



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

---

---

**USO DE LA HERAMIENTA DE AUDITORÍA EN EL CONTROL DEL PROCESO  
DE NIQUELADO OPACO EN TUBOS DE ACERO 1020  
TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA:  
**ERICK MONTES SEVILLA**



MÉXICO D.F.

2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>PROF. EDUARDO MORALES VILLAVICENCIO</b>
<b>VOCAL:</b>	<b>PROF. DULCE MARIA MARILES AGUIRRE</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>PROF. JOSE ANTONIO DE LA PAZ DOMINGUEZ</b>
<b>1<sup>er</sup>. SUPLENTE:</b>	<b>PROF. IVETTE ARIADNA RAFAEL PEREZ</b>
<b>2<sup>o</sup> SUPLENTE:</b>	<b>PROF. JORGE RAFAEL MARTINEZ PENICHE</b>

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**BIBLIOTECAS DE LA UNAM**

**ASESOR DEL TEMA:**

\_\_\_\_\_  
**M. EN I. EDUARDO MORALES VILLAVICENCIO**

**SUSTENTANTE:**

\_\_\_\_\_  
**ERICK MONTES SEVILLA**

A mis padres, **María Luisa Sevilla Olgún** y **José Edmundo Montes Robles**, a quienes  
debo lo que soy

A mi hermana, **Karen Montes Sevilla**, por su apoyo y estímulo

A toda mi familia que siempre ha estado conmigo

A todos mis amigos de la preparatoria

A todos mis amigos de la Facultad

A todos mis profesores por su valiosa enseñanza

Con sincero agradecimiento

A **Dios** por todas sus bendiciones

A la **UNAM** que me abrió sus puertas desde la preparatoria

A la **Facultad de Química** en la que pasé los mejores años de mi vida

A **Rafael Rodríguez**, a Guillermo S. González Espinosa, a todos mis compañeros del  
diplomado de Auditorías de Sistemas de Gestión y a todas las personas que con interés  
aportaron sus ideas

A mi asesor, **M. en I. Eduardo Morales Villavicencio** y al **H. Jurado** por haberme  
brindado su apoyo para la realización de este trabajo

## ÍNDICE

Problemática identificada	1
Objetivos generales	1
Introducción	2
1. Información general sobre el tema	3
1.1 Auditoría	3
1.1.1 Clasificación de las auditorías	3
1.1.2 Proceso de auditoría	6
1.1.2.1 Planeación	6
1.1.2.2 Inicio de la auditoría	7
1.1.2.3 Preparación de las actividades de auditoría	8
1.1.2.4 Realización de las actividades de auditoría	10
1.1.2.5 Preparación y distribución del informe de auditoría	13
1.1.2.6 Finalización de la auditoría	13
1.1.2.7 Realización de la auditoría de seguimiento	14
1.2 Control de la gestión	15
1.3 Auditoría de control de la gestión	17
1.4 Niquelado	18
1.4.1 Tipos de niquelado	23
1.4.2 Problemas comunes	24
1.4.3 Aspectos de calidad	25
1.4.4 Aspectos ambientales	28
1.4.5 Aspectos de salud y seguridad	29
1.5 Acero 1020	30
1.5.1 Tubos de acero 1020	31

2. Propuesta de auditoría	32
2.1 Propuesta del plan de auditoría y listas de verificación	33
2.1.1 Objetivo	33
2.1.2 Alcance	33
2.1.3 Extensión de la auditoría	33
2.1.4 Criterios de auditoría	34
2.1.4.1 Requisitos propuestos del control de la gestión en el proceso de niquelado	34
2.1.4.2 Requisitos de calidad	42
2.1.4.3 requisitos ambientales	44
2.1.4.4 requisitos de salud y seguridad	46
2.1.5 Métodos de auditoría	48
2.1.6 Selección del equipo auditor	48
2.1.7 Plan y lista de verificación de la auditoría	48
Conclusiones	57
Bibliografía	58

### **PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA**

El nuevo ambiente de negocios en nuestro país plantea que las empresas operen en un marco de creciente eficiencia, con productos y entornos altamente competitivos y bajo un esquema de contención de costos. Todo ello, además de cumplir con el marco legal que corresponda al ámbito de la industria y en particular para cada empresa.

En algunos talleres de galvanizado, como el de niquelado, no se cuenta con un buen control de la gestión con problemas en requisitos de calidad, ambientales, de salud y seguridad.

### **OBJETIVOS GENERALES**

Dar bases para la realización de una auditoría del control de la gestión del proceso de niquelado opaco en tubos de acero 1020.

Usar la auditoría como herramienta para ayudar a mejorar el control de la gestión del proceso de niquelado opaco en tubos de acero 1020.

## **INTRODUCCIÓN**

La auditoría, como un elemento de la administración moderna para la eficacia y eficiencia en las empresas, es una herramienta que puede ser utilizada para mejorar el control de la gestión y de los procesos, ayudando al logro de objetivos y metas, a la detección oportuna de desvíos, a la agilidad en la toma de decisiones correctivas y al cumplimiento del marco normativo.

El proceso de electrodeposición de níquel, comúnmente llamado niquelado, es un proceso donde se deben tener controlados diferentes aspectos.

A través de una auditoría apropiada a los diferentes pasos que conlleva el niquelado de un acero 1020, podemos evitar problemas, pérdida de reactivos, horas hombre, incumplimiento del plazo, e incumplimiento con las normas ambientales y laborales.

El diseño de una auditoría para un proceso de niquelado (tomando en cuenta como referencia para sistemas y control de la gestión a las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007) debe tener en consideración cada uno de los diversos subprocesos necesarios, condiciones de los aparatos, mecanismos y reactivos; para así elegir criterios de auditoría adecuados que ayuden a la gestión a cumplir con todos los requisitos de calidad, ambientales, de salud y seguridad que conlleva este proceso. De esta manera se puede llevar un control óptimo del niquelado en el acero 1020.

El control de la gestión es un paso importante para el crecimiento de una organización, ya que de este se puede partir a una mejor planeación, un aseguramiento y una mejora.

En este trabajo se proponen los criterios de auditoría y como ésta ayudaría al control de la gestión del proceso de niquelado, dando las bases para la realización de la misma.



## **1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL TEMA**

### **1.1 Auditoría**

La norma internacional ISO 9000:2005 define una auditoría como un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría.

Siendo criterios de auditoría el conjunto de políticas, procedimientos o requisitos, y evidencia de auditoría los registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y son verificables. (20)

Las auditorías son parte esencial de la evaluación de la conformidad, tal como la certificación, y de la evaluación y vigilancia de la cadena de suministro. (22)

#### **1.1.1 Clasificación de las auditorías:**

Dependiendo de la bibliografía que se consulte se encontrarán diferentes clasificaciones.

Clasificación de auditorías de acuerdo al personal que participa en ellas (figura 1):

##### *Auditorías de primera parte (auditoría interna):*

Son realizadas con fines internos por la organización, o en su nombre, y pueden constituir la base para la auto-declaración de conformidad de una organización. Aseguran el mantenimiento, desarrollo y mejora del sistema de gestión.

El instituto de Auditores Internos define a la auditoría interna como una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consulta, concebida para agregar valor y mejorar las operaciones de una organización. Ayuda a una organización a cumplir sus objetivos aportando un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la eficacia de los procesos de gestión, de riesgos, control y gobierno.

*Auditorías de segunda parte (auditoría externa):*

Son realizadas por los clientes de una organización o por otras personas en nombre del cliente. Determinan la conformidad de los proveedores, estiman el desempeño proveedor/subcontratista, garantizan que los proveedores son capaces de entregar productos que cumplan con los requisitos de compra.

*Auditorías de tercera parte (auditoría externa):*

Son realizadas por organizaciones externas independientes, usualmente acreditadas, que proporcionan la certificación o registro de conformidad con los requisitos contenidos en normas tales como la norma ISO 9001. Determinan si el sistema de una organización ha sido establecido, documentado, implementado y mantenido de acuerdo con una norma específica.

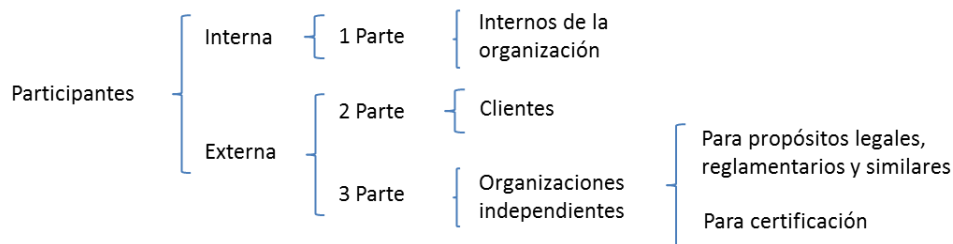


Figura 1. Tipos de auditoría por personal que participa (19)

Clasificación de las auditorías por su alcance:

*Auditoría del sistema de calidad:*

Verifica que los elementos de un sistema de calidad hayan sido diseñados e implementados de acuerdo al estándar de referencia.

*Auditoría de proceso*

Verifica que los procesos trabajen de acuerdo a requerimientos establecidos.

*Auditoría de producto:*

Examen detallado de un producto o servicio después de haber sido aprobado por el proceso de inspección.

*Auditoría combinada:*

Es el proceso en que se auditan juntos sistemas de gestión de la calidad, ambiental o seguridad.

*Auditoría conjunta:*

Es el proceso en el que dos o más organizaciones auditoras trabajan unidas.

En toda auditoría el personal involucrado siempre será el auditor, el auditado y el cliente de auditoría, y cada uno tendrá funciones y responsabilidades específicas:

*Auditor:*

Persona con atributos personales demostrados y competencia para llevar a cabo una auditoría. Establece los requerimientos de la auditoría, planea y ejecuta las actividades de la misma, reporta los hallazgos, y verifica la efectividad de las acciones correctivas. Asimismo mantiene en todo momento la confidencialidad de los documentos o la información que ha sido de su conocimiento, permanece dentro del alcance, obtiene y analiza las evidencias y se conduce en todo momento con ética.

En todo equipo auditor, se nombrará a una persona que se desarrolle como auditor líder y que será el responsable de todas las etapas de la auditoría, la selección de los miembros del equipo auditor, preparar el plan de auditoría, enviar el reporte, vigilar la ética del grupo, reportar las no conformidades y reportar los obstáculos encontrados durante la ejecución de la auditoría.

*Auditado:*

Organización que es auditada. Ésta debe informar a sus empleados sobre la auditoría, designar al personal que escoltará al equipo auditor, proporcionar el acceso a las instalaciones, entrevistas, documentación, materiales y toda aquella información necesaria para el buen desempeño de la auditoría.

*Cliente de la auditoría:*

Organización o persona que solicita una auditoría. Determina la necesidad, el alcance y el objetivo, inicia el proceso de la auditoría, recibe el reporte de auditoría y toma las decisiones pertinentes. Decide a quién se le entrega la información y el manejo de la misma. El cliente puede ser el auditado o cualquier otra organización que tenga derechos reglamentarios o contractuales para solicitar una auditoría. (2)(6)(12)(20)(23)(27)(41)

### **1.1.2 Proceso de auditoría**

#### **1.1.2.1 Planeación**

Es importante antes de iniciar una auditoría o programa de auditorías, organizar de forma efectiva y eficiente los tiempos de trabajo y también:

- Responsabilidad, actividades y competencia del encargado del plan de auditorías
- Objetivos del programa de auditorías o de la auditoría individual
- Extensión/número/tipo/duración/calendario de las auditorías
- Procedimiento del programa de auditorías
- Criterios de auditoría
- Métodos de la auditoría
- Selección del equipo auditor
- Recursos necesarios
- Procesos para el aseguramiento de la confidencialidad, seguridad de la información, salud y seguridad, y otras cuestiones similares. (22)

Para llevar a cabo una auditoría, los pasos de la figura 2 deben ser considerados; sin embargo, la secuencia puede cambiar dependiendo del auditado, los procesos y circunstancias específicas.

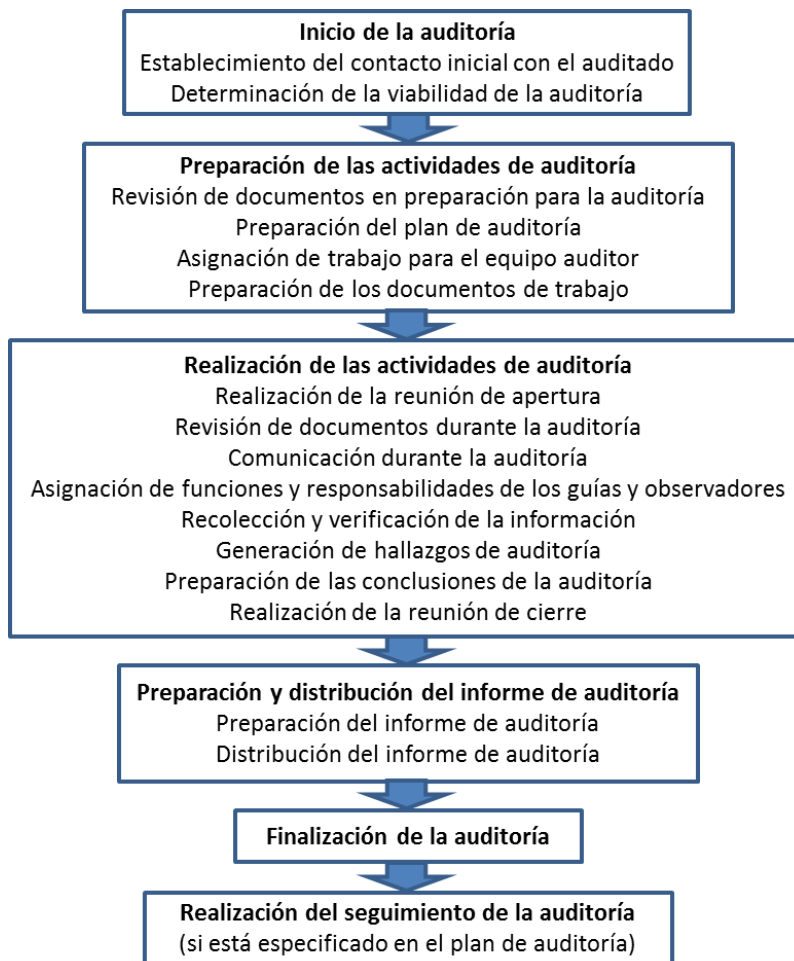


Figura 2. Desarrollo habitual de una auditoría (22)

### 1.1.2.2 Inicio de la auditoría

El contacto inicial con el auditado para el desarrollo de la auditoría debe ser hecho por el líder del equipo auditor. Los propósitos del primer contacto son: establecer comunicación con los representantes del auditado, para confirmar la autoridad, proveer información de los objetivos, alcance, y métodos de auditoría y de la composición del equipo auditor; solicitar acceso a documentos y registros relevantes, determinar requerimientos legales y contractuales, hacer acuerdos para la auditoría, determinar el acceso a lugares específicos y determinar áreas de interés.

