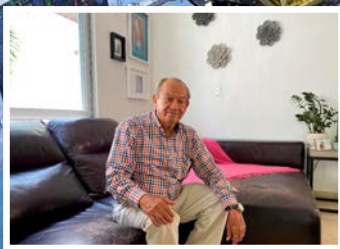


DEL ALUMINIO AL SUPER ALUMINIO



SUPER ALEACIONES PARA LA INDUSTRIA AEROSPAIAL
Por: *Ing. Irving Gómez* IMEDAL



TRAYECTORIAS
Lic. *Sergio Macías Sainz*
Por: *Comité Editorial* IMEDAL



LAS VENTAJAS DEL ALUMINIO PARA PUENTES VEHICULARES Y PEATONALES
Por: *Alexandre de la Chevrotière* MAAD GROUP / *Martin Hartlieb* Miami International Inc.

AFÍLIATE



IMEDAL®

www.imedal.org

El Instituto Mexicano del Aluminio, A.C.

Es un organismo de consulta y enlace con sectores gubernamentales y privados tanto nacionales como internacionales, además de ser un instituto no lucrativo, creado con la finalidad de promover el uso del aluminio, representar, proteger al sector y de crear cursos de capacitación.

E-mail: imedal@imedal.org Whatsapp: 55-1817-9177
Telefono: 55-5531-3176 / 55-5531-2614

DIRECTORIO

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Ing. Eugenio Clariond Rangel

CONSEJO EJECUTIVO

Propietario	Cargo	Suplente	Empresa
Ing. Eugenio Clariond Rangel	Presidente	Ing. Arnulfo Muzquiz Cantú	Grupo Cuprum, S.A. de C.V.
Lic. Joaquín González Sánchez	Vicepresidente de Extrusión	Lic. Laura González Hernández	Grupo Aluminio de Occidente, S.A. de C.V.
Ing. Alejandro de Jesús Guerra Moreno	Vicepresidente de fundición y Die Casting	Ing. Benjamín González Tovar	Corporativo Nemark, S.A. de C.V.
Ing. Fernando Artemio García Martínez	Vicepresidente de Aluminio Plano	C.P. José Ramón Elizondo Anaya	Almexa Aluminio, S.A. de C.V.
C.P. Victor Manuel Ramírez López	Vicepresidente de Materias Primas	Sr. Mario Ramírez Zablah	Arzyz, S.A. de C.V.
C.P. Eduardo Dominguez	Tesorero		Grupo Vasconia S.A.B.
Lic. Daniel Iván Puente Medina	Secretario		Grupo Cuprum S.A. de C.V.
Ing. Artemisa Alba Aguilar	Directora Ejecutiva		IMEDAL

CONSEJO DIRECTIVO

Propietario	Cargo	Suplente	Empresa
Lic. Julio César Martínez Rivas	Consejero	Ing. Gabriela García	Alretech, S.A. de C.V.
C.P. Miguel Ángel Luna Rodríguez	Consejero	Ing. María del Pilar Garduño Martínez	Azinsa Aluminio, S.A. de C.V.
Ing. Norberto Vidaña Romero	Consejero	Guillermo Rangel Sada	Deacero, S.A. de C.V.
Ing. Roberto Piña	Consejero	Ing. Marco Rubio	Grupo Vasconia, S.A.B.
Ing. Rodrigo Sánchez Revilla	Consejero	Ing. Bernardo Sánchez Revilla	Alyex Aluminum, S.A. de C.V.
Ing. Gerardo Cortina	Consejero	Javier Cortina	Possehl México, S.A. de C.V.
Ing. Javier Enrique Autrique Esquer	Consejero	Ing. Alfredo López	Promotora Industrial Gim, S.A. de C.V.

COMITÉ EDITORIAL IMEDAL

Artemisa C. Alba Aguilar
David Miguel Cruz Soto
Felipe Soria Lugo
Karina Navarrete Nájera



Revista ALUMINIA. Año 12, No. 39, Junio 2021, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Mexicano del Aluminio A.C. ubicado en: Francisco Petrarca No. 133 Piso 9, Col. Polanco, Alcaldía Miguel Hidalgo C.P. 11560
Tel: (55) 5531-7892/ (55) 5531-2614
(55) 5531-3176. www.imedal.org.mx, imedal@imedal.org.

Editor responsable: Instituto Mexicano del Aluminio A.C. Reserva de derechos por el Instituto Nacional de Derechos de Autor en trámite. Impresa por Taller: Creación Gráfica, Isabel la Católica No. 422 - C. Col. Obrera, C.P. 06800 Alcaldía Cuauhtémoc. Este número se terminó de imprimir el 20 de Junio de 2021 un tiraje de 1,000 ejemplares.

Su opinión es muy valiosa para nosotros.

Favor de dirigir sus sugerencias a: imedal@imedal.org

Los artículos publicados expresan la opinión del autor sin que esta tenga que coincidir con la del IMEDAL sobre el tema tratado cuando se exprese la opinión del IMEDAL se especificará claramente.

- Prohibida cualquier reproducción sin autorización expresa de los editores o autores.
- Distribución IMEDAL: Todos los derechos reservados

EDITORIAL

Estimado Lector:

El 2020 fue uno de los años más complicados para México en materia económica y de salud, fue un periodo de grandes cambios y mayores retos para el mecanismo de producción nacional.

Las dos crisis: la sanitaria y la económica nos han obligado a trabajar arduamente y de forma solidaria en beneficio de nuestras actividades, de nuestros colaboradores y de nuestras familias; brindando lo mejor de nosotros para sacar adelante a México desde donde nos corresponda actuar para el bienestar del país.

Sin duda, la evolución, el reinventarse y la resiliencia han sido temas constantes en la Industria del Aluminio, siempre bajo la premisa de trabajar proactivamente en la defensa de los intereses de los miembros del sector, buscando los beneficios de forma continua e incorporando en el día a día las tecnologías que nos den acceso a seguir ofreciendo los servicios para sentirnos mas cercanos a pesar de la distancia.

Uno de nuestros objetivos es proveer un poderoso enlace de comunicación que nos permita avanzar de la mano en la actualización de temas relevantes que competen a nuestra industria. Por eso en esta edición número 39 de la Revista ALUMINIA, los invitamos a conocer más acerca del tema de las “superaleaciones”, que dan origen a lo que le llamamos el “SUPER ALUMINIO”, donde el enfoque primordial es mostrar en donde son usadas las aleaciones específicas y al mercado “premium” al que llegan, como es el automotriz (en segmentos altos), aeronáutico y aeroespacial, entre otros, en las que nuestro valorado Aluminio, tiene una participación muy importante.

En esta edición, hacemos un homenaje al Sr. Sergio Macías Sainz, quien a lo largo de su trayectoria como exitoso empresario, ha participado constantemente en la Industria del Aluminio, distinguiéndolo así como un ejemplo de perseverancia e innovador constante.

En este sentido, en IMEDAL a través de ALUMINIA seguiremos con la misión de ser proactivos y colaborar en el fortalecimiento del país, mostrando información y ejemplos de los empresarios comprometidos con México.

En esta nueva edición así como en las anteriores, lo invitamos a ser partícipe activo de nuestra revista, pero más aún, a ser uno de los protagonistas de estos contenidos que con su trabajo y quehacer diario, inspira nuevos escenarios, a su gente y a los colaboradores a su alrededor, como es el caso de Don Sergio Macías.

Esperando como siempre, desde estas páginas alojadas en la plataforma digital, contribuir desde nuestro espacio para la difusión y poniendo en tus manos información de calidad, datos de expertos, especialistas e investigadores que nos comparten su conocimiento para estar bien informados y actualizados.

Queremos agradecer, como en cada edición, a todas las personas que han colaborado intensa y desinteresadamente para que esta revista llegue a usted. A quienes creen en el proyecto de ALUMINIA para colocar sus marcas, para mostrar sus trabajos, compartir sus opiniones, las historias de vida... Y como siempre ALUMINIA cumple el compromiso al ofrecer este espacio y llevarlo a los industriales del Aluminio.

¡Sea cómplice de ALUMINIA! ¿Cómo? Participando, dándonos comentarios, escribiendo artículos, anunciándose en los espacios, para que siga adelante como hasta ahora y que mostremos temas y datos de su interés.

Querido lector, esta es su edición 39... Disfrútela

CONTENIDO



Directorio

1

2

Editorial



Últimas Noticias

4

6

Carta del Presidente



Bienvenida a Socios

7

8

Socios



**Tratamientos Térmicos de Piezas Coladas de Aluminio:
Aspectos Fundamentales y Designaciones**

Por: *Dr. J. Alejandro García Hinojosa, Dayana López Casillas* Departamento de Ingeniería Metalúrgica Fac. de Química, UNAM

10

Trayectorias: Lic. Sergio Macías Sainz

Por: *Comité Editorial* IMEDAL

13



**Una Crisis: La Mejor Etapa para dar
Reset a tu Negocio**

Por: *Lic. Eva Saiz Salazar* Lic. en Negocios y Comercio Internacional / Universidad Autónoma de Sinaloa. / Infocus Consultores

18

**Super Aleaciones para la
Industria Aeroespacial**

Por: *Ing. Irving Gómez* IMEDAL

20



**Perspectivas metalográficas de aquí,
allá y acullá**

Por: *Victor Hugo Cervantes* Ingeniero de Procesos / Grupo Cuprum

24

**Las Ventajas del Aluminio para Puentes
Vehiculares y Peatonales**

Por: *Alexandre de la Chevrotière*, IWE, P.Eng. (MAADI Group), *Martin Hartlieb* (Miami International Inc.)

27



La Formación Directiva se Llama Inversión

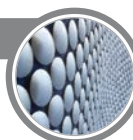
Por: *Lic. Jorge A. Obregón Aragón* Lic. en Contaduría Pública / Universidad Autónoma de Sinaloa.

31

34

Anodización del Futuro

Por: *Walter Dalla Barba* - Italtelco / Giacomo



**Tratamientos Térmicos de Aleaciones de Aluminio
Obtenidas por Procesos Metalmeccánicos:
Fundamentos y Nomenclatura**

Por: *Dr. J. Alejandro García Hinojosa* Departamento de Ingeniería Metalúrgica Fac. de Química, UNAM

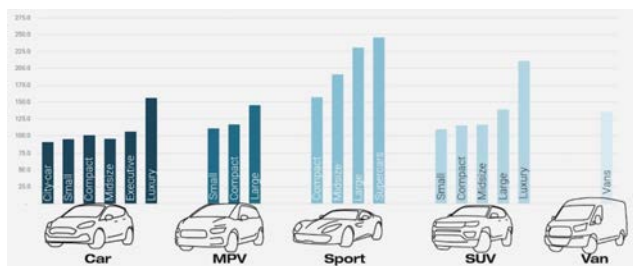
38

42

Toys

Por: *Comité Editorial* IMEDAL





El coche eléctrico funciona y de qué manera. Caída del 12% de emisiones CO2 por las ventas en Europa.

Según el último estudio de JATO Dynamics, el aumento de la demanda de vehículos eléctricos en 2020 contribuyó a una caída del 12% en las emisiones medias de la flota de vehículos en Europa. En seis mercados se registraron promedios de emisiones por debajo de 100 g/km. Los SUV registraron la reducción promedio más alta en las emisiones y la electrificación sigue impulsando la caída de las emisiones de CO2.

2020 ha sido un año de desafíos inesperados y cambios significativos para la industria automotriz. En medio de muchas dificultades planteadas por la pandemia de Covid-19, la demanda de vehículos eléctricos aumentó y las emisiones de CO2 disminuyeron en el sector de la automoción.

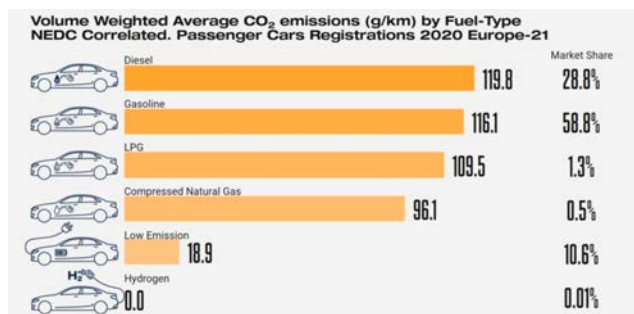
Según los datos recopilados por JATO Dynamics en 21 países de toda Europa, el promedio ponderado por volumen de emisiones de CO2 (NEDC) de los vehículos matriculados en 2020 fue de 106,7 g/km, un 12% menor que el promedio registrado en 2019.

Caída de las emisiones

Esta caída en las emisiones de CO2 se puede atribuir a regulaciones gubernamentales más estrictas, como la aplicación de las normas de ahorro de combustible WLTP, y un cambio en las actitudes de los consumidores a favor del coche eléctrico.

Según Felipe Muñoz, analista global de JATO, "Aunque la industria todavía necesita hacer más para cumplir con los objetivos de CO2 de la Comisión Europea, los fabricantes han demostrado un progreso significativo con su gama y ventas en 2020".

Las matriculaciones de coches eléctricos puros e híbridos enchufables ascendieron a 1.21 millones de unidades el año pasado, el 10.6% del mercado total. Esto es un aumento del 159% respecto a 2019, cuando el volumen totalizó 466,000 unidades, lo que representaba solo el 3.1% del total de matriculaciones.



Esto ha tenido un efecto inmediato en los niveles de emisiones. Muñoz afirma que: "En un año en el que a millones de compradores potenciales no se les permitió salir de sus hogares, es notable que las emisiones promedio totales disminuyeran en 15 g/km. Significa un cambio fundamental en nuestra noción de movilidad y un mayor apetito por opciones sostenibles".



Chatarra de aluminio, con potencial en la industria.

El reciclaje de chatarra es un factor fundamental para el crecimiento y recuperación de la industria del aluminio que, debido a la crisis sanitaria provocada por la pandemia de COVID-19, sufrió diversas afectaciones.

Los procesos de reutilización de este metal son indispensables para el crecimiento de esta industria, ya que por la escasez de bauxita en el país, no se puede considerar a México como potencia en la producción de aluminio.

Actualmente existen métodos avanzados y plantas de fundición en diversas partes del país que aprovechan la chatarra y la reciclan para crear nuevos productos de aluminio, sin embargo, es indispensable impulsar la capacitación para continuar aprovechando la mayor cantidad de estos insumos sobre todo en las microempresas que conforman alrededor de 95 por ciento de la industria, explica José Luis de la Cruz, director del Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico (IDIC).

"Es importante explorar la posibilidad de diversificar las fuentes de insumo para poder garantizar cierta seguridad y no tener dependencia, sobre todo respecto a cómo evoluciona el sector en China que es el principal elemento que está moviendo el mercado del aluminio en estos momentos", explica el especialista.

El intercambio comercial de desperdicios y desechos de aluminio generó 525 millones de dólares en México durante 2019, en tanto que en 2020, con datos disponibles hasta septiembre, el flujo de estas mercancías alcanzó un valor de 269.29 millones de dólares, de acuerdo con información de Data México.

Durante los primeros nueve meses del 2020 las compras internacionales de desperdicios y desechos de aluminio en el país, ascendieron a 22.79 millones de dólares, en tanto que las ventas resultaron en un monto de 246.5 millones de dólares.

El aluminio es un sector estratégico para la economía mexicana ya que es utilizado en diferentes industrias como la construcción, automotriz, aeronáutica, comunicación, electrónica e incluso en la generación de equipos médicos. No obstante, no cuenta con un programa de desarrollo para detonar su crecimiento.

"La ausencia de un programa en política industrial ha redundado en que no se tenga una visión estratégica en muchos sectores, entre ellos, el del aluminio. El sector ha estado evolucionando conforme a las condiciones del mercado, pero no debemos olvidar que el aluminio es visto como estratégico e impulsado por gobiernos como el de China y que en su momento el gobierno de Estados Unidos lo utilizó, durante administraciones pasadas, como un mecanismo de presión en la renegociación del T-MEC", explica el especialista.

Los países con más ventas internacionales a México fueron Estados Unidos, de donde proviene 46.2 por ciento del total de las compras internacionales; China, que surte 22.7 por ciento; y los Emiratos Árabes Unidos, con 3.8 por ciento; según cifras extraídas del portal Data México, Aluminio y sus Manufacturas.

Pero la creciente demanda de este metal y las reglas de contenido regional en productos específicos establecidas en el Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) presentan el

reto al país de elevar su producción a través del reciclaje de chatarra y la importación de insumos básicos.

En 2019 el costo total por importar aluminio al país fue por el orden de seis mil 600 millones de dólares, lo que derivó en un déficit de la balanza comercial de aproximadamente cinco mil 280 millones de dólares.

INCREMENTAR POTENCIAL DEL ALUMINIO

No existen estimaciones precisas en torno a la capacidad actual de reciclaje del aluminio en México, aunque hay certeza de que las latas son los productos que más se reutilizan de este material, mismas que se aprovechan en la industria automotriz o para su exportación.

