

# Programa de Educación a Distancia

## Secundario de Jóvenes y Adultos



## Módulo 9 Orientación en Metalmecánica



*Autoridades provinciales:*

**Gobernador de la provincia de Córdoba**

Juan Schiaretti

**Vice – Gobernador de la provincia de Córdoba**

Manuel Fernando Calvo

**Ministro de Educación de la provincia de Córdoba**

Walter Mario Grahovac

**Secretaria de Educación**

Delia María Provinciali

**Director General de Educación de Jóvenes y Adultos**

Carlos Omar Brene

*Autoridades municipales:*

**Intendente de la ciudad de Córdoba**

Martin Llaryora

**Secretario de Educación de la ciudad de Córdoba**

Horacio Ferreyra

**Director General de Programas Educativos y Relaciones  
Territoriales de la ciudad de Córdoba**

Pablo Rodriguez Colantonio

# Equipo de Producción de Materiales

## Coordinación General

María Ángela Parrello

## Contenidistas

### Área Técnico Profesional – Módulo 8

Mariana Noé Molina  
Constanza Malik de Tchara  
Ornella Gorocito  
Bárbara Rocha Kermolj

### Área Técnico Profesional – Módulo 9: Orientación en Metalmecánica

Marcelo Bengolea - Metalúrgica Roma  
Alejandro Flores - Ministerio de promoción del empleo y de la economía familiar  
Eva Jorgelina Gosso - Pauny  
Hugo La Barbera - SMATA  
Leandro Fabián Tavolini - Alladio

## Edición

Constanza Malik de Tchara

## Colaboradores

Manuel Enrique Álvarez - Pauny  
Alejandro Guatta - CENMA SMATA  
Guillermo Antonio Macías - CENMA SMATA  
Joaquín Marchisio - Pauny  
Daniel Navarro - Pauny  
Julio Sánchez - Pauny

## Arte de Tapa

Carlos Julio Sánchez

## Diseño y Diagramación

Jesús Martín Salinas  
Bárbara Rocha Kermolj  
Ornella Gorocito  
Raquel Perales

Este módulo fue realizado con la colaboración de:

ALLADIO <https://www.alladio.com.ar/>  
METALÚRGICA ROMA <https://www.metalurgicaroma.com/#home>  
PAUNY <https://www.pauny.com.ar/>  
SMATA Córdoba <http://www.smatacba.com.ar/>  
CEMNA SMATA – Sede SMATA

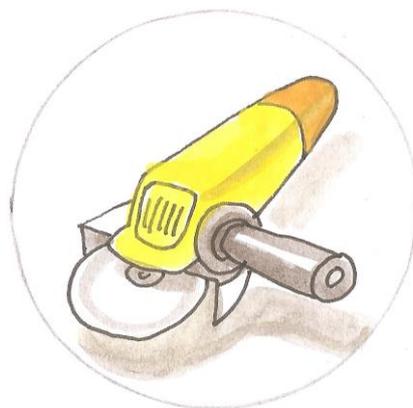
Un especial reconocimiento y agradecimiento a **Carlos Julio Sánchez** por compartir su arte para nuestras tapas y al **Sindicato Regional de Luz y Fuerza - SiReLyF** por su acompañamiento en toda la producción realizada.

# Índice general

1. Capítulo 1: Sector metalmecánico .....	5
2. Capítulo 2: Materiales.....	33
3. Capítulo 3: Herramientas de mano .....	93
4. Capítulo 4: Máquinas herramientas.....	103
5. Capítulo 5: Procesos industriales .....	125
6. Capítulo 6: Lectura e interpretación de planos .....	177
7. Capítulo 7: Sistemas y unidades de medición .....	189
8. Capítulo 8: Seguridad y salud .....	201
9. Capítulo 9: Filosofía del trabajo .....	229
10. Trabajo práctico integrador .....	233
11. Bibliografía .....	239



# Metalmecánica



**Capítulo 1**

**Sector**

**metalmecánico**

## Índice

Introducción .....	7
1.1 Presentación .....	7
1.1.1 ¿A qué llamamos sector metalmecánico?.....	7
1.2.1 Subsectores y cadenas de valor.....	14
1.2 Un breve recorrido histórico.....	18
1.2.1 Industrialización.....	18
1.2.2 La planta de Forja .....	22
1.2.3 La formación del sindicato.....	23
1.2.4 El Cordobazo y el desarrollo industrial.....	24
1.2.5 Cambios en el modelo económico: la transformación neoliberal .....	25
1.3 Perspectivas actuales del sector .....	30
1.3.1 El presente de la industria metalmecánica en Córdoba .....	30
1.3.2 ¿Hacia dónde vamos?.....	31

# Introducción

## 1.1 Presentación

### 1.1.1 ¿A qué llamamos sector metalmeccánico?

La Metalmeccánica comprende un gran universo de actividades manufactureras que utilizan entre sus insumos algún producto de la siderurgia y/o sus derivados que serán transformados, ensamblados o reparados. Las ramas electromeccánica y electrónica también están comprendidas en ella. Entre sus principales funciones están:

Proporcionar materiales e insumos a la mayoría de las actividades industriales y económicas, por ejemplo, la producción manufacturera, la construcción, el complejo automotriz, la minería y la agricultura, entre otros.

Fabricar bienes de consumo durables esenciales para la vida cotidiana, como heladeras, cocinas, estufas, artefactos de iluminación, equipos de refrigeración y electrónicos, entre otros.

En la Argentina, la industria metalmeccánica se encuentra ubicada principalmente en la Provincia de Buenos Aires, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. En estas cuatro zonas se concentra el 90% del universo metalmeccánico nacional. Se trata de pequeñas y medianas empresas de entre 10 y 20 personas en promedio y de grandes empresas que cuentan con más de 150 empleados.



La industria Metalmeccánica engloba principalmente estos sectores:

El **sector agrícola** comprende principalmente la fabricación de cosechadoras, tractores, sembradoras e implementos, entre los cuales se incluyen los cabezales para cosechadoras, acoplados tolva, pulverizadores autopropulsados y de arrastre, implementos para labranza primaria, rastras, cultivadores, fertilizadoras y rastrillos.



Agro partes, (partes y piezas, subconjuntos y conjuntos por corte, conformado, fundición gris, inyección de plásticos, etc.) y ensamble (diseño de productos, corte de chapa, soldadura, pintura, armado, distribución). En el sector coexisten aquellos fabricantes que tercerizan en un alto porcentaje la producción de sus partes, piezas, subconjuntos y conjuntos, constituyéndose como factorías ensambladoras, y aquellas empresas que arman integralmente sus agro partes y las ensamblan. El producto terminado se entrega a los concesionarios de venta directa al productor agropecuario en un 40% o al contratista en un 60%.

El sector de **máquinas herramientas** comprende principalmente la fabricación de éstas por arranque de viruta, por deformación, para el trabajo de la madera, máquinas de soldar eléctricas, robots, elementos de automatización y diversos accesorios y equipos afines.

La producción comienza con el diseño del producto, se especifican las características de la máquina herramienta que se quiere producir, las normas de calidad y seguridad que debe cumplir, confiabilidad, la capacidad de producción, etc.



Se procede luego, a la fabricación de las piezas que componen la máquina herramienta, ya sea por los mismos fabricantes o por terceros. Las piezas son conjuntos y subconjuntos de chapa plegada y soldada, ruedas dentadas, piezas fundidas como bancadas y carros portaherramientas o sistemas de lubricación. Ensamblada la parte estructural principal de la máquina, se incorporan a la misma, cajas reductoras, mecanismos de avance, etc. y los sistemas hidráulicos, electrónicos, neumáticos, etc., que constituyen su control, como mecanismos complementarios. En general los componentes utilizados son de fabricantes internacionales y algunos elementos secundarios, como transformadores, motores paso a paso, actuadores, son provistos por productores nacionales. Entre las materias primas utilizadas se encuentran aceros, fundición gris, metales no ferrosos, como bronce, aluminio, latón, plásticos, caucho. Debemos nombrar, además, rodamientos, bulonería, motores, contactores, cables, sellos, válvulas, actuadores, lubricantes, pintura. Se finaliza con el ensamble de los sistemas de control y las protecciones de seguridad para el operario, posteriormente la comercialización y el servicio de puesta en marcha y posventa.

La **industria aeronáutica y ferroviaria** también ha tenido un gran peso en el sector a lo largo de la historia de nuestro país.

Durante la segunda mitad del siglo XX se comenzó a producir material en materia ferroviaria que fue utilizado en todas las líneas argentinas y varios países de Latinoamérica. En la actualidad, Córdoba produce y reindustrializa material que se ubica en el mercado interno, en América Latina e inclusive en África.

Por otro lado, en materia aeronáutica no podemos ignorar La Fábrica de Aviones (FAdeA) de Córdoba, que fue la primera de su tipo en toda América Latina. A mediados del siglo pasado se convirtió en un formidable polo de desarrollo industrial que llegó a producir, entre otros, uno de los primeros aviones militares a reacción: el Pulqui I, y luego un caza de los más veloces del mundo: el Pulqui II.



El propósito clave del sector, entonces, apunta a transformar la materia prima proveniente de los metales para la obtención de alambres, láminas, placas, etc. a fin de tener como producto final repuestos, componentes y matrices para cualquier maquinaria que tenga implicado metales o aleaciones en su composición.



### Let's define / Vamos definiendo

El **Sector Metalmecánico** se dedica al aprovechamiento de los productos obtenidos en los procesos metalúrgicos para la fabricación de partes, piezas o productos terminados como máquinas, equipos o herramientas.



