaluación de la corrosión por picaduras. Método de las imágenes patrón.*

ISO 8994, *Anodización del aluminio y sus aleaciones. Sistema de clasificación para la evaluación de la corrosión por picaduras. Método de la rejilla.*

ISO 9227, *Ensayo a la corrosión en atmósferas artificiales - Ensayo de la cámara salina acética.*

ISO 10074, *Anodizado de aluminio y sus aleaciones - Especificación para recubrimientos de oxidación anódica dura sobre aluminio y sus aleaciones.*

ISO 10215, *Anodizado del aluminio y sus aleaciones. Determinación visual de la claridad de la imagen de recubrimientos anódicos de óxido. Método de las escalas graduadas.*

ISO 10216, *Anodización de aluminio y sus aleaciones - Determinación instrumental de la claridad de imagen de recubrimientos de oxidación anódica - Método instrumental.*

ISO 11664, *Colorimetría. Parte 4: Espacio cromático L\*a\*b\**

ISO 18771, *Anodizado de aluminio y sus aleaciones. Método para ensayar la resistencia a la abrasión de la superficie utilizando papel abrasivo recubierto de vidrio.*

ISO/IEC 17025, *Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.*

ISO/IEC 17065, *Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios.*



## 5 Términos y definiciones

A los efectos de este documento, serán de aplicación los términos y definiciones recogidos en la ISO 7583 además de los siguientes conceptos:

### 5.1 Anodizado arquitectónico

Anodizado para producir un acabado arquitectónico para ser utilizado en situaciones permanentes, a la intemperie y estáticas, donde la apariencia y la durabilidad son importantes.

### 5.2 Anodizado decorativo

Anodizado para producir un acabado decorativo con una apariencia uniforme o estéticamente agradable como característica fundamental.

### 5.3 Licenciatario General GL

Organización que puede conceder sub-licencias de QUALANOD a plantas de anodizado.

Nota: Estas organizaciones son las asociaciones nacionales y QUALANOD.

### 5.4 Anodizado Duro

Anodizado para producir un acabado donde la alta resistencia al desgaste o la microdureza es su característica fundamental.

### 5.5 Anodizado Industrial

Anodizado para producir un acabado funcional donde la apariencia es secundaria.

### 5.6 Producto licenciable

Tipo de producto como el descrito en las Directrices, para el que puede utilizarse la sub-licencia de la marca de calidad.

### 5.7 Logo

Diseño propiedad de la Asociación para el Control de Calidad en la Industria de Anodizado (Qualanod), Zurich

Nota 1: Hay cinco logos que se muestran en el [apartado 7](#) de estas Directrices.

### 5.8 Lote

Productos de la misma aleación y temple incluidos en el pedido del cliente o en la parte del mismo que se encuentra en la planta.

### 5.9 Ensayo de aceptación del lote

Ensayo de un lote de producción para determinar su conformidad con los requisitos de estas Directrices.

### 5.10 Qualanod

Asociación para los Controles de Calidad en la Industria del Anodizado, en Zúrich.

### 5.11 Marca de Calidad.

Marca

Esquema de certificación de Qualanod incluyendo sus logotipos

### 5.12 Reglamento

Reglamento para uso de la marca de calidad de Qualanod para el anodizado del aluminio en medio sulfúrico.

## 5.13 Directrices

Directrices para el sello de calidad para el anodizado del aluminio en medio sulfúrico emitidas cada cierto tiempo por Qualanod.

## 5.14 Sub-licencia.

Licencia

Declaración emitida por o en nombre de QUALANOD por la que se autoriza el uso de la marca de calidad según el Reglamento vigente.

## 5.15 Sub-licenciario

Poseedor de licencia

Poseedor

Licenciario

Planta de anodizado autorizada a utilizar el sello de calidad.

## 5.16 Instituto de ensayos.

Laboratorio de ensayos

Organización que está acreditada bajo la norma ISO/IEC 17025 para los ensayos estipulados por QUALANOD y encargada por un licenciario general para ser responsable de inspeccionar las plantas de anodizado de los licenciarios.

Nota: Los inspectores son nombrados por los laboratorios de ensayos o por los licenciarios generales acreditados por la ISO/IEC 17065.

## 6 Concesión de licencias a los anodizadores

### 6.1 Introducción

Este apartado facilita información general sobre el papel del inspector, el instituto de ensayos, del licenciario general y Qualanod. Incluye las acciones que se requieren a los licenciarios o a los futuros licenciarios.

Los licenciarios generales operan bajo la supervisión de Qualanod, el cual puede asumir más o menos responsabilidad según los recursos de que disponga el licenciario general.

#### 6.1.1 Personal de planta

Es importante que los análisis de los baños y/o los ensayos sobre productos acabados se realicen correctamente. En consecuencia, el personal de la planta, incluidos los empleados del licenciario y los subcontratistas que tengan la responsabilidad de cualquier análisis o ensayo, deben haber recibido la capacitación adecuada.

#### 6.1.2 Productos licenciables

Una licencia de Qualanod especifica los productos licenciables para los cuales la planta de anodizado puede usar la marca. Estos productos están identificados en referencia a los de las presentes directrices. Éstos son:

- anodizado arquitectónico
- anodizado industrial
- anodizado decorativo
- anodizado duro.

La Secretaría de Qualanod emite certificados de licencia que identifican los productos licenciables.

#### 6.1.3 Inspecciones

Para conceder o renovar una licencia de Qualanod se inspecciona la planta de anodizado para determinar su conformidad con estas directrices. En una visita de inspección el inspector realiza inspecciones de cada producto licenciable para el que la planta de anodizado quiere utilizar la marca. Téngase en cuenta que la visita de inspección puede ser completamente satisfactoria o completamente insatisfactoria, o parcialmente satisfactoria si es satisfactoria para alguno de los productos licenciables pero no para otros.

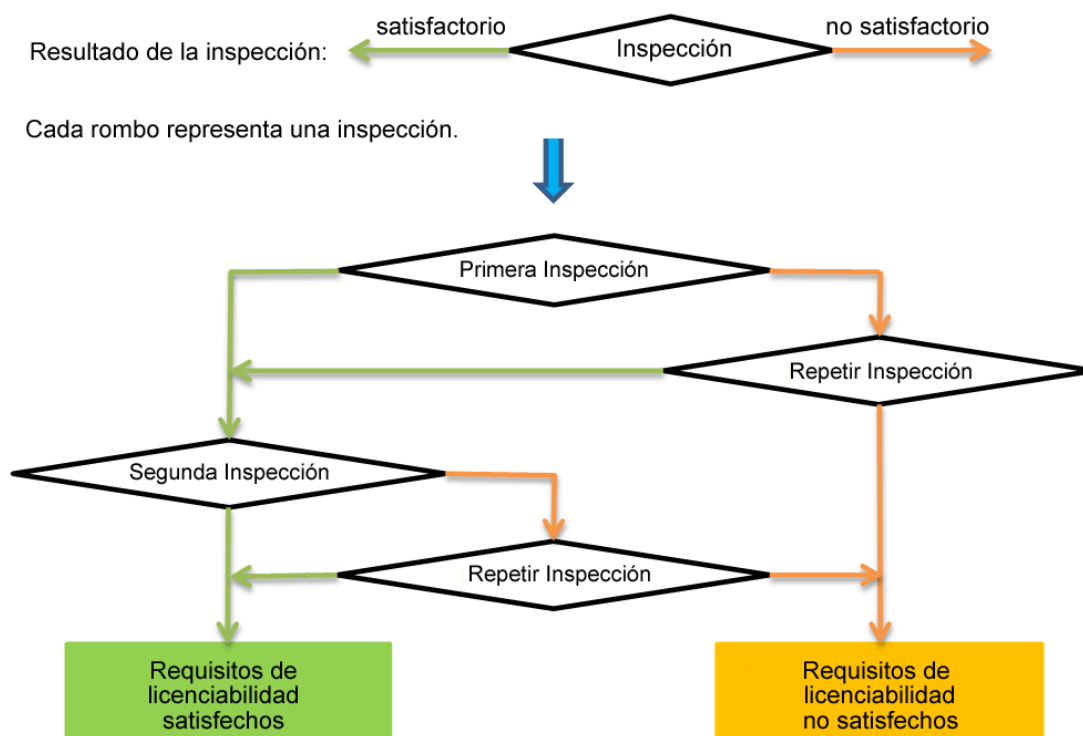
Una inspección identifica no conformidades y problemas. Las no conformidades para cada tipo de anodizado se enumeran en los apéndices de estas Directrices.

Una no conformidad es un incumplimiento de un requisito de estas Directrices. Si se encuentran uno o más en una primera o segunda inspección para un producto licenciable, se lleva a cabo una repetición de la inspección (consulte el diagrama A). Si se encuentran una o más en una inspección de repetición para un producto licenciable, entonces los requisitos de licencia no se cumplen y la licencia de ese producto no se concede ni se renueva. Tenga en cuenta que el título del diagrama A es "Procedimiento de inspección para cada producto licenciable". Por lo tanto, no se aplica a la totalidad de una visita de inspección que podría comprender inspecciones para más de un producto con licencia.

Un problema es un incumplimiento de un requisito que no está incluido en una lista de no conformidades. Si se encuentran uno o más problemas en una inspección, éstos se registran en el formulario de informe de inspección y se revisan en la siguiente inspección. Si uno o más no han sido solucionados en el momento de la siguiente inspección, y el titular de la licencia no ha proporcionado una explicación escrita satisfactoria al licenciario general, entonces el problema podría tratarse como una no conformidad.

Toda la información sobre resultados de la inspección y su evaluación es confidencial.

## Diagrama A. Procedimiento de inspección para cada producto licenciado



### 6.1.4 Alegaciones

Si un licenciario general decide que una inspección a una planta de anodizado no es totalmente satisfactoria, la planta puede apelar al licenciario general. Para ello la planta enviará sus alegaciones en los 10 días siguientes a recibir la comunicación de la decisión del licenciario general. Si la planta no queda satisfecha con el resultado de su apelación, puede apelar directamente a QUALANOD. La decisión de Qualanod será definitiva.

## 6.2 Concesión de la licencia

### 6.2.1. Solicitud

Si una planta de anodizado que no posee una licencia de Qualanod quiere solicitar una licencia de Qualanod deberá presentar una solicitud escrita al licenciario general.

El licenciario general es normalmente la correspondiente asociación nacional, pero puede ser otra organización autorizada a conceder licencias. El licenciario general designa al instituto de ensayos que será responsable de las inspecciones o, si el licenciario general está acreditado según la ISO/IEC 17065, podrá nombrar al propio inspector.

La planta de anodizado y el licenciario general acordarán los productos licenciados para los que la planta de anodizado tratará de utilizar la marca.

Si una planta de anodizado poseedora de una licencia de Qualanod quiere utilizar la marca para uno o más productos licenciados adicionales, deberá enviar una solicitud escrita al licenciario general.

Se aplicará entonces el procedimiento para conceder una licencia descrito más adelante.

### 6.2.2. Inspecciones

Las inspecciones en las plantas de anodizado se realizarán de acuerdo con el esquema que se muestra en el diagrama A. No se permite más de 4 inspecciones de cada producto licenciado antes de tomar la decisión sobre la concesión de la licencia. Si una planta de anodizado desea una licencia para más de un producto licenciado, la visita de inspección puede incluir a todos estos productos licenciados. **No es necesario realizar una visita independiente a la planta para cada producto licenciado.**

La fecha de la primera inspección se acordará para asegurar que las personas de la planta de anodizado estén presentes en la planta. Las siguientes inspecciones se realizarán sin aviso previo salvo que Qualanod apruebe otro tipo de acuerdo.

El inspector recogerá los resultados de cada visita de inspección en el formulario de informe de inspección suministrado por Qualanod. Al finalizar la visita de inspección, las conclusiones del inspector serán firmadas por el inspector y por el responsable de la planta de anodizado, el cual podrá añadir sus propios comentarios. A continuación, el informe de inspección se envía al licenciario general.

### 6.2.3. Evaluación de los Resultados de las Inspecciones

El licenciario general evaluará los resultados en el informe de inspección y decidirá si los resultados de la inspección son satisfactorios. Podrá consultar a Qualanod a fin de que le oriente en la toma de la decisión final. Después de su decisión, el licenciario general enviará a la planta de anodizado:

1. una copia del informe de inspección;
2. notificación de la decisión;
3. si los resultados de la inspección no fueran totalmente satisfactorios, una explicación completa de dicha conclusión

Después de una visita de inspección insatisfactoria o parcialmente satisfactoria, se podrá realizar otra visita de inspección únicamente cuando la planta de anodizado haya notificado al licenciario general que ha subsanado las no conformidades registradas. El licenciario general informará al instituto de ensayos de que ha recibido la recepción de la notificación o, si el licenciario general está acreditado por la ISO/IEC 17065, informará al inspector.

Después de una visita de inspección insatisfactoria o parcialmente satisfactoria, la planta de anodizado puede renunciar a su solicitud de licencia para uno o más productos licenciados. En este caso, deberá notificarlo al licenciario general mediante comunicación escrita. El licenciario general informará al instituto de ensayos o, si el licenciario general está acreditado por la ISO/IEC 17065, informará al inspector.

### 6.2.4. Aprobación de la licencia

Un licenciario general podrá conceder una licencia a una planta de anodizado cuando sean satisfactorias al menos dos las inspecciones de cada producto licenciado para el cual la planta quiera utilizar la marca. Cuando se conceda una licencia el licenciario general y la planta de anodización firmarán el contrato facilitado por Qualanod.

Si la licencia no puede ser concedida, la planta de anodizado no podrá solicitar de nuevo una licencia hasta que hayan transcurrido seis meses. Si no puede concederse una licencia para un determinado producto licenciado, la planta de anodizado no podrá formular una nueva solicitud de licencia para ese producto licenciado hasta que hayan transcurrido seis meses.

## 6.3 Renovación de una licencia

### 6.3.1. Solicitud

El licenciatario general iniciará el proceso de renovación.

Si una planta de anodizado no desea que sea renovada su licencia para uno o más productos licenciados, deberá informar de ello al licenciatario general mediante comunicación escrita.

### 6.3.2. Inspección de rutina

Las inspecciones en las plantas de anodizado se realizarán de acuerdo con el esquema que se muestra en el diagrama A. No se permite más de 4 inspecciones de cada producto licenciado por cada año natural (del 1 de enero al 31 de diciembre) antes de tomar la decisión sobre la renovación de la licencia. Si una planta de anodizado desea renovar su licencia para más de un producto licenciado, la visita de inspección puede incluir a todos estos productos licenciados. **No es necesario realizar una visita independiente a la planta para cada producto licenciado.**

Las inspecciones se llevarán a cabo sin previo aviso salvo que Qualanod adopte otra decisión.

El inspector recogerá los resultados de cada visita de inspección en el formulario de informe de inspección suministrado por Qualanod. Al finalizar la visita de inspección, las conclusiones del inspector serán firmadas por el inspector y por el responsable de la planta de anodizado, el cual podrá añadir sus propios comentarios. A continuación, el informe de inspección se envía al licenciatario general.

### 6.3.3. Evaluación de los resultados de las inspecciones

El licenciatario general evaluará los resultados en el informe de inspección y decidirá si los resultados de la inspección son satisfactorios. Podrá consultar a QUALANOD a fin de que le oriente en la toma de la decisión final. Después de su decisión, el licenciatario general enviará a la planta de anodizado:

1. una copia del informe de inspección;
2. notificación de la decisión;
3. si los resultados de la inspección no fueran totalmente satisfactorios, una explicación completa de dicha conclusión.

Después de una visita de inspección de rutina insatisfactoria o parcialmente satisfactoria, se podrá realizar una visita de inspección de repetición en los dos meses siguientes a la recepción por la planta de anodizado de la notificación del licenciatario general indicando que la inspección no ha sido totalmente satisfactoria.

Después de una visita de inspección insatisfactoria o parcialmente satisfactoria, la planta de anodizado puede renunciar a su solicitud de licencia para uno o más productos licenciados. En este caso, deberá notificarlo al licenciatario general mediante comunicación escrita. El licenciatario general informará al instituto de ensayos o, si licenciatario general está acreditado por la ISO/IEC 17065, informará al inspector.

### 6.3.4. Aprobación de la licencia

Un licenciatario general podrá renovar una sub-licencia a una planta de anodizado cuando sean satisfactorias al menos dos **inspecciones** por año natural de cada producto licenciado para el cual la planta quiera utilizar la marca. En cualquier otra circunstancia el comité ejecutivo de Qualanod o el licenciatario general, si éste estuviese acreditado según la ISO/IEC 17065, decidirán. Téngase en cuenta que la validez de una licencia para un año determinado se basa en los resultados de inspección del año anterior.

Si la licencia no puede ser renovada, la planta de anodizado no podrá solicitar de nuevo una licencia hasta que hayan transcurrido seis meses. Si no puede renovarse una licencia para un determinado producto licenciado, la planta de anodizado no podrá formular una nueva solicitud de licencia para ese producto licenciado hasta que hayan transcurrido al menos seis meses.

## 6.4 Retirada de una licencia

El licenciario general retirará la licencia si el poseedor de la misma dejase de cumplir con el Reglamento y, en particular, si fuera culpable de la utilización no autorizada o incorrecta de la marca de calidad.

El licenciario general podrá retirar una licencia si los resultados de las inspecciones si, como se describe a continuación, la licencia de una planta de anodizado no puede ser renovada, el licenciario general podrá retirar la licencia.

En el caso de circunstancias imprevistas y, si procede, después de consultar con el laboratorio de ensayos responsable, las inspecciones pueden suspenderse durante un período máximo de 12 meses desde el momento en que el inspector informe al licenciario general de las circunstancias que le han impedido efectuar una inspección. Después de ese período, la licencia será retirada.

Si el licenciario general anula la licencia de una planta de anodizado, lo notificará por escrito y de manera inmediata a la planta. La anulación tendrá efectos inmediatos desde la fecha de recepción de la notificación.

Si la licencia es anulada o si el licenciario cesara en su actividad, todas las etiquetas, marcas, bandas, plantillas, sellos, fundas, envases, listas de precios, avisos, tarjetas de visita y cualesquiera otros objetos donde el sello de calidad aparece, deberán entregarse al licenciario general o, si éste último lo solicitara, se mantendrán a su disposición hasta que se haya concedido una nueva licencia a petición del representante legal o de los sucesores del anterior titular de la misma. La anterior licencia se considera anulada hasta que se expida una nueva licencia. Sin embargo, los representantes legales o sucesores del anterior titular de la misma tienen el derecho a continuar utilizando la marca de calidad durante tres meses hasta la concesión de una nueva licencia a menos que el licenciario general diera instrucciones en contra.

Si la licencia es anulada, la planta de anodizado no puede presentar una nueva solicitud para una licencia hasta pasados, como mínimo, 6 meses.

Todos los licenciarios deberán respetar la legislación nacional relevante a la hora de llevar a cabo sus operaciones. Si se demuestra que el licenciario no cumple esta premisa, Qualanod puede retirar la licencia (para proteger la imagen de Qualanod y/o los principios del libre comercio).

## 6.5 Cambio de los productos licenciados de una licencia

Si, como se describe más adelante, la licencia de una planta de anodizado no puede ser renovada para algunos productos licenciados, el licenciario general podrá cambiar los productos licenciados de la licencia.

Si el licenciario general cambia los productos licenciados de una licencia, lo notificará inmediatamente por escrito a la planta. El cambio tendrá efecto inmediato desde la fecha de recepción de la notificación.

Si se cambian los productos licenciados de una licencia, el licenciario se abstendrá de utilizar la marca de calidad asociada a cualquier producto que ya no esté cubierto por la licencia

## 7 Reglamento de uso de la marca de calidad

### 7.1 Propiedad de la marca de Calidad

Los logos incluidos en el distintivo de calidad son propiedad de Qualanod y no podrán ser utilizados por nadie salvo que sea autorizado a ello. Las plantas de anodizado pueden ser autorizadas a utilizar la marca de calidad mediante una licencia concedida de acuerdo con el presente Reglamento.

Qualanod concede una Licencia General de la marca de calidad a un licenciataria con potestad de autorizar el uso de la marca a las plantas de anodizado individuales de acuerdo con el presente Reglamento.

### 7.2 Registro de los titulares de Licencia

Qualanod mantendrá al día un registro que contendrá (además de otros detalles que pueden ser añadidos en cualquier momento) el nombre, dirección y descripción del negocio de cada licenciataria, la fecha en la que la licencia fue concedida al licenciataria, el número asignado a cada licenciataria, la fecha de anulación de cada licencia y cualquier otro detalle que Qualanod considere necesario.

El titular de la licencia notificará sin demora al licenciataria general cualquier cambio en el nombre o la dirección que, a su vez, informará a Qualanod para proceder a la modificación de la inscripción correspondiente en el registro.

### 7.3 Cualificación del solicitante

La autorización para el empleo de la marca de calidad se concede a condición de que el solicitante gestione, o tenga intención de gestionar, una empresa de anodizado y que efectivamente suministre productos contemplados en su licencia.

### 7.4 Productos cubiertos por la licencia

La marca de calidad sólo se podrá utilizar para anodizado del aluminio en medio sulfúrico que sea conforme con estas Directrices.

La concesión de la licencia permite al licenciataria utilizar la marca de calidad sólo para los productos incluidos en la licencia. La licencia especifica dichos productos referenciándolos en los apéndices de estas Directrices. La licencia no es transferible. Los apéndices son:

- anodizado arquitectónico
- anodizado industrial
- anodizado decorativo
- anodizado duro.

Un licenciataria no podrá subcontratar la totalidad o una parte del pedido de un cliente con otra planta salvo que ésta sea también un licenciataria autorizado para producir dichos productos.

### 7.5 Uso de la marca de Calidad por los Licenciarios

Hay cuatro variantes del logo (Figuras 1a a 1d), que se pueden usar con sus respectivos tipos de anodización y productos asociados como se describe en los apéndices de estas Directrices. También hay una variante genérica (Figura 1e) que es utilizada por la Secretaría de Qualanod y los licenciarios generales. Los logos podrán ser usados bien en blanco y negro (figura 1f) o bien en blanco y azul. Podrá ser usada, según corresponda, sobre los propios productos, sobre el material de oficina comercial, las ofertas y las facturas, las listas de precios, tarjetas, carteles publicitarios y todos los prospectos editados por la empresa, los



folletos, los catálogos, y también en los anuncios publicados en la prensa. También puede ser completada con la siguiente inscripción, impresa a la derecha: "Marca de Calidad para el Anodizado del Aluminio" (o por otro texto conforme a la legislación nacional (Figura 1g).

Un logo, con dimensiones interiores de 25 x 25 mm, puede ser estampado o impreso directamente en la cinta adhesiva o etiquetas (Figura 1h) en los colores mencionados anteriormente.

El titular no realizará ninguna alteración o adición a un logo cuando la use. En el caso de que el licenciatarlo haga un uso diferente de su propia marca o de marcas registradas o en relación con sus productos, estos requisitos no deberán ser contravenidos.

Mediante el uso del logo en un producto, el licenciatarlo garantiza que la calidad suministrada se ajusta a la calidad ofrecida o, según corresponda, a la calidad solicitada.

Si una empresa posee más de una planta de anodizado y cada una posee una licencia, cada una deberá usar los logos apropiados para sus productos con licencia. Esta restricción no se aplica cuando cada una de las plantas de anodización tiene licencia para los mismos productos.

El titular está obligado a aportar al licenciatarlo general, en todo momento, cualquier información que se le requiera con respecto al uso que hace de la marca de calidad.

**Figura 1. El uso de las etiquetas de la marca de calidad**



a) Etiqueta para el anodizado arquitectónico



b) Etiqueta para el anodizado industrial



c) Etiqueta para el anodizado decorativo



d) Etiqueta para el anodizado duro



f) Etiqueta genérica



e) Ejemplo de la etiqueta de la marca en blanco y negro



g) Ejemplo del uso de la etiqueta de la marca con texto adicional, según se requiera

**LOGO PARA  
ANODIZADO DE  
ALUMINIO**

**PEARY LTD  
OPEX STREET  
ANNATOWN  
RESPUBLICIA**



h) Ejemplo donde el recuadro interior de la etiqueta se estampa o se imprime directamente sobre cinta o en pegatinas adhesivas

## 7.6 Comunicaciones

Todas las comunicaciones generadas por el licenciatarario que se encuentren bajo el presente Reglamento serán consideradas válidas si se han efectuado por carta con sello y dirección correcta o por e-mail. La cancelación de las licencias se comunicará mediante correo certificado.

## 8 Inspecciones

### 8.1 Introducción

El objetivo de una inspección es verificar que el licenciatario cumple todos los requisitos de estas Directrices para los productos especificados en su licencia. Los requisitos dependen del tipo de anodizado y están descritos en los apéndices de estas Directrices.