Este tipo de estrategias está probada en mercados como el europeo en donde la tasa de recuperación de chatarra de aluminio es de aproximadamente 85 por ciento, y el reprocesamiento de este material al final de su vida útil representa un mercado que deja ganancias por tres mil millones de euros anuales (74 mil 840 millones de pesos) para transformarlo en una nueva materia prima.

El uso de aluminio "posconsumo" satisface 36 por ciento del suministro de este metal en Europa y, para 2050, se espera que 50 por ciento de la demanda se cumpla con el uso de la reutilización de este material, de acuerdo con Circular Aluminium Action Plan, del organismo European Aluminium.

Debido a que se puede reciclar una y otra vez sin perder sus propiedades originales como ligereza, durabilidad, conductividad e impermeabilidad, el aluminio es considerado un material ecológico, lo que explica la ambición de la industria a nivel mundial de duplicar el aprovechamiento de la chatarra disponible.



Minería, clave en éxito de la industria automotriz de México.

Con más de 500 años, la rica industria minera de México ha sido base del éxito de la industria automotriz, la más vigorosa del país. Antes que nada, esta base aplica para todas las industrias, dijo Sergio Almazán, presidente de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México (AIMMGM).

La minería tiene una gran importancia para la "cadena de valor" industrial, añadió este jueves Almazán, al anunciar la XXXIV Convención Internacional de Minería, que se desarrollará en Acapulco del 19 al 22 de octubre de 2021.

Para Francisco Quiroga, ex subsecretario de Minería de la Secretaría de Economía, la minería ha permitido a México extraer hierro para producir, junto con el carbono, acero, un producto clave para la fabricación automotriz.

La minería aporta insumos para todas las industrias, coincidió Karen Flores, directora general de la Cámara Minera de México (Camimex), destacando que el sector minero aporta 8.3% al PIB industrial y 2.5% al PIB nacional.

Entre otros productos, las exportaciones mexicanas de autos sumaron 40,495 millones de dólares en 2020.

México es un importante productor de 12 minerales, tres de los cuales tienen una gran demanda en Estados Unidos: fluorita,

grafito y estroncio.

Por una parte, México produjo más de 1.1 millones de toneladas de fluorita en 2019, y más de 70% de esa cantidad se exportó a los Estados Unidos.

Las reservas de grafito se calculan en 3,100 millones de toneladas, lo que coloca a México como el octavo productor mundial. El tercer mineral más importante importado por Estados Unidos es el estroncio. México produjo 44,202 toneladas en 2019, y Estados Unidos importó 55 por ciento. México es el segundo productor.



El aluminio 'verde' gana impulso.

Greg Barker, presidente ejecutivo de En + Group, propietario de Rusal, tuvo rienda suelta en el Financial Times esta semana para promover las credenciales ecológicas del productor de aluminio ruso.

Eso no quiere decir que no haya un punto subyacente válido en su artículo, a saber, que las industrias del aluminio y el acero son grandes contaminantes y tienen la responsabilidad onerosa de reducir sus emisiones de carbono como parte de esfuerzos más amplios para reducir las emisiones globales de carbono.

Aluminio con bajo contenido de carbono

Quizás debido a la experiencia previa de Barker como ministro de energía del Reino Unido, ha estado a la vanguardia de impulsar el movimiento de Rusal hacia el "aluminio con bajo contenido de carbono".

Rusal ha cerrado las fuentes de energía de carbón e invertido en la expansión de su ya considerable capacidad de generación de energía hidroeléctrica en Siberia durante los últimos años. Además, ha desarrollado una tecnología patentada de ánodo inerte para reducir significativamente las emisiones totales de carbono de cada tonelada de aluminio que produce.

El artículo señala que las emisiones de la fundición de Rusal son 2,6 toneladas métricas de CO2 equivalente por tonelada de aluminio. Mientras tanto, el promedio mundial para el mismo alcance es de alrededor de 12,5 toneladas métricas. Además, de una fundición de carbón típica china, es tanto como 16 toneladas métricas.

La energía hidroeléctrica representó el 82% de la producción de aluminio de América del Norte en 2018, según el Instituto Internacional del Aluminio (IIA), según informó Reuters. Esto se debe en gran parte a las fundiciones canadienses que funcionan con energía hidroeléctrica.

Ola Verde

Para su mérito, Rusal se dio cuenta pronto de que el aluminio "bajo en carbono" o "verde" es un ganador a largo plazo. Fueron bendecidos desde la época soviética por una fuente de energía predominantemente renovable y, por lo tanto, podría decirse que simplemente jugaron con sus PSU.

A la luz del creciente enfoque de la industria en cuestiones ecológicas, la LME anunció recientemente que está dando sus primeros pasos para crear "una mayor visibilidad de los criterios de sostenibilidad del carbono".

Carta del Presidente



Estimados Asociados y Amigos del IMEDAL:

Deseo que ustedes y los suyos estén gozando de buena salud y bienestar, cuidándose y tomando todas las medidas preventivas para evitar contagiarse del COVID, virus que gracias al avance lento pero gradual de la vacunación en México nos ha permitido, a los que ya estamos vacunados, reanudar poco a poco nuestras actividades cotidianas bajo la nueva normalidad.

Se ha ido una tercera parte del año 2021, la pandemia no se ha acabado y menos la incertidumbre. Afortunadamente algunos segmentos de mercado y diferentes negocios sobre todo los que exportan directa o indirectamente han tenido una buena recuperación en sus volúmenes de venta y una clara tendencia de mejora acelerada. Esto nos ha permitido mantener las fuentes de trabajo, inclusive, en algunos casos incrementarlas. La incertidumbre no solo es en México sino en el mundo ya que todavía hay muchas dudas de los efectos de las vacunas y su eficiencia, lo cual genera preocupaciones del rumbo y futuro económico global.

Al mismo tiempo, las políticas públicas del gobierno federal y algunas decisiones estratégicas nos preocupan y ocupan, ya que parece que vamos en retroceso a la concentración de poder, a la utilización de energías fósiles en lugar de las renovables y hacer prohibidos esquemas como la subcontratación que bien implementados, creemos, generan empleos y beneficios tanto para los trabajadores como para las empresas. Desafortunadamente estos cambios tanto en materia energética como laboral incrementan los costos y gastos a las empresas, particularmente a las que forman parte de la gran mayoría: las pequeñas y medianas, que ahora tendrán que incrementar sus costos y gastos de administración para cumplir con las nuevas regulaciones. ¡Esperemos esto no provoque más informalidad!

Por otro lado, la fuerte recuperación económica a nivel global particularmente en las dos economías más grandes del planeta, EUA y CHINA, han provocado un incremento acelerado en los precios de los "commodities" siendo uno de ellos el del aluminio, sin duda esto generará mayor inflación y presiones de flujo en las empresas.

A pesar de lo anterior, sigo siendo optimista, creyendo en primer lugar de nuestra capacidad como líderes y empresarios de los negocios de la industria del aluminio. Como segundo punto, espero, y creo que las instituciones prevalecerán a pesar de las presiones del presidente y los legisladores, lo cual regresará la confianza para generar un ambiente propicio para la inversión. En el mes de Junio, específicamente el día 6, tuvimos la votación intermedia más importante para nuestro futuro, deseo que mi optimismo se confirme y se evite la concentración de poder pues este fenómeno se ha comprobado una y otra vez que destruye a los países.

La historia nos demuestra que en México, gracias a la mayoría de los mexicanos honestos y trabajadores, al final del día, salimos adelante y somos capaces de cambiar para ajustar el rumbo.

Les mando un fuerte abrazo y les sugiero seguirse cuidando deseándoles el mayor de los éxitos para lo que queda del año 2021.



Ing. Eugenio Clariond Rangel
Presidente IMEDAL

Bienvenida a Socios



7

El INSTITUTO MEXICANO DEL ALUMINIO
Tiene el agrado de presentar y dar la bienvenida
a su nuevo asociado:

alyex
aluminio y soluciones

Alyex Aluminum, Empresa 100% Mexicana enfocada principalmente en la extrusión de perfiles industriales y para la industria eléctrica y automotriz. Somos la primera extrusora en México que fabrica perfiles de aluminio generando su propia energía renovable. Siempre comprometidos con el medio ambiente. Certificados por ISO-9001-2015 y UL.

¡Bienvenidos!

El Instituto Mexicano del Aluminio
Da la bienvenida a su nuevo asociado:

BOCAR GROUP
... a reliable partner

Proveemos servicios de desarrollo y manufactura de competentes en aluminio y plástico para requerimientos específicos y alta calidad en la industria automotriz. Actualmente contamos con tres unidades de negocio, ofreciendo un servicio completo a la industria en Norte América.

¡Bienvenidos!

El Instituto Mexicano del Aluminio
Da la bienvenida a su nuevo asociado:

CINETICA QUIMICA

Es una compañía con tecnología 100 % mexicana, fundada en 1966. Dedicada a la fabricación de Clorhidróxido de aluminio, Policloruro de aluminio, Sulfato de aluminio líquido, Cloruro y Sulfato férricos, Distribuidores de flocculantes orgánicos, como Poliaminas, Polidamacs, Poliacrilamidas, y de otras especialidades para tratamiento de aguas.

Empresa con las certificaciones que la acreditan como Industria Limpia, Industria Segura, Empresa Socialmente Responsable y de cumplimiento con los estándares de calidad de reconocimiento internacional.

¡Bienvenidos!

El Instituto Mexicano del Aluminio
Da la bienvenida a su nuevo asociado:

COAST ALUMINUM

Coast Aluminum es una empresa líder en el suministro de aluminio, metales y acero con más de 40 años de experiencia en la industria, nuestro principal compromiso es el de proveer garantizando a nuestros clientes de un servicio de clase mundial utilizando las mejores prácticas y estándares de calidad respaldados por nuestra Certificación ISO 9008:2015, ISO:9001:2015 y Certificación Aeroespacial AS9120B.

¡Bienvenidos!

El Instituto Mexicano del Aluminio
Da la bienvenida a su nuevo asociado:

C. Steinweg México S.A. de C.V.

¡Bienvenidos!

El Instituto Mexicano del Aluminio
Da la bienvenida a su nuevo asociado:

OPTA affimex

Miembros del Grupo OPTA y filial directa de nuestra matriz AFFIVAL INC., Affimex Core Wire S. de RL de C. V somos una empresa dedicada a la producción de ferrolecciones y metales encapsulados que sirven de materia prima para la producción del acero dándole ciertas propiedades químicas en su última etapa de producción. Nuestro objetivo es satisfacer y exceder constantemente los requerimientos de nuestros clientes.

¡Bienvenidos!

El Instituto Mexicano del Aluminio
Da la bienvenida a su nuevo asociado:

Vialutek

Vialutek S.A. de C.V. Empresa dedicada a la fabricación de alambón de aluminio grado eléctrico por medio del proceso de colada continua con tecnología de punta y los más altos estándares en materia de calidad, seguridad y medio ambiente.

¡Bienvenidos!

EMPRESAS ASOCIADAS A IMEDAL





Miembros Honorarios - Universidades y Centros de Investigación



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO



TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE PIEZAS COLADAS DE ALUMINIO: ASPECTOS FUNDAMENTALES Y DESIGNACIONES



Por: **Dr. J. Alejandro García Hinojosa, Dayana López Casillas**
Departamento de Ingeniería Metalúrgica Fac. de Química, UNAM

RESUMEN

En el presente artículo se tratan algunas de las características necesarias para piezas de aluminio obtenidas por procesos de fundición y que son sometidas a tratamientos térmicos. Se destaca el impacto que tienen en las propiedades mecánicas y la importancia del proceso de fundición con el que son fabricadas sobre la respuesta al tratamiento térmico. Se citan los principales tratamientos térmicos aplicados, haciéndose énfasis en la designación del tratamiento comúnmente llamado "temper", así como las condiciones generales y las etapas de proceso de cada uno de ellos.

INTRODUCCIÓN

Los tratamientos térmicos tienen el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de las aleaciones coladas de aluminio en base a cambios microestructurales promovidos durante ciclos de calentamiento y enfriamiento controlados. Las piezas coladas obtenidas por diferentes procesos de fundición de las diferentes series de aleaciones no responden todas al tratamiento térmico, es necesario en ellas la presencia de ciertas cantidades de elementos que promueven el aumento en propiedades mecánicas, en particular la dureza y la resistencia a la tensión y a la cedencia. En general los tratamientos térmicos se aplican a piezas obtenidas por procesos de colada en molde de arena, molde permanente y molde semipermanente, sin

embargo, en aleaciones coladas procesos de colada a presión se presentan problemas de ampollamiento asociados a las temperaturas de tratamiento y al gas en solución que se retiene durante el proceso de fabricación, sin embargo, recientes estudios reportan condiciones que promueven su respuesta a tratamiento térmico de este tipo de piezas.

Los elementos que promueven la respuesta al tratamiento térmico de las piezas de fundición son principalmente el Cu, el Mg, el Zn y en algunos casos la presencia simultánea del Si y el Mg, caso de la aleación 356. Las aleaciones que contienen cobre pertenecen a la serie 2xx.x, las que contienen Mg es la 5xx.x, las que contienen Zn es la 7xx.x, mientras que las aleaciones de la serie 3xx.x. pueden contener Si-Mg, Si-Cu ó Si-Cu-Mg.

Por otro lado, la nomenclatura de las aleaciones de coladas de aluminio, puede tener en su dígito colocado después del punto decimal las siglas 0, 1 ó 2, las cuales tiene el significado siguiente: 0 indica los límites de composición de la pieza colada, el 1 indica la composición de lingotes obtenidos a partir de aluminio reciclado, mientras que el 2 indica lingotes obtenidos a partir de aluminio primario. También pueden estar precedidos de letras, que indican variaciones en la composición de elementos aleantes secundarios y/o en el nivel de impurezas, por ejemplo, la aleación 356, tiene las variantes A356.0, B356.0, C356.0, F356.0.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS APLICADOS A PIEZAS DE FUNDICIÓN

La selección del tratamiento térmico de las piezas de fundición va ligado directamente a los requerimientos de propiedades solicitadas en la aplicación dada, las cuales se basan esencialmente en la dureza, las resistencias a la tensión y cedencia, así como el % de elongación como características demandantes, así como en el costo del ciclo de tratamiento térmico aplicado.

En un ciclo de tratamiento térmico las principales variables que se controlan son las temperaturas y tiempos de tratamiento, sin embargo, es muy importante tener en cuenta el proceso de obtención de la pieza, ya que estos afectan directamente a las características microestructurales. En el caso de piezas coladas en molde de arena donde la rapidez de solidificación es la más lenta, se pueden presentar patrones de segregación más agudos, así como espaciamientos interdendríticos más grandes por lo que los tiempos de tratamiento en general son más largos que en las piezas colada de molde permanente donde los espaciamientos interdendríticos son más pequeños y asociados a la rapidez de solidificación impuestas por los moldes metálicos, la figura 1 muestra la microestructura de dos piezas una colada en molde de arena y otra en molde permanente.

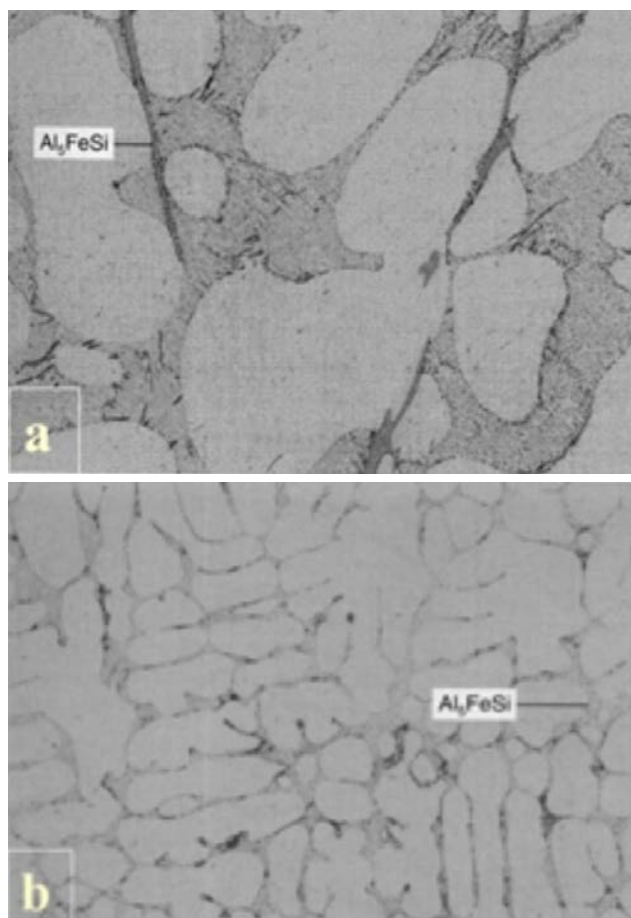


Figura 1. Microestructuras de piezas (a) colada en molde de arena y (b) colada en molde permanente.

Tabla 1. Tratamientos térmicos aplicados a piezas de fundición de aluminio.