### Let's think / Pensemos

¿Qué empresas conocemos que integren este sector? ¿Trabajamos o hemos trabajado allí, o conocemos a alguien que lo haga? ¿Dónde aprendimos lo necesario para desempeñarnos en el trabajo?

¿Conocemos dónde aprender oficios como tornería o manejo de otras maquinarias y herramientas específicas?



### Let's work / A trabajar

#### Activity 1 / Actividad 1

A continuación, observamos cuatro imágenes relacionadas con los conceptos desarrollados. Escribamos debajo de cada una alguna idea que las vincule con el propósito y dinámica de la industria metalmecánica.





### Las y los trabajadores del sector

El Convenio Colectivo de Trabajo establecido por la Unión Obrera Metalúrgica bajo el N° 260/75 en su artículo 4; establece lo siguiente en relación a la “función principal” del Sector:

“Se considerarán actividades metalúrgicas todas aquellas que tratan o transforman la materia de origen, por fundición, sinterización, forjado, estampado, prensado, extrusión, laminado, trefilado, soldado, maquinado y cualquier otro proceso que produzca elementos metálicos y/o mixtos elaborados y/o semielaborados y finales; también en reparaciones, ensamble, montaje y mantenimiento. Asimismo, se considerarán comprendidas las oficinas comerciales, depósitos y talleres de reparación, conservación de maquinarias, herramientas y todo otro artículo manufacturado metalúrgico de fabricación nacional o importado, si ésta es su principal actividad”.

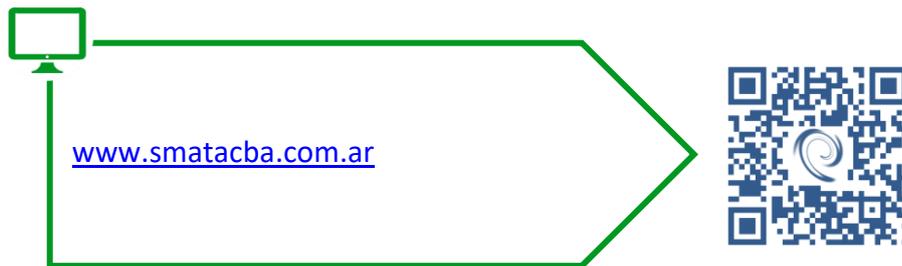
Es tan amplio el espectro de actividades que abarca este convenio que detalla 48 ámbitos de aplicación de este convenio

Si bien esta complejidad varía según el tamaño de la empresa, yendo desde talleres hasta grandes empresas multinacionales, pasando por PyMEs, la mayoría están referenciadas con el convenio colectivo de trabajo de la Unión Obrera Metalúrgica.

#### Keep in mind / Para recordar:

Los más de 50.000 trabajadores que nuclea la industria metalmecánica se asocian a SMATA, Sindicato de Mecánicos y Afines del Transporte automotor. Por su parte, la Unión Obrera Metalúrgica (UOM) es otra de las entidades gremiales que protege a los y las trabajadoras de otras ramas del Sector. Como vimos en el módulo 8 cuando nos referimos al derecho Colectivo del Trabajo y a la libertad sindical, estas trabajadoras y trabajadores depositan aquí la defensa y promoción de sus intereses, participando y respetando los convenios colectivos de trabajo.

**Let's watch / Veamos:** SMATA Sindicato de Mecánicos y Afines del Transporte Automotor



**Let's watch / Veamos:** UOM Unión de obreros metalúrgicos



### Actividades y roles laborales

La **industria metalmecánica** es el sector que comprende las maquinarias y las herramientas proveedoras de partes a las demás industrias metálicas. Los insumos básicos de esta industria son el metal y las aleaciones de hierro para su utilización en bienes de capital productivo.

Como se trata de un campo de actividades muy amplio, las empresas del sector requieren trabajadoras y trabajadores cuyas capacidades les permitan a grandes rasgos:

- ✓ Reconocer e interpretar requerimientos de otras industrias en relación a matrices, componentes y maquinarias.
- ✓ Interpretar diferentes documentos técnicos. Esto incluye: relevar, decodificar planos de ingeniería y croquis, hojas de especificaciones de equipos y manuales de instalación
- ✓ Preparar, organizar y ejecutar el trabajo implementando métodos y técnicas que respondan a las características y al alcance de la obra.

La **orientación en metalmecánica** nos ofrece a jóvenes y adultos la posibilidad de adquirir conocimientos, habilidades, valores y actitudes en situaciones reales de trabajo de este sector. Para ello, buscamos familiarizarnos con elementos, dispositivos, equipos e instalaciones de baja y mediana complejidad.

El objetivo de esta orientación es articularse en trayectos formativos que incluyan terminalidad educativa, formación profesional y capacitación laboral en pos de que desarrollemos las siguientes capacidades:

- ✓ Optimizar, emplazar, instalar y habilitar equipos e instalaciones;
- ✓ Interpretar la lógica del proceso productivo, incluyendo procedimientos, controles, programas y logística para operar;
- ✓ Identificar las condiciones operativas de las maquinarias y del proceso, y las necesidades y requerimientos de servicios auxiliares por parte de los distintos sectores, así como sus límites y restricciones, tanto desde el punto de vista del proceso como del equipamiento e instalaciones.
- ✓ Reconocer el área de responsabilidad operativa y sus relaciones con los niveles de producción, actividad, programas de puesta en marcha y paradas.
- ✓ Saber desempeñarnos en procesos de compra y/o venta, selección y asesoramiento de equipos e instalaciones y sus componentes.
- ✓ Actuar individualmente o en equipo en la generación, concreción y gestión de emprendimientos en el ámbito de la producción, disponiendo de herramientas básicas para identificar el proyecto, evaluar su factibilidad técnico-económica e implementar y gestionar el emprendimiento, así como de requerir el asesoramiento y/o asistencia técnica de profesionales específicos en los momentos correspondientes.

Estos saberes se concretan en roles laborales específicos y estos a su vez en puestos de trabajo. Veamos algunos de los más específicos:

<b>Obtención y tratamiento de los metales a partir de minerales metálicos. (Metalurgia)</b>	<b>Producción de aleaciones a partir de los óxidos, hidróxidos y carbonatos (Siderurgia)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operador de Hornos Cubilote</li> <li>✓ Modelista en Madera</li> <li>✓ Moldeador</li> <li>✓ Operador de procesos Metalúrgicos</li> <li>✓ Operador de Matricería</li> </ul>	

<b>Mecanizado sin arranque de viruta por deformación (forja, estampado)</b>	<b>Tratamientos Térmicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operador de Horno a Inducción para Fusión de Metales</li> <li>✓ Operador Matricero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operador de Horno para Tratamientos Térmicos</li> </ul>

<b>Mecanizado con arranque de viruta</b>	<b>Mecanizado por abrasión</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operario de la Industria Metalmeccánica</li> <li>✓ Tornero</li> <li>✓ Fresador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rectificador</li> <li>✓ Operador de Rectificadoras a CNC</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Programador de Máquinas Comandadas a CNC para arranque de viruta</li> <li>✓ Operador de Máquinas Comandadas a CNC para arranque de viruta</li> </ul>	
---	--

Montaje	Medición y Calidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Herrero</li> <li>✓ Soldadura Básica</li> <li>✓ Soldador</li> <li>✓ Soldador MIG</li> <li>✓ Soldador TIG</li> <li>✓ Pegador</li> <li>✓ Carpintero Metálico y de PVC</li> <li>✓ Zingero</li> <li>✓ Programador de Máquinas Comandadas a CNC para el conformado de Materiales</li> <li>✓ Operador de Máquinas Comandadas a CNC para el conformado de Materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operador de Máquinas e Instrumentos de Medición</li> <li>✓ Auxiliar de Laboratorio</li> <li>✓ Metrólogo</li> </ul>

Mantenimiento	Nuevos Puestos
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operario de mantenimiento Hidráulico</li> <li>✓ Operario de mantenimiento Neumático</li> <li>✓ Operario de mantenimiento Eléctrico</li> <li>✓ Operario de mantenimiento de Infraestructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Operador de Impresoras 3D</li> <li>✓ Operador de Robots de Montaje</li> <li>✓ Operador de Robots de Soldadura</li> <li>✓ Operador de Máquinas de corte Láser</li> <li>✓ Operador de Máquinas de corte por Chorro de Agua</li> </ul>



### Let's think / Pensemos

- ¿Alguna vez ocupamos uno o más de estos puestos de trabajo o conocemos a alguien que lo haya hecho?
- ¿Qué sabemos sobre la actividad que realiza cada uno/a?
- ¿Cuál nos gusta más? ¿Por qué?
- ¿Dónde se obtiene formación para poder desempeñarse en estos roles?

### 1.2.1 Subsectores y cadenas de valor

Para poder conocer a un sector tan amplio como el metalmecánico necesitamos estudiar la diversidad de actividades que se engloban en el mismo. Sin embargo, esto precisa a su vez visualizar la compleja trama en que la actividad industrial se desarrolla. Para estudiarlo en este módulo comenzaremos con el concepto de cadena de valor.



#### Let's define / Vamos definiendo

Una **cadena de valor** describe la gama de actividades que se requiere para llevar un producto o servicio desde su concepción, pasando por las fases intermedias de la producción y la entrega hasta los consumidores finales y su disposición final después de su uso. Esto incluye actividades tales como el diseño, la producción, la comercialización, la distribución y los servicios de apoyo hasta llegar al consumidor final. Las actividades que constituyen una cadena de valor pueden estar contenidas dentro de una sola empresa o divididas entre diferentes empresas, dentro de una única ubicación geográfica o distribuidas en áreas geográficas más amplias.

