

RECUBRIMIENTOS METÁLICOS



Claves del sector

- Tendencias nacionales
- Industrias relacionadas

Nuevas Tecnologías

- Pinturas transmitidas por agua



Proveedores destacados

- Distribuidores y fabricantes de químicos
- Maquinaria y equipo

En esta sección de la Guía de la Industria® Química encontrarás información específica del sector recubrimientos metálicos en México. Descubre tendencias nacionales e internacionales, nuevas tecnologías e información sobre proveeduría.

www

Texto especial: Limpieza de metales

* Información disponible exclusivamente en formato digital

Claves del sector mexicano de recubrimientos metálicos en 2016

Los recubrimientos metálicos se han desarrollado a la par que la industria en el mundo. Los casos más antiguos, según Enrique Julve de la Universidad Autónoma de Barcelona, datan del empleo de la cerámica, hace aproximadamente 3,000 años, como revestimiento con ciertos componentes metálicos sobre un material inerte no metálico. Posteriormente con el descubrimiento de la pila por Alejandro Volta, la industria de los recubrimientos comenzó un periodo de gran desarrollo hasta convertirse en lo que hoy conocemos.

Actualmente, los recubrimientos metálicos se utilizan sobre superficies metálicas y no metálicas; en ocasiones su utilización responde sólo a fines decorativos como es el caso de algunos acabados automotrices, pero en otras aplicaciones su uso está relacionado con la necesidad de acabados que sean resistentes a condiciones ambientales agresivas. En nuestro país, las industrias más importantes en términos de consumo y utilización de recubrimientos metálicos son la aeroespacial y la automotriz. Un poco detrás, están las industrias de electrodomésticos y eléctrico-electrónica.

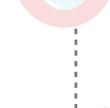
Es por ello que, de acuerdo con información de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra) los principales polos de desarrollo en recubrimientos metálicos en el país se encuentran en Querétaro, la Ciudad de México y Guadalajara, seguidos de Monterrey y Puebla.

En 2016, el sector automotriz representó el 6% del PIB nacional y el 18% de la producción manufacturera. De acuerdo con la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), esta industria alcanzará una producción de 4 millones de unidades en 2018 y 5 millones en 2020. Sin embargo, las estimaciones podrían cambiar si se modifican las relaciones comerciales con EUA. Por su parte, la industria aeronáutica aporta un 0.66% del PIB, y se espera que logre exportaciones por 12,267 millones de dólares para el 2021, con un crecimiento medio anual de 14%.

Cada uno de estos sectores requiere de recubrimientos específicos y materiales particulares. Por ejemplo, la industria de los electrodomésticos y de productos electrónicos trabaja más con recubrimientos de estaño y plata. Mientras que el sector automotriz utiliza en mayor medida recubrimientos de zinc.

El panorama de 2017 y los próximos años para la industria de los recubrimientos metálicos podría verse empañado por la incertidumbre en torno a la posible renegociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y la amenaza de nuestro vecino del norte de aumentar los aranceles para nuestras exportaciones. Sin embargo, aún ante este panorama varias empresas han hecho público su descontento hacia el proteccionismo estadounidense pues merma su competitividad al entorpecer su cadena de suministro.

Querétaro, la Ciudad de México y Guadalajara son los tres principales polos de desarrollo en el sector de recubrimientos metálicos.



Estadísticas relacionadas con el sector de recubrimientos metálicos

Estadísticas mundiales

A nivel mundial, el metal más importante, por su porcentaje de uso en recubrimientos metálicos, es el zinc. De acuerdo con información de Statista de 2014, el 50% de la producción de zinc a nivel mundial se utiliza en galvanizado, otros usos importantes están en aleaciones y en productos semi-manufacturados (Figura 1).

El proceso de galvanizado utiliza zinc fundido para recubrir el acero, con este proceso se obtiene acero galvanizado, el cual es ampliamente utilizado a nivel mundial. Algunas de los usos más importantes para este material incluyen láminas para techos, electrodomésticos y aire acondicionado, carrocerías, materiales para la construcción y muebles metálicos.