Otro objetivo de una inspección es verificar que el licenciatario no asocie el sello de calidad con productos sin licencia.

Cada inspección es responsabilidad del laboratorio de ensayos designado por el titular de la licencia general o del propio licenciatario general si éste está acreditado por la ISO/IEC 17065. El laboratorio de ensayos, o el licenciatario general acreditado, designará para llevar a cabo la inspección a una persona debidamente cualificada, que haya sido aprobada por Qualanod, a la que nos referiremos como el inspector.

### 8.2 Alcance de las inspecciones

El inspector determinará, basándose en la licencia de la planta de anodizado, qué productos está autorizada a producir bajo licencia. En el apéndice o apéndices correspondientes de estas Directrices se indica al inspector qué tipo o tipos de ensayos de productos deben realizarse durante la inspección. Los apéndices son:

- anodizado arquitectónico
- anodizado industrial
- anodizado decorativo
- anodizado duro.

### 8.3 Inspección de productos

#### 8.3.1. Introducción

El inspector puede retirar muestras de la planta de anodizado para ensayos que se realicen en un laboratorio de ensayos.

El inspector verificará que el licenciatario cumple con los requisitos de las normas donde se especifican los ensayos que ha de llevar a cabo.

#### 8.3.2. Uso de la marca de calidad

El inspector verificará que el uso de la marca de calidad cumple con los requisitos del [capítulo 7](#).

#### 8.3.3. Contrato con clientes

El inspector verificará que los contratos con los clientes se ajustan a los requisitos establecidos en los apartados "Contratos con los clientes" de los apéndices.

#### 8.3.4. Laboratorio

El inspector verificará que el Laboratorio y los aparatos de ensayo cumplen con los requisitos establecidos en los apartados "Laboratorio y aparatos de ensayo" de los apéndices.

### 8.3.5. Muestras de ensayo

El inspector realizará ensayos sobre productos acabados que la planta de anodizado haya inspeccionado y calificado como satisfactorios o en productos que hayan sido embalados o se encuentren listos para expedición. Un marco soldado se considerará una única pieza para ensayo. Cada una de las piezas de un marco que hayan sido atornilladas mecánicamente juntas se considera como una única pieza de ensayo. Las construcciones unidas mediante varillas aislantes de material no conductor se considerarán como piezas de ensayo separadas.

La planta de anodizado indicará al inspector qué productos han superado el control de calidad interno y con qué tipo de anodizado han sido fabricados.

Si no es posible tomar muestras de ensayo de un lote de producción por la dimensión, tamaño o forma del producto, el inspector realizará el ensayo con probetas fabricadas preferiblemente con la misma aleación que el lote de producción y tratadas simultáneamente con el mismo.

El inspector no realizará ensayos con productos terminados que no estén cubiertos por la licencia del anodizador. Estas piezas deberán estar claramente identificadas. El inspector puede verificar el tipo de anodizado examinando, por ejemplo, el acuerdo escrito entre el anodizador y su cliente.

### 8.3.6. Medida de espesor

El espesor de la capa de oxidación anódica se especifica bien como clase de espesor o como un espesor nominal dependiendo del tipo de anodizado. El inspector deberá determinar la clase de espesor o el espesor nominal requerido por el cliente refiriéndose a los apartados "Contratos con los clientes" de los apéndices. Asimismo, deberá medir el espesor del revestimiento de los productos terminados, utilizando el método de ISO 2360 y los procedimientos de ISO 7599.

Es importante que haya disponible material suficiente para los ensayos. Para evitar una visita de inspección infructuosa es aconsejable que la planta notifique al organismo adecuado si cree que no va a haber material suficiente durante determinados períodos.

El inspector revisará todas las chapas y bandas con una superficie significativa mayor de 2 m<sup>2</sup>. Cuando se haya especificado una clase de espesor, ninguna pieza deberá tener un espesor medio o espesor local inferior a los mínimos requeridos para la clase de espesor. Cuando se ha especificado un espesor nominal inferior a 50 µm, ninguna pieza puede tener una media de espesor fuera del rango de  $\pm 20\%$  de espesor nominal. Cuando se haya especificado un espesor nominal superior a 50 µm, ninguna muestra ha de presentar un espesor medio fuera del rango de  $\pm 10 \mu\text{m}$  del espesor nominal.

Para otro tipo de piezas, el inspector aplicará un control estadístico sobre muestras tomadas de acuerdo con la Tabla 1. Controlará un mínimo de 30 piezas durante la inspección. Cuando se especifique una clase de espesor, la Tabla 1 presenta el máximo número de muestras que pueden tener un espesor medio inferior al mínimo exigido para esa clase de espesor. Cuando se ha especificado una clase de espesor, ninguna pieza medida podrá tener un espesor local inferior al 80% del mínimo requerido para la clase de espesor. Cuando se ha especificado un espesor nominal inferior a 50 µm, la tabla 1 da el número máximo de muestras que pueden tener un espesor medio fuera del rango de  $\pm 20\%$  de espesor nominal. Cuando se haya especificado un espesor nominal superior a 50 µm, la Tabla 1 da el número máximo de muestras que pueden tener un espesor medio fuera del rango de  $\pm 10 \mu\text{m}$  del espesor nominal.

**Tabla 1. Requisitos para la toma de muestras en función del tamaño del lote**

Tamaño del lote	Número de muestras elegidas al azar	Límite de aceptabilidad de piezas fuera de norma)
1 a 10	todas	0
11 a 200	10	1
201 a 300	15	1
301 a 500	20	2
501 a 800	30	3
801 a 1300	40	3
1301 a 3200	55	4
3201 a 8000	75	6
8001 a 22000	115	8
22001 a 110000	150	11

### 8.3.7. Ensayo de pérdida de peso

El inspector realizará el ensayo de pérdida de peso como se describe en el sub-apartado "Ensayos de producto a realizar durante la inspección" de los apéndices.

Se realiza un ensayo de pérdida de peso para cada línea de anodizado y / o proceso de sellado. Ejemplos de procesos de sellado son agua caliente, vapor, sellado en frío en dos pasos basado en una solución de fluoruro de níquel, y sellado a temperatura media basado en una solución de sal de níquel. Por lo tanto, si una planta de anodizado tiene dos líneas de anodizado con una línea 1 que incluye sellado de agua caliente y una línea 2 que incluye sellado de agua caliente y sellado en frío, el inspector realiza dos ensayos de pérdida de peso de la siguiente manera: un ensayo de pérdida de peso en una muestra de la línea 1 (sellado de agua caliente) y una en una muestra sellada en frío de la línea 2.

Cada muestra para el ensayo de pérdida de peso se elige entre las seleccionadas para el ensayo de espesor. Es la muestra con el mayor valor de la gota de colorante el mayor valor de admitancia y, preferiblemente, coloreado en lugar de aluminio anodizado natural.

Se aplica el método de [9.3.1](#) o el de 9.3.2 según haya sido el método utilizado por el anodizador para el lote del cual se tomó la muestra.

Si el ensayo se realiza en el laboratorio de ensayos, éste deberá realizarse dentro de las dos semanas siguientes al sellado.

Ninguna muestra debe dar una pérdida de peso superior a 30 mg / dm<sup>2</sup>

### 8.3.8. Ensayos de la gota de colorante y de la admitancia

El inspector llevará a cabo el ensayo de la gota de colorante o el ensayo de la admitancia como se describe en el sub-apartado "Ensayos de producto a realizar durante una inspección" de los apéndices.

Si se requiere un ensayo de pérdida de peso, el inspector realiza diez ensayos de gota de colorante o de admitancia, según corresponda (véanse [9.3.3](#) y 9.3.4), en muestras seleccionadas al azar de entre las elegidas para los ensayos de espesor, pero tratando de incluir material de todas las líneas de anodizado y procesos de sellado.

### 8.3.9. Ensayo de resistencia a la abrasión de la superficie

El inspector llevará a cabo el ensayo de abrasión como se describe en el sub-apartado "Ensayos de producto a realizar durante una inspección" de los apéndices.

El inspector realiza el ensayo de abrasión de superficie a cada lote seleccionado para la medición del espesor (ver Tabla 1) donde todas las muestras del lote tienen un espesor promedio de 20  $\mu\text{m}$  o más. Realiza el ensayo de abrasión superficial en la muestra de mayor espesor.

#### **8.3.10. Inspección del autocontrol**

El inspector comprobará que el control interno cumple con los requisitos establecidos en el sub-apartado "Registros del Control de producción" en los apéndices, e incluye los datos del ensayo de producto requeridos y los datos del proceso de control establecidos en los sub-apartados "Ensayos de producto a realizar por el licenciataria" y "Métodos de control de procesos", respectivamente, en los apéndices.

#### **8.3.11. Registro de reclamaciones**

El inspector verificará si se ha mantenido un registro de reclamaciones y si describe adecuadamente cómo se han investigado las mismas y qué acciones se han tomado.

### **8.4 Inspección de procesos**

El inspector verificará que los procesos se llevan a cabo siguiendo los requisitos establecidos en el sub-apartado "Procesos" en los apéndices. También verificará mediante la observación que los análisis del baño se han realizado correctamente.

## 9 Métodos de ensayo para productos

### 9.1 Introducción

Todos los ensayos de aceptación han de realizarse siguiendo lo indicado en estas Directrices. En el caso de desacuerdo, se utilizará el ensayo de arbitraje apropiado que se especifique en estas Directrices.

Si en estas Directrices no se especifica un método concreto, el ensayo se realizará según las especificaciones del cliente.

Si un ensayo es de aceptación de lote, el cliente deberá especificar los procedimientos de muestreo a utilizar o que no se requiere muestreo del lote. Para obtener información, consulte ISO 2859 1.

Salvo que se especifique un ensayo concreto en el sub-apartado “Ensayos de productos a realizar por el licenciario” de los apéndices, se podrá elegir cualquiera de los ensayos para el control de producción a criterio del licenciario.

### 9.2 Mediciones del espesor

El espesor del recubrimiento se medirá utilizando uno o varios de los métodos descritos en la ISO 7599. El método habitual es el especificado en la ISO 2360 (corrientes de Foucault). En caso de desacuerdo, el método especificado en la ISO 1463 o en la ISO 9220 (corte micrográfico) se utilizará como método de referencia.

Para piezas de tamaño suficiente, el espesor medio o el espesor local, o ambos, se determinarán a partir de mediciones de espesor utilizando los procedimientos establecidos en la ISO 7599. Para piezas pequeñas, la cantidad de áreas de medición puede reducirse.

Las mediciones deberán realizarse sobre las superficies significativas al menos a 5 milímetros de distancia de las marcas de contacto o de los ángulos vivos.

Para el anodizado de bandas en continuo el espesor de capa deberá medirse al principio, en el medio y al final de cada banda.

Si el cliente lo especificara, la medida del espesor será realizada en un ensayo de aceptación del lote.

### 9.3 Ensayos del sellado

#### 9.3.1. Ensayo de pérdida de peso con pre inmersión

Este ensayo evalúa la capacidad de la superficie de una capa de oxidación anódica para resistir el ataque químico de un ácido.

Este ensayo ha de aplicarse según especifica la ISO 3210, Método 2, utilizando la solución de ensayo B, ácido fosfórico, teniendo en cuenta que la solución debe cambiarse después de que se hayan disuelto más de 0,5 g de recubrimiento de oxidación anódica y aluminio, por litro de solución según Método 2, y que incluye el tratamiento ácido previo en una solución de ácido nítrico.

Existen varias opciones para tomar muestras de ensayo. El licenciario debe elegir una opción de la lista a continuación, donde 1) es la más preferida y 3) es la menos preferida. Las circunstancias que podrían llevar al licenciario a adoptar una opción menos preferida incluyen aquellas en las que: i) no es posible tomar muestras del lote de producción debido a la forma, tamaño o forma del producto; ii) múltiples lotes de aleaciones diferentes se tratan juntos; iii) el lote comprende solo una pieza.

- 1) Las muestras de ensayo se tomarán del lote de producción.
- 2) Las muestras de ensayo deben estar hechas de la misma aleación que el lote de producción y tratadas simultáneamente con él.
- 3) Las muestras de ensayo pueden estar hechas de una aleación diferente del lote de producción, pero deben tratarse simultáneamente con él. La aleación deberá contener al menos 97% de aluminio. Si el licenciataria adopta con frecuencia esta opción, siempre debe usar la misma aleación para que pueda desarrollar un registro consistente.

La práctica adoptada se registrará en el sistema de control de producción.

El ensayo de la pérdida de peso deberá realizarse dentro de las 2 semanas siguientes al sellado.

### 9.3.2. Ensayo de pérdida de peso sin preinmersión

Este ensayo evalúa la capacidad de la superficie de una capa de oxidación anódica para resistir el ataque químico de un ácido.

Este ensayo deberá realizarse según especifica el Método 1 de la ISO 3210 utilizando la solución de ensayo B, ácido fosfórico, teniendo en cuenta que la solución debe cambiarse después de que se hayan disuelto más de 0,5 g de recubrimiento de oxidación anódica y aluminio, por litro de solución.

Existen varias opciones para tomar muestras de ensayo. El licenciataria debe elegir una opción de la lista a continuación, donde 1) es la más preferida y 3) es la menos preferida. Las circunstancias que podrían llevar al licenciataria a adoptar una opción menos preferida incluyen aquellas en las que: i) no es posible tomar muestras del lote de producción debido a la forma, tamaño o forma del producto; ii) múltiples lotes de aleaciones diferentes se tratan juntos; iii) el lote comprende solo una pieza.

- 1) Las muestras de ensayo se tomarán del lote de producción.
- 2) Las muestras de ensayo deben estar hechas de la misma aleación que el lote de producción y tratadas simultáneamente con él.
- 3) Las muestras de ensayo pueden estar hechas de una aleación diferente del lote de producción, pero deben tratarse simultáneamente con él. La aleación deberá contener al menos 97% de aluminio. Si el licenciataria adopta con frecuencia esta opción, siempre debe usar la misma aleación para que pueda desarrollar un registro consistente.

La práctica adoptada se registrará en el sistema de control de producción.

El ensayo de la pérdida de peso deberá realizarse dentro de las 2 semanas siguientes al sellado.

### 9.3.3. Ensayo de la gota de colorante

Este ensayo proporciona una evaluación del poder de absorción de la superficie exterior de los recubrimientos de oxidación anódica, que se ve reducido por el sellado.

El poder de absorción se determinará de acuerdo con la ISO 2143.

El ensayo sólo es aplicable al aluminio anodizado natural y de colores claros.

Deberán seguirse las instrucciones del proveedor de productos químicos para preparar las soluciones. Si las soluciones colorantes descritas en la norma ISO 2143 se almacenan adecuadamente, permanecerán estables hasta dos años.

Sin embargo, sus valores de pH deberán revisarse cada 3 meses. Si el pH de una solución está fuera del rango prescrito por el proveedor de productos químicos, se deberá corregir siguiendo las instrucciones del proveedor de productos químico.



#### 9.3.4. Ensayo de admitancia

Este ensayo mide la admitancia eléctrica del espesor total de la capa de oxidación anódica, que es reducida por el sellado.

La admitancia se determinará según la ISO 2931.

Este ensayo no es aplicable en cualquiera de los siguientes casos:

- piezas selladas en frío;
- aleaciones que contengan más del 2% de silicio, el 1,5% de manganeso o el 3% de magnesio.

Los límites de aceptación para el ensayo de admitancia que se han aplicado a los acabados no coloreados no son aplicables a las piezas coloreadas electrolíticamente en bronce medio, bronce oscuro y negro. Éstos son acabados con valores  $L^*$  alrededor de 60 en la escala  $L^*a^*b^*$  del CIE 1976.

### 9.4 Aspecto

#### 9.4.1. Defectos visibles

Ciertos defectos son consecuencia de los procesos de fabricación e incluyen líneas de extrusión, líneas de mecanizado, artefactos de soldadura, rayas, puntos de recogida y puntos calientes. Otros defectos pueden surgir inadvertidamente, como marcas, rasguños, muescas y corrosión. Otros pueden deberse al procesamiento en la planta de anodización. Estos incluyen sales residuales en orificios roscados que causan decoloración y atrapamiento de burbujas de aire que impiden el acceso de la solución a las regiones de la superficie. La aceptabilidad de cualquiera de estos depende de los requisitos del cliente.

Las superficies significativas de los productos anodizados deben verificarse mediante examen visual. Cuando los productos van a ser utilizados bajo unas condiciones de luz natural, y salvo que se acuerde otra cosa, las muestras o componentes se compararán con una luz de día difusa con el sol detrás del observador. Si los productos van a ser utilizados bajo luz artificial, esa misma luz debe ser utilizada para la comparación y deberá colocarse una fuente de iluminación difusa por encima y por detrás del observador.

#### 9.4.2. Textura de la superficie y color

La evaluación comparativa de la apariencia se deberá realizar visualmente o utilizando un método instrumental.

Para una evaluación visual comparativa, las muestras o componentes deben colocarse en el mismo plano y verse tan cerca como lo normal si es posible, en perpendicular al plano con la dirección de trabajo (por ejemplo, la dirección de laminado, extrusión o mecanizado) siempre igual.

Cuando los productos van a ser utilizados bajo unas condiciones de luz natural, y salvo que se acuerde otra cosa, las muestras o componentes se compararán con una luz de día difusa con el sol detrás del observador. Si los productos van a ser utilizados bajo luz artificial, esa misma luz debe ser utilizada para la comparación y deberá colocarse una fuente de iluminación difusa por encima y por detrás del observador.

Para la textura de la superficie, se llevará a cabo una medición instrumental según los requerimientos de la ISO 6719 o ISO 7668 siguiendo la guía de la ISO 7599. Para el color, la medición instrumental debe cumplir con los requisitos de ISO 11664-4.

### 9.4.3. Propiedades de reflexión de luz

La evaluación de las propiedades de reflexión de la luz se efectuará conforme a la ISO 7599 utilizando métodos instrumentales especificados en ISO 6719, ISO 7668, ISO 7759, ISO 10215 e ISO 10216 según haya sido acordado entre el licenciatario y el cliente.

## 9.5 Resistencia a la corrosión

La resistencia a la corrosión del aluminio anodizado se determinará utilizando uno de los métodos descritos en la ISO 9227. La duración del ensayo de niebla salina acética (AASS) será de 1000 h. Siguiendo los requisitos de ISO 10074, la duración del ensayo de niebla salina neutra (NSS) será de 336 horas. Las circunstancias de aplicación de estos ensayos se muestra en la tabla 2.

Las muestras para ensayo deberán tener dimensiones no inferiores de 150 mm x 70 mm x 1 mm.

Estos métodos no son adecuados para recubrimientos de oxidación anódica sin sellar.

La corrosividad de la cámara de niebla salina deberá determinarse siguiendo el método de evaluación de la corrosividad de las cámaras especificado en la ISO 9227. Cuando esté en funcionamiento ininterrumpido, el intervalo entre comprobaciones de corrosividad no será superior a tres meses. El informe del ensayo deberá incluir la fecha de la última comprobación de la corrosividad.

## 9.6 Resistencia al desgaste/abrasión

Este apartado incluye métodos que evalúan la resistencia al desgaste de la superficie de una capa de oxidación anódica (resistencia a la abrasión de la superficie) y aquellos que evalúan la resistencia al desgaste del espesor total de una capa de oxidación anódica (resistencia total al desgaste). Algunos de los métodos evalúan la resistencia al desgaste por abrasión y otros la resistencia al desgaste por erosión.

### 9.6.1. Ensayo de resistencia a la abrasión de la superficie

Este ensayo evalúa la calidad del recubrimiento de oxidación anódica.

La resistencia a la abrasión de la superficie de un recubrimiento de oxidación anódica se evalúa utilizando un papel abrasivo recubierto de vidrio para determinar si el recubrimiento es más duro que el vidrio.

La resistencia a la abrasión de la superficie se determinará utilizando el método 1 de la norma ISO 18771 y considerando lo siguiente:

- El papel abrasivo recubierto de vidrio debe mantenerse firmemente en su lugar alrededor del bloque y, con una ligera presión con los dedos, mantenerse plano contra la superficie anodizada.
- Si el recubrimiento de oxidación anódica es más duro que el vidrio, el papel abrasivo se desliza fácilmente a través de la superficie y el recubrimiento simplemente se pule. Si el vidrio es más duro que el recubrimiento, se siente una resistencia definitiva al morder el recubrimiento.

### 9.6.2. Rueda abrasiva

Este ensayo evalúa la resistencia de una capa de oxidación anódica al desgaste abrasivo.

Este es el ensayo de arbitraje para evaluar la resistencia de la superficie de una capa de oxidación anódica al desgaste abrasivo.

La resistencia al desgaste abrasivo se determinará utilizando el método de ensayo de desgaste abrasivo de la rueda descrita en ISO 8251, con la diferencia de que no se utilizará una muestra estándar de PMMA.

### 9.6.3. Chorro abrasivo

Este ensayo evalúa la resistencia de una capa de oxidación anódica al desgaste por erosión.

La resistencia a un chorro de material erosivo se determinará utilizando el método de ensayo de chorro abrasivo descrito en ISO 8251, con la diferencia de que no se utilizará una muestra estándar de PMMA.

### 9.6.4. Chorreado

Este ensayo evalúa la resistencia de una capa de oxidación anódica al desgaste por erosión.

La resistencia a la erosión por la caída de arena se determinará mediante el método de abrasión por caída de arena descrito en la ISO 8251.

### 9.6.5. Abrasivo Taber

Este ensayo evalúa la resistencia de una capa de oxidación anódica al desgaste por erosión. El método utilizado es el descrito en la ISO 10074.

## 9.7 Micro dureza

La micro-dureza de una capa de oxidación anódica se determinará mediante el método de micro-dureza Vickers de la ISO 4516.

## 9.8 Resistencia al cracking por deformación

La resistencia al cracking por la deformación de una capa de oxidación anódica se determinará utilizando el método especificado en la ISO 3211.

La evaluación de la resistencia a la deformación puede ser relevante para productos laminados que se han deformado después de la anodización.

## 9.9 Solidez a la luz y a la radiación ultravioleta

### 9.9.1. Solidez de la luz

La solidez a la luz del aluminio anodizado se determinará mediante el método de la ISO 2135.

Éste es un ensayo acelerado que utiliza luz artificial. Es idóneo como ensayo de control de producción para recubrimientos coloreados, de los cuales se ha determinado previamente su solidez a la luz mediante un ensayo de exposición a la intemperie. No es adecuado para recubrimientos coloreados con un grado de solidez a la luz inferior a 6.

### 9.9.2. Solidez a la radiación ultravioleta y al calor

La solidez del aluminio anodizado a la radiación ultravioleta y al calor se determinará mediante el método de la ISO 6581.

Es un método comparativo. No es adecuado para ensayos de recubrimientos coloreados que son sensibles al calor.

## 9.10 Potencial de ruptura eléctrica

El potencial de ruptura eléctrica de una capa de oxidación anódica se determinará por el método especificado en ISO la 2376.

Los métodos son aplicables a los recubrimientos sellados utilizados principalmente como aislantes eléctricos. El potencial de ruptura resulta afectado por la humedad relativa.

## 9.11 Continuidad de la capa

La continuidad de una capa de oxidación anódica se determinará por el método especificado en la ISO 2085.

El método es aplicable para recubrimientos que han sido deformados como son aquellos producidos mediante anodizado en continuo. Es también aplicable a recubrimientos con un espesor de capa inferior a 5  $\mu\text{m}$ .

## 9.12 Densidad de superficie

La densidad de superficie de una capa de oxidación anódica se determinará por el método especificado en la ISO 2106.

El método no es aplicable a recubrimientos de aleaciones de aluminio con un contenido en cobre mayor al 6%. Hay que tener en cuenta que si el espesor o la densidad aparente del recubrimiento es conocida, la densidad de la superficie puede ser utilizada para calcular el valor de la propiedad desconocida.

## 9.13 Resistencia térmica al cuarteo

La resistencia al cuarteo inducido mediante el calor en un recubrimiento por oxidación anódica se determina de la siguiente manera:

- Coloque una muestra del material a ensayar en un horno que ha sido precalentado a 50 °C y es capaz de mantener una temperatura con una variación inferior a  $\pm 3$  °C.
- Después de 30 minutos, haga una comprobación visual del cuarteo de la muestra. Si no se aprecia cuarteo, incremente la temperatura del horno en 5 °C.
- Después de que el horno alcance la temperatura se ha de mantener esta durante 30 minutos y entonces se verifica el cuarteo de la muestra.
- Si no se aprecia cuarteo, continúe incrementando la temperatura otros 5 °C y compruebe a intervalos de 30 minutos si aparece el cuarteo.