*Fuente: Nutz, N. y Sievers, M. Guía General para el Desarrollo de Cadenas de Valor, Organización Internacional del Trabajo, 2016.*

Como vemos en la definición, el concepto de cadena de valor en términos generales supone un proceso lineal con proveedores de insumos en el primer eslabón de la cadena, la fabricación o industrialización y ensamble en el medio y la comercialización de productos terminados en el último.

Sin embargo, en el sector metalmecánico esta linealidad se ve alterada por la existencia de numerosos productos semielaborados (piezas, partes, subconjuntos y conjuntos) que constituyen materias primas de otros bienes y que a la vez comparten con estos los mismos insumos. Por este motivo, parece más adecuado abordar al proceso de agregación de valor en el sector metalmecánico desde un **enfoque sistémico o de red**, que permite identificar las relaciones de ida y vuelta que se producen entre los distintos componentes del sistema (en el que un productor de partes y piezas puede ser a su vez productor de bienes terminados).

Dentro del sector es posible advertir procesos de fabricación internos y externos a la empresa, insumos, partes, piezas, subconjuntos y conjuntos y la relación de cada una de estas fases con su respectivo cliente. Existen en todas las instancias de comercialización de dichos componentes, la presencia de un servicio técnico al cliente mediante el cual se atienden reclamos, mejoras y sugerencias que impactan también en el valor del producto final.

**Actividades Primarias:** dentro de la idea de “cadena de valor” en este tipo de actividades se incluyen todas aquellas para las cuales es necesario contar con conocimientos o saberes específicos del sector, ya sea por los materiales que se manejan y sus características, por lo procesos que se llevan a cabo o por las particularidades de los bienes o producto que resultan de estos procesos.

Dentro de la Cadena de Valor del Sector Metalmeccánico se pueden encontrar las siguientes actividades:

<b>Actividades en la cadena de valor del sector metalmeccánico</b>	Logística de entrada: son todas las actividades relacionadas con la recepción, el almacenamiento y la distribución de los insumos del producto objeto de la empresa.
	Operaciones: conforman el núcleo del sector, aquí dentro están todas las transformaciones de los insumos en productos finales. Se encuentran todas las actividades que se encuentran incluidas dentro del propósito clave del sector. Intervienen directamente en la creación de valor: siderurgia o metalurgia, mecanizado, soldadura.
	Logística de salida: lo conforman todas las actividades incluidas en el almacenamiento de los productos terminados en primera instancia y las logísticas necesarias para que ese producto llegue al cliente.
	Mercadotecnia y Ventas: apunta a todas las estrategias implicadas en lograr que los clientes adquieran los productos finales.
	Servicio Posventa: lo conforman todas las actividades que las empresas del sector puedan diagramar que ayuden a mejorar o a conservar el valor del producto y la relación con el cliente externos.

**Actividades de Apoyo:** Incluye el desarrollo tecnológico; el manejo de recursos humanos; el mantenimiento y la infraestructura organizacional. Son actividades que precisan saberes transversales a distintos sectores, aunque para su implementación es necesario un conocimiento de las lógicas que se manejan dentro de cada sector en particular.



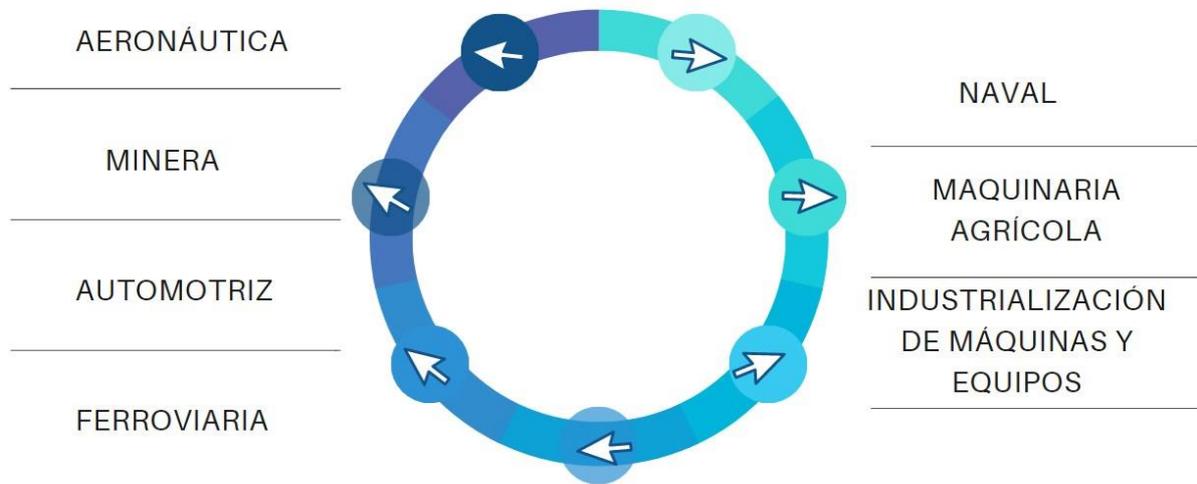
**Keep in mind / Para recordar:**

Los sectores socioproductivos a menudo presentan diferentes clasificaciones según qué se analice: si la cadena de valor, si la afiliación gremial, si es la materia prima. La industria metalmeccánica es un universo que involucra a su interior actividades muy diversas y que tienen a su vez mucho desarrollo. Por ello encontraremos denominaciones de sectores y subsectores que buscan ordenar esta amplitud para que podamos estudiarla.

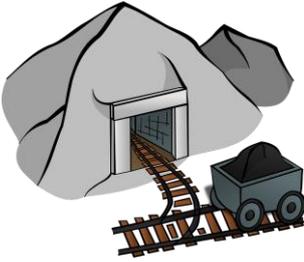
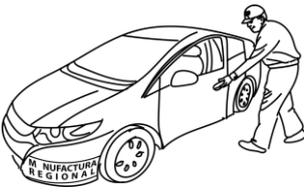
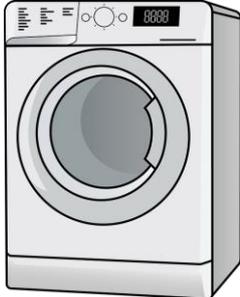
Es posible identificar los siguientes subsectores metalmeccánicos que comúnmente son estudiados como cadenas de valor específicas:

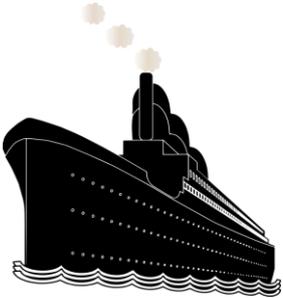
# INDUSTRIA METALMECÁNICA

Subsectores según cadenas de valor



Veamos en detalle un poco más de información sobre cada una de éstas:

<p><b>Exploración minera:</b> Tanto la “siderurgia” y la “metalurgia” como los procesos de arranque del sector requieren de los minerales que se extraen de la naturaleza para obtener los diferentes metales ferrosos o las diversas aleaciones</p>	
<p><b>Industria automotriz y de autopartes:</b> La fabricación de automóviles es quizás el subsector más conocido del Sector Metalmeccánico. Hay que tener en cuenta que ésto incluye desde la fabricación de las piezas que componen los vehículos hasta su montaje.</p>	
<p><b>Industrialización de máquinas y equipos:</b> Se podría decir que es el eje que vincula otros sectores de la economía con el Sector Metalmeccánico, ej: fabricación de electrodomésticos de línea blanca, cocina, máquinas de coser, de algunas piezas que llevan los motores que impulsan otras máquinas, etc.</p>	

<p><b>Industria naval:</b> La fabricación de grandes cruceros, que van a través de los océanos, hasta las lanchas que se utilizan para ocio o para salvataje forman parte de este subsector.</p>	
<p><b>Maquinaria agrícola:</b> la fabricación de maquinaria e implementos para el campo es tan específico, que se ha conformado como un subsector.</p>	
<p><b>Industria ferroviaria y aeronáutica:</b> la construcción de trenes y ferrocarriles para el transporte no sólo de pasajeros sino también de la producción de diferentes regiones; y de aviones también, de gran porte como los que transportan pasajeros, hasta los más pequeños que pueden cumplir con determinados servicios.</p>	

Como hemos podido ver, la industria metalmeccánica supone un universo de elementos muy amplio, que además cuenta con una historia muy importante en nuestro país, en la que la Provincia de Córdoba tiene un rol fundamental. Vamos a recorrerla brevemente para comprender el lugar que tiene hoy dentro del mundo del trabajo y el desarrollo regional y nacional.

¿Comenzamos?