En 2015, China se colocó como el país más importante en términos de producción de acero, en



ese año el país asiático sumó 803 millones de toneladas; en segundo lugar se encontró Japón con 105 millones de toneladas y en tercer lugar India con 87 millones. México, se posicionó en el lugar número trece con 18 millones de toneladas de acero (Cana-cero, 2016).

Estadísticas en México

En el país, de acuerdo con información de El Universal, se estima que la demanda de acero galvanizado



Figura 1. Porcentaje de consumo de zinc a nivel mundial por principales usos, 2014.

Fuente: Elaboración propia con datos de Statista.

para la industria automotriz en 2016 fue de 1,569,000 toneladas. De hecho, Edgar Montoya, director general de la empresa comercializadora de acero EDME, afirma que México se posiciona como el país número uno en América Latina en consumo de acero después de que la industria automotriz en Brasil redujera drásticamente sus niveles de producción.

A pesar de existir otro tipo de alternativas al acero galvanizado para la fabricación de automóviles, como fibra de vidrio y aluminio, se espera que la demanda y producción del material continúe creciendo en el país. De hecho, Ternium prevé un aumento en su producción de aceros especiales hacia 2020, para ese

año se espera que esta empresa tenga por lo menos el 30% del mercado nacional de aceros especiales.

Según información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) y con valores en dólares, a partir del 2010 y hasta 2015, se observa que la industria de los recubrimientos metálicos ha tenido años con diferente desempeño. En 2011 y 2014, el monto de producción fue mayor que en los otros años (Figura 2).

Sin embargo, en valores corrientes, la industria ha mostrado un continuo crecimiento, los valores de producción pasaron de 24,685 millones de pesos (mdp) en 2010 a 36,459 mdp en 2015.