## 9.14 Resumen de los ensayos de producto para los diferentes tipos de anodizado

La tabla 2 proporciona una panorámica de los ensayos que ha de realizar un sub-licenciario y los ensayos de una inspección dependiendo del tipo de anodizado. Incluye referencias de los sub-apartados que describen los ensayos y los apéndices y sub-apartados que especifica los ensayos que han de realizarse. El símbolo X indica un ensayo que ha de realizarse por el sub-licenciario dependiendo del acuerdo con el cliente. El sub-licenciario puede contratar la realización de los ensayos con otra organización sólo si está acreditada según ISO 17025 para ese ensayo. Téngase en cuenta que hay reglas especiales para los ensayos de solidez a la luz que especifican circunstancias en las que los sub-licenciarios no tienen que realizar los ensayos. En todos los casos, se pueden aplicar ciertas condiciones y requisitos particulares: estos están especificadas en los correspondientes sub-apartados. Por ello, es esencial que se consulten éstos sin limitarse exclusivamente a consultar la tabla 2. Las celdas sombreadas de la tabla 2 indican los ensayos de una inspección. Adviértase que las inspecciones no incluyen ensayos de los defectos visibles, y de la textura, color y tolerancias dimensionales finales ya que eso puede ser rápidamente comprobado por el cliente.

**Tabla 2. Ensayos de producto realizado por los sub-licenciarios y durante una inspección**

Ensayo de producto	Sub-apartado	Tipo de anodizado			
		Arquitectónico	Industrial	Decorativo	Duro
		Tanto la apariencia como la protección son importantes	La apariencia tiene importancia secundaria	El acabado decorativo es la característica principal	Alta resistencia al desgaste
		12.7 & 12.11	13.7 & 13.11	14.7 & 14.11	15.7 & 15.11
Espesor de capa	<a href="#">9.2</a>	X	X	X	X
Tolerancias dimensionales			o		o
Pérdida de Peso (con pre inmersión)	<a href="#">9.3.1</a>	X	X	X	
Pérdida de Peso (sin pre inmersión)	<a href="#">9.3.2</a>				
Gota de colorante	<a href="#">9.3.3</a>	X	X	X	
Admitancia	<a href="#">9.3.4</a>				
Defectos de superficie (distancia no especificada)	<a href="#">9.4.1</a>		X		X
Defectos de superficie de 2m & 5m	<a href="#">9.4.1</a>	X			
Defectos de superficie de 0.5m & 2m	<a href="#">9.4.1</a>			X	
Textura & color	<a href="#">9.4.2</a>	X	o	X	
Reflexión de la luz	<a href="#">9.4.3</a>			o	
Resistencia a la corrosión (AASS)	<a href="#">9.5</a>		o		
Resistencia a la corrosión (NSS)	<a href="#">9.5</a>				o
Resistencia a la abrasión de superficie (papel abrasivo recubierto de vidrio)	<a href="#">9.6.1</a>	X			
Resistencia a la abrasión de superficie (rueda abrasiva)	<a href="#">9.6.2</a>	X			
Resistencia al desgaste (rueda abrasiva)	<a href="#">9.6.2</a>		o	o	X
Resistencia al desgaste chorro abrasivo)	<a href="#">9.6.3</a>				
Resistencia al desgaste (caída de arena)	<a href="#">9.6.4</a>				
Resistencia al desgaste Método Taber)	<a href="#">9.6.5</a>				X
Micro-dureza	<a href="#">9.7</a>		o		o
Resistencia al cracking por deformación	<a href="#">9.8</a>	o	o	o	
Solidez a la luz	<a href="#">9.9.1</a>	X		o	
Solidez a la luz ultravioleta	<a href="#">9.9.2</a>			o	
Potencial de ruptura eléctrica	<a href="#">9.10</a>		o		o
Continuidad de la capa	<a href="#">9.11</a>	o	o	o	
Densidad de superficie	<a href="#">9.12</a>		o		o
Resistencia al cuarteo térmico	<a href="#">9.13</a>			o	
Rugosidad			o		o
Ensayos de simulación de puesta en servicio			o	o	o

## 10 Aprobación de nuevos procesos

Es importante que los nuevos procesos que serán usados en la producción de aluminio anodizado para aplicaciones exteriores en arquitectura estén ensayados y aprobados por QUALANOD. Esto se debe a que los efectos de la climatología pueden ser a largo plazo y muy variables, y no pueden ser efectivamente simulados a través de ensayos de laboratorio. El ensayo y aprobación de nuevos procesos utilizados en la producción de anodizado de aluminio para otras aplicaciones no son necesarios ya que se pueden realizar ensayos de laboratorio efectivos o simulaciones de condiciones de servicio.

Sin embargo, un proveedor puede solicitar a Qualanod pruebas y aprobación para cualquier proceso nuevo dentro del alcance de Qualanod que el proveedor desee ofrecer a los anodizadores. En ese caso, debería especificar el tipo o tipos de anodizado para los que está destinado, de modo que se puedan diseñar procedimientos de evaluación adecuados.

Un nuevo proceso requiere ensayos y aprobación cuando puede afectar a las prestaciones de exposición exterior del aluminio anodizado. Esto incluye a los nuevos procesos para el anodizado y sellado, pero podría incluir a otros procesos aplicados después de la etapa de anodizado en una línea de anodizado.

Los licenciarios que tienen licencia para los productos de la cláusula 12, anodizado arquitectónico, utilizarán solo procesos para anodizado y sus etapas consecutivas en una línea de anodizado que estén consolidados para su uso en líneas de anodizado arquitectónico o que cuenten con la aprobación actual de Qualanod. El incumplimiento constituye una no conformidad (véanse las cláusulas 6 y 12). En la cláusula 11 se incluye orientación sobre algunos procesos consolidados.

Antes de que un licenciario que tenga licencia para los productos de la cláusula 12, anodizado arquitectónico, pueda usar un nuevo proceso, él o el proveedor del proceso deberá preguntar a la Secretaría de Qualanod si el uso del proceso o producto está consolidado o tiene aprobación actual. Si ninguno de los dos es el caso, entonces se puede hacer una solicitud para que se evalúe para su aprobación. El procedimiento de evaluación se especifica en un documento separado llamado Reglamento General, que está disponible en línea y en la secretaría de Qualanod. Tenga en cuenta que el procedimiento está destinado a los procesos de anodizado arquitectónico como se describe en esta cláusula y podría no ser aplicable en otros casos.

## 11 Guía de productos y procesos

### 11.1 Introducción

Este apartado proporciona orientación y recomendaciones. Ninguno de sus contenidos es obligatorio para el cumplimiento de estas Directrices.

### 11.2 El Aluminio para anodizar

#### 11.2.1. Anodizado arquitectónico

Las aleaciones habitualmente utilizadas para aplicaciones arquitectónicas exteriores son las series AA 1000, 5000 y, alguna vez, 3000 para productos laminados, y las series 6000 para productos extruidos. La [Tabla 3](#) brinda orientación sobre aleaciones aptas para el anodizado e incluye otras aleaciones que se considera que tienen una buena respuesta para aplicaciones protectoras y decorativas. Estos materiales no conservan el mismo aspecto después del anodizado, incluso a veces dentro de la misma aleación. Esto se debe a que la apariencia tras el pretratamiento y anodizado está fuertemente influida por la microestructura de la aleación. La microestructura depende tanto del proceso metalúrgico utilizado como de la composición de la aleación. Es más, las especificaciones para la composición de las aleaciones estipuladas en normas nacionales e internacionales son muy amplias; los fabricantes de aleaciones aptas para el anodizado tienen sus propias especificaciones particulares, que son mucho más restrictivas. Dado que ligeras diferencias en la microestructura metalúrgica pueden ocasionar diferencias notables en la apariencia, se recomienda, siempre que sea posible, que no se mezcle en un proyecto material de distintos lotes.

Para las estructuras de aluminio incluidas en el Euro código (EN 1999-1-1), sólo se pueden utilizar aleaciones incluidas en el propio Euro código. Estas aleaciones están indicadas con un asterisco en la tabla 3.

El cliente debe especificar la aleación y atestiguar que el producto semi-terminado es conforme a la norma pertinente para las condiciones técnicas de inspección y suministro, como por ejemplo la ISO 6362-1, EN 485-1, EN 586-1, EN 754-1, EN 755-1, EN 12020-1. Estas normas determinan la composición de acuerdo con la EN 573-3 y que el producto esté libre de defectos en su superficie. Además, recomiendan que los productos semi-terminados que vayan a ser anodizados se sometan a un ensayo de anodizabilidad por parte del fabricante antes de su entrega, y que la frecuencia y método del ensayo deba ser acordado entre el fabricante y su cliente. Un posible ensayo es el tratamiento de una muestra del producto a lo largo de una línea de anodizado para obtener el acabado acordado entre el anodizador y su cliente; posteriormente, la muestra se valorará de manera visual.

Se pueden utilizar aleaciones distintas a las que se especifican en la tabla 3 si así lo estipula el cliente, el cual debe especificar por escrito la clase de espesor del anodizado.



**Tabla 3. Aleaciones aptas para el anodizado arquitectónico**

Series (AA)	Constituyentes de la aleación	Propiedades del metal	Aleaciones (AA)	Propiedades del metal anodizado
1xxx	Ninguno	Suave Conductor	1050A 1080A	Transparente Brillante
<i>Consejo al acabador: hay que tener cuidado al colgar este delicado material; es bueno para productos con brillo; propenso a manchas de decapado.</i>				
5xxx	Magnesio	Fuerte Dúctil	5005* 5005A* 5050 5251 5657 5754*	Transparente Buena protección
<i>Consejo al acabador: Para 5005 y 5005A, mantener Si &lt; 0,1% y Mg entre 0,7% y 0,9%; inspeccionar para detectar manchas de óxido; 5005 y 5005A se usan mucho para aplicaciones arquitectónicas.</i>				
6xxx	Magnesio y silicio	Fuerte Dúctil	6060* 6063* 6063A* 6463	Transparente Buena protección
<i>Consejo al acabador: Para un acabado mate, mantener Fe &gt; 0,22%; para un acabado con brillo, mantener Fe &lt; 0,15%; 6060 y 6063 pueden ser las mejores parejas para 5005 y 5005A; 6463 puede ser la mejor para el abrillantado químico: las variaciones del contenido de Fe y otros elementos pueden influir en la apariencia final tras el anodizado.</i>				

### 11.2.2. Anodizado industrial y anodizado duro

La tabla 4 brinda orientación sobre la selección de aleaciones para aplicaciones industriales. Aunque al anodizado duro puede aplicarse muchas aleaciones, aquellas que presentan más del 5% de cobre, y/o 8% de silicio y aleaciones de fundición, requieren procesos especiales de anodizado. Las aleaciones con bajo contenido de elementos de aleación dan la mayor micro dureza y resistencia al desgaste así como la menor rugosidad del recubrimiento.

**Tabla 4. Orientación sobre aleaciones para anodizado industrial y duro**

Aleación (AA)	Protección frente a la corrosión	Resistencia al desgaste
1080, 1050A	Excelente	Excelente
1200	Muy bueno	Excelente
2011, 2014A, 2017A, 2024, 2030, 2031	Mediocre	Bueno
3003, 3103, 3105	Bueno	Bueno
4043A	Bueno	Bueno
5005, 5050, 5052	Excelente	Excelente
5056A	Bueno	Excelente
5083	Bueno	Bueno
5154A, 5251, 5454, 5754	Muy bueno	Excelente
6005A, 6061, 6463	Muy bueno	Muy bueno
6060, 6063	Excelente	Excelente
6082, 7020, 7022, 7075	Bueno	Bueno



Antes de anodizar, los bordes agudos deben ser mecanizados hasta alcanzar un radio de al menos 10 veces el espesor del recubrimiento previsto para evitar el quemado. Generalmente, los productos no deben someterse a ningún tratamiento térmico, mecanizado, soldadura y operaciones de conformado y perforación después del anodizado, aunque a veces se utiliza el pulido para alcanzar tolerancias dimensionales.

### 11.2.3. Anodizado decorativo

Para obtener efectos particularmente decorativos o con un aspecto particularmente uniforme, han de utilizarse aleaciones de calidad anodizable. Estas aleaciones se producen utilizando técnicas especiales de fabricación. Por tanto, no existe una norma nacional o internacional para esta “Calidad anodizable” ya que el término se refiere a unos determinados programas de producción desarrollados por los fabricantes.

Para producir un acabado de alto brillo será necesario utilizar aluminio de la más alta pureza o aleaciones especiales.

Los efectos generales de los componentes de las aleaciones son los siguientes:

- Hierro: Reduce el brillo especular. Una elevada relación hierro/silicio genera un oscurecimiento del color.
- Silicio: Opacidad cuando se elimina de una solución sólida. Si supera el 5% de silicio, genera una capa gris oscura o negra.
- Magnesio: Por encima del 3% de magnesio, se genera una capa incolora.
- Cobre: Aumenta el brillo especular. Por encima del 2% de cobre, se genera una decoloración.
- Manganeso: Por encima del 1% el manganeso puede generar capas claras, plateadas, grises, marrones o moteadas, dependiendo de la microestructura de la aleación.
- Zinc: Por encima del 5% el zinc puede generar una capa incolora, marrón o jaspeada dependiendo de la microestructura de la aleación.
- Cromo: Un 3% de cromo genera unas capas amarillas.

Para obtener determinados colores, se pueden utilizar aleaciones especiales para anodizado de coloración integral y aleaciones de “auto-coloración” en los procesos de anodizado sulfúrico o sulfúrico-oxálico.

## 11.3 Espesor de la capa de oxidación anódica

### 11.3.1. Anodizado arquitectónico

Para el aluminio anodizado, el grado de protección frente a la corrosión por picaduras del aluminio se incrementa con un aumento del espesor de la capa. Por tanto, la duración del producto depende en gran medida del espesor de la capa. No obstante, hay un gran gasto de energía asociado con las capas de gran espesor. Por ello, no se recomienda el sobre-anodizado. Para aplicaciones arquitectónicas en el exterior, la elección de la clase de espesor depende de la agresividad del ambiente y puede determinarse mediante las normas nacionales.

El uso de algunas coloraciones requiere la especificación de una clase 20 o superior para obtener la adecuada absorción del colorante y su solidez a la luz.

### 11.3.2. Anodizado industrial y anodizado duro

Los recubrimientos tienen generalmente espesores entre 15 µm y 150 µm. Productos con estrías o roscas pueden tener revestimientos de hasta 25 µm de espesor. Los requisitos del aislante se satisfacen a menudo mediante revestimientos de 15 µm a 80 µm de espesor. Los revestimientos de hasta 150 µm de espesor se utilizan para fines de reparación.

## 11.4 Aspecto

### 11.4.1. Defectos

Entre los defectos se incluyen las marcas, arañazos, abolladuras, corrosión, aplastamiento, soldaduras, rayas, “pick-up” y “hot spots”.

### 11.4.2. Textura de la superficie

La norma ISO 7599 incluye un sistema de designación de preparación de la superficie. El aspecto de los productos finales depende del tratamiento de superficie inmediatamente anterior al anodizado. Los requerimientos de uniformidad del aspecto están relacionados con las variaciones permisibles en la aleación e incluyen las variaciones causadas por el proceso de fabricación y las variaciones en el tratamiento en la planta de anodizado.

El alcance de las variaciones admisibles en el aspecto y en la uniformidad final debe ser acordado mediante muestras de referencia que tengan el espesor de capa especificado y que hayan sido aceptadas por ambas partes. Además, el método de valoración deberá ser acordado por ambas partes. Hay que tener en cuenta que no es posible especificar límites inferiores y superiores para el aspecto ya que influyen muchos factores. Por ejemplo, aunque el brillo especular varía en una escala de hasta 100, es posible que muestras con un valor de brillo parecido tengan un aspecto distinto cuando se comparen visualmente.

Cuando se utilizan métodos instrumentales para cuantificar la textura de la superficie, es importante estar atento a cualquier influencia en la medición por la orientación de la muestra (dirección de trabajo) y establecer los procedimientos operativos en consecuencia. Por ejemplo, el brillo especular debe medirse mediante la colocación de la muestra en contacto con el instrumento para que el plano de incidencia y reflexión sea paralelo a la dirección de trabajo del metal.

## 11.5 Equipamiento de las plantas de anodizado

### 11.5.1. Cubas

Los materiales y/o revestimientos de las cubas deben ser escogidos a fin de evitar todo riesgo de contaminación de las soluciones.

La capacidad de las cubas de anodización debe estar en justa proporción con el amperaje disponible a fin de que pueda aplicarse la densidad de corriente necesaria y pueda mantenerse la temperatura prescrita.

### 11.5.2. Refrigeración del electrolito de anodizado

La capacidad del Sistema de refrigeración utilizado debe ser capaz de absorber todo el calor generado durante el proceso electrolítico a la potencia máxima de la instalación eléctrica y la velocidad que se produce. El número de calorías por hora producidas durante la oxidación normal a la temperatura de trabajo es aproximadamente:

$$0,86 \times I \times (V + 3) = K$$

Donde I es la Intensidad de corriente máxima en amperios, V es voltaje máximo en voltios y K es capacidad de refrigeración en Kcal/h. Las condiciones ambientales deben tomarse en consideración al calcular el total de capacidad de enfriamiento.

### 11.5.3. Agitación del electrolito de anodizado

El movimiento del electrolito alrededor de las piezas de la carga debe ser suficiente para disipar el exceso de calor generado en la superficie del aluminio durante el proceso de anodizado.

Es un factor vital mantener la temperatura del electrolito alrededor de las piezas porque una insuficiente eliminación de calor puede generar una capa anódica de baja calidad. Se puede conseguir una adecuada agitación a través de una turbulencia hidráulica o de una agitación por aire. Para el proceso por cargas, la agitación del electrolito generada por una bomba de recirculación convencional no suele ser suficiente para mantener un control adecuado de la temperatura en la cuba). Sin embargo, la turbulencia hidráulica producida por un sistema de bombeo con boquillas con eductores situadas en el fondo de la cuba sí resulta efectiva para el proceso de baño. Aunque la energía requerida es mayor que la necesaria para una agitación por aire a baja presión, la diferencia es comparable con la pérdida de energía a través de la evaporación del agua al agitar el aire de las cubas. La turbulencia hidráulica provoca una agitación mayor que el Sistema de aire, mejorando la uniformidad del espesor sobre las cargas y reduce la posibilidad de quemado. Además, hay menos neblina ácida generada en la superficie de la solución.

Si se elige la agitación por aire, se debe utilizar un mínimo de 5 m<sup>3</sup>/h por metro cuadrado de superficie del baño (medición realizada con un rotámetro); el valor recomendado es de 12 m<sup>3</sup>/h por metro cuadrado de superficie del baño. Hay que tener en cuenta que las burbujas de aire aumentan la resistencia de la solución hasta un 35%, lo que provoca un incremento del consumo de energía eléctrica del anodizado. La corriente de aire debe asegurar que el electrolito es agitado uniformemente por toda la superficie del baño. Esto se consigue más fácilmente si se utiliza un gran volumen de aire a baja presión generado por un ventilador en lugar de generarlo con un compresor. La utilización de un compresor de aire provoca unas mayores pérdidas de calor por evaporación sobre todo cuando se utiliza en combinación con la extracción de aire. Hay que tener en cuenta que el uso de la agitación por aire a alta presión no es “la mejor técnica disponible” (MTD) por el alto consumo de energía. De todas maneras, si se utiliza un compresor, la dimensión de los tubos y de los orificios de agitación debe ajustarse de manera que creen una agitación regular.

#### 11.5.4. Calentamiento

La capacidad de calentamiento de cada cuba debe ser prevista en función de las temperaturas necesarias para cada una de las etapas del tratamiento. En particular, debe ser posible mantener la temperatura de las cubas de sellado por hidratación a 96°C, como mínimo, durante todo el proceso de sellado.

#### 11.5.5. Alimentación eléctrica

El equipo eléctrico y las instalaciones (generadores y barras conductoras) deben permitir alcanzar la densidad de corriente necesaria para una carga a la máxima capacidad instalada del rectificador.

El generador de corriente continua permitirá regular la tensión en saltos de 0,5 voltios como máximo.

La manera de aplicar la tensión no es un factor crítico, pero una reducción muy lenta de la tensión al final del ciclo permite que la película anódica sea atacada.

La escala de medida de los voltímetros y de los amperímetros debe ser tal que cada división represente como máximo un 2% (voltios) y un 5% (amperios) del rango total de la escala.

Los aparatos de medida deben tener una precisión del 1,5% y deberán controlarse dos veces al año.

Cuando se emplean fuentes de alimentación que producen complicadas ondas de frecuencia debe comprobarse con especial cuidado que los instrumentos de medida de corriente midan la auténtica corriente principal. Es muy importante trabajar con la densidad de corriente adecuada lo que significa que debe medirse la corriente real que se suministra a la cuba.

El contacto móvil entre las pletinas de entrada de corriente a la cuba de anodización y la barra soporte o bastidor, no debe entrañar una caída de tensión de más de 0,3 voltios y la temperatura no debe sobrepasar en más de 30°C la temperatura ambiente.

## 11.5.6. Barras de sujeción

Las barras soporte de aluminio que están sumergidas en el electrolito, deberán tener una sección que represente más de 0,2 mm<sup>2</sup>/A. El titanio, menos conductor, exige secciones más gruesas.

Los contactos deben ser suficientes, en número y dimensiones, para repartir uniformemente la corriente a todas las piezas de la carga y sobre toda la superficie de una misma pieza. La presión de los contactos será suficientemente fuerte para evitar la oxidación en las zonas de contacto y el movimiento de las piezas durante la electrolisis.

La carga debe disponerse sobre los bastidores de manera que se minimice la variación del espesor de la película anódica. Una carga colocada de forma demasiado compacta o numerosas capas sin cátodos intermedios traerán como consecuencia una elevación de la variación del espesor de la capa anódica. Se recomienda la utilización de sistemas con cátodo central entre las capas de la carga.

## 11.6 Procesos de las plantas de anodizado

### 11.6.1. Lavados

Al menos un lavado independiente en una solución acuosa debe ser previsto después de cada etapa del tratamiento (preparación de la superficie, anodizado, coloración).

Algunas operaciones pueden necesitar varios lavados sucesivos. En particular, tras la anodización el primer lavado es habitualmente muy ácido y es recomendable un segundo lavado antes de la coloración o del sellado.

La carga anodizada no debe dejarse nunca más de 1 o 2 minutos en el baño de lavado ácido. Cuando se dejan las piezas demasiado tiempo en un lavado ácido muestran signos de ataque de la película.

### 11.6.2. Decapado

#### 11.6.2.1. General

La preparación de la superficie antes del anodizado puede cumplir varios propósitos diferentes. Incluye la limpieza para eliminar material de superficie no deseado, o contaminantes como la viruta, óxidos de superficie y lubricantes. Otro objetivo es suavizar la superficie, lo que aumenta su reflectancia especular. Y hay procesos ásperos que producen apariencias superficiales particulares. Una categoría adicional consta de procesos para proporcionar a la superficie funcionalidades tales como el aumento de adherencia, un ejemplo de lo cual es túnel de matizado para las láminas de condensador.

Los procesos de suavizado incluyen los siguientes:

- Pulido mecánico que a menudo se usa antes de las operaciones de abrillantado químico o electroquímico.
- Electro abrillantado (también conocido como "electropulido") para lograr los niveles más altos de reflectancia especular.
- Pulido químico brillante que utiliza principalmente mezclas de ácido fosfórico / sulfúrico y está diseñado para reemplazar el pulido mecánico.
- Brillo químico para desarrollar una reflectividad más especular utilizando mezclas de ácido fosfórico (+ sulfúrico) / ácido nítrico.

Los procesos de rugosidad incluyen grabado químico, generalmente en soluciones a base de hidróxido de sodio pero, a veces, también en soluciones ácidas, tanto para superficies mates como para granallado con granalla de acero, que se puedan usar antes del grabado químico para reducir el tiempo de proceso y la generación de efluentes.

## 11.6.2.2. Procesos mecánicos

Hay una variedad de procesos mecánicos de preparación de superficies que están destinados a modificar la topografía y la apariencia de la superficie de los perfiles. El esmerilado y / o pulido eliminan las líneas de extrusión, los rasguños, las picaduras u otras imperfecciones superficiales y proporcionan un acabado liso o brillante. El pulido sisal (después del pulido) aumenta la reflectividad especular. La limpieza con medios finos se utiliza para proporcionar un acabado limpio y mate. Otros métodos incluyen cepillado, granallado y laminado con plantillas.

El lijado se realizó originalmente utilizando ruedas de carborundo adherido con resina, generalmente sin lubricante. Sin embargo, las piedras de metal blando pueden obstruir las piedras de moler. Actualmente se prefieren las partículas abrasivas gruesas (esmeril, óxido de aluminio o carborundo) en una cinta móvil (revestimiento) o rueda giratoria.