## 1.2 Un breve recorrido histórico

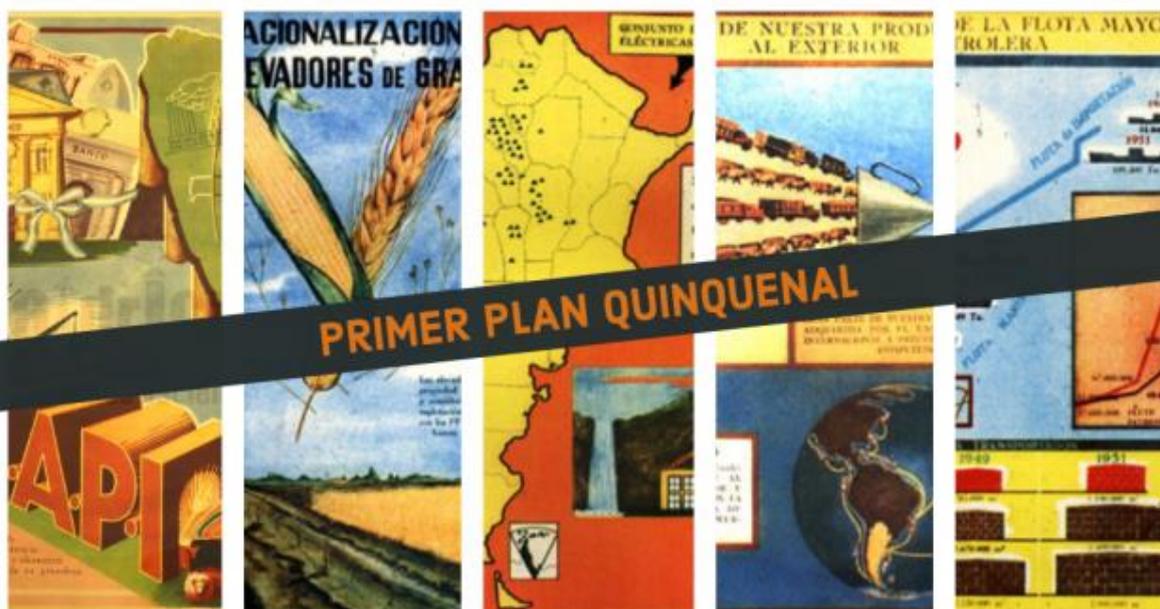
### 1.2.1 Industrialización

Como vimos en Ciencias Sociales, la **industrialización** de nuestro país comenzó en la década del 30 con la sustitución de importaciones y se desarrolló a partir del Primer Plan Quinquenal de Perón, iniciado en el 46, bajo el modelo keynesianista de intervención estatal.

#### Useful tip / Una ayudita

A esta historia ya la conocemos porque la hemos estudiado. Podemos repasar:

- Las características del modelo económico keynesiano aplicado por el peronismo en el Módulo 6, Área de Ciencias Sociales, "El modelo económico peronista".
- Los modelos socio-económicos de desarrollo en la Argentina que aprendimos en el eje N° 3 del módulo 8.



Durante este período se impulsó en nuestro país el desarrollo de la **industria liviana** con fuerte apoyo del Estado mediante organismos como el **IAPI (Instituto Argentino para la Promoción del Intercambio)** y el **Banco Industrial**. Este modelo significó una profunda transformación respecto de aquel que había dominado nuestro país principalmente entre los años 1860-1930. Conocido como modelo agro-exportador, dicho sistema estaba centrado en la producción agrícola de granos y carne para la exportación, importando del extranjero prácticamente todos los productos industriales y manufacturados necesarios para la vida cotidiana y el comercio, con escasa intervención estatal.

Dentro de la industria liviana impulsada bajo el peronismo, el sector metalmecánico agrupaba también a la llamada **línea blanca**, es decir la producción de lavarropas, heladeras, batidoras, etcétera. La empresa *José M. Alladio e Hijos S.A*, ubicada en la localidad cordobesa de Luque, se insertó en 1949 en esa evolución, produciendo bienes que facilitarían los quehaceres del hogar. Esta empresa fabricó en aquel momento el primer prototipo de lavarropas de uso familiar.



### Further information / Para saber más:

Para conocer más detalles de este proceso, podemos mirar el siguiente capítulo de la serie documental Industria Nacional de Canal Encuentro.

“El modelo de industrialización por sustitución de importaciones. Segunda etapa.”

<http://encuentro.gob.ar/programas/serie/8457/5307?temporada=1>

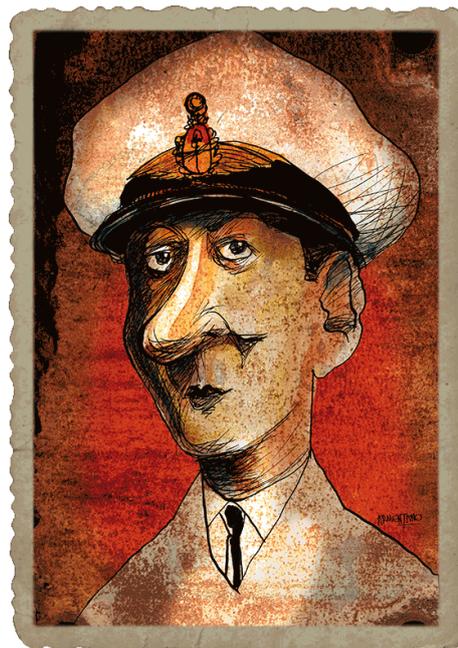
A comienzos de la década del 50 se produjo en Argentina un replanteo del proceso industrial: la producción no crecía por falta de máquinas y el país no generaba las divisas necesarias para comprarlas, situación que se agravaba todavía más por la falta de crédito externo.

El gobierno nacional pensó entonces en fomentar el ingreso de empresas internacionales que estuvieran dispuestas a aportar equipos bajo la forma de inversiones directas y en sectores todavía no explotados. Esto dio lugar al Segundo Plan Quinquenal de Perón.

En **Córdoba**, Juan Ignacio San Martín (conocido como el **Brigadier San Martín**, quien sería gobernador de la provincia entre 1949 y 1951) había sido designado Director del Instituto Aerotécnico (Fábrica Militar de Aviones), reestableciendo la política de producción y diseño nacional de aviones que había sido abandonada en 1936.

La consecuencia directa fue la fabricación del **Calquín** y el **Pulqui I**: el primero, un avión de entrenamiento, mientras que el segundo era un avión a reacción, enteramente de fabricación nacional con materiales especiales desarrollados para su construcción (aleaciones, plásticos, etc.).

En 1951 el Brigadier San Martín renunció a la gobernación de Córdoba para asumir como Ministro de Aeronáutica de la Nación y poner en marcha el plan quinquenal en la industria automotriz. Desde dicho cargo, creó y presidió “Industrias Aeronáuticas Mecánicas del Estado” (**IAME**) el 30 de noviembre de 1951. El establecimiento de esta fábrica en nuestra provincia significó el despegue industrial de Córdoba, ya que era una gran formadora de técnicos y obreros especializados.



*Caricatura del Brigadier Juan Ignacio San Martín realizada por el dibujante Javier Armentano para el Ministerio de Defensa de la Nación Argentina*

En 1953 se sancionó, a nivel nacional, la ley Nº14122 que trataba de regular los flujos de fondos esperados y de otorgar garantía jurídica a los propietarios para atraer empresas que aportaran a la producción metalmecánica. El proyecto de San Martín consistía en que el Ministerio de Educación preparara a los técnicos y obreros especializados para que se pusieran en marcha las nuevas industrias y luego fueran tomadas por la actividad privada.



#### Further information / Para saber más:

IAME (Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado)

<https://www.youtube.com/watch?v=VVcw9eC9NQU>

Volviendo a nuestra provincia, en asociación con la Fábrica Militar de Aviones, se privatizó la Fábrica de Motores y Tractores quedando a cargo de **FIAT CONCORD**. También se instaló en Córdoba la fábrica de automóviles *Industrias Kaiser Argentina S.A.*, conocida por sus siglas **IKA**, con sede central en Barrio Santa Isabel, de la que surgió el primer JEEP el 27 de abril de 1956.

Ambas empresas obtuvieron créditos generosos de parte del Banco Industrial, garantías de reservas del mercado interno e instalaciones, equipos y personal calificado, logrando beneficios desde su primer año de actividad. Es decir que **el Estado intervenía en la economía buscando favorecer el desarrollo industrial** a partir de políticas de protección e incentivo, otorgando facilidades al sector privado y al capital extranjero para la inversión. Se creó así en Córdoba el primer y mayor polo metalmecánico del país.

Finalmente, es importante mencionar para este período la fundación de la **Universidad Tecnológica Nacional** bajo el gobierno de Arturo Frondizi, como continuidad y reimpulso de la Universidad Obrera Nacional creada en 1949 por Perón. Esta universidad otorgaría un fuerte impulso al desarrollo del sector.



### Activity 2 / Actividad 2

Desde 1946 hasta los años 60 se dio en Córdoba un importante desarrollo del sector metalmeccánico. Revisemos en nuestra historia familiar o en nuestro lugar de trabajo si podemos identificar personas que hayan trabajado en alguna de las industrias mencionadas en este capítulo. ¿La empresa en que trabajamos actualmente existía para ese entonces? ¿Recibió algún beneficio de este plan? ¿Dónde podemos encontrar esa información?

### Activity 3 / Actividad 3

Observemos la siguiente tabla y realicemos un gráfico de coordenadas en donde se pueda apreciar la progresión con que se produjo el aumento de trabajadores en función a los años transcurridos. Tomemos como ejemplo una de las fábricas más importantes del sector:

**Useful tip / Una ayudita**  
Para realizar el gráfico podemos consultar el Módulo 5 en Matemáticas.

Año	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Cantidad de trabajadores en IKA	750	1550	2332	4084	5791	7551

### Activity 4 / Actividad 4

En base a lo que leímos hasta ahora y a lo que estudiamos en los módulos 6 y 8 sobre la historia de nuestro país, enumeremos las características fundamentales de los dos modelos económicos abordados:

	Modelo agroexportador liberal	Modelo de desarrollo industrial keynesiano
¿Cuál es la actividad económica principal?		
¿De qué trabaja la mayoría de la gente? ¿es trabajo decente?		
¿Dónde se vende lo que se produce?		
¿Cuál es el rol del Estado? ¿Qué medidas lleva a cabo?		
¿Qué consecuencias tuvieron las políticas implementadas para la economía?		