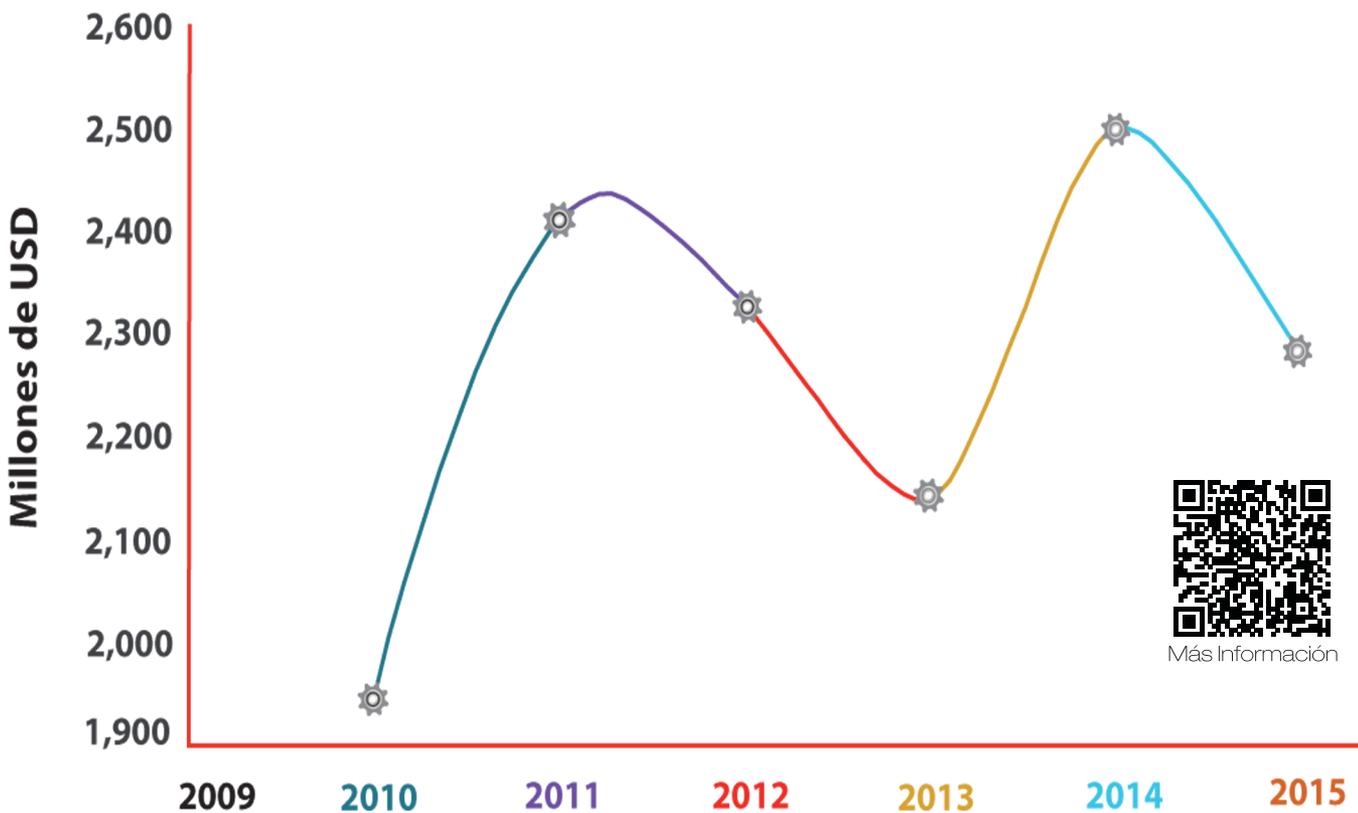


Figura 2. Valor de producción de recubrimientos y terminados metálicos, de 2010 a 2015.

Fuente: Elaboración propia con datos de Inegi. Valores en dólares.



China es el principal productor a nivel mundial de acero con 803 millones de toneladas en 2015.



Recubrimientos metálicos en la industria aeroespacial

Dada la relevancia de la industria aeroespacial en México, resulta de gran interés conocer las características básicas de los recubrimientos metálicos utilizados en el sector, sobre todo, tomando en cuenta que es imprescindible para la manufactura de aeronaves asegurar componentes de alto rendimiento. Estas piezas deben ser capaces de soportar la fricción, las altas temperaturas y ambientes corrosivos a los que pueden estar expuestas mientras operan a todos sus niveles.

En la actualidad, la mayor parte de la manufactura de la industria aeroespacial depende de las aleaciones de aluminio-litio. Las piezas y componentes de los aviones hechos de este material se caracterizan por su baja densidad, peso ligero y alta resistencia, son ideales para las aplicaciones aeronáuticas. Sin embargo, también se utilizan piezas de acero, aleaciones de níquel y cobre.

Tecnologías para el recubrimiento de piezas metálicas

Las grandes exigencias de la industria aeroespacial y los diversos tipos de piezas que requieren protección han generado una gran variedad de tipos de recubrimientos metálicos, entre sus beneficios se incluyen:

- Aumento de la protección contra la corrosión.
- Alargamiento de la vida útil de piezas y componentes.
- Aumento de la resistencia de superficies metálicas a altas temperaturas, oxidación y conductividad eléctrica.

La galvanoplastia y los recubrimientos electrolíticos son procesos esenciales dentro de la industria aeroespacial.

La galvanoplastia es uno de los procesos más comunes para proteger los componentes y piezas de acero; consiste en recubrir una superficie metálica con iones de otro metal mediante la electrodeposición. En la industria aeronáutica, este proceso se utiliza ampliamente para la manufactura de acero inoxidable, el cual es comercializado en láminas, placas, barras redondas, tubos y piezas diseñadas exclusivamente para la industria aeroespacial.

Los recubrimientos electrolíticos, por otra parte, implican el recubrimiento de superficies sumergidas en una solución de iones metálicos los cuáles se depositan en la pieza mediante fenómenos de electroquímica.

En general, se considera que son seis los principales tipos, los cuales se agrupan en galvanizado y recubrimientos electrolíticos (Figura 3).

