TRATER Press

NOVIEMBRE 2024 • Nº 103

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es



BEC
2025
3-5 JUNIO

# SUBCONTRATACIÓN

## FERIA INTERNACIONAL DE LOS PROCESOS Y SUMINISTROS INDUSTRIALES

## LA CLAVE DE LA PRODUCTIVIDAD

IN DUS TRY · AdditED · bedigital · maintenance · PUMPS &VALVES · SUB CON TRATA CIÓN · weAR

Partner institucional:

GRUPO spri TALDEA

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
INDUSTRIA, TRANTSIZIO ENERGETIKO ETA JASANGARRITASUN SAILA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD

Organizador:

BEC! BILBAO EXHIBITION CENTRE

Nuestra Portada




**Ingeniería y Productos para Hornos**

Resistencias para hornos eléctricos.
Reguladores de potencia a tiristores.
Equipos de control de atmósferas.
Quemadores auto recuperativos.
Hornos de Tratamiento y Laboratorio.
Mantenimiento de Hornos.

**Ingeniería Térmica Bilbao, SL**

Iberre 1 M5 Sondika Vizcaya – Spain
Tel +34 944 535 078 Fax +34 944 535 145
Email: *bilbao@interbil.es*
*www.interbil.es*

**Tecnología en procesos térmicos**

Sistema FLOX, de combustión sin llama.
Innovación en auto recuperación.
Nuevo recuperador con intercambiador de tubos hasta el 85% de eficiencia.
Servicio técnico y de repuestos global.
Quemadores directos o con tubo radiante.

**Wärmeprozesstechnik GMBH WS**

D71272 Renningen Alemania
Tel +49 7159 1632-0 Fax +49 7159 2738
Email: *ws@flox.com*
*www.flox.com*

# SUMARIO | NOVIEMBRE 2024 - Nº 103

## Artículos

| | |
|---|---|
| Topçesan optó por Nitrex | 4 |
| Ampliación de la actividad empresarial - OTTO JUNKER SOLUTIONS | 6 |
| Llavadoras automáticas con plataforma giratoria | 8 |
| Proveedor internacional de primer nivel en el sector automotriz con sede en EE. UU. adquiere Vector para una de sus instalaciones en México | 10 |
| Presentado el "Estudio técnico de viabilidad de la implantación de un Plan de Pensiones de Empleo para el Sector del Metal en España" | 12 |
| Según el último estudio de FVEM, el absentismo en la industria del metal se mantiene superior a la media, con un 8,92% | 16 |
| Subcontratación,nuevas oportunidades de negocio para las PYMES en BEC | 18 |
| Andalucía TRADE ofrece sus nuevos incentivos al sector aeroespacial andaluz, prioritario para el crecimiento industrial de Andalucía | 20 |
| La Universidad de Ciencia y Tecnología de Wrocław mejora sus capacidades con el sistema Nitrex | 22 |
| AMT2025 busca a expertos que compartan casos de éxito y soluciones para la transformación de la industria metalmecánica | 24 |
| Rumbo a la VALVE WORLD EXPO 2024 de Düsseldorf a paso de gigante | 26 |
| La feria internacional Mindtech celebra un evento networking en Madrid para presentar su 4ª edición | 30 |
| Productividad, tecnología, inversión y competitividad | 34 |
| Soluciones de nueva generación: Conjunto Acero Refractario con CFC | 36 |
| WS-Wärmeprozesstechnik GmbH continúa su apuesta de futuro con el desarrollo de quemadores neutros en $CO^2$ | 40 |
| Selección de rodamientos para equipos de laminación de fuerte impacto | 44 |
| Factores metalúrgicos y tecnológicos que influyen en el comportamiento de una herramienta | 50 |
| **Guía de compras** | 47 |
| **Índice de anunciantes** | 50 |

**Director:** Antonio Pérez de Camino
**Publicidad:** Carolina Abuin
**Administración:** María González Ochoa
**Asesor Técnico:** Manuel A. Martínez Baena

**PEDECA PRESS PUBLICACIONES**
Goya, 20 - 1° - 28001 Madrid
Tel.: 917 817 776
www.pedeca.es
pedeca@pedeca.es

ISSN: 1888-4423 - Dto. legal: M-53065-2007
**Diseño y maquetación:** MBA
**Impresión:** Villena Artes Gráficas

Pedeca Press es miembro de:

Asociación colaboradora

Asociación de Amigos de la Metalurgia

Por su amable y desinteresada colaboración en la redacción de este número agradecemos sus informaciones, realización de reportajes y redacción de artículos a sus autores.

TRATER PRESS se publica seis veces al año: febrero, abril, junio, septiembre, noviembre y diciembre.
Los autores son los únicos responsables de las opiniones y conceptos por ellos emitidos.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier texto o artículo publicado en TRATER PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Síguenos en

# TOPÇESAN OPTÓ POR NITREX




Desde su creación en 1987, Topçesan Topbaş Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş. se ha convertido en un pilar en la industria turca de forja de acero. Operando desde sus instalaciones en Nilüfer/Bursa, la compañía ha solidificado su posición como fabricante líder de procesamiento integrado de acero, suministrando componentes de forja, moldeado y mecanizado a diversas industrias.

Como parte de sus esfuerzos estratégicos para mejorar las capacidades de forjado, Topçesan invirtió recientemente en un sistema Nitrex. En concreto, adquirieron el horno compacto discontinuo NXK-812, de 1.200 kg de capacidad, diseñado para nitrurar y nitrocarburar matrices de forja. Estos troqueles se utilizan en la producción de piezas de motor, componentes de transmisión y piezas de chasis para la fabricación de vehículos, y atienden a clientes automotrices como BMW, Tofaş, Fiat y ZF Group en toda Europa y Turquía.

Al integrar procesos de nitruración y nitrocarburación en sus operaciones, Topçesan pretende prolongar la vida útil de sus matrices de forja, aumentando la producción de componentes y reduciendo los costos de herramientas. El sistema incluye un disociador de amoníaco, que es esencial para el control preciso del potencial de nitruración, particularmente cuando se tratan aleaciones específicas que deben cumplir con las especificaciones AMS 2759/10 y AMS 2759/12.

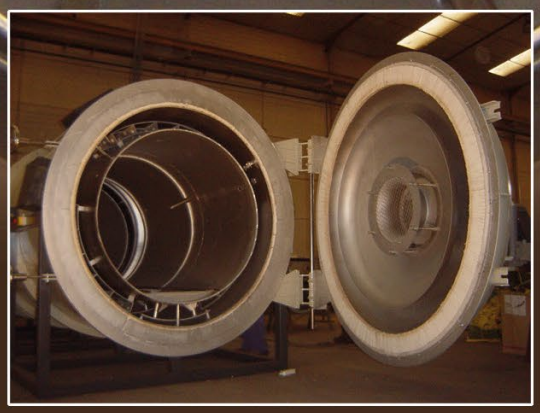
Topçesan optó por Nitrex basándose en su experiencia favorable con una empresa local de tratamiento térmico comercial que proporciona servicios de nitruración de Nitrex. Alentados por las mejoras de desempeño resultantes, tomaron la decisión estratégica de aprovechar estas ventajas internamente, integrándolas en sus operaciones.

Utku Inan, representante de ventas de Nitrex en Turquía, comentó: “Esta marca la primera colaboración entre Topçesan y Nitrex, y estamos realmente emocionados de embarcarnos en este viaje juntos. Nuestro objetivo compartido es buscar la excelencia operativa y maximizar el potencial de los productos dentro de las industrias de la cadena de suministro automotriz y de forja. Nitrex se compromete a ofrecer soluciones innovadoras que permitan a nuestros clientes alcanzar sus objetivos operativos de manera eficiente y sostenible”.

Topçesan está realizando una inversión estratégica que no sólo mejorará sus capacidades internas y su rentabilidad, sino que también contribuirá a un futuro más eficiente y sostenible. Según Marcin Stoklosa, director técnico de ventas de Nitrex, “el software operativo del sistema Nitrex garantiza un consumo óptimo de medios de producción y servicios públicos durante todo el proceso, proporcionando al cliente un análisis detallado después de cada operación. Este avance tecnológico subraya nuestro compromiso con la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa, garantizando un rendimiento superior”.

# HORNO DE CÁMARA HORIZONTAL

Para el tratamiento de piezas largas de uso aeronáutico



HEA
SINCE 1945

**HORNOS INDUSTRIALES**

**www.alferieff.com • hea@hornoshea.com**

Teléfono: +34 91 639 69 11

Tecnología y protección del medio ambiente unidas

# AMPLIACIÓN DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL-OTTO JUNKER SOLUTIONS



OTTO JUNKER GmbH, proveedor mundial de sistemas para procesos metalúrgicos y refinado de metales, informa sobre la nueva división empresarial OTTO JUNKER Solutions, fundada a finales de 2023 y que se ampliará aún más para centrarse plenamente en el desarrollo y la aplicación de tecnologías ecológicas. Dirigida por el Dr. Ing. Tobias Mertens, un reconocido experto en I+D, la división desarrollará e impulsará ideas innovadoras en electrificación y reciclaje. El objetivo es contribuir activamente a la agenda mundial de sostenibilidad y reducir significativamente la contaminación medioambiental. Este paso es de especial importancia en 2024, año del centenario de OTTO JUNKER, y representa un hito importante.

La creación de OTTO JUNKER Solutions es una respuesta directa a la creciente demanda de tecnologías sostenibles y subraya los esfuerzos de OTTO JUNKER GmbH por ser líder en el desarrollo de soluciones, para una industria más respetuosa con el medio ambiente. La división se centrará en la electrificación de la generación de calor de proceso y el reciclaje eficiente de baterías y productos metálicos, para hacer realidad la visión de una producción sin emisiones. Esto incluye la modificación de los hornos de fusión de aluminio para el calentamiento por inducción, procesos de reciclaje seguros para baterías de iones de litio (desactivación) y el reciclaje eficiente de metales contaminados con productos orgánicos mediante pirólisis.

Al estar ubicada en la sede de la empresa en Lammersdorf, la división puede aprovechar la infraestructura existente del grupo, lo que permite una rápida realización de los proyectos



Dr. Tobias Mertens, Gerente de OTTO JUNKER SOLUTIONS GmbH / Gerente de F&E en OTTO JUNKER GmbH.

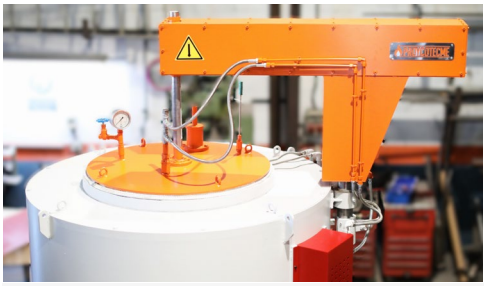


Sabine Höfer Directora general de OTTO JUNKER GmbH y OTTO JUNKER SOLUTIONS GmbH.

que se aborden. La empresa espera un rápido crecimiento y su objetivo es generar un volumen de negocio significativo hasta 2030, sobre todo con la venta de equipos de conversión de energía en calor. La creación de la empresa no solo diversificará la cartera de productos del Grupo OTTO JUNKER, sino que también creará nuevos puestos de trabajo y buscará expertos en todos los departamentos de la empresa. Esto subraya una inversión orientada al futuro y señala un desarrollo positivo de la sede de Lammersdorf, al tiempo que supone una importante contribución a la economía local y mundial.

La experiencia, la capacidad innovadora y un fuerte compromiso con el medio ambiente y la investigación, sitúan a OTTO JUNKER Solutions en una posición única para generar cambios importantes y realizar una contribución positiva en diversos sectores de la industria. En vista de la fase de transición en la que se encuentran actualmente muchas empresas de producción, OTTO JUNKER Solutions está en una posición ideal para ofrecer soluciones a medida para las necesidades individuales.

# PROYCOTECME
HORNOS INDUSTRIALES



Hornos Verticales, Transfer y Continuos

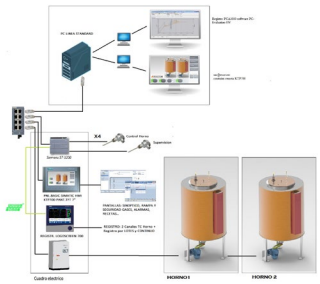


Hornos y estufas Laboratorio

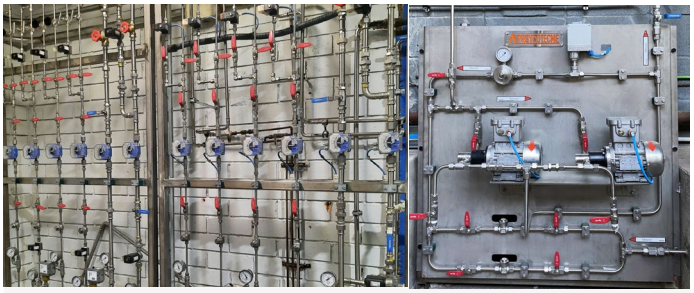


Sat y Mantenimiento





Paneles de control y Supervisión



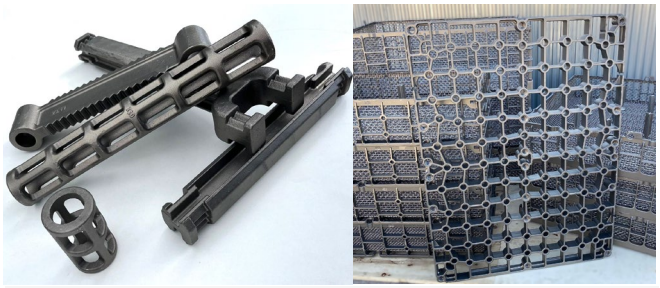
Paneles de Gases y Metanol



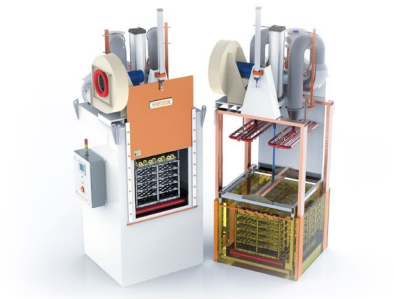
Muflas y Crisoles



Resistencias



Consumibles Fundición



# *Equipos para*
# ***Tratamiento Térmico***

Eficiencia

Simplicidad y Manejo

Mantenimiento Simple

Ergonómico

Rentabilidad

Asesoramiento

Experiencia

Confianza

+34 938 467 984 proycotecme@proycotecme.com

# LAVADORAS AUTOMÁTICAS CON PLATAFORMA GIRATORIA



Las máquinas LIK-R de BAUTERMIC S.A, permiten lavar, desengrasar y enjuagar piezas de diferentes dimensiones con un alto grado de suciedad como son: aceites, grasas, virutas, ceras, óxidos, etc.

Su gran capacidad de carga permite lavar simultáneamente varios tipos de piezas. Las piezas se colocan en el interior de una cesta giratoria que permite el lavado de toda su superficie, gracias a los chorros a presión de agua caliente con detergente que están dispuestos en la parte superior, inferior y lateral de la máquina, la cual está construida enteramente en acero inoxidable.

Fabrican máquinas en diferentes formatos y automatizaciones según las necesidades de cada cliente.

Disponen de un sistema de calefacción y recirculación automática del agua a media presión, por lo que una de sus principales ventajas es su reducido consumo. Para garantizar la calidad de la limpieza, se puede realizar un enjuague opcional con agua limpia antes de finalizar el ciclo de trabajo.

Desde el cuadro de maniobra se pueden ajustar de forma sencilla los tiempos de lavado y enjuague, así como las temperaturas de trabajo.

7º FORUM DE TRATAMIENTO TÉRMICO · *2024*

# TRATER VII Day

**28 noviembre**

**AZTERLAN | Centro de Investigación Metalúrgica (Durango)**

Hiperbaric HIGH PRESSURE TECHNOLOGIES

insertec Furnaces & Refractories

Cluster Energía BASQUE ENERGY CLUSTER

TRUMPF

AZTERLAN MEMBER OF BASQUE RESEARCH & TECHNOLOGY ALLIANCE

*Organizan*

AZTERLAN MEMBER OF BASQUE RESEARCH & TECHNOLOGY ALLIANCE

tabira Instituto de Fundición

*Colaboran*

TRATER Press

dek durangaldea enpresa ekimena

Más información e inscripciones: **forosconocimiento.es**

# PROVEEDOR INTERNACIONAL DE PRIMER NIVEL EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ CON SEDE EN EE. UU. ADQUIERE VECTOR PARA UNA DE SUS INSTALACIONES EN MÉXICO

***Vector® aumentará la capacidad de producción de la planta, para soldar intercambiadores de calor de acero inoxidable junto con una flota existente de hornos.***




**El momento adecuado, el lugar adecuado**

Este Vector 15VP es capaz de realizar una variedad de procesos térmicos. Su zona caliente mide 36 x 36 x 48" (900 x 900 x 1.200 mm) y tiene una capacidad de 3.300 lb (1.500 kg). También cuenta con calefacción por convección y un sistema de bomba de vacío mecánico, todos los cuales cumplen o superan las especificaciones necesarias para el proceso de soldadura fuerte de esta línea de producción. Si bien los hornos SECO/VACUUM suelen diseñarse a medida, este horno en particular se fabricó con anticipación como un artículo de stock específicamente para la contingencia de un cliente que solicitara una entrega inmediata, lo que permitió a este socio de tratamiento térmico aumentar la capacidad de producción de manera rápida y sin inconvenientes. Si su demanda de producción cambiara nuevamente, su nuevo horno de vacío Vector tiene la versatilidad de reutilizarse para muchos de sus otros procesos de tratamiento térmico con relativa facilidad.

"Construimos este horno para que estuviera listo para ser enviado y puesto en funcionamiento muy rápidamente, que es justo la solución que estaban buscando", dijo el director general de SECO/VACUUM, Piotr Zawistowski.

**El horno de vacío de batalla de la industria del tratamiento térmico**

El horno de tratamiento térmico al vacío Vector® de SECO/VACUUM es el caballo de batalla de la industria del tratamiento térmico, en el que confían tanto los fabricantes con tratamiento térmico interno como las empresas de tratamiento térmico comerciales. Realiza una amplia gama de procesos que incluyen endurecimiento, revenido, recocido, tratamiento térmico en solución, soldadura fuerte, sinterización y carburación a baja presión. Vector® produce piezas limpias, uniformes y de alta calidad con precisión repetible y sin oxidación. Su versatilidad sólo es comparable con su confiabilidad.

La versatilidad de Vector se aplica en la industria automotriz para tratar térmicamente piezas, que van desde componentes del tren motriz hasta pestillos de puertas, o para soldar radiadores y núcleos de calefacción, o sinterizar mallas de filtración... la lista continúa. Y cuando las demandas de producción automotriz cambian, como suele suceder, el Vector se puede reconfigurar para que cambie con ellas.

## FABRICAMOS:

## MÁQUINAS PARA EL DESENGRASE, LAVADO Y LIMPIEZA TÉCNICA DE TODO TIPO DE PIEZAS INDUSTRIALES



TÚNELES

**Lavar, Desengrasar, Fosfatar, Secar...**
**Todo tipo de piezas eliminando: Óxidos, fangos, pastas de pulir, polvo, pegamentos, virutas, ferrichas, aceites, grasas ...**
**En máquinas de tipo: TÚNEL, ROTATIVAS, CUBAS, CABINAS, TAMBORES.**



CUBAS





CABINAS

ROTATIVAS



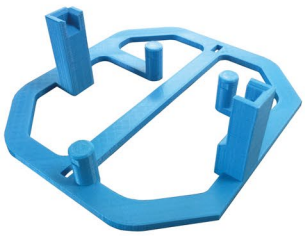
## LABORATORIO DE PRUEBAS

**Disponemos de un laboratorio propio a disposición de nuestros clientes, para poder controlar y certificar la calidad de limpieza que ofrecen las máquinas que fabricamos.**



## TRABAJAMOS CON IMPRESIÓN 3D

**Para poder fabricar los prototipos de los diferentes soportes especiales con los que poder anclar eficazmente las piezas que han de ser tratadas, con el fin de conseguir la máxima precisión en su posicionado-calibrado y asegurar así una limpieza total.**



Bautermic S.A.

Tel: 933 711 558 - www.bautermic.com - comercial@bautermic.com

Jornada del Observatorio Industrial del Metal

# PRESENTADO EL "ESTUDIO TÉCNICO DE VIABILIDAD DE LA IMPLANTACIÓN DE UN PLAN DE PENSIONES DE EMPLEO PARA EL SECTOR DEL METAL EN ESPAÑA"




Pamplona ha acogido la jornada del Observatorio Industrial del Metal organizada por la Fundación del Metal para la Formación, Cualificación y el Empleo, FMF, en la que se ha presentado el "Estudio técnico de viabilidad de la implantación de un Plan de Pensiones de Empleo para el Sector del Metal en España", elaborado por la Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal, CONFEMETAL.

Durante el acto también se han presentado los estudios "Salarios en la negociación colectiva sectorial en la industria del Metal" y "Empleo y Contratación en el Sector del Metal" elaborados, respectivamente, por la Federación de Industria, Construcción y Agro, UGT FICA y CCOO Industria, que participan con CONFEMETAL en el Observatorio Industrial del Metal, un espacio de análisis y debate sobre los cambios que en las tecnologías, la producción, y la organización y la gestión se están implantando en las empresas del Sector.

Tras la presentación de los tres estudios elaborados este año en el marco del Observatorio Industrial del Metal, han intervenido José Miguel

metal madrid23

robomática madrid23

composites madrid23

**20 & 21 noviembre 2024**
**IFEMA**



# The future of advanced materials and manufacturing technologies.

advanced manufacturing madrid24

## RESERVA TU STAND

advancedmanufacturingmadrid.com
ammadrid@easyfairs.com
+34 91 541 24 88

by EASYFAIRS

Platinum Sponsor

TRUMPF

Gold Sponsors

lasertek

COMANAI LASER







Guerrero, presidente de la Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Sector del Metal CONFEMETAL, Mariano Hoya, secretario general de la Federación de Industria, Construcción y Agro UGT FICA, y Garbiñe Espejo, secretaria general de CCOO de Industria, para ofrecer la visión institucional que los agentes sociales del Sector del Metal tienen sobre la Industria Española.

**Diálogo Social**

En su intervención, José Miguel Guerrero ha resaltado el valor del Diálogo Social como herramienta para canalizar voluntades e intereses diversos, a veces incluso contrapuestos, en una misma dirección de progreso económico y social.

"La concertación social ha contribuido a generar un clima de diálogo y de negociación serena que, por ejemplo, ha permitido canalizar la conflictividad por causas laborales en momentos muy complejos, de cambio político y crisis económicas, a veces prolongadas e intensas", ha subrayado el presidente de CONFEMETAL.

Asimismo, ha reivindicado el papel de los agentes sociales en cuestiones laborales y de resolución de conflictos colectivos, pero también en las económicas, educativas, de cambio tecnológico o de protección social y ha señalado que esa función vertebradora del Diálogo Social y de la negociación colectiva, debe abrirse a nuevos retos para adaptar las condiciones laborales de las empresas a los cambios tecnológicos y económicos.

"La labor de los interlocutores sociales ha permitido mejorar la cualificación de los trabajadores y mejorar sus condiciones de trabajo. Pero también debe enfocarse hacia la fidelización de los trabajadores con sistemas de protección y beneficios sociales, que permitan a sectores y empresas apostar por la innovación y la cualificación y la formación de sus trabajadores, y planificar con garantías a medio y largo plazo", ha concluido Guerrero.

# ADVANCED MACHINE TOOLS

**8-10 abril 2025**
**Fira Barcelona**



## Sustainability | Technology | Automation

# TRANSFORMING METAL PRODUCTION

**17.000** VISITANTES

**90** ENTIDADES COLABORADORAS

**450** NOVEDADES PRESENTADAS

**180** FIRMAS EXPOSITORAS

- MÁQUINA-HERRAMIENTA
- INSTRUMENTACIÓN Y HERRAMIENTAS
- COMPONENTES Y ACCESORIOS
- AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA
- INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
- MANTENIMIENTO PREDICTIVO
- INTRALOGÍSTICA Y TRANSPORTE
- METROLOGÍA Y CONTROL DE CALIDAD
- MATERIALES
- TRATAMIENTO DE SUPERFICIES
- SUMINISTROS Y CONSUMIBLES INDUSTRIALES
- 3D PRINTING
- SOFTWARE
- SOSTENIBILIDAD

Global partners:

AMADA · curvaser · CUTLITE PENTA · DELTECO · egasca · HEXAGON · intermaher · JOSEP MUNTAL · Kluthe · MAQUINSER · MECOS · NOGVAL · RITTAL · tecnalia

www.advancedtoolsexpo.com

Organizado por: NEBEXT NEXT> BUSINESS EXHIBITIONS

Co-located: ADVANCED FACTORIES EXPO & CONGRESS

# SEGÚN EL ÚLTIMO ESTUDIO DE FVEM, EL ABSENTISMO EN LA INDUSTRIA DEL METAL SE MANTIENE SUPERIOR A LA MEDIA, CON UN 8,92%

***• El absentismo en la industria del metal de Bizkaia ha descendido casi dos puntos en 2023 respecto al ejercicio anterior. Incluso con el descenso, este 8,92% sitúa al sector por encima de la media de Euskadi (8,6%) y España (6,6%).***
***• Se han dejado de trabajar un total de 8,3 millones de horas, lo que ha supuesto un coste de 233 millones de euros para las empresas.***
***• La enfermedad común y el accidente no laboral de más de 15 días de duración, es la causa principal del absentismo en uno de cada dos casos (54,5%).***

FVEM
FEDERACIÓN VIZCAÍNA
DE EMPRESAS DEL METAL
METAL ENPRESEN
BIZKAIKO FEDERAZIOA

Según los datos que anualmente recoge FVEM en su estudio de absentismo, el dato general ha descendido 1,91% respecto al ejercicio anterior, siendo en 2023 de 8,93%. Sin embargo, este descenso no consigue situarnos en la media estatal (6,6%) y continuamos por encima de la media de Euskadi (8,6%).