Designación o Condición (Temper)	Tratamiento térmico
F	Ninguno, pieza en condiciones de colada
T4 (TB)	Con tratamiento de solubilización y envejecimiento natural
T5 (TE)	Con envejecimiento artificial
T6 (TF)	Con tratamiento de solubilización y envejecimiento artificial total, se promueven las máximas propiedades mecánicas
T7 (TB7)	Con tratamiento de estabilización
T71 (TF7)	Con tratamiento de solubilización, envejecimiento artificial y estabilización
0 (TS)	Relevado de tensiones y recocido

Relevado de tensiones y recocido, condición O

Este tratamiento térmico se aplica a piezas para eliminar las tensiones residuales que se forman en la pieza durante la solidificación, que es más pronunciada cuando se tiene piezas complejas con significativas variaciones de sección. En el caso del recocido las propiedades tensiles son bajas a excepción del % elongación que puede alcanzar su valor máximo, mientras que la dureza tiene los menores valores. El relevado de tensiones se realiza comúnmente entre 200 y 250 C, mientras que el recocido se realiza a temperaturas mayores entre 300 y 400 C.

Tratamiento de disolución, condición T4

Las piezas sometidas a este tratamiento son calentadas ligeramente por debajo de la temperatura de solidus (temperatura a la que inicia la solidificación) y por arriba de la línea de solvus (temperatura de solubilización), que dependen de la familia particular de aleaciones asociada a su composición química. El tiempo de tratamiento dependerá de la magnitud de las secciones de pieza, en las condiciones correctas algunos de los elementos formaran una solución sólida a alta temperatura. Posteriormente se realiza un enfriamiento rápido o temple para formar una solución sólida supersaturada metaestable, el temple se realiza en agua o en un polímero líquido. La temperatura del medio de enfriamiento tiene influencia en las propiedades mecánicas, así como el evitar la presencia de distorsiones en la pieza. Las propiedades mecánicas obtenidas se pueden modificar por envejecimiento natural (mantenimiento a temperatura ambiente por largos periodos), pero si se desea el incremento de propiedades mecánicas más rápidamente se pueden aplicar envejecimiento artificial.

Envejecimiento artificial, condición T5

En el envejecimiento artificial la pieza es calentada a temperaturas entre 150 y 200 C. Las temperaturas de tratamiento bajas evitan la expansión de la pieza, por lo que es usado para estabilizarla dimensionalmente, mejorando las propiedades mecánicas y su maquinabilidad. Los tiempos de permanencia a las temperaturas de tratamiento, varían entre 2 y 24 h, dependiendo de la composición química de la aleación y las dimensiones de los espesores de la pieza. En estas condiciones se promueve la precipitación de y/o

compuestos endurecedores, temperaturas bajas con largos tiempos de tratamiento promueven altas propiedades mecánicas.

Tratamiento de solubilización y envejecimiento artificial total, condición T6

En este tratamiento se aplica una primera etapa de solubilización y temple, seguido por una segunda etapa de envejecimiento artificial, con lo que se promueven las máximas propiedades mecánicas de la pieza (resistencia a la tensión, resistencia a la cedencia y dureza), reteniendo algo de ductilidad (% elongación). La etapa de envejecimiento estabiliza las propiedades mecánicas, las cuales depende de la aleación, así como de los tiempos y temperaturas de envejecimiento, temperaturas altas promueven relativas altas propiedades en tiempos cortos, mientras que las máximas propiedades se obtienen con temperaturas bajas y tiempos de permanencia largos. Las propiedades se pueden predecir mediante las llamadas curvas de endurecimiento o envejecimiento y son características para cada aleación. La figura 2 muestra la curva de envejecimiento artificial partiendo de la condición T4 (solubilización) a diferentes temperaturas.

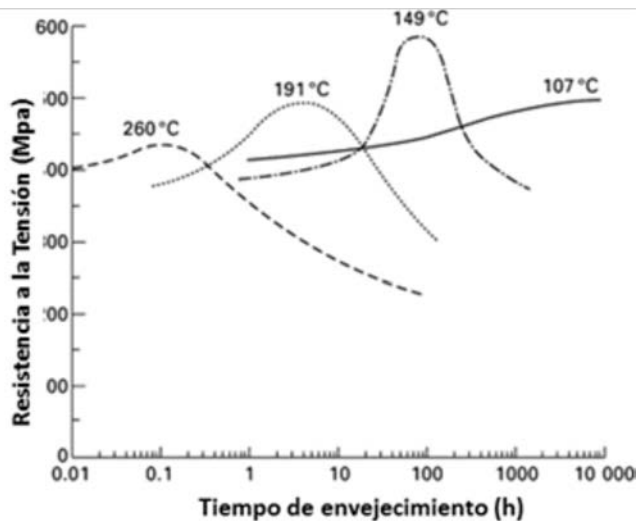


Figura 2. Curvas de envejecimiento artificial a diferentes temperaturas

Tratamiento de estabilización, condición T7(TB7)

Las piezas con este tratamiento después de la solubilización se calientan a las temperaturas más altas de envejecimiento artificial, en el rango de 200 y 250 C para lograr la estabilización térmica de la pieza y la homogeneización total de los elementos aleantes. Las temperaturas y tiempos de permanencia varían dependiendo de la composición química de la aleación y la masa del componente.

Tratamiento de solubilización, envejecimiento artificial y estabilizado, condición T71 (Tf7)

Este tratamiento se aplica a piezas que trabajaran a temperaturas elevadas y que se benefician con el tratamiento de solubilización seguidas por la

estabilización a temperaturas entre 200 y 250 C, en estas condiciones se estabilizan las propiedades mecánicas cuando el componente trabaja en el rango de las temperaturas de tratamiento. Este tratamiento mejora la resistencia a la tensión y cedencia, pero a valores menores que la condición T6, con la ventaja de alcanzar valores mayores del % de elongación. Este temper se sitúa usualmente en las curvas de envejecimiento en la zona llamada de sobre-envejecimiento (underageing), situada delante de la cúspide de dichas curvas.



Referencias

1. Kauffman J. G. Introduction to Aluminum Alloys and Temper, ASM International, 2000
2. Zeren M., Karakulak E., Study on Hardness and Microstructural Characteristics of Sand Cast, Al-Si-Cu Alloys, Bull. Mater. Sci., Vol. 32, No. 6, December 2009, pp. 617-620. © Indian Academy of Sciences
3. Herring D.H., Heat Treating of Aluminum Casting, February 2010, Industrial Heatinc.com, p.22-24
4. Pio L.Y., Effect of T6 Heat Treatment on the Mechanical Properties of Gravity Die Casting 356 Aluminum Alloy, Journal of Applied Science, 11(11): 2048-2052, 2011.
5. Neff D., Thomas S. P., Aluminum Casting Technology, 3, Ed., AFS 2017.

TRAYECTORIAS:

Lic. Sergio Macías Sainz

En esta edición 39 de nuestra revista ALUMINIA, como en las anteriores, nos hemos dado a la tarea de buscar esas estrellas que han logrado brillar y sobre todo mantener ese brillo que las hace permanecer activas en nuestra industria como un ejemplo a seguir para las nuevas generaciones. En esta ocasión tuvimos el honor de que un gran pilar de la industria nos haya compartido su experiencia y relatado de una manera muy amena su trayectoria: el **Lic. Sergio Macías Sainz**, queridos lectores, aquí su historia ligada al IMEDAL.

Después de un cordial saludo a la distancia con mucho cariño y haciendo uso como un experto de la tecnología, el **Lic. Sergio Macías** comienza narrándonos el origen de su éxito...





El Lic. Macías, inicia su relato, *"Soy originario de la ciudad de Tototlán, Jalisco, un pueblo que está a 50 kilómetros de Guadalajara, y aunque nací en Monterrey, mi acta dice: Tototlán"* nos comenta que en ese tiempo su padre pertenecía al ejército y la familia se trasladaba de un lugar a otro pero él se estableció desde ese entonces en Guadalajara. Realizó sus estudios de secundaria en Tototlán y posteriormente para la preparatoria y universidad se trasladó a Guadalajara, en donde logró cumplir su meta de estudiar Administración de Empresas.

Su primera incursión en el Aluminio

"Todo comenzó con un compañero de la Universidad..." nos relata, *"Su papá estaba relacionado en la industria del plástico, es ahí donde comencé a trabajar con este material y me di cuenta que el plástico y el aluminio van de la mano"*

El **Lic. Macías** nos comenta que viajaba rumbo a Hermosillo y el señor Domingo Molina le ofreció llevarse unos rollos de felpa a Guadalajara, al notar que el aluminio lo utilizaba como empaque para puertas, decidió trasladarlos, un mes después, uno de sus clientes le comentó del problema que tenía en ese momento de no poder entregar una ventanas de aluminio debido a que no tenía felpa, esa fue la oportunidad perfecta para ofrecer los rollos con los que contaba del material y hacer la primera transacción de negocio soñada de un monto de mil pesos de los de aquel entonces, al instante exclamó: *¡lo logré en un día!* Este evento trascendió de tal manera que le cambió el panorama, buscó al señor Molina para continuar con el negocio de la felpa, ya no solo con un cliente si no con varios más que se fueron sumando, como consecuencia aumentaron las cantidades. Ligado a eso, aumentó la demanda del resto de los accesorios que transportaba: carretillas, jaladeras, etc., cada vez incorporaba más de la gama de estos artículos que comenzaba a distribuir. Esto dio origen a la creación de la empresa HERRALUM que ahora tiene más de 3,500 productos en su catálogo siempre ligados al Aluminio

Confirmó así que el aluminio se combinaba perfectamente con varios materiales que hacían crecer su negocio tales como el vidrio, plástico, etc.

Esto le fue brindando la oportunidad al **Lic. Macías** de conocer a todos los vidrieros y alumineros a nivel nacional, dándose cuenta así, que es un negocio muy noble, tanto que no ha desaparecido a pesar de las crisis que se han presentado a través del tiempo y ahora en la época de la pandemia; sobre todo esto, el negocio subsiste.

En este comercio, nos relata el **Lic. Macías**, además de ser tan noble, ha significado para él, una gran satisfacción convivir y conocer a gente que junto con él comenzaron de la nada y que han ido creciendo en las diferentes ciudades principalmente en: Tampico, Monterrey, Matamoros y Cancún, por mencionar algunos, pero en general, en toda la República.

Su manera de influenciar a otros

A pesar de no haber contado con ningún antecedente familiar en la industria del aluminio, el **Lic. Macías** si ha influido de forma importante, haciendo participar a varias personas en el sector del aluminio siendo todas ellas exitosas en este ramo industrial.

La influencia en su familia ha sido aún mas notoria, en conjunto con su esposa, han comercializado los productos de manera más estructurada, aprovechando las buenas prácticas del marketing, es decir *"ya con comerciales"* como él nos lo comentó.

HERRALUM, sus inicios...

Nos relata el inicio de su gran empresa HERRALUM: *"Comenzamos con una planta de anodizado y ahí empezaron a llegar todos los instaladores a comprar nuestros productos, iniciamos la fabricación y poco a poco alcanzamos la cifra de 3,500 productos que comercializamos, siendo 1,000 los fabricados por Herralum y los otros importados"*.

El **Lic Macías** nos comenta que el origen y éxito de la compañía, se debió a la decisión de fabricar los herrajes y como consecuencia al gran impulso que surgió de esto, es así como comenzó a relacionarse con las plantas de extrusión para adquirir la materia prima. Resaltando que el aluminio es primordial para elaborar la mayoría de los herrajes, aunque si hay de plástico y de fierro, casi todas las carretillas y jaladeras son de aluminio. Así inició la relación con otras compañías, con las plantas de extrusión y a su vez, directamente con los clientes, de esta manera se creó una red muy compacta de mercado cada vez más grande: recomendando e invitando a unirse a este negocio a los diferentes sectores, esto no termina, al contrario, sigue creciendo con el fin de alcanzar una época de gran esplendor, *es un negocio que no termina...*

Nos menciona que HERRALUM tiene alrededor de 30 a 40 representaciones a nivel mundial, marcas reconocidas y de excelente calidad de Japón, Italia, Alemania, Turquía, Brasil, Holanda, España, India, Corea del Sur, Taiwán y China. Todo este tiempo en el ramo del aluminio ha ido incrementando su consumo del preciado metal a razón de 40, 50 o 100 toneladas de aluminio, pero su fuerte han sido en estos años: los herrajes.

Lo que lo enamoró del Aluminio...

También nos narra el por qué ama al ramo: *"Es por la versatilidad que tiene; porque en el caso de los herrajes que fabrico y en la construcción en general, al aluminio lo puedes ver instalado desde una casa pequeña hasta en una super mansión... El aluminio es algo significativo y le da valor agregado a lo que construyes y a la calidad que le da...La belleza y las texturas, los acabados en el baño de cualquier casa, principalmente el cancel de baño es emblemático para que lo embellezca, para las ventanas de aluminio, es cuestión de fijarse en esos hermosos detalles que da el aluminio, agregando también sus propiedades como lo ligero y lo térmico que es"*.

Nos comparte también que en HERRALUM tienen 15 acabados de aluminio de colores con los que abastece y satisface cualquier gusto tanto en herrajes como en las jaladeras y cómo no hacerlo, si para él es algo que da valor agregado a una casa, que por más sencilla que sea, si tiene aluminio ya es de mejor categoría y brinda a sus habitantes una funcionalidad diferente. Comenta también que por eso se ha convertido el aluminio en el

preferido de los arquitectos y diseñadores, y destaca también el uso del mismo en monoblock a nivel internacional a través del casting.

Del negocio a la familia...

"En HERRALUM fuimos creciendo poco a poco, al principio sin ningún empleado, pero eso sí con una secretaria muy cara, tan cara que tuve que casarme con ella para lograr pagar el empeño con el que ambos iniciamos. Ella fue mi primera empleada, mi socia y finalmente mi esposa". En la actualidad, HERRALUM tiene a más de 600 colaboradores, que han hecho que su empresa perdure y esté próxima a cumplir los primeros 50 años en el medio, para el año 2022. Como ejemplo, el Lic. Macías nos comenta que lo importante es que cada año se pone metas nuevas que le permitan seguir adelante y conservar los empleos. Esas metas enfocadas a crecimiento en ventas y a agregar a su lista a cerca de 10 a 15 colaboradores por año.

Nos comenta también que: *"El crecimiento tiene que ser así: muy sostenido pero seguro y que de esta manera el negocio subsista y funcione conmigo, sin mí y a pesar de mí, aunque sea un negocio familiar"*

El secreto que nos confiesa el **Lic. Macías**, está en reinvertir mientras se va creciendo *"En Herralum, tenemos maquinaria muy sencilla pero que se va modernizando. El invertir y buscar oportunidades de negocio es el éxito, por ejemplo tenemos una representación de Turquía, ¿quién se imagina esto!"*, nos comparte también que HERRALUM actualmente cuenta con tiendas, tipo franquicias de herrajes en Torreón, Monterrey, Ciudad de México, Hermosillo, Querétaro y siguen creciendo las sucursales a nivel nacional.

El Lic. Macías en su matrimonio logró una hermosa familia de la que nos expresa se siente orgulloso, cinco hijos muy diferentes entre sí, tres hombres y dos mujeres. Siempre juntos librando adversidades tanto en la familia como en el negocio y siguen juntos y creciendo, ahora ya con sus seis nietos, en sus palabras *"Está creciendo la familia y eso es muy bonito, mantener siempre esta unión a pesar de todo ya que no sirve de nada tener mucho si no tienes con quien compartir y con quien más que con la Familia"*





Su semilla en IMEDAL...

El **Lic. Macías** nos comparte sus recuerdos en la primera convención del IMEDAL que se realizó en el Hilton en Guadalajara, donde desde entonces ha hecho las mejores relaciones y los mejores y más grandes amigos, al Instituto lo ve como un lugar donde siempre todos están unidos buscando mejorar la industria, enfocando en todos los procesos y sectores.

Dentro del Instituto ha disfrutado también, hacer clientes nuevos. Para él representaba un reto estar cerca de ellos y lo logró a través de IMEDAL.

En reuniones del Instituto Mexicano del Aluminio, siempre consigue ver a la mayor parte de sus clientes en un solo vistazo sin tener que viajar a ver a cada uno. Y sobre todo ser parte del grupo de los mejores industriales de México. Lo que más recuerda de los eventos de IMEDAL es la convivencia que se da de manera muy familiar donde siempre se busca concretar negocios, pero con un "ganar-ganar" para todos.