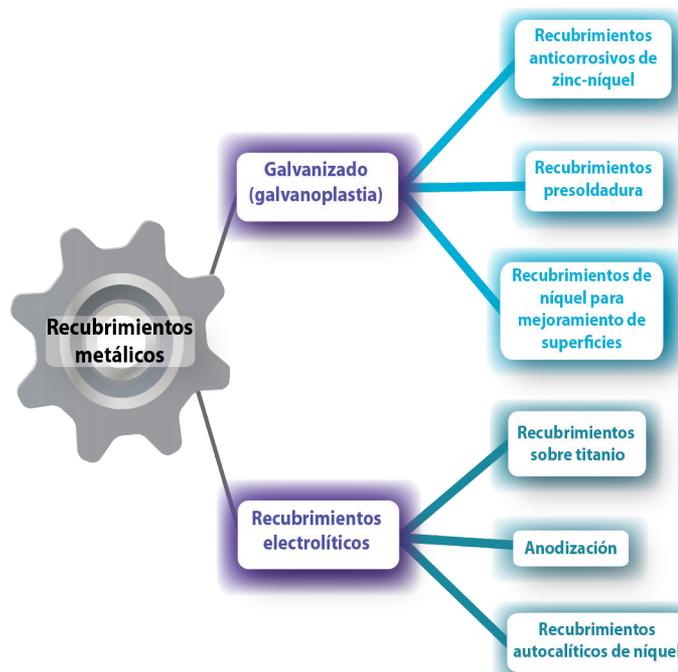


Figura 3. Principales tipos de recubrimientos metálicos en la industria aeroespacial.

Fuente: Elaboración propia con información de Sharretts Plating Company.

• Recubrimientos anticorrosivos de zinc-níquel

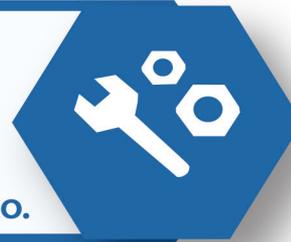
Una de las mayores preocupaciones en la industria aeroespacial es el debilitamiento estructural de piezas y componentes de titanio, aluminio, acero y magnesio debido a la corrosión atmosférica.

La aplicación de un recubrimiento zinc-níquel es una técnica de recubrimiento metálico eficaz para solucionar los problemas mencionados. Una capa de zinc-níquel actúa como un recubrimiento de sacrificio, es decir, recibirá los impactos de la corrosión antes de que afecte al sustrato.

• Recubrimientos pre-soldadura

Para el armado de aeronaves se requiere soldar diversas piezas, para ello es necesario que las superficies

De acuerdo con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, la industria aeroespacial requiere que entre un 30 y 50% de la integración de la cadena de suministro del sector se encuentre en México.



tengan cierto grado de humectación. La electrodeposición de un revestimiento de níquel es un proceso para pre-soldadura con muy buenos resultados.

• **Recubrimientos de níquel para mejoramiento de superficies**

Dado que la mayoría de las aeronaves operan bajo condiciones extremas en las que están expuestos a impactos y desgaste con el tiempo, se emplea la aplicación de níquel o de aleaciones de níquel mediante electrodeposición. Esta técnica refuerza la dureza el sustrato, haciéndolo más resistente al desgaste.

• **Recubrimientos sobre titanio**

El titanio es un metal muy activo que rápidamente forma óxidos y por lo tanto no puede ser recubierto mediante galvanización. Por esta razón, la industria aeroespacial ha diseñado recubrimientos como el proceso de deposición electrolítica con níquel, utilizado como recubrimiento inicial del titanio.

Otra alternativa, menos frecuentemente utilizada, son los recubrimientos níquel-cadmio. Los cuáles se utilizan para piezas de acero o aleaciones de aluminio. Aunque tienen una excelente resistencia a la corrosión su toxicidad es un gran inconveniente.

La compañía californiana CSL Inc. ha desarrollado una alternativa para sustituir el uso de cadmio en recubrimientos metálicos. El recubrimiento compuesto de níquel-teflón ha ganado aceptación dentro de la industria aeroespacial tras satisfacer sus demandas sin los riesgos del cadmio.