La principal causa de absentismo es la Enfermedad común y accidente no laboral de más de 15 días, que pasa de un 43,41% a un 54,48% (+25,5%), creciendo de manera importante respecto a la serie 2018-2022. Afectando así a más de la mitad de las empresas.

Sin embargo, el descenso en el cómputo total del absentismo proviene de las Huelgas, que pasa de representar un 9,25% en 2022, a un 0,34% en 2023. Esta reducción representa un 1% en la tasa de absentismo total. Así mismo, la causa Enfermedad común y accidente no laboral de 15 días o menos, pasa de suponer un 14,59% a un 11,77%. A pesar de este descenso, el dato todavía está por encima de la media del periodo 2018-2021.

Si atendemos al absentismo por tipo de ocupación, el absentismo en mano de obra directa desciende 2 puntos (de 13,39% a 11,39%), estando por debajo de 2020 y 2021. Por otro lado, también desciende cerca de punto y medio (de 6,23% a 4,80%) el dato en mano de Obra Indirecta.

Por tamaño de empresa, las de entre 45 y 200 personas en plantilla siguen siendo las que tienen un nivel de absentismo mayor (9,74%), aunque la diferencia entre los diferentes tamaños se reduce sensiblemente respecto a 2022.

El estudio sobre 'Absentismo laboral en la Industria Siderometalúrgica de Bizkaia 2023' ha sido elaborado por FVEM en base a las respuestas de 177 empresas representativas del sector, que emplean a más de 15.000 personas.

industry machinery&tools LIVE by grupo metalia

18 y 19 Junio 2025
Pabellón 8 IFEMA

# **Innovación en Movimiento:** La Feria de Maquinaria, Herramienta y Equipamiento.

UN NUEVO MODELO DE FERIA INDUSTRIAL



Con una novedad en esta edición.

subcon.MADRID

***SALÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN INDUSTRIAL DE MADRID***
***Encuentros B2B***
***Industria Auxiliar***

www.industrylive.es
comercial@industrylive.es
(+34) 660 97 93 53

Se celebrará del 3 al 5 de junio de 2025 en el marco de +INDUSTRY

# SUBCONTRATACIÓN,NUEVAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO PARA LAS PYMES EN BEC




Los desafíos industriales se convertirán en oportunidades de negocio para las pymes en Subcontratación 2025, el único evento monográfico sobre la subcontratación en el estado, que se celebrará en Bilbao Exhibition Centre del 3 al 5 de junio. La cita se desarrollará en el marco de +INDUSTRY, uno de los mayores puntos de encuentro para el smart manufacturing.

El evento contará con dos espacios destacados. Por una parte, en el área expositiva estarán representados desde los procesos de fabricación más esenciales hasta las tecnologías más avanzadas. Junto a esto, a partir de esta 22ª edición, la feria acogerá el sector de los suministros industriales. Y por otra, en el XXI Encuentro Europeo de la Subcontratación Industrial, las empresas expositoras podrán llevar a cabo entrevistas B2B con compradores/as de primera línea, nacionales e internacionales.

Este foro de negocio, organizado por la Cambra de Barcelona, CamaraBilbao y BEC, albergó cerca de 1.000 reuniones en su edición

anterior. Y año tras año, se consolida como el evento B2B más grande de Europa, con eficaces entrevistas ad hoc con compradores/as seleccionados/as en función de su oferta de productos y servicios. Una personalización que ha convertido a Subcontratación en el referente internacional de la fabricación avanzada.

La amplia oferta de la cita atraerá, principalmente, a jefes/as de compra; directores/as de producción, de I+D+I y de innovación; responsables de suministros y de cadenas de producción; personal técnico y usuarios finales de sectores estratégicos de la economía. Entre estos sectores estratégicos, destacan aeronáutica, automoción, fabricantes de maquinaria, ferroviario, defensa, energético, transporte e infraestructuras, siderúrgico y bienes de equipo, entre otros.

En un entorno cada vez más globalizado, la subcontratación industrial, sector clave para la productividad, está adquiriendo una importancia creciente. En la actualidad, en España, el sector cuenta con numerosas pymes de sectores tradicionales y avanzados, que acreditan altos niveles de certificaciones y homologaciones. Estas pymes forman un tejido empresarial dinámico e innovador que representa aproximadamente el 10% del PIB industrial del país.

+INDUSTRY también se encuentra en expansión, en respuesta a la evolución de la industria y con el objetivo de acoger a todos los sectores vinculados a la fabricación avanzada. Por ello, la cita de 2025 incluirá la nueva feria de automatización y robótica weAR: un evento transversal para todas las industrias. Junto a este, el recorrido sectorizado de +INDUSTRY se completará con los eventos consolidados AdditED, BeDIGITAL, Maintenance y Pumps & Valves. Además, el foro de empleo de WORKinn volverá a dar respuesta al reto de la búsqueda de talento en la industria.

Subcontratación está organizada por Bilbao Exhibition Centre y cuenta con la colaboración de Grupo SPRI - Gobierno Vasco como Partner Institucional.



# ANDALUCÍA TRADE OFRECE SUS NUEVOS INCENTIVOS AL SECTOR AEROESPACIAL ANDALUZ, PRIORITARIO PARA EL CRECIMIENTO INDUSTRIAL DE ANDALUCÍA

*Antonio Castro presentó los instrumentos y servicios de apoyo a las empresas de Andalucía TRADE a las empresas del Clúster Andalucía Aerospace.*




El director general de Andalucía TRADE, Antonio Castro, ha ofrecido en Sevilla al sector aeroespacial andaluz, marcado como prioritario para la agencia pública andaluza, los nuevos incentivos a la inversión empresarial de esta entidad pública "para incrementar las capacidades del sector, ya de por sí destacadas, para afrontar sus retos futuros". "Se trata de 244 millones de euros, cofinanciados con FEDER, en convocatorias no competitivas para proyectos de desarrollo industrial e I+D en las que tienen el protagonismo las pymes industriales, si bien en la línea de I+D también tienen cabida las empresas de mayor tamaño siempre que vayan acompañando a una pyme", ha señalado Castro.

Castro, acompañado de Juán Román, director gerente del Clúster Andalucía Aeroespace, ha repasado las fortalezas del sector andaluz, "cuyos datos de facturación y empleo están acercándose a niveles pre pandemia y contribuye con un 12,84% del PIB andaluz". "Andalucía es la segunda comunidad autónoma del ránking exportador nacional y la que más aporta al crecimiento nacional en exportaciones aeroespaciales, con ventas al exterior que se han duplicado (100,4%) sobre enero-julio de 2023, hasta alcanzar los 1.813 millones de euros.

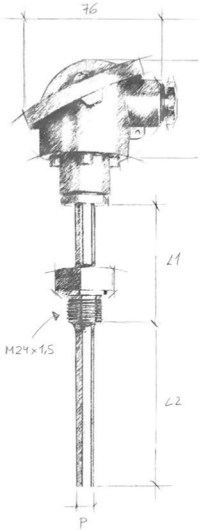
"El sector debe prepararse para afrontar los retos de sostenibilidad, el previsible incremento de pedidos y la necesidad de mejorar la competitividad del sector fortaleciendo la apuesta por la I+D. Para ello,




ha indicado el responsable de Andalucía TRADE, además de las líneas actuales, se prevén nuevas líneas de I+D, estas ya en convocatorias competitivas, además de una próxima línea de incentivos a la internacionalización que se sumará a las actuaciones que seguimos desarrollando para facilitar la salida de las empresas andaluzas al exterior. Todo ello, hasta alcanzar la previsión de 412 millones de euros hasta el año 2027 en incentivos, además de otros 355 millones, al menos, en instrumentos financieros que gestionarán Andalucía TRADE y la Consejería de Economía", ha finalizado.

FABRICACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA

- Fabricación propia de Termopares y Termoresistencias.
- Especializados en tratamientos térmicos.
- Fabricación especial AMS-27850-E.
- Fabricación especial para hornos de vacío.
- Condiciones especiales para fabricantes de hornos.




LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

- Laboratorio acreditado ENAC en temperatura, in-situ y en nuestras instalaciones.
- Calibración de instrumentación, sensores de temperatura y hornos (TUS y SAT).
- Especialización en AMS-2750-E.
- Control de periodicidades entre calibraciones.
- Plataforma de certificados on-line.
- NUEVO servicio de calibración de transmisores de vacío in situ y en nuestro laboratorio.



SCI Suministro y Calibracion Industrial s.l.

www.sciempresa.com

Ribera de Axpe 11, D2, L203, 48950 Erandio - Vizcaya • Tel. +34 944765276 • Fax: +34 944766021 • e-mail: sci@sciempresa.com

# LA UNIVERSIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE WROCŁAW MEJORA SUS CAPACIDADES CON EL SISTEMA NITREX



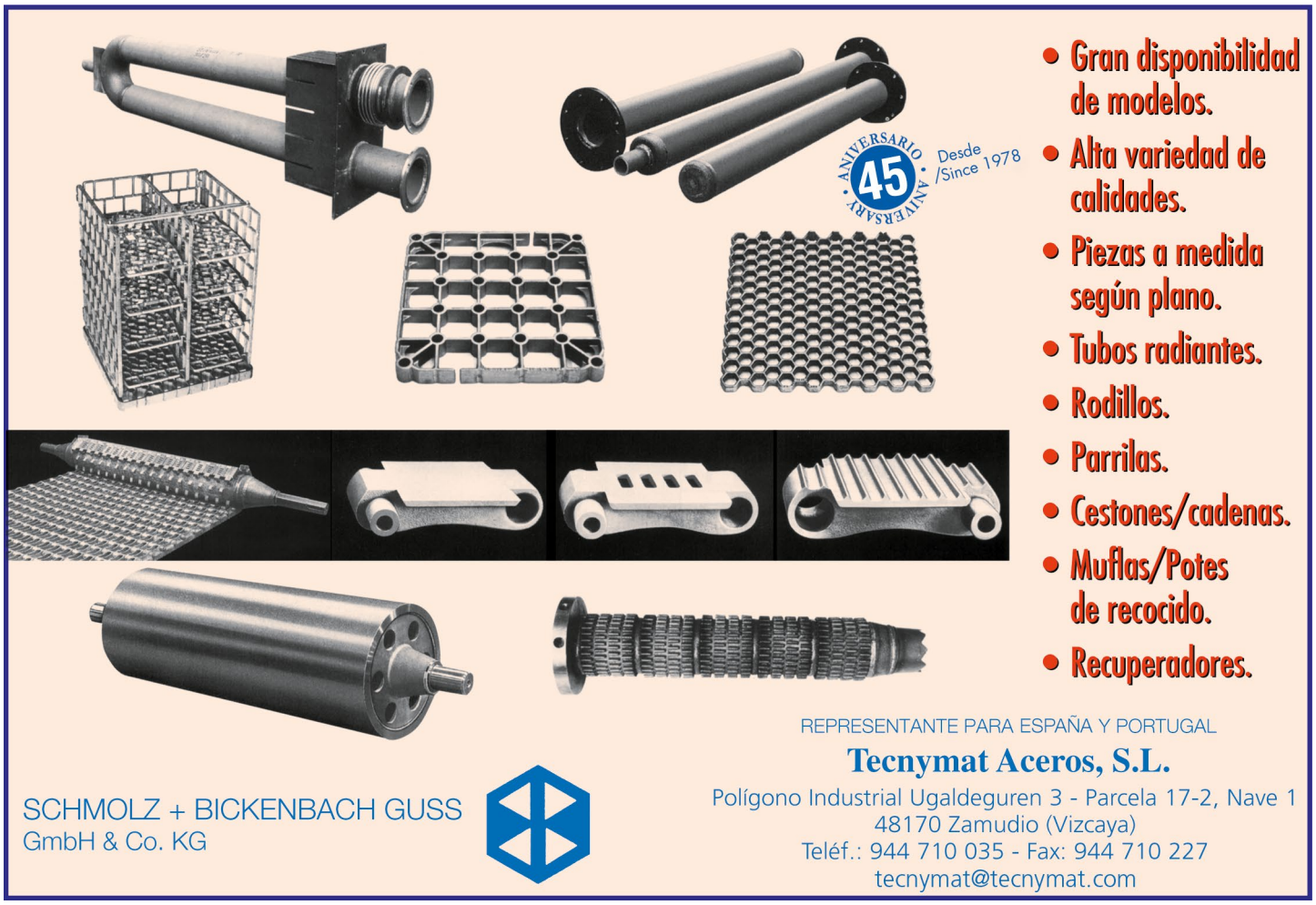

La Universidad de Ciencia y Tecnología de Wrocław (Politechnika Wrocławska, WUST) de Polonia está marcando un nuevo capítulo en su compromiso con la innovación y la excelencia en la ciencia de los materiales. La universidad está dando pasos adelante en la investigación metalúrgica y las colaboraciones industriales con su nuevo sistema de nitruración horizontal Nitrex, que cuenta con las tecnologías Nitreg® y Nitreg®-S.

La WUST ha invertido estratégicamente en un horno Nitrex modelo NXH-669 para ampliar su conocimiento y experiencia en I+D en tratamiento térmico y pruebas de materiales. Esta inversión respalda los objetivos de investigación de la universidad y fortalece sus colaboraciones con las industrias manufactureras en el área. El sector manufacturero es una parte importante de la economía de Polonia. El país es el 16º mayor fabricante del mundo, representando el 1 % de la producción manufacturera mundial, y desempeñando un papel crucial en el panorama manufacturero europeo. Actualmente, la universidad se dedica a probar matrices de forjado para la industria automotriz, con el objetivo de mejorar la durabilidad y el rendimiento de las matrices.

El sistema Nitrex recientemente adquirido está equipado con la tecnología de nitruración controlada Nitreg®, para optimizar la dureza de la superficie y la tecnología Nitreg®-S para la nitruración de acero inoxidable. Esta solución permite a la WUST realizar investigaciones de materiales de nivel superior y aprovechar nuevas capacidades tecnológicas y científicas para respaldar proyectos industriales, optimizar los procesos de tratamiento térmico y mejorar las propiedades de la superficie de las piezas metálicas. Además, el horno cumple con la estricta norma AMS 2759/10 para la nitruración de acero y la norma AMS 2750 para la uniformidad de la temperatura. Estas normas garantizan un rendimiento preciso y confiable de cada proceso y carga, cumpliendo con los requisitos de la industria en cuanto a calidad y consistencia.

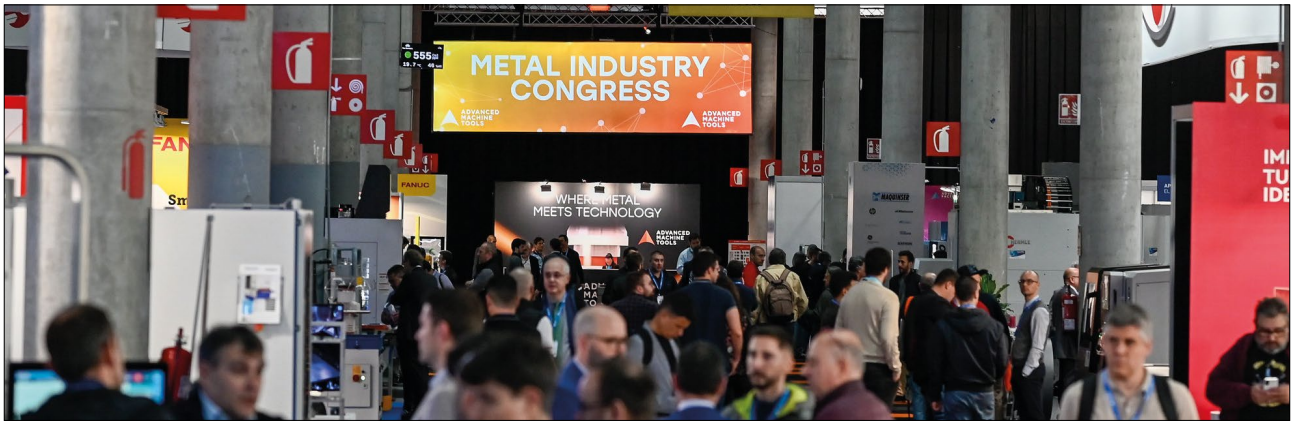
Los investigadores de la WUST ahora pueden explorar nuevas posibilidades en el desarrollo de materiales y aplicaciones, la optimización de procesos y las prácticas sostenibles, mejorando la capacidad de la universidad para ofrecer servicios especializados de pruebas, análisis y consultoría a sus socios industriales. Al facilitar la transferencia de tecnología y la aplicación en el mundo real de la investigación académica, la universidad refuerza su papel como vínculo vital entre la educación y la industria, fomentando colaboraciones estratégicas que contribuyen al progreso tecnológico y la eficiencia del sector manufacturero de Polonia.

Marcin Stoklosa, director técnico de ventas para la región EMEA de Nitrex, comentó: “Si bien Nitrex presta servicios principalmente a empresas de sectores como el automotriz, el aeroespacial y el manufacturero, nuestra asociación con WUST subraya nuestro compromiso de promover la investigación académica y fomentar innovaciones que beneficien directamente las aplicaciones prácticas y hagan avanzar la ciencia metalúrgica a nivel mundial. Me enorgullece saber que nuestra colaboración fortalece la educación en Polonia y eleva los estándares de la industria en todo el mundo. Espero ver el liderazgo continuo de WUST en la investigación metalúrgica y su impacto tanto en el ámbito académico como en la industria”.



# AMT2025 BUSCA A EXPERTOS QUE COMPARTAN CASOS DE ÉXITO Y SOLUCIONES PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA

***• La feria bienal de máquina-herramienta abre el plazo para participar como ponente en el Metal Industry 4.0 Congress.***
***• La segunda edición de AMT – Advanced Machine Tools tendrá lugar del 8 al 10 de abril de 2025 en Fira Barcelona Gran Vía.***



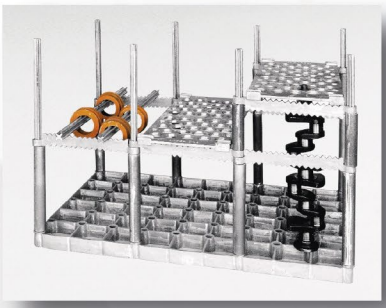

AMT – Advanced Machine Tools, la feria comercial de máquina-herramienta para la industria metalmecánica, regresa para su segunda edición del 8 al 10 de abril de 2025 en Fira Barcelona Gran Vía. Durante tres días, AMT2025 presentará las últimas novedades en máquina-herramienta de última generación, con maquinaria de deformación y corte de chapa, arranque de viruta, componentes y accesorios, como protagonistas.

La feria bienal busca convertirse en el referente tecnológico para el sector del metal y la máquina-herramienta, ofreciendo una plataforma en la que descubrir las últimas novedades en maquinaria y procesos de producción avanzados. Es por ello que, además de un área expositiva con más de 180 firmas expositoras, AMT2025 también será el escenario del Metal Industry 4.0 Congress, un congreso único que reunirá a directores de planta, técnicos, jefes de producción, directores de IT o CIOs de industrias como la metalurgia, o la de los componentes de automoción, ferroviario, naval, electrónica, química, logística, energía, aeronáutica para explorar tendencias y casos de aplicación de maquinaria de última generación, para mejorar los procesos productivos de las plantas industriales.

Para ello, el congreso convoca a más de 120 expertos para abordar la transformación de la industria metalmecánica, a través de nuevos procesos de fabricación inteligente impulsados por máquinas-herramienta de nueva generación, por la automatización, la robótica, la conectividad o la inteligencia artificial aplicada en los equipos. Así, el Metal Industry 4.0 ha abierto la candidatura para todos aquellos expertos que quieran aportar nuevas ideas innovadoras, tecnologías, iniciativas, soluciones, modelos de gestión y en especial casos de éxito y proyectos, que ayuden al sector industrial a impulsar la competitividad y la mejora de procesos productivos o servicios al cliente con el objetivo de mejorar la productividad, desarrollar industrias sostenibles, generar nuevos modelos de negocio o ampliar las capacidades y utilidad de los productos. Todos los interesados pueden presentar su candidatura para participar como ponente hasta el próximo 21 de febrero de 2025.




AMT – Advanced Machine Tools volverá a celebrarse simultáneamente con Advanced Factories, el evento líder en automatización y robótica industrial, en el que descubrir las últimas soluciones para mejorar la productividad de la industria a través de fábricas automatizadas y sostenibles.






ACEROS Y SUMINISTROS, S.L.

**Especialistas en repuestos para equipos de tratamiento térmico**



Todo tipo de aceros refractarios, bajo plano ó pieza de muestra

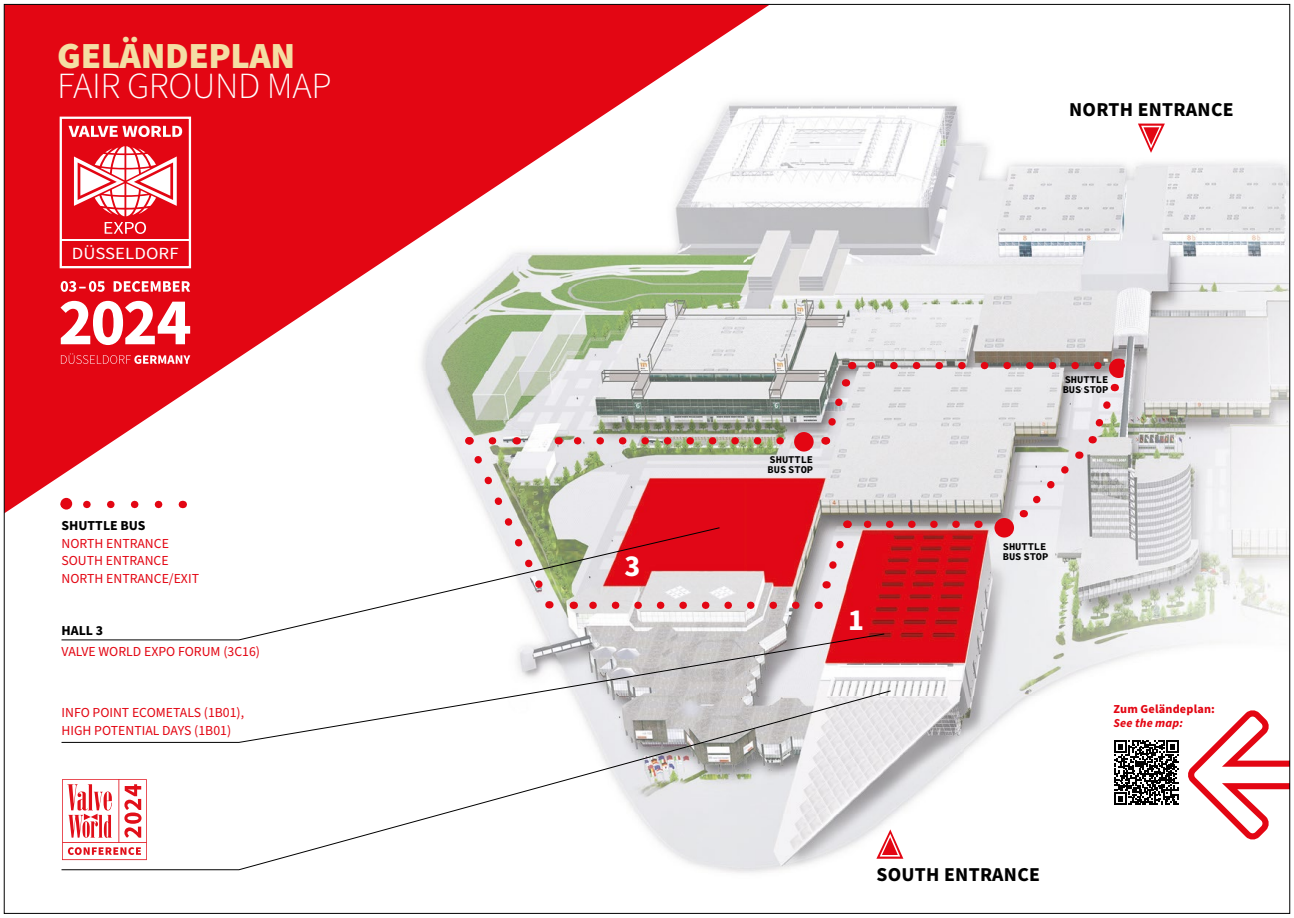
Parrillas - Cestones - Muflas - Cestas - Cadenas - Rodillos - Tubos radiantes

**www.acerosysuministros.com**

Polígono Industrial Padura s/n, 48830, Sodupe, Vizcaya, España  Tel.: +34 946 693 840  recambios@acerosysuministros.com

# RUMBO A LA VALVE WORLD EXPO 2024 DE DÜSSELDORF A PASO DE GIGANTE

*El sector de la valvulería industrial y los accesorios ansía la llegada de su feria de referencia.*




Poder tocar innovaciones tecnológicas, participar en encuentros internacionales y disfrutar de un animado intercambio de información: todo eso espera al mundo profesional de las válvulas industriales y accesorios que se congregará en Düsseldorf del 3 al 5 de diciembre de 2024. Y es que las válvulas desempeñan un papel imprescindible en todas las industrias: regulan flujos, separan diferentes medios e impiden las transferencias de líquidos y gases y las fugas.