Experiencias que han marcado su vida

El **Lic. Macías** nos relata que, hace 26 años, obtuvo la representación de RYOBI, ésta es una empresa transnacional japonesa, líder en fabricación de monoblock, dirigida para las marcas de Toyota, Honda, GMC, Mercedes Benz y Audi, fue el primer mexicano en trabajar con japoneses en el ramo, esto marcó la pauta para crecer y ver que todo es posible si se persevera, de esta manera también consiguió hace aproximadamente 6 años la representación del producto de policarbonatos GLANZE una empresa de Perú siendo así los primeros en contar con ella, fuera de verlo como una amenaza, lo consideró como una oportunidad y como dice él "Ay que jugársela... todo esto es un albur"

Su visión de futuro de la Industria del Aluminio desde su trinchera

Nos comenta que al aluminio hasta ahorita no se le iguala ningún producto, por ejemplo en ventanas podrán llegar productos como el pvc, pero el aluminio no será fácil de reemplazar y ningún producto lo hará tan bien como él. Considera también que este material seguirá dando empleos directos e indirectos, destacando que en pueblos por muy pequeños que estos sean, siempre llega a haber más de 5 talleres del metal y comenta que ha contado más de 3,000 en Guadalajara y otros tantos en Monterrey.

"Se convierte en un metal irremplazable y así seguirá siendo en los próximos años"

Su lema en la vida

Se siente orgulloso de dar empleo a mucha gente, por lo que nos comparte que su lema de vida es "crear fuentes de trabajo" y que no importa a que nivel sea, es su forma de contribuir al crecimiento de nuestro México, para que la gente no tenga que emigrar a Estados Unidos, a través de su legado busca constantemente beneficiar a la sociedad con fuentes de empleo.



Sus 3 motivaciones en Herralum son:

- su equipo de trabajo, proveedores y clientes
- ofrecer productos de calidad con garantía a la gente
- generar una buena cultura (no engañar a la gente).

Considera que si se logra esto como una amalgama; se tiene todo. Resumido como el lo dijo "Ser transparente con la gente"

¿Qué viene para el Lic. Sergio Macías?

Actualmente se encuentra trabajando en institucionalizar HERRALUM y hacer un fideicomiso. Esa es su prioridad, nos comenta, ya que hay que buscar que prevalezca todo lo que hasta ahora se ha logrado y que deje de tener una estructura familiar, pasando así a otro rango de empresa, que así pase de segunda a tercera generación y sucesivamente y que no desaparezca todo el trabajo de años.

Consejos a las nuevas generaciones

El **Lic. Macías** nos deja un mensaje muy importante a través de esta entrevista: "Que trabajen más y gasten menos... pensar para lo que venga más adelante, con visión de futuro, eso es lo único, si llegan a aventurarse en los negocios y logran uno propio, que cuiden siempre la liquidez de la empresa, que es lo más importante y que todos trabajen al parejo, no importa si son hijos del dueño, todos trabajar a la par", añade también "¿Cómo no administrarla? Nunca apretándola demasiado, no ahorcarla, tener siempre un código de ética y conducta, respetar el protocolo y en la primera oportunidad institucionalizar el negocio"



Moldeando el Futuro

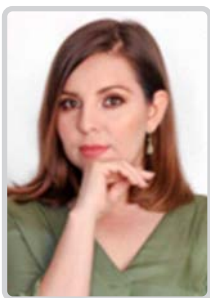


ALUMEXICO

SUMMIT
& EXPO 2021

10-12 de Noviembre 2021
Poliforum León

UNA CRISIS: LA MEJOR ETAPA PARA DAR *RESET* A TU NEGOCIO



Por: *Lic. Eva Saiz Salazar* Lic. en Negocios y Comercio Internacional / Universidad Autónoma de Sinaloa. / Infocus Consultores

Una crisis financiera, un competidor implacablemente disruptivo, el propio crecimiento acelerado de la industria que detona nuevos nichos de mercado; siempre vienen acompañados de una oportunidad para recrear y encontrar un elixir de innovación, que permita desarrollar nuevas oportunidades de negocio y por qué no ¡de renacimiento!

Los líderes son empujados por distintas fuentes de motivación que los encaminan a la transformación del negocio día a día, a tomar siempre nuevos desafíos. Pero frente a una crisis, no todos toman el camino del "riesgo" y entonces hay quienes deciden tomar el estándar de la negación, comprando la idea de que no hay crisis que

enfrentar y que aún no es momento del cambio. Pero en el otro extremo, están quienes le temen o deciden esperar la seguridad de una respuesta y optan por actuar a modo de defensa de tal forma que sus acciones son más del tipo prevención, con barreras de entrada para mitigar el daño, estos perfiles suelen ser más conservadores. Por último, están quienes optan por enfrentarla, sintiendo que la crisis debe verse como un nuevo camino libre para adaptarse al mañana.

En 1969, la industria relojera atravesaba una crisis al borde de la extinción, los tradicionales relojes suizos se enfrentaban a la industria de bajo costo que manufacturaba relojes de cuarzo mucho más económicos,



frente a los tradicionales relojes mecánicos, y para 1980 muchas empresas icónicas relojerías habían colapsado y fue entonces que nació Swatch en 1983 con Nicolas Hayek, un innovador de producto vanguardista con una enorme visión de marketing, conocido por crear el primer reloj transparente, el primero con olor y modelos de edición limitada, creados por artistas y directores de cine.

Swatch entonces cambió lo que significaba un reloj, modificó la tradición y la forma de percibir y usar un reloj, logrando así colocar a Swatch como una empresa innovadora, creativa y digna de inspiración para enfrentar una crisis del medio externo, Nicolas Hayek no solo encontró un "nuevo mercado" si no que también lo hizo más grande.

Como éste, existen muchos ejemplos de cómo líderes de negocios han transformado mercados, modelos de negocio, procesos y cadenas productivas, han evolucionado industrias completas y conocemos muchos casos, como más recientemente Uber, Netflix, Adobe, Xiaomi y al pensar en estos casos, la pregunta es, ¿qué negocios evolucionarán hoy? ¿Qué negocios darán *reset* a su modelo? ¿Qué nuevos mercados se están formando?

Acerca del Autor: *Licenciada en Negocios y comercio internacional por la Universidad Autónoma de Sinaloa, ha trabajado en las áreas de investigación y desarrollo de modelos comerciales en el sector empresarial. Ha realizado diversos diplomados de perfeccionamiento directivo en ICAMI, marketing digital, comercio electrónico, ventas y servicio al cliente.*

Actualmente es Socia Performance en Infocus Consultores, colabora como docente y capacitadora para Instituciones educativas como Tecmilenio, en la comunidad emprendedora para Sinaloa Emprende y diversas Cámaras empresariales. Profesora de ICAMI Noroeste en las áreas de Administración y Operaciones.

Te comparto algunos datos para pensar un poco sobre tu negocio:

En abril 2020, la ANTAD reportó que las tiendas departamentales tuvieron una variación en ventas de -22.9%.

En mayo 2020, La Asociación Mexicana de ventas online reveló que, durante el confinamiento, las ventas en línea de comida, artículos de supermercado y juguetes tuvieron un incremento superior al 30%.

En la encuesta CFO Pulse Survey COVID-19 México de mayo 2020, el 38% de los CFO encuestados considera reducir o cancelar sus inversiones operativas este año y el 64% planea considerar acciones de home office de forma permanente.

De acuerdo a INEGI y a la AMDA la venta de automóviles en México se redujo un 59% a mayo 2020.

De acuerdo a Intel México en junio 2020, para el cierre del año en la industria de software se espera un crecimiento de un 17%.

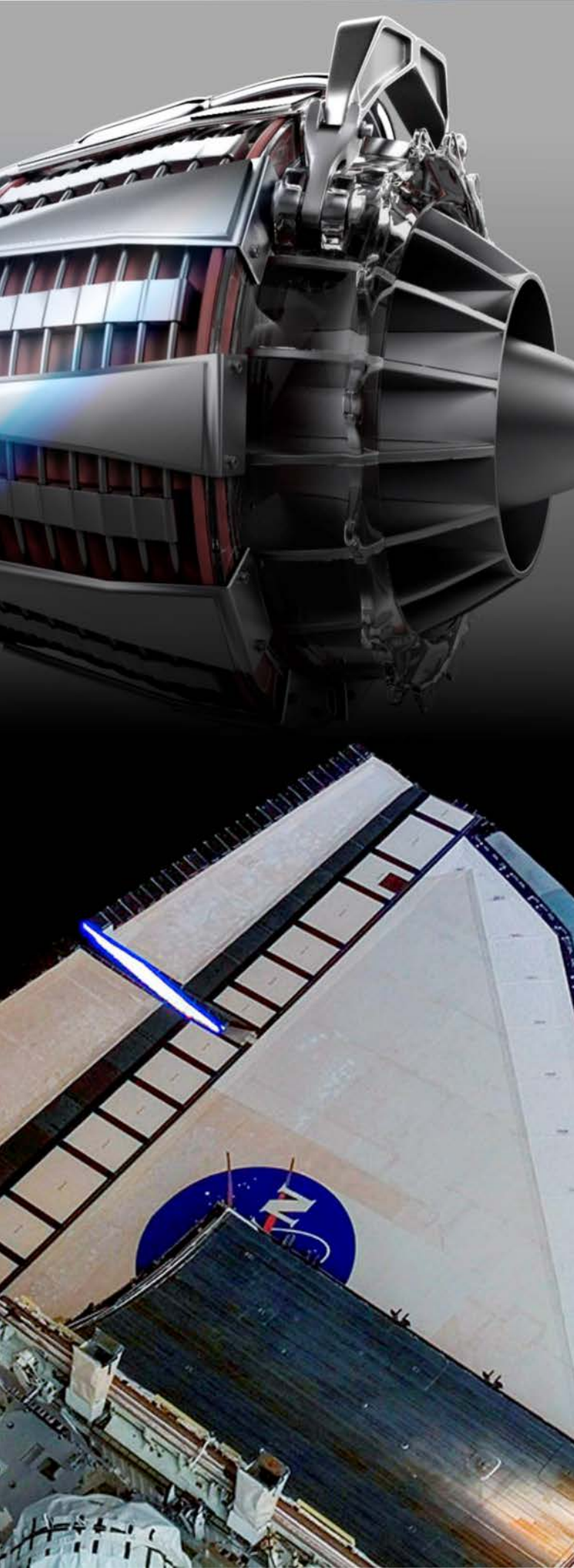
Con mayor claridad de los escenarios del mercado podrás entonces definir tu plan de organización para el crecimiento de ventas, de mercado, de ingresos o de utilidad de acuerdo al propósito y visión de la empresa.



SUPER ALEACIONES PARA LA INDUSTRIA AEROSPAECIAL



Por: **Ing. Irving Gómez IMEDAL**



En la actualidad, se vive en una época en la que las personas quieren "todo de inmediato", desde desear tener una conexión a internet veloz para enviar información al instante y así mantenerse comunicados hasta desarrollar vacunas eficientes y distribuirlas a todo el mundo en pocos meses (esto debido a la pandemia del Covid-19); o viajar a otro país y traer consigo objetos procedentes de cualquier rincón del planeta en cuestión de horas. Es por ello que confiamos en los aviones para transportarnos y los satélites para comunicarnos, así como los materiales utilizados en el proceso de su diseño y construcción con el fin de operar en óptimas condiciones para cumplir su misión. Por tanto, visto de alguna manera, hacen de nuestra vida un estilo "súper-rápido" de vivir.

En la historia, el desarrollo de las civilizaciones ha sido vinculado con la capacidad de sus habitantes para diseñar, construir y producir las herramientas necesarias con el objetivo de complacer sus necesidades. Tal es el caso que el periodo de las primeras sociedades de hace más de 1000 años se conoce por el nombre del material que más era utilizado, como la Edad de Piedra, de Bronce o de Hierro. Sin embargo, hace poco más de 100 años, los ingenieros y científicos comenzaron a estudiar la relación entre los materiales y sus propiedades. Desde entonces, los conocimientos adquiridos por dichos estudios han traído como consecuencia el desarrollo de nuevos materiales tan maravillosos, con cualidades únicas, para utilizarlas en beneficio de nuestra sociedad. Se trata de materiales cerámicos, plásticos, compuestos, y metales, o la combinación entre otros metales conocidos como aleaciones.

El concepto de "Superalloys" se hizo popular después de la Segunda Guerra Mundial, para definir a un grupo de aleaciones destinadas a la industria aeronáutica. Utilizadas, principalmente, en los turbocompresores o turbinas de motor de los aviones, ya que necesitaban de un material con alta resistencia a temperaturas extremas. En los años 60's sucedió la "Carrera Espacial" entre los países de Estados Unidos y la Ex Unión Soviética, principales protagonistas de la Guerra Fría, con el objetivo de conquistar el espacio. En este periodo se desarrollaron nuevos materiales más resistentes y livianos para construir naves espaciales (satélites, cohetes, etc.) capaces de soportar variaciones de temperaturas extremas, desde los -80°C hasta los 100°C , y enviar más de 1 tonelada en instrumento o equipo al exterior de nuestro planeta.



Figura 1. Avión a reacción comercial recién salido de fábrica, hecho de aluminio y aleaciones. Foto por Boeing.

Las superaleaciones o aleaciones de alto rendimiento son un grupo de materiales compuestos por dos o más metales para crear un material con alta resistencia a la corrosión, temperaturas bajas y altas, a las vibraciones mecánicas, entre otros. Los metales de las superaleaciones se basan en los elementos del Grupo VIII B de la tabla periódica. La mayor cantidad que componen a una superaleación son el Níquel (Ni), Cobalto (Co), Hierro (Fe), Titanio (Ti), y en pequeñas porciones están compuestos por Cromo (Cr), Molibdeno (Mo) y Aluminio (Al).

En los últimos años, los avances en ciencia y tecnología de las aleaciones de alto rendimiento han impulsado a la industria en el mundo y en México por la industria petrolera, energética y aeroespacial. En algunas aplicaciones como algunos componentes de los motores de avión, turbinas de gas, plantas eléctricas, reactores nucleares, chimeneas de plataformas marinas, etcétera. En el sector aeroespacial, los empresarios, ingenieros y científicos invierten tiempo y mucho dinero para obtener un incremento constante en las prestaciones de diseño para la construcción de un aeronaue, satélite o equipo aplicado a esta industria. Por ejemplo, reducir la masa del avión o cohete, para llevar más pasajeros, equipaje o astronautas e instrumentación al espacio, e incrementar su resistencia para soportar los cambios de temperatura tan extremos que ocurren conforme una aeronave se eleva a través de la atmósfera. Lo difícil consiste en invertir y desarrollar investigaciones para crear nuevos materiales con mejores prestaciones, por lo que el futuro del crecimiento de la industria aeroespacial, el sector más exigente, radica en los materiales compuestos y superaleaciones.

El material de construcción más utilizado para el fuselaje de los aviones han sido las aleaciones de aluminio desde que se comenzó a sustituir la madera en la década de 1910. Y aunque desde principios del siglo XXI, ya no ha sido el favorito del sector aeronáutico, porque se están usando más los materiales compuestos, que, aunque son más costosos, ofrecen unas mejores prestaciones de resistencia y ligereza. Aun así, las aleaciones de Al con alta resistencia siguen siendo el material principal para las estructuras de las aeronaves. Algunas de las razones de porque aún se siguen utilizando son su peso ligero, facilidad de reciclaje, resistencia a la corrosión y manufactura sencilla, lo que implica una reducción de los costos en el proceso de fabricación.

Las aleaciones de Al con cobre (Cu) de la serie 2XXXX y aluminio con zinc (Zn) de la serie 7XXX son las más utilizadas en este sector. Las aleaciones 2XXX se aplican en las estructuras como el fuselaje, alas y cola de los aviones comerciales porque soportan más las variaciones de temperatura. En el caso de las aleaciones de la serie 7XXX son utilizadas más para el sector espacial como en la estructura principal de los satélites pequeños, conocidos como nanosatélites ya que requieren mayor resistencia al ambiente extremo del espacio.

Por ejemplo, las aleaciones de Al-Cu o serie 2XXX se han desarrollado para usarlas en los tanques de combustible

de los cohetes. Se componen de una fracción porcentual en masa de cobre entre 0.9 y 6.3 %. Dentro de estas aleaciones, se encuentra el aluminuro de cobre, $CuAl_2$, utilizado como recubrimiento y refuerzo para los tanques de un cohete, sin embargo, se necesitan añadir cantidades de otros materiales como silicio, litio, magnesio y titanio para mejorar la forjabilidad (habilidad de un material para someter a una deformación sin generar grietas) y disminuir la corrosión bajo esfuerzos de tensión. Una característica favorable de las aleaciones de aluminio es su aumento de la resistencia a la tracción a temperaturas criogénicas (por debajo de ellos $-100^{\circ}C$), lo que las hace especialmente atractivas para esta aplicación.

Los elementos base de las superaleaciones empleadas en el sector aeroespacial son principalmente el níquel (Ni), cobalto (Co) y níquel-hierro. Las de Ni tienen un desempeño adecuado resistiendo temperaturas hasta de $1.000^{\circ}C$. Algunas aleaciones de Ni como el Inconel, capaces de combinar resistencia mecánica con la resistencia a la oxidación a elevadas temperaturas. Se utiliza en la fabricación para escapes y calentadores de los motores de aeronaves.