• **Anodización**

Es un proceso de acabado metálico que incrementa el espesor de la capa de óxido sobre la superficie del sustrato con el fin de brindarle mayor resistencia a la corrosión, al desgaste y aumentar su vida útil. Este revestimiento protector se aplica en componentes como fuselajes, motores, trenes de aterrizaje y actuadores.

• **Recubrimiento auto-catalítico de níquel**

Este proceso brinda un revestimiento uniforme incluso en áreas de difícil acceso de la superficie del sustrato. Para este proceso se emplean distintos tipos de aleaciones de níquel, cada una con aplicaciones específicas:

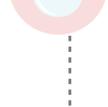
- Aleación con fósforo alto (10% a 13%): Brinda al sustrato una mayor protección a ambientes altamente ácidos y a la corrosión.
- Aleación con fósforo medio (5% a 9%): Recubrimiento ideal para darle al sustrato un acabado estético.
- Aleación con fósforo bajo (menos de 5%): Proporciona al sustrato mayor dureza y resistencia a medios alcalinos.

Los recubrimientos auto-catalíticos Ni-P brindan resistencia química en los soportes y ejes de los motores, pistones, válvulas, palas de compresores y otras piezas de uso crítico en aeronaves.

Una innovación para este proceso es el recubrimiento auto catalítico de níquel negro. Tal variante es aprovechada por la industria aeroespacial para la absorción de luz y energía, además ofrece una solución más eficaz y permanente mientras soporta climas ásperos.

Nota: Esta sección de la investigación se ha basado mayormente en información de la empresa SPC, experta en acabados metálicos.

Este año, 2017, será decisivo para ir conociendo el desempeño de las políticas proteccionistas de EUA. Por lo pronto, aunque el panorama se ve complicado a nivel internacional, se espera que el sector de los recubrimientos metálicos en México continúe su crecimiento apoyado del impulso de la industria automotriz y de los diversos eslabones de la cadena de suministro que ya operan en el país. Por lo tanto, la industria química deberá mantener su nivel de proveeduría y buscar alternativas tecnológicas que respondan a la necesidad de materiales con características altamente exigentes.



Limpieza de metales, opciones y ventajas

La preparación de las superficies representa una de las operaciones más importantes para asegurar la calidad de un producto dentro de la industria de los recubrimientos metálicos. Por ello, la Guía de la Industria® Química te presenta, en conjunto con Sanber Química, empresa con más de 20 años de experiencia en preparación de superficies, un artículo que explica las principales opciones que existen en el mercado para la limpieza de los metales antes de su recubrimiento.

Elección de un agente limpiador, cinco puntos a tomar en cuenta

La limpieza de metales se puede llevar a cabo por diversos métodos, sin embargo, uno de los más comunes es la limpieza por medio de productos químicos. En este tipo de opción, existen cinco puntos fundamentales para la selección del agente de limpieza:

1. El agente elegido deberá remover todos los contaminantes encontrados sobre las piezas a tratar, por ello es muy importante conocer el tipo de suciedad presente en la superficie.
 2. El producto químico para la limpieza deberá poseer una rápida evaporación y no dejar residuos. La formulación del agente y el conocimiento del material a recubrir es fundamental para asegurar este punto.
 3. El agente no deberá provocar daño alguno a los sustratos tratados. En este caso no debe provocar oxidación, corrosión o cambio de apariencia en las piezas.
 4. También deberá cumplir con las normas de seguridad y medioambientales de acuerdo con la legislación vigente.
 5. Deberá tener un precio adecuado, acorde al proceso en el que se emplee. Es decir, debe ser accesible e idóneo al proceso y mercado.
- Un buen proveedor de este tipo de productos

debe tener el suficiente conocimiento, experiencia y capacidad técnica para recomendar el agente limpiador ideal para el proceso, aplicación y material. En muchas ocasiones, inclusive suele ser necesaria crear una formulación específica para cada necesidad específica.