515 expositores de 35 países (cifras de finales de agosto) mostrarán que el sector está en pleno auge y expondrán gran cantidad de innovaciones y soluciones para la transición energética global, la industria de la construcción, el amplio sector de la gestión del agua y el tratamiento de aguas residuales, las industrias química y petroquímica, el sector de la construcción naval y la náutica, la industria alimentaria y la farmacéutica, así como los sectores clásicos de la industria de los combustibles fósiles y del gas.

Las cifras de expositores demuestran que la feria monográfica es uno de los eventos más internacionales de la cartera de Messe Düsseldorf: 413 empresas internacionales y 102 alemanas tienen marcada en su agenda de diciembre la feria de referencia de Düsseldorf como una plataforma de innovación y comunicación. A fecha de hoy ya se han ocupado más de 15.000 metros cuadrados en los pabellones 1 y 3.

Cuentan con una nutrida representación empresas europeas de Italia, Reino Unido y




España, así como de Turquía. De otros continentes viajarán a Düsseldorf expositores de China, India, Corea del Sur, Taiwán y Estados Unidos.

**Expo Forum, KCI-Conference, Valve Stars Awards, ecoMetals y High Potentials**

El gran carácter innovador que exhibirá el sector en 2024 se plasmará en la conferencia internacional KCI-Conference, en el interesante programa de eventos del Expo Forum en el escenario del pabellón 3 (www.valveworldexpo.de/de/Programm/Valve_World_Expo_Forum) y en la concesión de los premios Valve Stars Awards. El programa de eventos del pabellón 3 comenzará el 3 de diciembre a las 11:30 horas con cuatro conferencias sobre el sector organizadas por la editorial Vulkan-Verlag.

El 4 de diciembre ocuparán el programa más conferencias y debates con representantes del sector: a las 14:00 horas subirá al escenario KCI, que a continuación cederá el testigo para el resto de la tarde y el siguiente día 5 a los patrocinadores de la feria (Kitz, MRC Global, Emerson, Neway, Velan y rotork), que informarán sobre los nuevos desafíos a los que se enfrentan en sus empresas.

Pero antes, el mismo día 4 de diciembre a las 13:00 horas, todas las miradas estarán puestas en el escenario del Forum. Por segunda vez, tras el estreno en la edición anterior de 2022, se otorgarán en el marco de la feria monográfica los premios Valve Stars Awards, en cuatro categorías: Válvulas, Juntas, Actuadores y Automatización. Los perfiles de las empresas candidatas se pueden

HOT

Técnicas en Hornos

PROVEEDORES DE SOLUCIONES
PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO
DESDE HACE MAS DE 25 AÑOS

Polígono Ibaiondo, pab nº13
20120 Hernani. Spain
**hot@tecnicashot.com**
+34.659.261.583
-
**www.tecnicashot.com**






consultar online en el portal de la editorial Vulkan-Verlag, donde se podrá votar online a partir del 1 de septiembre. Los aspirantes pueden registrarse aquí: https://industriearmaturen.de/veranstaltungen/valve-stars-award-2024-jetzt-mitmachen-und-bewerben/

La conferencia Valve World Conference que se desarrollará paralelamente en el pabellón 1, se encargará de la transferencia equilibrada del know-how entre teoría y práctica. La organización de la conferencia correrá de nuevo a cargo de KCI. https://valve-world-conference.com/

El papel central que temas como la sostenibilidad, la eficiencia energética y el cuidado de los recursos desempeñan sobre todo en sectores con consumo energético intensivo, lo pondrá de manifiesto en la VALVE WORLD EXPO la campaña ecoMetals, que se desarrollará por segunda vez tras su exitoso debut de 2022. En el portal de la feria monográfica puede escanearse una gira digital organizada por las casetas de los expositores concienciados por mantener una producción sostenible, y después recorrerse el itinerario en cualquier momento y a capricho durante la visita a la feria. https://www.valveworldexpo.de/de/Ausstellen/Aussteller_werden/Eco_Metals_Initiative_2024.

En 2024, los expositores tendrán por primera vez la posibilidad de participar en la campaña High Potential y de presentarse como potenciales empleadores de jóvenes talentos (young potentials). La captación de talento consiste en encontrar para la propia empresa jóvenes prometedores y brillantes y presentarse como empresa atractiva generadora de empleo. https://www.valveworldexpo.de/de/Ausstellen/Aussteller_werden/High_Potential_Days

coneQtia

Asociación de Prensa Profesional y Contenidos Multimedia

Conectamos conocimiento desde 1925

# Información para decidir



Solo aquella información basada en la responsabilidad y la calidad **nos hace libres para tomar las mejores decisiones profesionales**. En ConeQtia, entidad colaboradora de CEDRO, garantizamos contenido riguroso y de calidad, elaborado por autores especializados en más de 30 sectores profesionales, con el aval de nuestros editores asociados y respaldando el uso legal de contenidos. Todo ello con la finalidad de que **el lector pueda adquirir criterio propio, facilitar la inspiración en su labor profesional y tomar decisiones basadas en el rigor.**

Por este motivo, todos los editores asociados cuentan con el **sello de calidad ConeQtia**, que garantiza su profesionalidad, veracidad, responsabilidad y fiabilidad.

Con la colaboración de: CEDRO

coneqtia.com

# LA FERIA INTERNACIONAL MINDTECH CELEBRA UN EVENTO NETWORKING EN MADRID PARA PRESENTAR SU 4ª EDICIÓN




La feria internacional Mindtech (Metal Industry & Technologies International Trade Fair) ha celebrado, un evento networking en el Espacio Larra, en la ciudad de Madrid.

Mindtech es la feria industrial referente en el Polo Ibérico, que celebrará su cuarta edición en la ciudad de Vigo (Galicia) los próximos 17 al 19 de junio de 2025. Previo a este evento industrial de referencia, Mindtech organiza diversos eventos de networking empresarial, a nivel nacional e internacional, para potenciar el negocio en el sector industrial del metal y sus tecnologías asociadas, dando a conocer las actividades clave de la propia feria.

Así, los networkings empresariales de Mindtech han recalado esta vez en la ciudad de Madrid, bajo el título "La transformación digital en la industria".

Durante el encuentro, se presentaron las últimas novedades de la cuarta edición de la feria y se acogió un coloquio entre empresas líderes.

Enrique Mallón, Director General de Mindtech, abrió este encuentro destacando que "La feria Mindtech es el punto de encuentro para la industria del metal y todas sus tecnologías asociadas, el eje intercontinental entre Europa, África y los países atlánticos. Estamos ante un escaparate sin precedente para mostrar al mundo todo lo que nuestro sector puede ofrecer, y buena prueba de ello son las empresas que nos acompañan hoy en este evento networking en Madrid".

Desde la dirección de la feria, insisten en que están "trabajando intensamente para hacer de esta 4ª edición un hito histórico, con más de 200 expositores y 10.000 visitantes, en un encuentro que nació de la propia industria y para la industria. Mindtech 2023 está teniendo una enorme acogida, tanto en Galicia como especialmente fuera, y es que el 60% de los expositores son de otras regiones de España o de otros países, demostrando

la relevancia del Polo Ibérico como eje industrial internacional. Es en encuentros como éste donde se cierran contratos de calado y se crean nuevas relaciones comerciales de valor añadido".

En el marco del evento networking en Madrid, intervino Virginia Rodenas, Directora de Comunicación y RRII en Grupo Envera, quien destacó la importancia del prisma social en el sector industrial. "En Envera trabajamos por la integración de personas con discapacidad intelectual en nuestros centros educacionales, pero también en el mundo laboral, especialmente de la mano de Iberia, pero también de otras 500 empresas, donde hemos integrado a 1.200 trabajadores con discapacidad. Es una labor social de gran impacto, que demuestra que estas personas pueden hacer un trabajo de valor añadido dentro de la propia industria, donde llevan a cabo empleos en áreas como servicios digitales, back office, gestión documental, facturación o gestión de combustible, entre otros. Es el momento de poner a las personas, con sus diferentes capacidades, en el centro de la industria".



**Mesa debate con empresas industriales**

Durante la mesa coloquio con empresas del sector, intervinieron representantes de industrias clave, que profundizaron en la actualidad del sector y en los retos ligados a la transformación digital, que está redefiniendo el futuro de la industria.

***Implantación de tecnología***

En lo relativo a la implantación de tecnologías, los ponentes destacaron el reto añadido al que hacen frente sobre todo las pequeñas y medianas empresas. En ese sentido, Ana Santiago, CEO de Sisteplant, explicó que "tener un ERP no es









digitalización, en la industria, y especialmente en las pymes, queda mucho por hacer".

Ramón Rodríguez, Director Técnico en EPLAN, recomendó empezar por lo básico y trabajar en "la diferenciación tecnológica, que es la única vía para mantenernos competitivos".

Beatriz Ventero, Global Technology Business Development Manager en Boeing, incidió en que "las pymes tienen el problema de no tener tanta base financiera, pero también son más ágiles a la hora de implantar tecnología y cambios, y eso puede ser una oportunidad"

***Personas***

La falta de profesionales fue otro de los puntos que centraron el debate. Ramón Rodríguez, de EPLAN, incidió en que "no puedes esperar incorporar al staff perfecto, el mejor camino es aprovechar personal que ya hay en las empresas y apostar por la formación y el reskilling, hay que reinventarse buscando las cualidades, no tanto calidades".

***Digitalización y Sostenibilidad***

Beatriz Ventero, de Boeing, explicó que "En España invertimos en torno al 1,4% del PIB en investigación y tecnología, mientras que Japón o Corea invierten más del doble. Tenemos que tener políticas nacionales fuertes y decididas, basadas en la cooperación universidad-empresa, pero aun con todo, en España tenemos una plantilla de técnicos y unas universidades públicas maravillosas. Hay que seguir insistiendo en que el talento no se vaya fuera y en la parte de desarrollo de esas tecnologías también en nuestro territorio". Ramón Rodríguez, de Eplan, matizaba que "en desarrollo de tecnología España va por detrás, pero no en implantación. Aquí hay pequeños equipos que están sacando un partido tremendo a tecnologías habilitadoras como el machine learning. En este caso no aplica el pesimismo tradicional que tenemos a veces en España".






***Software y colaboración***

Todos los ponentes incidieron en el momento transformador que vive actualmente la industria, marcado en gran medida por la entrada de software y herramientas en la nube. "Esto conlleva un reto enorme en materia de ciberseguridad. Grandes empresas, por ejemplo de automoción, no quieren irse al cloud por miedo a la brecha de datos en la nube, y en paralelo las pymes no tienen capacidad muchas veces ni para planteárselo", destacó Ana Santiago de Sisteplant. Ramón Rodríguez, de Eplan, incidió en ese sentido en que "la nube y el cloud nos están abriendo un nuevo mundo, pero la base de todo ese cambio no es otra que una nueva forma de trabajar, basada en la colaboración".

***Mensaje clave para el sector***

Ana Santiago, CEO de Sisteplant: "tenemos que centrarnos en la flexibilidad y polivalencia para potenciar la adaptabilidad al entorno actual".

Ramón Rodríguez, Director Técnico en EPLAN: "no hay nada nuevo bajo el sol, ya hemos vivido otras transformaciones, podemos lograr ésta, pero debemos focalizarnos en las personas, que son la verdadera clave".

Beatriz Ventero, Global Technology Business Development Manager en Boeing "Es el momento de ser más visionarios, tenemos que dejar de pensar de forma lineal, estamos en un momento disruptivo donde todo cambia".

El evento acogió a representantes de empresas líderes del sector industrial, entre los que se fomentó la generación de negocio, en línea con la esencia de la propia feria Mindtech.

**Sobre la feria Mindtech**

Mindtech, la feria internacional de industrias del metal y tecnologías, está organizada por Asime (Asociación de Industrias del Metal y Tecnologías Asociadas de Galicia), clúster del sector que agrupa a más de 600 empresas). Celebrará su 4ª edición del 17 al 19 de junio de 2025, en el Ifevi, Vigo.

La feria se ha convertido en referente industrial del Polo Ibérico, con presencia de expositores y visitantes a nivel internacional, englobando todas las áreas de actividad relacionadas con el sector del metal y sus tecnologías asociadas, destacando entre otras las siguientes: maquinaria, automoción, aeronáutica-aeroespacial, defensa, energías renovables, estructuras metálicas, tecnologías 4.0, robótica, subcontratación, suministros, fabricación aditiva, electricidad y electrónica, moldes-matrices-troqueles, logística, o servicios a la empresa.

En anteriores ediciones, Mindtech concentró de media cada año a más de 200 expositores, 10.000 visitantes, 70 ponentes y 250 encuentros B2B. Para la 4ª edición, ya han confirmado su presencia 130 expositores.

Asimismo, el carácter internacional de la feria atrae en cada edición a más de 10 países diferentes, entre los que han participado, además de España y Portugal, Japón, Corea del Sur, China, Colombia, México, Marruecos, Costa de Marfil, Israel, Alemania, Francia, Polonia, Italia o Reino Unido. En esta 4ª edición en 2025, el país invitado será México.

Desde Mindtech reafirman que el objetivo es consolidar la feria en el marco del Polo Ibérico y ofrecer de nuevo una muestra de las últimas tecnologías aplicadas a la industria.

# PRODUCTIVIDAD, TECNOLOGÍA, INVERSIÓN Y COMPETITIVIDAD



pexels / Kateryna Babaieva

El PIB español creció en 2023 un 2,5 por ciento para situarse en los 1.461.889 millones de euros, las previsiones de los distintos organismos oscilan entre el 2,1 y el 2,6 para 2024 y entre el 1,6 y el 2,4 para 2025, con medias del 2,4 y el 2,0 por ciento, respectivamente.

Atendiendo a este indicador, la evolución de nuestra economía va a mantenerse estable o registrar un leve retroceso, lo que se podría interpretar como una buena noticia en el actual escenario global. Pero el incremento menos intenso del PIB y la errática evolución del empleo en los últimos trimestres, ha venido a agravar un problema de nuestra economía que apunta a convertirse en estructural si no lo es ya, la baja productividad.

La relación entre la cantidad y calidad de la producción y la cantidad de recursos que se emplean en ella, es decir la productividad, es uno de los indicadores más relevantes para definir el estado real de una economía y, sobre todo sus perspectivas y su proyección de futuro.

La cantidad y la calidad de los productos y servicios, su capacidad de atraer y satisfacer la demanda de clientes y usuarios, y la rentabilidad de su producción, sostenible y equilibrada a largo plazo, definen las posibilidades de éxito de una economía que es, a la larga, la de la sociedad en la que se inscribe.

Obviar que la evolución de la productividad en España está deteriorando la competitividad de nuestra economía y puede poner en grave riesgo la sostenibilidad de nuestro estado del bienestar, es más que una irresponsabilidad y no puede excusarse con los argumentos de la ideología o la ignorancia.

Cualquier sistema económico que busque la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de los recursos disponibles –humanos, materiales y de capital- debe basarse en la productividad, que garantiza poder satisfacer la demanda y asegurar la rentabilidad para retribuir trabajo y capital.

En España, la productividad por ocupado viene dibujando una tendencia de retroceso en los últimos trimestres, afectada por factores como el absentismo o la reducción del tiempo de trabajo efectivo, pero al margen de ello, otro de los factores decisivos que sirven de base para mejorar la productividad, la inversión en tecnología, está también en retroceso.

En un escenario global en el que se incorporan a la competencia internacional nuevos actores y otros mejoran en la automatización y la digitalización de los procesos, la racionalización de los sistemas de producción y el uso eficiente de la información para la planificación estratégica y la producción, es decir la inversión en nuevas herramientas tecnológicas, la tecnología es imprescindible para enfrentar y superar los desafíos que plantean los actuales mercados y para dotarse de la flexibilidad que exige adaptarse a los cambios constantes en la demanda.

La tecnología para la automatización de procesos, la digitalización de los datos, la sostenibilidad en el uso de recursos materiales y humanos, el seguimiento y creación de bases de información que permitan anticiparse a los cambios en los mercados, la modernización de equipos y sistemas con mejores funcionalidades, no son sólo una cuestión de impulso competitivo y comercial, sino que, en muchos casos, son la única vía cierta para asegurar el crecimiento y pervivencia de la actividad.

La inversión en tecnología permite mejorar los procesos y los flujos de trabajo, asegurando la ejecución de tareas en menor tiempo, minimiza el riesgo de errores humanos, favorece la calidad, reduce riesgos laborales y medioambientales, facilita el análisis y la planificación, y hace más eficiente la inversión... es decir cimienta e impulsa la productividad de las empresas y de los sectores.

La relación entre el grado de penetración de las nuevas tecnologías y la productividad muestra una correlación positiva, mayor en aquellas economías en las que la apuesta tecnológica -desde la investigación y el desarrollo hasta la innovación en productos y servicios y su puesta en el mercado ha sido más decidida y cuantiosa.

Pero no es posible que la tecnología sea motor de la productividad y favorezca la actividad, la creación de nuevos puestos de trabajo y el crecimiento económico, si no se dan las condiciones "ambientales" que hagan atractiva la inversión, en términos de seguridad y rentabilidad, y se aseguren la capacitación y el compromiso de directivos, técnicos y trabajadores.

También es evidente que la relación entre productividad e inversión en nuevas tecnologías depende del entorno normativo en el que las empresas se mueven.

El incremento de productividad asociado a las nuevas tecnologías se produce cuando la regulación permite y favorece implementar cambios organizativos, desarrollar nuevos modelos de negocio, mejorar la formación de los trabajadores y reasignar los factores de producción. En suma, cuando el entorno en el que se desarrolla la actividad es amigable con el cambio y facilita la transición tecnológica.

Para que la inversión en tecnología sea motor de la productividad es necesario un marco general previsible que permita planificar a medio y largo plazo, y que no añada incertidumbre a las incógnitas que cualquier inversión empresarial lleva aparejadas.

La digitalización, la robotización, la eficiencia energética, la racionalización del uso de recursos y la seguridad, definen las nuevas capacidades de producción y prestación de servicios y son cada vez más decisivas para la competitividad.

Su implementación combinada tiene un efecto multiplicador para la productividad, pero no está exenta de riesgos. Si las proclamas políticas en favor de impulsar la productividad y la competitividad de empresas y sectores son realmente ciertas, deben demostrarlo minimizando esos riesgos.

Se trata de favorecer la inversión en innovación y tecnología con mayor seguridad jurídica, simplificación de procedimientos y coordinación de todas administraciones, con más dialogo social para definir prioridades y eludir riesgos económicos y laborales, y con una coordinación realmente efectiva en el marco de la Unión Europea.

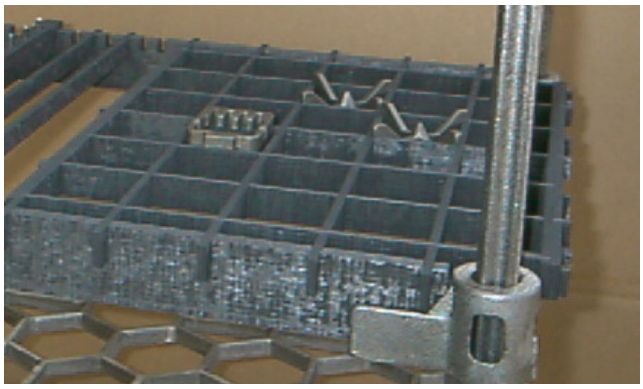
De la Unión Europea llegan los Fondos Europeos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia que, al margen de las dudas sobre su ágil gestión y correcta aplicación, no conseguirán impulsar la competitividad y estabilizar el papel europeo en el escenario económico, sin enfocarse realmente a mejorar la productividad a través de proyectos destinados a la transformación ecológica y digital de la economía europea.

En mejorar la productividad incorporando tecnología y mejorando la formación de los trabajadores se juega el futuro industrial de España. Sólo innovar, incorporar tecnología, mejorar las capacidades de los trabajadores y mejorar la gestión y la organización, permitirá crecer competir y asegurar el crecimiento y la rentabilidad de las empresas y los sectores, y del conjunto de la economía española.

***Por Confemetal***

# SOLUCIONES DE NUEVA GENERACIÓN: CONJUNTO ACERO REFRACTARIO CON CFC





Fuente: Archivos Cronite.

Con 100 años de experiencia en el diseño y la producción de aceros refractarios para el mercado del tratamiento térmico, el Grupo Cronite añadió mecanizado y montaje de elementos de grafito y CFC a su oferta de productos desde el año 1995. El taller de materiales compuestos de carbono en la planta de Arnage (Le Mans, Francia) produce una gama completa de productos, desde piezas de grafito para hornos hasta ensambles complejos de CFC 3D.

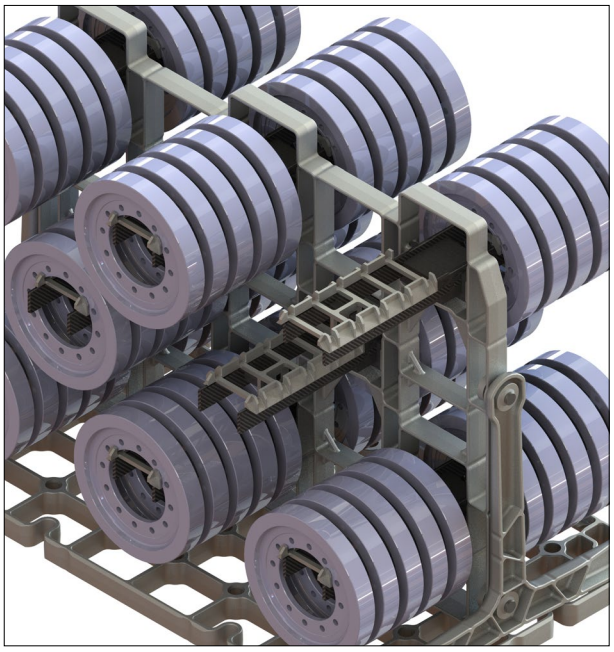
A partir de 1999, Cronite desarrolló soluciones híbridas, siendo la primera empresa en patentar un soporte para incorporar elementos de CFC al conjunto de acero.

La experiencia en diseño e I+D de la compañía sigue impulsando el grupo hacia el futuro con su apoyo al mercado del tratamiento térmico. Su último desarrollo consiste en una nueva generación de productos, combinando aceros refractarios y materiales de carbono para lograr el equilibro perfecto entre coste, resistencia mecánica, peso, y adecuación a proceso y temperatura de tratamiento. Esta tecnología resulta especialmente adecuada para el tratamiento térmico en vacío, temple en atmósfera y cementación a baja presión con temple en gas o en aceite.

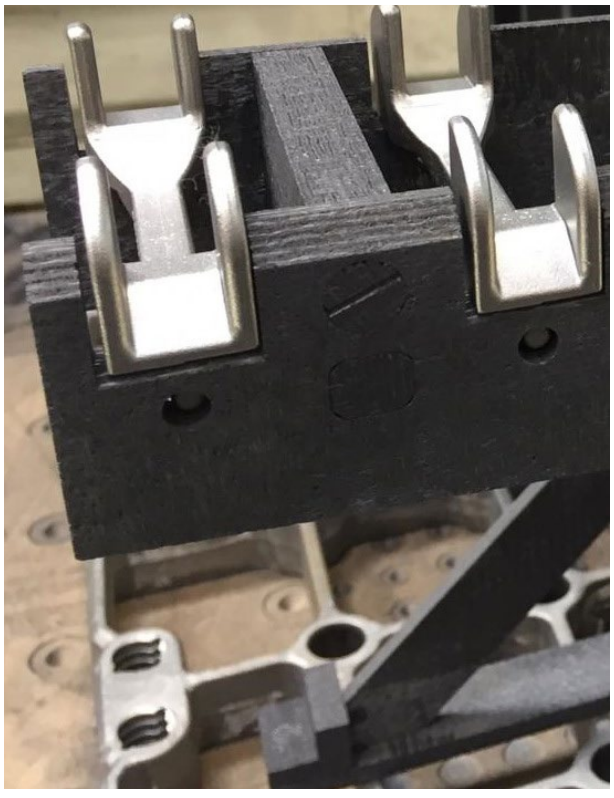
El principio es sencillo: combinar las ventajas de cada material para optimizar la carga, el ciclo de vida y los resultados del proceso, mientras se minimizan los costos. Muchos aspectos se deben de tener en cuenta cuando se diseña un conjunto híbrido óptimo de CFC/acero. La experiencia del Grupo Cronite en diseño, desarrollo de aleaciones, fundición y mecanizado les permite desarrollar y suministrar una solución optimizada, siempre teniendo en cuenta su proceso de tratamiento térmico.

| | Materials | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Alloy** | **CFC** | **Hybrid Alloy CFC** | **Ceramic** |
| Stength at elevated temperatures | = | ++ | ++ | = |
| Resistance to oxydation (during preheating) | ++ | -- | -- | ++ |
| Resistance to friction wear | ++ | -- | + | ++ |
| Resitance to carbon pickup | + | ++ | ++ | ++ |
| Resistance to creep | + | ++ | ++ | ++ |
| Easy to design complex shapes | ++ | -- | + | = |
| Resistance to fast heating ramps | ++ | ++ | ++ | - |
| Resistance to gas quench | ++ | ++ | ++ | -- |
| Resistance to oil quench | + | = | = | -- |
| Resistance to forced cooling | ++ | ++ | ++ | - |

El siguiente ejemplo de un conjunto para tratar coronas en cementación a baja presión enseña claramente el concepto. La bandeja base y la parrilla vertical se suministran como piezas de fundición, en aleación Mancellium, o en diversas nuevas aleaciones CR, más resistentes a la carburación. Una bandeja base de fundición es más adaptada para la interacción con el sistema de manejo del horno. La parrilla de soporte vertical es también idealmente suministrada en aleaciones resistentes a la carburación (con alta estabilidad dimensional), debido al menor coste y al transfer de carga directo a la bandeja base. Los brazos de CFC aportan mejor resistencia a deformaciones de fluencia para soportar la carga vertical de los engranajes. Al eliminar las deformaciones en los brazos, se facilita la carga/descarga robotizada.