Cuando el objetivo es permitir que el anodizado produzca un recubrimiento perfectamente transparente, el pulido mecánico puede ir seguido de un abrillantado químico o electroquímico, que elimina cualquier contaminante de la superficie.

## 11.6.2.3. Limpieza

Hay una variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos que pueden aparecer en las superficies de aluminio, incluidos los siguientes:

Orgánicos	Inorgánicos
Lubricantes de fabricación	Óxidos e hidróxidos
Aceites protectores y grasas	Productos de corrosión
Compuestos de pulido	Incrustaciones
Grasa de manipulado, ej. huellas dactilares	Revestimiento de la matriz
Revestimientos orgánicos defectuosos	Polvo y suciedad
	Viruta
	Finos de aluminio
	Flujos de soldadura
	Revestimientos inorgánicos defectuosos

Tradicionalmente, el desengrase se realizaba con solventes orgánicos para eliminar los contaminantes orgánicos, pero su uso ha disminuido por razones ambientales. Se usaban soluciones alcalinas o ácidas para eliminar los contaminantes inorgánicos

Un desengrasado inadecuado puede dejar en la superficie marcas de aceite no uniformes. Esto puede conducir a un matizado no uniforme en la siguiente etapa del proceso. El tiempo efectivo de decapado varía a lo largo de la superficie porque el decapado tiene que eliminar cualquier aceite residual antes de que pueda atacar el aluminio subyacente.

Una superficie de aluminio extruido también puede tener regiones voluminosas de hidróxido de aluminio, óxido o hidróxido de magnesio, y otros productos de corrosión, que posiblemente no sean uniformes en su distribución sobre la superficie. La superficie fresca de un perfil que sale de la matriz de extrusión se encuentra a una temperatura alta durante unos segundos

antes de enfriarse y se esperaría un óxido amorfo delgado, quizás de menos de 5-10 nm de espesor. Sin embargo, el óxido de superficie real puede contener partículas locales de más de 100 nm de tamaño y hay evidencia de que la superficie del óxido se enriquece en magnesio. El magnesio se difunde por debajo de la región de la superficie para formar óxido o hidróxido posiblemente después de salir de la matriz o durante el ciclo de envejecimiento. Si el óxido rico en magnesio no se elimina en el proceso de limpieza, causa problemas durante el decapado. El óxido de magnesio es en gran medida insoluble en decapados alcalinos, lo que conduce a zonas en las que se retrasa el ataque del aluminio.

Hoy en día, la industria de extrusión de aluminio utiliza principalmente soluciones acuosas para desengrasar y limpiar. Además de la eliminación de sustancias orgánicas, se requieren formulaciones de limpieza para poder disolver cualquier contaminante inorgánico y reemplazarlo con una película de óxido uniforme y consistente.

La limpieza alcalina es el proceso más común en la industria de la extrusión. Utiliza soluciones a base de mezclas de hidróxido de sodio, fosfato trisódico o carbonato de sodio. El hidróxido de sodio saponifica la grasa y los lubricantes, pero también disuelve el óxido / hidróxido de aluminio y el aluminio. Eso significa que el ataque químico puede comenzar en la solución limpiadora, lo que puede causar problemas con el ataque químico diferencial si hay presentes cantidades no uniformes de contaminante resistente. El decapado diferencial puede conducir a variaciones inaceptables en la apariencia del producto.

Los limpiadores alcalinos inhibidos eliminan la grasa, etc. con poco o ningún decapado. Los inhibidores comunes, que reducen el decapado de aluminio, incluyen fosfatos, fluoruros y compuestos orgánicos. Reaccionan con el aluminio para producir una película protectora. La inhibición no es completamente efectiva en soluciones de hidróxido de sodio, pero el ataque del aluminio puede inhibirse casi por completo en soluciones de fosfato trisódico alcalino o carbonato de sodio. Muy importante, también proporcionan tiempo para que la superficie del óxido de magnesio se disuelva.

Las soluciones de limpieza también pueden contener tensioactivos, por lo que la solución humedece la superficie de manera rápida y uniforme.

La limpieza con ácido es una opción inusual para una línea de anodizado. Si se adopta, entonces se necesita enjuagar antes de un posterior ataque alcalino. Los ácidos son buenos para disolver contaminantes inorgánicos, como los óxidos voluminosos, pero son relativamente ineficaces para eliminar la grasa y los aceites (sin saponificación). El ácido nítrico disuelve los óxidos de la superficie, ataca el aluminio muy lentamente pero puede degradarse a dióxido de nitrógeno que contribuye al NOx. Se han utilizado baños de anodizado gastado. Los productos laminados se han limpiado electrolíticamente en soluciones de ácido sulfúrico o fosfórico.

Otras tecnologías incluyen descarga en corona, chorros de plasma atmosférico de mayor energía y limpieza ultrasónica.

#### **11.6.2.4. Decapado / Matizado**

Para lograr un alto nivel de consistencia y uniformidad, es importante controlar adecuadamente el proceso de matizado / decapado. La planta de anodización debe seguir al pie de la letra las instrucciones del proveedor de los productos químicos de decapado/matizado y, cuando esté disponible, del proveedor del producto semielaborado. En ausencia de instrucciones completas, la planta de anodización debe tomar las medidas particulares indicadas a continuación.

Para lograr un producto consistente cuando se usa un ataque químico basado en hidróxido de sodio, es necesario controlar dentro de tolerancias estrictas las concentraciones de hidróxido de sodio libre, aluminio y cualquier secuestrante, y la temperatura de la solución. La composición de la solución se puede controlar de manera efectiva mediante el uso de un cristalizador para regenerar continuamente la solución o mediante un decapado/matizado de



"larga duración" donde las masas de materiales que entran y salen de la solución de decapado/matizado están equilibradas.

Mientras se produce el decapado/matizado, el aluminio pierde peso a una velocidad constante, el brillo cae a una velocidad decreciente. Después de un cierto tiempo dependiendo de las condiciones de decapado/matizado, se logra un nivel de brillo cuasi constante. Las plantas de anodización deben identificar este régimen para sus condiciones particulares de decapado y establecer el tiempo de procesamiento en consecuencia. Esto hace que el proceso sea mucho más controlable y reduce la inconsistencia del producto que puede surgir de la mala reproducibilidad del tiempo de decapado/matizado, el tiempo excesivo de escurrido desde de que la carga se retira de la cuba de decapado/matizado y el enjuague excesivo a valores de pH relativamente altos.

### 11.6.2.5. Desempolvado / neutralización

Después del aclarado o el decapado alcalino y antes del anodizado, puede ser necesario eliminar el polvo de la superficie. El polvo es una mezcla de óxidos y partículas intermetálicas que son insolubles en el decapado/matizado. La suciedad que queda después del decapado alcalino generalmente aparece gris. Pero las adiciones de cobre a la aleación forman una mancha más oscura que puede ser negra en las aleaciones 2xxx.

El brillo en soluciones que contienen cobre deja una capa visible de cobre metálico en la superficie de aluminio. Sin embargo, esto se elimina fácilmente.

Los propósitos del desempolvado son los siguientes:

- Eliminar los compuestos intermetálicos superficiales no disueltos en el decapado
- Neutralizar la superficie lista para anodizar
- Proporcionar una película de óxido delgada y uniforme para proteger contra el ataque corrosivo.

Se pueden usar varias soluciones para desempolvar. Se prefiere el ácido sulfúrico porque es compatible con la solución de anodización. Se puede utilizar una solución de anodización gastada, pero solo es eficaz en aleaciones ligeras, por ejemplo, en AA 6063. Puede ser necesario un aditivo como el persulfato de sodio para oxidar la superficie y evitar un ataque corrosivo. El ácido nítrico fue utilizado por la mayoría de los anodizadores. Ataca al aluminio solo muy lentamente, pero puede degradarse a dióxido de nitrógeno que contribuye al NOx. Es bueno para eliminar el cobre de la superficie después del abrillantado o de AA 2024. Las soluciones de desempolvado a base de ácido fluorhídrico eliminan la suciedad de las aleaciones con alto contenido de silicio.

### 11.6.3. Anodizado para la arquitectura y la decoración

#### 11.6.3.1. Procesos consolidados

Los procesos consolidados para anodizar son los siguientes.

- Anodizado de ácido sulfúrico
- Anodizado con ácido sulfúrico / oxálico

A continuación se proporciona orientación sobre las condiciones típicas de proceso. Sin embargo, las características y el rendimiento del aluminio anodizado pueden depender de una combinación de condiciones. En consecuencia, las desviaciones de las condiciones que se indican a continuación pueden dar resultados aceptables dependiendo de las circunstancias.

## 11.6.3.2. Electrolitos de ácido sulfúrico

La concentración de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> libre no sobrepasará los 200 g/l, pudiendo variar en un intervalo de  $\pm 10$  g/l del valor elegido.

El contenido de aluminio no debería superar los 20 g/l siendo preferible que se encuentre en el intervalo de 5 a 15 g/l.

El contenido en cloruros no debería superar los 100 mg/l.

La concentración de ácido sólo es crítica cuando se anodiza a temperaturas altas. Concentraciones elevadas de ácido disminuyen la tensión de anodizado necesaria (aproximadamente 0,04 V/g/l de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) pero concentraciones elevadas de ácido dan también más arrastres y un consumo de ácido más elevado. Un contenido muy bajo de aluminio aumenta la sensibilidad de la película para elevadas temperaturas del baño. Un incremento del contenido de Aluminio eleva la tensión necesaria para la anodización (alrededor de 0,2 V/g/l de Aluminio). El cloruro en el electrolito de anodizado puede causar picaduras durante el anodizado y tiene nefastas consecuencias para la resistencia a la exposición exterior.

## 11.6.3.3. Electrolitos de ácido sulfúrico-oxálico

La concentración de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> libre no sobrepasará los 200 g/l, pudiendo variar en un intervalo de  $\pm 10$  g/l del valor elegido.

La concentración del ácido oxálico debería ser de al menos 7 g/l. Una concentración de 5 g/l de ácido oxálico es demasiado baja para tener algún efecto e incrementando sus niveles mejora la calidad de la capa. Concentraciones de ácido oxálico de más de 15 g/l no proporciona ninguna ventaja y hace aumentar los costes de producción.

El contenido de aluminio no debería superar los 20 g/l siendo preferible que se encuentre en el intervalo de 5 a 15 g/l.

## 11.6.3.4. Temperatura del baño de ácido sulfúrico

Debería ser controlable dentro del rango de  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  de la temperatura seleccionada en función del tamaño de la carga. La máxima diferencia aceptable de temperatura en el baño en las inmediaciones de la carga debería ser de  $2^{\circ}\text{C}$  y dentro del rango máximo aconsejado.

Clases de espesor y temperatura real del baño

- AA5 y AA10 no superior a  $21^{\circ}\text{C}$
- AA15, AA20 y AA25 no superior a  $20^{\circ}\text{C}$

Estas temperaturas representan la máxima temperatura durante todo el tiempo y en cualquier parte del baño electrolítico durante el proceso. La temperatura del electrolito de anodización es el factor más crítico para la calidad de la capa anódica. Las temperaturas excesivas derivadas de un control insuficiente, una escasa agitación o un enganche de mala calidad son la causa de la mayoría de los problemas de calidad del anodizado.

## 11.6.3.5. Temperatura del baño de ácido sulfúrico-oxálico

Debería ser controlable dentro del rango de  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  de la temperatura seleccionada en función del tamaño de la carga. La máxima diferencia aceptable de temperatura en el baño en las inmediaciones de la carga debería ser de  $2^{\circ}\text{C}$  y dentro del rango máximo aconsejado.

Para todas las clases de espesor la temperatura del baño no debería superar  $24^{\circ}\text{C}$ .

Esta temperatura representa la máxima temperatura en cualquier momento y en cualquier parte del baño electrolítico durante el proceso.



#### 11.6.3.6. Densidad de corriente

Para anodizado basado en ácido sulfúrico, la densidad media de corriente debe ser:

- 1,2 – 2,0 A/dm<sup>2</sup> para AA 5, AA 10
- 1,4 – 2,0 A/dm<sup>2</sup> para AA 15
- 1,5 – 2,0 A/dm<sup>2</sup> para AA 20
- 1,5 – 3,0 A/dm<sup>2</sup> para AA 25

La utilización de bajas densidades de corriente para conseguir capas gruesas (AA 20 y AA 25) comporta riesgos para la calidad. Densidades de corriente elevadas requieren buenos contactos y buena agitación pero son menos susceptibles de dar problemas de calidad.

La clase AA 25 requiere un cuidado especial. Cuando se efectúa electro-coloración para obtener bronce oscuro o negro, el tiempo de anodizado debe ser inferior a 50 minutos a no ser que se adopten medidas especiales para controlar la temperatura del baño en la superficie de trabajo. El espesor máximo de la capa debe ser inferior a 35 µm.

#### 11.6.3.7. Electrodo de anodización (cátodos)

El ratio cátodo/ánodo (superficie de trabajo) debería estar en el rango de 1:1,5 a 1:2,5. Se recomienda cátodos de aluminio. Para los cátodos laterales, solamente se debería considerar una cara. Para cátodos centrales, deberían considerarse ambas caras. Cuando existe un ratio cátodo/ánodo elevado, la utilización de cubas de plomo sin protección, puede producir problemas de distribución del espesor. Los electrodos que requieren la tensión de trabajo más baja son los de aluminio. La distancia entre el cátodo y el ánodo no debería ser menor a 150 mm.

#### 11.6.3.8. Traslado de la carga tras la anodización

Cuando el ciclo de anodizado se ha completado, la carga se debe trasladar desde el electrolito de anodizado al aclarado tan rápido como sea posible. No se debe dejar nunca en un baño de anodizado sin corriente. Se trata de un factor más que puede provocar el ataque de la película y el deterioro de la calidad, particularmente en la superficie de la capa.

### 11.6.4. Coloración

#### 11.6.4.1. Procesos consolidados

Los procesos consolidados para colorear aluminio anodizado son los siguientes.

- Utilización de una solución de un colorante orgánico.
- Utilización de un oxalato de amonio férrico o una solución químicamente similar.
- Coloración electrolítica con una solución que contenga sales de estaño, níquel o cobalto.

El aluminio anodizado de color integral utiliza aleaciones especiales y un electrolito a base de ácido orgánico que produce un acabado de color durante el proceso de anodización en sí. Estas aleaciones se pueden utilizar con anodizado a base de ácido sulfúrico.

### 11.6.5. Sellado para el anodizado arquitectónico

#### 11.6.5.1. Procesos consolidados

- Sellado de agua caliente con o sin aditivo anti-tiznado
- presellado anterior al sellado con agua caliente o vapor

- sellado de vapor
- sellado en frío en dos etapas a base de níquel

A continuación se proporciona orientación sobre las condiciones típicas de procesamiento. Sin embargo, las características y el rendimiento del aluminio anodizado pueden depender de una combinación de condiciones. En consecuencia, las desviaciones de las condiciones que se indican a continuación pueden dar resultados aceptables dependiendo de las circunstancias.

## 11.6.5.2. Sellado por termo-hidratación

ISO 7583 define el sellado hidrotermal bien como el sellado con vapor no por debajo de la temperatura del vapor saturado o bien el sellado en una solución acuosa a una temperatura no inferior a 95 °C.

El sellado con agua caliente debe realizarse en agua desionizada con un pH de 5,8 a 6,2, y se puede utilizar acetato de amonio del 0,1 al 1,0% como tampón.

Los fosfatos, fluoruros y silicatos inhiben el proceso de sellado.

Cuando se utilice un aditivo en los baños de sellado (por ejemplo, para evitar el tizado), se debe tener especial cuidado y prestar mayor atención al ensayo de arbitraje y los resultados de pérdida de peso y, en su caso, el ensayo de la gota de colorante.

El tiempo de sellado necesario para obtener un buen sellado debe ser de al menos dos minutos por micrómetro de espesor de revestimiento, a menos que haya un sellado previo, como una solución de trietanolamina.

Para el sellado con vapor, la temperatura mínima debe ser la temperatura del vapor saturado.

## 11.6.5.3. Proceso de sellado en frío basado en sales de níquel y sales fluoradas

ISO 7583 define el sellado en frío como un proceso de sellado que se lleva a cabo utilizando una solución acuosa a una temperatura no superior a 35 °C.

Esta sección brinda orientación para la implementación de procesos de "sellado en frío" basados en sales de níquel y sales fluoradas (notas 1, 2 y 3). Incorpora el conocimiento sobre estos procesos adquirido en los últimos años y define los parámetros más importantes. El proceso se divide en 2 pasos: en el primero se sella la capa anódica, y en el segundo se hidrata la capa anódica.

### Condiciones de Anodizado

Como en el caso de cualquier otro procedimiento de sellado, es esencial que la capa anódica sea de buena calidad, obtenida de acuerdo con las condiciones estipuladas en este apartado.

*Nota 1. Los procesos de sellado en frío se basan en productos químicos que se introducen en los poros de la capa de óxido anódico e inician una reacción química. Esto depende no sólo de la temperatura sino también de los productos químicos utilizados y de otros factores del proceso. Esta recomendación se refiere sólo al proceso de sellado en frío en base a fluoruro de níquel.*

*Nota 2. El producto que se encuentra disponible en el mercado puede ser una mezcla de sales de níquel y fluoruros o sales fluoradas en las que el níquel fluorado puede ser únicamente una mínima parte de la cantidad total.*

*Nota 3. Dado que el consumo de fluoruro es un poco mayor que la cantidad estequiométrica de níquel, algunos productos que podemos encontrar en el mercado tienen un ligero exceso de fluoruros.*

## Primera etapa del proceso de sellado

- 1) Concentración del producto: contenido de ion níquel a  $1.5 \pm 0,3$  g/l; iones fluoruro libres a un nivel en el rango de 0,3 a 1,0 g/l
- 2) Temperatura del baño: de 25 a 30 °C
- 3) pH: 5,8 – 7,0 (preferiblemente  $6,5 \pm 0,2$ )
- 4) Tiempo de sellado:  $1,0 \pm 0,2$  min/ $\mu$ m de la capa anódica
- 5) Iones fosfato en la solución por debajo 5 mg/l.

Es esencial un aclarado después de la primera etapa del proceso de sellado en frío y es responsabilidad del proveedor prescribir las condiciones del mismo.

*Nota 4. Un exceso de fluoruros, especialmente con un pH bajo, produce una rápida degradación de la solución debido al ataque químico que sufre el óxido superficial. Este ataque es especialmente evidente en las zonas pulidas o abrillantadas.*

*Nota 5. Un exceso de iones diferentes a los del níquel o el fluoruro pueden inducir a una reducción de la actividad de la solución; en este caso, el filtrado puede ayudar a solucionar el problema.*

## Requisitos adicionales

El suministrador debe facilitar a la planta de anodizado detalle preciso sobre el porcentaje de componentes químicos activos contenidos en los productos y, en el caso de que fuesen sólidos, el porcentaje de materia insoluble que contienen.

La calidad del agua para la preparación del baño debe ser revisada antes de su uso; es recomendable utilizar agua desmineralizada para preparar el baño.

Los parámetros operativos para el sellado en frío tienen una importancia crítica y, como se indica más abajo, han de ser controlados de cerca para obtener un resultado satisfactorio. Es también importante recordar que los parámetros son interdependientes; por ejemplo, una concentración alta de iones de fluoruro requieren una temperatura de funcionamiento baja y/o un tiempo de sellado más corto y un pH mayor.

## Concentración del baño

Los componentes más importantes del baño son el níquel y el fluoruro. Un exceso de iones de fluoruro libres puede dañar la capa anódica.

En algunos casos, se sustituye entre el 5 y el 10% del níquel por cobalto para minimizar el tono verdoso.

Después de los análisis, el baño debe ser reformulado con extremo cuidado evitando que se utilice antes de que se hayan disuelto completamente las sustancias añadidas.

A veces el fluoruro de níquel contiene material no soluble. Es aconsejable realizar las mezclas en una cámara de mezcla externa al baño. Por otra parte, el fluoruro se consume más rápidamente que el níquel por lo que será necesario añadir amonio o fluoruro potásico para mantener el equilibrio correcto.

Los proveedores son los que tienen que proporcionar los métodos de análisis para verificar los baños. Normalmente se utiliza un método EDTA para níquel y un método potencio métrico con un electrodo sensible a los iones para el fluoruro libre.

*Nota 6. Es aconsejable evitar el uso de ácido fluorhídrico o sales fluoradas demasiado acidificadas capaces de desequilibrar el pH de la solución. Grandes variaciones de pH repercuten negativamente sobre la calidad final.*

## Temperatura del baño

La temperatura del baño debe mantenerse con un dispositivo termostático sensible

Este parámetro ejerce una gran influencia sobre la cinética del proceso. Una temperatura demasiado elevada, especialmente en el caso de una alta concentración de fluoruro libre, causa daño a la capa anódica dando una superficie pulverulenta.

## Valor del PH del baño

El pH de la solución debe mantenerse preferiblemente en  $6,5 \pm 0,2$ . Por norma general, cuanto mayor sea el pH mejor, pero no se puede sobrepasar el nivel de 7.0 sin causar una ligera precipitación de hidróxido de níquel. El pH afecta a la cantidad de níquel que precipita en los poros y, por debajo de 5,8, se deposita una cantidad insuficiente de níquel y el fluoruro puede provocar un ataque químico en la capa anódica.

*Nota 7. La medida del pH debe efectuarse con precaución ya que el fluoruro contenido en la solución puede atacar los electrodos pH o dañar la membrana de vidrio. Por tanto, se recomienda revisar regularmente los electrodos pH.*

## Aclarado

El aclarado tiene que ser lo suficientemente exhaustivo como para minimizar el riesgo de arrastre de iones de fluoruro a la segunda etapa.

## Segunda etapa del proceso de sellado.

Para completar el proceso de sellado en frío, las piezas tratadas han de estar expuestas a humedad elevada por algún tiempo, lo que puede acelerarse sumergiendo las piezas selladas en frío en un baño de agua a temperatura elevada. El baño deberá estar a una temperatura de al menos 60 °C (preferiblemente 70 °C).

Este tratamiento simplifica el trabajo y la verificación, siendo una parte esencial del tratamiento.

Es absolutamente esencial el enjuague minucioso entre el sellado en frío y el tratamiento con agua caliente ya que los iones fluoruro pueden inhibir el proceso de hidratación.

Las capas selladas en frío son más propensas a cuartearse que las capas selladas de manera convencional, sobre todo cuando están expuestas a ambientes cálidos y secos. Este efecto se reduce drásticamente si se aplica el tratamiento de hidratación a elevadas temperatura a continuación del sellado en frío.

*Nota 8. Aunque no es esencial, puede ser ventajoso utilizar agua dura de red para el enjuague antes de la segunda etapa ya que ésta causa la precipitación del fluoruro.*

## Control de calidad

Si en el proceso de sellado en frío se siguen las dos etapas anteriormente descritas, el trabajo de sellado puede ser verificado de la misma manera que se realiza en el trabajo de sellado convencional.

Los ensayos más adecuados son el ensayo de gota de colorante que está recogido en la ISO 2143 y el ensayo de pérdida de peso recogido en la ISO 3210.

## 11.7 Limpieza y mantenimiento

### 11.7.1. Introducción

Un programa sencillo de mantenimiento basado en un análisis realista de las condiciones locales asegura la máxima vida útil de los componentes estructurales anodizados a un coste razonable.

Los siguientes documentos amplían la información sobre este tema:

- “Limpieza del aluminio en la industria de la construcción”, GDA (Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.), Düsseldorf, 2006.
- BS 3987, “Recomendaciones para revestimientos de oxidación anódica en aluminio transformado para aplicaciones arquitectónicas a la intemperie”, BSI (British Standards Institute), London, 1991.
- “Konservierung und Versiegelung eloxierter oder organisch beschichteter Metalloberflächen im Fassadenbereich”, Merkblatt 06, GRM (Gütegemeinschaft Reinigung von Fassaden e.V.), Schwäbisch Gmünd, 2013.

A continuación se facilita un resumen de recomendaciones:

## 11.7.2. Aplicaciones interiores

Normalmente las partes interiores se pueden mantener limpias frotándolas periódicamente con un paño suave. Si no se han limpiado durante algún tiempo, se puede usar un líquido limpiador neutro y un paño suave, aclarándolo después en agua fría limpia. Se pueden pulir con un paño seco y suave para que parezcan como nuevas.

## 11.7.3. Aplicaciones exteriores

En la práctica, la frecuencia de limpieza en los componentes estructurales expuestos a la atmósfera debería depender del tipo de pieza y de la agresividad del ambiente.