Tipos de agentes limpiadores

Existe un sinnúmero de posibilidades de elección y formas de clasificación para los agentes limpiadores, pero, considerando la composición es posible dividirlos en dos grandes categorías: limpiadores orgánicos y acuosos.

Dentro de los limpiadores orgánicos que pueden emplearse en la limpieza de metales, los más comunes son:

- a) Hidrocarburos halogenados. Estos agentes de limpieza son, quizá, la mejor alternativa para la remoción de aceites y grasas provenientes de los pasos anteriores de formado de piezas metálicas. Poseen secado rápido y no dejan residuos. Sin embargo, su uso se encuentra limitado puesto que producen una mayor contaminación, riesgo para el usuario y daño medioambiental.
- b) Hidrocarburos. Poseen características de limpieza inferiores a los halogenados, pero resultan útiles en muchos casos. Cuando se requiere aumentar su poder de remoción se suelen mezclar con compuestos orgánicos de las familias de los ésteres, cetonas o alcoholes.

En lo que se refiere a los limpiadores acuosos, la clasificación se basa en el pH de trabajo:

1. Limpiadores acuosos neutros. Cuyo pH oscila entre 5 y 9 e incluyen en sus formulaciones sustancias como fosfatos, metasilicatos, pirofosfatos, etc. Estos pueden ser aplicados en procesos de inmersión o aspersión a temperatura ambiente o temperatura controlada.



2. Limpiadores acuosos alcalinos. Cuyos pH van de 10 a 12 o aún mayores. Estos también pueden aplicarse por procesos de inmersión o aspersión elevando o no la temperatura según las necesidades particulares.

3. Limpiadores ácidos. Este tipo de limpiadores poseen pH inferiores a 5 y son empleados para eliminar óxidos sobre las superficies tratadas. En el caso de los limpiadores acuosos, ocasionalmente se les añade inhibidores de corrosión, cuando las piezas no tendrán un uso inmediato y serán almacenadas de forma temporal.

En el mercado existen otras alternativas para la limpieza de los metales, como la limpieza mecánica, limpieza por gases comprimidos o mediante ultrasonido. Sin embargo, cualquiera que sea el método elegido para la limpieza de una superficie metálica deberá tener como una de las principales preocupaciones la seguridad de los operarios y el cuidado del medio ambiente.

Consideraciones para la elección de un proveedor.

La industria de los recubrimientos metálicos tiene varios retos en los próximos años, entre