Conjunto de brazos Mancellium-CFC en un conjunto de base Mancellium.

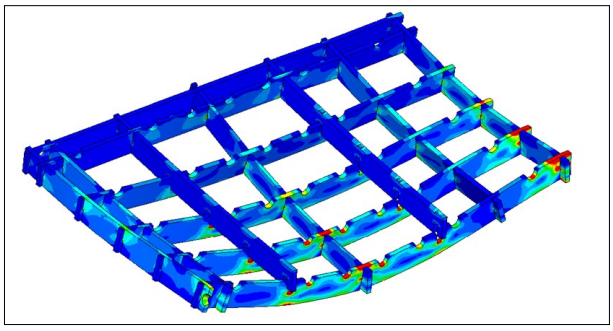


Adaptador en Mancellium complementando brazo de soporte en CFC 3D.

Los adaptadores están producidos con el proceso de fundición en cera pérdida para responder a requerimientos de tamaño y precisión para ajustarse con los brazos de CFC, sin necesidad de mecanizado. El uso de una pieza de fundición para los puntos de contacto de la corona dentada, elimina el desgaste por abrasión del CFC durante la operación de carga/descarga.

El equipo de Diseño de Cronite utiliza un programa de análisis de elementos finitos y de simulación, para garantizar que sus soluciones estén perfectamente adaptadas a las aplicaciones del cliente.

Los utillajes están optimizados para mantener un alto margen de seguridad, mientras se reduzca el uso de elementos compuestos de carbono caros. El uso de esas herramientas informáticas para el cálculo de la resistencia, la fluencia y la deformación permite a nuestro equipo de diseño elaborar rápidamente soluciones de soportes de carga con una vida útil alargada, y una reducción de distorsiones del componente del cliente durante el proceso de tratamiento térmico.



Simulación de parrilla con carga. Deformación ampliada.

El laboratorio de I+D del Grupo Cronite realiza pruebas destructivas completas, pruebas de fatiga, de ciclo y pruebas en condiciones reales, para confirmar de manera concreta los resultados de los métodos de AEF para las aleaciones y los CFC.

El análisis y las pruebas independientes de los materiales CFC han proporcionado una amplia y fiable base de datos sobre el rendimiento de dichos materiales. Esos datos estuvieron transferidos para aplicaciones en el programa de diseño y para la selección de los mejores fabricantes de CFC.



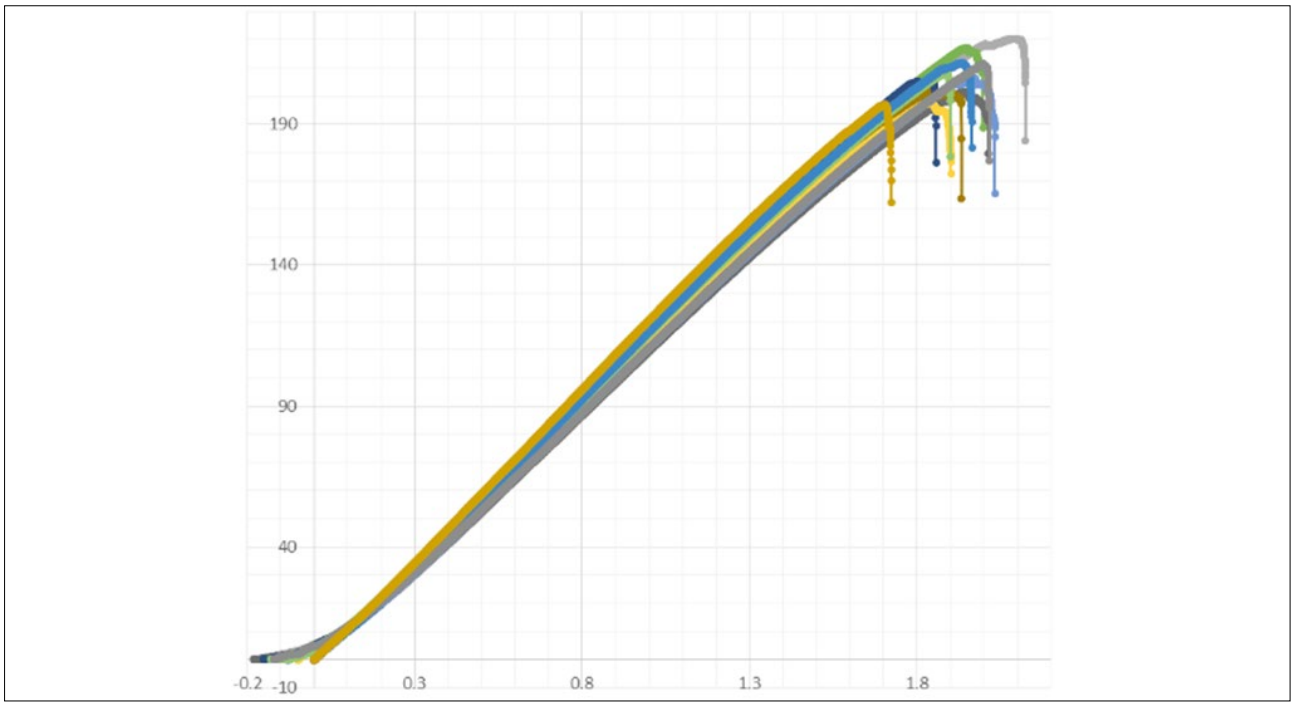
Muestras de CFC para pruebas.



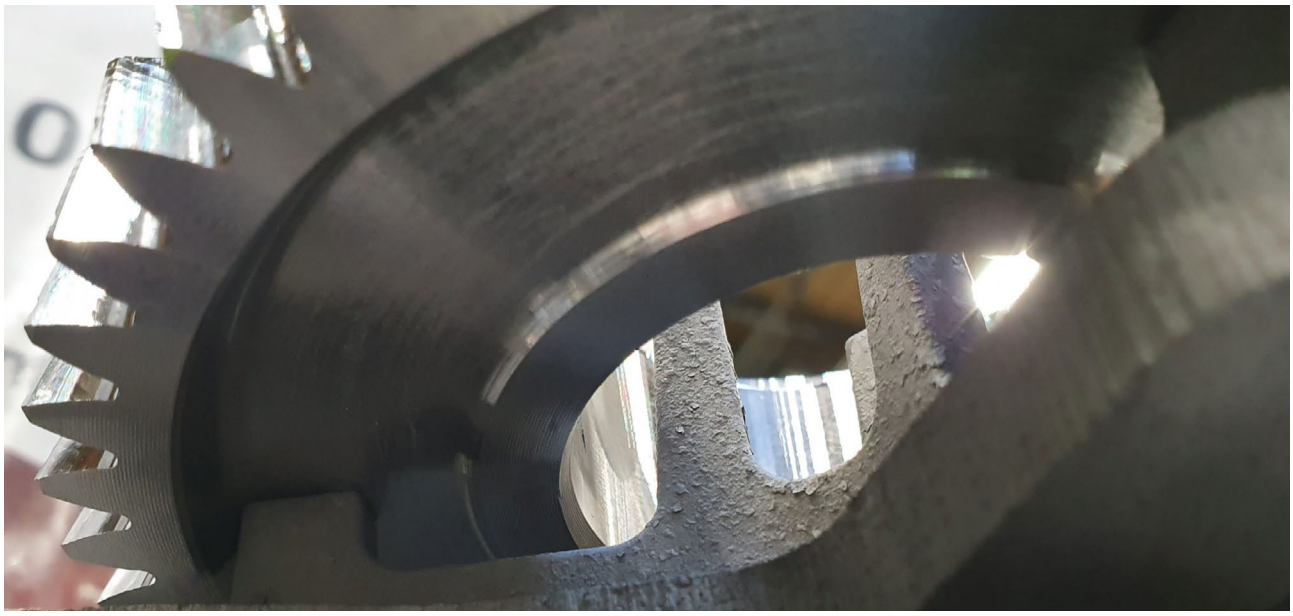
Adaptador en uso en parrilla CFC.

Como se muestra en el gráfico de abajo, los materiales CFC presentan una resistencia excepcional y una deformación predecible a temperaturas elevadas. El material solo no es suficiente para garantizar resultados satisfactorios. Las piezas deben estar correctamente apoyadas y guiadas para minimizar distorsión, lo que puede ser difícil o altamente costoso con una solución compuesta únicamente por CFC. Una combinación híbrida de CFC con soportes de piezas de fundición resuelve este problema.

Para los soportes en contacto con la pieza tratada, el uso de aceros refractarios como Mancellium y aleaciones CR (resistentes a la carburación y permitiendo evitar el fenómeno de pegamento), elimina la transferencia posible de carbono del CFC al componente del cliente, los puntos eutécticos y el desgaste de la superficie del CFC durante la carga/descarga manual o robotizada. Los soportes de contacto de fundición son también superiores a los de cerámica, por su mayor resistencia a rápidos ciclos de calentamiento y enfriamiento del proceso de tratamiento térmico. Las aleaciones de fundición




Tensión-deformación de una muestra de CFC.



Adaptador (cera perdida).

también presentan un crecimiento similar al de los componentes, lo que evita otra posible fuente de distorsión durante el tratamiento térmico.

Cronite usa múltiples técnicas y procesos de prototipo rápido en sus instalaciones de producción, permitiendo suministrar soportes para pruebas de soporte y desarrollo de forma más rápida y rentable.

La impresión en 3D de prototipos de plástico a escala real constituye para los clientes una herramienta visual y práctica para confirmar la funcionalidad, la compatibilidad con la automatización y el uso ergonómico en el entorno laboral antes de paso a producción. Se adaptó la tecnología de impresión 3D para usarla para producción rápida de piezas de fundición para PPAP y proyectos de desarrollo de tratamiento térmico.



Posicionamiento de muestra plástico.



Muestras (cera perdida).

Esta tecnología de prototipos rápidos permite producir y probar simultáneamente varios diseños de soportes de piezas, para identificar de manera rápida la solución ideal para minimizar la distorsión del tratamiento térmico.

La armonización del proceso de I+D, de diseño y de producción de Cronite, tanto en materiales de aleación como de CFC es la clave del éxito en la optimización de la calidad del proceso de sus clientes, reduciendo a la vez sus costes de operación y de capital. La combinación única de capacidades les permite adaptar soluciones hibridas personalizadas a su producto y/o proceso específico.

# WS-WÄRMEPROZESSTECHNIK GMBH CONTINÚA SU APUESTA DE FUTURO CON EL DESARROLLO DE QUEMADORES NEUTROS EN $CO_2$

**Puesta en marcha del nuevo electrolizador de $H_2$**

La empresa WS-Wärmeprozesstechnik GmbH de Renningen desarrolla y comercializa desde hace muchos años quemadores industriales de alta eficiencia con la etiqueta "Green Gas Ready", estableciendo así un estándar en el ámbito de la combustión de hidrógeno para aplicaciones industriales. Los avances en el desarrollo de quemadores de alta eficiencia para combustibles climáticamente neutros –procedentes de energías renovables-, permitirán la descarbonización y consecución de la neutralidad climática en la tecnología de los tratamientos térmicos, tan necesaria para una gran variedad de industrias.

Con la puesta en servicio de su propio electrolizador de hidrógeno, la compañía ha dado un paso muy importante en el desarrollo y optimizacion de estos quemadores. Con ayuda de una instalación fotovoltaica de una potencia total superior a los 300 kW -operativa desde 2018-, ahora se puede generar hidrógeno verde solar para utilizarlo in situ en el desarrollo de sus propios quemadores. Esto permite que la fase de prueba de los nuevos quemadores sea neutra en $CO_2$, mediante el uso de hidrógeno como combustible.

El creciente desarrollo de pruebas con quemadores es una muy buena señal para el medio ambiente. Además, gracias a la producción local de hidrógeno verde, ya no es necesario el transporte por carretera del combustible renovable, con el consecuente ahorro de emisiones para el medio ambiente. Alimentados por energía solar, los módulos electrolizadores llenan unos depósitos de reserva que pueden almacenar suficiente



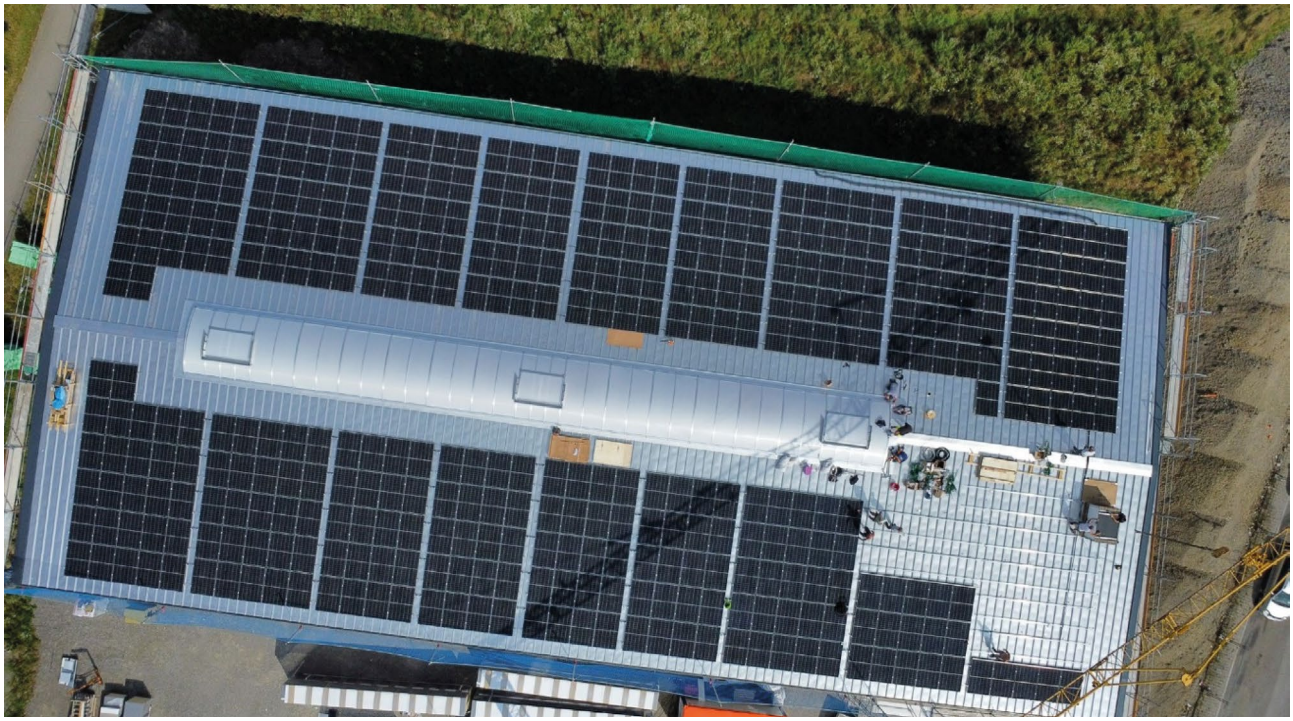



hidrógeno para satisfacer el consumo de los quemadores industriales testados en su laboratorio a lo largo de toda una jornada de trabajo. Con la vista puesta en la creciente demanda de quemadores de hidrógeno y el consiguiente esfuerzo en I+D, este aumento adicional en la producción propia de hidrógeno verde permitirá multiplicar las opciones de almacenamiento, así como las pruebas de nuevos modelos de quemador.

**Construcción del nuevo pabellón ecológico**

También el nuevo pabellón de madera ecológica, en construcción actualmente, dispondrá de una instalación de paneles fotovoltáicos, consiguiendo, una vez finalizada su construcción, una potencia total de 1 MW para toda la fábrica de WS-Wärmeprocesstechnik GmbH. Esto se utilizará tanto para aumentar la generación de hidrógeno verde, como para conseguir la autosuficiencia eléctrica total en sus edificios de producción y oficinas.



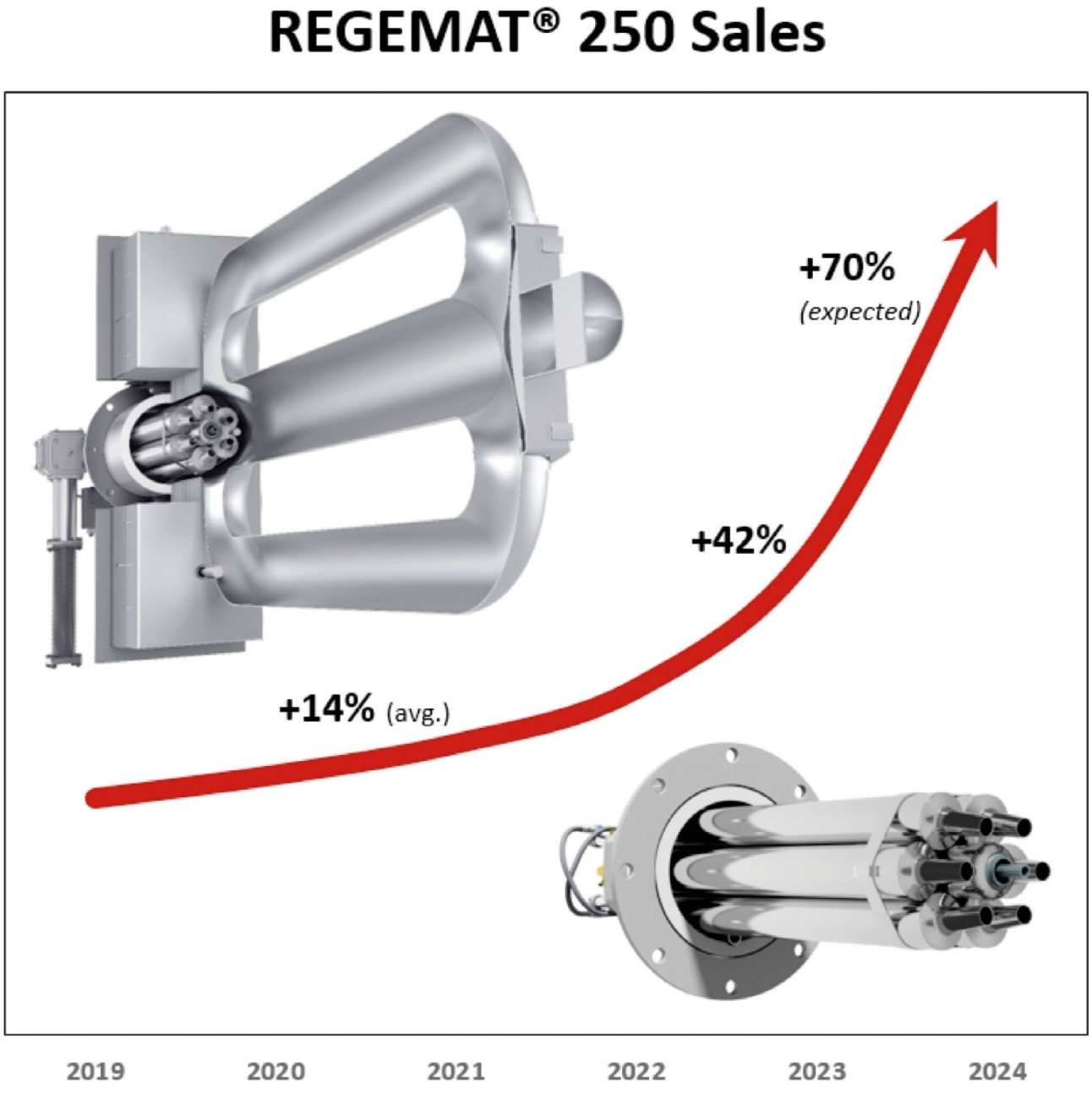


**REGEMAT® 250: tecnología de futuro ya probada y en funcionamiento**

El REGEMAT® 250 goza de una excelente reputación en el sector industrial, lo que no sorprende, ya que es con diferencia el quemador más eficiente disponible para líneas continuas de galvanizado y muchas otras aplicaciones.

Al mismo tiempo, gracias a la tecnología patentada FLOX®, consigue unas emisiones de NOx extremadamente bajas y ofrece una impresionante capacidad para trabajar con hidrógeno, lo que proporciona a los operadores de estos equipos la máxima tranquilidad en el medio-largo plazo.

Después de más de 15 años de experiencia operativa con miles de quemadores con tubo radiante en doble- P (ver figura) y otras aplicaciones especiales, está claro que el REGEMAT® 250 cumple con todos los requisitos más importantes de un sistema de combustión con la última tecnología: máxima eficiencia y mínimas emisiones. Los crecientes pedidos de este modelo de quemador por parte de las más grandes empresas del sector, respaldan claramente esta tendencia, que también se pone de manifiesto especialmente en las cifras de ventas que aumentan año tras año.



**Rexnord Kette GmbH consigue un balance energético óptimo tras la modernización de su horno continuo de cinta.**

Los ambiciosos objetivos de protección del medio ambiente y el aumento de los costes energéticos, exigen que los operadores de sistemas de tratamiento térmico en el rango de alta temperatura, investiguen qué medidas pueden utilizarse para la mejora de la eficiencia energética en sus sistemas.

Los empleados de Rexnord Kette GmbH, responsables de esta labor en la planta de Betzdorf, crearon un detallado análisis en el que se registraron sistemáticamente todos los parámetros clave de sus sistemas de combustión. Posteriormente, en conversaciones conjuntas con el departamento de atención al cliente de WS-Wärmeprozesstechnik GmbH, desarrollaron las acciones necesarias para implementar los conocimientos teóricos adquiridos en el sistema y evaluarlos paso a paso.

Empezaron con un horno continuo de cinta, que hace muchos años se modernizó con quemadores estándar. Los primeros y sencillos pasos de optimización permitieron ahorrar inmediatamente un 15% de la energía consumida por el horno, mediante la instalacion de quemadores auto recuperativos REKUMAT®.

En un segundo paso se instalaron nuevos quemadores auto recuperativos REKUMAT® modelo S de la más alta eficiencia energética. Con la ayuda de estos quemadores, testeados desde hace años, así como realizando otras optimizaciones en la distribución de la temperatura, se logró durante el proyecto una reducción total de $CO_2$ del 35 % en comparación con la instalación anterior.

Gracias a la tecnología FLOX® patentada por WS, el sistema modernizado también alcanza valores de emisiones de NOx excepcionalmente bajos. Este exitoso proyecto muestra claramente la ventaja potencial que surge cuando los operadores de una línea de producción y los proveedores de sistemas de combustión, cada uno con décadas de experiencia, aportan sus conocimientos para desarrollar e implementar un concepto de modernización común y coherente.



# SELECCIÓN DE RODAMIENTOS PARA EQUIPOS DE LAMINACIÓN DE FUERTE IMPACTO

***El uso de robots Brokk en los diferentes trabajos y procesos de demolición de hornos, enfriadores o calentadores, permite llevar al máximo los conceptos de rendimiento y seguridad. Los robots están equipados con la última tecnología y permiten trabajar siempre de forma remota, lo que reduce exponencialmente la probabilidad de accidentes durante las diferentes tareas. La total ausencia de emisiones contaminantes junto a su gran compacidad y robustez, hacen de estos equipos los instrumentos ideales para cualquier trabajo que deba desarrollarse en la industria, por crítico que sea e independientemente de lo complejo o peligroso que pueda resultar en un principio.***

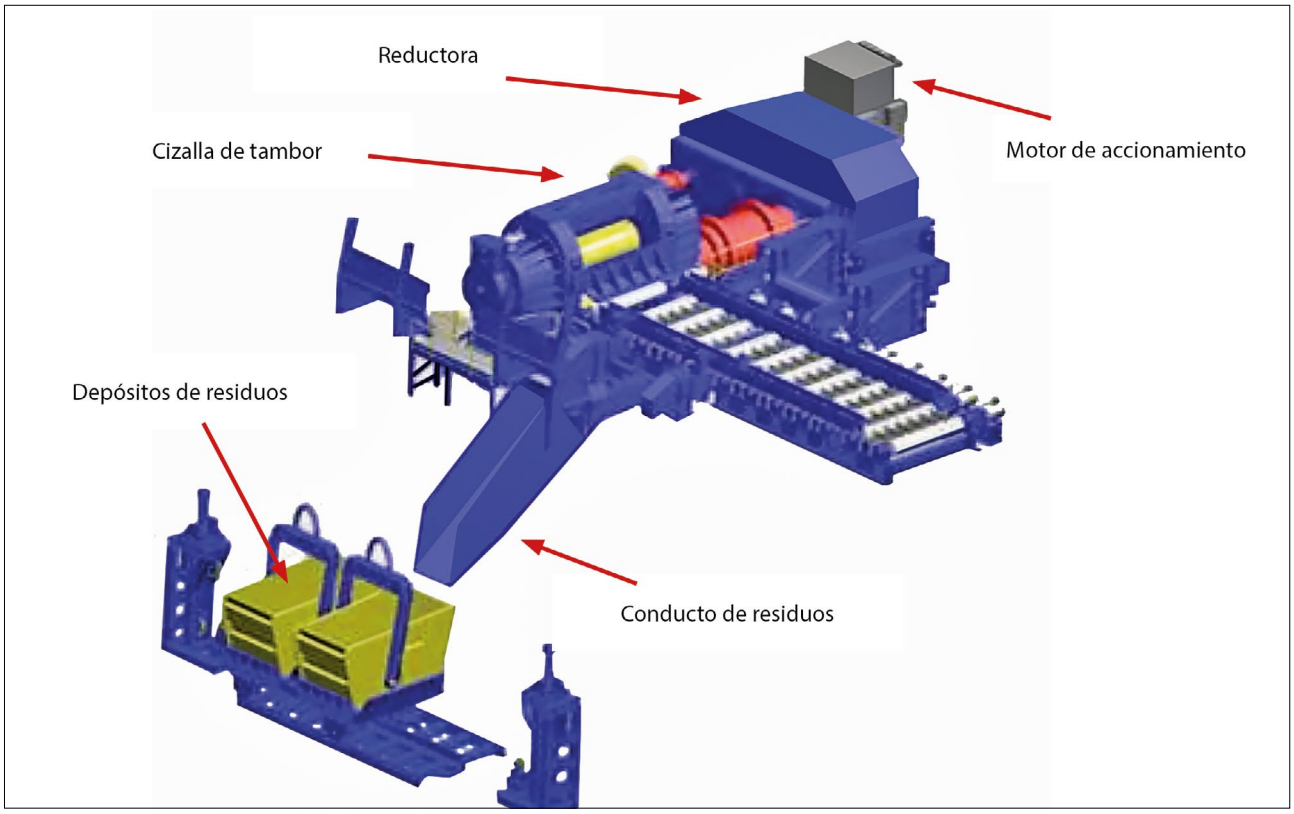



Figura 1: Disposición de las cizallas

**Introducción**

Las cizallas volantes son uno de los equipos auxiliares de laminación más exigentes. Se usan para cortar materiales mientras se desplazan por la cinta transportadora. Entre los tipos de cizallas volantes se incluyen las transversales, las pendulares, las pivotantes y las de tambor. Recortan los bordes de las bandas y cortan los productos en piezas de una longitud estándar. Las cizallas se accionan directamente mediante un motor de transmisión principal y una caja reductora.