### 1.2.2 La planta de Forja

A medida que la producción automotriz crecía, las empresas se vieron en la necesidad de contar con nuevos departamentos que facilitarían la fabricación automotriz. Así, a principios de 1960 comenzó sus actividades la **planta de Forja**, en el predio de la fábrica IKA. En sus comienzos solo se contaba con forja liviana, donde se procesaban piezas pequeñas y luego se agregó forja pesada para piezas de mayor tamaño. Entre estos nuevos sectores se contaban el Departamento de Corte donde se cortaba incluso acero, el Departamento Matricera en que se construían los moldes o matrices, el de Tratamiento Térmico donde se le daba a la pieza la dureza necesaria para cada uso, el Departamento de inspección encargado de verificar que no existieran fisuras y el Departamento de Expedición mediante el cual más piezas eran enviadas hacia su destino final. En Forja se fabricaban piezas no solo para IKA, sino también para YPF, Mercedes Benz, General Motors, Molinos Minetti, y Eaton Ejes, entre otras.



Planta de Kaiser en Santa Isabel, Córdoba

Eran buenos años para la industria metalmeccánica: **IKA** crecía y aumentaba su producción, el aprovechamiento de los espacios se había completado, por lo que se hizo necesario entonces mudar algunos departamentos. Así fue que, en marzo de 1963, la llamada *División 300* se trasladó a un nuevo predio, primero para fabricación de cajas de velocidad y luego para transmisiones. No se transformó en otra empresa, simplemente se llamó *Transax* (Transmisiones Axiales). Lo mismo ocurrió con el Departamento 514 Matricería que se trasladó a camino a Pajas Blancas, hoy Monseñor Pablo Cabrera. Así nació Pedriel quien luego fuera DPM, División Planta de Matrices y, finalmente, Matricería Austral. El desarrollo industrial se extendía por los alrededores de la ciudad.

Por su parte, el crecimiento de **Fiat** dio origen, entre otras fábricas, a TRA (Thompson Ranco Argentina), Materfer, y Fiat Caseros, una localidad del Gran Buenos Aires donde se trasladó Fiat Córdoba. Finalmente, Fiat Concord continuó fabricando tractores en nuestra ciudad y camiones en Sauce Viejo, Santa Fe.

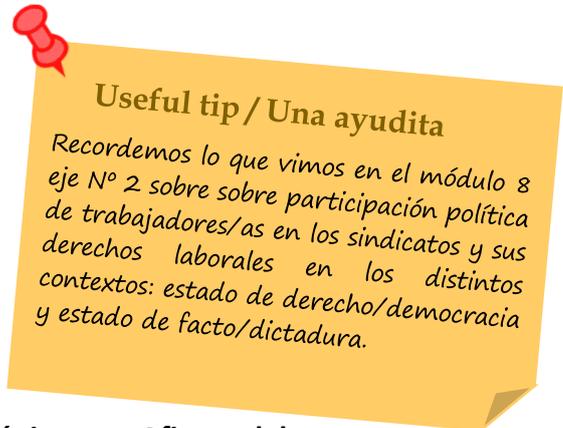
A fin de cumplimentar con los requisitos de la época en cuanto a que **el 95% de los componentes utilizados en la fabricación debían ser nacionales**, fue necesaria la creación de *ILASA* (*Industrias Latinoamericanas de accesorios S.A.*), destinada a la fabricación de cables, carburadores, etcétera. La característica más importante de esta empresa era que la mayoría de su personal jornalero eran mujeres. Con estos requisitos vemos, una vez más, la importancia del Estado en el impulso del desarrollo industrial.

### 1.2.3 La formación del sindicato

El crecimiento inusitado del sector, la producción en serie de motocicletas, automotores, tractores, accesorios, línea blanca y concesionarias hicieron cada vez más necesaria la presencia de una **organización que se ocupara de los problemas de los trabajadores y trabajadoras**.

Fueron los obreros especializados, matriceros, electricistas, mecánicos e inspectores quienes llevaron a cabo la tarea de darle forma al sindicato, comenzando las primeras acciones en el año 1955, en un contexto de país que era adverso para el movimiento obrero argentino debido a la proscripción del peronismo que implementó la dictadura autodenominada “Revolución libertadora”.

En un pequeño “saloncito”, con piso de tierra, en Bº Las Flores, abierto las 24 horas, con pocos elementos, en una fecha incierta de 1956 se construyeron los cimientos del **Sindicato de Mecánicos y Afines del Transporte Automotor Seccional Córdoba (SMATA)**. El 12 de diciembre de 1958 asumió la Primera Comisión elegida mediante elecciones. Otro sindicato que permitió la organización de los trabajadores ligados al sector, es la Unión Obrera Metalúrgica, la UOM.



#### Keep in mind / Para recordar:

La agremiación de los trabajadores es un hecho cívico de suma importancia ya que delega en sus representantes gremiales conquistas que en forma individual hubieran sido imposibles: horarios y turnos de trabajo, almuerzo y descanso, trabajo insalubre, discusión de convenios colectivos y paritarias, etc.



#### Let's think / Pensemos

¿Cuáles de nuestras condiciones de trabajo actuales no existían hace 70 años? ¿Qué tipo de vida nos permiten llevar?

¿Hay algún derecho que hayamos perdido o ganado en los últimos años? ¿Cuál? ¿Por qué ocurrió eso?

¿Cuáles condiciones de trabajo pueden mejorarse todavía más?

Como veremos a continuación, además de ser herramientas para mejorar la vida de las y los trabajadores, los sindicatos han sido un actor clave en la lucha contra las dictaduras de nuestro país.

### 1.2.4 El Cordobazo y el desarrollo industrial

El 29 de mayo de 1969 se produjo en Córdoba un levantamiento popular contra la dictadura de Juan Carlos Onganía que había comenzado en el '66. Grandes columnas obreras abandonaron las fábricas del cordón industrial para dirigirse al centro de la ciudad. Se sumaban a ellas trabajadores de Empresa Provincial de Energía Eléctrica (EPEC), bajo el gremio de Luz y Fuerza dirigido por **Agustín Tosco**, otros trabajadores y trabajadoras estatales, y la numerosa columna estudiantil movilizada por la Federación de Estudiantes Universitarios (FUC). Además de Tosco, entre los principales dirigentes de aquel levantamiento se encontraba **Elpidio Torres**, Secretario General del sindicato metalmeccánico SMATA.

A la hora de comprender por qué se produjo esta rebelión cordobesa, debemos pensar en la continuidad de la intervención militar que, de modo directo mediante dictaduras, o de modo indirecto controlando la política y proscribiendo al peronismo, no permitía el funcionamiento democrático del país. El Cordobazo fue un **movimiento anti dictatorial**. Pero hay otros dos aspectos que son relevantes para este desarrollo: en primer lugar, la composición social de nuestra ciudad se había transformado a partir del crecimiento industrial que venimos repasando. **Córdoba era ya una ciudad con una gran**

**proporción de obreras y obreros organizados en sindicatos**, sin los cuales el Cordobazo no hubiese sucedido. Es decir que la industria cambió nuestra composición social y nuestra vida cotidiana. A ello se suma que el 10% de todas las personas que vivían en la ciudad eran estudiantes universitarios. La unión de obreros/as industriales, trabajadores/as estatales y estudiantes universitarios/as resultó una alianza muy poderosa contra la dictadura.

En segundo lugar, Onganía había realizado cambios económicos a partir del trabajo de su ministro de economía Adalberto Krieger Vasena. Introdujo algunas reformas que podrían considerarse de **tendencia liberal**, lo que perjudicó la situación económica de las y los trabajadores. Por ejemplo, la eliminación del "sábado inglés" que permitía media jornada de descanso. Estas medidas fueron un factor que aportó al levantamiento del Cordobazo, pero, además -como veremos a continuación- anticipaban una profunda transformación para el mundo del trabajo en general y el sector metalmeccánico en particular.



Dibujo realizado por "El Cape" que muestra a Agustín Tosco, Elpidio Torres y Atilio López durante el Cordobazo.

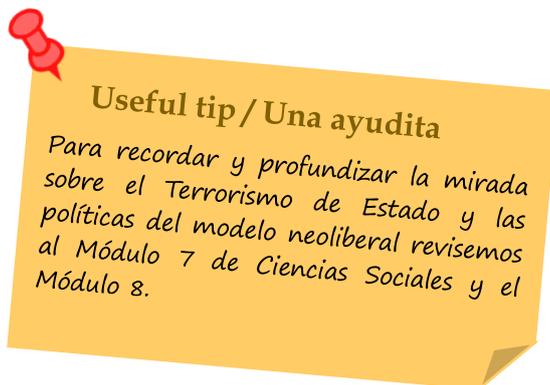
#### Useful tip / Una ayudita

Para profundizar sobre estos temas, retomemos el Módulo 6 de Ciencias Sociales: "Crisis social y caída de Onganía: el Cordobazo" y la línea de tiempo de dictaduras y democracia que encontramos en el eje 2 del Módulo 8.