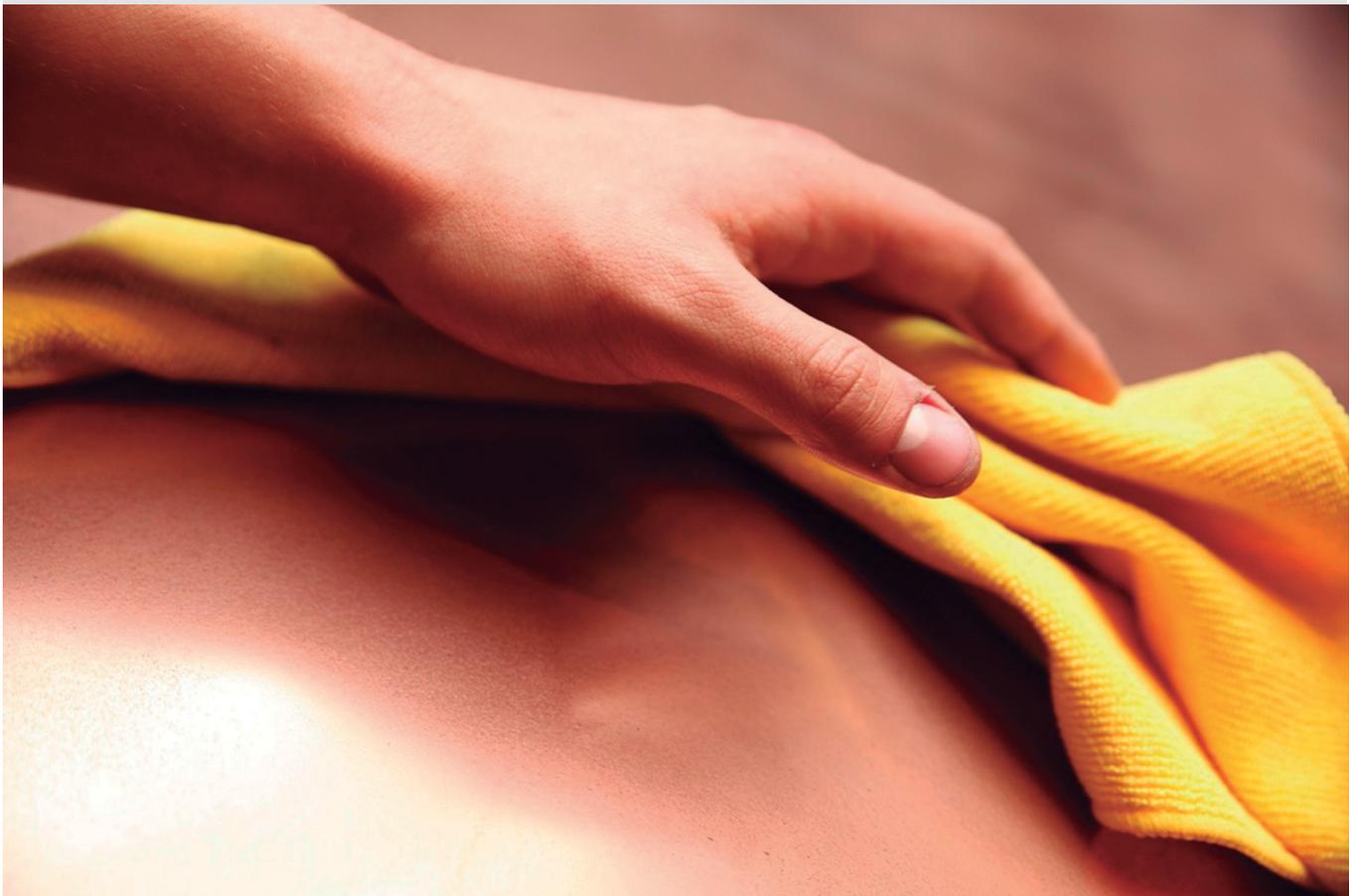
ellos, lograr productos que satisfagan las necesidades específicas de sectores como el aeroespacial. Por eso, la elección de un proveedor de insumos químicos para la limpieza de metales es un requerimiento fundamental si se desea permanecer y crecer en un mercado cada vez más exigente.

Así, al asegurar que el proveedor cumple con ciertos requisitos se asegura la calidad y confiabilidad de los productos en toda la cadena de producción, los requerimientos clave son:

- Experiencia en la industria
- Uso de materias primas de alta calidad
- Políticas y certificaciones que aseguren la calidad de sus productos
- Capacidad para formular productos innovadores y a la medida de cada cliente
- Servicio pre y posventa

Un buen proveedor siempre podrá atender y solucionar las problemáticas de sus clientes.

La Guía de la Industria® Química agradece al Ingeniero Roberto Santos, Director de Operaciones de Sanber Química, por su valiosa aportación y aporte hacia la comunidad industrial y nuestros lectores.



Principales productos químicos

Producto	Aplicación
Ácido clorhídrico diluido	Se utiliza en el decapado de superficies metálicas, previo al recubrimiento.
Ácido sulfúrico diluido	Utilizado en el proceso de decapado de piezas metálicas, previo al galvanizado.
Alcohol isopropílico	Utilizado como desengrasante de piezas metálicas, previo al proceso de pavonado.
Aleación Ni-B (níquel-boro)	Recubrimiento en procesos autocatalíticos.
Aleación plomo-estaño	Recubrimiento resistente a la corrosión empleado para cajas de batería de automóvil y conexiones de radiador.
Aluminio	Recubrimiento utilizado en el proceso electrolítico de anodización.
Asfalto al 25%	Empleado para recubrir piezas metálicas en procesos de pavonado por calentamiento.
Bronce	Recubrimiento resistente al desgaste y a la corrosión.
Cadmio	Recubrimiento metálico empleado para proteger superficies de hierro.
Cobre	Recubrimiento metálico de amplio uso, evita la corrosión por rozamiento.
Cromo	Recubrimiento metálico que se utiliza para acabados decorativos.
Estaño	Recubrimiento metálico empleado en el proceso de estañado.
Níquel	Recubrimiento metálico de amplio uso en instalaciones de productos químicos.
Nitrato de potasio	Compuesto para preparar mezclas en las que se realiza la inmersión de piezas metálicas en el pavonado por inmersión.
Nitrato de sodio	Compuesto para preparar mezclas en las que se realiza la inmersión de piezas metálicas en el pavonado por inmersión.