Las cizallas de tambor cuentan con un motor de transmisión, una caja reductora, y un conducto y depósitos de recogida de residuos (Figura 1).

Cuando la cizalla está en posición de "reposo", el material puede pasar entre los tambores al laminador (Figura 2). Cuando se inicia el ciclo de corte, el motor acelera rápidamente los tambores hasta alcanzar una velocidad de la cuchilla en superficie igual a la velocidad del material. Cuando las cuchillas se juntan, el corte se realiza con el par motor al máximo (Figura 3).

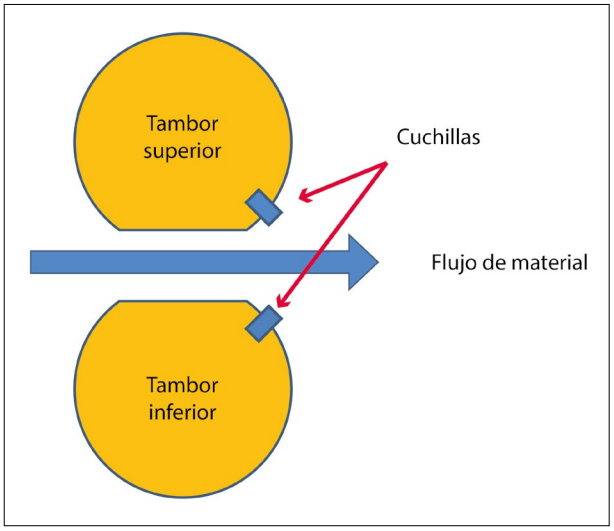



Figura 2: Cizalla en posición de reposo

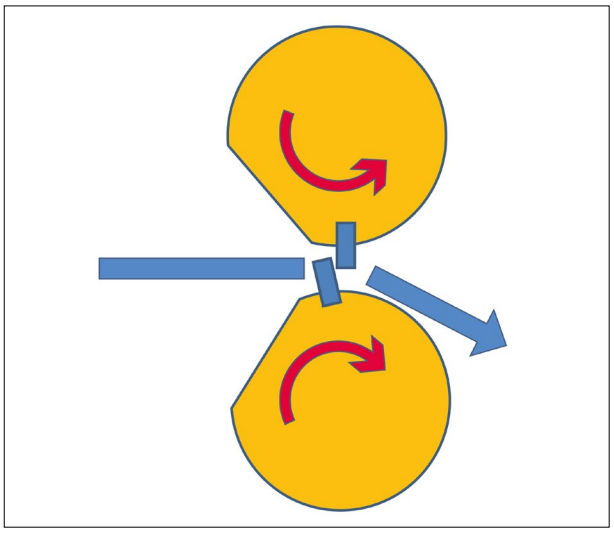
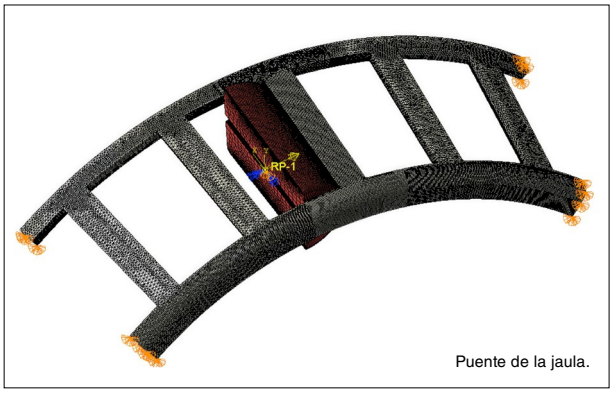


Figura 3: Cizalla en posición de corte.

La fase de corte incluye una ligera y brusca reducción de la velocidad al primer contacto de las cuchillas con la banda. Al mismo tiempo, se produce un incremento del par motor. Las cuchillas atraviesan el material con el par motor al máximo. Cuando el material se corta, se produce una recuperación breve y brusca de la velocidad seguida de una deceleración. Cualquier aceleración o deceleración que se produzca en los tambores de corte, se amplifica en el eje de entrada de la caja reductora por la relación de transmisión global. Esto provoca fuertes cargas de choque entre los rodillos del rodamiento del eje de entrada y su jaula, primero en una dirección y después en la otra.

**Consideraciones teóricas**

La selección de rodamientos para cajas reductoras de cizallas sigue las mismas directrices que cualquier otra aplicación de transmisión de laminación, como desbobinadoras y bobinadoras, reductores de transmisión de laminación y soportes de piñón para transmisión de laminación. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los rodamientos del eje de entrada deben tener un diseño especial, para reducir el riesgo de daños en la jaula bajo un elevado esfuerzo del material (Figura 4).



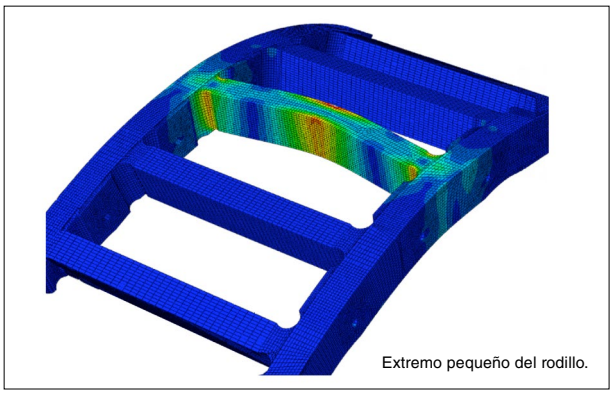




Figura 4: Impacto de la jaula de rodillos y tensión resultante.

En la sección transversal 2D del rodamiento, se puede ver el impacto entre los rodillos y la jaula (Figura 5). Se muestra la zona de carga bajo un rodillo $Q_0$. En el punto A, la jaula empuja el rodillo, que entra en la zona de carga con una fuerza representada como $F_{impacto-derecha}$ (el lado del puente de la jaula es la referencia para el nombre del subíndice de fuerza). Los rodillos son conducidos por fricción con los anillos bajo $Q_0$ durante el trayecto por la zona de carga. En el punto B, los rodillos empujan la jaula con una fuerza representada como $F_{impacto-izquierda}$, y ésta sale de la zona de carga.

En la Figura 6 se muestra el desplazamiento de la zona de carga del rodillo desde la posición A hasta la posición B en la ventana de la jaula (es decir, desde que es empujado por la jaula hasta que él empuja la jaula), donde J es la distancia entre el rodillo y la jaula, y V es la velocidad media de desplazamiento.

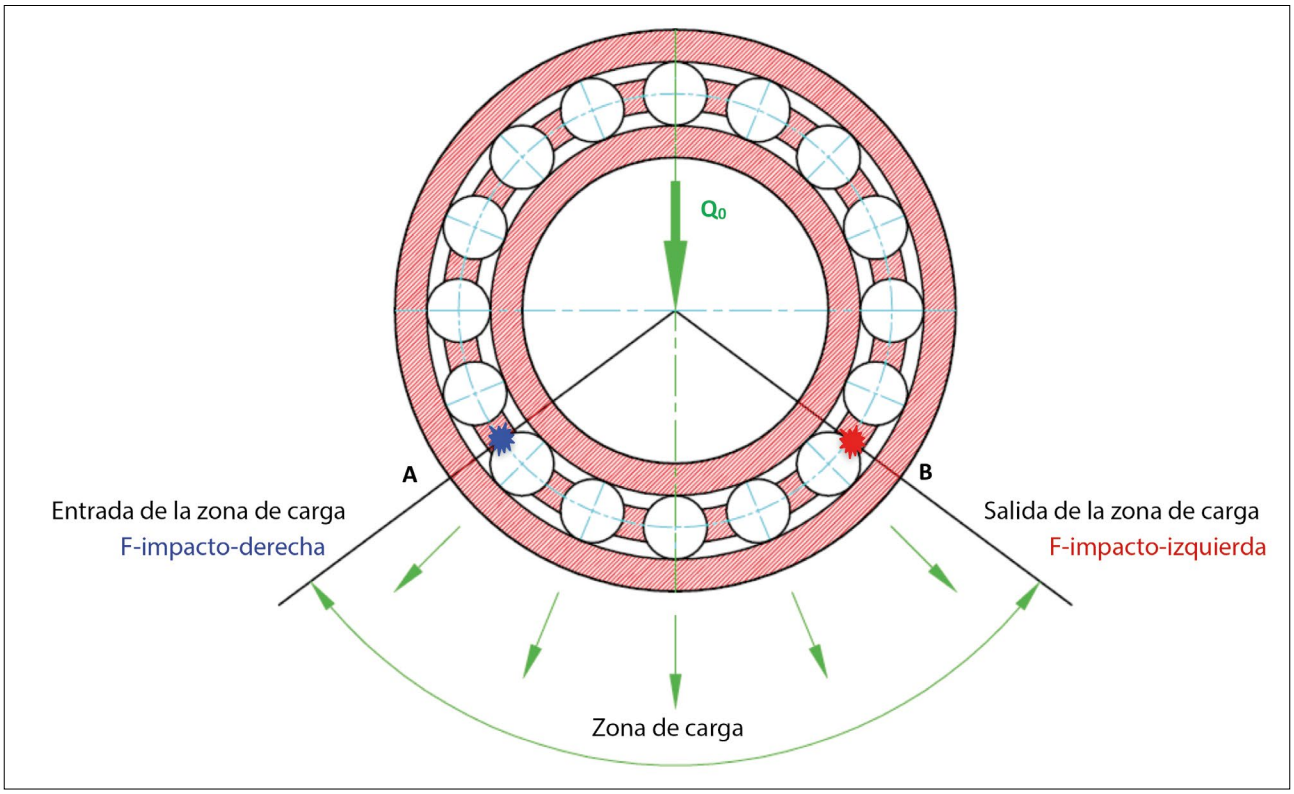



Figura 5: Zona de carga del rodamiento

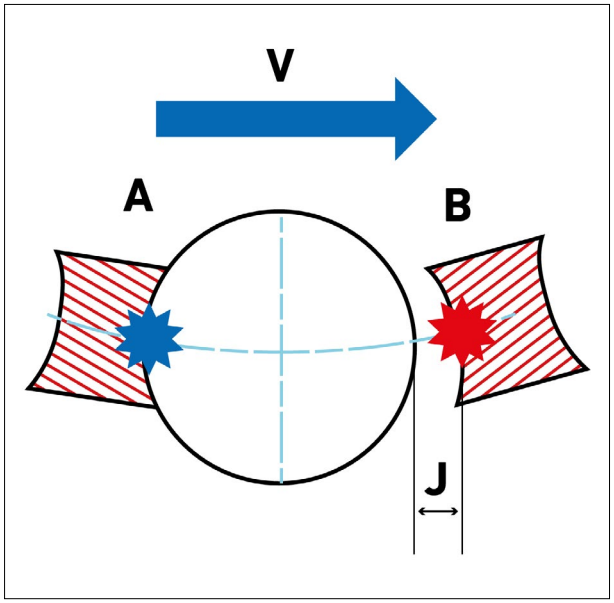



Figura 6: Movimiento del rodillo frente a la ventana de la jaula en la zona de carga.

La Figura 7 muestra la fuerza de impacto del rodillo con el puente de la jaula, en función de la ubicación del rodillo para una aplicación de corte. La fuerza de impacto se evalúa con CageDyn, una herramienta de análisis avanzado. La distribución de la carga exterior del rodillo $Q_0$ también se representa como una línea de puntos en el segundo eje del mismo gráfico.

El gráfico representa cuatro recorridos completos del rodillo por la zona de carga. Se muestra cómo la jaula empuja el rodillo (con fuerzas negativas representadas como $F_{impacto-derecha}$) cuando el rodillo entra (es empujado por la jaula) en la zona de carga, así como la fuerza inversa positiva (representada como $F_{impacto-izquierda}$) cuando la jaula impacta al rodillo al salir de la zona de carga. Se aprecia claramente cómo las fuerzas de impacto del puente de la jaula con el rodillo (azul) y del rodillo con el puente de la jaula (rojo) aumentan repentinamente a medida que el rodillo entra y sale de la zona de carga.

Debe realizarse un análisis de elementos finitos en la jaula, basado en las fuerzas de impacto máximas para evaluar la tensión del puente. También hay que prestar especial atención al diseño de los rodamientos: geometría interna, diseño de la jaula y ajuste (consulte la sección 4). El análisis de elementos finitos se debe usar para evaluar las tensiones del material que puedan dañar la jaula.

**Daños de la jaula**

La Figura 8 muestra una jaula rota por el extremo pequeño. Hay marcas de impacto del rodillo en la ventana de la jaula en el extremo pequeño y marcas de impacto en el puente de la jaula.

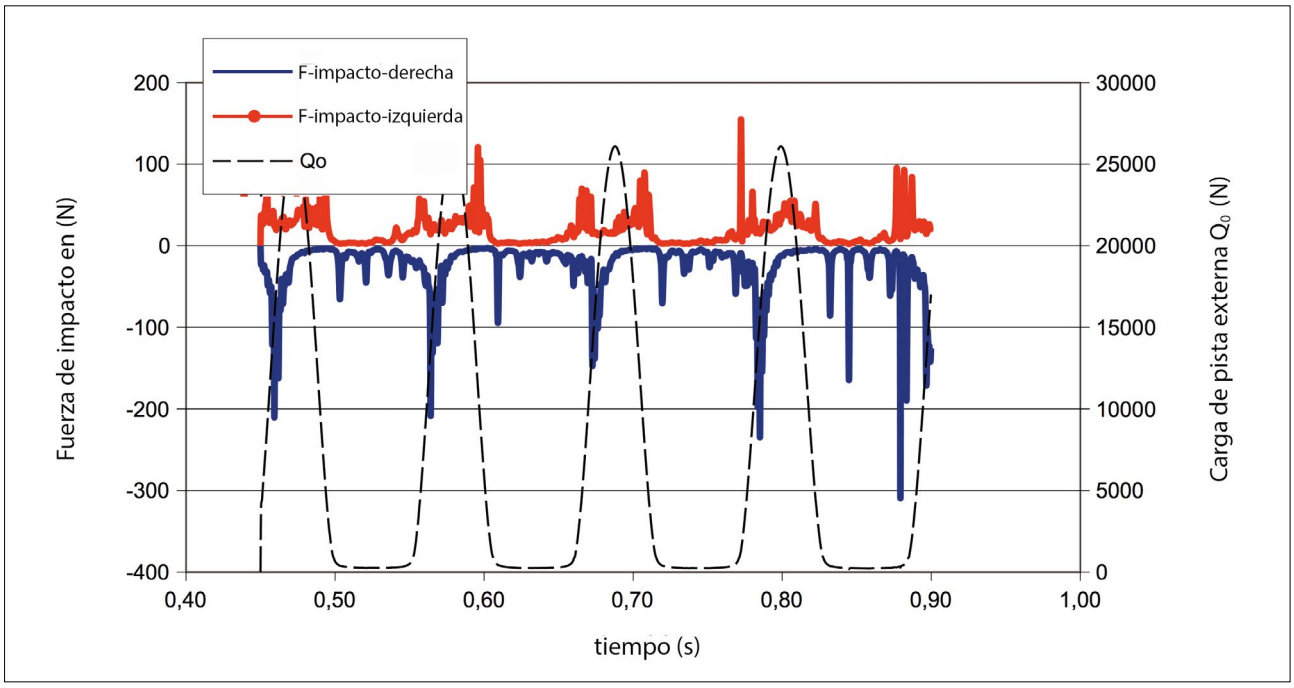



Figura 7: Fuerzas de impacto del rodillo con el puente de la jaula frente a la ubicación de los rodillos.



Figura 8: Jaula rota

**Consideraciones especiales sobre rodamientos**

Considere los siguientes diseños especiales de rodamientos para reducir el riesgo de daños en la jaula.

a) Geometría interna: minimice la relación longitud/diámetro de los rodillos para garantizar una jaula más robusta.

1. Un rodillo más corto también minimiza el cruce de las cargas en la ventana de la jaula.
2. Un número menor de rodillos implica puentes más anchos.

b) Geometría de la jaula (Figura 9):

1. Algunas características de diseño aumentan la resistencia y la solidez de la jaula en el contacto entre el rodillo y la jaula.

- Grosor de Jaula: sección más pesada en dirección radial.
- Puentes de jaula: aumente la anchura en sentido circunferencial.
- Brida grande/pequeña de la jaula: sección transversal lo más grande posible.
- Radios de acuerdo de las ventanas: radios generosamente dimensionados en las intersecciones entre el puente y la brida.
- Una jaula granallada (tiempo prolongado) aumenta las tensiones residuales superficiales.
- Inspección de jaulas: inspección por partículas magnéticas.

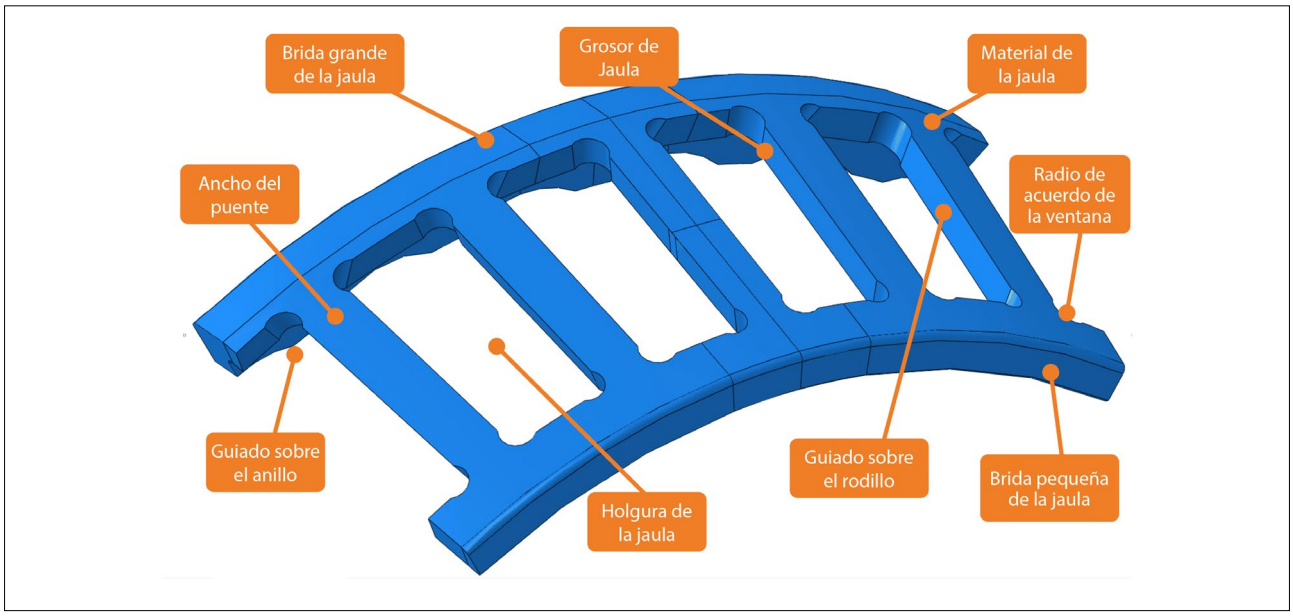



Figura 9: Geometría de la jaula.

2. Características de diseño para reducir el impacto del rodillo con la jaula.

- La holgura de la jaula es la separación permitida entre los rodillos y la jaula. Una holgura ajustada de la jaula reduce el impulso que pueden adquirir los rodillos antes de impactar contra la jaula.
- Jaula Guiada en el anillo: la jaula se controla mediante pilotaje en el anillo interior para reducir la carga de los rodillos. "Pilotaje" describe una holgura estrecha entre el diámetro interior de la jaula y el anillo del rodamiento, que soporta la jaula para controlar su posicionamiento radial.
- Reglaje de los rodamientos:

También es importante tener en cuenta el juego operativo del conjunto. Lo ideal es un reglaje próximo de línea a línea durante el funcionamiento. Un juego axial excesivo provoca una zona de carga más pequeña y un mayor impacto de los rodillos dentro de las ventanas de la jaula. Mantenga un control estricto del juego axial montado para aumentar la zona de carga y el guiado de la jaula, pero también tenga en cuenta los requisitos de arranque y condiciones transitorias. Utilice la precarga por resorte de los aros cuando existan cargas axiales y/o cuando las condiciones de funcionamiento sean dinámicas.

Basándonos en nuestra experiencia y en estas consideraciones de diseño, la Figura 10 muestra una jerarquía de clasificación de jaulas para la gestión de aplicaciones de laminación de fuertes choques.

1. Para aplicaciones de fuertes choques, Timken prefiere una jaula de acero mecanizado fabricada con acero endurecido de alta resistencia para reducir el riesgo de rotura. El mayor coste de la jaula se justifica por el aumento de la fiabilidad y la reducción de los tiempos de inactividad imprevistos.
2. Una segunda opción viable es la jaula estampada más pesada con las mejoras de diseño comentadas en la sección 4.

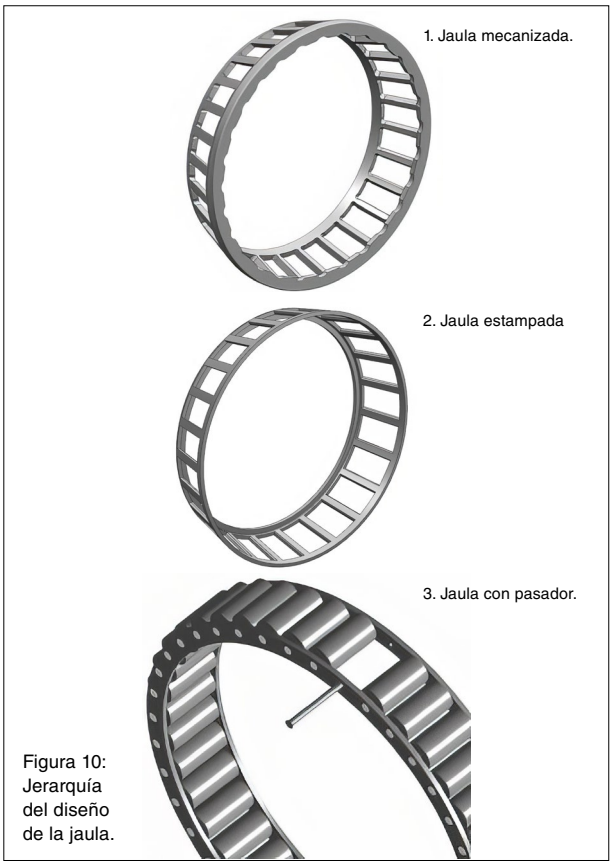



Figura 10: Jerarquía del diseño de la jaula.

3. Las jaulas con pasador pueden ser una opción, pero técnicamente no son la opción más adecuada. Antes de su uso, una evaluación minuciosa debe considerar las mejoras en el diámetro de los pasadores, los superacabados de los orificios de los pasadores/rodillos, los extremos remachados de los pasadores o la soldadura TIG de los pasadores. Es importante hacer una inspección no destructiva.