### 1.2.5 Cambios en el modelo económico: la transformación neoliberal

Si bien -como vimos- hubo vaivenes en la política económica, podría decirse que desde el comienzo del proceso de industrialización hasta 1976, el modelo económico mantuvo algunos lineamientos generales como la intervención estatal y el objetivo de generar industrias en nuestro país, rompiendo con la División Internacional del Trabajo anterior que nos ubicaba como país exportador de materias primas. Pero a partir del golpe de Estado cívico-militar del 24 de marzo de 1976 todo cambiaría.

La dictadura encabezada por Jorge Rafael Videla no solo implementó el **Terrorismo de Estado** como mecanismo represivo hacia las y los trabajadores, las juventudes, las activistas y todo aquel que se opusiera a sus políticas, creando centros clandestinos de detención en todo el país, secuestrando, torturando, asesinando, desapareciendo y usurpando identidades a miles de argentinos y argentinas. Estas acciones tuvieron como principal objetivo implementar un nuevo **modelo económico** que favorecería a las élites principalmente vinculadas al aparato especulativo-financiero y perjudicaría a la producción industrial: el **neoliberalismo**.



El neoliberalismo surgió como teoría en Europa ya a mediados del Siglo XX, pero fue puesto en práctica hacia fines de los 70 y comienzo de los 80, logrando su máxima expansión y profundidad en los años 90. Este modelo económico propuso **retirar al Estado de su intervención económica**, por ejemplo, con las siguientes medidas:

- Quitar las barreras arancelarias (impositivas) a la **importación**, lo que generó el ingreso masivo de productos del extranjero que ahogaron la industria nacional.
- Flexibilizar** el trabajo, es decir derogar las leyes que protegían a las y los trabajadores, llevando a sistemas de contratación inestables y sin garantías, y disminuyendo el peso político que la clase trabajadora había adquirido mediante los sindicatos.
- Privatizar** empresas estatales, quitando la posibilidad de que el Estado actúe como un factor de poder en la recaudación, dirección y redistribución del ingreso.
- Privilegiar el sistema financiero mediante la adquisición de grandes préstamos, principalmente al Fondo Monetario Internacional, **endeudando** los países en niveles récord, y eliminando las regulaciones y aranceles estatales en las transacciones del sector.
- Suspender** todo tipo de incentivos a la producción como los subsidios a la energía y el transporte, o el otorgamiento de créditos accesibles desde el Estado.

Algunas de las medidas mencionadas se llevaron adelante en nuestro país bajo la dictadura de Videla, pero la profundización del neoliberalismo llegó con la presidencia de Carlos Menem. A partir de 1990, la mayoría de empresas estatales que generaban empleos (YPF, Gas del Estado, Entel, los Ferrocarriles, Aerolíneas Argentinas, la Fábrica Militar de Aviones y muchísimas más) fueron privatizadas. Estas privatizaciones no trajeron inversiones como se prometió, sino que por el contrario *desinvertieron*. Esto quiere decir que revendieron activos empresarios (aviones, refinerías,

trenes) y echaron a la gran cantidad de trabajadores y trabajadoras “sobrantes”. Y es que, para poder aplicarse, el neoliberalismo necesita desocupados: el llamado “ejército de reserva” para que los empleados acepten la flexibilidad laboral por miedo a perder su empleo.

**FERROCARRILES**

# DISPONEN EL CIERRE DE LOS RAMALES EN HUELGA

HASTA QUE SE PRIVATICEN • LO ANUNCIO CAVALLO • SUSPENDIERON A 13.900 TRABAJADORES POR 30 DIAS CON GOCE DE SUELDO • LA UNION FERROVIARIA AFIRMA QUE LAS MEDIDAS SON “IRRACIONALES” Y “PELIGROSAS”, Y LOS INSTA A PRESENTARSE AL TRABAJO • ALGUNOS SERVICIOS PODRIAN REANUDARSE SI SE LEVANTA EL PARO • LAS LINEAS INVOLUCRADAS TRANSPORTABAN A 1.200.000 USUARIOS POR DIA



Cavallo, en conferencia de prensa. La medida afecta a ramales de los ferrocarriles Roca, Mitre, Sarmiento y San Martín, principalmente a las líneas suburbanas.  
(INFORMACION EN LAS PAGINAS DOS A SEIS)

# AEROLINEAS YA ES PRIVADA

Menem firmó el decreto • Iberia puso las garantías que faltaban y destrabó la operación: así aumentó su control de la empresa



Clarín X

VALDRÍA 8.000 MILLONES

## APROBARON LA VENTA DE YPF

El oficialismo, con gran escepticismo y algunas promesas al sindicalismo, logró votar la privatización de la mayor empresa del país • La ley autoriza vender el 70% de las acciones



En el Hospital Ramos Mejía • La Municipalidad dice que el abastecimiento de alimentos está asegurado

EN CONCORDIA

### Detienen y liberan a la líder de una secta

La signataria de Anabá • Detenido con su esposo, José Trujillo • Liberado por el haber orden de captura • En Brasil desarrollaron una asociación por la inauguración de un chico con discapacidad intelectual

### El responsable es Huilén, dijo el juez

Afirmó que, aunque haya habido sabotaje, los técnicos del laboratorio son responsables por no haber hecho el control total antes del empujado

Clarín X

PRIMERA PRIVATIZACION

## FUERON ADJUDICADOS LOS CANALES DE TV



El presidente Carlos Menem Remo, durante un acto realizado ayer en la Casa del Gobierno, el decreto de adjudicación de los canales 11 y 12 de televisión. Una licitación integrada por Clarín y otras medias asociadas (ARTESAT S.A.) se llevó a cabo el Canal 13, y otra formada por Editorial Atlántida y el diario La Nueva Provincia, entre otros (TELEF S.A.), fueron poseídas de Canal 11.

www.resisteaunarchivo.blogspot.com

PANAMA

### RECHAZARON UN ATAQUE DE LAS FUERZAS DE NORIEGA

RUMANIA

### CAYO CEAUSESCU

**Keep in mind / Para recordar:**

La implementación de estas políticas llevó al proceso inverso al que analizamos en el período anterior: **el país se desindustrializó**. Se endeudó y aumentaron las tasas de desempleo y pobreza.



Tomamos como ejemplo un caso de nuestro sector: la **acerera Altos Hornos Zapla** en la ciudad de Palpalá, provincia de Jujuy. El descubrimiento de un yacimiento de hierro en 1939 llevó al surgimiento de esta planta que, con políticas de inversión estatal, se convertiría en una de las acereras más importantes del continente.



En torno a ella, se desarrolló una ciudad industrial metalmecánica, que incluyó el despegue de la cultura y el deporte para los obreros con la construcción de teatros, cines, imponentes complejos deportivos y mucho más. Para 1989 la acerera empleaba a más de 8000 obreros lo que implicaba que, con los empleos indirectos y las familias, prácticamente la totalidad de la ciudad dependía de la empresa. Apenas dos años después, con el proceso de privatización impulsado por Carlos Menem, quedaban menos de 2000 empleados; 6000 trabajadores y trabajadoras habían sido despedidos. Con las indemnizaciones recibidas del Estado Nacional, la mayoría de ellos se dedicaron al pequeño comercio: almacenes, quioscos, bares, adquisición de taxis y otras formas de trabajo independiente. Pero rápidamente la sobreoferta de estos comercios llevó al colapso de la ciudad. Palpalá se vio envuelta en una crisis de desocupación masiva, con bruscos aumentos de la pobreza, la indigencia, la conflictividad social, las enfermedades y hasta las tasas de suicidio.

Veamos este breve documental sobre el florecimiento cultural de Palpalá asociado a su industrialización, y luego al colapso tras la privatización de la empresa:

**Let's watch / Veamos: Altos hornos zapla la película**



[https://www.youtube.com/watch?v=7UbBJGo5fUI&ab\\_channel=LaloZambrano](https://www.youtube.com/watch?v=7UbBJGo5fUI&ab_channel=LaloZambrano)



Altos Hornos Zapla representa entonces un caso testigo de las **consecuencias** que implicaron para los sectores de la industria metalmecánica, y para todo el desarrollo industrial, los cambios en las políticas económicas producidos a partir de 1976 y profundizados en la década de 1990. Así como vimos para el primer período que el rol activo del **Estado** en la economía fue fundamental para el crecimiento industrial, vemos del mismo modo que su corrimiento y achicamiento llevó a la desindustrialización del país.

La **educación técnica**, pilar del desarrollo, también sufrió las consecuencias de este modelo. La dictadura de 1976 se encargó de desfinanciarla, lo que hizo mermar fuertemente la matrícula y las condiciones de estudio y trabajo en ellas. Sin embargo, hasta los años 90, las escuelas técnicas siguieron siendo pilares de la formación laboral en sectores como el metalmeccánico y existía una gran demanda de la clase trabajadora de parte de las mismas. Pero en consonancia con las políticas neoliberales de la época se sancionó en 1993 la **Ley Federal de Educación** llevada adelante por el gobierno menemista, a partir de la cual las escuelas técnicas se reorganizaron hasta casi desaparecer. La implementación de esta ley significó una desinversión sostenida en recursos físicos, humanos y de gestión. El traspaso de las escuelas industriales a los polimodales implicó la dilución de la formación en el nivel secundario, y la ausencia de una validez nacional de los títulos técnicos.