La viabilidad de la auditoría determina si los objetivos van a ser alcanzados.

### 1.1.2.3 Preparación de las actividades de auditoría

*Revisión de documentos en preparación para la auditoría.* La documentación relevante del sistema de gestión se revisa para: reunir información para preparar las actividades de auditoría y documentación aplicable, y establecer una visión general de la extensión de la documentación del sistema para detectar posibles carencias, como manuales de operación, instructivos de equipos, diagramas de flujo de los distintos procesos, registros y cualquier otro posible hueco.

*Preparación del plan de auditoría.* El plan de auditoría es la descripción de las actividades y de los detalles acordados de una auditoría. El líder del equipo auditor lo prepara basado en la información contenida en el programa de auditorías y en la documentación proveniente del auditado. La escala y contenido del plan puede diferir dependiendo del tipo de auditoría, por lo que debe ser lo suficientemente flexible para permitir cambios.

El plan de auditoría debe contener:

- Los objetivos de la auditoría;
- El alcance de la auditoría, incluyendo la identificación de la organización, así como los procesos a ser auditados;
- Los criterios de auditoría y documentos de referencia;
- Localizaciones, fechas, tiempos y duración de las actividades de la auditoría, incluyendo reuniones con el auditado;
- Métodos de auditoría, incluyendo el muestreo necesario para obtener suficiente evidencia y el diseño del programa de muestreo, si es aplicable;
- Las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo auditor, guías y observadores;
- La asignación adecuada de recursos a áreas críticas de la auditoría. (22)

El plan de auditoría también, de ser apropiado, puede contener:

- Identificación del personal auditado;
- El idioma de la auditoría, si es diferente del idioma del auditor, del auditado o de ambos;
- Los temas del informe de auditoría
- Acuerdos de logística y comunicaciones;
- Medidas específicas para detectar la incertidumbre de alcanzar los objetivos de la auditoría;
- Asuntos relacionados con la confidencialidad y seguridad de la información;
- Acciones tomadas de auditorías previas;
- Acciones de seguimiento de la auditoría
- En caso de una auditoría combinada, la coordinación con las otras actividades de auditoría.

El plan de auditoría puede ser revisado y aprobado por el cliente de la auditoría, y debe de ser presentado al auditado.

*Asignación de trabajo para el equipo auditor.* El líder del equipo auditor debe asignar a cada integrante la responsabilidad de auditar procesos, actividades, funciones o áreas específicas. Deben llevarse a cabo reuniones del equipo auditor, cuando sea apropiado, para asignar trabajo y decidir posibles cambios.

*Preparación de los documentos de trabajo.* El equipo auditor debe reunir y revisar la información relevante de su asignación en la auditoría como referencia y para documentar las evidencias de la auditoría. Estos documentos de trabajo pueden incluir:

- Listas de verificación (checklists);
- Planes de muestreo de la auditoría;
- Formas para recabar información. (22)

#### 1.1.2.4 Realización de las actividades de auditoría

*Realización de la reunión de apertura.* Tiene como propósito:

- Confirmar la aprobación del plan de auditoría;
- Presentar al equipo auditor, y
- Asegurarse de que todas las actividades de auditoría pueden llevarse a cabo.

La reunión de apertura debe involucrar al representante auditado y, cuando sea apropiado, a los responsables de las funciones y del proceso a auditar. Durante la reunión deben resolverse dudas sobre la auditoría. El nivel de detalle de la reunión debe ser consistente con la familiaridad del auditado con el proceso de auditoría.

*Revisión de documentos durante la auditoría.* Necesaria para determinar la conformidad de la documentación del sistema con los criterios de auditoría y apoyar las actividades de auditoría.

*Comunicación durante la auditoría.* Durante la auditoría, es conveniente hacer acuerdos formales entre el equipo auditor, así como los auditados, el cliente de la auditoría y partes interesadas. El equipo auditor debe intercambiar información periódicamente, medir el progreso de la auditoría, y reasignar trabajo entre el equipo, como sea necesario.

Durante la auditoría, el líder del equipo auditor debe comunicar el progreso de la auditoría y, cuando sea apropiado, cualquier inquietud al auditado y al cliente de la auditoría.

Si hay suficiente evidencia que indique que los objetivos de auditoría no puedan ser alcanzados el líder del equipo auditor debe reportarlo para determinar una acción apropiada (modificación del plan de auditoría, cambio de los objetivos o alcance de la auditoría, o la finalización de la auditoría). (22)



*Asignación de funciones y responsabilidades de los guías y observadores.* Los guías y observadores pueden acompañar al equipo auditor sin influenciar o interferir con la auditoría. Si esto no se sigue, el líder del equipo tiene el derecho de negarles tomar parte en ciertas actividades de la auditoría.

Los guías, seleccionados por el auditado, deben ayudar a atender las solicitudes del líder del equipo auditor. Sus responsabilidades incluyen:

- establecer contacto y horario para entrevistas;
- organizar el acceso a áreas específicas;
- asegurarse de que las reglas de salud y seguridad del área sean conocidas y respetadas.

*Recolección y verificación de la información.* Solo la información verificable puede ser aceptada como evidencia de auditoría, además debe ser documentada. Para recolectar información se emplean entrevistas, observaciones y revisión de documentos.

*Generación de hallazgos de auditoría.* Se logra evaluando la evidencia con los criterios de auditoría. Los hallazgos de auditoría indican la conformidad o no conformidad de los criterios de auditoría, u oportunidades de mejora.

Las no conformidades y las evidencias de auditoría deben ser documentadas y revisadas por el auditado para asegurarse de que la evidencia de auditoría es correcta y que la no conformidad es entendida.

*Preparación de las conclusiones de la auditoría.* Son el resultado de una auditoría que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de auditoría. Pueden abordar temas como:

- el nivel de conformidad de los criterios de auditoría, incluyendo la eficacia del sistema de gestión para alcanzar los objetivos establecidos;
- la implantación, mantenimiento y mejora eficaz del sistema de gestión;

- el logro de los objetivos de auditoría, la cobertura del alcance de auditoría, y el cumplimiento de los criterios de auditoría;
- la causa raíz de los hallazgos;
- hallazgos similares en distintas áreas para identificar tendencias.

Antes de realizar la reunión de cierre el equipo auditor debe:

- revisar los hallazgos de auditoría, y cualquier información apropiada recolectada durante la auditoría;
- estar de acuerdo en las conclusiones de auditoría;
- si el plan de auditoría lo especifica, preparar recomendaciones
- si es aplicable, discutir el seguimiento de la auditoría.

*Realización de la reunión de cierre.* Se realiza al finalizar la auditoría y antes de la presentación del informe la reunión de cierre, presidida por el líder del equipo auditor, para presentar los hallazgos y las conclusiones de la auditoría. Los participantes son el equipo auditor, los representantes del auditado y, si es apropiado, los responsables de las funciones y procesos auditados y el cliente de la auditoría.

En la reunión de cierre se le explica al auditado:

- que la evidencia de auditoría recolectada se basa en una muestra de la información disponible;
- el método de reporte;
- el manejo de los hallazgos de la auditoría y las posibles consecuencias;
- presentación de los hallazgos y conclusiones de la auditoría de tal forma que sean entendidos y aceptados;
- cualquier actividad consecuente con la auditoría (como implementación de acciones correctivas)

Si se especifica por los objetivos de la auditoría, el auditor puede hacer recomendaciones al auditado, éstas no son obligatorias para él, ya que es su decisión, determinar el alcance, la manera y los medios para mejorar su sistema de gestión. (22)

#### 1.1.2.5 Preparación y distribución del informe de auditoría.

El líder del equipo auditor debe reportar los resultados en concordancia con el programa de auditorías. El reporte debe contener el registro de la auditoría en forma completa, precisa, consistente y clara, e incluir:

- los objetivos de la auditoría;
- el alcance de la auditoría, particularmente la identificación de la organización, así como las funciones y procesos auditados;
- identificación del cliente de la auditoría;
- identificación del equipo auditor y de los participantes de la auditoría;
- fecha y lugar en el que se llevaron a cabo las actividades de la auditoría;
- los criterios de auditoría;
- los hallazgos de auditoría, con su evidencia correspondiente;
- las conclusiones de la auditoría
- una declaración del cumplimiento de los criterios de auditoría;

Este reporte debe ser emitido en el periodo de tiempo acordado y ser revisado y aprobado en concordancia con el programa de auditorías para entonces ser distribuido conforme el procedimiento o plan de auditoría.

#### 1.1.2.6 Finalización de la auditoría

Se considera que ha finalizado la auditoría cuando todas las actividades planeadas han sido realizadas, o cuando hay un acuerdo con el cliente de la auditoría (pudo haber surgido una situación inesperada que haya impedido el completar la auditoría)

Los documentos generados son guardados o destruidos según el acuerdo entre las partes participantes, los procedimientos del programa de auditorías y requerimientos aplicables.

A menos que lo requiera la ley o con la aprobación del cliente de la auditoría, el equipo auditor y el representante del auditado no deben difundir el contenido de los documentos o cualquier otra información generada durante la auditoría.

#### 1.1.2.7 Realización de la auditoría de seguimiento

Las conclusiones de auditoría pueden, dependiendo de los objetivos, indicar la necesidad de correcciones, o acciones correctivas, preventivas o de mejora para acatarse por el auditado en un tiempo acordado. Si es apropiado, el auditado debe mantener informado al gerente del programa de auditorías y al equipo auditor del estado de dichas acciones.

La realización y eficacia de estas acciones debe verificarse. Esta verificación puede ser parte de auditorías posteriores. (22)

## **1.2 Control de la gestión**

Se entiende como gestión a las actividades, tareas y acciones consolidadas en programas, proyectos u operaciones, a cargo de dirigir y controlar una organización o agrupación sectorial. (20)(36)

Control viene del francés *contrôle* y significa comprobación, inspección, fiscalización e intervención. (32)

Considerándolo como una etapa del proceso administrativo, el control verifica la relación de las acciones realizadas con los resultados esperados. Vigila que todas las operaciones o actividades se apeguen lo más estrictamente posible a los planes o normas establecidos, a fin de reducir al máximo las desviaciones entre lo que se intentaba obtener y lo que realmente se obtuvo. (24)(26)

El control de la gestión es parte de la gestión orientada al cumplimiento de requisito, es importante para planificar, programar y operar, facilita detectar a tiempo las posibles desviaciones e introducir las medidas correctivas pertinentes. La inspección es el medio principal hacia el control. (2)(13)(20)(26)

La organización debe atender a las demandas o satisfacer las expectativas de sus clientes (usuarios, partes interesadas) mediante la entrega de productos, tangibles o intangibles, que son el resultado de procesos determinados. El control de procesos radica, entonces, en la verificación y retroalimentación sobre los productos y sobre los procesos que los generan. (26)

Un sistema de gestión interviene en la organización para gestionar sus procesos o actividades, de manera que sus productos o servicios cumplen con los objetivos que se han propuesto, como por ejemplo:

- satisfacer los requisitos de calidad del cliente
- cumplir con las regulaciones, o
- cumplir con los objetivos ambientales (35)

Un sistema de gestión ayuda a lograr los objetivos de la organización mediante estrategias que incluyen la optimización de procesos, el enfoque centrado en la gestión y el pensamiento disciplinado. (28)

La implementación de un sistema de gestión eficaz puede ayudar a:

- considerar los riesgos sociales, medioambientales y financieros
- mejorar la efectividad operativa
- reducir costos
- aumentar la satisfacción de clientes y partes interesadas
- proteger la marca y la reputación
- lograr mejoras continuas
- potenciar la innovación
- eliminar las barreras al comercio
- aportar claridad al mercado (28)

Hay diversos sistemas de gestión, dependiendo de los objetivos propuestos, como:

- Sistema de gestión de la calidad. Lo que la organización hace para cumplir con los requisitos de calidad del cliente, y con los requisitos reglamentarios aplicables mientras busca mejorar la satisfacción del cliente y lograr la mejora continua de su desempeño.
- Sistema de gestión ambiental. Lo que la organización hace para minimizar los efectos perjudiciales sobre el ambiente causados por sus actividades, y para lograr la mejora continua de su desempeño ambiental. (38)

- Sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo. Lo que la organización hace para eliminar o minimizar los riesgos al personal y otras partes que pudieran estar expuestas a los peligros a la salud y seguridad asociados con sus actividades. (11)

Las normas de sistemas de gestión proporcionan un modelo a seguir en la creación y funcionamiento de un sistema de gestión. Incorporando características consensadas por expertos en la materia. (35)

### ***1.3 Auditoría de Control de la Gestión***

La auditoría del control de la gestión es un proceso sistemático, independiente y documentado en el que se determina la conformidad con todos los requisitos, tanto de calidad, ambientales, de salud y seguridad, inocuidad, etc., que establezca el cliente, las partes interesadas, organismos gubernamentales y la misma organización. (2)(20)

Los principales objetivos de la auditoría del control de la gestión son:

- Determinar la conformidad con todos los requisitos
- Determinar si los objetivos y metas propuestas se han logrado
- Alentar a que la organización tenga especificaciones detalladas de sus productos, procesos y sistemas.
- Alentar a que la organización brinde información sobre eficiencia y eficacia en sus procesos.
- Mejorar la calidad de la información sobre los resultados
- Evaluar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables
- Proporcionar un medio estructurado para la identificación de deficiencias en el sistema (24)(26)(44)

## 1.4 Niquelado

El niquelado es un proceso para depositar níquel, realizado mediante un baño electrolítico, con fines de protección superficial en piezas, así como decorativos y de recubrimiento previo antes del cromado, o de otros acabados. (tabla 1)

Tabla 1. Propiedades y aplicaciones de algunos recubrimientos electrolíticos (37)

Propiedad	Metales y aleaciones	Ejemplo de aplicación
Protección anticorrosiva	Cr, Ni, Sn, Au, Zn, Rh, Cd	Protección anticorrosiva en piezas automotrices
Síntesis de material en una superficie	Cr, Fe, Ni	Restauración de piezas gastadas
Mejoramiento estético de superficies	Cr, Au, Ag, Pt, Ni, 70:30 Cu-Zn	Alhajas, vajillas, decoración en general
Protección contra el desgaste	Cr, Ni, Fe, Sn, Ru, Pd	Rodillos, pistones, cojines, contactos, apagadores
Dureza	Cr, Ru, Os	Moldeado, prensado
Reflexión (óptica o térmica)	Cr, Rh, Au	Lámparas, proyectores, escudos y visores aeroespaciales
Conductividad eléctrica	Cu, Ag, Au	Circuitos impresos, antenas, cables
Retención de aceite	Cu, 65:35 Sn-Ni	Sistemas hidráulicos, lubricación
Capacidad para soldarse	Ni, Sn, Cd, 60:40 Sn-Pb	Circuitos impresos, contactos eléctricos
Poca resistencia al contacto	Ag, Au, Rh, Pd, Sn, 80:20 Pd-Ni	Contactos eléctricos

Antes de efectuar el proceso de electrodeposición la superficie a cubrir debe estar libre de impurezas, tales como grasas y óxidos, por lo que es necesario realizar un pre-tratamiento a las piezas: métodos mecánicos de preparación de superficie, desengrasado, decapado, activado y un gran número de enjuagues. Una vez terminado este proceso se procede con la electrodeposición del níquel, el pasivado y el secado.

*Métodos mecánicos de preparación de superficie.* Incluyen el esmerilado y pulido. Estos pasos de trabajo eliminan asperezas o deformaciones superficiales y ensuciamientos gruesos empleando materiales abrasivos. (5)(23)



*Desengrasado.* En la fabricación de las piezas se emplean grasas, aceites, emulsiones de corte y sustancias similares como refrigerantes y lubricantes. También se engrasan las piezas como protección anticorrosiva temporal. El desengrase puede efectuarse de dos formas: con solventes orgánicos o en soluciones acuosas alcalinas o ácidas con poder emulsificador.

*Primer enjuague.* En esta etapa se remueve de las piezas cualquier impureza presente después del desengrase mediante inmersión en agua, provocando la neutralización de éstas y permitiendo que entren al siguiente baño.

*Decapado.* El contacto entre la atmósfera y las piezas metálicas provoca la formación de capas de óxido, que tienen que ser eliminadas antes del recubrimiento. El decapado con ácido se utiliza para eliminar impurezas y óxidos, frecuentemente se aplica después de un lavado alcalino. Se utilizan diferentes ácidos, solos o mezclados, entre ellos se encuentran el ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico y ácido fosfórico en concentraciones de entre 2 y 85%, dependiendo del metal y el grado de limpieza requerida. El decapado mediante ácidos se realiza normalmente a temperaturas de 20 – 80°C. Generalmente se utiliza una mezcla, produciendo ácido cloro nítrico, el cual se encarga de atacar las capas de óxido. Los tiempos de inmersión varían según el estado inicial de la pieza y la acidez del baño. Como resultado se obtiene un material libre de impurezas en su superficie. El decapado alcalino también se emplea para remover herrumbre y óxido, la solución se constituye de sosa caustica con aditivos tales como detergentes y agentes quelantes.

*Activado.* El proceso de activado, también llamado neutralización o decapado suave, se utiliza para eliminar la pequeña capa de óxido que se ha formado sobre la superficie del metal una vez que la superficie ha sido tratada en sucesivas etapas. Esa capa de óxido vuelve a la superficie pasiva y por lo tanto mal conductora. Las soluciones empleadas son por general ácidos muy diluidos. Los activados permiten asimismo eliminar manchas generadas por compuestos orgánicos y/o inorgánicos.

*Segundo enjuague.* Este proceso consiste en la inmersión de las piezas en agua con el fin de retirar las partículas de la superficie de la pieza, preparándola para la siguiente etapa. El efecto del agua sobre la superficie de las piezas evita la oxidación de estas por lo tanto las piezas deben permanecer en este baño hasta el momento que vayan a ser depositadas electrolíticamente, de lo contrario, se oxidarán. El agua debe de estar fresca sin presencia de partículas de óxido.  
(5)(25)

*Electrodeposición.* Este proceso se lleva a cabo aplicando una corriente continua a los electrodos, que disocia en iones las sales contenidas en la solución, produciéndose un depósito de níquel metálico sobre el cátodo, y una disolución de níquel sobre el ánodo, ilustrado en la figura 3.

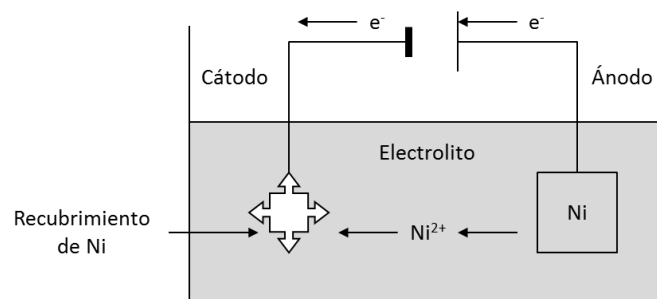


Figura 3. Principio de los recubrimientos electrolíticos (5)

Existen dos tipos de baños de gran importancia comercial para éste depósito (tabla 2); uno es realizado con sulfamato ( $\text{Ni}(\text{SO}_3\text{NH}_2)_2$ ) y el segundo, que es más común, es el baño de níquel tipo "Watts". Éste sirve para dar capas gruesas de níquel sobre el hierro, cobre, latón y otros metales (a excepción del aluminio) es un baño muy concentrado que permite trabajar con corrientes de 8 – 20 amperios por decímetro cuadrado. Los componentes básicos de los baños tipo "Watts" son el sulfato de níquel y el cloruro de níquel; también pueden utilizarse el ácido bórico.

Tabla 2. Soluciones típicas de niquelado (37)

	Composición del Electrolito, g/L	
	Watts	Sulfamato de Níquel
Sulfato de Níquel, NiSO <sub>4</sub> *6H <sub>2</sub> O	225 – 400	
Sulfamato de Níquel, Ni(SO <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		300 – 450
Cloruro de Níquel, NiCl <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	30 – 60	0 – 30
Ácido Bórico, H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	30 – 45	30 – 45
	Condiciones de operación	
Temperatura, °C	44 – 66	32 – 60
Agitación	Aire o mecánica	Aire o mecánica
Densidad de Corriente en el Cátodo, A/dm <sup>2</sup>	3 – 11	0.5 – 30
Ánodo	Níquel	Níquel
pH	3 – 4.5	3.5 – 5.0
	Propiedades Mecánicas	
Resistencia a la Tracción, MPa	345 – 485	415 – 610
Elongación, %	10 – 30	5 – 30
Dureza de Vickers, 100g de carga	130 – 200	170 – 230
Tensión Interna, MPa	125 – 185 (tenso)	0 – 55 (tenso)

El sulfato de níquel es la fuente de iones más importante en una formulación de este tipo, y su concentración limita la densidad de corriente del baño. En general, aumentando la cantidad de sulfato, se incrementará la densidad de corriente y debido a ello, se obtendrán mayores velocidades de depósito.

El cloruro de níquel, incrementa la corrosión anódica (disolución del ánodo para formar iones de níquel) y la conductividad del electrolito. Al incrementar la conductividad de la solución, se puede reducir el voltaje para lograr la misma densidad de corriente.

El baño con sulfamatos está compuesto de sulfamato de níquel, ácido bórico, bromuro de níquel, ánodos de níquel y aditivos que influyen sobre las propiedades del baño. El sulfamato de níquel es la fuente principal de iones en este tipo de baños, el ácido bórico actúa como sustancia buffer reduciendo la formación de defectos a altas densidades de corriente, generados por la acidificación de la solución debida al exceso de iones H<sup>+</sup>. El bromuro de níquel se usa para reducir las tensiones internas y disolver los ánodos de níquel.

En algunos casos no se utilizan placas de níquel como ánodos, ya que debido al pasivado se disuelve en electrolitos con un alto contenido de cloruro. En cambio un pequeño contenido de sulfuro u óxido de níquel en el material del ánodo tiene un efecto despolarizador. Existen ciertas sales que se pueden utilizar en el depósito electrolítico como sulfato amónico níqueloso el cual es fácilmente soluble en agua o el tetrafluoroborato níqueloso. (5)(10)(25)(37)

*Tercer enjuague.* Después del recubrimiento, las piezas se enjuagan en un tanque con agua para limpiarlas de los residuos procedentes del baño anterior. El enjuague almacenado en este tanque se puede utilizar para reponer las pérdidas por nivel de los baños de recubrimiento.

*Pasivado.* Una vez que la superficie metálica se encuentre limpia, mediante sales de cromo y cianuros se sellan los poros, se elimina la posible reactividad del acabado y se dan los últimos retoques estéticos en la superficie.

*Secado.* Después de obtener el acabado final, las piezas se secan para eliminar el agua residual y evitar que el producto salga con manchas, y proceder a su embalaje y venta. En la figura 4 y tabla 3 se ilustran y describen las diferentes etapas del níquelado. (5)(25)

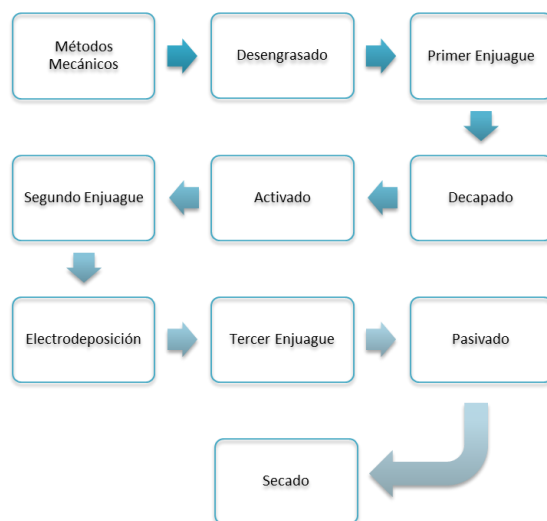


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de níquelado (14)

Tabla 3. Descripción de las diferentes etapas de niquelado (25)

Proceso	Objetivo	Ejecución	Materiales
Métodos Mecánicos	Eliminación de defectos superficiales	Máquinas pulidoras	Abrasivos
Desengrasado	Eliminación de grasas y aceites adheridos	Inmersión de piezas en solventes orgánicos o en soluciones alcalinas	Disolventes orgánicos Hidróxido de sodio, carbonato de sodio y cianuro de sodio
Decapado	Remoción de óxidos superficiales	Inmersión de piezas en solución acuosa de ácidos	Ácido sulfúrico, clorhídrico, fosfórico y nítrico
Electrodeposición	Deposición del níquel en la superficie de las piezas	Inmersión de las piezas en soluciones de electrolitos y aplicación de tensión eléctrica	Sales a depositar, sulfuro, sulfamato, cloruro, bromuro de níquel, ácido bórico
Enjuague	Remoción de productos químicos de la superficie	Inmersión en agua o en soluciones acuosas	Restos de productos removidos y agua
Pasivado	Protección del acabado superficial	Inmersión en soluciones pasivantes	Ácido crómico, nítrico, cianuros, etc.
Secado	Eliminación de humedad del enjuague	Hornos, centrifugas, aserrín	Aire frío o caliente, aserrín.

#### 1.4.1 Tipos de niquelado

##### *Niquelado decorativo (brillante):*

Contiene aditivos orgánicos que modifican la electrocristalización a la de brillo espejo, con niveles altos de níquel depositados directamente desde la solución.

##### *Niquelado ingenieril (mate):*

En las aplicaciones ingenieriles el niquelado de alto brillo no es requerido. El niquelado ingenieril usualmente esta libre de sulfuros y tiene una apariencia mate. Estos depósitos pueden ser específicos para disminuir la corrosión y el desgaste por calor, resanar, modificar propiedades magnéticas para preparar las superficies para esmaltado o recubrimiento orgánico, para controlar la difusión, etc. (10)(37)

### 1.4.2 Problemas comunes

*Aspereza.* Las asperezas en el depósito de níquel son generalmente causadas por partículas que caen del ambiente en el electrolito: polvo, desprendimientos del ánodo, precipitados del ácido bórico, impurezas metálicas trazas dejadas por procesos anteriores, partículas del filtro de carbón, etc. Afecta al brillo. Acciones correctivas: filtrado apropiado, prevención de trazas, y control de temperatura adecuado.

*Picaduras.* Son el resultado de burbujas de hidrógeno adheridas a la superficie de la pieza; usualmente ocurre por bajas concentraciones del agente humectante, baja agitación por aire, bajas concentraciones de ácido bórico y altas densidades de corriente. Acciones correctivas: revisar las concentraciones del agente de control de superficie y ácido bórico, incrementar la agitación por aire y disminuir la densidad de corriente.

*Baja adhesión.* La baja adhesión del depósito de níquel es causada generalmente por un mal tratamiento de superficie o mala activación (por contaminación por cobre, cromo o una activación inapropiada). Acciones correctivas: verificar el proceso de preparación de superficie y la activación.