**Conclusiones**

1. La selección de rodamientos para la caja de transmisión de las cizallas sometida a fuertes cargas de choque, sigue las mismas directrices que otras aplicaciones de transmisión de laminación. Sin embargo, se debe prestar especial atención a los rodamientos del eje de entrada para reducir la probabilidad de daños en la jaula, debido a las cargas de choque que causan tensiones elevadas en el material.
2. Para identificar las jaulas de rodamientos adecuadas, se deben utilizar herramientas avanzadas de análisis de aplicaciones como CageDyn y FEA, en combinación con consultas a especialistas en diseño de rodamientos.
3. Timken recomienda jaulas de acero mecanizado para aplicaciones de fuertes choques.
4. Las cajas de transmisión de cizallas son solo una de las aplicaciones de los laminadores que funcionan con fuertes cargas de choque. Otras aplicaciones de laminación pueden tratarse del mismo modo, como el eje de entrada de las reductoras de los laminadores de tubo sin soldadura.

***Agradecimientos***

*Los autores desean agradecer a The Timken Company el permiso para la publicación de este estudio.*

***Nicolae Tudor**, Ingeniero especialista en aplicaciones.*
***Marco Scarabaggio**, Gestor de cuentas clave.*
*Ingeniería de Aplicaciones de Timken Europa.*

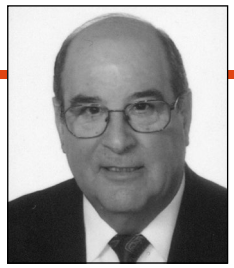
## REFERENCIAS

1. Timken Engineering Manual, Metals Industry Edition (2013) –(manual sobre la industria del metal). The Timken Company (N.º de pedido 10688)
2. Timken Metals Product Catalog (2014) – The Timken Company (N.º de pedido 10675)

metal barcelona25
robomática barcelona25
30 SEPTIEMBRE & 1 OCTUBRE | FIRA BARCELONA



advanced manufacturing barcelona25
Gold Sponsors
YASKAWA VLBGROUP BÖLLHOFF
RESERVA TU STAND
www.advancedmanufacturingbarcelona.com ambarcelona@easyfairs.com +34 91 541 24 88
by EASYFAIRS



Noviembre 2024

*D. Manuel Antonio Martínez Baena*
*Ingeniero metalúrgico*

# FACTORES METALÚRGICOS Y TECNOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DE UNA HERRAMIENTA

**3. Introducción**

La selección del material con el cual se ha de fabricar una herramienta es la clave fundamental que nos permite alcanzar un buen rendimiento en las condiciones de empleo y servicio de la misma. Pero no hay que olvidar que el éxito o fracaso de una herramienta no sólo depende del tipo de acero utilizado en su fabricación, sino que hay otros factores que intervienen también de una manera importante en el resultado final de la herramienta, que igualmente son decisivos a la hora de valorar su rendimiento mecánico y la fiabilidad en servicio:

- Calidad del acero.
- Diseño y geometría de la herramienta.
- Proceso de puesta en forma de la herramienta: (1) mecanizado por arranque de viruta; (2) electroerosión; (3) rectificado.
- Tratamiento térmico.

Estos factores se pueden comparar con los eslabones de una cadena, en la que el fallo de uno de ellos influye de una forma decisiva en el comportamiento en servico de la misma. Por esto hay que atender a todos y a cada uno por igual, para tener la certeza y seguridad de que actuarán en su conjunto de una manera correcta y satisfactoria. No se debe olvidar por tanto, que el rendimiento de la herramienta quedará fijado por uno cualquiera de estos cuatro factores, principalmente por aquél que técnicamente sea el menos conseguido.

***3.1. Calidad del acero***

Por calidad del acero –concepto difícil de definir– entendemos todo aquello que se relaciona con un buen servicio y rendimiento del material: (1) para el constructor de la herramienta será calidad que el acero particularmente mecanice correctamente; (2) para el tratamentista será calidad, que la herramienta al tratarla térmicamente adquiera por temple la dureza exigida y al mismo tiempo no sufra deformaciones perjudiciales; (3) para aquél que ha de utilizarla será calidad, cuando acabada la herramienta y puesta en servicio, tenga las propiedades óptimas para un buen rendimiento en su trabajo mecánico; etc. Ante tal complejidad de pareceres y de exigencias, es lógico que sea la experiencia del acerista basada en muchos años de práctica junto a una estadística vivida de numerosísimos ensayos, con éxitos y también fracasos, el que defina la calidad del producto –acero– que fabrica.

Con las actuales tecnologías de fabricación [HCV= fusión en el horno eléctrico y afino secundario en cuchara + vacío; ESR = refusión bajo escoria electroconductora; VAR = refusión bajo vacío; PM = pulvimetalurgia: ver figura 1.3], ha habido en estas últimas décadas un salto cualitativo muy importante en el aseguramiento de la calidad. La calidad de un acero de herramientas comienza en los hornos de fusión, con la utilización de chatarras y otras materias primas bien seleccionadas y sin excesivas precauciones económicas.

Todas las secuencias del ciclo metalúrgico de fabricación del acero se realizan bajo un riguroso control: calentamiento, fusión, elaboración y transformación en caliente de los semiproductos y barras, enfriamientos, recocidos, etc. Este conjunto de operaciones unido a una buena selección de materias primas, cuidadosa elaboración en los hornos de fusión y exhaustivos controles de calidad, puede explicar el elevado precio de estos aceros, justificado además por su relativa alta aleación.

En la transformación en caliente de los lingotes en semiproductos y barras, se han de tener en cuenta ciertos valores. La reducción por forja a producto final; p.ej.: que en acero de construcción es de [3 ÷ 4]:1, en los aceros aleados de herramientas no debe ser inferior a 6:1 [≥ 6:1].

En la actualidad se logra una máxima compacidad central y una mayor modificación de la estructura

primaria de solidificación del lingote de partida, cuando a éste se le realiza un tratamiento térmico de homogeneización seguido de un forjado trimensional.

Por último se encuentra el control final que se verifica con la máxima atención, utilizando para ello todos los métodos de ensayo que aseguren la máxima calidad y fiabilidad del producto fabricado.

### *3.1.1. Composición química*

La composición química del material ha de estar de acuerdo con el análisis de la composición establecido en norma. En la mayoría de los casos esta circunstancia no es tan fundamental, y de hecho para una misma composición, las distintas acerías especializadas trabajan con composiciones que varían ligeramente de la composición base especificada en norma.

### *3.1.2. Defectos internos e inclusiones*

El acero ha de estar completamente exento de defectos internos, sobre todo en aquellos materiales que se han de utizar en la fabricación de herramientas, donde el núcleo o centro del material es coincidente con la zona activa de trabajo de la herramienta en cuestión. Hecho especialmente grave que afectaría muy mucho al rendimiento de la herramienta y al deterioro de las piezas con ellas fabricadas.

Una forma de control de los defectos internos de los productos de acero es el macroataque –ataque con ácido caliente a una determinada temperatura–. El ensayo tiene el inconveniente de que es muy difícil de normalizar; ya que no ofrece un resultado numérico y depende de la apreciación muy subjetiva de la persona que lo realiza. Suele variar mucho el aspecto de la superficie atacada: tiempo de exposición, temperatura del ácido, acabado superficial de la sección transversal de la probeta atacada, etc. Sólo vigilando estas variables y una larga experiencia, se llegan a interpretar los posibles defectos: rechupes, estallados, copos, porosidad central, sopladuras, estructuras dendríticas, y un largo etcétera.

Otros procedimientos para la detección de defectos internos son los ensayos por ultrasonidos, que permiten descubrir con precisión absoluta todos los defectos internos habidos en el acero que se ensaya, aunque sean de pequeño tamaño. A parte de esta precisión los ultrasonidos tienen la ventaja de poder examinar los productos, forjados y/o laminados, en toda su masa y extensión.

La limpieza inclusionaria de los aceros de herramientas es muy importante, debido principalmente a la influencia que tiene sobre las características mecánicas de resistencia a la fatiga, tenacidad, etc. Tiene igual importancia en aquellos casos que se precisa un perfecto pulido en la superficie activa de las herramientas y moldes. Si hay inclusiones el pulido nunca es perfecto, ya que siempre quedará dañado por la presencia de inclusiones en la superficie afectada.

El ataque en caliente con ácido, como antes ya se ha indicado, descubre la presencia de estos defectos y segregaciones, pero se aprecian mejor mediante el ensayo de fractura y evaluados por microscopía. Las segregaciones dependen mucho de las condiciones de colada. Su presencia y acción perjudicial prácticamente se anula por medio de un buen trabajo de forja: reducción ≥ 6/1.

### *3.1.3. Sensibilidad de temple*

Es importante conocer la personalidad del acero que no sólo está caracterizada por su templabilidad, sino también por su sensibilidad de temple. Esta facultad se define como “la propiedad del acero que fija su tamaño de grano y tenacidad mediante un tratamiento térmico correcto de temple”. En todos los aceros de herramientas esto significa calidad que viene definida por dos factores internos: (1) los químicos de composición que proporcionan templabilidad; y (2) los relacionados con las materias primas y las técnicas de fabricación.

La sensibilidad de temple de los aceros de herranientas se controla observando el crecimiento de grano y la penetración de temple, en probetas templadas a distintas temperaturas de austenización y después fracturadas, pulidas y atacadas con ácido; figura 3.1. El control se completa con la realización de ensayos de tenacidad.

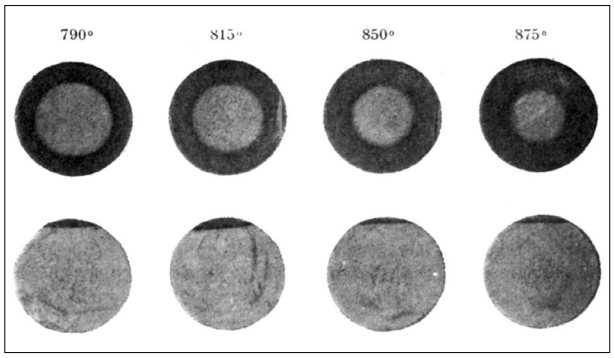



Figura 3.1. Sensibilidad de temple y templabilidad de un acero al carbono (C = 0,90) –grano fino– de herramientas. Templabilidad y tamaño de grano que van aumentando con la temperatura de temple: a mayor temperatura mayor tamaño de grano y mayor profundidad martensítica.

### *3.1.4. Templabilidad*

La templabilidad es un factor muy importante en los aceros en general, ya que determina la mayor sección o espesor que puede templarse, obteniendo asimismo una estructura enteramente martensítica, condición que es deseable alcanzar en el tratamiento de temple de toda herramienta.

La templabilidad es una magnitud física fijada para cada acero y de la cual depende la profundidad de temple martensítico de una determinada sección; ver figura 2.9. La aceptación de temple de cada acero, independientemente del contenido de carbono y de aleación, está condicionada por la sección transversal de mayor espesor de la herramienta a templar. Según aumenta la sección de la herramienta tanto más irregular será su templabilidad.

### *3.1.5. Defectos superficiales*

Los responsables del diseño y fabricación de las herramientas saben que se ha de eliminar normalmente por mecanizado la superficie de laminado o de forja del acero de partida, ya que si no se elimina completamente pueden aparecer defectos tales como grietas, pliegues, descarburación, etc. procedente de los procesos de transformación en caliente del acero; –laminación y/o forja– defectos que se producen tanto en las fases de calentamiento como en las posteriores de forja o de laminación.

Las normas nos recuerdan que al fabricar la herramienta o componente, se tengan en cuenta las creces de mecanizado de los materiales correspondientes; tabla 3.I. Creces que garantizan la total eliminación de defectos superficiales procedentes de los productos de forja y/o de laminación. Los defectos antes enumerados, si no se eliminan en el mecanizado pueden ocasionar tensiones en el tratamiento térmico de temple, que normalmente pueden inducir a eventuales grietas y roturas en las herramientas afectadas; figura 3.2.

Los aceristas y almacenes especializados presentan algunos de sus productos y perfiles de mayor consumo –redondos, cuadrados y llantas– ya mecanizados; eliminando así cualquier asomo de defecto superficial. En otras ocasiones los presentan rectificados con tolerancias dimensionales de mayor precisión.

Redondo, cuadrado (Sobremedida)

| Dimensiones de acabado en mm. | —16 | >16 —25 | >25 —40 | >40 —63 | >63 —80 | >80 —100 | >100 —125 | >125 —160 | >160 —200 | >200 —250 | >250 —315 | >315 —400 | >400 —630 | >630 —800 | >800 —1000 | >100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sobremedida en mm | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 16 | 19 | 25 | 30 | 35 | 40 |

Plano (Sobremedida)

| Dimensiones de acabado de la anchura en mm | Anchura A Espesor E | Dimensiones de acabado del espesor en mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | >3 —5 | >5 —7 | >7 —10 | >10 —15 | >15 —20 | >20 —25 | >25 —35 | >35 —50 | >50 —75 | >75 —100 | >100 —125 | >125 —150 | >150 —200 | >200 —250 | >250 —300 | >300 —350 | >350 —400 | >400 —450 | >450 —500 | >500 —550 | >550 —600 | >600 —650 |
| 5— 16 | A | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| > 16— 25 | A | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| > 25— 30 | A | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,2 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| > 30— 35 | A | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,2 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| > 35— 50 | A | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,2 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| > 50— 75 | A | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,4 | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | | | | | | | | | | | | | |
| > 75— 100 | A | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,4 | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | | | | | | | | | | | | |
| > 100— 125 | A | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | | | | | | | | | | | |
| | E | 1,5 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | | | | | | | | | | | |
| > 125— 150 | A | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | | | | | | | | | | |
| | E | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,0 | 9,0 | | | | | | | | | | |
| > 150— 175 | A | | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | | | | | | | | | |
| | E | | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 9,0 | 10,0 | | | | | | | | | |
| > 175— 200 | A | | | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | | | | | | | | | |
| | E | | | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | | | | | | | | | |
| > 200— 250 | A | | | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | | | | | | | | |
| | E | | | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,5 | 11,0 | 12,0 | 13,0 | | | | | | | | |
| > 250— 315 | A | | | | | | | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 | | | | | | |
| | E | | | | | | | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,5 | 12,5 | 13,0 | 15,0 | 16,0 | 16,0 | | | | | | |
| > 315— 400 | A | | | | | | | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | | | | | |
| | E | | | | | | | 11,5 | 12,0 | 12,5 | 13,0 | 13,5 | 14,0 | 15,0 | 16,0 | 17,5 | 18,0 | 19,0 | | | | | |
| > 400— 630 | A | | | | | | | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| | E | | | | | | | 13,5 | 15,0 | 16,0 | 17,0 | 17,5 | 17,5 | 18,5 | 20,0 | 21,5 | 23,0 | 24,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| > 630— 800 | A | | | | | | | | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| | E | | | | | | | | 19,0 | 21,0 | 22,0 | 22,5 | 23,5 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,5 | 27,0 | 28,0 | 30,0 |
| > 800—1000 | A | | | | | | | | | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 |
| | E | | | | | | | | | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 26,5 | 28,0 | 29,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| > 1000 | A | | | | | | | | | | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 |
| | E | | | | | | | | | | 25,0 | 25,5 | 26,5 | 27,0 | 28,5 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 31,0 | 32,5 | 34,0 | 35,0 | 35,0 |

Tabla 3.I. Creces de mecanizado para perfiles redondos, cuadrados y planos, tanto en los productos de forja como en los de laminación.

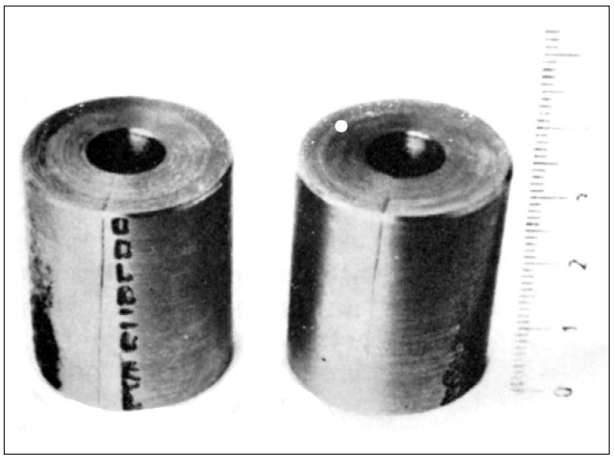


Figura 3.2. Troqueles agrietados por defectos superficiales del material de partida y que se ampliaron en el temple previo. Tal como se puede observar en la figura no se limpiaron lo suficiente al tornear, los defectos siempre habidos en la superficie de las barras laminadas en caliente, junto con algunas grietas de laminado.

### *3.1.6. Estado de suministro. Estructura*

El estado de suministro de los aceros de herramientas es –salvo excepciones– el de laminado o forjado y recocido. Como ya antes se ha indicado el recocido es siempre de globulización; ver figura 2.30. La estructura de recocido globular está caracterizada por una masa matricial ferrítica con carburos globulares uniformemente repartidos. Estructura que es deseable no sólo desde el punto de vista de maquinabilidad, sino también para la consecución de una mejor y mayor respuesta al temple del acero correspondiente.

El mecanizador de la herramienta prefiere un acero relativamente blando y una estructura de recocido con carburos globulares ligeramente gruesos y bien repartidos en su masa matricial ferrítica, ya que esto facilita el mecanizado.
El tratamentista prefiere que en el recocido del material se obtengan carburos globulares relativamente finos, para que después en el temple de la herramienta se necesite menos tiempo de austenización y asimismo los carburos se disuelvan más fácilmente en la austenítica, provocando una martensita fina y uniforme de temple.

### *3.2. Diseño de la herramienta*

El diseño y geometría de la herramienta influyen muy mucho en su rendimiento mecánico en servicio. Especial atención merecen los puntos que son críticos de la herramienta, particularmente los acuerdos de unión, que siempre son un serio peligro cuando éstos terminan en ángulos vivos; ya que al ser zonas de concentración de eventuales tensiones de temple, dan lugar a posibles deformaciones y grietas en los útiles correspondientes. Por tanto se ha de tener muy en cuenta al diseñar las herramientas, realizar los cambios de sección con radios de unión generosos –contemplando al mismo tiempo el equilibrio entre secciones y masas– con lo cual se reducirá considerablemente el peligro de rotura por temple.

Sería muy largo enumerar los fallos que se repiten debidos generalmete a un mal diseño de las herramientas.

Resumiendo: es inadecuado e incorrecto aquel diseño en el cual se producen a la hora del temple fuertes gradientes de temperatura –diferencias de sección y de masa–, que originan tensiones importantes que pueden ocasionar eventuales deformaciones y grietas después en el tratamiento térmico de temple de la herramienta en cuestión; figura 3. 3.

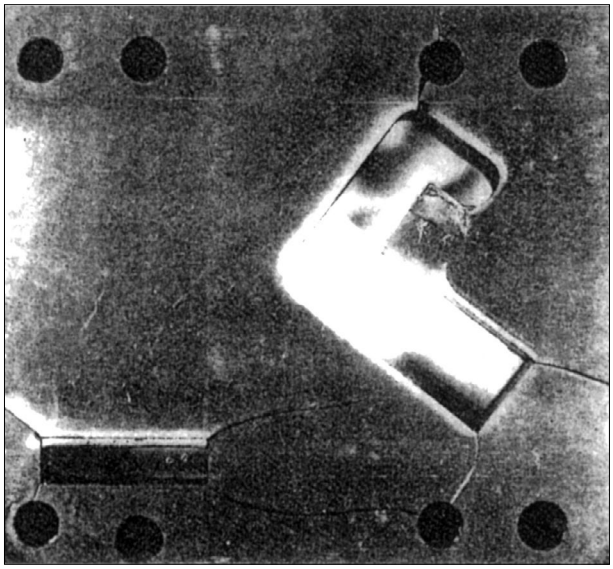


Figura 3.3. Herramienta agrietada en el temple. Las grietas parten de los ángulos vivos y de las paredes de poco espesor; puntos éstos de concentración de tensiones tanto de temple como de mecanizado.

Los ejemplos más frecuentes que la experiencia nos confirma, son:

• En el temple de herramientas, cuando masas de gran espesor se encuentran unidas a otras de menor sección existe el peligro de rotura, precisamente en esos puntos de unión y acuerdo entre ambas secciones. Principio que confirma que: cuanto más homogéneas sean las secciones transversales y proporcionales los radios de unión, más fácil y seguro será también el tratamiento térmico de temple de la herramienta correspondiente.

# TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE

## VOLÚMEN 1 "PRINCIPIOS DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS"

Está ordenado en tres partes. **La primera parte** aborda los conceptos fundamentales que caracterizan las transformaciones que tienen lugar en el acero, tanto en el calentamiento como en el mantenimiento a temperatura de tratamiento, así como en el enfriamiento hasta final de ciclo: diagrama hierro-carbono (Fe-C); diagrama TTT (temperatura-tiempo-trasformación) y diagrama TEC (diagrama de enfriamiento en continuo).

**La segunda parte** define los tratamientos térmicos másicos: normalizado, recocido, temple revenido, bonificado. Los isotérmicos: austempering, martempering y patentado. Así como los tratamientos subcero y los criogénicos, acentuando los aspectos prácticos de este grupo de tratamientos sin descuidar las bases teóricas de los mismos.

**La tercera parte** se centra en los tratamientos superficiales: cementación, nitruración, carbonitruración y temples superficiales (temple por inducción, temple a la llama y temple por rayos láser. La importancia creciente y las continuas innovaciones quedan justificadas en los capítulos dedicados a ellos.

## VOLÚMEN 2 "ACEROS DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA Y SU TRATAMIENTO TÉRMICO"

Describe de una forma práctica, clara y concisa, todo lo que concierne a los aceros finos de construcción mecánica y también a los aceros inoxidables. El libro está estructurado en dos partes. **La primera parte**, que consta de 9 capítulos, se examinan los aceros al carbono y aleados de temple y revenido, los de cementación y nitruración, los aceros para muelles, los de fácil maquinabilidad y de maquinabilidad mejorada, los aceros microaleados, los aceros para deformación en frío y los aceros para rodamientos. **La segunda parte** está dedicada al estudio de los aceros inoxidables; los dos primeros y extensos capítulos describen los aceros inoxidables y su comportamiento frente a la corrosión. Tras la clasificación de las distintas familias inoxidables, se profundiza en la soldadura de tal grupo de aceros y la relevancia que tiene el tratamiento post soldadura. Con este bagaje, el estudio de los mecanismos de las distintas formas de corrosión es claro y preciso.

El último capítulo está dedicado a los aceros maraging. Se describen los mecanismos del endurecimiento por precipitación de dichas aleaciones, así como los tratamientos más adecuados para alcanzar una extraordinaria y una muy alta tenacidad. Con los tratamientos termoquímicos y térmicos, aplicables a dichas aleaciones, termina el capítulo.

## VOLÚMEN 3 "ACEROS DE HERRAMIENTAS PARA TRABAJOS EN FRÍO Y EN CALIENTE, SU SELECCIÓN Y TRATAMIENTO TÉRMICO. ACEROS RÁPIDOS"

Como el volumen 2 está dividido en dos partes, **la primera parte** se inicia haciendo una consideración sobre los criterios actuales de selección de los aceros para la fabricación de útiles y herramientas, las propiedades y características fundamentales que determinan la selección de un acero para herramientas, así como los factores metalúrgicos y tecnológicos que influyen en el comportamiento de las herramientas en servicio. Se discuten algunas consideraciones referentes a la teoría y práctica del tratamiento térmico de los aceros al carbono y de los aceros aleados para herramientas en general

Se profundiza sobre esta gran familia de aceros: aceros al carbono, aceros aleados para trabajos en frío, aceros aleados para trabajos en caliente; particularizándose sobre la extrusión en caliente y la fundición inyectada, así como de los aceros más cualificados para cada uno de sus componentes y herramientas correspondientes. Se analizan, al mismo tiempo, los aceros espaciales para la fabricación de moldes para la industria del plástico.

**La segunda parte** se destina por entero a una descripción profunda de los aceros rápidos y de su tratamiento térmico; ya que constituyen, por sus características intrínsecas y especiales, una categoría aparte en el contexto de los aceros aleados para herramienta.

## VOLÚMEN 4 "FUNDICIONES DE HIERRO Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO"

**La primera parte del libro** se refiere a las fundiciones de hierro, pasando revista a las fundiciones grises, a las atruchadas, así como a las blancas; insistiendo en los tratamientos de eliminación de tensiones, de ablandamiento, temple y revenido. Se incluyen también las fundiciones atruchadas y en los distintos tipos de fundiciones maleables; ferríticas, perlíticas, martensíticas o de corazón blanco.

Capítulo aparte merecen las fundiciones especiales: de grafito compacto o esferoidal, así como los tratamientos específicos de estas fundiciones. Igualmente reciben una atención especial las fundiciones ADI en las que se detallan, dada su especificidad, los tratamientos térmicos y un breve comentario sobre calidad ACI y las de calidad AGI.

**La segunda parte del libro** está dedicada a las aleaciones no férreas, tanto conformadas como fundidas y bonificables o no bonificables.

El **aluminio** y sus aleaciones son tratados con rigor tanto en su composición y propiedades como en los tratamientos térmicos que pueden y, en muchos casos, deben sufrir, ya sean tratamientos de endurecimiento por precipitación, de temple, de solubilización, de maduración o de recocido.

En el **cobre** y sus aleaciones se profundiza en el estudio de sus características principales. Dentro de la variedad de aleaciones de cobre se distinguen tanto los latones como los bronces o los cuproaluminios, cuprosilicios, cuproberilios y cuproníqueles, especificando los distintos recocidos de homogenización o recristalización, eliminación de tensiones, precipitación estructural o temple.