Fuente: [https://cedial.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/Carpa\\_Blanca\\_02-820x550.jpg](https://cedial.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/Carpa_Blanca_02-820x550.jpg)

Esta situación se sostuvo hasta el año 2005, cuando se sancionó la **Ley de Educación Técnico- Profesional**, que volvió a darle entidad y garantizar financiamiento para la misma. Se crearon nuevas instituciones en todo el país, aumentó la matrícula, y se mejoraron los entornos formativos y de la calidad de trayectorias educativas.



Fuente: <https://www.laizquierdadiario.com/IMG/arton109536.jpg>

Veamos un breve video que sintetiza las principales etapas de la educación técnica en Argentina

### Let's watch / Veamos: Historia de la Educación Técnica en Argentina

[https://www.youtube.com/watch?v=nssNr\\_nOTPs](https://www.youtube.com/watch?v=nssNr_nOTPs)





## Let's work / A trabajar

### Activity 5 / Actividad 5

Veamos la siguiente publicidad:

**Let's watch / Veamos: Promoción de la apertura de las importaciones de Martínez de Hoz**



[https://www.youtube.com/watch?v=Ys9GIRowehI&ab\\_channel=LaPol%C3%ADticaOnline](https://www.youtube.com/watch?v=Ys9GIRowehI&ab_channel=LaPol%C3%ADticaOnline)



A partir de lo leído respondamos:

- ¿A qué período corresponde esta publicidad? ¿A qué modelo económico responde esta medida?
- ¿A quiénes beneficia que en el país se importe más de lo que se produce? ¿A quiénes perjudica?



## 1.3 Perspectivas actuales del sector

### 1.3.1 El presente de la industria metalmecánica en Córdoba

A pesar del proceso de desindustrialización, la provincia de Córdoba aún se destaca como un polo del sector metalmecánico dentro del panorama nacional. Principalmente, se compone de empresas terminales automotrices y productoras de autopartes: las plantas de Renault, Fiat, IVECO y Volkswagen son abastecidas por más por más de 250 empresas autopartistas.

Nuestra provincia cuenta con dos fortalezas en este sentido:

- ✓ Por tratarse de uno de los polos educativos más importantes de Argentina, todos los años egresan gran cantidad de profesionales, técnicos y operarios calificados provenientes de universidades e institutos especializados. La alta capacitación de los recursos humanos de Córdoba hace posible la innovación permanente y el desarrollo de tecnología aplicada a la industria metalmecánica.
- ✓ La ubicación en el centro geográfico de Argentina y eje del corredor bioceánico facilitan el traslado y distribución de lo producido, tanto al interior del país como hacia los puertos. Esto la convierte en un núcleo atractivo para la radicación de proyectos industriales de emprendedores argentinos y de otros lugares del mundo.

Por esto, más allá del universo automotriz, hay otros subsectores que tienen un desarrollo importante:

**Maquinaria de uso agrícola y agropartes:** En la provincia de Córdoba se encuentran importantes producciones de maquinaria agrícola con gran desarrollo. Esta provincia lidera cuatro de los cinco rubros más importantes a nivel nacional: producción de sembradoras; recolección, almacenaje de granos y forraje conservado; tractores y pulverizadoras autopropulsadas y de arrastre.

**Minería:** Las Sierras de Córdoba constituyen los afloramientos más orientales de la región de las Sierras Pampeanas. Estas sierras están constituidas esencialmente por un complejo metamórfico-migmático formado por rocas meta y orto derivadas, metamorfizadas en facies de anfibolita con transiciones a facies de granulitas. En general las empresas productoras están radicadas en el sector oriental de las Sierras de Córdoba, habitualmente al este del cordón de la Sierra Chica y Sierra Norte, muy cerca o sobre rutas asfaltadas con rápida salida que permiten abastecer todo el sector este de Córdoba, Santa Fe y norte de Buenos Aires y La Pampa.

Bienes y servicios para la industria aeronáutica y ferroviaria: En la actualidad, Córdoba produce y reindustrializa material que se ubica en el mercado interno, en América Latina e inclusive en África.

Por otro lado, también se desarrolla una importante actividad industrial relacionada a la aeronáutica. En la actualidad, la producción de componentes, equipos y materiales para la industria aeronáutica está fuertemente concentrada a nivel mundial. Hay dos razones para eso: el alto desarrollo tecnológico que se requiere para incursionar en esas actividades y la escala del mercado para sostenerlas, lo que se logra cuando se produce a escala mundial. Por todo esto, actualmente la FadeA encara un programa para nacionalizar el desarrollo y la producción de la mayor cantidad de piezas y subsistemas posibles de los aviones con el objetivo de reducir los costos de importación, la dependencia de proveedores externos y los condicionamientos geopolíticos. En una primera etapa concentran sus esfuerzos en el IA-63 Pampa III.

Además, es necesario destacar en este sector la producción de máquinas, equipamiento y desarrollos de ingeniería para la industria alimenticia, embalaje y el transporte de mercaderías. Así como también la producción de bienes y servicios para las industrias extractivas del petróleo, gas y minería.

### 1.3.2 ¿Hacia dónde vamos?

A lo largo de los años, el sector metalmecánico ha sufrido enormes transformaciones. Éstas no se agotan en modelos y medidas a nivel nacional, sino que también han recibido el impacto de cambios a nivel tecnológico en máquinas y equipos, y cambios a nivel organizacional en relación a procesos y procedimientos. A su vez, se ha modificado fuertemente el campo de la **formación profesional**, involucrando al Estado como un interlocutor importante en la construcción y respuesta de las demandas de los subsectores.

Por ejemplo, existen subsectores que históricamente han sido parte del sector metalmecánico, pero debido a cambios tecnológicos en los materiales que ahora son parte integral de los procesos, ya no se identifican en este campo. Esto ocurre porque han comenzado a reemplazar materiales metálicos por componentes de fibra de carbón o polímeros, que dejaron de ser solo prototipos para ser una realidad incorporada al uso cotidiano.

Por todo esto, podemos encontrar muchas y muy diferentes opiniones respecto a las expectativas por los cambios venideros y su impacto en la industria. Por ejemplo, en un estudio del Instituto Fraunhofer, organismo alemán orientado a la investigación en una gran diversidad de campos industriales, se expone que los sistemas de manufactura estarán cada vez más enfocados a la optimización con base en plataformas de datos digitales.

Durante el desarrollo de la feria de Hannover, en Alemania en el año 2004, fue cuando se pronunció por primera vez el concepto Industria 4.0 para trazar el camino hacia la reorganización de los medios de producción y establecerlos bajo una plataforma completamente digital.



### Let's define / Vamos definiendo

El **concepto de Industria 4.0** refiere a una nueva manera de producir mediante la adopción de soluciones enfocadas en la interconectividad, la automatización y los datos en tiempo real.

Esta transformación no sólo abarca a la producción de bienes y/o servicios de las empresas, sino a toda la cadena de valor, dado que reconfigura tanto los procesos productivos como las prestaciones en gestión empresarial, las relaciones con clientes y proveedores y, en un sentido más amplio, los modelos de negocio.

Retomando lo que aprendimos en el módulo 8, para poder transformarse en una industria 4.0, las empresas deben iniciar un proceso de incorporación gradual de distintos componentes tecnológicos novedosos, provenientes de los dominios digital y físico. Por ejemplo, la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la robótica, la impresión 3D, los servicios en la nube y la ciberseguridad. A raíz de la demanda de las empresas que van necesitando trabajadoras y trabajadores que incorporen conocimientos en estas áreas, nuevos campos se van incorporando en los procesos de **formación profesional** y **capacitación laboral**.



### Keep in mind / Para recordar:

En la provincia de Córdoba la oferta pública y gratuita de formación profesional pone a disposición distintos trayectos formativos para el sector:

- ✓ Fresado a CNC (control numérico computarizado)
- ✓ Tornería a CNC
- ✓ Programación de máquinas comandadas por CNC
- ✓ Herrería
- ✓ Soldadura

Para conocer en detalle estos trayectos y modos y períodos de inscripción podemos ir a la web institucional del Ministerio de Promoción del Empleo y la Economía Familiar:



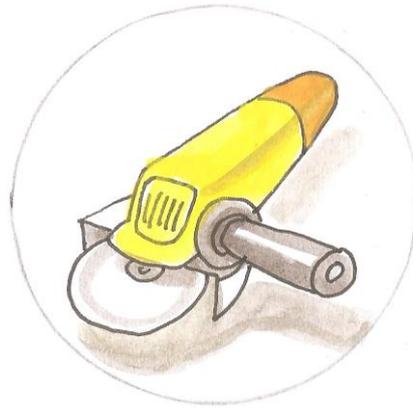
<https://empleoyfamilia.cba.gov.ar/trayectos-cursos-de-oficio/>



El Sector Metalmecánico se vincula con otros sectores, por lo que los trayectos formativos relacionados en estos sectores se desarrollan allí:

- ✓ Administración y Comercio: administración, ventas, comercio y recursos humanos.
- ✓ Informática: diseño asistido por computadoras (CAD), manufactura asistido por computadora (CAM).