*Alta tensión y baja ductilidad.* Cada solución para niquelado produce diferentes niveles de tensión mecánica y ductilidad. Un depósito frágil es causado por el exceso de agentes orgánicos (abrillantadores, niveladores de superficie), cloruros de níquel, contaminantes metálicos y descomposición de los abrillantadores. Acciones correctivas: tratamiento por carbón activado, control del cloruro de níquel.

(37)(45)

### 1.4.3 Aspectos de calidad

Para obtener un producto conforme con los requisitos de calidad en el niquelado es necesario controlar la composición del baño, la pureza de las soluciones, y el espesor y uniformidad del depósito.

El control de la composición del baño es uno de los factores más importantes en la calidad de los depósitos de níquel. El baño debe ser preparado a una composición específica, ajustado a un pH adecuado, y purificado antes de su uso. Por lo tanto, la composición y el pH deben ser controlados a límites específicos, y la contaminación por partículas orgánicas y metálicas de ser prevenida.

Antes de usar cualquier solución para niquelado, los contaminantes como el hierro, cobre, zinc, y contaminantes orgánicos, que generalmente se encuentran en trazas en las sales de uso comercial, deben ser removidos. Algunos métodos para lograrlo pueden ser:

*pH alto*, este tratamiento consiste en añadir carbonato de níquel a la solución hasta que el pH sea de 5.5, esto precipita los hidróxidos de los metales como hierro, aluminio y silicio. Si se añade peróxido de hidrógeno, éste oxida al hierro, haciendo que sea más fácil precipitarlo a pH alto, y limpiar impurezas orgánicas.

El tratamiento con carbón activado remueve las impurezas orgánicas

La purificación electrolítica remueve la mayor parte de contaminantes metálicos e impurezas orgánicas.

En los baños de niquelado mate es importante controlar periódicamente los constituyentes básicos: el contenido de níquel, la concentración del cloruro,  $\text{Cl}^-$  y el ácido bórico. Para la mayoría de las aplicaciones comerciales, el níquel metálico se mantiene entre 60 y 80 g/L. Para promover la corrosión del ánodo de níquel, es recomendable tener un mínimo de 23g/L de cloruro de níquel. El ácido bórico se usa como agente buffer.

Existen procedimientos que permiten el monitoreo y análisis de níquel, cloruros y ácido bórico.

El pH de la solución de niquelado se eleva durante la operación normal del baño, y necesita adiciones regulares de ácido para mantenerse dentro de los límites.

La temperatura tiene un efecto significativo en las propiedades del depósito de níquel, y debe mantenerse dentro de los límites establecidos. En general, la mayoría de los baños de niquelado son operados entre 38 y 60°C, y mantenidos por medio de resistencias.

La densidad de corriente deberá ser lo más uniforme posible, a fin de controlar la velocidad y uniformidad en los depósitos de níquel.

Según sea la forma de la pieza la distribución de corriente varía, esto es por la distancia ánodo cátodo. Se puede controlar con un rack y distribución apropiados de las piezas, además del uso de escudos no conductores y ánodos auxiliares.

La calidad del agua usada, para remplazar la que se evapora en el baño y enjuagues es importante. Se debe preferir la desmineralizada, especialmente si el agua de la llave tiene alto contenido de calcio.

La presencia de pequeñas cantidades de contaminantes inorgánicos y orgánicos pueden ocasionar defectos del depósito. Los contaminantes inorgánicos provienen de diferentes fuentes, como sales de níquel grado técnico, agua dura, residuos de baños anteriores, polvo, ataque de los calentadores metálicos, corrosión del material del tanque o de las barras anódicas, suciedad de estructuras arriba del tanque, objetos que caen en la solución y no son removidos, entre otros. En la tabla 4 se presentan las concentraciones máximas permisibles de contaminantes metálicos en los baños de niquelado.



Tabla 4. Concentración máxima permisible de contaminantes metálicos en baños para niquelado (35)

Contaminante	Concentración máxima, ppm
Aluminio	60
Cromo	10
Cobre	30
Hierro	50
Plomo	2
Zinc	20
Calcio	Depende del pH; precipita a punto de saturación

Los límites difieren si hay varios contaminantes presentes, y si hay agentes acomplejantes en la solución

La contaminación por materiales inorgánicos puede controlarse mediante filtraciones y por limpiezas por electrólisis a 0.2 A/dm.

Los contaminantes orgánicos pueden provenir de aceite de lubricación, revestimiento defectuoso de los racks, adhesivos, descomposición de agentes humectantes, estabilizadores orgánicos, etc. La mayoría de los contaminantes orgánicos pueden removerse de las soluciones de niquelado por adsorción en carbón activado. Usualmente es necesario hacer un análisis químico y ajustar la composición de la solución después de este tratamiento.

Por lo general los contaminantes gaseosos en el niquelado, son aire y dióxido de carbono disueltos en la solución, que causan picaduras en el depósito. Comúnmente el aire disuelto proviene del sistema de bombeo cuando la disolución circula. El dióxido de carbono resulta después de usar carbonato de níquel para aumentar el pH. El aire disuelto se puede remover, calentando las soluciones al menos 6° C sobre la temperatura de operación por algunas horas.

Los requisitos para los recubrimientos de níquel, varían dependiendo de la aplicación. El niquelado mate, se usa generalmente para aplicaciones de ingeniería y electro-formado, donde es necesario monitorear las propiedades mecánicas, incluyendo dureza, resistencia a la tensión, ductilidad, tensión interna, resistencia al desgaste, entre otras. Si el niquelado mate es utilizado para proteger a la pieza de condiciones ambientales, con alta humedad, cambios de

temperatura y atmosfera corrosiva se recomienda que el espesor del depósito sea de 10 a 15  $\mu\text{m}$ . (10)(37)(45)(46)

#### 1.4.4 Aspectos ambientales

##### *Descargas*

Las aguas residuales que provienen del galvanizado contienen cianuros, metales pesados, elevada acidez y alcalinidad.

Las aguas residuales del proceso de desengrasado contienen reactivos químicos del propio baño (sales, hidróxido de sodio o potasio, emulsionantes orgánicos y tensoactivos), además de productos de saponificación de las grasas desechadas.

Las aguas residuales del proceso de decapado contienen ácido sulfúrico, nítrico o sus sales, así como metales producto de la disolución metálica de las piezas.

Las aguas residuales del niquelado tienen sales metálicas, ácidos, álcalis y varios compuestos empleados en el control del baño.

##### *Emisiones atmosféricas*

Las emisiones atmosféricas se producen en diferentes etapas del proceso de niquelado, por lo que es necesario identificarlas:

- Emisiones de neblinas y compuestos orgánicos volátiles provenientes de los solventes usados en el desengrase.
- Emisiones ácidas del decapado.
- Emisiones producidas por la combustión para generar energía para mantener la temperatura de operación del baño
- Emisiones de polvo y partículas metálicas generadas en la preparación de la superficie metálica (pulido).
- Emisiones de aerosoles en el baño de niquelado.

### *Contaminación por ruido*

En el niquelado se ocasiona impacto ambiental por ruido durante las etapas de pulido y en el niquelado a granel.

### *Residuos sólidos*

En las etapas de desengrase y decapado se forman lodos con alto contenido metálico. En el decapado de piezas ferrosas, los lodos contienen óxidos y cloruros ferrosos.

Durante el proceso de neutralización en el tratamiento de residuos, muchos metales se separan por precipitación, estos residuos también contienen moléculas orgánicas, metales pesados en forma de complejos, aceite y grasa. (5)(25)(37)

#### 1.4.5 Aspectos de salud y seguridad

Luego de revisar las distintas etapas del niquelado, se detectan los siguientes peligros:

<i>Área</i>	<i>Peligros</i>	<i>Efectos</i>
Pulido	Exposición a: ruido y polvos Uso de máquinas peligrosas	Lesiones por abrasión, quemaduras y golpes. Disminución de la capacidad auditiva. Irritación en ojos y vías respiratorias.
Desengrasado	Exposición a compuestos orgánicos volátiles y sustancias abrasivas.	Irritación en ojos y vías respiratorias. Cáncer, lesiones en hígado riñones y sistema nervioso.
Decapado	Exposición a los ácidos y sus vapores	Irritación y lesiones en piel, ojos y vías respiratorias.
Electro deposición	Exposición a: sales de níquel, descargas eléctricas y altas temperaturas.	Irritación en piel, ojos y vías respiratorias. Cáncer, electrocución y quemaduras.
Pasivado	Exposición a cianuros	Dificultades respiratorias, daño al cerebro, corazón. Estado de coma y muerte (37)(38)

## 1.5 Acero 1020

El acero es la denominación que comúnmente se le da a una aleación de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0.1 y 2.1% en peso de su composición. Los aceros constituyen el material metálico más usado, debido en gran medida a su fabricación relativamente económica, en grandes cantidades y a especificaciones muy precisas. Tienen una amplia gama de propiedades mecánicas.

Los aceros se clasifican de formas muy variadas:

- Por composición, cantidad de carbono o elementos aliados
- Por métodos de manufactura, a la intemperie, proceso con oxígeno o procesos electroquímicos
- Por método de acabado, laminado en caliente o en frío
- Por forma de producto, barra, platillo, tubular, varilla
- Por método desoxidante, eliminación completa, semieliminado, por borde
- Por microestructura, ferrítico, perlítico, martensítico
- Por requerimientos de dureza, especificado por normas
- Por tratamientos térmicos, templado, recocido, revenido (1)

La SAE (Standard American Engineering) clasifica los aceros en: al carbono, media aleación, aleados, inoxidables, de alta resistencia, de herramientas, etc. El acero 1020 es un acero de bajo contenido de carbono (tabla 5). (30)(43)

Tabla 5. Composición química del acero 1020 (38)

Carbono	0.18 – 0.23 %
Manganeso	0.30 – 0.60 %
Fosforo	0.040 max
Azufre	0.050 max

### 1.5.1 Tubos de acero 1020

Hay una gran variedad de procesos para hacer un tubo, la importancia de las paredes en los tubos puede ser por superficie interna, superficie externa o ambas, dependiendo del uso.

Debido a sus propiedades mecánicas (tabla 6), los tubos de acero 1020 se utilizan para:

- Construcción
- Decoración
- Vehículos
- Artículos de cocina
- Camisa para cilindros hidráulicos
- Transporte de fluidos

Tabla 6. Propiedades mecánicas de tubos de acero 1020 (42)

Dureza Brinell	Resistencia a la tensión	Resistencia a la cedencia	Elongación	Reducción de área
111	55 ksi	30 ksi	25%	50%

En la normas ASTM, volumen 01.01, se encuentran las especificaciones para tubos de acero utilizados para aplicaciones mecánicas y de transporte de fluidos.

(39)(42)(43)

Dureza Brinell: la dureza es una propiedad que mide la capacidad de resistencia que ofrecen los materiales a procesos de abrasión, desgaste, penetración o de rallado. El método Brinell es un tipo de ensayo para calcular la dureza de los materiales.

Resistencia a la tensión: es la tensión máxima alcanzada en la curva de tensión-deformación.

Resistencia a la cedencia: es el punto a partir del cual se produce una deformación notable e irreversible.

Ductilidad: es una propiedad que presentan algunos materiales, los cuales bajo la acción de una fuerza pueden deformarse sin romperse. El porcentaje de elongación y reducción de área son parámetros que dan idea de la ductilidad de un material.

(1)

## **2. PROPUESTA DE AUDITORÍA**

Con la auditoria se evalúa el nivel de conformidad de los procesos respecto a instrucciones, formulaciones y especificaciones de productos y procesos, conforme a requisitos legales y del cliente. El objetivo es el logro de objetivos y metas, detección oportuna de desvíos, agilidad en la toma de decisiones correctivas, detección y prevención de generación de productos no conformes.

Para conseguir el mayor aprovechamiento en la realización de una auditoria, es necesario fijar los conceptos o los temas a tratar en la misma, y reducir al máximo la improvisación para evitar la divagación y pérdidas de tiempo. (44)

Mediante el uso de una combinación o enfoque integrado a través de todos los criterios de auditoria, se pueden lograr eficiencias que no pueden ser alcanzadas por la auditoria individual a los sistemas de gestión, incluyendo:

- Reducción de los costos de certificación, a través de una reducción de los días/auditor y/o gastos.
- Menos interrupciones para la organización - que puede satisfacer todas las necesidades en una sola auditoria.
- Simplificación de los procesos y objetivos más consistentes a través de varios sistemas.
- Reducción de la documentación, incluido un único reporte de auditoria.

Muchas organizaciones eligen auditorias combinadas de ISO 9001 e ISO 14001, o la norma ISO 14001 y OHSAS 18001. Muchas otras combinaciones son posibles. (40)

Para el diseño de una auditoría del proceso de niquelado mate (tomando en cuenta como referencia para sistemas y control de la gestión a las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007) se deben tener en consideración diversos subprocesos, condiciones, mecanismos y reactivos.

A continuación se analizan y proponen criterios de auditoría para una auditoría interna en el área de proceso de niquelado para el control de la gestión del mismo.

## **2.1 Propuesta del plan de auditoría y listas de verificación**

El proceso de niquelado está clasificado por el SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte) con el número 332810 (recubrimientos y terminados metálicos).

El sector de la galvanoplastia (en el que se encuentra dentro el proceso niquelado) se divide en tres segmentos básicos: grandes industrias con sectores de galvanoplastia, pequeñas y medianas empresas integradas y talleres de servicios. La Secretaría de Economía estipula que una pequeña empresa es aquel negocio dedicado al comercio, que tiene entre 11 y 30 trabajadores y generan ventas anuales superiores a los 4 millones y hasta 100 millones de pesos. En esta propuesta se tomará en cuenta una primera auditoría interna para el control de la gestión de una pequeña empresa con 30 trabajadores en el área de proceso de niquelado.

### **2.1.1 Objetivo**

El objetivo de la auditoría es demostrar la conformidad del proceso de niquelado con respecto a la eficacia, aspectos ambientales, de salud y seguridad, en base a las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007.

### **2.1.2 Alcance**

Área del proceso de niquelado de una organización pequeña.