El **titanio** (Ti), metal descubierto en la última década del siglo XVIII. En un principio se tenía como mera curiosidad científica hasta que a mediados del siglo XX, una vez conocida sus excelentes propiedades mecánicas y tecnológicas, se reconoció su potencial como material que presenta, entre otras importantes propiedades, una muy alta relación resistencia/peso. Por su resistencia y relevante dureza, su extraordinario módulo específico, así como su baja densidad [Ti = 4,6 g/cm$^3$] se utiliza, cada vez más, en la moderna industria aeroespacial, desplazando a las aleaciones de aluminio y a los aceros inoxidables, etc. Su excelente resistencia a la corrosión, muy importante en agua de mar, permite su utilización –bastante generalizada– en la construcción de equipos marinos.

# LOS MATERIALES METÁLICOS

Con la aparición del 4º volumen del título general

**TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS**

**ACEROS Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO**

se cierra el ciclo de esta extensa obra estructurada en 4 volúmenes.




Puede ver el contenido de los libros y el índice en: www.pedeca.es
o solicite más información en: 91 781 77 76 / pedeca@pedeca.es

• Son peligrosos los diseños con difíciles geometrías en las que hay ángulos vivos. Igualmente de peligrosos son los diseños con agujeros no pasantes y a distancias no alineadas respecto a las paredes de la herramienta, además de muy juntos entre sí. A toda unión o acuerdo entre masas de diferente espesor se le debe dar un generoso radio de transición.
• Evitar entallas que por su propia naturaleza originan en la herramienta concentración de tensiones y en consecuencia, ocasionan grietas de temple que son el origen de fallos por fatiga. Otros factores de riesgo son: chaveteros, marcas de números y letras, etc. Resaltamos como curiosidad, pero que es muy significativo, el marcado por punzonado en frío de letras y números; p.ej.: los números 1, 7 y 4 y letras A, H, I, L, T, V –números y siglas de identificación de la herramienta–. Sus agudas aristas son las que originan el mayor número de grietas por concentración de tensiones durante el temple de aquellas herramientas que han sido marcadas antes del temple previo; figuras 3.4 y 3.5.

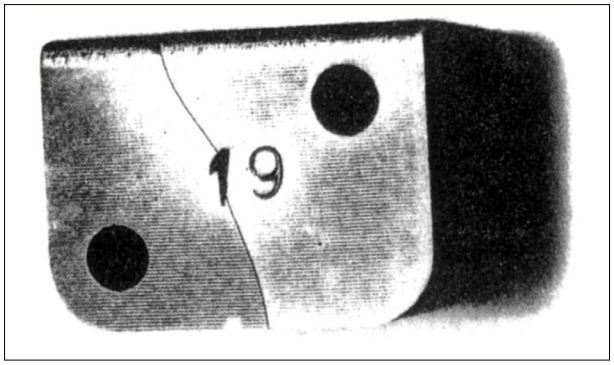



Figura 3.4. Grieta de temple producida por las tensiones del troquelado en frío, (No 1) para identificación de la herramienta.




Figura 3.5. Grieta de temple producida por las tensiones del troquelado en frío, (letra T) para identificación de la marca comercial del acero con que se ha fabricado la herramienta [CTM = 95CrMnW5].

• El diseño debe ir íntimamente unido al mecanizado de la herramienta. El mecanizado ha de eliminar toda la superficie producto de la forja o de la laminación del material de partida, dejándolo libre de cualquier defecto superficial. El mecanizado por tanto, se ha de realizar especialmente de forma uniforme y exento de rayas profundas, entallas, muescas, descarburación superficial, etc; figura 3.6.

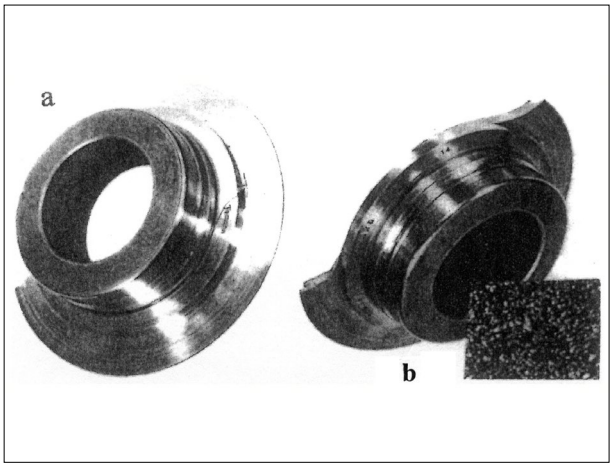



Figura 3.6. (a) Grietas de temple en el sentido circular siguiendo el ángulo vivo de la herramienta de mecanizado: torneado. (b) Aspecto de la fractura [grano muy fino = tamaño 9 ASTM] y estructura de martensita revenida, correcta de temple, con carburos muy finos homogéneamente repartidos.

Es también muy importante, ya comentado en el anterior capítulo, que el mecanizado de la herramienta para su puesta en forma y configuración se realice teniendo siempre en cuenta el sentido del fibrado y orientación de las bandas de carburos del material de partida*. La estabilidad de medidas de las herramientas de acero después del temple y revenido no es regular ni homogénea. Esto es en la mayoría de las veces consecuencia de la dirección de fibrado –dirección de laminación o de forja– y de la orientación de las bandas de carburos del material templado y revenido; ver figura 2.2.

En la práctica está demostrado que las deformaciones y roturas son menores, insistimos, cuando las herramientas se configuran mecanizando el material que se utiliza en su fabricación en el sentido perpendicular al fibrado y bandas de carburos. Las deformaciones son mayores cuando el mecanizado de la herramienta se realiza en el mismo sentido del fibrado y bandas de carburos del material utilizado; ver figuras 2.4 y 2.5.

** Bandas de carburos. Siempre referidas, como es sabido, a los aceros de herramientas de fabricación convencional estándar.*

### *3.3. Proceso de hechurado y puesta en forma de las herramientas*

A veces, el comportamiento de las herramientas en servicio viene muy influenciado por el proceso de mecanizado del acero utilizado para su puesta en forma o hechurado, especialmente en aquellas herramientas de difícil diseño y de intrincada geometría.

Contemplando el proceso y técnica a seguir para el hechurado y fabricación de la herramienta, hacemos hincapié en el mecanizado previo que normalmente suele ser: (1) por arranque de viruta; (2) electroerosión; y (3) rectificado final.

#### *3.3.1 Mecanizado por arranque de viruta*

En la mayoría de las herramientas que se mecanizan mediante torneado, fresado, cepillado, etc. se aprecia en la superficie mecanizada multitud de surcos o rayas –huellas y fuertes presiones originadas por la herramienta de corte cuando arranca el material –cuya magnitud depende de la herramienta o útil de corte –presión ejercida y condiciones de filo– y de las formas de mecanizado. En este sentido las superficies de las herramientas mecanizadas podrían presentar una concentración de tensiones, que eventualmente ocasionarían por temple deformaciones y grietas; ya que las rayas y los pequeños surcos superficiales se comportan como verdaderas entallas múltiples y tensionales; figura 3.7.

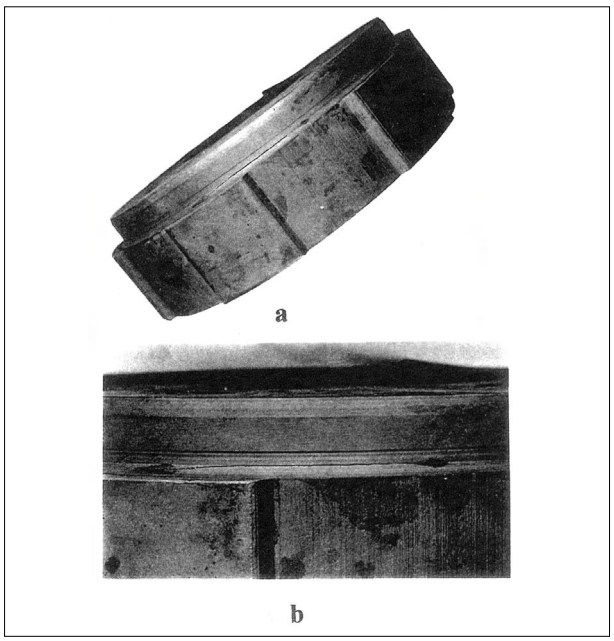



Figura 3.7. (a) Grietas de temple producidas por tensiones de mecanizado que se suman a las propias de temple. Se aprecian profundas rayas en la superficie mecanizada, causa de tales grietas. (b) = detalle de la grieta por rayas de mecanizado.

Resumiendo: el arranque de viruta cuando se realiza en condiciones desfavorables provoca en el material tensiones, cuya magnitud depende de las condiciones y formas de mecanizado. Tensiones que al integrarse y sumarse con las que se producen en el temple, dan lugar a posibles grietas y roturas de las herramientas correspondientes. El peligro es mayor cuando el diseño de la herramienta o del útil a templar es de difícil geometría; figura 3.8.

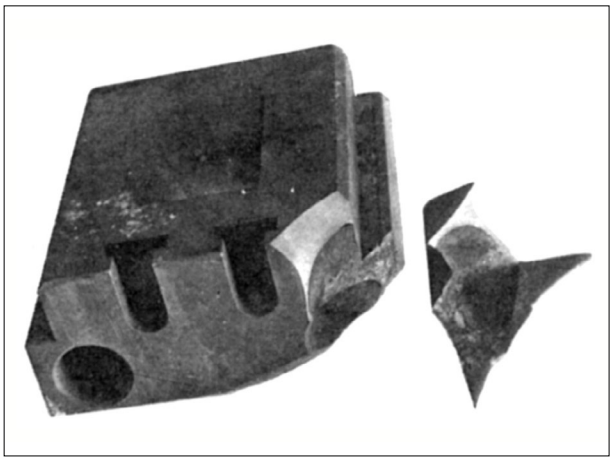


Figura 3.8. Rotura catastrófica de temple producida por altas tensiones de mecanizado y difícil diseño.

#### *3.3.2. Electroerosión (EDM)*

La electroerosión –en el anterior capítulo ya ha sido amplimente desarrollada– es un procedimiento de mecanizado muy valioso hoy día en los talleres de moldes y matricería en general, por ser un método rápido, económico y sencillo de producción de herramientas, aunque el acero que se electromecaniza tenga una dureza muy elevada. El proceso tiene también sus inconvenientes que comentaremos a lo largo de este apartado.

La electroerosión representa una técnica de mecanizado en la que se producen altas temperaturas que, localmente, provocan la fusión y evaporización del material que se electroerosiona. Si no se opera con sumo cuidado se origina frecuentemente una capa dura y con cierta rugosidad en la superficie erosionada. Se trata de una capa retemplada de muy alta dureza, –capa blanca– con cierta porosidad y quebradiza, que hay que eliminar; ver figura 2.31.

Después de la electroerosión del material, reiteramos, hay apreciables variaciones estructurales en la superficie electroerosionada. La superficie de la herramienta queda fuertemente transformada: (1) en una capa retemplada, muy

dura y quebradiza ya mencionada –capa blanca– formada por cristales largos y columnares –ver figura 2.33– en la que se pueden apreciar finos poros y pequeñas grietas.

La electorosión es un sistema de mecanizado que permite como principal ventaja, el hechurado de herramientas con materiales duros y/o templados y revenidos a la dureza de uso de la herramienta correspondiente.

Los cambios que se observan en el material durante la electroerosión son debidos al enorme aumento de temperatura que se genera en la superficie electroerosionada. Cuatro son los factores influenciados por ese aumento de temperatura:

- La microestructura.
- La dureza.
- El estado de tensiones.
- El contenido de carbono [afectado por la carburación o por la descarburación].

En consecuencia, después de la electroerosión hay apreciables variaciones estructurales en la superficie electroerosionada. La superficie de la herramienta queda fuertemente transformada; ver figura 2.31: (1) una capa retemplada, muy dura y quebradiza, la llamada capa blanca, formada por cristales largos y columnares en la que se pueden apreciar, en ocasiones, finos poros y pequeñas grietas; ver figura 2.33.

La energía de descarga y el barrido del dieléctrico determinan la profundidad de la capa blanca y la magnitud de las tensiones; (2) una capa subyacente intermedia, térmicamente afectada, más dura que la propia del material erosionado; (3) una zona revenida y donde el efecto de revenido disminuye hacia el núcleo de la herramienta; y (4) una zona no afectada, por lo que su estructura no sufre modificación alguna.

Resumiendo: si la electroerosión se realiza adecuadamente, con una fase final de acabado suave, los defectos superficiales prácticamente se eliminan en su totalidad. Es por tanto aconsejable, para evitar los posibles problemas antes enumerados, tomar las siguientes precauciones:

- Finalizar la operación de electroerosionado. Un acabado muy fino, –baja intensidad, alta frecuencia– con el fin de eliminar la capa retemplada y frágil que se origina en la primera fase de desbaste electroerosivo.
- Rectificado o pulido. Para eliminar con mayor seguridad todos los defectos superficiales. Después de la electroerosión del material, reiteramos,

hay apreciables variaciones estructurales en la superficie electroerosionada. La superficie de la herramienta queda fuertemente transformada: (1) en una capa retemplada, muy dura y quebradiza ya mencionada –capa blanca– formada por cristales largos y columnares –ver figura 2.33– en la que se pueden apreciar finos poros y pequeñas grietas.

La electorosión es un sistema de mecanizado que permite como principal ventaja, el hechurado de herramientas con materiales duros y/o templados y revenidos a la dureza de uso de la herramienta correspondiente.

Los cambios que se observan en el material durante la electroerosión son debidos al enorme aumento de temperatura que se genera en la superficie electroerosionada. Cuatro son los factores influenciados por ese aumento de temperatura:

- La microestructura.
- La dureza.
- El estado de tensiones.
- El contenido de carbono [afectado por la carburación o por la descarburación].

En consecuencia, después de la electroerosión hay apreciables variaciones estructurales en la superficie electroerosionada. La superficie de la herramienta queda fuertemente transformada; ver figura 2.31: (1) una capa retemplada, muy dura y quebradiza, la llamada capa blanca, formada por cristales largos y columnares en la que se pueden apreciar, en ocasiones, finos poros y pequeñas grietas; ver figura 2.33.

La energía de descarga y el barrido del dieléctrico determinan la profundidad de la capa blanca y la magnitud de las tensiones; (2) una capa subyacente intermedia, térmicamente afectada, más dura que la propia del material erosionado; (3) una zona revenida y donde el efecto de revenido disminuye hacia el núcleo de la herramienta; y (4) una zona no afectada, por lo que su estructura no sufre modificación alguna.

Resumiendo: si la electroerosión se realiza adecuadamente, con una fase final de acabado suave, los defectos superficiales prácticamente se eliminan en su totalidad. Es por tanto aconsejable, para evitar los posibles problemas antes enumerados, tomar las siguientes precauciones:

- Finalizar la operación de electroerosionado. Un acabado muy fino, –baja intensidad, alta frecuencia– con el fin de eliminar la capa retemplada y frágil que se origina en la primera fase de desbaste electroerosivo.

• Rectificado o pulido. Para eliminar con mayor seguridad todos los defectos superficiales; –fisuras, cráteres, etc.– dependiendo en mayor o en menor grado de la profundidad a la que se realice la operación de acabado [5 ÷ 10 µm aprox.].
• Revenido para eliminar las tensiones de electroerosionado. A una temperatura comprendida entre 15 y 25 ºC por debajo de la temperatura del revenido de bonificado del material de partida.

### *3.3.3. Rectificado*

El rectificado es sin duda una de las fases más críticas del proceso de fabricación de las herramientas. No sólo porque un rectificado incorrecto da lugar a defectos que provocan fallos prematuros en la herramienta afectada, sino porque al contrario, un rectificado correcto mejora sustancialmente el rendimiento mecánico de la herramienta en servicio.

En la construcción de las herramientas, sobre todo si son de forma complicada y/o de geometría difícil, hay casi siempre un trabajo final de rectificado muy costoso, económicamente hablando, que a veces supera en mucho al coste del conjunto de mecanizado total de la herramienta.

Cuando las herramientas se templan y se revienen a la dureza de uso; en ese estado –particularmente con revenidos a baja temperatura [Tarevenido ≤ 200 ºC]– el acero tiene el comportamiento físico de un cuerpo rígido con muy poca aptitud a absorber los choques y deformaciones. Si las herramientas se someten entonces a un proceso de rectificado; por la propia naturaleza del mismo se genera, en las zonas más periféricas de la superficie que se rectifica, gran cantidad de calor que es preciso disipar con una abundante refrigeración. Si no se logra eliminar el calor, éste elevará la temperatura de dicha superficie ocasionando posibles grietas en la zona afectada; figuras 3.9 y 3.10.

La distribución de tensiones tangenciales aparecidas por sobrecalentamientos locales en la superficie rectificada se muestra en el diagrama de la figura 3.11. Justo en la superficie externa, la más periférica, las tensiones producidas son de compresión y a una profundidad muy pequeña de ella [0 ÷ 1 mm] las tensiones subyacentes son de tracción; siendo a esta profundidad precisamente donde se originan las grietas de rectificado.

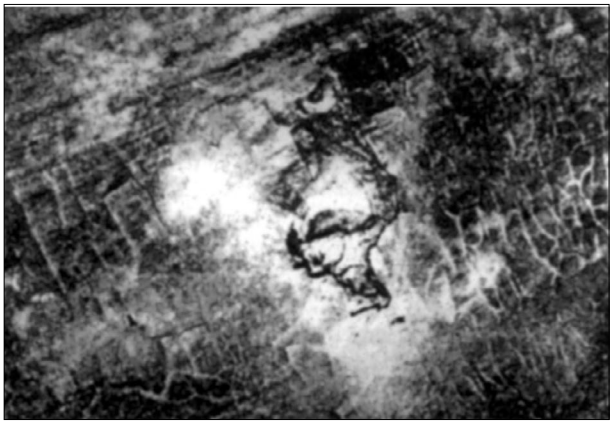


Figura 3.9. Grietas y desconchado producidos por un rectificado deficiente.

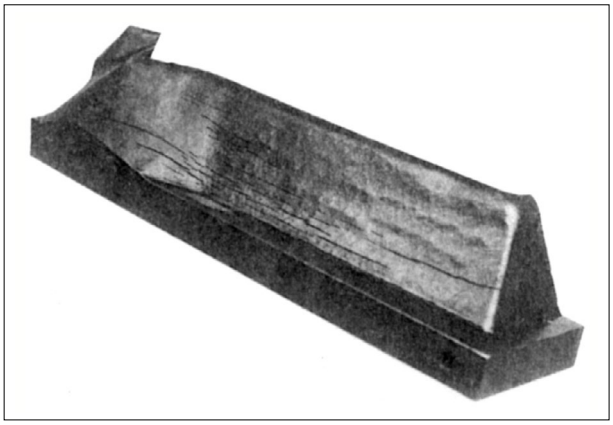


Figura 3.10. Grietas producidas por un fuerte esmerilado manual.

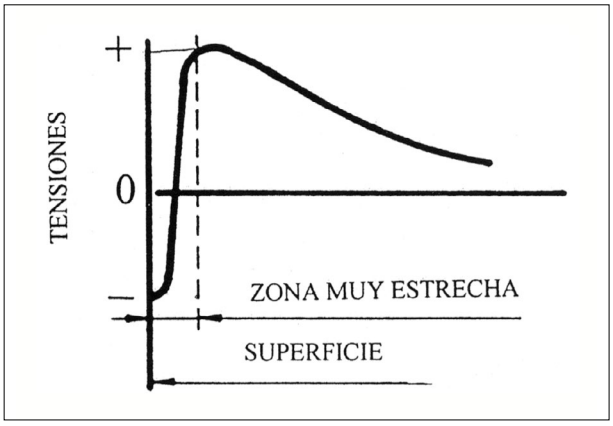



Figura 3.11. Diagrama de distribución de las tensiones tangenciales producidas por un deficiente rectificado.

El sobrecalentamiento que sufre la superficie de una herramienta durante su rectificado cuando no existe una perfecta refrigeración, provoca dos efectos de naturaleza contraria: (1) un accidental "revenido" que por su propia naturaleza, supone una contracción de volumen en la superficie afectada, junto con una disminución de la dureza; y (2) una dilatación, que es función del coeficiente de dilatación volumétrica del material correspondiente que se rectifica.

Estos dos efectos opuestos entre sí, dan origen a la creación de un régimen de tensiones –de compresión y de tracción– muy crítico que pueden producir, en la mayoría de los casos, fisuras y desconchamientos en las herramientas rectificadas.

Resumiendo: sin entrar en mayores profundidades de la práctica y tecnología del rectificado, recordamos algunas observaciones puntuales para la obtención de un buen rectificado:

• Utilizar una abundante refrigeración y asegurar que ésta sea efectiva posicionando el chorro refrigerante, desde el comienzo del rectificado, en la dirección del movimiento de la muela y procurando que cubra todo el área de rectificado.
• Efectuar el rectificado siempre que sea posible, en la misma dirección del mecanizado primeramente efectuado con herramienta de corte –torneado, fresado, taladrado, etc.–. La mayor duración y rendimiento de las herramientas justifica el esfuerzo realizado de rectificar en ese sentido.
• Emplear siempre muelas limpias y bien acondicionadas.
• No utilizar cargas y presiones excesivas de rectificado, para que de esta forma evitar el sobrecalentamiento de la herramienta; procurando al mismo tiempo no realizar grandes profundidades de corte que produzcan el embotamiento de las muelas correspondientes.
• Emplear muelas relativamente blandas y de grado medio de dureza. Cuando se precise un grano más fino de acabado, hay que extremar el grado de blandura o dureza de la muela.

Es un hecho constatado y la práctica así lo demuestra, que el rectificado de las herramientas templadas y revenidas es una operación muy crítica y peligrosa, que influye de una manera muy decisiva en su rendimiento mecánico en servicio.

### *3.4. Tratamiento térmico*

De la infinidad de casos investigados de herramientas rotas o agrietadas en servicio, la experiencia nos demuestra que la gran mayoría de los fracasos (aproximadamente el 80%) particularmente lo son por causas inherentes al tratamiento térmico. Esto resulta evidente si se tiene en cuenta su propia naturaleza y las profundas transformaciones estructurales que experimenta el acero cuando se trata térmicamente.

Para aminorar y reducir al máximo ese alto porcentaje de fracasos, –en el tratamiento térmico de las herramientas– se han de tener en cuenta cuatro parámetros principales:

• Calentamiento.
• Austenización.
• Enfriamiento de temple.
• Revenido.

La incorrecta práctica de uno de ellos o de varios a la vez, desgraciadamente puede ser la causa de su rotura.

#### *3.4.1. Calentamiento*

Aunque el calentamiento del material, metalúrgicamente considerado, no tiene correspondencia alguna con la reacción de temple; en la práctica, la posible velocidad de calentamiento, y su efecto sobre el material frío –acero– introducido en un horno caliente es mayor de lo que se piensa. Por lo que se recomienda, en aquellos aceros y herramientas cuya temperatura de temple esté sobre 900 y 1.000 ºC, realizar un precalentamiento previo a una temperatura comprendida entre 680 y 750 ºC antes de alcanzar la temperatura austenítica de temple.

Con el precalentamiento se consiguen las siguientes e importantes ventajas:

• Acortar el tiempo de calentamiento a la temperatura de temple, con lo que se reduce el peligro de eventuales descarburaciones y oxidaciones, que pueden fácilmente aparecer a tan altas temperaturas de austenización.
• Disminuir las posibles distorsiones que se producen por el cambio de volumen que existe entre la estructura globular de partida –recocido– y la austenita formada a la temperatura de temple.
• Evitar los choques térmicos, es decir los gradientes agudos de temperatura que se originan cuando una herramienta que está a temperatura ambiente se introduce en un horno ya caliente, a tan alta temperatura de temple.

#### *3.4.2. Austenización*

Llegado el acero a la temperatura de austenización, se mantendrá un tiempo prolongado para que se disuelvan los carburos y toda la herramienta se "empape" homogénea y regularmente de calor antes de ser templada.

El calentamiento a temperatura de austenización y el tiempo de permanencia de la herramienta a temperatura de temple han de ser particularmente vigilados. Precauciones que son de mayor o menor intensidad en función de la naturaleza del acero y de las dimensiones y geometría de la herramienta a templar.

La temperatura y el tiempo de austenización dependen principalmente de la composición química del acero; en menor grado influye también el diseño y la masa de la herramienta a templar. Cuando en el temple se sobrepasa la temperatura crítica de austenización –sobrecalentamiento– se produce siempre en el acero un mayor aumento de volumen. A lo largo del enfriamiento de temple realizado a tan alta temperatura, es también mayor la diferencia de temperaturas entre las distintas áreas y secciones no homogéneas que conforman la geometría de la herramienta templada.

Así pues, el empleo de una alta temperatura de temple –superior a la crítica– provoca en el material templado una serie de problemas de naturaleza metalúrgica: tamaño de grano grueso, estructura martensítica grosera, alto porcentaje de austenita retenida, dureza irregular, etc; condicionantes éstos que contribuyen y facilitan la aparición de los defectos típicos de temple en la herramienta afectada. La austenita retenida de temple; p.ej.: tiene el inconveniente de una sensible y mayor bajada de la dureza, que dificulta muy mucho el rectificado de la herramienta en cuestión.

Hay que advertir también que la utilización de temperaturas por debajo de las críticas de austenización proporcionan temples incompletos. Es decir, que si la transformación austenítica no ha sido homogénea ni tampoco completa y su paso a martensita ($\gamma \rightarrow \alpha$) se efectúa de forma parcial, aparecen entonces junto a una martensita muy pobre, otros constituyentes intermedios: bainita, troostita, perlita.

Las consecuencias de un temple insuficiente son: (1) baja dureza; y (2) una irregular distribución de la dureza que circunstancialmente puede influir en la aparición de grietas y roturas del material en esa condición de templado; figura 3.12.