Para aplicaciones arquitectónicas para el exterior donde la apariencia decorativa y la función protectora son particularmente importantes como por ejemplo: marquesinas, entradas de viviendas, fachadas de comercios, etc., se recomienda una limpieza semanal. En este caso, con una limpieza regular, es posible utilizar agua limpia y una gamuza de piel y después, limpiar las piezas hacia abajo con un paño seco y suave.

Las carpinterías y revestimientos de fachadas se deben limpiar regularmente, la frecuencia depende de la agresividad atmosférica y de la construcción de las fachadas. Se hace mejor con un líquido de limpieza sintético, neutro y un paño, una esponja, o un cepillo suave. Después aclarar con agua limpia y frotar suavemente hasta secarlo.

La suciedad persistente se puede quitar con agentes de limpieza ligeramente abrasivos o con una rejilla cubierta con polvo de pulir neutro.

Si después de la limpieza se aplica un agente preservante a los componentes estructurales, se debería tener la precaución de que sólo quedase una finísima capa de repelente al agua. No debe ser ni amarillo, ni atraer al polvo o la suciedad y no tener efectos iridiscentes. No son adecuadas las ceras, la vaselina, la lanolina ni sustancias similares.

Los limpiadores multiusos deben reunir los mismos requisitos.

Se deben evitar siempre las soluciones causticas, alcalinas y ácidas. No se deberían usar nunca materiales abrasivos, estropajos metálicos, cepillos de alambre, etc.

## 12 Apéndice – Anodizado arquitectónico

### 12.1 Introducción

Los apartados 2 al 9 contienen disposiciones generales que se aplican independientemente del tipo de anodizado. Las señaladas a continuación son particularmente reseñables:

- Apartado 6. Concesión y renovación de licencias.
- Apartado 7. Reglamento para el uso de la marca QUALANOD.
- Apartado 8. Inspecciones.
- Apartado 9. Métodos de ensayo de productos.

### 12.2 Alcance

Este apartado especifica los requisitos que ha de cumplir el anodizado y sus productos en los casos en que tanto el aspecto como la protección son importantes.

La norma ISO 7583 define el anodizado arquitectónico como “anodizado para conseguir un acabado arquitectónico para ser utilizado en situaciones permanentes, exteriores y estáticas donde son importantes tanto el aspecto como la durabilidad”.

Las especificaciones de este apartado pueden aplicarse al anodizado y a los productos que se utilizan en otras aplicaciones exteriores en las que tanto el aspecto como la durabilidad son importantes. En este tipo de aplicaciones pueden estar incluidas las automovilísticas.

### 12.3 Marca de calidad

La marca de calidad debe cumplir los requisitos indicados en el [apartado 7](#).

### 12.4 Contratos con clientes

#### 12.4.1. Información a facilitar por el cliente

El cliente debe facilitar al anodizador la siguiente información consultando, si fuera necesario, a su proveedor de aluminio o al licenciatarlo anodizador o a ambos.

- El uso que se pretende dar al producto a anodizar.
- Las especificaciones del aluminio que se va a anodizar (aleación y estado de tratamiento).
- La extensión de las superficies significativas del producto que se va a anodizar.
- La extensión de la(s) superficie(s) significativa(s) de la(s) pieza(s) a anodizar.
- El procedimiento de muestreo para los ensayos de aceptación de lote (ver [9.1](#))
- El espesor requerido de la capa de oxidación anódica a menos que se especifique lo contrario (ver 12.4.4.).
- Las posiciones y dimensiones preferidas para las marcas de contacto (agarres).
- La preparación de la superficie que se aplicará al aluminio antes de ser anodizado y los límites de variación del acabado de superficie final.
- El color del producto anodizado y los límites máximos de variación del color.
- El método de sellado que debe utilizarse.

#### 12.4.2. Aluminio para anodizar

Las recomendaciones para la selección de las aleaciones se recogen en el [apartado 11](#).

### 12.4.3. Superficies significativas

Las superficies significativas estarán indicadas preferiblemente mediante planos o mediante muestras convenientemente marcadas. En algunos casos, puede haber diferentes requisitos de acabado en distintas partes de la superficie significativa.

### 12.4.4. Clases de espesor

El recubrimiento de oxidación anódica se clasifica en función de la clase de espesor, el cual viene determinado por los valores mínimos permitidos del espesor medio y del espesor local. Las clases de espesor se identifican con las letras "AA". Las definiciones de las clases de espesor más habituales se recogen en la Tabla 12.1. Téngase en cuenta que se permiten otras clases de espesor, por ejemplo, AA 18, y se definen de manera similar. En el [apartado 11](#) se incluyen alguna información sobre la elección de la clase de espesor.

Cuando exista una norma nacional relevante que se aplique en el país donde se sabe que el producto final de aluminio anodizado se pondrá en servicio, la clase de espesor se especificará según lo que exija esa norma.

**Tabla 12-1. Clases de espesor más habituales**

Clases de espesor	Espesor medio mínimo (µm)	Espesor local mínimo (µm)
AA10	10	8
AA15	15	12
AA20	20	16
AA25	25	20

### 12.4.5. Tolerancias dimensionales finales

No aplicable.

### 12.4.6. Preparación de la superficie

La preparación de la superficie se especificará preferentemente por medio de muestras aceptadas por ambas partes.

### 12.4.7. Color

La variación de color permitida se especificará preferentemente por medio de muestras aceptadas por ambas partes. Las muestras representarán los límites más oscuros y más luminosos acordados.

## 12.5 Reclamaciones

Cualquier reclamación por parte del cliente al anodizador deberá efectuarse por escrito. El anodizador mantendrá un registro de las reclamaciones que incluya las acciones tomadas al respecto.

## 12.6 Laboratorio y aparatos de ensayo

### 12.6.1. Laboratorio

Las plantas de anodizado deben tener un laboratorio que se encuentre en una sala dedicada y separada del resto de la planta de anodizado y donde se mantengan las condiciones apropiadas para los ensayos que se lleven a cabo.

## 12.6.2. Equipos

### 12.6.2.1. Introducción

Cada uno de los aparatos ha de responder a las correspondientes normas del ensayo correspondiente. Cada aparato debe estar operativo y debe tener una ficha de datos que muestre el número de identificación del aparato y los controles de calibración.

### 12.6.2.2. Equipamiento para los ensayos de producto

Cada planta de anodizado debe disponer de, al menos, dos instrumentos para la medida del espesor basados en corrientes de Foucault o un instrumento de medida de corrientes de Foucault y un microscopio de corte óptico ([9.2](#)).

Las plantas de anodizado deberán disponer del siguiente equipamiento para poder realizar el ensayo de pérdida de peso ([9.3.1](#)):

- balanza analítica (precisión de  $\pm 0,1$  mg)
- estufa
- desecador
- dispositivo de secado
- medios para la agitación del baño
- productos químicos.

Si la planta de anodizado utiliza el ensayo de la gota colorante, es obligatorio disponer de las soluciones necesarias para realizar el ensayo ([9.3.3](#)).

Si la planta de anodizado utiliza el ensayo de admitancia, deberá disponer de, al menos, un instrumento de medida de admitancia y una unidad de referencia para poder verificar la precisión de lectura del aparato ([9.3.4](#)).

Si la planta de anodizado realiza el ensayo de abrasión de superficie, deberá tener el papel de lija adecuado ([9.6.1](#)).

La planta de anodizado deberá tener acceso a los equipos para realizar cualquier otro ensayo de producto descrito en el apartado [12.7](#) y que puedan ser requeridos por el cliente. Cualquier organización seleccionada para llevar a cabo dicho ensayo deberá estar acreditada en ISO 17025 para ese ensayo.

### 12.6.2.3. Equipamiento para el control de baños

La planta de anodizado debe disponer de un medidor de pH y dos soluciones tampón.

## 12.7 Ensayos de producto a realizar por el licenciario

Como se indica a continuación, algunos ensayos no son aplicables a la anodización arquitectónico.

### 12.7.1. Ensayos requeridos

El licenciario deberá realizar los siguientes ensayos de calidad de producto en función de los productos que fabrique. A continuación se exponen los detalles:

- Espesor.
- Ensayo de pérdida de peso.
- Ensayo de gota colorante o ensayo de admitancia o ambos.
- Evaluación de defectos visibles, textura de la superficie y color cuando proceda.
- Ensayo de resistencia a la abrasión.



Además, el aluminio anodizado coloreado debe tener una adecuada solidez a la luz; los detalles para su conformidad se indican más adelante.

Existen varias opciones para tomar muestras de ensayo. El licenciatario debe elegir una opción de la lista a continuación, donde 1) es la más preferida y 3) es la menos preferida. Las circunstancias que podrían llevar al licenciatario a adoptar una opción menos preferida incluyen aquellas en las que: i) no es posible tomar muestras del lote de producción debido a la forma, tamaño o forma del producto; ii) múltiples lotes de aleaciones diferentes se tratan juntos; iii) el lote comprende solo una pieza.

- 1) Las muestras de ensayo se tomarán del lote de producción.
- 2) Las muestras de ensayo deben estar hechas de la misma aleación que el lote de producción y tratadas simultáneamente con él.
- 3) Las muestras de ensayo pueden estar hechas de una aleación diferente del lote de producción, pero deben tratarse simultáneamente con él. La aleación deberá contener al menos 97% de aluminio. Si el licenciatario adopta con frecuencia esta opción, siempre debe usar la misma aleación para que pueda desarrollar un registro consistente.

La práctica adoptada se registrará en el sistema de control de producción.

El licenciatario deberá cumplir las normas en las que se especifiquen los ensayos que realiza. Las normas internacionales relevantes están recogidas en el apartado 4.

## 12.7.2. Espesor

Se deberá medir el espesor medio y el espesor local de capa de los productos utilizando uno de los métodos especificados en el apartado [9.2](#).

Estos espesores de capa no deben ser inferiores a los valores mínimos para la clase de espesor especificada.

Si el cliente lo especifica, la medición del espesor se tratará en un ensayo de aceptación del lote. El cliente deberá especificar el procedimiento de muestreo que se utilizará, o que no se requiere muestreo del lote.

En ausencia de instrucciones sobre el muestreo por parte del cliente, las mediciones del espesor de la capa se llevarán a cabo al menos una vez en los productos terminados de cada bastidor. Se recomienda comprobar el espesor de capa antes de la coloración y el sellado.

Los valores mínimos y máximos de los espesores medios y locales se registrarán en el sistema de control de producción.

## 12.7.3. Tolerancias dimensionales

No aplicable

## 12.7.4. Calidad del sellado

### 12.7.4.1. Ensayo de pérdida de peso

Los productos anodizados se deben evaluar mediante el método recogido en el apartado [9.3.1](#). La pérdida de peso no debe exceder los 30 mg/dm<sup>2</sup>.

Éste será el método de referencia para evaluar la calidad de sellado.

El ensayo de pérdida de peso deberá realizarse, al menos:

- 1 por día y por baño de sellado, cuando la producción de anodizado coloreado representa el 100% de la producción total de la semana;
- 1 cada 2 días y por baño de sellado, si la producción de anodizado coloreado representa más del 50% y menos del 100% de la producción total de la semana;

- 1 cada semana y por baño de sellado, si la producción de anodizado coloreado representa menos del 50% de la producción total de la semana;
- 1 cada día y por cada línea de anodizado en continuo que se está utilizando.

## 12.7.4.2. Ensayo de la gota colorante

Los productos anodizados deben evaluarse utilizando el método del apartado [9.3.3](#). El valor no deberá exceder de 2. En el caso de que sea 2, o bien se realiza un ensayo de pérdida de peso o bien se repite el sellado.

Este es un ensayo de control de producción.

El ensayo de la gota de colorante debe realizarse al menos una vez en cada baño de sellado en todos los turnos de trabajo. Siempre se llevará a cabo en la pieza con el recubrimiento de mayor espesor.

En el caso de líneas de anodizado en continuo, el ensayo de la gota de colorante ha de realizarse una vez por bobina.

## 12.7.4.3. Ensayo de admitancia

Los productos anodizados deben ser evaluados según el método descrito en el apartado [9.3.4](#). El límite para considerar correcta la admitancia es de 20  $\mu$ S. Si el valor excede los 20  $\mu$ S, o bien se realiza un ensayo de pérdida de peso o se repite el sellado. Este límite de aceptación de admitancia no es aplicable en las piezas coloreadas electrolíticamente en bronce medio, bronce oscuro y negro. Estos han de tener una terminación con un valor  $L^*$  menor a 60 en la escala CIE 1976  $L^* a^* b^*$ .

Este es un ensayo de control de producción.

El ensayo de admitancia se debe realizar al menos una vez por cada baño de sellado en todos los turnos de trabajo. No es necesario realizar este ensayo de admitancia en el anodizado en continuo.

## 12.7.5. Defectos visibles

Las piezas deben examinarse visualmente según lo requerido en el apartado [9.4.1](#). Las piezas anodizadas deben observarse desde una distancia acordada por las partes. Si no existe ningún acuerdo se deberán aplicar las siguientes distancias de observación:

- 3 m para aplicaciones a la intemperie donde el observador puede acercarse a menos de 5 metros del producto anodizado.
- 5 m para otras aplicaciones para el exterior.

El metal recibido por el licenciatarario deberá ser de suficiente calidad como para estar libre de defectos visibles, en función de los requisitos indicados por el cliente, en superficies significativas tras el proceso en la línea de anodizado. En caso de duda o desacuerdo sobre si el procesamiento en la línea de anodizado reducirá la visibilidad de los defectos, se podrá comprobar la posibilidad de eliminarlos o difuminarlos tratando una muestra de este metal en la línea de anodizado para producir el acabado acordado y a continuación realizar una evaluación visual como se ha descrito anteriormente.

## 12.7.6. Textura de superficie y color

La textura de superficie y el color de los componentes anodizados así como de las muestras se deben evaluar visualmente según lo requerido en el apartado [9.4.2](#). Deberán ser visualizados desde la distancia que hayan acordado las partes interesadas. Si no existe ningún acuerdo se aplicarán las siguientes distancias de observación:

- Las descritas en el apartado [12.7.5](#) para la comparación de componentes anodizados.
- 1 m. para la comparación de componentes anodizados en relación a muestras acordadas por las partes interesadas.

Se pueden usar métodos instrumentales si el cliente y el anodizador lo acuerdan

La textura de superficie y el color de componentes anodizados estarán dentro de los límites acordados entre el licenciatarlo y el cliente.

Las muestras de referencia acordadas se almacenarán en un lugar seco y oscuro.

## **12.7.7. Propiedades de reflexión de la luz**

No aplicable.

## **12.7.8. Resistencia a la corrosión**

No aplicable si el espesor de la película está adecuadamente especificada.

## **12.7.9. Resistencia al desgaste**

No aplicable.

## **12.7.10. Resistencia a la abrasión de superficie**

Se evaluará la resistencia a la abrasión de la superficie de las probetas de aluminio anodizado con un espesor de recubrimiento medio de 20 µm o superior utilizando el método de 9.6.1 o 9.6.2. Después de aplicar el método de 9.6.1, el papel abrasivo no deberá presentar un depósito denso de polvo blanco calcáreo. Después de aplicar el método de 9.6.2, el revestimiento debe tener un índice de desgaste menor que 1.4.

En caso de duda o desacuerdo, el ensayo de referencia será el método descrito en el apartado 9.6.2. Téngase en cuenta que se trata de un ensayo comparativo y requiere el uso de una muestra patrón.

El método descrito en el apartado [9.6.1](#) es un ensayo de control de producción.

Se debe realizar un ensayo de resistencia a la abrasión de la superficie al menos una vez por turno en los productos terminados de cada una de las cubas de anodizado.

No es necesario realizar un ensayo de abrasión en los productos anodizados en continuo. De todas formas, si lo requiere el cliente, se realizará un ensayo de abrasión al menos una vez en cada bobina anodizada.

## **12.7.11. Microdureza**

No aplicable.

## **12.7.12. Resistencia al cracking por deformación**

Si el cliente lo requiere, se utilizará el método descrito en el apartado [9.9](#) para evaluar la Resistencia al cracking por deformación de los productos de laminación anodizados. Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatarlo y el cliente.

Evaluar la resistencia a la deformación puede ser relevante para los productos laminados que se deforman después del anodizado.

## **12.7.13. Solidez a la luz**

Si el cliente lo requiere, se utilizará el método descrito en el apartado [9.9](#) para evaluar la Resistencia al cracking por deformación de los productos de laminación anodizados. Tanto la

frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatario y el cliente.

Evaluar la resistencia a la deformación puede ser relevante para los productos laminados que se deforman después del anodizado.

## **12.7.14. Resistencia al cuarteo térmico**

No aplicable.

## **12.7.15. Continuidad de capa**

Si el cliente lo solicita, podrá evaluarse la continuidad de capa utilizando el método descrito en el apartado [9.11](#) en los productos anodizados en continuo. Tras el ensayo, se comprobará mediante examen visual que en la superficie de la muestra no aparecen manchas negras o de color rojo oscuro.

El ensayo de continuidad de capa se deberá realizar una vez al día en cada línea de anodizado en continuo que esté operativa.

## **12.7.16. Potencial de ruptura eléctrica**

No aplicable.

## **12.7.17. Densidad de superficie**

No aplicable.

## **12.7.18. Rugosidad**

No aplicable.

## **12.7.19. Ensayos de simulación de puesta en servicio**

Como la vida útil de los productos anodizados para la arquitectura es tan dilatada, no se realizan ensayos rutinarios de exposición a la intemperie.

# **12.8 Requisitos de los procesos**

## **12.8.1. Pretratamiento**

El titular de la licencia puede usar cualquier proceso que considere apropiado para lograr el acabado requerido por el cliente. Estos pueden incluir procesos mecánicos tales como lijado, esmerilado, cepillado, pulido y gratado, y también químicos como desengrase, decapado, matizado y neutralizado.

## **12.8.2. Anodizado**

El anodizado debe realizarse utilizando soluciones basadas en ácido sulfúrico. Con excepción del ácido oxálico, no se deben utilizar aditivos en las soluciones de anodizado a no ser que estén aprobadas por Qualanod.

## **12.8.3. Coloración**

Los tintes se deben usar de acuerdo con las instrucciones del proveedor o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del licenciatario.

Los procesos de coloración electrolítica se deben utilizar de acuerdo con las instrucciones del proveedor o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia. Para aplicaciones exteriores, la Marca de Calidad no debe

usarse para acabados negros producidos mediante coloración electrolítica con soluciones basadas en sales de cobre.

## 12.8.4. Proceso de sellado

Salvo que haya sido aprobado expresamente por Qualanod, no se debe utilizar ningún proceso de sellado diferente al del sellado por termo hidratación o el sellado en frío en dos etapas que utiliza soluciones de fluoruro de níquel.

## 12.8.5. Sellado con agua caliente

Para el sellado con agua caliente, la temperatura no podrá ser inferior a 96 °C medida 10 minutos después de la inmersión de la carga.

Cualquier aditivo, por ejemplo los aditivos anti-polvo, deberá utilizarse siguiendo las instrucciones del proveedor o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del licenciario.

## 12.8.6. Sellado en frío

Sellado en frío como proceso de sellado que se realiza mediante una solución acuosa a una temperatura no superior a 35 °C.

Los procesos de sellado en frío de dos pasos que utilicen una solución que contenga fluoruro de níquel se utilizarán de acuerdo con las instrucciones escritas de los proveedores o, en ausencia de dichas instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia. Se proporciona orientación en 11.6.5.

## 12.8.7. Otros métodos de sellado

Se podrán utilizar otros sistemas de sellado, incluyendo el sistema de sellado a media temperatura, que hayan sido aprobados por Qualanod y siguiendo las instrucciones escritas de los proveedores o, a falta de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar por escrito del titular de la licencia.

## 12.9 Métodos de control de procesos

### 12.9.1. Decapado

Los baños para el decapado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de los productos químicos de decapado. A falta de dichas instrucciones para los baños de decapado ácido que utilice hidróxido sódico, se realizarán los análisis de hidróxido sódico libre, de aluminio y, si es el caso, también del agente secuestrante. En ausencia de instrucciones para los baños de ataque ácido, los análisis deben seguir las prácticas operativas estándar del licenciario. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios.
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día.
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día.
- una vez cada día que se utilice la línea si el baño se encuentra en una línea anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados de los análisis.

La temperatura de cada uno de los baños de decapado se revisará a intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de decapado.

### 12.9.2. Abrillantado

Los baños de abrillantado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de cada producto químico de abrillantado. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día que se utilice la línea si el baño se encuentra en una línea anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de cada uno de los baños de abrillantado se revisará a intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de abrillantado.

### 12.9.3. Anodizado

Los baños de anodizado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de cada aditivo de anodizado. A falta de dichas instrucciones, se realizarán los análisis de sulfúrico libre y aluminio disuelto. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día que se utilice la línea si el baño se encuentra en una línea anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de cada uno de los baños de anodizado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al final de cada ciclo de anodizado.

### 12.9.4. Sellado

Los baños de sellado, incluidos todos los baños que utilizan procesos de sellado multi-etapas, serán analizados siguiendo las instrucciones del proveedor de los productos químicos para el sellado o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del licenciario

Para el sellado en frío, se debe verificar el contenido de níquel del baño al menos:

- una vez al día para cada baño, si se trabajan tres turnos por día;
- una vez cada dos días para cada baño, si se trabajan dos turnos de ocho horas por día;
- una vez cada tres días para cada baño, si se trabaja un turno de ocho horas por día;
- una vez cada día cuando la línea está en uso, si el baño está en una línea de anodizado de bobina

El contenido de fluoruro libre se analizará de acuerdo con las instrucciones del proveedor de los productos químicos de sellado. La composición del baño se ajustará en base de los resultados de los análisis analíticos

El pH de todos y cada uno de los baños de sellado, incluidos todos los baños con procedimiento de sellado multi-etapa, se medirán a intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. La composición del baño deberá ajustarse a los resultados del análisis.

La temperatura de cada baño de sellado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar a los 10 minutos de la inmersión de la carga y será registrado.

## 12.9.5. Almacenaje de productos

Los productos de aluminio deben almacenarse siempre lejos de las instalaciones de anodizado tanto antes como después del anodizado. Después del anodizado, deberán protegerse de la condensación y de la suciedad. Todas las piezas anodizadas almacenadas tendrán marcado el espesor del revestimiento.

## 12.10 Registros del control de la producción

### 12.10.1. Sistema de control

La planta de anodizado deberá tener un sistema seguro para controlar la producción y sus registros deberán contener, al menos, la siguiente información:

- El nombre y dirección del cliente, pedido o número de serie.
- La fecha de la producción.
- El tipo de anodizado (natural o coloreado).
- La clase de espesor especificada para el recubrimiento y el espesor de capa realmente obtenido (valores mínimo y máximo del espesor medio y del espesor local).
- Los resultados del ensayo de pérdida de peso.
- Los resultados del ensayo de gota colorante o del ensayo de admitancia, cuando sean de aplicación.
- Los resultados del ensayo de resistencia a la abrasión de superficie, cuando sean de aplicación.
- Evidencia de que la técnica de coloración sigue lo indicado en el apartado [12.7.13](#), cuando sea de aplicación.
- Medidas adoptadas para corregir los valores que no cumplen con los requisitos.

El Sistema de registros incluirá lo siguiente:

- Los resultados de análisis y monitorización de la temperatura en todos y cada uno de los baños de decapado y el número de turnos trabajados.
- Los resultados de los análisis y monitorización de la temperatura de los baños de anodizado, y el número de turnos trabajados.
- El nombre del producto y la licencia de todos los productos químicos patentados o los procesos aplicados, por ejemplo, en el sellado.
- Los resultados de los análisis y de la monitorización de la temperatura y del pH de los baños de sellado.

El inspector deberá tener acceso pleno a toda la información.

### 12.10.2. Trazabilidad

El licenciario deberá redactar y mantener los procedimientos que sirvan para asociar claramente la producción con los correspondientes planos, especificaciones y otro tipo de documentos durante todas las fases de producción, suministro y montaje. Los productos individuales, los lotes o las cargas deben ser identificados inequívocamente. Esta identificación debe incluirse en los registros del sistema de control.



## 12.11 Inspecciones

### 12.11.1. Introducción

El inspector realizará las inspecciones según se describe en el [apartado 8](#) en relación a los requisitos que se incluyen aquí en este apartado 12.11. Para evitar una visita de inspección infructuosa es recomendable que la planta notifique al organismo adecuado en caso de que no vaya a tener material suficiente para los ensayos durante determinados períodos.

### 12.11.2. No conformidades

La siguiente es una lista de no conformidades para anodizado arquitectónico.