### **2.1.3 Extensión de la auditoría**

En las guías del Foro Internacional de Acreditación (IAF), las cuales nos dan referencia sobre la duración de una auditoría eficiente, marcada a través de su guía IAF MD 5:2009, se toma a la galvanoplastia como una industria de complejidad media en aspectos ambientales, de salud y seguridad, y basado en la tabla 7 de la misma guía, con 30 empleados, se recomienda que el total de días auditor sea de 5.5.

Tabla 7. Relación entre personal efectivo, complejidad y duración de una auditoría (18)

Personal Efectivo	Duración de la Auditoría (días)			
	Alta	Media	Baja	Limitada
1-5	3	2.5	2.5	2.5
6-10	3.5	3	3	3
11-15	4.5	3.5	3	3
16-25	5.5	4.5	3.5	3
26-45	7	5.5	4	3
46-65	8	6	4.5	3.5
66-85	9	7	5	3.5
86-125	11	8	5.5	4
126-175	12	9	6	4.5
176-275	13	10	7	5
276-425	15	11	8	5.5

## 2.1.4 Criterios de auditoría

### 2.1.4.1 Requisitos propuestos para el control de la gestión en el proceso de niquelado

En las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 se encuentran requisitos para los sistemas de gestión de calidad, ambiental y de salud y seguridad en el trabajo. A continuación en las tablas 8, 9 y 10 se proponen los requisitos de estas normas que competen al área de proceso de niquelado, para la evaluación del control de la gestión.

Tabla 8. Requisitos propuestos de la norma ISO 9001:2008

4.1 c), d), e), f)	<i>Requisitos generales.</i> La organización debe: c) determinar los criterios y los métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces, d) asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos, e) realizar el seguimiento, la medición cuando sea aplicable y el análisis de estos procesos f) implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.
4.2.1 c), d)	<i>Requisitos de la documentación.</i> Generalidades. La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir: c) los procedimientos documentados y los registros requeridos por esta norma internacional, d) los documentos, incluidos los registros que la organización determina que son necesarios para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos.
4.2.3 d), e), g)	<i>Control de los documentos.</i> Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para: d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran



	<p>disponibles en los puntos de uso,</p> <p>e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.</p> <p>g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón</p>
4.2.4	<p><i>Control de los registros.</i> Los registros establecidos para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad deben controlarse. La organización debe establecer un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, la retención y la disposición de los registros. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables.</p>
5.1 e)	<p><i>Compromiso de la dirección.</i> La alta dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de la calidad, así como con la mejora continua de su eficacia:</p> <p>e) asegurando la disponibilidad de recursos</p>
5.3 d)	<p><i>Política de la calidad.</i> La alta dirección debe asegurarse de que la política de la calidad:</p> <p>d) es comunicada y entendida dentro de la organización.</p>
5.5.1	<p><i>Responsabilidad y autoridad.</i> La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades están definidas y son comunicadas dentro de la organización.</p>
5.5.2 c)	<p><i>Representante de la dirección.</i> La alta dirección debe designar un miembro de la dirección de la organización quien, independientemente de otras responsabilidades, debe tener la responsabilidad y autoridad que incluya:</p> <p>c) asegurarse de que se promueva la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización.</p>
5.5.3	<p><i>Comunicación interna.</i> La alta dirección debe asegurarse de que se establecen los procesos de comunicación apropiados dentro de la organización y de que la comunicación se efectúa considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.</p>
6.1 b)	<p><i>Provisión de recursos.</i> La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para:</p> <p>b) aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.</p>
6.2.1	<p><i>Recursos humanos.</i> Generalidades. El personal que realice trabajos que afecten a la conformidad con los requisitos del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.</p>
6.2.2 d)	<p><i>Competencia, formación y toma de conciencia.</i> La organización debe:</p> <p>d) asegurarse de que su personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad.</p>
6.3	<p><i>Infraestructura.</i> La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable:</p> <p>a) edificios, espacio de trabajo y servicios asociados,</p> <p>b) equipo para los procesos (tanto hardware como software)</p> <p>c) servicios de apoyo (tales como transporte, comunicación o sistema de información)</p>
6.4	<p><i>Ambiente de trabajo.</i> La organización debe determinar y gestionar el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto.</p>
7.2.1	<p><i>Determinación de los requisitos relacionados con el producto.</i> La organización debe determinar:</p> <p>a) los requisitos especificado por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma,</p> <p>b) los requisitos no establecidos por el cliente pero necesarios para el uso especificado o para el uso previsto, cuando sea conocido,</p> <p>c) los requisitos legales y reglamentarios aplicables al producto,</p> <p>d) cualquier requisito adicional que la organización considere necesario</p>

7.2.2	<p><i>Revisión de los requisitos relacionados con el producto.</i> La organización debe revisar los requisitos relacionados con el producto. Esta revisión debe efectuarse antes de que la organización se comprometa a proporcionar un producto al cliente (por ejemplo, envío de ofertas, aceptación de contratos o pedidos, aceptación de cambios en los contratos o pedidos) y debe asegurarse de que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) están definidos los requisitos del producto,</li> <li>b) están resueltas las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente,</li> <li>c) la organización tiene la capacidad para cumplir con los requisitos definidos.</li> </ul>
7.4.3	<p><i>Verificación de los productos comprados.</i> La organización debe establecer e implementar la inspección u otras actividades necesarias para asegurarse de que el producto comprado cumple los requisitos de compra especificados. Cuando la organización o su cliente quieran llevar a cabo la verificación en las instalaciones del proveedor, la organización debe establecer en la información de compra las disposiciones para la verificación pretendida y el método para la liberación del producto.</p>
7.5.1	<p><i>Control, de la producción y de la prestación del servicio.</i> La organización debe planificar y llevar a cabo la producción y la prestación del servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) la disponibilidad de información que describa las características del producto,</li> <li>b) la disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando sea necesario,</li> <li>c) el uso del equipo apropiado</li> <li>d) la disponibilidad y uso de equipos de seguimiento y medición,</li> <li>e) la implementación del seguimiento y de la medición,</li> <li>f) la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega del producto.</li> </ul>
7.5.3	<p><i>Identificación y trazabilidad.</i> Cuando sea apropiado, la organización debe identificar el producto por medios adecuados a través de toda la realización del producto. La organización debe identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición a través de toda la realización del producto. Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización debe controlar la identificación única del producto y mantener registros.</p>
7.5.4	<p><i>Propiedad del cliente.</i> La organización debe cuidar los bienes que son propiedad del cliente mientras estén bajo el control de la organización o estén siendo utilizados por la misma. La organización debe identificar, verificar, proteger y salvaguardar los bienes que son propiedad del cliente suministrados para su utilización o incorporación dentro del producto. Si cualquier bien que sea propiedad del cliente se pierde, se deteriora o de algún otro modo se considera inadecuado para su uso, la organización debe informar de ello al cliente y mantener registros.</p>
7.5.5	<p><i>Preservación del producto.</i> La organización debe preservar el producto durante el proceso interno y la entrega al destino previsto para mantener la conformidad con los requisitos. Según sea aplicable, la preservación debe incluir la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección. La preservación debe aplicarse también a las partes constitutivas de un producto.</p>
7.6	<p><i>Control de los equipos de seguimiento y medición.</i> Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) calibrarse o verificarse, o ambos, a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales, cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación,</li> <li>b) ajustarse o reajustarse según sea necesario,</li> <li>c) estar identificado para poder identificar su estado de calibración,</li> <li>d) protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición,</li> <li>e) protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.</li> </ul>
8.1 a)	<p><i>Medición, análisis y mejora.</i> Generalidades. La organización debe planificar e implementar los</p>

	procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para: a) demostrar la conformidad con los requisitos del producto
8.2.2	<i>Auditoría interna.</i> La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para determinar si el sistema de gestión de la calidad: a) es conforme con las disposiciones planificadas, con los requisitos de esta norma internacional y con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por la organización, b) se ha implementado y se mantiene de manera eficaz
8.2.3	<i>Seguimiento y medición de los procesos.</i> La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas según sea conveniente.
8.2.4	<i>Seguimiento y medición del producto.</i> La organización debe hacer el seguimiento y medir las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del mismo. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de realización del producto de acuerdo con las disposiciones planificadas. Se debe mantener evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la(s) persona(s) que autoriza(n) la liberación del producto al cliente. La liberación del producto y la prestación del servicio al cliente no deben llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, a menos que sean aprobados de otra manera por una autoridad pertinente y, cuando corresponda, por el cliente.
8.3	<i>Control del producto no conforme.</i> Cuando sea aplicable, la organización debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras: b) tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada, b) autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente, c) tomando acciones para medir su uso o aplicación prevista originalmente, d) tomando acciones apropiadas a los efectos, reales o potenciales, de la no conformidad cuando se detecta un producto o conforme después de su entrega o cuando ya ha comenzado su uso.
8.4 b), c)	<i>Análisis de datos.</i> El análisis de datos debe proporcionar información sobre: b) la conformidad con los requisitos del producto, c) las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas.
8.5.2	<i>Acción correctiva.</i> La organización debe tomar acciones para eliminar las causas de las no conformidades con objeto de prevenir que vuelvan a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para: b) revisar las no conformidades (incluyendo quejas de los clientes), b) determinar las causas de las no conformidades, c) evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir, d) determinar e implementar las acciones necesarias, e) registrar los resultados de las acciones tomadas, f) revisar la eficacia de las acciones correctivas tomadas.

Tabla 9. Requisitos propuestos de la norma ISO 14001:2004

4.1	<i>Requisitos generales.</i> La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional, y determinar como cumplirá estos requisitos. La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión ambiental.
-----	---

4.2 e), f), g)	<i>Política ambiental.</i> La alta dirección debe definir la política ambiental de la organización y asegurarse de que, dentro del alcance definido de su sistema de gestión ambiental, ésta: e) se documenta, implementa y mantiene, f) se comunica a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella, g) está a disposición del público
4.3.1	<i>Aspectos ambientales.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para: a) identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y servicios nuevos o modificados, b) determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente (es decir, aspectos ambientales significativos).
4.3.2	<i>Requisitos legales y otros requisitos.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para: a) identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales, b) determinar como se aplican estos requisitos a sus aspectos ambientales
4.4.2	<i>Competencia, formación y toma de conciencia.</i> La organización debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o las personas que trabajan en su nombre tomen conciencia de: a) la importancia de la conformidad con la política ambiental, los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental, b) los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal, c) sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema de gestión ambiental, d) las consecuencias potenciales a desviarse de los procedimientos especificados
4.4.3 a)	<i>Comunicación.</i> En relación con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para: a) la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización
4.4.4 d), e)	<i>Documentación.</i> La documentación del sistema de gestión ambiental debe incluir: d) los documentos, incluyendo los registros requeridos en esta norma internacional, e) los documentos, incluyendo los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos
4.4.5 d), f), g)	<i>Control de documentos.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para: d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso, f) asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo que la organización ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del sistema de gestión ambiental y se controla su distribución, g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.
4.4.6	<i>Control operacional.</i> La organización debe identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo con su política ambiental, objetivos y metas, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo las condiciones especificadas, mediante: a) el establecimiento, implementación y mantenimiento de uno o varios procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones

	de la política, los objetivos y metas ambientales, b) el establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos, c) el establecimiento, implementación y mantenimiento de procedimientos relacionados con aspectos ambientales significativos identificados de los bienes y servicios utilizados por la organización, y la comunicación de los procedimientos y requisitos aplicables a los proveedores
4.4.7	<i>Preparación y respuesta ante emergencias.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencias y accidentes potenciales que pueden tener impactos en el medio ambiente y como responder ante ellos
4.5.1	<i>Seguimiento y medición.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características fundamentales de sus operaciones que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los procedimientos deben incluir la documentación de la información para hacer el seguimiento del desempeño, de los controles operacionales aplicables y de la conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización
4.5.2.1	<i>Evaluación del cumplimiento legal.</i> En coherencia con su compromiso de cumplimiento, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para evaluar periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales aplicables
4.5.2.2	La organización debe evaluar el cumplimiento con otros requisitos que suscriba
4.5.3 a), b), d)	<i>No conformidad, acción correctiva y acción preventiva.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para tratar las no conformidades reales y potenciales y tomar acciones correctivas y acciones preventivas. Los procedimientos deben definir requisitos para: a) identificar y corregir las no conformidades y tomar acciones para mitigar sus impactos ambientales b) investigar las no conformidades, determinar sus causas y tomar acciones con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir d) el registro de los resultados de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas
4.5.4	<i>Control de los registros.</i> La organización debe establecer y mantener los registros que sean necesarios, para demostrar la conformidad con los requisitos de su sistema de gestión ambiental y de esta norma internacional, y para demostrar los resultados logrados
4.5.5	<i>Auditoría interna.</i> La organización debe asegurarse de que las auditorías internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados para: a) Determinar si el sistema de gestión ambiental es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión ambiental, incluidos los requisitos de esta norma internacional y se ha implementado adecuadamente y se mantiene, b) proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías

Tabla 10. Requisitos propuestos de la norma OHSAS 18001:2007

4.1	<i>Requisitos generales.</i> La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de salud y seguridad de acuerdo con los requisitos de esta norma y determinar como cumplirá estos requisitos. La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión de salud y seguridad
4.2 a), b), c), f), g)	<i>Política de salud y seguridad.</i> La alta dirección debe definir y autorizar la política de salud y seguridad de la organización y asegurarse que dentro del alcance definido de su sistema de gestión de salud y seguridad ésta: a) es apropiada a la naturaleza y magnitud de los riesgos de salud y seguridad de la organización, b) incluye un compromiso de prevención de lesiones y enfermedades y de mejora continua, c) incluye un compromiso de por lo menos cumplir con los requisitos legales y con otros requisitos suscritos relacionados con los peligros de salud y seguridad,