Las superaleaciones de cobalto tienen una resistencia óptima en altas temperaturas. Además, incorpora otros metales que cuentan con una gran fracción porcentual de Cr, incrementando la resistencia a la corrosión. Entre sus principales ventajas, son más fáciles de soldar y forjar comparado con otras aleaciones de alto rendimiento. Se emplean para la estructura de la cámara de combustión de las turbinas y de los motores de cohetes, entre otros.

Una aleación a base de titanio ha demostrado ser el material ideal para las palas y la carcasa de un motor de avión comercial modernos conocidos como turbofán, y además del fuselaje de los cohetes y los almacenes de combustible de los transbordadores; aunque resisten menos a las altas temperaturas frente a las de Co o Ni.





Figura 2. Sistema de Vehículo Reutilizable de la NASA, conocido como transbordador espacial. Un vehículo construido a base de materiales con gran rendimiento.

Para concluir, se debe enfatizar en que utilizar un solo material, ya sea compuesto o aleación, no cumple con todos los requisitos, para el desarrollo de un vehículo o instrumento aeroespacial y en otro sector. Por sí solos, siempre, cuentan con alguna desventaja, ya sea respecto a sus propiedades mecánicas o térmicas y costos de producción. Es por ello que los materiales se deben "fusionar" o combinar dando como resultado los compuestos o superaleaciones para un desempeño óptimo y con mejores propiedades.

Fuente Consultada

- Cárdenas Fernández Javier (2015). *Lecturas Para Ingeniería No. 23 "Superalaciones"*. Documento en pdf por el Depto. de Ingeniería de la Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de [superalaciones\(unam.mx\)](http://superalaciones.unam.mx) [19 de abril de 2021].
- Spilker Benjamin (2019). How Superalloys Changed the Rocket Landscape. Sitio Web Matmatch. Recuperado de [Metals in Space: How Superalloys Changed the Rocket Landscape \(matmatch.com\)](http://Metals in Space: How Superalloys Changed the Rocket Landscape (matmatch.com)) [19 de abril de 2021]
- Urizar Arechaga Ramón (2012). Materiales de alto rendimiento para el sector más exigente. R Canales Sectoriales Interempresas. Recuperado de [Materiales de alto rendimiento para el sector más exigente - Metalmecánica \(interempresas.net\)](http://Materiales de alto rendimiento para el sector más exigente - Metalmecánica (interempresas.net)) [20 de abril de 2021].
- Continental Steel and Tube (2021). Metales Utilizados en la Industria Aeroespacial. Sitio Web de Continental Steel and Tube. Recuperado de Home - Continental Steel SA [21 de abril de 2021].



Boletín de la Procuraduría de la Defensa del Contribuyente • Número 11 • Noviembre 2020 México

Subprocuraduría de Asesoría y Defensa del Contribuyente

- PRODECON apoyó a una Contribuyente para obtener la devolución de su saldo a favor del ISR correspondiente al ejercicio 2018, derivado de que su retenedor fue omiso en emitir los CFDI's por los ingresos obtenidos por su jubilación.
- PRODECON logra mediante el servicio de **Asesoría**, que el SAT efectúe a un Contribuyente la devolución del saldo a favor del ejercicio 2019 que indebidamente se había compensado contra un crédito que ya se encontraba dado de baja en los registros de la autoridad.
- PRODECON auxilió a un Contribuyente a recuperar la retención del Impuesto Sobre la Renta que efectuó su retenedor de manera indebida por el pago de salarios caídos.
- PRODECON logra mediante el servicio gratuito de **Representación y Defensa Legal**, que se declare la nulidad de una resolución por la que el IMSS le rectificó la clasificación para efectos de la cobertura del seguro de riesgos de trabajo a una empresa hotelera, al aclararse su actividad principal.
- A través del servicio de **Representación Legal**, PRODECON logró que se ordenara al SAT la devolución de un saldo a favor derivado de la transferencia de fondos en exceso realizada a un Contribuyente, sin tener que presentar un trámite de solicitud de devolución.
- Con el servicio gratuito de **Representación y Defensa Legal**, PRODECON apoyó a una Contribuyente para que se ordenara al IMSS que dejara sin efectos un crédito fiscal, al demostrarse que no tenía el carácter de responsable solidaria de la empresa deudora.

Subprocuraduría de Protección de los Derechos de los Contribuyentes

- Con el procedimiento de **Queja**, PRODECON logra que el SAT actualice sus sistemas institucionales para que se refleje el domicilio fiscal correcto del Contribuyente y, con ello, éste pudiera desvirtuar la causa que originó la Cancelación de su Certificado de Sello Digital (CSD).
- PRODECON logra, mediante el procedimiento de **Queja**, que el SAT ordene la liberación de los depósitos bancarios de una Contribuyente a la que se le había concedido la condonación de su adeudo.
- Mediante el procedimiento de **Queja**, PRODECON logra que el SAT dé de baja de sus sistemas institucionales un crédito fiscal que el Contribuyente había pagado y aún se reflejaba en su "Opinión del Cumplimiento de Obligaciones Fiscales".
- A través del procedimiento de **Queja**, PRODECON consigue que el SAT subsane la intermitencia de sus sistemas que impedía a un Contribuyente presentar sus declaraciones en el Régimen de Arrendamiento.
- Por medio del procedimiento de **Queja**, PRODECON logra que el INFONAVIT declare la prescripción de los créditos fiscales a cargo de una Contribuyente.
- Con el procedimiento de **Queja**, PRODECON logra que el SAT levante la restricción temporal del Certificado de Sello Digital, en virtud de que la promovente presentó el escrito de aclaración que refiere el artículo 17-h Bis, segundo párrafo del Código Fiscal de la Federación.
- PRODECON logra por medio del procedimiento de **Queja**, que el SAT tuviera por "Localizada" a una empresa en el domicilio manifestado ante el Registro Federal de Contribuyentes. Derivado de ello, pudo presentar el trámite de Solicitud de Inscripción al Padrón de Importadores.
- Derivado del procedimiento de **Queja**, PRODECON consigue que el INFONAVIT realice la baja de dos créditos fiscales que fueron determinados a una Contribuyente Persona Moral, al haberse acreditado que no existía una relación laboral con los trabajadores por los que se emitieron, pues éstos no fueron dados de alta con cargo a su Registro Patronal.

Consulte boletín completo en www.imedal.org



Perspectivas metalográficas de aquí, allá y acullá



Por: **Victor Hugo Cervantes** Ingeniero de Procesos / Grupo Cuprum

Posiblemente dentro de algunos siglos, milenios e incluso millones de años, una de las evidencias de que existió nuestra especie y civilización, sea una pequeña placa de aluminio de apenas 120 gramos, más o menos, el peso de un huevo de gallina o la cantidad de queso necesaria para una quesadilla decente en la CDMX; un objeto curioso de aleación 6061 - T6, anodizada en oro y colocada en la sonda, PIONNER 10, en los años 70s.

Actualmente es el segundo objeto de fabricación humana que está más alejado de la tierra (el primero es el VOYAGER 1), lamentablemente dejamos de recibir señales de ella en 2002. Después de tres décadas de servicio, llegará a su destino final en la constelación de Tauro, en aproximadamente dos millones de años.

Conocida como "La placa de la PIONNER", diseñada entre otras personas por el famoso astrónomo Carl Sagan, causó polémica en su diseño por la representación del hombre/mujer, lo importante es que indica de una manera fácil, para extraterrestres, dos cosas, una descripción de nuestra especie y un mapa del planeta Tierra en la galaxia, para poder encontrarnos, si es que necesitamos que seamos buscados.

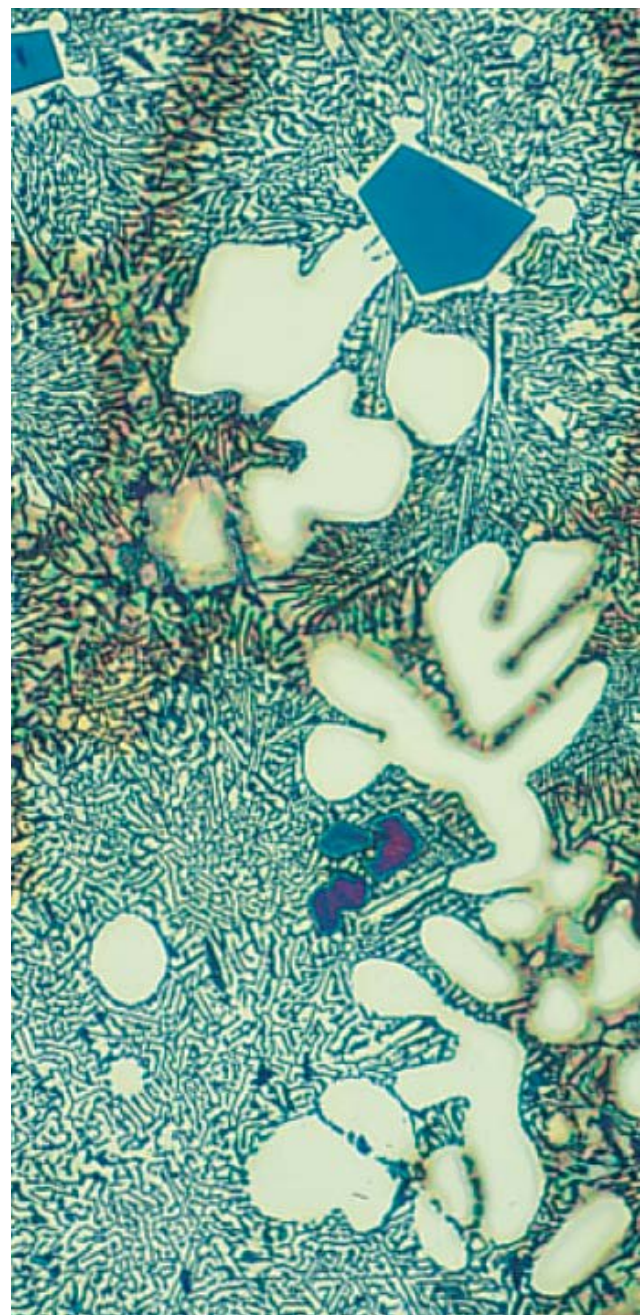
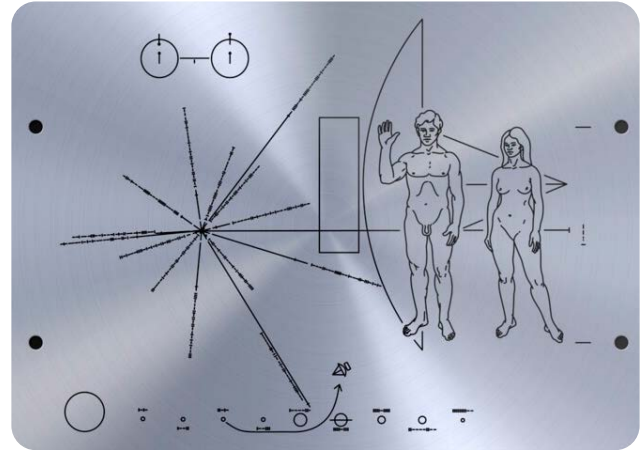
Con los millones de posibilidades de vida en el espacio, podríamos imaginar que algún día una civilización la pueda encontrar, pero dejando a un lado el hecho de que llegue completa, de que se pueda interpretar el mensaje, de que le den importancia, de que sepan metalurgia y de que hasta tengan sentido de la vista. Este descubrimiento sea enorme y les cause asombro, por lo que motive un análisis de la placa por la civilización futura que la encuentre.

Podríamos pensar que una vez que puedan entender el mensaje, algún metalurgista intrépido y futurista, proponga que se le realice una metalografía a la placa para analizarla (si es que existe). ¿Qué encontrará?, es un misterio, ¿Una aleación superenvejecida?, ¿Corrosión intergranular?, ¿Se podrá medir la capa anódica?, ¿Picaduras en la capa?, ¿Tendrá todavía recubrimiento? En definitiva, es una visión romántica y fantasiosa imaginarlo, pero es un hecho de que esta técnica podría revelar más datos de nosotros y, por ende, una evidencia más de nuestra existencia en el tiempo.

El objetivo de la metalografía es observar la microestructura y/o la macroestructura de una aleación o metal puro para determinar modos de falla, calidades y/o características metalúrgicas, a través de una serie de pasos determinados, iniciando desde la selección de probeta, corte, montaje, desbaste y pulido. Una técnica que todo estudiante de metalurgia aprende en buena o mala medida desde los primeros semestres de la carrera, con los clásicos cortes de dedos, toques eléctricos, raspaduras y frustraciones; no indagaré en más detalles técnicos, porque es todo un mundo de posibilidades y combinaciones. Pero si necesitas más información, lo puedes consultar con tu metalurgic@de preferencia.

Es importante recalcar que, desde hace un tiempo, también se discute si el término "metalografía" es el adecuado, en muchos congresos y universidades ya se utiliza la palabra "Materiología", por lo visto este también se puede extender para cerámicos, plásticos y en minerales (mineralografía).

Es poco conocido, que existe la Sociedad Metalográfica Internacional (IMS), amparada bajo ASM (American Society of Materials). Su origen es curioso, a pesar de que no existió formalmente hasta 1967, surge del proyecto "Manhattan", en la sección de "Química y Metalurgia", el mismo proyecto que lideró USA en la segunda guerra mundial, con el fin de estudiar energía nuclear y finalmente la creación de las primeras armas de destrucción masiva, las bombas atómicas, Little boy y Fatman, las detonadas en Japón. Los metalurgistas asignados en ese entonces buscaban la manera de estudiar Uranio (Ur), un metal raro para la época, pero como normalmente pasa, se intercambiaron ideas, homologaciones en los métodos de inspección y análisis, poco a poco fue tomando forma, como una organización internacional hasta el día de hoy. Todas estas investigaciones también ayudaron a que hoy en día, uno de los requerimientos para determinar la vida útil de un reactor nuclear sea una metalografía in situ del área de interés.



La IMS no solamente se encargan de publicar artículos, de organizar conferencias y seminarios cada año, también entregan la medalla "Henry Clifton Sorby", que, por cierto, Henry, es el padre de la Metalografía, un geólogo inglés de hace dos siglos, pionero en esta rama; por su importancia, una parte de la luna lleva su nombre, Dorsa Sorby, ubicada en el mar de la serenidad. También entregan un premio monetario de \$3,000 USD, en el concurso "Jacquet Lucas", dividido en 5 categorías, que reconoce a lo largo de todo el mundo, las contribuciones de esta técnica para resolver problemas, las mejores imágenes y hasta micrografías con sentido artístico.

Por la complejidad de los materiales, normalmente los ganadores en la sección artística provienen de microestructuras de metales no tan populares como Zirconio (Zr), Oro (Au), Níquel (Ni), acero inoxidable, etc., tomadas desde microscopio óptico hasta MEB, por decir algo, patrones tan complejos, de diferentes colores, formas y tamaños, que podrían ser similares a obras de arte impresionistas como "La noche estrellada" de Vincent Van Gogh y hasta obras abstractas de la talla de Vasili Kandinsky. Aquí interviene casi siempre la técnica de "Metalografía a Color", no tan utilizada industrialmente por la complejidad de la preparación y por la toxicidad de las soluciones de ataque.

Estamos acostumbrados a generar micrografías de materiales industriales, la mayoría como método de calidad y resolución problemas, sin embargo, existe una rama de la metalurgia, conocida como Arqueometalurgia, encargada de estudiar técnicas y procesamiento de metales/aleaciones, de civilizaciones generalmente ya extintas. Como la metalografía es normalmente una técnica destructiva, hay limitaciones al hacer estudios, además de que muchas piezas son invaluableles, patrimonio de la nación de origen y de la humanidad, sería impensable analizar la campana de Dolores o el penacho de Moctezuma, no se pueden estudiar tan fácil, pero, en piezas secundarias es posible y muy común hacerlo.

Uno de los ejemplos más conocidos son las famosas espadas de Damasco, forjadas principalmente en lo que hoy es Siria, estas espadas eran famosas por su filo "eterno" pero en especial por su peculiar método de fabricación, algunos mitos indican que eran templadas en prisioneros vivos para absorber su alma y/o elaboradas en ciudades fantásticas perdidas como Atlantis. El método de fabricación sigue siendo motivo de discusión, sin embargo, estudios metalográficos actuales han revelado parte del misterio en su procesamiento e incluso varios centros de investigación han podido replicar fielmente el acero. En Amazon es posible comprar cuchillos de cocina tipo Damasco.