Producto	Aplicación
Oro	Recubrimiento flexible, no reactivo con otras sustancias y de buena conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión, empleado en joyería, electrodomésticos, piezas electrónicas y bienes de hogar.
Plata y sus aleaciones	Recubrimiento metálico de buena conductividad de calor y electricidad aplicado en joyería, electrodomésticos, piezas electrónicas y bienes de hogar.
Solución de cloruro de zinc y cloruro de amonio	Solución que protege las piezas metálicas de la oxidación atmosférica, previo al galvanizado.
Sosa cáustica al 25%	Reactivo utilizado en procesos de pavonado por inmersión.
Zinc fundido	Recubrimiento metálico utilizado en procesos de galvanizado.

Proveedores



Encuétralos en Proveedores destacados de productos químicos (pág. XVII)



Principales equipos

Maquinaria o Equipo	Aplicación
Alimentador automático de oro	Controlador automático especial para instalaciones de recubrimientos de oro. Este equipo determina la cantidad de oro necesaria para reponer en el baño y lo añade automáticamente.
Alimentador químico automático	Añade cualquier producto químico al baño según sea necesario (níquel, cobre, cáusticos, entre otros).
Ánodos	Dispositivos indispensables para los procesos de recubrimiento metálico. Estos son de níquel, cobre, zinc, estaño, cromo, cadmio, latón, cobalto, bronce, etc. El tipo de ánodo depende del tipo de recubrimiento que se desee dar a la pieza metálica.
Celdas galvánicas	Depósitos que contienen las soluciones para los baños galvánicos. Son de materiales resistentes a la corrosión, como PVC, vidrio o acero inoxidable.
Cestas de inmersión	Cestas empleadas para introducir piezas metálicas en baños electrolíticos o galvánicos. Están fabricadas en polipropileno y recubiertas de acero inoxidable.
Cestas porta-ánodos	Recipientes especializados para contener ánodos, fabricados en hierro, titanio o acero inoxidable.
Esmeril	Equipo para suavizar la superficie de piezas metálicas hasta lograr un lijado final, previo al proceso de recubrimiento.
Fuente de poder	Equipo indispensable de suministro de corriente continua para los baños electrolíticos o galvánicos.
Medidores digitales	Equipos empleados para realizar seguimientos de trabajos completos para el informe de emisiones durante el ciclo de galvanoplastia.
Pistola de arena	Equipo para suavizar piezas metálicas con altos y bajos relieves.
Rectificadores de corriente	Dispositivos empleados en procesos de galvanoplastia cuyo fin es convertir la corriente alterna en corriente continua.

Maquinaria o Equipo	Aplicación
Recuperadores de metales preciosos	Máquinas para la recuperación de metales preciosos como el oro, que se pierden durante el enjuague.
Temporizadores automáticos	Equipos que señalan el final de un ciclo de galvanoplastia.
Temporizadores manuales	Equipos que señalan el final de un ciclo de galvanoplastia.
Temporizadores manuales	Equipos que señalan el final de un ciclo de galvanoplastia.
Totalizador	Unidad de montaje en pared empleado para supervisar las adiciones químicas e informar las emisiones y gastos durante los baños de recubrimiento.

Proveedores



Encuétralos en Proveedores destacados de productos químicos (pág. XVII)