	<p>f) es comunicada a todas las personas que trabajan bajo el control de la organización con la intención de que estén conscientes de sus obligaciones personales de salud y seguridad,</p> <p>g) se encuentra disponible a las partes interesadas</p>
4.3.1 a), b), c), e), f), i), j)	<p><i>Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles.</i> Los procedimientos de identificación de peligros y evaluación de riesgos deben tomar en cuenta:</p> <p>a) actividades rutinarias y no rutinarias,</p> <p>b) actividades de todo el personal que tiene acceso al lugar de trabajo,</p> <p>c) comportamiento, capacidad y otros factores asociados a las personas,</p> <p>e) peligros generados a la proximidad del lugar de trabajo por actividades o trabajos relacionados bajo el control de la organización,</p> <p>f) infraestructura, equipo y materiales en el lugar de trabajo, provistos por la organización u otros,</p> <p>i) cualquier obligación legal aplicable a la evaluación de riesgos y a la implementación de controles,</p> <p>j) diseño del lugar de trabajo, procesos, instalaciones, maquinaria, procedimientos operacionales y organización del trabajo, incluyendo su adaptación a la capacidad humana</p>
4.3.2	<p><i>Requisitos legales y otros.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar y acceder a los requerimientos de salud y seguridad legales y otros que son aplicables.</p> <p>La organización debe asegurar que estos requisitos legales son tomados en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento del sistema de gestión de salud y seguridad. La organización debe mantener esta información actualizada</p>
4.4.2	<p><i>Competencia, formación y toma de conciencia.</i> La organización debe asegurarse de que cualquier persona bajo su control, que pueda impactar sobre la salud y seguridad, sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas, y debe mantener los registros asociados. La organización debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que el personal tome conciencia de:</p> <p>a) las consecuencias, actuales o potenciales, de sus actividades laborales, su comportamiento y los beneficios en salud y seguridad de un mayor desempeño personal,</p> <p>b) sus funciones, responsabilidades e importancia del cumplimiento de la política, procedimientos y los requerimientos del sistema de gestión de salud y seguridad, incluyendo los requisitos de preparación y respuesta a emergencias,</p> <p>c) las consecuencias potenciales del incumplimiento de los procedimientos especificados</p>
4.4.3.1	<p><i>Comunicación.</i> En relación a sus peligros y su sistema de gestión de salud y seguridad, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:</p> <p>a) la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización,</p> <p>b) la comunicación con contratistas y otras visitas al lugar de trabajo,</p> <p>c) recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas</p>
4.4.3.2	<p><i>Participación y consulta.</i> La organización debe establecer implementar y mantener uno o varios procedimientos para:</p> <p>a) la participación de los trabajadores a través de: la colaboración apropiada en la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles; en la investigación de incidentes; en el desarrollo y revisión de las políticas y objetivos de salud y seguridad; consultas donde haya cualquier cambio que afecte la salud y seguridad; y representación en asuntos de salud y seguridad,</p> <p>b) consulta a los contratistas cuando existan cambios que afectan su salud y seguridad</p>
4.4.4 d), e)	<p><i>Documentación.</i> La documentación del sistema de gestión de salud y seguridad debe incluir:</p> <p>d) los documentos, incluyendo los registros requeridos por esta norma,</p> <p>e) la documentación, incluyendo los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de los procesos relacionados con la gestión de sus riesgos de salud y seguridad.</p>
4.4.5 d), e),	<p><i>Control de la documentación.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o</p>

g)	<p>varios procedimientos para.</p> <p>d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso,</p> <p>e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables,</p> <p>g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón</p>
4.4.6	<p><i>Control operacional.</i> La organización debe identificar aquellas operaciones y actividades que están asociadas con los peligros identificados, donde sea necesario la implementación de controles para administrar el riesgo. Para estas operaciones y actividades, la organización debe implementar y mantener:</p> <p>a) controles operacionales, aplicables a la organización y a sus actividades,</p> <p>b) controles relacionados con bienes adquiridos, equipos y servicios,</p> <p>c) controles relacionados a contratistas y otras visitas a los lugares de trabajo</p> <p>d) procedimientos documentados para cubrir situaciones donde su ausencia pueda causar desviaciones a la política y objetivos de salud y seguridad,</p> <p>e) estipular criterios operacionales donde su ausencia pueda causar desviaciones de la política y objetivos de salud y seguridad.</p>
4.4.7	<p><i>Preparación y respuesta ante emergencias.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:</p> <p>a) identificar situaciones potenciales de emergencias,</p> <p>b) responder a estas situaciones de emergencias.</p>
4.5.1	<p><i>Seguimiento y medición.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para monitorear y medir a intervalos regulares el desempeño de salud y seguridad ocupacional. Estos procedimientos deben proporcionar:</p> <p>a) mediciones cualitativas y cuantitativas apropiadas a las necesidades de la organización,</p> <p>b) monitoreo del grado de cumplimiento de los objetivos de salud y seguridad de la organización,</p> <p>c) monitoreo de la eficacia de los controles,</p> <p>d) medidas proactivas de desempeño para monitorear el cumplimiento del programa, controles y criterios operacionales de salud y seguridad,</p> <p>e) medidas reactivas para el seguimiento de enfermedades, incidentes y otras evidencias históricas de desempeño deficiente,</p> <p>f) registro de datos y resultados de seguimiento y medición suficientes para facilitar el análisis de acciones preventivas y correctivas subsecuentes.</p> <p>La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para la calibración y mantenimiento del equipo de seguimiento y medición</p>
4.5.2	<p><i>Evaluación del cumplimiento legal.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para evaluar periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales aplicables. La organización debe evaluar el cumplimiento con otros requisitos que suscriba</p>
4.5.3.1 a), b), e)	<p><i>Investigación de incidentes.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para registrar, investigar y analizar incidentes con la finalidad de:</p> <p>a) determinar las deficiencias subyacentes de salud y seguridad y otros factores que pueden ser causa o que contribuyan a la ocurrencia de incidentes,</p> <p>b) identificar la necesidad de la acción correctiva,</p> <p>e) comunicar los resultados de tales investigaciones</p>
4.5.3.2 a), b), d), e)	<p><i>No conformidad, acción correctiva y acción preventiva.</i> La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para tratar las no conformidades reales y potenciales y tomar acciones correctivas y preventivas. Los procedimientos deben definir requisitos para:</p> <p>a) identificar y corregir las no conformidades y tomar acciones para mitigar sus consecuencias en salud y seguridad,</p> <p>b) la investigación de las no conformidades determinando sus causas y tomando las acciones</p>

	con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir, d) el registro y la comunicación de los resultados de las acciones correctivas y preventivas tomadas, e) la revisión de la eficacia de las acciones preventivas y correctivas planeadas
4.5.4	<i>Control de los registros.</i> La organización debe establecer y mantener los registros necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de su sistema de gestión de salud y seguridad y de esta norma, y para demostrar los resultados logrados
4.5.5	<i>Auditoría interna.</i> La organización debe asegurarse de que las auditorías internas del sistema de gestión de salud y seguridad se realizan a intervalos planificados para: a) identificar si el sistema de salud y seguridad es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión de salud y seguridad, incluidos los requisitos de esta norma; se ha implementado adecuadamente y se mantiene; y es eficaz en el logro de la política y objetivos de la organización; b) proporcionar información a la dirección sobre los resultados de auditorías.

### 2.1.4.2 Requisitos de calidad

En los puntos 7.2.1, 7.2.2, 8.2.3 y 8.2.4 de la ISO 9001:2008 dice que la organización debe cumplir con los requisitos establecidos e implícitos del producto y del proceso. En calidad los requisitos son voluntarios, ya que sirven para obtener certificación, obtener ganancias y éxito.

En las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) se encuentran especificaciones, procedimientos y pruebas para la realización del niquelado (tabla 11).

Tabla 11. Normas ISO y ASTM para niquelado mate en acero 1020 (15)

Norma	Título
ISO 1456: 2009	Metallic and other inorganic coatings—electrodeposited coatings of nickel, nickel plus chromium, copper plus nickel and of copper plus nickel plus chromium. <i>Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos—electro depósitos de níquel, níquel-cromo, cobre-níquel y cobre-níquel-cromo.</i>
ASTM B689-97(2008)	Standard specification for electroplated engineering nickel coatings. <i>Especificaciones estándar para recubrimientos de niquelado ingenieril.</i>
ASTM B343-92ª(2009)	Standard practice for preparation of nickel for electro plating with nickel. <i>Práctica estándar para la preparación de níquel para niquelado.</i>
ASTM B322-99(2009)	Standard guide for cleaning metals prior to electro plating. <i>Guía estándar para la limpieza de metales antes de la galvanoplastia.</i>
ASTM B183-79(2009)	Standard practice for preparation of low-carbon steel for electro plating. <i>Práctica estándar para la preparación de acero de bajo carbono para galvanoplastia.</i>
ASTM B507-86(2008)	Standard practice for design of articles to be electroplated on racks. <i>Práctica estándar para el diseño de artículos a ser galvanizados en racks.</i>
ASTM B850-98(2009)	Standard guide for post-coating treatments of steel for reducing the risk of hydrogen embrittlement. <i>Guía estándar para tratamientos post recubrimiento de acero para reducir el riesgo de fragilización por hidrógeno.</i>
ASTM B602-	Standard test method for attributes sampling of metallic and inorganic coatings.



88(2010)	<i>Método de prueba estándar para el muestreo de atributos de recubrimientos metálicos e inorgánicos.</i>
ISO 2177: 2003	Metallic coatings—Measurement of coating thickness—Coulometric Method by Anodic Dissolution. <i>Recubrimientos metálicos—Medición del espesor del recubrimiento—método coulométrico por disolución anódica</i>
ASTM B659-90(2008)	Standard guide for measuring thickness of metallic and inorganic coatings. <i>Guía estándar para la medición del espesor de los recubrimientos metálicos e inorgánicos.</i>
ASTM B487-85(2007)	Standard test method for measurement of metal and oxide coating thickness by microscopical examination of a cross section. <i>Método de prueba estándar para la medición del espesor de recubrimiento metálico y óxido por examen microscópico de una sección transversal.</i>
ASTM B504-90(2011)	Standard test method for measurement of thickness of metallic coatings by the coulometric method. <i>Método de prueba para la medición del espesor de recubrimientos metálicos por el método coulométrico.</i>
ASTM B530-09	Standard test method for measurement of coating thicknesses by the magnetic method: electrodeposited nickel coatings on magnetic and nonmagnetic substrates. <i>Método de prueba estándar para la medición de espesores de recubrimientos por método magnético: níquelado en sustratos magnéticos y no magnéticos.</i>
ASTM B764-04(2009)	Standard test method for simultaneous thickness and electrode potential determination of individual layers in multilayer nickel deposit (STEP test) <i>Método de prueba para determinación simultánea de espesor y potencial del electrodo de las capas individuales en depósitos multicapa de níquel (prueba STEP).</i>
ASTM B489-85(2008)	Standard practice for bend test for ductility of electrodeposited and auto catalytically deposited metal coatings on metals. <i>Práctica estándar de ductilidad por doblado de recubrimiento metálico sobre metales por electro deposición y auto catálisis.</i>
ASTM B490-09	Standard practice for micrometer bend test for ductility of electrodeposits. <i>Práctica estándar de ductilidad por doblado micrométrico de electro depósitos.</i>
ASTM B571-97(2008)	Standard practice for qualitative adhesion testing of metallic coatings. <i>Práctica estándar para prueba cualitativa de adherencia de recubrimientos metálicos.</i>
ASTM B905-00(2010)	Standard test methods for assessing the adhesion of metallic and inorganic coatings by the mechanized tape test. <i>Métodos de prueba estándar para evaluar la adherencia de los recubrimientos metálicos e inorgánicos por la prueba de cinta mecanizada.</i>
ASTM B636-84(2010)	Standard test method for measurement of internal stress of plated metallic coatings with the spiral contractometer. <i>Método de prueba para medir de la tensión interna de recubrimientos metálicos con el contractómetro espiral.</i>
ASTM B537-70(2007)	Standard practice for rating of electroplated panels subjected to atmospheric exposure. <i>Práctica estándar para la evaluación de paneles galvanizados expuestos a la atmósfera.</i>
ASTM B767-88(2010)	Standard guide for determining mass per unit area of electrodeposited and related coatings by gravimetric and other chemical analysis procedure. <i>Guía estándar para determinar masa por unidad de superficie de recubrimientos electro depositados por gravimetría y otros procedimientos de análisis químicos.</i>
ASTM B765-03(2008)	Standard guide for selection of porosity and gross defect tests for electrodeposits and related metallic coatings. <i>Guía estándar para la selección de pruebas de defectos de porosidad y grandes defectos de electro depósitos y recubrimientos metálicos relacionados.</i>

### 2.1.4.3 Requisitos ambientales

En cuestión ambiental, existen requisitos voluntarios y obligatorios. Los voluntarios sirven para la medición y minimizar la generación de residuos y contaminantes. Los requisitos obligatorios son los que dicta la autoridad y si no se cumplen puede haber consecuencias y sanciones.

En el punto 4.3.2 de la ISO 14001:2004 en gestión ambiental dice que la organización debe identificar y cumplir con los requisitos legales y reglamentarios de aspecto ambiental que aplican a su proceso.

En México los aspectos ambientales están regulados por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. En la tabla 12 se aprecian los requisitos legales aplicables al niquelado en aspecto ambiental.