Contrario a lo que se pensaría y como un mito que todavía sigue dando traumas al actual gobierno, el saqueo del oro Mexica por parte de españoles, no es como lo indica tal cuál la historia oficial, muchas de las piezas saqueadas en realidad no eran de oro puro, cualquier joyero/orfebre sabe que el oro (Au) por sí solo es demasiado dúctil, impráctico, lo que los invasores se llevaron fueron piezas de una aleación prehispánica, Tumbaga, compuesta en diferentes % de oro, plata y

cobre; que con un tratamiento superficial adecuado, parece a simple vista solo de oro. Tan bien estudiado estaba por las civilizaciones precolombinas (como Incas y Mayas), que pasó inadvertido por los Españoles, cosa no fácil, recordando que poseían sólidos conocimientos de química para la época, una prueba de esto es el ascenso de una expedición al Popocatepetl, para conseguir azufre y fabricar la pólvora que más tarde se utilizaría en la caída de Tenochtitlán. Algunos estudios metalográficos han demostrado que muchas de estas piezas de esa época, en efecto son de Tumbaga y al no ser 100% oro, presenta corrosión intergranular después de varios siglos, un desafío para el curador del museo en dónde se encuentra la pieza.

Como se escribió en los párrafos anteriores, ejemplos hay muchos, un objeto que personalmente se me hace interesante, es la Daga de Tutankamón, uno de los más famosos faraones egipcios, por toda la polémica surgida al descubrir su tumba y la maldición al abrirla, murieron en circunstancias extrañas todos los que abrieron la tumba, hasta el mecenas. Resulta que por medio de diversas técnicas (no destructivas) los científicos se han dado cuenta de que la daga es de una aleación ferrosa, más interesante aún, ya que aparentemente los egipcios no pudieron desarrollar esta aleación en su época. Estudios de rayos X y metalográficos en piezas similares, han demostrado que es una pieza extraterrestre, es decir proviene de un meteorito, que como característica principal tiene un alto contenido de Níquel (Ni), de ahí la gran sorpresa. Este simple hecho lo convierte en la daga digna de un faraón.

En resumen, la metalografía es una técnica compleja que no solamente se puede utilizar para cuestiones meramente industriales, sino que también puede adquirir un punto de vista histórico, artístico, arqueológico y hasta criminalístico (ej. la policía de CDMX la utiliza para saber si el número de serie de una moto fue alterado), si necesitan consultar más información, el Volumen 9 "Metallography and Microstructures" de ASM, editada por George F. Vander Voort es una excelente fuente bibliográfica para adentrarse al tema.



Las Ventajas del ALUMINIO para Puentes Vehiculares y Peatonales

Por: Alexandre de la Chevrotière, IWE, P.Eng. (MAADI Group), Martin Hartlieb (Miami International Inc.)



El aluminio es un metal relativamente joven comparado con el hierro o incluso con el acero, pero se utiliza con éxito en muchas aplicaciones. Permite que los aviones vuelen, que los automóviles sean ligeros y - por lo tanto - que ahorren combustible, y que los edificios y las estructuras sean estéticos, sostenibles y duraderos. Es el material que se recicla más fácilmente, el más reciclado y el que ofrece el mayor valor en este proceso. Hasta ahora, para los puentes vehiculares y peatonales, así como para los pasos superiores (sobre autopistas o líneas ferroviarias), el diseño y la construcción a menudo todavía los realiza de la manera tradicional y con los mismos materiales: acero, hormigón y con muy poco aluminio. Cuando se trata de comparar conceptos y materiales tradicionales con otros más innovadores, es común que solo se consideren los costos iniciales de construcción e instalación, mientras que los costos a largo plazo no se toman en cuenta (frecuentemente por falta de conocimiento o información). El acero y el hormigón (y la madera en algunos casos) han sido hasta ahora los materiales más utilizados para la mayoría de los puentes, y algunas experiencias con nuevos materiales como el aluminio, en el siglo pasado, fueron negativas, debido a que entonces el conocimiento sobre su aplicación adecuada era insuficiente. En cambio, hoy día, el aluminio ofrece una opción duradera y libre de mantenimiento para estructuras de construcción y por lo que está ganando más aceptación. Se utiliza cuando los arquitectos y contratistas consideran no solo la inversión inicial sino el Costo Total de Propiedad (TCO - "Total Cost of Ownership", por sus siglas en inglés) de la estructura, ya que en la mayoría de los casos el aluminio evita completamente reparaciones y mantenimientos costosos, pintura protectora, etc., y al final de la vida útil de la estructura ofrece un alto valor cuando se recicla. MAADI Group realizó un estudio extenso sobre TCO de puentes, que se publica en su sitio web en: <https://maadigroup.com/en/news/total-cost-of-ownership-study-examines-aluminum-vs-steel>. Cuanto más corrosivo es un entorno, más atractiva se vuelve la solución de aluminio en comparación con el acero.



¿Por qué aluminio para puentes?

El aluminio tiene grandes atributos y ventajas que lo hacen atractivo para muchas aplicaciones, incluidos los puentes vehiculares y peatones o pasos superiores. Tiene una alta relación resistencia / peso, lo que hace que sus productos sean muy ligeros. Si bien esto es una ventaja obvia (o un requisito) para un avión o un automóvil, en el caso de un puente esta ventaja está ayudando mucho para el transporte, manipulación e instalación de la estructura, y reduce el peso muerto del tablero del puente permitiendo que cargas más altas pasen sobre él. El aluminio es muy resistente; con su fuerza y flexibilidad, puede flexionarse bajo cargas y librarse fácilmente de un impacto. Otra ventaja del aluminio son sus propiedades criogénicas - que no pierde ductilidad en temperaturas frías (como la mayoría de los otros materiales), pero sí se vuelve más resistente, por lo que es un material ideal para climas fríos. Es muy maleable, se puede procesar en distintas formas ideales para cada aplicación, proporcionando una excelente rigidez y absorción de energía. El proceso de extrusión, por ejemplo, permite la producción de formas complejas de aluminio sin soldaduras (de una sola pieza) que son fuertes, rígidas, menos propensas a la filtración o aflojamiento con el tiempo, por lo que típicamente aumentan la vida útil de una estructura (como un puente) y reducen los costos de instalación. Las extrusiones pueden integrar múltiples características y funciones e incluir secciones huecas (para minimizar el peso y maximizar la rigidez). El aluminio se puede unir fácilmente, también con otros materiales (si se toman las medidas adecuadas para evitar la corrosión galvánica, un problema del pasado cuando se carecía de conocimientos técnicos). Para cualquier estructura al aire libre, el mayor valor del aluminio es normalmente su durabilidad. Forma rápidamente en su superficie una capa de óxido protector invisible que le confiere una excelente resistencia a la corrosión. Por lo tanto, y a diferencia del acero, el aluminio no requiere pintura u otro recubrimiento protector (a menos que sea por razones puramente estéticas), lo que significa que no se requiere volver a pintar en su vida útil (se estima que las estructuras MAADI duran al menos 100 años). No obstante, si se desea, el aluminio puede recubrirse fácilmente con varias técnicas comunes como pintura, recubrimiento en polvo, anodizado o galvanoplastia, lo que confiere a las estructuras de aluminio grandes valores estéticos. Para una estructura (como para cualquier otra cosa), la reciclabilidad del aluminio y su muy alto valor de desecho son factores importantes que a menudo se olvidan al tomar una decisión de inversión inicial. Además, el hecho de que una gran parte de las piezas de aluminio (como las extrusiones para puentes) tienen un alto contenido reciclado, esto le proporciona una baja huella de carbono.

Las primeras estructuras de puentes de aluminio de los años 1930 a 1960 se hicieron con aleaciones de Al-Cu (serie 2000), que eran fuertes, pero difíciles de extrudir en formas complejas. También eran propensas a problemas de corrosión. La introducción de las aleaciones Al-Si-Mg

(serie 6000) facilitó mucho la extrusión de vigas grandes y largas con secciones transversales huecas complejas, y son mucho más resistentes a la corrosión. Las aleaciones 6063 (genérico) y 6061/6082 (para mayor resistencia) se establecieron como aleaciones estándar para la mayoría de las aplicaciones y ahora son los caballos de batalla de la industria de la extrusión. Los puentes (y otras estructuras) más recientes en todo el mundo se han fabricado con estas aleaciones. Como los diseños actuales están principalmente limitados por la rigidez y la fatiga y tanto el módulo elástico como la resistencia a la fatiga de las aleaciones de la serie 6000 son similares, la mayoría de los puentes utilizan las aleaciones estándar 6063/6061/6082 en temple T6.

Algunos ejemplos de puentes de aluminio:

Usando estas aleaciones y la última tecnología y diseño, MAADI Group ofrece por ejemplo el nuevo GuardDECK™ (patente pendiente), una solución de tablero de puente (de nueva construcción o reacondicionamiento sobre vigas de hormigón, acero o madera) de aluminio ligero para una instalación fácil y muy rápida (generalmente en un solo día), sin soldaduras - con conexiones puramente mecánicas (<https://maadigroup.com/en/products/weld-free-bridge-decking>). Es un diseño para la construcción acelerada de puentes (ABC - Accelerated Bridge Construction), ideal para peatones y vehículos de hasta 15 toneladas (puentes viales o móviles, puentes temporales / militares, estructuras marítimas y tableros o plataformas de construcción), lo que minimiza las interrupciones del tráfico y el costoso control del tráfico. Ofrece todas las ventajas descritas anteriormente del aluminio y nervaduras integradas en el tablero para proporcionar una superficie antideslizante con acabado de fresado.



Fotos 1 a 3: El tablero GuardDECK™ de puente en aluminio con barandillas, esquema y ejemplos https://maadigroup.com/upload/documents/MAADI_Group_Light_Metal_Age_August_2019_article.pdf

Otro ejemplo de un puente peatonal muy popular es el sistema "MakeABridge™": es un sistema económico, fácil de instalar y modular (estilo IKEA® – utilizando componentes estándares) para puentes hasta 17m de usos múltiples (de nueva construcción o reacondicionamiento, temporal o permanente, interior y exterior, uso terrestre y marítimo). Utiliza componentes de extrusión de aluminio entrelazados (conectando de lado a lado para formar secciones de celosía continuas en todo el tramo) para construir un puente peatonal estructuralmente fuerte con diseño patentado de componentes pre-fabricados sin soldadura (lo que aumenta el límite elástico del aluminio y elimina las zonas afectadas térmicamente (por soldaduras, y que permite producir una estructura completamente anodizada que garantiza máxima resistencia a la corrosión para toda su vida). Permite una instalación típicamente 8 a 10 veces más rápida que otros puentes tradicionales (con soldaduras).



Fotos 4-6: El sistema MakeABridge™ de MAADI con ejemplo de instalación en un parque y en una marina

En un reciente artículo en la revista "Canadian Consulting Engineer" se comparan dos puentes peatonales cerca de Montreal (Canadá), uno de acero y el otro de aluminio: <https://www.canadianconsultingengineer.com/features/aluminums-advantages-for-bridges/>



Foto 7 y 8: "Puente de la marina", Verdun (QC) en aluminio y "Puente Marigot", Longueuil (QC) en acero

El puente de aluminio tuvo un costo inicial más elevado que el puente de acero, pero no ha necesitado ningún mantenimiento (sólo quitar unos grafitis). El puente de acero requiere un mantenimiento regular, y en los últimos 10 años causó 2 mantenimientos (en 2014 y 2019), el costo del último representó alrededor del 40% del precio de un nuevo puente en aluminio! Esto demuestra fácilmente que el aluminio en un puente se rentabiliza dentro de poco tiempo y ofrece una alternativa estética a muy largo plazo.

Otro ejemplo de un puente que solamente era posible de realizar en aluminio es el puente LVTB (Light Vehicle Tactical Bridge), también nominado "Bridge in a Box" (Puente en un contenedor). Es exactamente lo que el nombre implica: un puente (de uso militar y de emergencias) de 80pies (24m) de largo (6 módulos de 4m cada uno, permitiendo diferentes configuraciones) que cabe exactamente en un contenedor estándar de 20 pies (6m) y que pesa solamente 4800kg (9090kg con equipamiento de instalación e incluyendo el contenedor) - lo que es el peso máximo permitiendo el transporte por helicóptero. Similar a los otros puentes mencionados, este puente consiste principalmente de extrusiones (en 6061-T6 y algunos de 6005A-T61) y piezas coladas (en A357-T6) o mecanizadas que los unen - sin ninguna soldadura - con solamente 28 tornillos, un equipo de 10 personas la puede instalar de un solo lado del obstáculo dentro de pocas horas y sin maquinaria adicional.



Fotos 9, 10 y 11: El puente en un contenedor para aplicaciones militares y de emergencia

https://maadigroup.com/upload/documents/Light-Metal-Age_APR_2021_MAADI-Group.pdf

Como demostramos en estos ejemplos, los puentes de aluminio ofrecen un gran valor a largo plazo y un producto estético con muy poco o ningún mantenimiento requerido durante toda su vida útil. Son adecuados incluso para los entornos más desafiantes. Permiten un transporte, manipulación e instalación fáciles y rápidos con mínima interrupción del tráfico. Si se comparan los costos totales las soluciones de aluminio resultan mucho más económicas que conceptos típicos de acero y hormigón, y con su alta reciclabilidad y contenido reciclado el aluminio ofrece una solución muy sostenible.

LA FORMACIÓN DIRECTIVA SE LLAMA INVERSIÓN

"La formación es un proceso histórico social. El hombre se forma a medida que comprende y transforma su realidad"

En nuestro mundo empresarial, la formación es una herramienta fundamental para lograr la consecución de objetivos. En el proceso de toma de decisiones para encontrar al candidato idóneo a la formación directiva frecuentemente surge la duda: ¿y si se va después de capacitarlo? Bueno, en realidad las decisiones de capital humano siempre llevan un riesgo latente. Habrá que preguntarse que es peor, formarlo directivamente y que se vaya; o no formarlo y que se quede.



Por: *Lic. Jorge A. Obregón Aragón* Lic. en Contaduría Pública / Universidad Autónoma de Sinaloa.



Claro está que los errores que se cometen en los procesos de producción ya sea bienes o servicios, los absorbe la empresa con su respectivo costo; y este costo no lo ponderamos ni figura en los estados de resultados. Formar a nuestro personal es sinónimo de liderazgo; invertir en nuestra gente debe ser rentable porque si no lo es, la inversión se convierte en gasto. Un colaborador formado y alineado a la misión y visión de la organización es un activo al cual no podemos dar un valor monetario.

Los puestos directivos tienen a su cargo a los operativos quienes ejecutan la visión de la dirección de acuerdo a sus capacidades y experiencia en el puesto. Pero ¿Cómo puedo aprender a dirigir? Paradójicamente "a dirigir se aprende dirigiendo" y en este proceso, a medida de mejor formado nuestro director, mejores serán los diagnósticos y la toma de decisiones. Por lo contrario, un estancamiento profesional se traduce no solo en un descenso de la productividad, sino en la irremediable pérdida de recursos materiales y rotación de capital humano entre otros.

Hablando de capital humano, y siendo este el activo de mayor valor en la empresa, debe ser valorado y formarse con un sentido de pertenencia tal que perdure a través del tiempo y no necesariamente en el mismo puesto. Los motivadores no solo son económicos, a la gente nos gusta ser tomados en cuenta y sentirnos parte del servicio o producto terminado que ofrece la empresa. Un trabajador bien formado en su posición laboral, entiende las razones de su entorno, y toma decisiones basadas en hechos y no en suposiciones. En la actualidad, por ejemplo, la tecnología digital cada vez evoluciona con mayor rapidez; este hecho viene a hacer nuestra vida más placentera logrando mayor productividad con menor esfuerzo físico. Es aquí donde la creciente especialización de los sectores exige colaboradores con destrezas específicas, producto de una adecuada capacitación.

Formar a nuestro personal es una herramienta más para fomentar el sentido de pertenencia. Es bien sabido que nuestro personal no sólo valora su sueldo o prestaciones sociales. La gente también busca crecer como persona, pues sabe de antemano que a mayor capacitación el abanico de oportunidades de trabajo se amplía exponencialmente hablando. Afortunadamente, las empresas ya son conscientes del valor de la formación de sus colaboradores como inversión, y no como gasto.

Hablemos del Retorno de inversión, el famoso "ROI", que se debe calcular en función de los beneficios que logra la empresa al apostar en la formación de su capital humano. "El ROI que puede obtener la empresa se mide por el volumen de producción, costes y tiempos". (J.J. Phillips). Citando el ejemplo de invertir en la formación de los empleados, observamos que por consecuencia aumenta el número anual de unidades producidas, por lo tanto, la inversión se refleja en un beneficio económico de cada unidad, producida multiplicado por el número de unidades producidas de más. En otro escenario, donde el efecto de la formación disminuye la rotación de personal, lograremos un beneficio económico al disminuir los costos de los procesos de selección y contratación. Volviendo al inicio de este artículo y buscando ponderarlo intangible, me atrevo a decir que como producto de la formación se reduce el tiempo en determinadas tareas administrativas no directamente productivas, siendo un beneficio económico el costo/hora hombre multiplicado por el tiempo reducido.

La inversión en programas de formación definitivamente es medible y comprobable, la decisión de formar a nuestros colaboradores y a nosotros mismos debe ser impostergable. Entre mayor sea el tiempo que nos tome decidir, mayor será el impacto económico que debemos absorber.