- Un resultado de espesor de recubrimiento insatisfactorio. Ver 12.11.4
- Un resultado del ensayo de pérdida de peso insatisfactorio. Ver 12.11.4
- Un resultado insatisfactorio d ensayo de resistencia a la abrasión superficial (para lotes que contienen clase AA 20 o una clase de mayor espesor). Ver 12.11.4
- Un resultado del ensayo de resistencia a la abrasión superficial insatisfactorio (para lotes que contienen donde todas las piezas probadas tienen un espesor de recubrimiento promedio de 20 µm o más). Ver 12.11.4
- Registros de producción incompletos. Ver [12.10](#).
- El uso de una solución de anodizado no basada en ácido sulfúrico. Ver [12.8.2](#)
- No hay aparatos disponibles para medir el espesor del recubrimiento. Ver [12.6](#).
- No hay aparato disponible y no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de pérdida de peso. Ver 12.6.
- No hay aparato disponible y no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de admitancia o no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de la gota de colorante. Ver 12.6.
- No hay disponibilidad de papel abrasivo con revestimiento de vidrio validado para los ensayos de resistencia a la abrasión de la superficie (si la planta utiliza el ensayo de resistencia a la abrasión de la superficie). Ver 12.6
- No hay disponibilidad de aparatos funcionales para cualquier ensayo especificado en las Directrices de Qualanod y requerida por el cliente. Ver 12.6

### 12.11.3. Identificación de los productos sometidos al control de calidad interno

El licenciario indicará al inspector de Qualanod qué mercancías han pasado el control de calidad interno. Se considerará que los productos que se mantienen almacenados listos para despachar o embalar han pasado el control de calidad interno.

El licenciario identificará claramente las partes no cubiertas por su licencia para anodizado arquitectónico. El inspector puede buscar la verificación del tipo de anodizado, por ejemplo, examinando el acuerdo escrito entre el anodizador y su cliente.

### 12.11.4. Ensayos de producto durante una inspección

La inspección puede incluir los siguientes ensayos de producto:

- Espesor del revestimiento
- Pérdida de peso
- Gota de colorante o admitancia (ensayo de admitancia se realizará dentro de las 48 horas posteriores al sellado)
- Resistencia a la abrasión en la superficie.

El espesor medio y el espesor local de revestimiento se miden en los productos utilizando el método de corrientes de Foucault especificado en la norma ISO 2360 (véase [9.2](#)). Estos no deben ser inferiores a los valores mínimos para la clase de espesor especificada.



Cuando los productos se evalúan utilizando el método de ensayo de la pérdida de peso de [9.3.1](#), la pérdida de peso no debe exceder los 30 mg/dm<sup>2</sup>.

Los productos se evalúan utilizando el método de ensayo de la gota de colorante de [9.3.3](#).

Los productos se evalúan utilizando el método de ensayo de medida de la admitancia de [9.3.4](#).

Se evalúa la resistencia a la abrasión de superficie de las muestras de aluminio anodizado con un espesor de capa medio de 20 µm o superior utilizando el método de [9.6.1](#) o 9.6.2. Después de aplicar el método de 9.6.1, el papel abrasivo no deberá presentar un depósito denso de polvo blanco calcáreo. Después de aplicar el método de 9.6.2, el revestimiento debe tener un índice de desgaste menor a 1.4. Si, después de aplicar el método de 9.6.1, se disputa el resultado, la disputa se resuelve aplicando el método de 9.6.2.

## 12.11.5. Procesos

El inspector verificará que los procesos se han realizado de acuerdo con los requisitos de [12.8](#). También verificará visualmente que los análisis de los baños se efectúan correctamente.

## 13 Apéndice - Anodizado Industrial

### 13.1 Introducción

Los apartados 2 al 9 contienen disposiciones generales que se aplican independientemente del tipo de anodizado. Las señaladas a continuación son particularmente reseñables:

- Apartado 6. Concesión y renovación de licencias.
- Apartado 7. Reglamento sobre el uso de la marca QUALANOD.
- Apartado 8. Inspecciones.
- Apartado 9. Métodos de ensayo de productos.

### 13.2 Alcance

Este apartado especifica los requisitos que ha de cumplir el anodizado industrial y los productos fabricados mediante anodizado industrial en los que el aspecto tiene importancia secundaria.

El anodizado industrial produce recubrimientos de oxidación anódica que se utilizan principalmente para obtener:

- resistencia al desgaste por abrasión o erosión
- aislamiento eléctrico
- aislamiento térmico
- reconstrucción (para reparar piezas fuera de tolerancia en la maquinaria o en las piezas desgastadas)
- resistencia a la corrosión (cuando está sellado).

Los productos de anodizado industrial incluyen: válvulas, piezas deslizantes, mecanismos de bisagra, levas, engranajes, juntas giratorias, pistones, poleas, bloques de válvulas, extremos de varillas y tolvas de alimentos.

Existen muchos productos de automoción, médicos, o de aplicaciones culinarias en los que el aspecto no es insignificante pero cuya resistencia al proceso de desgaste o a la limpieza utilizando agentes químicos abrasivos es mucho más importante. En estos casos, éstas son las propiedades especialmente demandadas del anodizado del aluminio.

Cuando el aspecto y la protección tienen una importancia equivalente, serán de aplicación lo previsto en el [apartado 12](#), anodizado arquitectónico.

Además, cuando la característica prioritaria es la alta resistencia al desgaste, se aplicarán las disposiciones del [Apéndice 15](#) “aluminio duro”.

## 13.3 Marca de calidad

El sello de calidad debe cumplir los requisitos indicados en el [apartado 7](#).

## 13.4 Contratos con clientes

### 13.4.1. Información a facilitar por el cliente

El cliente debe facilitar al anodizador la siguiente información consultando, si fuera necesario, a su proveedor de aluminio o al licenciario anodizador o a ambos.

- El uso que se pretende dar al producto a anodizar.
- Las especificación del aluminio que se va a anodizar (aleaciones y estado de tratamiento).
- La extensión de las superficies significativas del producto que se va a anodizar.
- El procedimiento de muestreo para los ensayos de aceptación de lote (ver [9.1](#))
- El espesor requerido de la capa de oxidación anódica.
- Las tolerancias dimensionales originales y finales. El cliente puede especificar que éstas no son necesarias o que tienen prioridad sobre el espesor de recubrimiento requerido.
- Las posiciones y dimensiones preferidas de las marcas de contacto (agarres).
- Cualquier requisito especial para la preparación de la superficie, por ejemplo, granallado, decapado, lijado.
- El color, si lo hay, del material anodizado.
- El método de sellado a utilizar. El cliente puede especificar no sellar o sellar solo para eliminar la adherencia.
- Cualquier requisito especial para el post-tratamiento, por ejemplo, impregnación, repulido.
- Cualquier característica especial requerida, tal como la resistencia al desgaste, la resistencia a la corrosión, la microdureza.

### 13.4.2. Aluminio para ser anodizado

Las recomendaciones para la selección de las aleaciones se recogen en el [apartado 11](#).

Las propiedades y características de los recubrimientos de oxidación anódica están significativamente afectadas tanto por las aleaciones como por los métodos de producción. Por lo tanto, los materiales están clasificados en cinco grupos de aleaciones según se indica a continuación:

- Clase 1: todas las aleaciones forjadas excepto las de la serie 2000 y clase 2b.
- Clase 2a: aleaciones de las series 2000 con un contenido de cobre menor del 5%.
- Clase 2b: aleaciones de las series 5000 con un contenido de magnesio del 2% o más y aleaciones de las series 7000.
- Clase 3a: aleaciones de fundición con menos del 2% de cobre y/ 8% de silicio.
- Clase 3b: otras aleaciones de fundición.

### 13.4.3. Superficies significativas

Las superficies significativas estarán indicadas preferiblemente mediante planos o mediante muestras convenientemente marcadas; en algunos casos, puede haber diferentes requisitos de acabado en distintas partes de la superficie significativa. Enmascaramiento puede ser necesario para conseguir que distintos requisitos se cumplan.

#### 13.4.4. Clases de espesor

El recubrimiento de oxidación anódica se clasifica en función de la clase de espesor, el cual viene determinado por los valores mínimos permitidos del espesor medio y del espesor local. Las clases de espesor se identifican con las letras "AA". Las definiciones de las clases de espesor más habituales se recogen en la Tabla 13.1. Téngase en cuenta que se permiten otras clases de espesor, por ejemplo, AA 7 o AA 18, y se definen de una manera similar.

En el [apartado 11](#) se incluyen algunas indicaciones sobre la elección de la clase de espesor.

**Tabla 13.1. Clases de espesor más habituales**

Clases de espesor	Espesor medio mínimo (µm)	Espesor local mínimo (µm)
AA10	10	8
AA15	15	12
AA20	20	16
AA25	25	20

#### 13.4.5. Preparación de la superficie

La norma ISO 7599 incluye un sistema de designación de la preparación de la superficie.

#### 13.4.6. Tolerancias dimensionales finales

El anodizado provoca un incremento de las dimensiones de un artículo, que está alrededor de un 50% del espesor del recubrimiento de cada superficie anodizada.

### 13.5 Reclamaciones

Cualquier reclamación por parte del cliente al anodizador deberá efectuarse por escrito. El anodizador mantendrá un registro de las reclamaciones que incluya las acciones tomadas al respecto.

### 13.6 Laboratorio y aparatos de ensayo

#### 13.6.1. Laboratorio

Las plantas de anodizado deben tener un laboratorio que se encuentre en una sala específica y separada del resto de la planta de anodizado y donde se mantengan las condiciones apropiadas para los ensayos que se lleven a cabo.

#### 13.6.2. Equipos

##### 13.6.2.1. Introducción

Cada uno de los aparatos ha de responder a las correspondientes normas del ensayo. Cada aparato debe estar operativo y debe tener una ficha de datos que muestre el número de identificación del aparato y los controles de calibración.

##### 13.6.2.2. Equipos para los ensayos de productos

Cada planta de anodizado debe disponer de, al menos, dos instrumentos de medida del espesor basados en el método de las corrientes de Foucault o un instrumento de medida de corrientes de Foucault y un microscopio de corte óptico ([9.2](#)).

Las plantas de anodizado deberán disponer del siguiente equipamiento para poder realizar el ensayo de pérdida de peso (9.3.1): a menos que los clientes no lo requieran:

- balanza analítica (precisión de  $\pm 0,1$  mg)
- estufa
- desecador
- dispositivo de secado
- medios para la agitación del baño
- productos químicos.

La planta de anodizado tendrá el siguiente equipo para realizar el ensayo de pérdida de peso (9.3) :) a menos que los clientes no lo requieran.

La planta de anodizado debe tener al menos un instrumento para medir la admitancia y una unidad de referencia para verificar la precisión de lectura del dispositivo (9.3.4) a menos que los clientes no lo requieran.

La planta de anodizado deberá tener acceso a los equipos para realizar cualquier otro ensayo de producto descrito en el apartado (13.7) y que puedan ser requeridos por el cliente. Cualquier organización seleccionada para llevar a cabo tal ensayo debe estar acreditada conforme a la ISO 17025 para este ensayo.

### 13.6.2.3. Equipamiento para el control de los baños

La planta de anodizado debe disponer de un medidor de pH y dos soluciones tampón.

## 13.7 Ensayos de producto a realizar por el licenciataria

Como se indica a continuación, algunos ensayos no son aplicables a la anodización industrial.

### 13.7.1. Ensayos requeridos

El licenciataria deberá realizar los siguientes ensayos de calidad de producto en función de los productos que fabrique. A continuación se exponen los detalles:

- Espesor
- Ensayo de pérdida de peso (a menos que no sea requerido por los clientes)
- Bien la gota de colorante o el ensayo de la admitancia o ambos (a menos que no sea requerido por los clientes)
- Defectos visibles
- Tolerancias dimensiones finales

Adicionalmente, el licenciataria realizará cualquiera de los ensayos descritos anteriormente si así se lo requiere el cliente.

Existen varias opciones para tomar muestras de ensayo. El licenciataria debe elegir una opción de la lista a continuación, donde 1) es la más preferida y 3) es la menos preferida. Las circunstancias que podrían llevar al licenciataria a adoptar una opción menos preferida incluyen aquellas en las que: i) no es posible tomar muestras del lote de producción debido a la forma, tamaño o forma del producto; ii) múltiples lotes de aleaciones diferentes se tratan juntos; iii) el lote comprende solo una pieza.

- 1) Las muestras de ensayo se tomarán del lote de producción.
- 2) Las muestras de ensayo deben estar hechas de la misma aleación que el lote de producción y tratadas simultáneamente con él.
- 3) Las muestras de ensayo pueden estar hechas de una aleación diferente del lote de producción, pero deben tratarse simultáneamente con él. La aleación deberá contener al menos 97% de aluminio. Si el licenciataria adopta con frecuencia esta opción, siempre debe usar la misma aleación para que pueda desarrollar un registro consistente.

La práctica adoptada se registrará en el sistema de control de producción.

El licenciario deberá cumplir con los requisitos de las normas que especifican los ensayos que realiza. Las normas internacionales relevantes están recogidas en el apartado 4.

## 13.7.2. Espesor

El espesor de la capa deberá medirse utilizando el método del [apartado 9.2.](#)

Cuando se especifica una clase de espesor, el espesor medio y el espesor local deberán ser superiores a los valores mínimos especificados en la clase de espesor.

En el caso de que se especifique un espesor superior a 50  $\mu\text{m}$ , el espesor medio deberá estar dentro del intervalo de  $\pm 20\%$  del espesor nominal. Cuando se especifique un espesor nominal superior a 50  $\mu\text{m}$ , el espesor medio deberá estar dentro del intervalo de  $\pm 10\%$  del espesor nominal.

Si el cliente lo especifica, la medida del espesor se tratará en un ensayo de aceptación del lote. El cliente deberá especificar el procedimiento de muestreo que se utilizará, o que no se requiere muestreo del lote.

En ausencia de instrucciones sobre el muestreo por parte del cliente, las medidas del espesor de la capa se llevarán a cabo al menos una vez en los productos terminados de cada bastidor. Se recomienda comprobar el espesor de la capa antes de la coloración y el sellado.

Los valores mínimos y máximos de los espesores medios y locales se registrarán en el sistema de control de producción.

## 13.7.3. Tolerancia de las dimensiones

Cuando sea relevante, la medida de las dimensiones finales deberá considerarse como un ensayo de aceptación del lote.

## 13.7.4. Calidad del sellado

### 13.7.4.1. Ensayo de pérdida de peso

A menos que no sea requerido por el cliente, los productos anodizados se deben evaluar mediante el método recogido en el apartado [9.3.1.](#) La pérdida de peso no debe exceder los 30 mg/dm<sup>2</sup>.

Éste debe ser el método de referencia para evaluar calidad de sellado.

El ensayo de pérdida de peso deberá realizarse, al menos:

- 1 por día y por baño de sellado, cuando producción de anodizado coloreado representa el 100% de la producción total de la semana;
- 1 cada 2 días y por baño de sellado, si la producción de anodizado coloreado representa más del 50% y menos del 100% de la producción total de la semana;
- 1 cada semana y por baño de sellado, si la producción de anodizado coloreado representa menos del 50% de la producción total de la semana;
- 1 cada día y por cada línea de bobina de anodizado en continuo que se está utilizando.

### 13.7.4.2. Ensayo de la gota de colorante

A menos que no sea requerido por el cliente, los productos anodizados deben evaluarse utilizando el método del apartado [9.3.3.](#) El valor no deberá exceder de 2.

El ensayo de gota colorante debe realizarse al menos una vez en cada baño de sellado en todos los turnos de trabajo. Siempre se llevará a cabo sobre la pieza con mayor espesor de recubrimiento.

En el caso de líneas de anodizado en continuo, el ensayo de gota colorante ha de realizarse una vez por cada bobina.

### 13.7.4.3. Ensayo de admitancia

A menos que el cliente no lo requiera, los productos anodizados se evaluarán utilizando el método de 9.3.4. El límite de aceptación para la admitancia corregida será de 20  $\mu$ S. Si el valor de admitancia corregido excede los 20  $\mu$ S, se realizará un ensayo de pérdida de peso o se repetirá el sellado. El límite de aceptación para la admitancia no es aplicable a las piezas coloreadas electrolíticamente en bronce medio, bronce oscuro y negro. Esos son acabados con un valor  $L^* a^* b^*$  menor de 60 en la escala CIE 1976  $L^* a^* b^*$ .

Este es un ensayo de control de producción.

El ensayo de admitancia se llevará a cabo al menos una vez por cada baño de sellado en cada turno de trabajo. No es necesario realizar ensayos de admitancia en los productos anodizados en continuo.

### 13.7.5. Defectos visibles

Las piezas deben examinarse visualmente según se indica en el apartado [9.4.1](#). La superficie significativa estará totalmente anodizada. La apariencia visual será sustancialmente uniforme sin zonas desconchadas, abombadas o polvorientas (quemadas). Normalmente, los cuarteos o microcortes no son una razón de rechazo de la pieza.

### 13.7.6. Textura de superficie y color

Si el cliente lo solicita, la textura de superficie y el color de los componentes anodizados estarán dentro de los límites acordados entre el licenciario y el cliente.

### 13.7.7. Propiedades de reflexión de la luz

No aplicable

### 13.7.8. Resistencia a la corrosión

Si el cliente lo solicita, la resistencia a la corrosión se evaluará utilizando alguno de los métodos recogidos en el apartado [9.5](#).

Después del ensayo NSS, una muestra de ensayo con un recubrimiento de oxidación anódica de 50  $\mu$ m de espesor no deberá mostrar ninguna corrosión por picadora excepto aquellas que se encuentren a menos de 1,5 mm de las marcas enganche o de las esquinas.

El ensayo AASS deberá realizarse utilizando patrones de referencia de forma que puedan compararse los resultados con las muestras del ensayo. Esto implicará un examen de las muestras a mitad de los ensayos. El nivel de corrosión de las muestras se determinará utilizando alguno de los sistemas especificados en ISO 8993 e ISO 8994. EL criterio de aceptación para el ensayo AASS se acordará entre el licenciario y el cliente.

Dichos ensayos son sólo aplicables a recubrimientos de oxidación sellados.

### 13.7.9. Resistencia al desgaste

Si el cliente así lo solicita, la resistencia al desgaste de un recubrimiento de oxidación anódica se determinará utilizando bien el método de disco abrasivo recogido en el apartado [9.6.2](#) o bien utilizando el método del chorro abrasivo del apartado [9.6.3](#). La elección del método y del procedimiento deberá cumplir con ISO 10074.

El tiempo transcurrido entre el anodizado y el ensayo será al menos de 24 h. Durante este período, las piezas de ensayo deberán almacenarse en el entorno del ensayo.

La frecuencia del ensayo se acordará entre el licenciario y el cliente.

La resistencia al desgaste deberá estar en los valores recogidos en la Tabla 13-2

**Tabla 13-2. Valores de aceptación para los ensayos de resistencia**

Clase de Material	Número de dobles pasadas (método de disco abrasivo)	Valor mínimo del coeficiente de resistencia al desgaste (método de disco abrasivo y método de chorro abrasivo)	Máxima pérdida de peso (método Taber)
Clase 1	800 a 100	80%	15 mg
Clase 2 (a)	400 a 100	30%	35 mg
Clase 2 (b)	800 a 100	55%	25 mg
Clase 3 (a)	400 a 100	55%	
Clase 3 (b)	400 a 100	20%	

#### 13.7.10. Resistencia a la abrasión de la superficie

No aplicable

#### 13.7.11. Microdureza

Si lo requiere el cliente, la microdureza de la capa de oxidación anódica se determinará utilizando el método de Vickers del apartado [9.7](#). El ensayo de carga será de 0.49 N para materiales de las clases 1, 2a, 2b y 3a. El ensayo de carga para el material de la clase 3b se acordará entre el licenciataria y el cliente.

La frecuencia del ensayo y el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciataria y el cliente. En ausencia de un acuerdo, la capa de oxidación anódica de 25 µm a 50 µm de espesor deberá tener una microdureza mínima con unos valores recogidos en la Tabla 13-3.

**Tabla 13-3. Valores de aceptación para el ensayo de microdureza de Vickers**

Clase de Material	Valor mínimo aceptable ( $H_{V 0,05}$ )
Clase 1	400
Clase 2 (a)	250
Clase 2 (b)	300
Clase 3 (a)	250

#### 13.7.12. Resistencia al cracking por deformación

Si así lo requiere el cliente, los productos laminados anodizados se evaluarán en cuanto a su resistencia al agrietamiento por deformación utilizando el método de 9.8. La frecuencia del ensayo y el criterio de aceptación serán acordados por el licenciataria y el cliente.

Evaluar la resistencia a la deformación puede ser relevante para los productos laminados que se deforman después de la anodización.

#### 13.7.13. Solidez a la luz

No aplicable

#### 13.7.14. Resistencia al cuarteo térmico

No aplicable



#### 13.7.15. Continuidad de la capa

Si el cliente lo requiere, los productos anodizados en continuo deben evaluarse para la continuidad de la capa utilizando el método de [9.11](#). Después del ensayo, el examen visual no revelará manchas negras y / o rojizas oscuras en la superficie de la muestra.

El ensayo de continuidad de la capa se llevará a cabo una vez al día para cada línea de anodizado de bobina que esté en funcionamiento.

#### 13.7.16. Tensión eléctrica de ruptura

Si lo solicita el cliente, la tensión eléctrica de ruptura se determinará según el método indicado en el apartado [9.10](#).

Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatario y el cliente. En el caso de que no exista acuerdo, la capa de oxidación anódica de 50 µm de espesor y que presente menos de un 1% de cobre en sus aleaciones tendrá una tensión eléctrica de ruptura mínima de 1200 V y otras aleaciones tendrán una tensión eléctrica de ruptura mínima de 800 V. Estos valores serán la media de 10 mediciones.

El método no da resultados satisfactorios para recubrimientos no sellados.

#### 13.7.17. Densidad superficial

Si lo pide el cliente, la densidad superficial se fijará utilizando el método del apartado [9.12](#).

Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatario y el cliente. En el caso de que no exista acuerdo, la densidad superficial será, como mínimo, de 1100 mg/dm<sup>2</sup> para un recubrimiento no sellado de 50 µm de espesor o equivalente para recubrimientos de otros espesores.

#### 13.7.18. Rugosidad

Si el cliente lo solicita, el método, frecuencia del ensayo y el criterio de aceptación se acordará entre el licenciatario y el cliente.

#### 13.7.19. Ensayos de simulación de puesta en servicio

A solicitud del cliente, los productos anodizados podrán ser evaluados utilizando el ensayo o ensayos especificados por el cliente para simular las condiciones de servicio. La frecuencia del ensayo y los criterios de aceptabilidad deberán acordarse entre el licenciatario y el cliente.

### 13.8 Requisitos de los procesos

#### 13.8.1. Pretratamiento

El titular de la licencia puede usar cualquier proceso que considere apropiado para lograr el acabado requerido por el cliente. Estos pueden incluir procesos mecánicos tales como lijado, esmerilado, cepillado, pulido y gratado, y también químicos como desengrase, decapado, matizado y neutralizado.

#### 13.8.2. Anodizado

El anodizado debe realizarse utilizando soluciones basadas en ácido sulfúrico.

#### 13.8.3. Coloración

Los tintes se deben usar de acuerdo con las instrucciones del proveedor o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia.



Los procesos de coloración electrolítica se deben utilizar de acuerdo con las instrucciones del proveedor o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia. Para aplicaciones al exterior, la Marca de Calidad no debe usarse para acabados negros producidos por coloración electrolítica con soluciones basadas en sales de cobre.

#### 13.8.4. Proceso de sellado

Se puede utilizar cualquier proceso de sellado siempre que consiga que los productos obtenidos satisfagan los requisitos de producto de estas Directrices.

#### 13.8.5. Sellado con agua caliente

Para el sellado con agua caliente, la temperatura no podrá ser inferior a 96°C medida 10 minutos después de la inmersión de la carga.

Cualquier tipo de aditivo, por ejemplo, aditivos anti-polvo, debe usarse de acuerdo con las instrucciones del proveedor o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia.

#### 13.8.6. Sellado en frío

Sellado en frío como proceso de sellado que se realiza mediante una solución acuosa a una temperatura no superior a 35 ° C.

Los procesos de sellado en frío en dos etapas que utilicen una solución que contenga fluoruro de níquel se utilizarán de acuerdo con las instrucciones escritas de los proveedores o, en ausencia de dichas instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia. Se proporciona orientación en [11.6.5](#).

#### 13.8.7. Otros sistemas de sellado

Se podrán utilizar otros sistemas de sellado, incluyendo el Sistema de sellado a media temperatura siguiendo las instrucciones escritas de los proveedores o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del licenciario.

### 13.9 Métodos de control de procesos

Si el licenciario y el cliente acuerdan unos requisitos para la textura de la superficie de los componentes anodizados, se deberá aplicar lo previsto en el 13.9.1 o en el 13.9.2 si es relevante.