**Tabla 12. Leyes y normas ambientales aplicables al niquelado (16)**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

*Es el marco legal que fija las condiciones para la protección al ambiente, además de la preservación y restauración del equilibrio ecológico. De éste marco genérico que establece la ley se desprenden diversos reglamentos y normas específicas en materia de protección ambiental del agua, aire y suelo, así como de la salud humana.*

Artículo 15

*Fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique.*

Artículo 37bis

*Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalaran su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.*

Artículo 111bis y 113

*Quedan regulados y requieren de autorización de la secretaría (SEMARNAT), la operación y funcionamiento de fuentes fijas que puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera.*

Artículo 120, 121, 122 y 123

*Quedan sujetos a regulación federal o local y requieren de un tratamiento previo adecuado, las descargas de origen industrial, el vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, así como las aguas residuales con contaminantes, a cualquier cuerpo y corriente de agua o en el suelo o subsuelo.*

Artículo 134

*Establece que corresponde al estado y a la sociedad evitar la contaminación del suelo y que deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la fuente principal de contaminación del suelo, incorporando las medidas que previenen y reducen su generación, las técnicas para su reuso y reciclaje así como la regulación eficiente del manejo y disposición final de los mismos.*

Artículo 135 y 136

*La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y los permisos que para tal efecto se otorguen, quedan sujetos a los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo.*

Artículo 140

*Establece que "la generación, el manejo y la disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas".*

Artículo 144

*Hace referencia a las restricciones arancelarias y no arancelarias relativas a la importación y exportación de materiales peligrosos.*

Artículo 147

*Establece que las actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas deben realizarse con apego a esta ley, así como a los reglamentos y normas correspondientes. Quien realice este tipo de actividades debe además presentar un estudio de riesgo ambiental para su aprobación por las actividades correspondientes.*

Artículo 150

*Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente ley, su reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la secretaría.*

Artículo 151

*Otorga "la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos a quien los genere". En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.*

Artículo 152bis

*Establece que cuando la generación, el manejo o la disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberá llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y establecer las condiciones del mismo.*

Artículo 153

*Establece las restricciones en la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos.*

Artículo 155

*Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas.*

Artículo 156

*Se establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos.*

NOM-052-SEMARNAT-2005

*Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*

NOM-054-SEMARNAT-1993

*Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o mas residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-1993*

NOM-001-SEMARNAT-1996

*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*

NOM-002-SEMARNAT-1996

*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado*

NOM-043-SEMARNAT-1993

*Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas solidas provenientes de fuentes fijas*

NOM-085-SEMARNAT-2011

*Contaminación atmosférica-niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición*

NOM-081-SEMARNAT-1994

*Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición*

#### 2.1.4.4 Requisitos de Salud y Seguridad

En salud y seguridad laboral los requisitos son obligatorios ya que de éstos depende la salud y seguridad de las personas que trabajan en el proceso.

En el punto 4.3.2 de la OHSAS 18001:2007 en gestión de salud y seguridad dice que la organización debe identificar y cumplir con los requisitos legales y reglamentarios de aspecto de salud y seguridad en el trabajo que aplican a su proceso.

En México los aspectos de salud y seguridad están regulados por la Ley federal del Trabajo. En la tabla 13 se aprecian los requisitos legales aplicables al niquelado en aspecto de salud y seguridad.

**Tabla 13. Leyes y normas laborales aplicables al niquelado (16)**

Ley Federal del Trabajo

*Es el marco legal que fija las condiciones de trabajo y da seguridad a los trabajadores en materia de seguridad y riesgos laborales.*

Artículo 47 XII

*Es causa de rescisión de la relación de trabajo, sin responsabilidad para el patrón negarse el trabajador a adoptar medidas preventivas o seguir procedimientos para evitar accidentes o enfermedades*

Artículo 51 VII

*Es causa de rescisión de la relación de trabajo, sin responsabilidad para el trabajador la existencia de un peligro grave para la seguridad o salud del trabajador o de su familia ya sea por carecer de condiciones higiénicas el establecimiento o porque no se cumplan las medidas preventivas y de seguridad que las leyes establezcan.*

Artículo 132

*Son obligaciones de los patrones: XVI, instalaciones adecuadas para prevenir riesgos y enfermedades, evitar exceder en contaminantes, modificar instalaciones; XVII, cumplir con prevenir riesgos y enfermedades, disponer de medicamentos y material de curación oportunos, dar aviso a autoridad de accidente; XVIII, fijar y difundir disposiciones de reglamentos e instructivos.*

Artículo 134

*Son obligaciones de los trabajadores: II, observar medidas preventivas acordadas e indicadas*

Artículo 135

*Queda prohibido a los trabajadores: I ejecutar actos inseguros, IV, embriaguez; V, drogas (salvo prescritas)*

Capítulo III bis

*Capacitación y adiestramiento de los trabajadores*

Título Noveno

*Referente a riesgos y accidentes de trabajo*

Artículo 994

<i>Se impondrá multa cuantificada: V de 15 a 315 veces el salario mínimo general, al patrón que no permita la inspección y vigilancia que las autoridades del trabajo practiquen en su establecimiento; y no observe en la instalación de sus establecimientos las normas de seguridad e higiene o las medidas que fijen las leyes para prevenir los riesgos de trabajo.</i>
NOM-001-STPS-2008 <i>Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.</i>
NOM-002-STPS-2010 <i>Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.</i>
NOM-004-STPS-1999 <i>Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. (con la entrada en vigor de la presente norma se cancelan las siguientes normas oficiales mexicanas: nom-107-stps-1994,nom-108-stps-1</i>
NOM-005-STPS-1998 <i>Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.</i>
NOM-010-STPS-1999 <i>Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.</i>
NOM-011-STPS-2001 <i>Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.</i>
NOM-015-STPS-2001 <i>Condiciones térmicas elevadas o abatidas-condiciones de seguridad e higiene.</i>
NOM-017-STPS-2008 <i>Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.</i>
NOM-018-STPS-2000 <i>Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. (cancela a la nom-114-stps-1994)</i>
NOM-019-STPS-2011 <i>Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.</i>
NOM-025-STPS-2008 <i>Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.</i>
NOM-026-STPS-2008 <i>Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.</i>
NOM-028-STPS-2004 <i>Organización del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas.</i>
NOM-029-STPS-2011 <i>Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.</i>
NOM-030-STPS2009 <i>Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-funciones y actividades.</i>

### **2.1.5 Métodos de auditoría**

Los métodos dependen de la interacción del auditado con el auditor. En este caso la auditoría se lleva a cabo en el sitio de proceso de niquelado y la interacción del auditado con el auditor es directa, por lo que los métodos pueden ser:

- Entrevistas
- Listas de verificación y cuestionarios con la participación del auditado
- Revisión de documentos con la participación del auditado
- Muestreo

### **2.1.6 Selección del equipo auditor**

El equipo auditor debe tener la competencia para poder alcanzar los objetivos de la auditoría, en este caso que tengan conocimiento tanto de los aspectos de calidad, ambientales y de salud y seguridad que conlleva el proceso de niquelado, así como del proceso de auditoría.

### **2.1.7 Plan y lista de verificación de la auditoría**

En la tabla 14 se propone un plan de auditoría para el control de la gestión del proceso de niquelado opaco en tubos de acero 1020, basado en la norma ISO/IEC 19011:2011.

En la tabla 15 se propone una lista de verificación para la conformidad de los criterios de auditoría propuestos en las tablas 8, 9 y 10.

Tabla 14. Propuesta del plan de auditoría (17)

Plan de Auditoría	
No. de auditoría	1
Proceso auditado:	Proceso de niquelado en tubos acero 1020
Áreas auditadas:	Pulido, desengrasado, decapado, niquelado, pasivado
Fecha de la auditoría:	
Objetivo de la auditoría:	
Demostrar la conformidad del proceso respecto a los requisitos de calidad, ambientales, de salud y seguridad.	
Criterios de auditoría:	
<p>ISO 9001:2008                      4.1 c), d), e), f); 4.2.1 c), d); 4.2.3 d), e), g); 4.2.4; 5.1 e); 5.3 d); 5.5.1; 5.5.2 c); 5.5.3; 6.1 b); 6.2.1; 6.2.2 d); 6.3; 6.4; 7.2.1; 7.2.2; 7.4.3; 7.5.1; 7.5.3; 7.5.4; 7.5.5; 7.6; 8.1 a); 8.2.3; 8.2.4; 8.3; 8.4 b), c); 8.5.2</p> <p>ISO 14001:2004                      4.1; 4.2 e), f), g); 4.3.1; 4.3.2; 4.4.2; 4.4.3 a); 4.4.4 d), e); 4.4.5 d), f), g); 4.4.6; 4.4.7; 4.5.1; 4.5.2.1; 4.5.2.2; 4.5.3 a), b), d); 4.5.4; 4.5.5</p> <p>OHSAS 18001:2007                      4.1; 4.2 a), b), c), f), g); 4.3.1 a), b), c), e), f), i), j); 4.3.2, 4.4.2; 4.4.3.1; 4.4.3.2; 4.4.4 d), e); 4.4.5 d), e), g); 4.4.6; 4.4.7; 4.5.1; 4.5.2; 4.5.3.1 a), b), e); 4.5.3.2 a), b), d), e); 4.5.4; 4.5.5</p>	
Documentos de referencia:	
<p>Manual de Calidad                      Procedimiento operativo de la realización de niquelado                      Instrucciones operativos para la operación de los equipos                      Especificaciones establecidas                      Documento de mecanismos de comunicación                      Registros de datos de control de proceso                      Registros de datos de control de producto                      Medidas de seguridad obligatorias del proceso                      Hojas de seguridad de sustancias químicas utilizadas                      Registro de análisis de aguas residuales del proceso                      Registro de emisiones                      Programa de manejo de residuos sólidos</p>	
Líder del equipo auditor:	Equipo auditor:
Personal auditado:	
Nombre	Puesto

Plan de actividades				
Fecha y hora	Área	Actividad	Auditor	Auditado
	Sala de juntas	Reunión de apertura		
	Sala de juntas	Revisión de documentos		
	Pulido	Ejecución de la auditoría		
	Desengrasado	Ejecución de la auditoría		
	Decapado	Ejecución de la auditoría		
	Niquelado	Ejecución de la auditoría		
	Pasivado	Ejecución de la auditoría		
	Sala de juntas	Reunión de auditores para generación de hallazgos y conclusiones		
	Sala de juntas	Reunión de cierre		
Métodos de auditoría:				
Entrevistas Listas de verificación Revisión de documentos				
Aprobación				
Líder del equipo auditor			Cliente de la auditoría	



Tabla 15. Propuesta de la lista de verificación de la auditoría (17)

Lista de verificación de la auditoría (sistemas de gestión)				
Auditoría No.	1	Área auditada:	Niquelado	Fecha:
Auditor:				
Auditado:				
Critero	Ayudas del auditor	C	NC	Observaciones
ISO 9001 4.1 c), d), e), f) ISO 14001 4.1 OHSAS 18001 4.1	¿Qué criterios y métodos se han determinado? ¿Son adecuados? ¿Dispone de recursos e información necesarios? ¿Hay seguimiento y medición del proceso? ¿Se alcanzan los resultados planificados?			
ISO 9001 4.2.1 ISO 14001 4.4.4 d), e) OHSAS 18001 4.4.4 d), e)	¿Se cuenta con documentos y registros que aseguran la operación y control de procesos eficazmente?			
ISO 9001 4.2.3 d), e), g) ISO 14001 4.4.5 d), f), g) OHSAS 18001 4.4.5 d), e), g)	¿Están disponibles los documentos aplicables a esta área? ¿Los documentos son los más actuales?			
ISO 9001 4.2.4 ISO 14001 4.5.4 OHSAS 18001 4.5.4	¿Se cuenta con registros? ¿Proporcionan evidencia de la conformidad con los requisitos? ¿Se controlan? ¿Cómo?			

Criterio	Ayudas del auditor	C	NC	Observaciones
ISO 9001 5.1 e) OHSAS 18001	¿Hay disponibilidad de recursos en el área?			
ISO 9001 5.3 d) ISO 14001 4.2 e), f), g) OHSAS 18001 4.2 a), b), c), f), g)	¿Los trabajadores conocen y entienden la política de la calidad? ¿Los trabajadores conocen y entienden la política ambiental? ¿La política ambiental está al alcance de todo público? ¿Los trabajadores conocen y entienden la política de salud y seguridad? ¿La política de salud y seguridad es de conocimiento público? ¿La política de salud y seguridad está disponible para las partes interesadas?			
ISO 9001 5.5.1 ISO 14001 4.1 OHSAS 18001	¿Los trabajadores conocen su responsabilidad y autoridad?			
ISO 9001 5.5.2 c) OHSAS 18001	¿Se conocen los requisitos del cliente y su importancia?			
ISO 9001 5.5.3 ISO 14001 4.4.3 OHSAS 18001 4.4.3.1, 4.4.3.2	¿De qué manera se establece la comunicación en esta área? ¿Los trabajadores participan en la identificación de peligros y riesgos ambientales, de salud y seguridad?			

Criterio	Ayudas del auditor	C	NC	Observaciones
ISO 9001 6.1 b) OHSAS 18001	¿Los recursos son los suficientes para cumplir los requisitos?			
ISO 9001 6.2.1 ISO 14001 4.4.2 OHSAS 18001 4.4.2	¿Los trabajadores cubren el perfil de puesto establecido? ¿El perfil de puesto es adecuado?			
ISO 9001 6.2.2 d) ISO 14001 4.4.2 OHSAS 18001 4.4.2	¿Los trabajadores conocen la importancia de sus actividades? ¿Conocen las consecuencias de desviarse de los procedimientos?			
ISO 9001 6.3 OHSAS 18001	¿El espacio es el adecuado para este proceso? ¿Hay el equipo necesario para llevar a cabo el proceso?			
ISO 9001 6.4 OHSAS 18001	¿El ambiente de trabajo es el adecuado? (Condiciones de temperatura, presión, iluminación, etc.)			
ISO 9001 7.2.1 ISO 14001 4.3.1, 4.3.2, 4.4.6 OHSAS 18001 4.3.1, 4.4.6	¿Se conocen todos los requisitos del producto? (cliente, legales, de la compañía, partes interesadas) ¿Se especifican los aspectos ambientales del producto? ¿Se indican cuáles son los impactos ambientales significativos? ¿Se explican los peligros y riesgos de salud y seguridad del producto? ¿Se conocen y cumplen los requisitos legales y reglamentarios del producto?			