Acerca del Autor: Licenciado en Contaduría Pública por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Cuenta con una Maestría en Administración de Negocios en UAdeO y Maestría en Educación, Universidad de Navarra. En su experiencia profesional, ha sido Delegado Académico y Fundador, CELE UAdeO, Catedrático de la Facultad de Administración, UAdeO y Propietario Restaurante EL FERRY. Actualmente, es fundador de Salsas La Roja, Gerente de Vinculación de Proyectos y Profesor en el área de Factor Humano, en ICAMI Región Noroeste.



Cursos Online IMEDAL 2021

Cursos con Validez de la
**Secretaría del Trabajo
y Previsión Social (STPS).**

Contamos con *expertos* de la
industria y las instituciones educativas
más reconocidas del país.



Capacítate integralmente sin salir de casa



Visita www.imal.org/cursos

e.mail: imal@imal.org / www.imal.org
Tel. 55-55-31-31-76 / 55-55-31-26-14 Whatsapp. 55-18-17-91-77



ANODIZACIÓN DEL FUTURO:

Por: **Walter Dalla Barba** - Italtelco /
Giacomo Mariscotti

Una tecnología innovadora
para anodizar mucho más
rápido con mejor calidad.

1a. Parte de 3

Resumen

Una nueva tecnología HARDFAST desarrollada por Italtelco, para la oxidación de aluminio anódico con características mejoradas en comparación con la anodización tradicional.

Las mejoras logradas se relacionan particularmente con el grosor, la dureza, la resistencia a la abrasión, la resistencia a la corrosión, la resistencia al ataque alcalino, el color, el brillo y la rugosidad.

El proceso Hardfast utiliza una nueva tecnología para disminuir y eliminar el calor producido en la interfaz entre el sustrato metálico y el óxido anódico durante el mismo proceso de anodización.

El proceso Hardfast utiliza una combinación de diferentes tecnologías, incluyendo un sistema de agitación de electrodos mejorado, el uso de un aditivo diseñado específicamente y el verdadero corazón de la tecnología, a saber, un rectificador especial capaz de proporcionar corrientes con formas de onda innovadoras en lugar de la corriente de CC tradicional o las corrientes pulsantes normales.

El proceso Hardfast fue desarrollado inicialmente para el anodizado duro de aluminio. De hecho, es posible obtener espesores y durezas particularmente altos en aleaciones que normalmente no son adecuadas para la oxidación anódica, donde, sin el uso de esta tecnología, sería imposible lograr estos resultados.

El proceso Hardfast, sin embargo, ha demostrado ser muy útil no sólo para el anodizado duro, sino también para el anodizado convencional, especialmente para espesores altos de más de 25 micras, donde se requiere alta calidad, por ejemplo para pasar las pruebas de abrasión.

Utilizando esta tecnología es posible lograr una reducción en los tiempos de anodización, al tiempo que mejora la calidad del óxido obtenido y, por lo tanto, no sólo mejora la calidad, sino también ahorra tiempo y costo del proceso.

Uno de los sueños de los anodizadores siempre ha sido el de producir la capa de óxido anódico en el menor tiempo posible (obviamente mientras se protege la calidad).

Los siguientes son los parámetros más importantes que influyen en la capa:

- concentración de ácido sulfúrico en el electrolito
- temperatura del electrolito
- tensión aplicada y/o densidad de corriente resultante de los parámetros anteriores
- eficiencia de la acción agitante con aire y refrigeración del electrolito.

Todos estos parámetros contribuyen a la determinación de otro factor importante, es decir, el costo de la energía.

La corriente eléctrica se paga en *kilovatios-hora (kWh)* y su precio a menudo se establece por los valores de consumo de potencia máxima y los tiempos de uso:

$$\text{Voltios (V)} \cdot \text{Amperes (A)} \cdot \text{tiempo (h)} = \text{Wh}$$

Una alta densidad de corriente o una mayor calificación de voltaje implica un mayor costo de energía. Con el fin de mantener la misma densidad de corriente, una menor clasificación de voltaje requiere una mayor concentración de ácido, una temperatura más alta o un tiempo de procesamiento más largo para obtener el mismo espesor de óxido. Los tiempos de inmersión más largos y/o las temperaturas más altas realmente producen capas más

Concentración de ácido sulfúrico

A pesar del hecho de que la conductividad máxima se obtiene con aproximadamente 350 g/l de ácido sulfúrico, la concentración de ácido generalmente se mantiene entre 150 y 250 g/l ya que los valores más altos tienden a dar capas más suaves.

El peso de la capa de óxido y, por lo tanto, el grosor, disminuye a medida que aumenta la concentración de ácido al igual que la capacidad de soportar la abrasión, lo que indica que se forma una capa más suave.

Efecto de la temperatura del electrolito

El efecto de la temperatura se puede describir brevemente de la siguiente manera: las altas temperaturas dan:

- capas con una densidad aparente más baja (peso específico), más suave pero más brillante,
- mayor dificultad cuando los poros están sellados porque la parte externa de la capa tiende a volverse suave y desmenuzada,
- capas más fácilmente coloreadas, pero mayor dificultad para reproducir el color si se utiliza el método de teñido de adsorción y colorantes más rápidos (de un tono más rosado) si el método electrolítico se utiliza con sales de estaño, níquel o cobalto, mientras que las temperaturas más bajas producen capas más duras con una mejor resistencia a la abrasión a pesar de que requieren una mayor clasificación de voltaje para alcanzar la misma densidad de corriente para ser producidas.

El efecto de la tensión

El voltaje aplicado influye en la porosidad de la capa ya que las clasificaciones de voltaje más bajas dan poros más pequeños, pero más numerosos, mientras que las clasificaciones de voltaje más altas dan más grandes, pero menos poros.



Efecto de la densidad actual

Si la densidad actual permanece constante, el grosor de la capa producida será directamente proporcional al tiempo. La densidad de corriente se mantiene mediante un aumento progresivo de la tensión, capaz de compensar el aumento de la resistencia causado por un aumento de la capa.

Ahora se describirán los efectos de la densidad actual.

Una baja densidad de corriente (por ejemplo, 1,0 A/dm²) proporciona un mayor brillo, pero una menor velocidad de anodización. Una alta densidad de corriente:

- conduce a una formación rápida de capas, pero con un mayor riesgo de capas blandas y ardor,
- produce una mayor cantidad de calor en la interfaz capa-electrolito y por lo tanto requiere un sistema adecuado de agitación o mezcla para el electrolito,
- mejora la resistencia a la abrasión con una agitación y refrigeración adecuadas.

Agitación

La agitación se lleva a cabo principalmente para eliminar el calor producido en la superficie de la capa durante el proceso electroquímico.

La experiencia práctica ha demostrado que el mejor resultado se obtiene soplando en el aire a través de difusores especiales que producen burbujas de un diámetro muy pequeño (mejor si menos de 2 mm). La agitación simple obviamente no es suficiente para mantener la solución a la temperatura correcta. Por lo tanto, también es necesario instalar un sistema de refrigeración con un intercambiador de calor, cuyo poder, calculado según las indicaciones de Euras Qualanod (1), será:

$$0.86 \cdot \text{Amperio} \cdot (\text{Voltios} + 3) = \text{Kilocalorías hora}$$



Algunos rudimentos de la física...

La base electroquímica para la producción de óxido anódico es la ley de *Faraday*, según la cual la cantidad de metal depositado en el cátodo o disuelto por un ánodo soluble es proporcional a la carga eléctrica total pasada. En otras palabras: para la misma cantidad de electricidad, la cantidad de metal depositado en el cátodo o disuelto por un ánodo soluble es proporcional a su equivalente electroquímico.

En el caso del aluminio, actuando como ánodo, la cantidad de aluminio transformado en óxido de aluminio es proporcional a las cargas eléctricas totales pasadas, es decir, *1 gramo equivalente* de metal de aluminio se convierte en *1 gramo equivalente* de óxido de aluminio por *96.501 Coulombs* de electricidad (es decir, *1 Faraday*) permitido pasar a través del electrolito.

Recuerde que la unidad de carga eléctrica conocida como *Coulomb*, corresponde a *1 Amperio* (medición de intensidad de corriente) durante 1 segundo. Por lo tanto, será evidente que, con una densidad de corriente constante, el espesor de la capa de óxido será proporcional al tiempo de anodización y que, en cualquier caso, el espesor del óxido depende del número de cargas eléctricas pasadas (*Coulomb*), que pueden expresarse como (*Amperes/dm²*) · tiempo. en resumen:

- El espesor de la capa es proporcional a los *Coulombs pasados*, es decir, a la densidad actual por tiempo.
- El espesor de la capa *no* depende de la tensión.
- En condiciones industriales, se necesitan *4700 Coulombs/dm²* para producir *25 micras* en aleaciones 1000, 1100, 5005, 5052 y 6063, aproximadamente *5500 Coulombs/dm²* para aleaciones como 6061, 6082 y más de *6300 Coulombs/dm²* para aleaciones con una alta concentración de cobre.
- El número de *Coulombs* está obviamente muy influenciado por la condición del electrolito, particularmente la temperatura y la concentración de ácido, es decir, los parámetros que pueden influir en la velocidad con la que se disuelve la capa de óxido.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO PARA LA PARTE EXPERIMENTAL

Este trabajo es el resultado de una larga experimentación con la planta anodizadora piloto de Italtectno, que consiste en un total de 16 tanques que miden 700x400x500(h) y que ascienden a un volumen de unos 140 litros.

La limpieza y el grabado químico, el sellado por impregnación a baja temperatura y los tratamientos calientes posteriores se mantuvieron a las temperaturas de funcionamiento enumeradas a continuación por los termostatos.

El material fue lavado bajo el agua corriente de la red, el caudal era suficiente para asegurar un cambio por hora para cada enjuague individual, mientras que el enjuague antes del proceso de sellado en frío estaba en agua desmineralizada.

El tanque anodizador estaba equipado con electrodos de aluminio que cubrían casi por completo la superficie lateral del propio tanque, que también estaba equipado con un sistema de refrigeración y agitación utilizando aire comprimido filtrado. La solución se enfrió mediante un intercambiador de calor, mientras que una bomba eficiente con una red de eductores especiales para la mezcla de soluciones electrolíticas, mantuvo la solución en sí continuamente en movimiento. La disposición de la entrada y la tubería de salida permitió someter toda la solución a un movimiento de convección. Esto homogeneizó el electrolito con el fin de mantener la temperatura y la disipación de calor debido al efecto Julio, a niveles uniformes. Las pruebas habían demostrado (y de manera similar a lo que ocurre en ciertos sistemas industriales) que la agitación obtenida mediante una bomba era suficiente para garantizar la correcta calidad de la capa anódica sin necesidad adicional de agitación con aire si los parámetros de anodización se mantenían dentro de los rangos estándar.

Un sistema de refrigeración y un intercambiador mantuvieron la temperatura del baño de óxido $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en relación con el valor deseado, que fue indicado por un termómetro digital instalado en el panel de control del aparato.

Se utilizó una solución a base de sal de estaño de alta eficiencia para las pruebas de coloración que se realizan en Europa, donde el electrocolouring a base de sal de estaño es prácticamente el único proceso utilizado. Sin embargo, había disponibles tanques con sal de níquel (para colores bronce y negro) y permanganato de potasio (para coloración dorada). En relación con nuestra investigación, el comportamiento de estos baños estaba en línea con el que contenía sales de estaño.

La nueva generación de corriente pulsante (rectificador Hardfast) se conectó al tanque anodizador; esta máquina es capaz de suministrar corriente directa a frecuencia variable; La unidad de color es capaz de suministrar: corriente alternativa convencional, corriente alternativa a frecuencias variables e independientes para la fase negativa y positiva.

Las máquinas estaban equipadas con ordenadores sofisticados a través de los cuales era posible definir e introducir los parámetros de funcionamiento y, si es necesario, registrar sus gráficos en el PLC durante la fase de ejecución.

Continúa en la siguiente edición



Bibliografía

- 1) EURAS-EWAA - Qualanod "Especificaciones para la etiqueta de calidad para recubrimientos de oxidación anódica"
- 2) Hoshino et al., Met. terminar. Soc. Jpn., junio de 1984, 34, (6), 283-8
- 3) Ebihara, et al., J. Met. Bien. Jpn., abril 84, 35, (4), 205-9
- 4) Fukuda, T. Fukushima y otros, J. Met. reja. Jpn. Ap. 84, 35, (4), 189-95
- 5) Fukuda, T. Fukushima, Electroquim. Acta, enero de 1983, 28, (1), 47-56 6) Plat. surf. Finales, 1982, 69, (9), 22-3
- 7) Uemura Kogyo - Pat. JAJ 8325759, 15 de diciembre de 1975)
- 8) Strawbridge, D.R. Gabe, A.J. Dowell, Trans. Inst. Met. Fin., 1990, 68, (2), 69-74
- 9) Ellard, D.R. Cowieson, I.M.F. Conf., 23-25 de septiembre de 1992)
- 10) Aisladores - Pat. JAJ 8213196, (1980)
- 11) Fukuda, T. Fukushima, Tecnócrata, 81 de febrero, 14, (2), 39-44 12) Ohkubo, Alutopia (Jpn), 1980, 10, (7), 25-32
- 13) Tomita, Off. Gaz., 30 sep. 80, Pat. US4225399, 25 abr. 79
- 14) Sasaki - Pat. JAJ805595, 5 sep. (1974)
- 15) Hokusei Aluminium Co Ltd - Pat. JAJ7919209, 20 oct. (1975)
- 16) Hokusei Aluminium Co Ltd - Pat. JAJ7915011, 28 nov. 74
- 17) Tomassi, D. Kozminska, Powloki Oschr. 1984, 12, (1), 24-28
- 18) Okubo Keigo et al., Kinzoku Hyomen Gijutsu 1988, 39, (9), 512-16
- 19) Garriga Benítez - Pat. US4526660 02 Jul. 85, Mx Appl. 200240 06 Feb. (1984)
- 20) Hoshino, S. Matsumoto et al., Met. Australas., 1984, 16, (5), 10-12
- 21) Nakagishi, Kinki Aruminiumu Hyomen Shori Kenkyukai Kaishi 1989, 139, 1-9
- 22) Wang, D. Liu, Y. Zhang - Pat. CN 1038132, 20 dic. (1989) 23) Satoh, Plat. Conocido. Final, 1990, 77, (12), 76-80
- 24) Freno, E. Strazzi, W. Dalla Barba, Alusurface '94 - Interall Publications Módena (Italia)
- 25) Brace, P.G. Sheasby, La tecnología del aluminio anodizado, Technicocopy Ltd.
- 26) Wernick, R. Pinner, P.G. Sheasby, The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and its Alloys, ASM International Metals Park, Ohio, EE.UU.
- 27) Elze, metal. 1955, 9, 11/12, 458-65
- 28) Kissin, B.E. Deal, R.V. Paulson, Acabado de Aluminio, Reinhold Publishing Corp., ch.2, 13-31
- 29) Lenz, Aluminio 1956, 32, 3&4, 126-35, 190-201
- 30) Tajima, Y. Umehara, Plato, Surf. Finales, 1981, 68, (1), 54-8
- 31) Colombini, Primer Int. Conf. sobre Electroquímica, Conf. Proc., Luxor (Egipto), 1996, noviembre 26-28
- 32) Colombini, datos que se publican
- 33) Anne Deacon Juhl: Anodización de pulsos de aleaciones extruidas y fundidas, DTU, 1999
- 34) La tecnología de anodización de aluminio, un w brace, 3rd Edition, año 2000, Interall srl, info@interall.it

Agradecimientos

Los autores consideran justo agradecer a C. Colombini, Mario Leoni y los técnicos de Elca su colaboración activa por su útil ayuda en la investigación de un sistema de gestión computarizado adecuado, nueva generación de rectificadores de pulsos y fuentes de alimentación electrocolouring capaces de garantizar respuestas y resultados constantes.



Pregunta por Nuestros Beneficios

ALUMINIA
IMEDAL

Referente directo, fuente de información
y consulta para empresas del sector del
aluminio a nivel NACIONAL

INFORMES: E-mail: imedal@imedal.org
Tels.: 55-5531-3176 / 55-5531-2614



www.imedal.org

Moldeando el Futuro



ALUMEXICO
SUMMIT
& EXPO 2021

10-12 de Noviembre 2021
Poliforum León



TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE ALEACIONES DE ALUMINIO OBTENIDAS POR PROCESOS METALMECÁNICOS: FUNDAMENTOS Y NOMENCLATURA



Por: **Dr. J. Alejandro García Hinojosa**
Departamento de Ingeniería Metalúrgica Fac. de
Química, UNAM

RESUMEN

En el presente artículo se indican las series de aleaciones de aluminio obtenidas por procesos metalmecánicos susceptibles de responder a tratamientos térmicos, que son las series 2XXX, 6XXX y 7XXX, así como algunas de la serie 8XXX. Se indica la forma de designación para aleaciones que son tratadas térmicamente con la letra T, y se hace la diferencia de las que son endurecidas por trabajado en frío que se identifican con la letra H. También se comenta sobre la etapa de solubilización, así como el ciclo completo de solubilización-envejecimiento, se establece la diferencia entre el envejecimiento natural y el artificial, así como el efecto que tiene la temperatura y tiempo de envejecimiento en el incremento en propiedades mecánicas. Finalmente se describen en términos generales los tratamientos más comunes a las aleaciones metalmecánicas que son T4, T5, T6 y T7.