#### 13.9.1. Decapado

Los baños para el decapado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de los productos químicos de decapado. A falta de dichas instrucciones para los baños de decapado ácido que utilice hidróxido sódico, se realizarán los análisis de hidróxido sódico libre, de aluminio y, si es el caso, también del agente secuestrante. En ausencia de instrucciones para los baños de ataque ácido, los análisis deben seguir las prácticas operativas escritas estándar del licenciario. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día en el que la línea esté en uso siempre que el baño esté en una línea de anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de cada uno de los baños de decapado se revisará a intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de decapado.

## 13.9.2. Abrillantado

Los baños de abrillantado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de cada producto químico de abrillantado. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día en el que la línea esté en uso siempre que el baño esté en una línea anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de cada uno de los baños de abrillantado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de abrillantado.

## 13.9.3. Anodizado

Los baños de anodizado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de cada aditivo de anodizado. A falta de dichas instrucciones, se realizarán los análisis de sulfúrico libre y aluminio disuelto. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día en el que la línea esté en uso siempre que el baño esté en una línea de anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de cada uno de los baños de anodizado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al final de cada ciclo de anodizado.

## 13.9.4. Sellado

Los baños de sellado, incluidos todos los baños que utilizan procesos de sellado multi-etapas, serán analizados siguiendo las instrucciones del proveedor de los productos químicos para el sellado o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del licenciario.

Para el sellado en frío, el contenido de níquel del baño se controlará al menos:

- una vez al día por cada baño, si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño, si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño, si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día, cuando la línea esté en uso, si el baño está en una línea de anodizado en continuo.

El contenido de fluoruro libre se analizará de acuerdo con las instrucciones del proveedor de los productos químicos de sellado. La composición del baño deberá ajustarse a los resultados del análisis.

El pH de todos y cada uno de los baños de sellado, incluidos los baños con procedimiento de sellado multi-etapa, se medirán a intervalos regulares y al menos dos veces en cada uno de los turnos de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. La composición del baño deberá ajustarse a los resultados del análisis.

La temperatura de cada baño de sellado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar y registrar a los 10 minutos de la inmersión de la carga.

### 13.9.5. Almacenaje de productos

Los productos de aluminio deben almacenarse siempre lejos de las instalaciones de anodizado tanto antes como después del anodizado. Después del anodizado, deberán protegerse de la condensación y de la suciedad.

## 13.10 Registros del control de la producción

### 13.10.1. Sistemas de control

La planta de anodizado deberá tener un sistema seguro para controlar la producción y sus registros deberán contener, al menos, la siguiente información:

- El nombre y dirección del cliente, pedido o número de serie.
- La fecha de la producción.
- La clase de espesor acordada de revestimiento y el espesor de capa realmente obtenido (valores mínimo y máximo del espesor medio).
- Los resultados del ensayo de pérdida de peso (a menos que no sea requerido por el cliente)
- Los resultados del ensayo de la gota de colorante o del ensayo de la admitancia (a menos que el cliente no lo requiera)
- Los resultados de cualesquiera otros ensayos requeridos por el cliente.
- Medidas adoptadas para corregir los valores que no cumplen con los requisitos.

El Sistema de registros incluirá lo siguiente:

- Los resultados de análisis y monitorización de la temperatura en todos y cada uno de los baños de anodizado y el número de turnos trabajados.
- El nombre del producto y la licencia de todos los productos químicos patentados o los procesos aplicados, por ejemplo, en el sellado.
- Los resultados de los análisis y de la monitorización de la temperatura y del pH de los baños de sellado.

El inspector deberá tener acceso pleno a toda la información del Sistema de control.

### 13.10.2. Trazabilidad

El licenciario deberá redactar y mantendrán los procedimientos que sirvan para asociar claramente la producción con los correspondientes planos, especificaciones y otro tipo de documentos durante todas las fases de producción, suministro y montaje. Los productos individuales, los lotes o las cargas deben ser identificados inequívocamente. Esta identificación debe incluirse en los registros del sistema de control.

## 13.11 Inspecciones

### 13.11.1. Introducción

El inspector realizará las inspecciones según se describe en el apartado 8 en relación a los requisitos que se incluyen en este apartado 13.11. Para evitar una visita de inspección

infructuosa es recomendable que la planta notifique al organismo adecuado en caso de que no vaya a tener material suficiente para los ensayos durante determinados períodos.

## 13.11.2. No conformidades

La siguiente es una lista de no conformidades para la anodización industrial.

- Un resultado insatisfactorio de espesor de recubrimiento (salvo que tengan prioridad las tolerancias dimensionales). Ver 13.11.4
- Un resultado del ensayo de pérdida de peso insatisfactorio. Ver 13.11.4
- Registros de producción incompletos. Ver 13.10
- El uso de una solución de anodizado no basada en ácido sulfúrico. Ver [13.8.2](#)
- Ausencia de un aparato para medir el espesor del recubrimiento. Ver [13.6](#)
- No hay aparato disponible y no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de pérdida de peso (a menos que los clientes nunca lo requieran). Ver [13.6](#)
- No hay aparato disponible y no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de admitancia o no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de la gota de colorante (a menos que los clientes nunca lo requieran). Ver [13.6](#)
- No hay disponibilidad de aparatos funcionales para cualquier ensayo especificado en las Directrices de Qualanod y requerida por el cliente. Ver 13.6

## 13.11.3. Identificación de las piezas aprobadas por el control de calidad interno

El licenciatario indicará al inspector de Qualanod qué productos han superado el control de calidad interno. Se considerará que los productos que estén en el almacén listos para expedición o embalados han pasado el control de calidad interno.

El licenciatario identificará claramente los productos que no estén cubiertos por su licencia de anodizado industrial. El inspector tratará de verificar el tipo de anodizado, por ejemplo, examinando los acuerdos escritos entre el anodizador y su cliente.

## 13.11.4. Ensayo de producto durante una inspección

La inspección puede incluir los siguientes ensayos de producto:

- Espesor del recubrimiento
- Pérdida de peso a menos que el cliente no lo requiera para el lote seleccionado.
- Gota de colorante o admitancia (los ensayos de admitancia se realizan dentro de las 48 h posteriores al sellado)

Los espesores de revestimiento promedio y local se miden sobre productos utilizando el método de corrientes de Foucault especificado en ISO 2360 (véase [9.2](#)). Estos no deben ser inferiores a los valores mínimos para la clase de espesor especificada.

Los productos se evalúan utilizando el ensayo de la pérdida de peso de [9.3.1](#). La pérdida de peso no debe exceder los 30 mg / dm<sup>2</sup>.

Los productos se evalúan utilizando el método de la gota de colorante de [9.3.3](#).

Los productos se evalúan utilizando el ensayo de la admitancia de [9.3.4](#).

## 13.11.5. Procesos

El inspector verificará que los procesos se han realizado de acuerdo con los requisitos de [13.8](#). También verificará visualmente que los análisis de los baños se efectúan correctamente.

## 14 Apéndice – Anodizado decorativo

### 14.1 Introducción

Los apartados 2 al 9 contienen disposiciones generales que se aplican independientemente del tipo de anodizado. Las indicadas a continuación son particularmente reseñables:

- Apartado 6. Concesión y renovación de licencias.
- Apartado 7. Reglamento sobre el uso de la marca Qualanod.
- Apartado 8. Inspecciones.
- Apartado 9. Métodos de ensayo de productos.

### 14.2 Alcance

Este apartado especifica los requisitos que ha de cumplir el anodizado decorativo y los productos fabricados para el anodizado decorativo.

ISO 7583 define el anodizado decorativo como “anodizado para conseguir una terminación decorativa con una uniformidad o apariencia agradable como principal característica”.

Como ejemplo están las mamparas de ducha, los estuches de barras de labios y los reflectores de luminarias.

### 14.3 Marca de calidad

La marca de calidad debe cumplir los requisitos indicados en el [apartado 7](#).

### 14.4 Contratos con los clientes

#### 14.4.1. Información a facilitar por el cliente

El cliente debe facilitar al anodizador la siguiente información, y consultando si fuera necesario a su proveedor de aluminio o al licenciatarario o a ambos:

- El uso que se pretende dar al producto a anodizar.
- Las especificación del aluminio que se va a anodizar (aleación y estado de tratamiento).
- La extensión de las superficies significativas del artículo que se va a anodizar.
- El procedimiento de muestreo para los ensayos de aceptación de lote (ver [9.1](#))
- El espesor requerido de la capa de oxidación anódica.
- Las posiciones y dimensiones preferidas para las marcas de contacto (agarres)
- La preparación de la superficie que aplicará al aluminio antes del anodizado y los límites de variación del acabado final de la superficie.
- El color del material anodizado y los límites máximos de variación de color.
- El método de sellado a utilizar. El cliente puede especificar el sellado solo para eliminar la adherencia.

#### 14.4.2. Aluminio para anodizar

Las recomendaciones para la selección de las aleaciones se recogen en el [apartado 11](#).

#### 14.4.3. Superficies significativas

Las superficies significativas estarán indicadas preferiblemente mediante planos o mediante muestras convenientemente marcadas. En algunos casos, puede haber diferentes requisitos de acabado en distintas partes de la/s superficie/s significativa/s.

#### 14.4.4. Clases de espesor

El recubrimiento de oxidación anódica se clasifica en función de la clase de espesor, el cual viene determinado por los valores mínimos permitidos del espesor medio y del espesor local. Las clases de espesor se identifican con las letras "AA". Téngase en cuenta que se permiten otras clases de espesor, por ejemplo, AA 7 o AA 18, y se definen de una manera similar.

Las definiciones de las clases de espesor más habituales se recogen en la Tabla 14-1.

**Tabla 14-1. Clases de espesor más habituales**

Clase de espesor	Espesor medio mínimo (µm)	Espesor local mínimo (µm)
AA3	3	No especificado
AA5	5	4
AA10	10	8
AA15	15	12

#### 14.4.5. Tolerancias de dimensiones finales

No aplicable.

#### 14.4.6. Preparación de la superficie

La preparación de la superficie es especificada preferentemente por medio de muestras aceptadas por ambas partes.

#### 14.4.7. Color

La variación de color permitida se especificará preferentemente por medio de muestras aceptadas por ambas partes. Las muestras representarán los límites más oscuros y más luminosos acordados.

### 14.5 Reclamaciones

Cualquier reclamación por parte del cliente al anodizador deberá efectuarse por escrito. El anodizador mantendrá un registro de las reclamaciones que incluya las acciones tomadas al respecto.

### 14.6 Laboratorio y aparatos de ensayo

#### 14.6.1. Laboratorio

Las plantas de anodizado deben tener un laboratorio que deberá ubicarse en una sala específica, separada del resto de la planta de anodizado y donde se mantengan las condiciones apropiadas para los ensayos que se lleven a cabo.

#### 14.6.2. Equipos

##### 14.6.2.1. Laboratorio

Cada uno de los aparatos ha de responder a los requisitos estándares en lo referente al ensayo. Cada uno de los aparatos ha de ser funcional y debe tener una hoja de registro que muestre el número de identificación del aparato y los controles de calibración.

## 14.6.2.2. Equipos para los ensayos de productos

Cada planta de anodizado debe disponer de, al menos, dos instrumentos para la medida del espesor basados en corrientes de Foucault o un instrumento de medida de corrientes de Foucault y un microscopio de corte óptico ([9.2](#)).

Las plantas de anodizado deberán disponer del siguiente equipamiento para poder realizar el ensayo de pérdida de peso ([9.3.1](#) o [9.3.2](#)):

- balanza analítica (precisión de  $\pm 0,1$  mg)
- estufa
- desecador
- dispositivo de secado
- medios para la agitación del baño
- productos químicos

Si la planta de anodizado utiliza el ensayo de la gota colorante, es obligatorio disponer de las soluciones necesarias para realizar el ensayo ([9.3.3](#))

Si la planta de anodizado utiliza el ensayo de admitancia, deberá disponer de, al menos, un instrumento de medida de admitancia y una unidad de referencia para poder verificar la precisión de lectura del aparato ([9.3.4](#))

La planta de anodizado deberá tener acceso a los equipos para realizar cualquier otro ensayo de producto descrito en el apartado 14.7 y que puedan ser requeridos por el cliente. Cualquier organización seleccionada para llevar a cabo dicho ensayo deberá estar acreditada por la ISO 17025 para ese ensayo.

## 14.6.2.3. Equipamiento para el control de los baños

La planta de anodizado debe disponer de un medidor de pH y dos soluciones tampón.

## 14.7 Ensayos a realizar por el licenciario

Como se indica a continuación, algunos ensayos no son aplicables a la anodización decorativa.

### 14.7.1. Ensayos requeridos

El licenciario deberá realizar los siguientes ensayos de calidad de producto en función de los productos que fabrique. A continuación se exponen los detalles:

- Espesor
- Ensayo de pérdida de peso
- Ensayo de la gota de colorante o ensayo de admitancia o ambos.
- Evaluación de defectos visibles, textura de la superficie y color cuando proceda.

Adicionalmente, el licenciario realizará todos aquellos ensayos descritos anteriormente si así se lo pide el cliente.

Existen varias opciones para tomar muestras de ensayo. El licenciario debe elegir una opción de la lista a continuación, donde 1) es la más preferida y 3) es la menos preferida. Las circunstancias que podrían llevar al licenciario a adoptar una opción menos preferida incluyen aquellas en las que: i) no es posible tomar muestras del lote de producción debido a la forma, tamaño o forma del producto; ii) múltiples lotes de aleaciones diferentes se tratan juntos; iii) el lote comprende solo una pieza.

- 1) Las muestras de ensayo se tomarán del lote de producción.
- 2) Las muestras de ensayo deben estar hechas de la misma aleación que el lote de producción y tratadas simultáneamente con él.



3) Las muestras de ensayo pueden estar hechas de una aleación diferente del lote de producción, pero deben tratarse simultáneamente con él. La aleación deberá contener al menos 97% de aluminio. Si el licenciataria adopta con frecuencia esta opción, siempre debe usar la misma aleación para que pueda desarrollar un registro consistente.

La práctica adoptada se registrará en el sistema de control de producción.

El licenciataria deberá cumplir con los requisitos que se especifiquen en las normas de los ensayos que realiza. Las normas internacionales relevantes están recogidas en el apartado 4.

## 14.7.2. Espesor

Se deberá medir el espesor medio y el espesor local de capa de los productos utilizando uno de los métodos especificados en el apartado [9.2](#).

Estos espesores de capa no deben ser inferiores a los valores mínimos para la clase de espesor especificada.

Si el cliente lo especifica, la medición del espesor se tratará en un ensayo de aceptación del lote. El cliente deberá especificar el procedimiento de muestreo que se utilizará, o que no se requiere muestreo del lote.

En ausencia de instrucciones sobre el muestreo por parte del cliente, las mediciones del espesor de la capa se llevarán a cabo al menos una vez en los productos terminados de cada bastidor. Se recomienda comprobar el espesor del revestimiento antes de la coloración y el sellado.

Los valores mínimos y máximos de los espesores medios y locales se registrarán en el sistema de control de producción.

## 14.7.3. Tolerancias dimensionales

No aplicable.

## 14.7.4. Calidad del sellado

### 14.7.4.1. Ensayo de pérdida de peso

Los productos anodizados se deben evaluar mediante el método recogido en el apartado [9.3.1](#). La pérdida de peso no debe exceder los 30 mg/dm<sup>2</sup>. El método deberá ser acordado entre el licenciataria y el cliente.

Éste será el ensayo de referencia para evaluar la calidad de sellado.

El ensayo de pérdida de peso deberá realizarse, al menos:

- 1 por día y por baño de sellado, si la producción de anodizado coloreado representa el 100% de la producción total de la semana,
- 1 cada 2 días y por baño de sellado, si la producción de anodizado coloreado representa más del 50% y menos del 100% de la producción total de la semana,
- 1 cada semana y por baño de sellado, si la producción de anodizado coloreado representa menos del 50% de la producción total de la semana,
- 1 cada día y por cada línea de bobina de anodizado que se está utilizando.

### 14.7.4.2. Ensayo de la gota de colorante

Los productos anodizados deben evaluarse utilizando el método del apartado [9.3.3](#). El valor no deberá exceder de 2. En el caso de que sea 2, o bien se realiza un ensayo de pérdida de peso o bien se repite el sellado.



Este es un ensayo de control de producción de la calidad de sellado. Es una ensayo de aceptación de la capacidad de absorción de una superficie anodizada.

El ensayo de la gota de colorante debe realizarse al menos una vez en cada baño de sellado en todos los turnos de trabajo. Siempre se llevará a cabo en la pieza con mayor espesor de recubrimiento.

En el caso de líneas de anodizado en continuo, el ensayo de la gota de colorante ha de realizarse una vez por cada bobina.

### 14.7.4.3. Ensayo de admitancia

Los productos anodizados deben ser evaluados según el método descrito en el apartado [9.3.4](#). El límite para considerar correcta la admitancia es de 20  $\mu$ S. Si el valor excede los 20  $\mu$ S, o bien se realiza un ensayo de pérdida de peso o se repite el sellado. Este límite de aceptación de admitancia no es aplicable en las piezas coloreadas electrolíticamente en bronce medio, bronce oscuro y negro. Éstos han de tener una terminación con un valor  $L^*$  menor a 60 en la escala CIE 1976  $L^* a^* b^*$ .

Éste es un ensayo de control de producción.

El ensayo de admitancia se debe realizar al menos una vez por cada baño de sellado en todos los turnos de trabajo. No es necesario realizar este ensayo de admitancia en el anodizado en continuo.

### 14.7.5. Defectos visibles

Las piezas anodizadas se elegirán utilizando un método de muestreo acordado entre las partes interesadas. Las piezas anodizadas deben estar libres de defectos visuales en una superficie significativa cuando se observen desde una distancia acordada entre las partes interesadas. Si no existe ningún acuerdo, las piezas serán examinadas visualmente según lo establecido en el apartado [9.4.1](#) y se aplicarán las siguientes distancias de observación:

- 2 m para aplicaciones arquitectónicas de interior.
- 0,5 m para artículos decorativos

El metal recibido por el licenciario deberá ser de suficiente calidad como para estar libre de defectos visibles, en función de los requisitos indicados por el cliente, en superficies significativas tras el proceso en la línea de anodizado. En caso de duda o desacuerdo sobre si el procesamiento en la línea de anodizado reducirá la visibilidad de los defectos, se podrá comprobar la posibilidad de eliminarlos o difuminarlos tratando una muestra de este metal en la línea de anodizado para producir el acabado acordado y a continuación realizar una evaluación visual como se ha descrito anteriormente.

### 14.7.6. Textura de superficie y color

La textura de superficie y el color de los componentes anodizados así como de las muestras se deben evaluar visualmente según se recoge en el apartado [9.4.2](#). Deberán ser visualizados desde la distancia que hayan acordado las partes interesadas. Si no existe ningún acuerdo se aplican las siguientes distancias de observación:

- Las descritas en el apartado [14.7.5](#) para la comparación de componentes anodizados
- 0,5 m para la comparación de componentes anodizados en relación a muestras acordadas por las partes interesadas

Se pueden usar métodos instrumentales si así lo acuerdan el cliente y el anodizador.

La textura de superficie y el color de componentes anodizados estarán dentro de los límites acordados entre el licenciario y el cliente.

Las muestras de referencia acordadas se almacenarán en un lugar seco y oscuro.

#### 14.7.7. Propiedades de reflexión de la luz

Si el cliente lo solicita, las propiedades de reflexión de la luz se evaluarán siguiendo el apartado [9.4.3](#). El licenciatarlo y el cliente acordarán la frecuencia de realización del ensayo y el criterio de aceptación.

#### 14.7.8. Resistencia a la corrosión

No aplicable.

#### 14.7.9. Resistencia al desgaste

Cuando el cliente lo solicite, los productos anodizados serán evaluados sobre su resistencia al desgaste utilizando los métodos del apartado [9.8](#). El licenciatarlo y el cliente acordarán qué ensayo de frecuencia y qué criterio de aceptación serán los aplicados.

Evaluar de la resistencia al desgaste puede ser relevante para los productos que son utilizados con regularidad por un usuario.

#### 14.7.10. Resistencia superficial a la abrasión

No aplicable.

#### 14.7.11. Microdureza

No aplicable.

#### 14.7.12. Resistencia al cracking por deformación

Si el cliente lo requiere, se utilizará el método descrito en el apartado [9.8](#) para evaluar la resistencia al cracking por deformación de los productos de laminación anodizados. Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatarlo y el cliente.

Evaluar la resistencia a la deformación puede ser relevante para los productos laminados que se deforman después del anodizado.

#### 14.7.13. Solidez a la luz

Si lo demanda el cliente, deberá evaluarse la solidez a la luz del recubrimiento por oxidación anódica utilizando el método recogido en el apartado [9.9.1](#). Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatarlo y el cliente.

Nota. Está demostrado que el aluminio anodizado coloreado electrolíticamente cumple con las especificaciones de solidez a la luz.

Si el cliente lo solicita, deberá evaluarse la resistencia a la luz ultravioleta del recubrimiento por oxidación anódica utilizando el método recogido en el apartado [9.9.2](#). Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatarlo y el cliente.

#### 14.7.14. Resistencia al cuarteo térmico

Si el cliente lo solicita, los productos anodizados se evaluarán en cuanto a su resistencia al cuarteo térmico utilizando el método descrito en el apartado [9.13](#). Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatarlo y el cliente. En ausencia de dicho acuerdo, no deberá ser visible ningún cuarteo en la capa de oxidación anódica tratada a una temperatura por debajo de los 80°C.

## 14.7.15. Continuidad de la capa

Si el cliente lo solicita, podrá evaluarse la continuidad de la capa utilizando el método descrito en el apartado [9.11](#) en los productos anodizados en continuo. Tras el ensayo, se comprobará mediante examen visual que en la superficie de la muestra no aparecen manchas o de color rojo oscuro.

El ensayo de continuidad de capa se deberá realizar una vez al día en cada línea de anodizado en continuo que esté operativa.

## 14.7.16. Potencial eléctrico de ruptura

No aplicable.

## 14.7.17. Densidad de superficie

No aplicable.

## 14.7.18. Rugosidad

No aplicable.

## 14.7.19. Ensayo de vida útil de los productos

Si lo requiere el cliente, se evaluará la vida útil de los productos a través de una ensayo o ensayos especificadas por el cliente. Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciataria y el cliente.

# 14.8 Requisitos de los procesos

## 14.8.1. Pretratamiento

El titular de la licencia puede usar cualquier proceso que considere apropiado para lograr el acabado requerido por el cliente. Estos pueden incluir procesos mecánicos tales como lijado, esmerilado, cepillado, pulido y gratado, y también químicos como desengrase, decapado, matizado y neutralizado.

## 14.8.2. Anodizado

El anodizado debe realizarse utilizando soluciones basadas en ácido sulfúrico.

## 14.8.3. Coloreado

Los tintes se deben utilizar siguiendo las instrucciones indicadas por los proveedores o, en ausencia de dichas instrucciones, siguiendo las prácticas operativas estándar escritas del licenciataria.

Los procesos de coloración electrolítica deben seguir las instrucciones de los proveedores o, en ausencia de dichas instrucciones, siguiendo las prácticas operativas estándar escritas del licenciataria.

## 14.8.4. Proceso de sellado

Se puede utilizar cualquier proceso de sellado siempre que los productos producidos que lo utilizan satisfagan los requisitos del producto de estas Directrices.

## 14.8.5. Sellado con agua caliente

Para el sellado con agua caliente, la temperatura no podrá ser inferior a 96 °C medida 10 minutos después de la inmersión de la carga.

Cualquier aditivo, por ejemplo, aditivos anti-polvo, se debe usar de acuerdo con las instrucciones del proveedor o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia

## 14.8.6. Sellado en frío

Sellado en frío como proceso de sellado que se realiza mediante una solución acuosa a una temperatura no superior a 35 °C.

Los procesos de sellado en frío de dos pasos que utilicen una solución que contenga fluoruro de níquel se utilizarán de acuerdo con las instrucciones escritas de los proveedores o, en ausencia de dichas instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia. Se proporciona orientación en [11.6.5](#).

## 14.8.7. Otros sistemas de sellado

Se podrán utilizar otros sistemas de sellado, incluyendo los sistemas de sellado a media temperatura siguiendo las instrucciones escritas de los proveedores o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia.

## 14.9 Métodos de control de procesos

### 14.9.1. Decapado

Los baños para el decapado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de los productos químicos de decapado. A falta de dichas instrucciones para los baños de decapado ácido que utilice hidróxido sódico, se realizarán los análisis de hidróxido sódico libre, de aluminio y, si es el caso, también del agente secuestrante. En ausencia de instrucciones para los baños de ataque ácido, los análisis deben seguir las prácticas operativas escritas estándar del licenciatario. La frecuencia de los análisis será como mínimo: La frecuencia de los análisis será, como mínimo de:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día en el que la línea esté en uso siempre que el baño esté en una línea anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de los baños de decapado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de decapado.