Criterio	Ayudas del auditor	C	NC	Observaciones
ISO 9001 7.2.2 ISO 14001 4.3.1, 4.3.2, 4.4.6, 4.5.2 OHSAS 18001 4.3.1, 4.3.2, 4.4.6	¿El proceso tiene la capacidad para cumplir con los requisitos? ¿Se conocen los aspectos ambientales del proceso? ¿Se aclaran cuáles son los impactos ambientales significativos? ¿Se conocen los peligros y riesgos de salud y seguridad del proceso? ¿Se conocen y cumplen los requisitos legales y reglamentarios del proceso?			
ISO 9001 7.4.3 ISO 14001 4.4.6 OHSAS 18001 4.4.6	¿Los insumos del proceso cumplen con los requerimientos establecidos? ¿Existen procedimientos para controlar aspectos ambientales de los proveedores y de los bienes utilizados? ¿Existen procedimientos para controlar aspectos de salud y seguridad con los contratistas y visitantes?			
ISO 9001 7.5.1 ISO 14001 4.4.6 OHSAS 18001 4.4.6	¿Hay condiciones controladas a lo largo del proceso? ¿Disponen de procedimientos y criterios para controlar los aspectos ambientales? ¿Disponen de procedimientos y criterios para controlar los aspectos de salud y seguridad?			
ISO 9001 7.5.3	¿Hay seguimiento del producto a lo largo del proceso?			
ISO 9001 7.5.4	¿Cuáles son los mecanismos para la protección de la propiedad del cliente?			
ISO 9001 7.5.5	¿Tienen procedimientos para la preservación del producto a lo largo del proceso?			

Criterio	Ayudas del auditor	C	NC	Observaciones
ISO 9001 7.6 ISO 14001 4.5.1 OHSAS 18001 4.5.1	¿Existen equipo y procesos adecuados para proporcionar la evidencia de la conformidad? ¿El equipo de medición está calibrado y tiene validez?			
ISO 9001 8.1 a) ISO 14001 4.5.1 OHSAS 18001 4.5.1	¿El seguimiento y medición demuestran la conformidad con los requisitos del producto? ¿Incluyen procedimientos para seguir y medir las características ambientales fundamentales del proceso? ¿Tienen procedimientos para seguir y medir las características fundamentales de salud y seguridad del proceso?			
ISO 9001 8.2.3 ISO 14001 4.5.1, 4.5.2 OHSAS 18001 4.5.1, 4.5.2	¿Cómo se miden y garantizan los resultados planificados del proceso? ¿El proceso tiene la capacidad de alcanzar los resultados planificados?			
ISO 9001 8.2.4 ISO 14001 4.5.2 OHSAS 18001 4.5.2	¿Se miden las características del producto en las etapas apropiadas del proceso? ¿Se verifica que se cumplan los requisitos del producto? ¿Se verifica que se cumplan los requisitos legales y reglamentarios?			

Criterio	Ayudas del auditor	C	NC	Observaciones
ISO 9001 8.3 ISO 14001 4.4.7, 4.5.3 a) OHSAS 18001 4.4.7, 4.5.3.2 a)	¿Se controla el producto no conforme a fin de prevenir su uso? ¿Disponen de procedimientos para identificar y responder ante situaciones de impacto ambiental? ¿Tienen procedimientos para identificar y responder ante situaciones de emergencia de salud y seguridad?			
ISO 9001 8.4 b), c) ISO 14001 4.5.3 a), b) OHSAS 18001 4.5.3.2 a), b), 4.5.3.1 a), b), e)	¿Cómo se analizan los datos obtenidos del proceso? ¿Proporcionan información de la conformidad de los requisitos del producto? ¿Proporcionan información de la conformidad de los requisitos ambientales, de salud y seguridad? ¿Tienen procedimientos para la investigación de incidentes de salud y seguridad?			
ISO 9001 8.5.2 ISO 14001 4.5.3 b),d) OHSAS 18001 4.5.3.2 b), d), e)	¿Cuentan con un procedimiento para acción correctiva en caso de que surjan no conformidades?			

## **CONCLUSIONES**

Este trabajo presenta una propuesta para la auditoría del control de la gestión en un proceso de niquelado opaco en acero 1020

La auditoría es una herramienta que ayuda a mejorar el control de la gestión del proceso de niquelado opaco en acero 1020.

La auditoria nos ayuda a encontrar evidencias del estado del control de la gestión del niquelado.

Cada subproceso del proceso de niquelado tiene requisitos específicos que pueden ser revisados con ayuda de una auditoría para su adecuado control de la gestión.

Supervisar la gestión es un paso importante para el crecimiento de una organización, ya que así se puede implementar una mejor planeación, un aseguramiento y mejora.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- (1) "ASM Handbook - volume 1 Properties and Selection: Irons Steels and High Performance Alloys", ASM International, 1993
- (2) "Diplomado en Auditoría de sistemas de gestión, Fundamentos, Principios y Funciones", UNAM, Facultad de Química, impartido de octubre a marzo del 2012
- (3) "Ley federal del Trabajo", Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, 29-04-2012
- (4) "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente", Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, 30-08-2011
- (5) "Manual de Minimización, Tratamiento y Disposición – Concepto de Manejo de Residuos Peligrosos e Industriales para el Giro de la Galvanoplastia", Comisión Ambiental Metropolitana, México D.F., 1998
- (6) "Manual del Curso: Curso de Capacitación para Auditor/ISO 9000:2000", SGS, Reino Unido, 2005
- (7) "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Auditoría Ambiental", Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, 29-11-2000
- (8) "Sistema de clasificación Internacional de Seguridad", The International Loss Control Institute, 2005
- (9) "Unidad de Asistencia Técnica Ambiental para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa – ACERCAR FASE III", Versión de Revisión, Colombia, 2004
- (10) ASTM B689-97(2003), "Standard specification for electroplated engineering nickel coatings"
- (11) BS OHSAS 18001:2007, "Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo – Requisitos"



- (12) Castillo Cruz, María de Lourdes, "Auditorías internas en Buenas Prácticas de Fabricación", tesina (Química Farmacéutica-Bióloga), UNAM, México D.F., 2005
- (13) Dale, Barrie G., van der Wiele, Ton y van Iwaarden, Jos, "Managing Quality", Blackwell Publishing, quinta edición, 2007
- (14) Elaboración propia, basada en Rebollar Benitez, Jazmine, "Tratamiento para los Residuos Tóxicos Generados en los Electrodepósitos de Anodizado, Cincado, Cromado, Niquelado y Plateado", tesis (Ingeniería Química), UNAM, Edo. de México, 2010
- (15) Elaboración propia, basada en ASTM Volume 02.05 Metallic and Inorganic Coatings; Metal Powders and Metal Powder Products, 2004
- (16) Elaboración propia, basada en Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas, Dirección General de Normas, consultada el 16/06/2012
- (17) Elaboración propia, basada en ISO/FDIS 19011:2011
- (18) IAF MD 5:2009, "IAF Mandatory Document for Duration of QMS and EMS Audits"
- (19) ISO 14001:2004, "Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso"
- (20) ISO 9000:2005, "Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario"
- (21) ISO 9001:2008, "Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos"
- (22) ISO/FDIS 19011:2011, "Guidelines for auditing management systems", borrador final
- (23) Márquez García, Aurora, "Auditorías de Sistemas de Gestión de la Calidad", tesis (Química Farmacéutica Bióloga), UNAM, México D.F. 2009
- (24) Melo Jarillo, Carlos Enrique, "La Auditoría Administrativa en el Control de Calidad del Proceso y su Comercialización – Industria Llantera", tesis (M. en C.), IPN, México D.F., 2004

- (25) Rebollar Benitez, Jazmine, "Tratamiento para los Residuos Tóxicos Generados en los Electrodepósitos de Anodizado, Cincado, Cromado, Niquelado y Plateado", tesis (Ingeniería Química), UNAM, Edo. de México, 2010
- (26) Sanín Angel, Héctor, "Control de gestión y evaluación de resultados en la gerencia pública", ILPES, Santiago de Chile, 1999
- (27) Torres Jaimes, Izchel Joana, "Auditorías Eficientes Aplicadas al sistema de gestión de la Calidad", tesina (Ingeniería Química), UNAM, México D.F., 2010
- (28) "¿Qué son los sistemas de gestión?", BSI, disponible en <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/De-un-vistazo/Que-son-los-sistemas-de-gestion>, consultada el 04/06/2012
- (29) "Auditoría de Control y Gestión", disponible en <http://www.buenastareas.com/ensayos/Auditoria-De-Control-y-Gestion/12964.html>, consultada el 12/06/2012
- (30) "Clasificación de los aceros (según normas SAE)", disponible en <http://usuarios.fceia.unr.edu.ar/~adruker/Clasificaci%F3n%20de%20aceros%20Mat%20y%20Pro.pdf>, consultada el 10/06/2012
- (31) "Consulta del Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas", Dirección General de Normas, disponible en <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do>, consultada el 16/06/2012
- (32) "Diccionario de la Lengua Española", Real Academia Española, disponible en: <http://lema.rae.es/drae/>, consultada el 29/05/2012
- (33) "Encuesta Anual de la Industria Manufacturera. EAIM 2009-2010. SCIAN 2007", INEGI, disponible en [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/biblioteca/Default.asp?accion=1&upc=702825003793](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/biblioteca/Default.asp?accion=1&upc=702825003793), consultada el 23/06/2012
- (34) "Formatos Modelos para las Auditorías Internas del SGI", Universidad de Medellín, disponible en <http://es.scribd.com/doc/18414379/Formatos-Modelos-Para-Las-Auditorias-Internas-Del-SGI>, consultada el 20/06/2012

- (35) "Management System Basics", ISO, disponible en [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/management\\_standards/management\\_system\\_basics](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/management_system_basics), consultada el 04/06/2012
- (36) "Manual de Procedimientos de Auditoría Interna - Auditoría General", Universidad de Buenos Aires, Argentina, disponible en <http://www.uba.ar/download/institucional/informes/manual.pdf>, consultada el 30/05/2012
- (37) "Nickel Electroplating", Vale, disponible en <http://nickel.vale.com/products/nickelplating/science/pdf/NickelElectroplating.pdf>, consultada el 09/06/2012
- (38) "Nickel Plating", Surface Engineering Association, disponible en <http://www.sea.org.uk/health-safety-update/nickel%20plating>, consultada el 20/06/2012
- (39) "Round Steel Tube", MetalsDepot, disponible en [http://www.metalsdepot.com/products/hrsteel2.phtml?page=rndtube&LimAcc=\\$LimAcc](http://www.metalsdepot.com/products/hrsteel2.phtml?page=rndtube&LimAcc=$LimAcc), consultada el 29/07/2012
- (40) "Sistemas de Gestión Integrados y Auditorías Combinadas", Intertek, disponible en [http://www.intertek-sc.com/espanol/our\\_services/ims/index.htm](http://www.intertek-sc.com/espanol/our_services/ims/index.htm), consultada el 20/08/2012
- (41) "Standards and Guidance", The Institute of Internal Auditors, disponible en <https://na.theiia.org/standards-guidance/pages/standards-and-guidance-ippf.aspx>, consultada el 20/08/2012
- (42) "Tubería de acero al carbono", VEMACERO, disponible en <http://www.vemacero.com/Tablas/A53MP.pdf>, consultada el 29/07/2012
- (43) "Tubo Honeado", ACEMAQ SA de CV, disponible en <http://www.acemaq.com/Product.Asp?Clv=TUBO%20HONEADO>, consultada el 27/07/2012

- (44) Comité de Automoción, "Auditoría de Proceso", Asociación Española para la Calidad, 2007, disponible en [http://books.google.com/books?id=CYoXabWvdVUC&pg=PA5&lpg=PA5&dq=aec+auditor%C3%ADa+de+proceso&source=bl&ots=Ubpz6l09yY&sig=a16qWe\\_S1jlslyte6Q4TbHN0cFs&hl=en&sa=X&ei=k7HcT7zyGerO2AWUz8SvDQ&ved=0CF8Q6AEwBTgU#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com/books?id=CYoXabWvdVUC&pg=PA5&lpg=PA5&dq=aec+auditor%C3%ADa+de+proceso&source=bl&ots=Ubpz6l09yY&sig=a16qWe_S1jlslyte6Q4TbHN0cFs&hl=en&sa=X&ei=k7HcT7zyGerO2AWUz8SvDQ&ved=0CF8Q6AEwBTgU#v=onepage&q&f=false), consultada el 15/06/2012
- (45) Kopeliovich, Dmitri, "Nickel electroplating", disponible en [http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=nickel\\_electroplating](http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=nickel_electroplating), consultada el 09/06/2012
- (46) Meriton, John, "Design, Converting and Handling Techniques for Electro-Plating ASTALAC™ ASTALOY™ brand ABS and ABS/PC Alloys", MARLEX, Australia, disponible en [http://www.marplex.com.au/technical/Electroplating\\_ABS.pdf](http://www.marplex.com.au/technical/Electroplating_ABS.pdf), consultada el 12/06/2012
- (47) Pérez Rodríguez, Zulem, "Evolución de la calidad y su gestión hacia la era del conocimiento", Universidad de Holguín, disponible en <http://www.ilustrados.com/tema/8302/Evolucion-calidad-gestion-hacia-conocimiento.html>, consultada el 13/06/2012
- (48) Rico Menéndez, J., "Evolución del Concepto de calidad", Organización Nacional de Trasplantes, disponible en <http://www.elmedicointeractivo.com/ap1/emiold/publicaciones/trasplantes3/169-175.pdf>, consultada el 13/06/2012
- (49) Rivero Bolaños, Ariamna y Campos Chaurero, Lisi, "Modelos de control de gestión y la auditoría de gestión", Universidad de la Habana Cuba, disponible en <http://www.monografias.com/trabajos63/auditoria-de-gestion/auditoria-de-gestion2.shtml>, consultada el 29/05/2012
- (50) Velázquez Zaldívar, Reynaldo, "Auditoría como herramienta para el control de la gestión de los recursos humanos", Dimens, 2009, disponible en [http://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas\\_cientificas/dimension-empresarial/volumen-7-no-1/art01.pdf](http://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_cientificas/dimension-empresarial/volumen-7-no-1/art01.pdf), consultada el 17/06/2012