INTRODUCCIÓN

Las aleaciones de aluminio obtenidas por los procesos metalmecánicos (Metalworking processes) llamadas en inglés Aluminum Wrought Alloys, que incluye principalmente los procesos de laminación, extrusión y forja, no son todas susceptibles de ser tratadas térmicamente, solo algunas de ellas responden a este tratamiento, mientras otras deben endurecerse por trabajado en frío. Las aleaciones de aluminio que responden a tratamientos térmicos tienen como objetivo mejorar sus propiedades mecánicas a través de ciclos de calentamiento y enfriamiento controlados que modifican las características microestructurales formando finos precipitados que aumentan la resistencia y la dureza de estas aleaciones. Las aleaciones metalmecánicas que responden a tratamiento térmico son la serie 2XXX correspondientes a Al-Cu, serie 6XXX aleada con Si/Mg, la serie 7XXX aleada con Zn y algunas aleaciones de la serie 8XXX, las series restantes son endurecidas por trabajado en frío (1XXX, 3XXX, 4XXX y 5XXX) sin embargo, las series 3XXX, 4XXX y 5XXX pueden ser sometidas a tratamientos de solubilización o llamados también de solución sólida y/o dispersión, en inglés las condiciones en las que se comercializan los productos se conoce con el nombre de "Temper".

La presencia de la letra T en la nomenclatura de las aleaciones metalmecánicas indican que se les aplico tratamiento térmico, por ejemplo 2014-T4, 6061-T6, 7050-T7 etc., mientras que las aleaciones endurecidas por trabajado en frío incluyen la letra H, por ejemplo 5052-H34, 1100-H16, 30003-H14, etc.

En términos generales el tratamiento de disolución se realiza a temperaturas relativamente elevadas localizadas por debajo de la temperatura de solidus y por encima de la temperatura de solvus (letra N) de la aleación, la figura 1 muestra el punto M que es la temperatura de solubilización para las aleaciones Al-Cu.

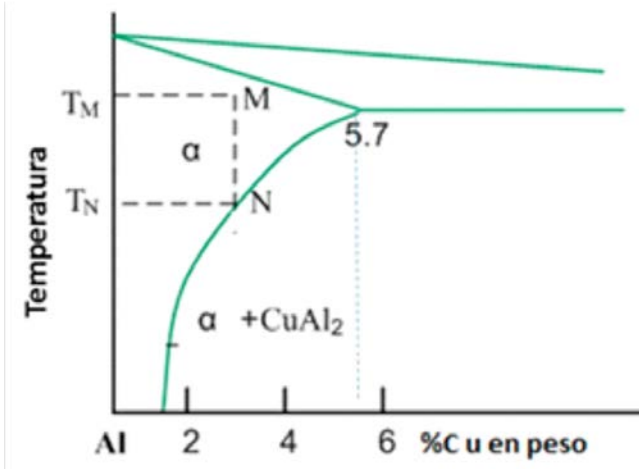


Figura 1. Diagrama de fases mostrando la zona de solubilización para aleaciones Al-Cu.

Un ciclo completo de tratamiento térmico mostrando las dos etapas (1) solubilización-temple y (2) envejecimiento artificial se muestra en la figura 2.

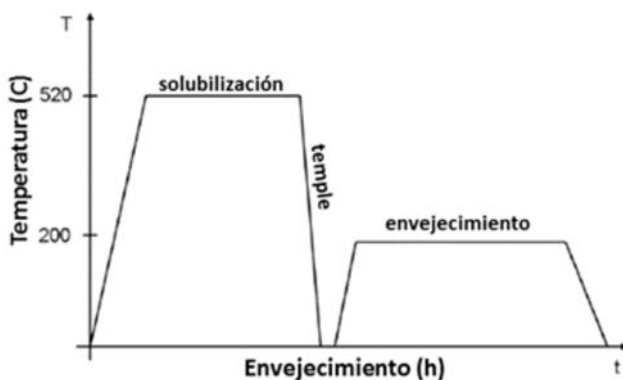


Figura 2. Ciclo completo de solubilización-temple y envejecimiento artificial.

El envejecimiento natural se asocia al lento incremento en propiedades mecánicas cuando la pieza permanece a temperatura ambiente después de solubilizarse, mientras que en el envejecimiento artificial el componente se calienta a temperaturas entre 100 y 250 C, con el propósito de incrementar las propiedades mecánicas en tiempos más cortos, como se muestra en la figura 3.

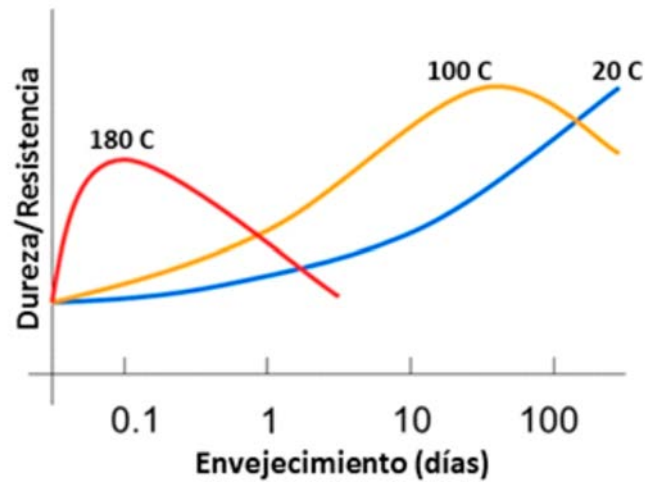


Figura 3. Curvas de envejecimiento natural (20 C) y artificial en función de la dureza y/o resistencia

La figura 4, muestra las curvas típicas de envejecimiento artificial para la aleación 2014, a diferentes temperaturas de tratamiento.

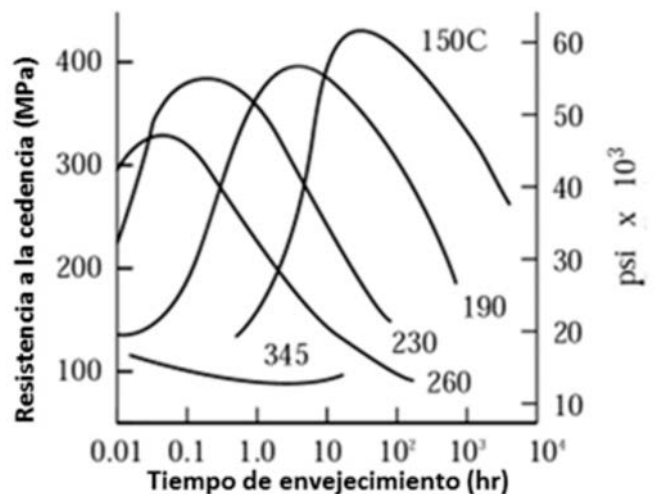


Figura 4. Curvas de envejecimiento para la aleación 2014, partiendo de la condición T4.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS APLICADOS A ALEACIONES METALMECÁNICAS

Los principales tratamientos térmicos aplicados a aleaciones metalmecánicas son: T4 solubilización y envejecimiento natural, T5 solo envejecimiento artificial, T6 solubilización y envejecimiento artificial y T7 solubilización y estabilización. Estos tienen variaciones dependiendo de las temperaturas y los tiempos aplicados de tratamiento térmico indicadas por un segundo o tercer dígito, por ejemplo 2024-T42, 2024-T62, 6063-T51, etc. Los tratamientos mencionados no son los únicos, también se incluyen condiciones de tratamiento térmico T1, T2, T3, T8, T9 y T10 que se combinan con procesos de trabajado en frío. Este artículo se enfocará a los cuatro primeros ya mencionados.

**Tratamiento Térmico o condición T4 (Temper T4)**

Para esta condición se aplica el tratamiento de disolución, seguido de un envejecimiento natural a temperatura ambiente hasta alcanzar una condición sustancialmente estable. Se aplica a productos que no son trabajados en frío después del tratamiento de disolución, o con una ligera deformación en frío asociada al aplanamiento (flattening) o estiramiento (straightening) del producto, y que no impactan en las propiedades límite especificadas por el componente.

Tratamiento Térmico o condición T5 (Temper T5)

Componentes que son enfriados desde temperaturas elevadas de proceso de conformado seguido de un envejecimiento artificial.

Tratamiento Térmico o condición T6 (Temper T6)

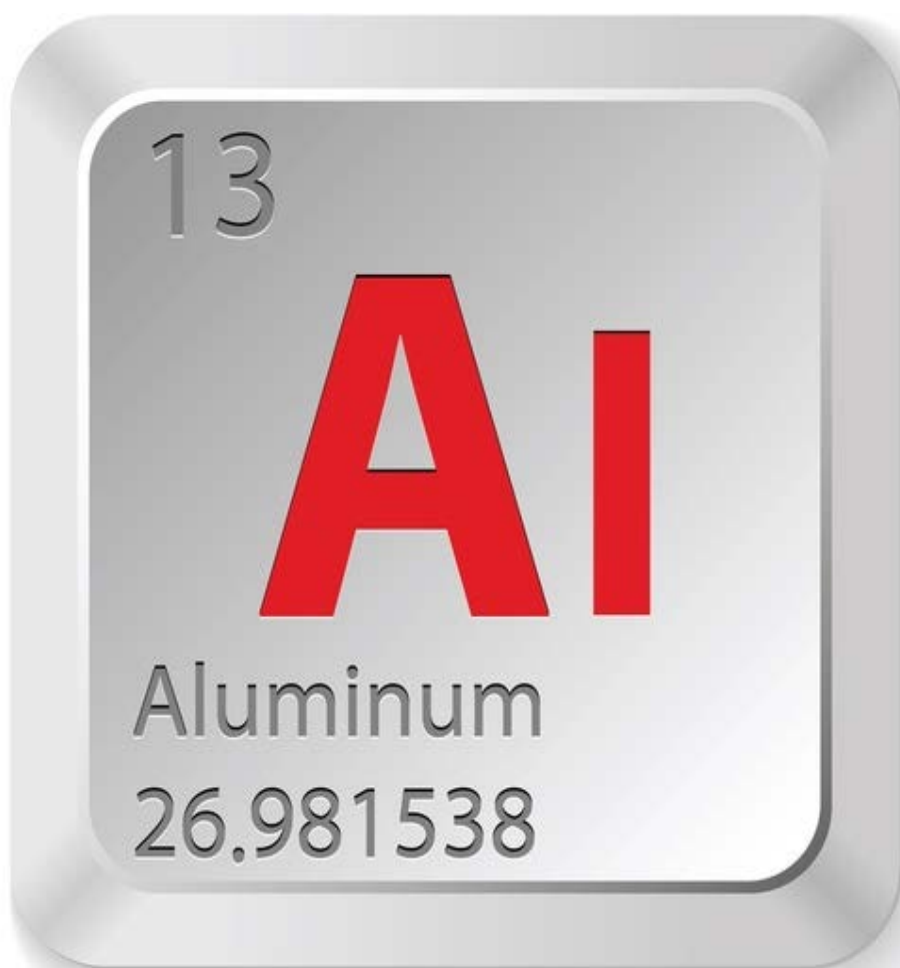
Componentes que son sometidos a tratamiento en dos etapas, la primera es de disolución y temple, seguida por la segunda que consiste en un envejecimiento artificial. Sus propiedades mecánicas no son afectadas significativamente por mínimos trabajados en frío. La condición original antes de aplicar un tratamiento T6 son generalmente T4 o la condición W, que indica que el material está en condición de temple entre el tratamiento de disolución y el envejecimiento natural o artificial. Con este tratamiento se alcanzan las propiedades máximas de resistencia y dureza.

Tratamiento Térmico o condición T7 (Temper T7)

Se conoce como tratamiento de disolución y estabilizado, se aplica a productos que son llevados a propiedades mecánicas inferiores a la máxima resistencia que usualmente se alcanzan en un tratamiento T6, esta condición promueve un mejor control dimensional y tensiones residuales del componente.

Referencias

1. Kauffman J. G., Introduction to Aluminum Alloys and Temper, ASM International, 2000.
2. Aluminum Alloys Temper Designation, <http://www.matweb.com/reference/aluminumtemper.aspx>
3. Koch Susan, A Quick Guide to Understanding Aluminum Temper Designation, Materials Science, march 15 2018, <https://www.shapesbyhydro.com/en/material-science/a-quick-guide-to-understanding-aluminium-temper-designations/>
4. Weritz J., Bulookbashi L., Licari F., Aluminum Alloy Temper Designation, Aluminum Association, February 24, 2016.
5. ASM, Alloy and Temper Designation System for Aluminum, Metals Handbook Desk Edition, 2nd Ed, 1988.



AFÍLIATE

IMEDAL®

www.imedal.org

El Instituto Mexicano del Aluminio, A.C.

Es un organismo de consulta y enlace con sectores gubernamentales y privados tanto nacionales como internacionales, además de ser un instituto no lucrativo, creado con la finalidad de promover el uso del aluminio, representar, proteger al sector y de crear cursos de capacitación.

E-mail: imedal@imedal.org Whatsapp: 55-1817-9177
Telefono: 55-5531-3176 / 55-5531-2614



Vumido: El dominó más caro del mundo: oro y diamantes.

Es un juego y una joya, un regalo para coleccionistas y un objeto de exposición porque seguro que no te atreverías a jugar un dominó con éste de oro y diamantes que se guarda en una caja de mármol. Los responsables de esta sorprendente creación son los alemanes de *Lieb Manufaktur*, una firma que tiene como objeto, valor y destino la excelencia e innovación en el entretenimiento. Este dominó-joya es el resultado de cumplir este objetivo.

147.000 euros es el precio de este juguete que es más una inversión que un juego. Si te haces de un *Vumido de Lieb Manufaktur* estarás comprando casi 2 kilos y medio de oro de 18 quilates y 168 diamantes guardados en una caja de mármol hecha a la medida de tan precioso objeto.

Todas y cada una de las piezas de este dominó se realizan a mano en Alemania, se trata de un trabajo artesanal y de joyería que convierte el juego en joya más allá incluso de los materiales en los que toma forma, materiales que no pueden ser más nobles: oro y diamantes.

Cacatúa de palma

Esta es una de las aves más inteligentes del mundo, si es que no es la más. También es de las que más años sobreviven, pues pueden alcanzar medio siglo de vida. Su costo ronda los **16,000 dólares**, no solo por su hermoso plumaje negro y rojo, sino porque es de los que mejor hablan como humanos. Este es uno de los animales preferidos por los zoológicos gracias a los tres atributos mencionados anteriormente, pero no son exclusivos de estos lugares. No son pocos los millonarios que poseen una de estas cacatúas, también conocidas como *cacatúas de Goliat*, en sus mansiones, no solo para impresionar a sus invitados, sino para sentirse menos solitarios.



Brazalete de diamantes con pantera

Hemos estado viendo la serie *The Crown* recientemente, así que estamos destacando una de las piezas de joyería más famosas de esa época: el brazalete de pantera de *Wallis Simpson*.

Se vendió por **4,5 millones de libras esterlinas**, se rumora que a *Madonna*, aunque *Sotheby's* nunca negó ni confirmó,

Fue hecho a medida para la *duquesa de Windsor* en 1952 por la estimada diseñadora de *Cartier, Jeanne Toussaint*.

En su momento fue un diseño revolucionario: la pantera está ampliamente articulada, lo que le permite colocarse alrededor de la muñeca del usuario en lugar de sentarse rígidamente como un brazalete. Incluso hoy en día sigue siendo una obra maestra de la ingeniería de joyería debido a la sutileza de su movimiento y las líneas sensuales creadas por la articulación. También parece como si la pantera estuviera acechando su camino alrededor de la muñeca del usuario, una hazaña asombrosa para una pieza sólida de metal y piedras preciosas.

La pulsera tiene 195 mm de largo, engastada en pavé con diamantes brillantes y talla única y ónix talla calibre, y los ojos son dos esmeraldas en forma de marquesa.



Pasión Azteca, botella de licor de platino por Tequila Ley: \$ 3.5 millones

El tequila más fuerte y más caro del mundo. Cuesta tanto porque su botella está hecha de platino y oro blanco y está cubierta con casi 6.500 diamantes. El tequila en sí es un añejo de cuatro años, según *Thrillist*.



Pregunta por Nuestros Beneficios

ALUMINIA
IMEDAL

Referente directo, fuente de información
y consulta para empresas del sector del
aluminio a nivel NACIONAL

INFORMES: E-mail: imedal@imedal.org
Tels.: 55-5531-3176 / 55-5531-2614

www.imedal.org



Moldeando el Futuro



ALUMEXICO
SUMMIT
& EXPO **2021**

10-12 de Noviembre 2021
Poliforum León