### 14.9.2. Abrillantado

Los baños de abrillantado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de cada producto químico de abrillantado. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día en el que la línea esté en uso siempre que el baño esté en una línea anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de los baños de abrillantado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de abrillantado.

### 14.9.3. Anodizado

Los baños de anodizado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de cada aditivo de anodizado. A falta de dichas instrucciones, se realizarán los análisis de sulfúrico libre y aluminio disuelto. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día en el que la línea esté en uso siempre que el baño esté en una línea de anodizado en continuo.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de los baños de anodizado se revisará en intervalos regulares y, como mínimo, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de anodizado.

### 14.9.4. Sellado

Los baños de sellado, incluidos todos los baños que utilizan procesos de sellado multi-etapas, serán analizados siguiendo las instrucciones del proveedor de los productos químicos para el sellado o, en ausencia de tales instrucciones, con las prácticas operativas estándar escritas del titular de la licencia.

Para el sellado en frío, el contenido de níquel del baño se controlará al menos:

- una vez al día por cada baño, si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño, si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día;
- una vez cada tres días por cada baño, si se trabaja un turno de 8 horas al día;
- una vez cada día en el que la línea esté en uso, siempre que el baño esté en una línea de anodizado en continuo.

El contenido de fluoruro libre se analizará de acuerdo con las instrucciones del proveedor de los productos químicos de sellado. La composición del baño deberá ajustarse a los resultados del análisis.

El pH de todos y cada uno de los baños de sellado, incluidos los baños con procedimiento de sellado multi-etapa, se medirán a intervalos regulares y al menos dos veces en cada uno de los turnos de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. La composición del baño deberá ajustarse a los resultados del análisis.

La temperatura de cada baño de sellado se revisará en intervalos regulares y, al menos, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar y registrar a los 10 minutos de la inmersión de la carga.

### 14.9.5. Almacenaje de productos

Los productos de aluminio deben almacenarse siempre lejos de las instalaciones de anodizado tanto antes como después del anodizado. Después del anodizado, deberán protegerse de la condensación y de la suciedad.

## 14.10 Registro de control de la producción

### 14.10.1. Sistema de control

La planta de anodizado deberá tener un sistema seguro de control de la producción y sus registros deberán contener, al menos, la siguiente información:

- El nombre y dirección del cliente, pedido o número de serie.
- La fecha de la producción.
- El tipo de anodizado (natural o coloreado).
- La clase de espesor del revestimiento acordada y el espesor real medio (valores mínimo y máximo de media y los espesores locales).
- Los resultados del ensayo de pérdida de peso.
- Los resultados del ensayo de la gota de colorante o del ensayo de admitancia, cuando sean de aplicación.
- Los resultados de cualesquiera otros ensayos pedidos por el cliente.
- Medidas adoptadas para corregir los valores que no cumplen con los requisitos.

El Sistema de control incluirá lo siguiente:

- Los resultados de análisis y monitorización de la temperatura en todos y cada uno de los baños de decapado y el número de turnos trabajados.
- Los resultados de análisis y monitorización de la temperatura de los baños de abrillantado y el número de turnos de trabajados.
- Los resultados de los análisis y monitorización de la temperatura de los baños de anodizado, y el número de turnos trabajados.
- El nombre del producto y la aplicación de todos los productos químicos patentados o los procesos aplicados, por ejemplo, en el sellado.
- Los resultados de los análisis y de la monitorización de la temperatura y del pH de los baños de sellado.

El inspector deberá tener acceso pleno a toda la información.

### 14.10.2. Trazabilidad

El licenciario deberá redactar y mantendrán los procedimientos que sirvan para asociar claramente la producción con los correspondientes planos, especificaciones y otro tipo de documentos durante todas las fases de producción, suministro y montaje. Los productos individuales, los lotes o las cargas deben ser identificados inequívocamente. Esta identificación debe incluirse en los registros del sistema de control.

## 14.11 Inspecciones

### 14.11.1. Introducción

El inspector realizará las inspecciones según se describe en el apartado 8 en relación a los requisitos que se incluyen en este apartado 14.11. Para evitar una visita de inspección infructuosa es recomendable que la planta notifique al organismo adecuado en caso de que no vaya a tener material suficiente para los ensayos durante determinados períodos.

### 14.11.2. No conformidades

La siguiente es una lista de no conformidades para la anodización decorativa.

- Un resultado de espesor de recubrimiento insatisfactorio. Ver 14.11.4
- Un resultado del ensayo de pérdida de peso insatisfactorio. Ver 14.11.4
- Registros de producción incompletos. Ver 14.10
- El uso de solución de anodizado no basada en ácido sulfúrico. Ver [14.8.2](#)

- Ausencia de aparato para medir el espesor del recubrimiento. Ver [14.6](#)
- No hay aparato disponible y no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de pérdida de peso. Ver [14.6](#)
- No hay aparato disponible y no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de admitancia o no hay disponibilidad de las soluciones requeridas para el ensayo de la gota de colorante. Ver [14.6](#)
- No hay disponibilidad de aparatos funcionales para cualquier ensayo especificado en las Directrices de Qualanod y requerida por el cliente. Ver 14.6

### 14.11.3. Identificación de las piezas aprobadas por el control de calidad interno

El licenciatarario indicará al inspector de Qualanod qué productos han superado el control de calidad interno. Se considerará que los productos que estén en el almacén listos para expedición o embalados han pasado el control de calidad interno.

El licenciatarario identificará claramente los productos que no estén cubiertos por su licencia de anodizado industrial. El inspector tratará de verificar el tipo de anodizado, por ejemplo, examinando los acuerdos escritos entre el anodizador y su cliente.

### 14.11.4. Ensayo de producto durante una inspección

Las inspecciones pueden incluir los ensayos de producto siguientes:

- Espesor del revestimiento
- Pérdida de peso
- Gota de colorante o admitancia (los ensayos de admitancia se llevan a cabo dentro de las 48 h posteriores al sellado)

Los espesores promedio y local del recubrimiento se miden en los productos utilizando el método de las corrientes de Foucault especificado en ISO 2360 (véase [9.2](#)). Estos no deben ser inferiores a los valores mínimos para la clase de espesor especificada.

Los productos se evalúan utilizando el método de ensayo de pérdida de peso de [9.3.1](#) o [9.3.2](#) dependiendo de qué método ha sido utilizado por el anodizador en el lote seleccionado. La pérdida de peso no debe exceder los 30 mg / dm<sup>2</sup>.

Los productos se evalúan utilizando el método del ensayo de la gota de colorante de [9.3.3](#).

Los productos se evalúan utilizando el método del ensayo de admitancia de [9.3.4](#).

### 14.11.5. Procesos

El inspector verificará que los procesos se han realizado de acuerdo con los requisitos de [14.8](#). También verificará visualmente que los análisis de los baños se efectúan correctamente.



## 15 Apéndice – Anodizado duro

### 15.1 Introducción

Los apartados 2 a 9 contienen disposiciones generales que se aplican independientemente del tipo de anodizador. Las indicadas a continuación son particularmente reseñables:

- [Apartado 6](#). Concesión y renovación de licencias.
- [Apartado 7](#). Reglamento sobre el uso de la marca QUALANOD.
- [Apartado 8](#). Inspecciones.
- [Apartado 9](#). Métodos de ensayo de productos.

### 15.2 Alcance

Este apartado especifica los requisitos que ha de cumplir el anodizado duro y los productos fabricados con anodizado duro.

ISO 7583 define el anodizado duro como “anodizado para producir una terminación donde la principal característica es la alta resistencia al desgaste o la micro-dureza”.

Los ejemplos de productos de anodizado duro son similares a algunos de los anodizados industriales pero los requerimientos de calidad, particularmente en cuanto a la resistencia al desgaste, son mayores.

### 15.3 Marca de calidad

La marca de calidad debe cumplir los requisitos indicados en el [apartado 7](#).

### 15.4 Contratos con clientes

#### 15.4.1. Información a facilitar por el cliente

El cliente debe facilitar al anodizador la siguiente información, y consultando si fuera necesario a su proveedor de aluminio o al licenciario o a ambos:

- Las especificación del aluminio que se va a anodizar (aleación y estado de tratamiento).
- La extensión de las superficies significativas del artículo que se va a anodizar.
- El procedimiento de muestreo para los ensayos de aceptación de lote (ver [9.1](#))
- El espesor requerido de la capa de oxidación anódica.
- requerido de la capa de oxidación anódica.
- Las tolerancias dimensionales originales y finales. El cliente puede especificar que no son necesarias o que tienen prioridad sobre el espesor de recubrimiento requerido.
- Las posiciones y dimensiones preferidas para las marcas de contacto (agarres)
- Cualquier requisito especial para la preparación de las superficies, por ejemplo, granallado, grabado, esmerilado.
- Cualquier requisito especial para el post-tratamiento, por ejemplo, impregnación, esmerilado, sellado.
- Cualquier característica especial requerida, tales como resistencia a la corrosión, tensión eléctrica de ruptura y aislamiento eléctrico.

#### 15.4.2. Aluminio para anodizar

Las recomendaciones para la selección de las aleaciones se recogen en el [apartado 11](#).

#### 15.4.3. Superficies significativas

Las superficies significativas estarán indicadas preferiblemente mediante planos o mediante muestras convenientemente marcadas. En algunos casos, puede haber diferentes requisitos



de acabado en distintas partes de la superficie significativa. El enmascaramiento puede ser necesario para conseguir que distintos requisitos se cumplan.

#### 15.4.4. Tipo de espesor

Se pueden encontrar algunas recomendaciones en el [apartado 11](#).

#### 15.4.5. Tolerancias dimensionales finales

El anodizado provoca un incremento de las dimensiones de la pieza, que está alrededor de un 50% del espesor del recubrimiento de cada superficie anodizada.

#### 15.4.6. Preparación de la superficie

La norma ISO 7599 incluye un sistema de designación de la preparación de la superficie.

#### 15.4.7. Color

No aplicable.

### 15.5 Reclamaciones

Cualquier reclamación por parte del cliente al anodizador deberá efectuarse por escrito. El anodizador mantendrá un registro de las reclamaciones que incluya las acciones tomadas al respecto.

### 15.6 Laboratorio y aparatos de ensayo

#### 15.6.1. Laboratorio

Las plantas de anodizado deben tener un laboratorio que se ubique en una sala específica y separada del resto de la planta de anodizado y donde se mantengan las condiciones apropiadas para los ensayos que se lleven a cabo.

#### 15.6.2. Equipos

##### 15.6.2.1. Introducción

Cada uno de los aparatos ha de responder a las correspondientes normas del ensayo aplicables. Cada aparato debe estar operativo y debe tener una ficha de datos que muestre el número de identificación del aparato y los controles de calibración.

##### 15.6.2.2. Equipos para los ensayos de producto

Cada planta de anodizado debe disponer de, al menos, dos instrumentos para la medida del espesor basados en corrientes de Foucault o un instrumento de medida de corrientes de Foucault y un microscopio de corte óptico ([9.2](#)).

Las plantas de anodizado deberán disponer del siguiente equipamiento para medir la resistencia al desgaste ([9.6.2](#), [9.6.3](#), [9.6.5](#)).

La planta de anodizado deberá tener acceso a los equipos para realizar cualquier otro ensayo de producto descrito en el apartado (15.7) y que puedan ser requeridos por el cliente. Cualquier organización seleccionada para llevar a cabo dicho ensayo deberá estar acreditada para ese ensayo según la ISO 17025.

##### 15.6.2.3. Equipamiento para el control de los baños

Si la línea de anodizado tiene uno o más baños de sellado, el laboratorio de la planta de anodizado debe disponer de un medidor de pH y dos soluciones tampón.

## 15.7 Ensayos de productos a realizar por el licenciatario

Como se indica a continuación, algunos ensayos no son aplicables al anodizado duro.

### 15.7.1. Ensayos requeridos

El licenciatario deberá realizar los siguientes ensayos de calidad de producto en función de los productos que fabrique. A continuación se exponen los detalles:

- Espesor
- Defectos visibles
- Resistencia al desgaste
- Tolerancias dimensionales finales (si son requeridas por el cliente)

Adicionalmente, el licenciatario realizará cualquiera de los ensayos descritos anteriormente si así se lo requiere el cliente.

Existen varias opciones para tomar muestras de ensayo. El licenciatario debe elegir una opción de la lista a continuación, donde 1) es la más preferida y 3) es la menos preferida. Las circunstancias que podrían llevar al licenciatario a adoptar una opción menos preferida incluyen aquellas en las que: i) no es posible tomar muestras del lote de producción debido a la forma, tamaño o forma del producto; ii) múltiples lotes de aleaciones diferentes se tratan juntos; iii) el lote comprende solo una pieza.

- 1) Las muestras de ensayo se tomarán del lote de producción.
- 2) Las muestras de ensayo deben estar hechas de la misma aleación que el lote de producción y tratadas simultáneamente con él.
- 3) Las muestras de ensayo pueden estar hechas de una aleación diferente del lote de producción, pero deben tratarse simultáneamente con él. La aleación deberá contener al menos 97% de aluminio. Si el licenciatario adopta con frecuencia esta opción, siempre debe usar la misma aleación para que pueda desarrollar un registro consistente.

La práctica adoptada se registrará en el sistema de control de producción.

El licenciatario deberá cumplir con los requisitos de las normas en las que se especifiquen los ensayos que realiza. Las normas internacionales relevantes están recogidas en el apartado 4.

### 15.7.2. Espesor

El espesor de la capa deberá medirse utilizando el método del apartado [9.2](#).

En el caso de que se especifique un espesor superior a 50  $\mu\text{m}$ , el espesor medio deberá estar dentro del  $\pm 20\%$  del espesor nominal. Cuando se especifique un espesor nominal superior a 50  $\mu\text{m}$ , el espesor medio deberá estar dentro del  $\pm 10\%$  del espesor nominal.

Si el cliente lo especifica, la medición del espesor se tratará en un ensayo de aceptación de lote. El cliente deberá especificar el procedimiento de muestreo que se utilizará, o que no se requiere muestreo del lote.

A falta de instrucciones sobre el muestreo por parte del cliente, las mediciones de espesor de la capa se llevarán a cabo al menos una vez en los productos terminados de cada bastidor. Se recomienda comprobar el espesor de la capa antes de la coloración y el sellado.

Los valores mínimos y máximos de los espesores medios y locales se registrarán en el sistema de control de producción.

### 15.7.3. Tolerancias dimensionales

Cuando sea relevante, la medición de las dimensiones finales se incluirá en el ensayo de aceptación del lote.

### 15.7.4. Calidad del sellado

No aplicable.

#### 15.7.4.1. Ensayo de pérdida de peso

No aplicable.

#### 15.7.4.2. Ensayo de la gota de colorante

No aplicable.

#### 15.7.4.3. Ensayo de la admitancia

No aplicable.

### 15.7.5. Defectos visibles

Las piezas deben examinarse visualmente según se indica en el apartado [9.4.1](#). La superficie significativa estará totalmente anodizada. La apariencia visual será sustancialmente uniforme sin zonas desconchadas, abombadas o polvorientas (quemadas). Normalmente, los cuarteos o microcortes no son una razón de rechazo de la pieza.

### 15.7.6. Aspecto superficial y color

No aplicable.

### 15.7.7. Propiedades de reflexión de la luz

No aplicable.

### 15.7.8. Resistencia a la corrosión

Si el cliente lo solicita, la resistencia a la corrosión se evaluará utilizando el método de ensayo de niebla salina neutra recogido en el apartado [9.5](#). La duración del test deberá ser de 336 horas.

Después del ensayo, la muestra de ensayo con un recubrimiento de oxidación anódica de 50 µm de espesor no deberá mostrar ninguna corrosión por picadura excepto aquellas que se encuentren a menos de 1,5 mm de las marcas de enganche o de las esquinas.

Estos ensayos son sólo aplicables a recubrimientos de oxidación sellados.

### 15.7.9. Resistencia al desgaste

La resistencia al desgaste de un recubrimiento de oxidación anódica se determinará utilizando, bien el método de disco abrasivo recogido en el apartado [9.6.2](#), o bien utilizando el método del chorro abrasivo del apartado [9.6.3](#), o el método Taber recogido en el apartado 9.6.5. La selección del método y del procedimiento deberá cumplir con ISO 10074.

El tiempo transcurrido entre el anodizado y el ensayo será al menos de 24 h. Durante este período, las piezas de ensayo deberán almacenarse en el entorno de ensayo.

El número de pasadas dobles utilizados en el ensayo de disco abrasivo será de entre 800 a 1.000.

La frecuencia del ensayo se acordará entre el licenciataria y el cliente.

La relación entre la abrasión específica media de la rueda abrasiva y del método del chorro abrasivo será superior al 80%.

La pérdida de peso en el método Taber no superará los 15 mg.

## 15.7.10. Resistencia a la abrasión superficial

No aplicable.

## 15.7.11. Micro dureza

Si lo requiere el cliente, la microdureza Vickers de la capa de oxidación anódica se determinará utilizando el método del apartado [9.7](#). La carga del ensayo será de 0,49 N.

La frecuencia del ensayo y el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatario y el cliente. En ausencia de un acuerdo, se aplicará el siguiente criterio. El valor de la micro dureza,  $H_v 0,05$ , de las capas de hasta 50  $\mu\text{m}$  de espesor no será menos de 400. El valor de la micro dureza,  $H_v 0,05$ , de las capas de espesor superior a 50  $\mu\text{m}$  no será menos de 350.

## 15.7.12. Resistencia a la tensión de ruptura

No aplicable.

## 15.7.13. Solidez a la luz

No aplicable.

## 15.7.14. Resistencia térmica al cuarteo

No aplicable.

## 15.7.15. Continuidad de capa

No aplicable.

## 15.7.16. Tensión eléctrica de ruptura

Si lo solicita el cliente, la tensión eléctrica de ruptura se determinará según el método indicado en el apartado [9.10](#).

Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatario y el cliente. En el caso de que no exista acuerdo, la capa de oxidación anódica de 50  $\mu\text{m}$  de espesor tendrá una tensión eléctrica de ruptura mínima de 1200 V. Estos valores serán la media de 10 mediciones.

El método no da resultados satisfactorios para recubrimientos no sellados.

## 15.7.17. Densidad superficial

Si lo pide el cliente, la densidad superficial se fijará utilizando el método del apartado [9.12](#).

Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatario y el cliente. En el caso de que no exista acuerdo, la densidad superficial será, como mínimo, de 1100 mg/dm<sup>2</sup> para un recubrimiento no sellado de 50  $\mu\text{m}$  de espesor o equivalente para recubrimientos de otros espesores.

## 15.7.18. Rugosidad

Si el cliente lo solicita, el método, frecuencia del ensayo y el criterio de aceptación se acordará entre el licenciatario y el cliente.

#### 15.7.19. Ensayos de simulación de servicio

Si lo requiere el cliente, se evaluará la vida útil de los productos a través de una ensayo o ensayos especificadas por el cliente. Tanto la frecuencia de realización del ensayo como el criterio de aceptación se acordarán entre el licenciatario y el cliente.

### 15.8 Requisitos de los procesos

#### 15.8.1. Pretratamiento

El titular de la licencia puede usar cualquier proceso que considere apropiado para lograr el acabado requerido por el cliente. Estos pueden incluir procesos mecánicos tales como lijado, esmerilado, cepillado, pulido y gratado, y también químicos como desengrase, decapado, matizado y neutralizado.

#### 15.8.2. Anodizado

El anodizado deberá efectuarse utilizando electrolitos de ácido sulfúrico.

#### 15.8.3. Coloración

No aplicable.

#### 15.8.4. Proceso de sellado

No aplicable.

#### 15.8.5. Sellado en agua caliente

No aplicable.

#### 15.8.6. Sellado en frío

No aplicable.

#### 15.8.7. Otros sistemas de sellado

No aplicable.

### 15.9 Métodos de control de procesos

#### 15.9.1. Decapado

No aplicable.

#### 15.9.2. Abrillantado

No aplicable.

#### 15.9.3. Anodizado

Los baños de anodizado se analizarán siguiendo las instrucciones del proveedor de cada aditivo de anodizado. A falta de dichas instrucciones, se realizarán los análisis de sulfúrico libre y aluminio disuelto. La frecuencia de los análisis será como mínimo:

- una vez al día por cada baño si se trabaja a tres turnos diarios;
- una vez cada dos días por cada baño si se trabaja a dos turnos de 8 horas al día.
- una vez cada tres días por cada baño si se trabaja un turno de 8 horas al día.

La composición del baño deberá ajustarse en función de los resultados del análisis.

La temperatura de los baños de anodizado se revisará en intervalos regulares y, como mínimo, dos veces en cada turno de trabajo donde la línea esté en funcionamiento. Se deberá comprobar al comienzo de cada ciclo de anodizado.

#### 15.9.4. Sellado

No aplicable.

#### 15.9.5. Almacenaje de producto

Los productos de aluminio deben almacenarse siempre lejos de las instalaciones de anodizado tanto antes como después del anodizado. Después del anodizado, deberán protegerse de la condensación y de la suciedad.

### 15.10 Registros del control de la producción

#### 15.10.1. Sistema de control

La planta de anodizado deberá tener un sistema seguro para controlar la producción y sus registros deberán contener, al menos, la siguiente información:

- El nombre y dirección del cliente, pedido o número de serie.
- La fecha de la producción.
- La clase de espesor acordada de revestimiento y el espesor de capa realmente obtenido (valores mínimo y máximo de media y los espesores locales).
- Tolerancias dimensionales finales, si se requiere.
- Los resultados del ensayo de resistencia al desgaste.
- Los resultados de otros ensayos solicitados por el cliente.
- Medidas adoptadas para corregir los valores que no cumplen con los requisitos.

El Sistema de control incluirá un registro de lo siguiente:

- Los resultados de análisis y monitorización de la temperatura en todos y cada uno de los baños de anodizado y el número de turnos trabajados.
- El nombre del producto y la aplicación de todos los productos químicos patentados o los procesos aplicados.

El inspector deberá tener acceso pleno a toda la información del Sistema de control.

#### 15.10.2. Trazabilidad

El licenciario deberá redactar y mantendrá los procedimientos que sirvan para asociar claramente la producción con los correspondientes planos, especificaciones y otro tipo de documentos durante todas las fases de producción, suministro y montaje. Los productos individuales, los lotes o las cargas deben ser identificados inequívocamente. Esta identificación debe incluirse en los registros del sistema de control.

### 15.11 Inspecciones

#### 15.11.1. Introducción

El inspector realizará las inspecciones según se describe en el apartado 8 en relación a los requisitos que se incluyen en este apartado 15.11. Para evitar una visita de inspección infructuosa es recomendable que la planta notifique al organismo adecuado en caso de que no vaya a tener material suficiente para los ensayos durante determinados períodos.

### 15.11.2. No conformidades

La siguiente es una lista de no conformidades para el anodizado duro.

- Un resultado insatisfactorio de espesor de recubrimiento (salvo que las tolerancias dimensionales tengan prioridad). Ver 15.11.4
- Registros de producción incompletos. Ver [15.10](#)
- El uso de solución de anodizado no basada en ácido sulfúrico. Véase [15.8.2](#)
- Ausencia de aparato para medir el espesor del recubrimiento. Ver [15.6](#)
- Ausencia de dispositivos para el ensayo de resistencia al desgaste. Ver 15.6
- No hay disponibilidad de aparato funcional para cualquier ensayo especificado en las Directrices Qualanod y requerida por el cliente. Ver 15.6

### 15.11.3. Identificación de las piezas aprobadas por el control de calidad interno

El licenciataria indicará al inspector de Qualanod qué productos han superado el control de calidad interno. Se considerará que los productos que estén en el almacén listos para expedición o embalados han pasado el control de calidad interno.

El licenciataria identificará claramente los productos que no estén cubiertos por su licencia de anodizado industrial. El inspector tratará de verificar el tipo de anodizado, por ejemplo, examinando los acuerdos escritos entre el anodizador y su cliente.

### 15.11.4. Ensayo de producto durante una inspección

La inspección puede incluir el siguiente ensayo de producto:

- Espesor del revestimiento

Los espesores medio y local de recubrimiento se miden en los productos utilizando el método de las corrientes de Foucault especificado en ISO 2360 (véase [9.2](#)). Estos no deben ser inferiores a los valores mínimos para la clase de espesor especificada (véase [8.3.6](#)).

### 15.11.5. Procesos

El inspector verificará que los procesos se han realizado de acuerdo con los requisitos de [15.8](#). También verificará visualmente que los análisis de los baños se efectúan correctamente.