### *3.4.3. Enfriamiento*

El enfriamiento controlado de temple es la fase de tratamiento más difícil y peligrosa, por lo que el enfriamiento de temple se ha de realizar con las mayores precauciones; sobre todo en herramientas de difícil diseño e intrincada geometría. Ha de utilizarse siempre el medio de enfriamiento más apropiado, de acuerdo con la propia naturaleza del acero y con la masa o volumen a templar, así como de la geometría y forma de la herramienta que se templa.

Para cada caso, el medio de enfriamiento se ha de elegir de tal modo que la velocidad de enfriamiento sea superior a la crítica de temple; es decir, a la mínima velocidad de enfriamiento capaz de transformar totalmente la austenita en martensita: $\gamma \rightarrow \alpha$.

Las tensiones que se producen en el temple tienen una importancia extraordinaria. La práctica nos demuestra que una gran mayoría de las herramientas inutilizadas, lo han sido debido al medio de enfriamiento de temple que fue demasiado enérgico; figura 3.13. Principio que adquiere mayor relevancia y atención cuando se

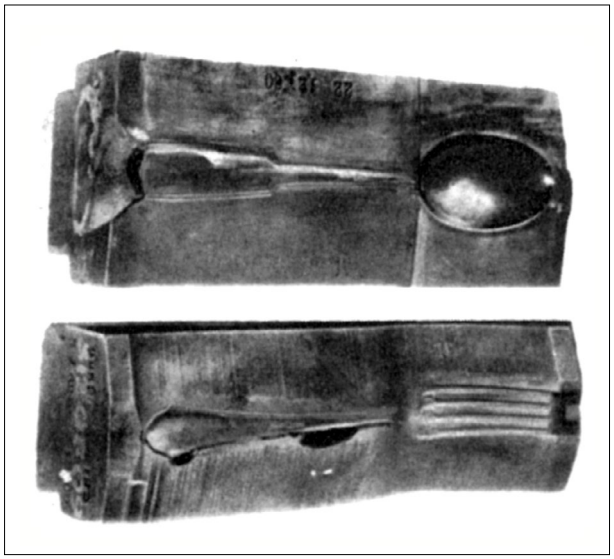


Figura 3.12. Troqueles agrietados en el temple por utilizar una temperatura deficiente de temple y muy poco uniforme.

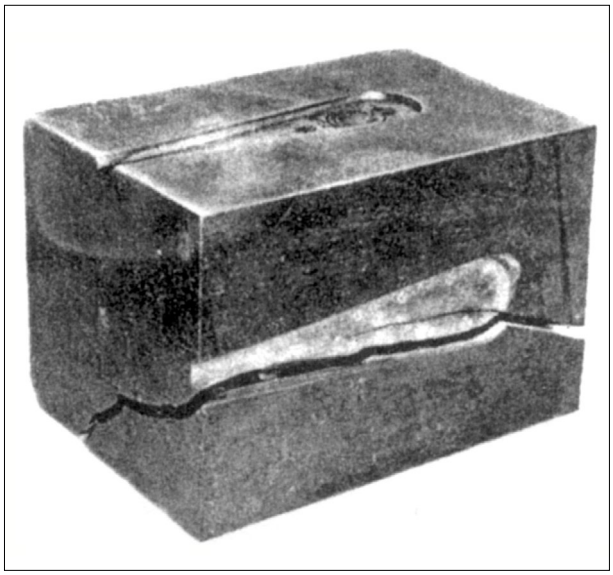


Figura 3.13. Troquel agrietado en el temple por utilizar una temperatura alta de temple y un enfriamiento muy enérgico. El diseño y la masa de la pieza tampoco ayudaron mucho.

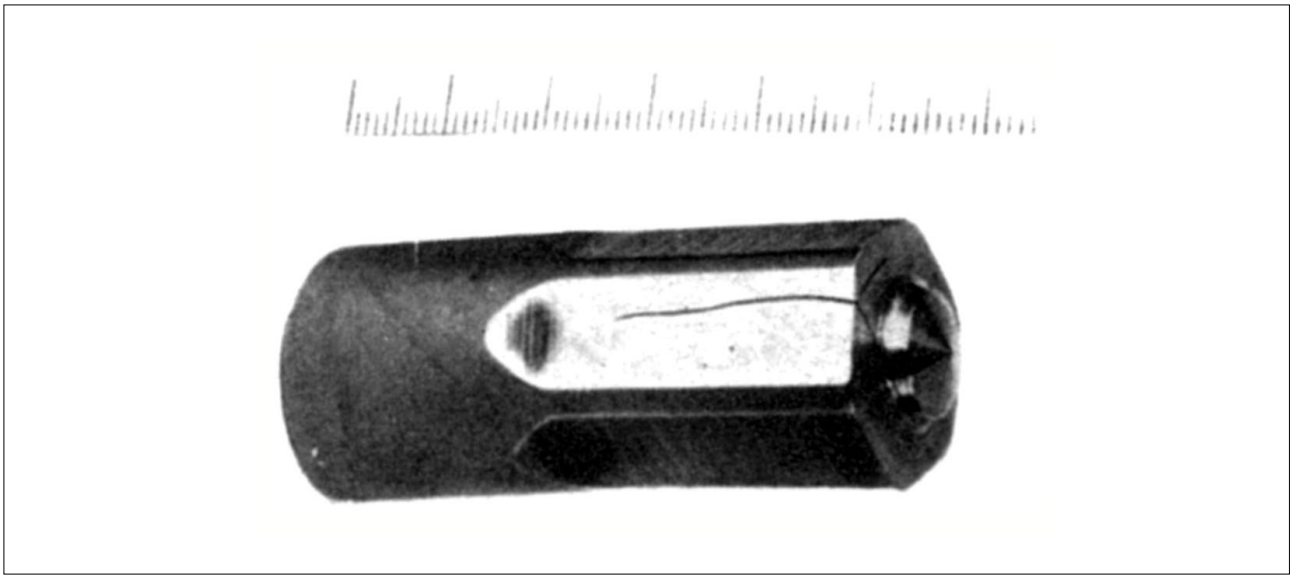


Figura 3.14. Punzón agrietado cuyo estudio reveló una estructura correcta de temple. Las grietas se produjeron por no realizar el revenido inmediatamente después del temple. El revenido se retardó algunos días. Acero rápido 6-5-2.

han de templar herramientas con una difícil y complicada geometría.

Para la perfecta realización de un buen temple, es por tanto fundamental tener en cuenta la calidad del acero, la forma, geometría y tamaño de la herramienta a templar; eligiendo al mismo tiempo y en función de esos condicionantes, el medio de enfriamiento más adecuado. La elección no es siempre fácil y es la experiencia, en la mayoría de los casos, la que nos da la solución al problema.

### *3.4.4. Revenido*

Una vez templada la herramienta es preciso conocer la dureza conseguida para poder confirmar la validez del tratamiento y al mismo tiempo fijar la temperatura correcta de revenido en función de la dureza de temple y de las características mecánicas exigidas a la herramienta en servicio.

Es peligroso retardar el revenido de las herramientas ya templadas, por lo que es muy aconsejable realizar de inmediato un calentamiento –[$T^a$revenido = (100 ÷ 150 ºC)] con un tiempo mínimo de dos horas de calentamiento– antes de verificar la dureza de temple. Este tenue y simple calentamiento relaja significativamente las tensiones de temple sin alterar en absoluto la dureza de la pieza templada.

El tratamiento térmico de relajación a tan baja temperatura, aunque parezca una operación simplista, evita en muchas ocasiones grandes sustos –agrietamientos y roturas– que circunstancialmente se producen en una cierta mayoría de herramientas a las que no se les ha realizado este sencillo y sutil tratamiento previo; figura 3.14. Eliminadas ya las tensiones de temples, la herramienta puede esperar un cierto tiempo antes de su definitivo revenido.

En el caso de algunos aceros de alta aleación ledeburíticos y en otros aceros de media aleación con alto carbono (C ≥ 1%; Cr ≥ 5%), se recomienda realizar varios revenidos a temperatura relativamente alta [$T^a$revenido = (540 ÷ 560 ºC)] para conseguir la dureza secundaria, ya que tales aceros tienen una gran tendencia a la retención de austenita obtenida en el temple.

La austenita retenida no se transforma del todo en martensita en el primer revenido. No obstante, la martensita que se obtiene en el primer revenido es dura y frágil dado que aparentemente se encuentra en un estado tensional de no "revenido"; por lo que el material necesita por tanto, de un eventual segundo o tercer revenido para transformar en su totalidad la austenita retenida y estabilizar por completo la del resto de martensita obtenida.

Si no se realiza ese segundo o tercer revenido en las herramientas fabricadas, principalmente con aceros de alta aleación [C = (1,5 ÷ 2%); Cr =12%] y de aceros rápidos, existe la posibilidad de que aparezcan grietas en la operación de rectificado. Hay que recordar que los aceros de herramientas en general son muy propensos al agrietamiento por rectificado después del temple + revenido, cuando en su masa matricial martensítica persiste todavía cierta cantidad de austenita retenida.

HORNOS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS AL VACÍO



- Temple Gas
- Temple Aceite
- Revenido
- Recocido
- Soldadura Brazing
- Sinterizado
- MIM
- Nitruración Baja Presión
- Nitruración Iónica
- Cementación Baja Presión

EL ESPECIALISTA EN HORNOS DE VACÍO DESDE HACE MÁS DE 70 AÑOS

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L
Polígono Erletxe. Plataforma B. Nave 5 - 48960 GALDACANO - ESPAÑA
Telf. (+34) 944 262 522 - Fax. (+34) 944 262 262
info@aplitec-tt.com - www.aplitec-tt.com - www.bmi-fours.com

INGENIERÍA DE REFRACTARIOS Y COMBUSTIÓN

Compromiso y fiabilidad

DEGUISA

www.deguisa.com

HEA
SINCE 1945

HORNOS INDUSTRIALES

www.alferieff • hea@hornoshea.com
Tel: 916396911 • MADRID

Flexinox INDUSTRIAL

www.flexinox.com

ESPECIALISTAS EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO Y RECAMBIOS EN ACEROS REFRACTARIOS

TUBOS RADIANTES
MUFLAS
RETORTAS
UTILLAJES
CESTAS Y CRISOLES
CADENAS

REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HORNOS
(OBRAS REFRECTARIAS)

Representante para España de **AUBE-LINDBERG**

FILINOX, S.A.
C/ Sant Adrià, 76
08030 Barcelona

TÜV CERT DIN EN ISO 9001:2000

Tel.: 93 223 26 62
Fax: 93 223 26 67
customer@inoxidables.com

SSi Atmosphere Vacuum Gas Nitriding Sensors

SuperSystems incorporated

TKK TOKAI KONETSU KOGYO CO., LTD. EREMA WINNER TECHNOLOGY 주식회사 위너테크

- Sondas de oxígeno
- Analizadores de gases
- Pruebas de uniformidad de temperatura en hornos (TUS), SAT, AMS2750 y CQI9 rev.4
- Sondas de temperatura
- Videoregistradores
- Reguladores de temperatura
- Resistencias de CSi y MoSi2

ENTESIS technology

Guitard 72 baixos, E-08014 Barcelona
Tel. (+34) 93 410 54 54, Fax (+34) 93 419 97 33
www.entesis.net · e-mail:info@entesis.net

APLITEC

Utillaje tipo mecano, cestas, tubos radiantes
Fundición acero inoxidable refractario

CFC



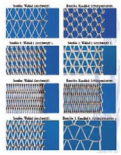




CODERE SA
Fabricante de hornos industriales para el tratamiento térmico









Utillaje forming



ECONOX SA
- Sonda de oxigeno.
- Regulador de atmósfera.
- Supervisión de taller.



RD TECHNOLOGIES

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPAÑA
Tel: +34. 94.426.25.22 Fax:+34. 94.426.22.62 info@aplitec-tt.com www.aplitec-tt.com

Fabricamos hornos y estufas industriales
Modelos stándars y especiales

tecno piro®
www.tecnopiro.com



Hornos del Vallés, S.A
Barcelona (Spain)

T/ 936 926 612
hdv@tecnopiro.com



PROYCOTECME
HORNOS INDUSTRIALES



Especialistas en tratamiento térmico





SOLO
Borel Special Furnaces

HORNOS VERTICALES, TRANSFER Y CONTINUOS
HORNOS Y ESTUFAS

PANELES DE GASES
PANELES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN
CONSUMIBLES Y CALDERERÍA
CONSUMIBLES FUNDICIÓN

Ipsen

Tel: +34 938 467 984

www.proycotecme.com

proycotecme@proycotecme.com

**interbil**

Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

*Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos*

P.I. Sangròniz, Iberre 1-M5
E-48150 SONDICA (Vizcaya)
Tel.: 94 453 50 78
Fax: 94 453 51 45
bilbao@interbil.es

- Ingeniería de Hornos.
- Suministro y fabricación de resistencias.
- Quemadores recuperativos y regenerativos.
- Reguladores de potencia.
- Sistemas de control de procesos.
- Control de atmósferas.

**www.interbil.es**

**ARROLA**

SERVICIO INTEGRAL PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TÉRMICO

HORNOS INDUSTRIALES



DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS

POLIGONO INDUSTRIAL ARGIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es




Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies

Maquinaria y consumibles para granallado, chorreado, shotpeening y acabado por vibración.

Gran Via de les Corts Catalanes 133, At.B, 08014 BARCELONA
Tel. +34 934211266 Fax. +34 934223137

wheelabrator
shaping industry

www.wheelabratorgroup.com • info@wheelabratorgroup.es
Norican Group es la empresa matriz de DISA y wheelabrator

**alju**

- Granalladoras.
- Instalaciones de chorreado manual y automático.
- Líneas de granallado y pintado.
- Filtros de aspiración.
- Piezas y calderería antidesgaste.
- Esmeriladoras pendulares.

**FABRICANTES CON INGENIERÍA PROPIA**

Teléf.: +34 944 920 111 • e-mail: alju@alju.es • www.alju.es

**ACEMSA**

*Centro Metalográfico de Materiales*

C/ Arboleda, 14 - Local 114
28031 MADRID
Tel. : 91 332 52 95
Fax : 91 332 81 46
e-mail : acemsa@gmx.es

**Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC**

- *Laboratorio de ensayo de materiales : análisis químicos, ensayos mecánicos, metalográficos de materiales metálicos y sus uniones soldadas.*
- *Solución a problemas relacionados con fallos y roturas de piezas o componentes metálicos en producción o servicio : calidad de suministro, transformación, conformado, tratamientos térmico, termoquímico, galvánico, uniones soldadas etc.*
- *Puesta a punto de equipos automáticos de soldadura y robótica, y temple superficial por inducción de aceros.*
- *Cursos de fundición inyectada de aluminio y zamak con práctica real de trabajo en la empresa.*

**CRONITE**

Better by design

Diseño y fabricación de soportes de carga para todo tipo de hornos de Tratamiento Térmico en aceros refractarios, grafito, CFC, o soluciones mixtas



Nuevas aleaciones CR para cementación a baja presión

Nova Loada
Nuevas cestas modulables para hornos batch

Cronistar
Nuevos montajes para hornos de pote

www.cronite-group.com

Cronite Ibérica
Tfno.: +33 763 458 499 - Fax: +33 243 212 463
arnaud.trocherie@cronite-group.com

**ERVIN**

The World Standard for Quality

**FABRICANTE DE GRANALLA DE ACERO Y GRANALLA DE ACERO INOXIDABLE**

No sólo ofrecemos la mejor calidad de granalla del mercado, sino también un excelente servicio técnico.

- **Máxima productividad, mínimo coste**
- **Desgaste reducido**
- **Reducción del polvo y de la eliminación de residuos**

ERVIN 100 years

Por favor, póngase en contacto con el Sr. Manuel Forn:
M +34 628 531 487 • mforn@ervin.eu • www.ervin.eu



- Gran disponibilidad de modelos.
- Alta variedad de calidades.
- Piezas a medida según plano.
- Tubos radiantes.
- Rodillos.
- Parrillas.
- Cestones/cadenas.
- Muflas/Potes de recocido.
- Recuperadores.

REPRESENTANTE PARA ESPAÑA Y PORTUGAL
**Tecnymat Aceros, S.L.**
Polígono Industrial Ugaldeguren 3 - Parcela 17-2, Nave 1
48170 Zamudio (Vizcaya)
Teléf.: 944 710 035 - Fax: 944 710 227
tecnymat@tecnymat.com

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS GmbH & Co. KG

**FABRICAMOS:**

**MÁQUINAS PARA EL DESENGRASE, LAVADO Y LIMPIEZA TÉCNICA DE TODO TIPO DE PIEZAS INDUSTRIALES**

**Lavar, Desengrasar, Fosfatar, Secar... Todo tipo de piezas eliminando: Óxidos, fangos, pastas de pulir, pegamentos, virutas, ferrichas, aceites, grasas, polvo... En máquinas de tipo: TÚNEL, ROTATIVAS, CUBAS, CABINAS, TAMBORES.**

***Disponemos de laboratorio propio para el control de calidad de la limpieza.**

CUBAS

CABINAS

ROTATIVAS

TÚNELES

Bautermic S.A.

**Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408**
**www.bautermic.com**
**comercial@bautermic.com**

**SU MEJOR COMUNICACIÓN**

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

**PUEDE DESCARGAR TODOS LOS NÚMEROS GRATUITAMENTE EN: WWW.PEDECA.ES**

Si nos envía un email a pedeca@pedeca.es le añadimos en el correo de distribución cada vez que se edite un nuevo número

PEDECA Press Publicaciones
SOMOS SU MEDIO

C/ Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

Termopares especiales
calibraciones ENAC
automatización de procesos
Reguladores
Video-Registradores
pirometro infrarrojo
calibración hornos de vacio
experiencia
desde -200 a 2400ºC
Termopares
Suministro y Calibracion Industrial s.l.
sondas pt-100
servicio técnico
instrumentación
www.sciempresa.com
calibración insitu
calibración TUS
cámara termografica
todo en temperatura
Indicadores
consultoria AMS-2750-D
calibración SAT
expertos en normativa aeronáutica

Ribera de Axpe,11,d2,L203,48950 Erandio tel.944765276 sci@sciempresa.com

**HOT** Técnicas en Hornos

Servicios:
HORNOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO
UTILLAJES, PARRILLAS Y CESTAS
PINTURAS PROTECTORAS
HORNOS DE LABORATORIO
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ASESORAMIENTO
SERVICIO TÉCNICO Y REPUESTOS

Polígono Ibaiondo, pab nº13
20120 Hernani. Spain
hot@tecnicashot.com
+34.659.261.583
-
www.tecnicashot.com

METRONIC

Solicita tu demo: comercial@metronicnet.com- 943 12 14 00

METROLOGÍA 3D DE PRECISIÓN
SOFTWARE 3D
FORMACIÓN

AMETEK
MATERIALS ANALYSIS DIVISION

**Analizadores Estacionarios de Metales**
La solución integral para sus necesidades de análisis de metales

SPECTROLAB
Máximas prestaciones para la siguiente generación de analizadores de metal

SPECTROMAXx
El Analizador de Metales Preferido

SPECTROCHECK
Las máximas prestaciones y fiabilidad al precio más bajo posible

¡Celebramos 40 años!
40 YEARS SPECTRO

944 710 401 • comercial@spectro.es

# ÍNDICE DE ANUNCIANTES




| | |
|---|---|
| ACEMSA | **64** |
| ACEROS Y SUMINISTROS | **25** |
| ALJU | **64** |
| AMT 2025 | **15** |
| APLITEC | **63** |
| ARROLA | **CONTRAPORTADA** |
| BAUTERMIC | **11** |
| CONEQTIA | **29** |
| CRONITE | **19** |
| DEGUISA | **63** |
| ENTESIS | 63 |
| ERVIN | **64** |
| FLEXINOX | **63** |
| HEA | **5** |
| HORNOS B.M.I. | **63** |
| HORNOS DEL VALLÉS | **31** |
| HOT | **27** |
| INDUSTRY LIVE | **17** |
| INTERBIL | **64** |
| LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS | **54 Y 55** |
| METALBARCELONA | **49** |
| METALMADRID | **13** |
| METRONIC | **64** |
| PROYCOTECME | **7** |
| REVISTAS TÉCNICAS | **INT. CONTRAPORTADA** |
| SPECTRO | **64** |
| SUBCONTRATACIÓN | **INT. PORTADA** |
| SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN | **21** |
| TECNYMAT | **23** |
| TRATER DAY | **9** |
| WHEELABRATOR | **64** |
| WS-INTERBIL | **PORTADA** |


# EN LOS PRÓXIMOS NÚMEROS

## FEBRERO

Nº Especial GLOBAL INDUSTRIE (París).
Hornos de vacío, de campana, continuos, de temple y de revenido.
Refractarios. Útiles para hornos. Gases especiales.
Atmósferas. Quemadores. Medidas. Control no destructivo.
Temperatura. Dureza. Aislamientos. Lubricantes. Fluidos. Medio ambiente.

# REVISTAS PROFESIONALES

DEL SECTOR DE LA METALURGIA

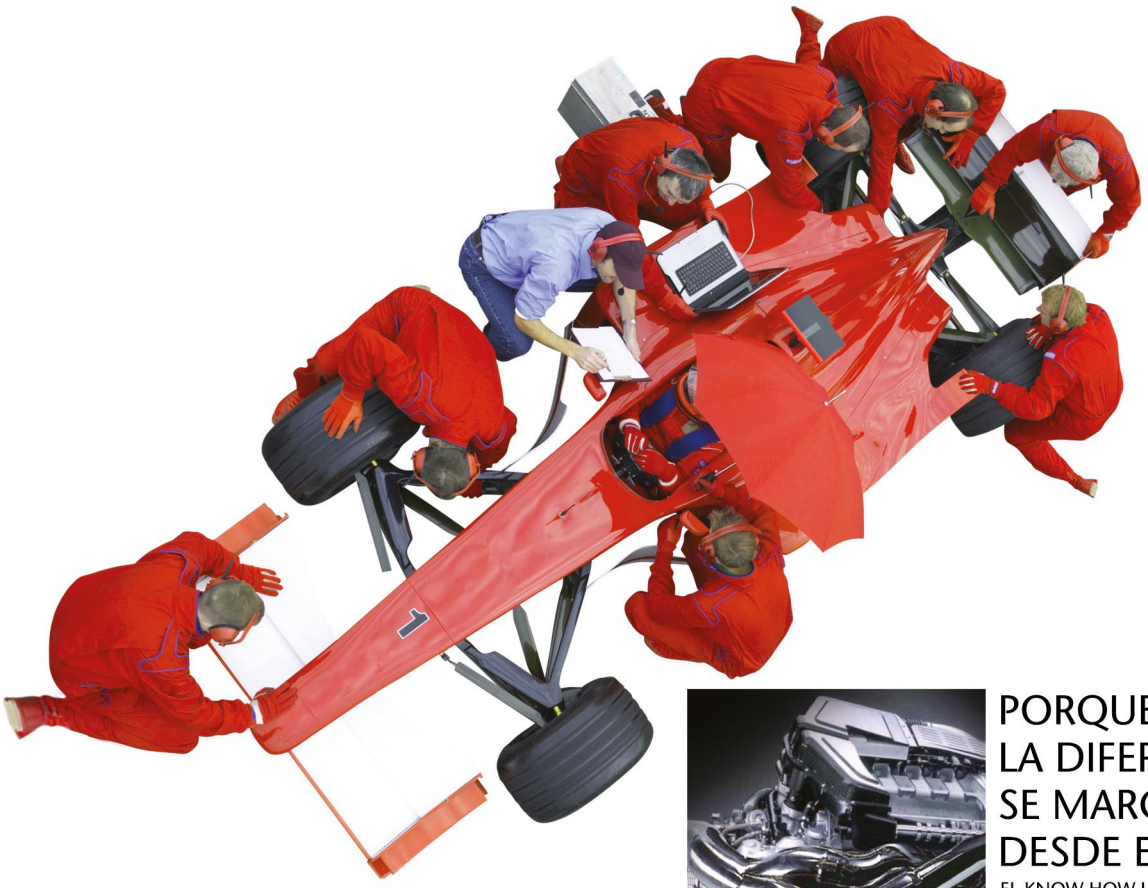



**PEDECA Press Publicaciones**

SOMOS SU MEDIO

pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

Síguenos en:





# PORQUE LA DIFERENCIA SE MARCA DESDE EL PRINCIPIO

EL KNOW HOW UNIDO AL CUIDADO DE LAS PRIMERAS FASES DE FABRICACION MARCAN LA CALIDAD, FIABILIDAD Y DURABILIDAD FINAL DEL PRODUCTO.

MEDIANTE HORNOS DESARROLLADOS, INSTALADOS Y MANTENIDOS POR ARROLA SE FABRICAN COMPONENTES PARA LA MAS ALTA COMPETICION.

ARROLA

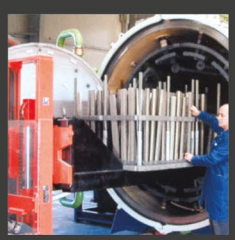
SERVICIO INTEGRAL PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TÉRMICO

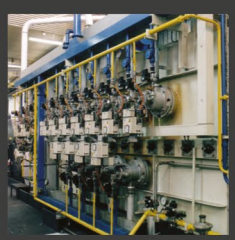
## SERVICIO INTEGRAL

### PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO Y GALVANIZADO EN CALIENTE

DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS







POLIGONO INDUSTRIAL ARGIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es

publiadk.com