# Metalmecánica



**Capítulo 2**  
**Materiales**

## Índice

2.1. Materiales .....	35
2.1.1 Metalurgia y siderurgia.....	36
2.2 Metales y su clasificación .....	42
2.3 Aleaciones .....	43
2.3.1 Hierro. (Fe).....	43
2.3.2 Aluminio y sus aleaciones.....	56
2.3.3 Níquel (Ni).....	60
2.3.4 Cobre (Cu).....	60
2.4 Ensayos de materiales.....	62
2.4.1 Ensayos destructivos .....	62
2.4.2 Ensayos no destructivos .....	73
2.5 Corrosión.....	76
2.5.1 Tipos de corrosión .....	76
2.5.2 Protección contra la corrosión .....	78
2.6 Materiales compuestos.....	81
2.6.1 Componentes de los materiales compuestos .....	81
2.6.2 Propiedades de las matrices.....	82
2.6.3 Clasificación de los materiales compuestos .....	84
2.6.4 Propiedades de los materiales compuestos.....	84
2.7 Plásticos y elastómeros .....	86
2.7.1 Plásticos .....	86
2.7.2 Elastómeros .....	91

## 2.1. Materiales

En función del recorrido, podemos rescatar como síntesis la definición de metalmecánica:



### Let's define / Vamos definiendo

Podemos definir como **Metalmecánica** a aquel sector que se dedica al aprovechamiento de los productos obtenidos en los procesos metalúrgicos para la fabricación de partes, piezas o productos terminados como maquinarias, equipos y herramientas.

Dentro de la actividad metalmecánica se pueden describir tres grandes procesos con sus **materiales**:

Reducción

Fundición

Unión



### Let's define / Vamos definiendo

El **proceso de reducción** consiste básicamente en eliminar de una pieza determinadas zonas con el fin de conseguir una forma o acabado prefijado.

Generalmente, los procesos de reducción han sido considerados como:

- ✓ Procesos con arranque de viruta: son los que emplean herramientas de corte como tornos, fresas, sierras, limadoras, taladradoras, brochadoras, amoladoras, etc.
- ✓ Procesos sin arranque de viruta: tienen como base procedimientos químicos, eléctricos o electroquímicos, o bien mediante focos caloríficos altamente concentrados.

Por ejemplo, cuando se fabrican los motores de los automóviles, el pedazo de metal que sale de la fundición está lleno de imperfecciones, asperezas y formas que no corresponden. Entonces se lo somete a estos procesos de reducción en tornos, fresas, amoladoras, etc. que le sacan las partes que le sobran y los dejan a punto para que el operario lo coloque en el lugar que le corresponde y el mecanismo funcione correctamente.



### Let's define / Vamos definiendo

Por otro lado, el **proceso de fundición** es aquel mediante el cual se producen formas de fusión mediante el vertimiento de materiales en estado líquido, tanto ferroso como no ferroso, en una cavidad o molde para que se solidifique en una forma determinada.

Como resultado de estos procedimientos pueden obtenerse productos finales o piezas, las cuales a través del proceso de unión den como resultado productos finales más elaborados.

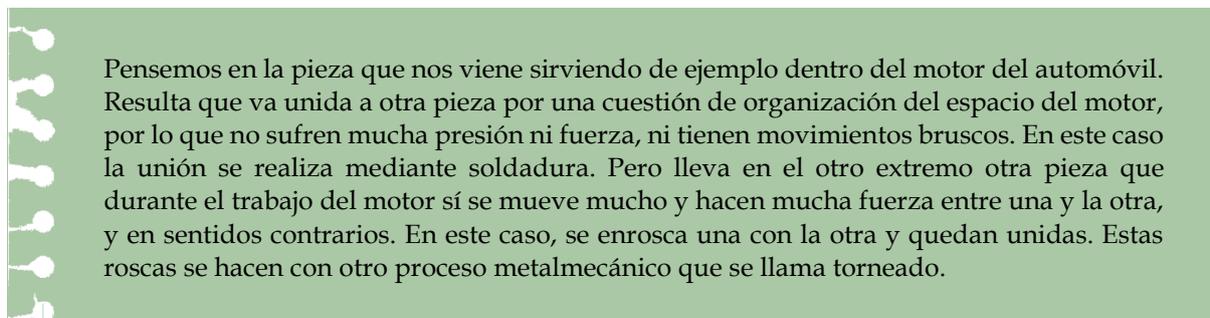


### Let's define / Vamos definiendo

El **proceso de unión** puede darse a través de cohesión y/o adhesión entre los elementos, por acoplamiento o ajuste a la forma de los mismos, mediante deformación elástica o plástica, o mediante elementos especiales de unión o sujeción.

El procedimiento básico de unión más conocido es la **soldadura**, y como resultado de la unión se obtienen artículos metalmecánicos y maquinarias primarias que pueden, en algunos casos, convertirse en insumos de otras maquinarias más elaboradas dentro de la misma cadena, o ser productos finales.

Veamos un ejemplo:



Sin embargo, para poder llegar a construir estas piezas precisamos contar con los **materiales** de los cuales están hechas. Vamos a comenzar este camino de conocimiento del sector por sus materiales más importantes y los procesos mediante los cuales éstos se obtienen y se transforman en materias primas de la industria.

## 2.1.1 Metalurgia y siderurgia

Vayamos entonces a otra definición de metalmecánica que hace énfasis en sus materiales.



### Let's define / Vamos definiendo

La **Metalurgia** es la ciencia y el arte de extraer metales a partir de sus minerales, refinándolos y preparándolos para su uso. Es decir, es un conjunto de actividades humanas reunidas con un fin común: la obtención de artículos metálicos.

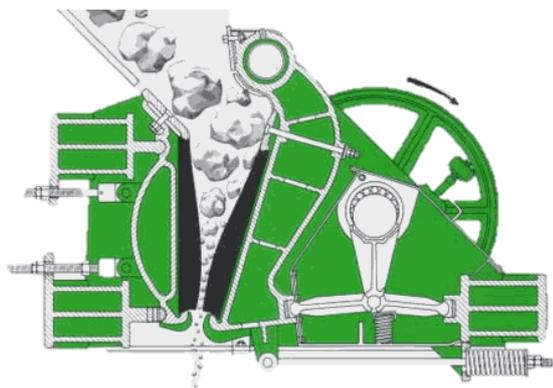
La obtención de los metales se realiza a través de una secuencia de pasos o etapas que pueden ser de carácter físico o químico.

Una vez extraída la mezcla mineral de la mina, el primer paso a seguir es, en general, separar los minerales valiosos de los otros. Esto se realiza triturando y moliendo los minerales para separarlos entre sí y luego concentrando aquellos minerales valiosos por procedimientos tales como la concentración por gravedad, flotación por espuma o separación magnética, en los cuales se aprovechan las diferencias de las propiedades físicas de los diferentes minerales. Estas operaciones se caracterizan por no modificar las características químicas de los minerales que han sido separados.

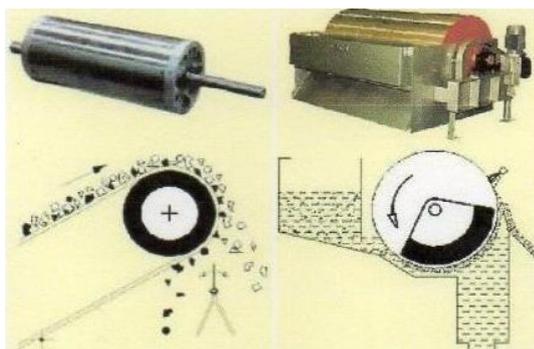


### Keep in mind / Para recordar:

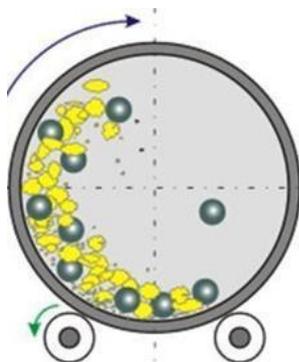
Los metales que llamamos “valiosos” por su uso para distintas actividades humanas se encuentran en la naturaleza en forma de minerales o mezclas de minerales. En estado natural, los encontramos junto a grandes proporciones de otros minerales, a los que se llama “minerales de desecho”.



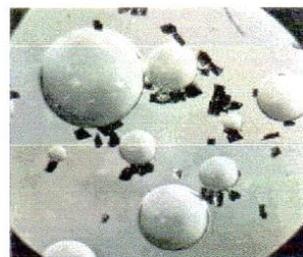
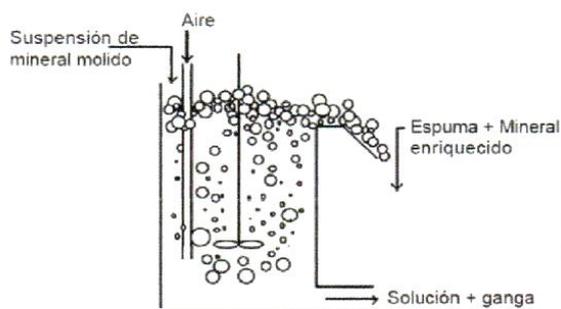
*Tritrador de mandíbulas*



*Separador magnético*



*Moledora de bolas*



*Separación por flotación*

Los siguientes pasos son la extracción de los metales a partir de los concentrados y su refinación posterior, y son necesariamente actividades de naturaleza química. El metal valioso debe ser separado químicamente del compuesto que lo contiene, lo que requiere la ejecución de una amplia variedad de reacciones químicas a gran escala. La mayor parte de estos procesos químicos se realizan en hornos de alta temperatura, aunque en algunos casos se utiliza electricidad para producir los cambios químicos tanto a bajas como a altas temperaturas. Dentro de estos hornos de alta temperatura (llamado comúnmente alto horno), se coloca el mineral de hierro ya triturado, junto a dos elementos centrales: el **carbón de coque** y el **fundente**.

Veamos el siguiente video de Canal Encuentro que puede ayudarnos a entender qué es y cómo funciona un alto horno:

Let's watch / Veamos: alto horno.wmv



#### Keep in mind / Para recordar:

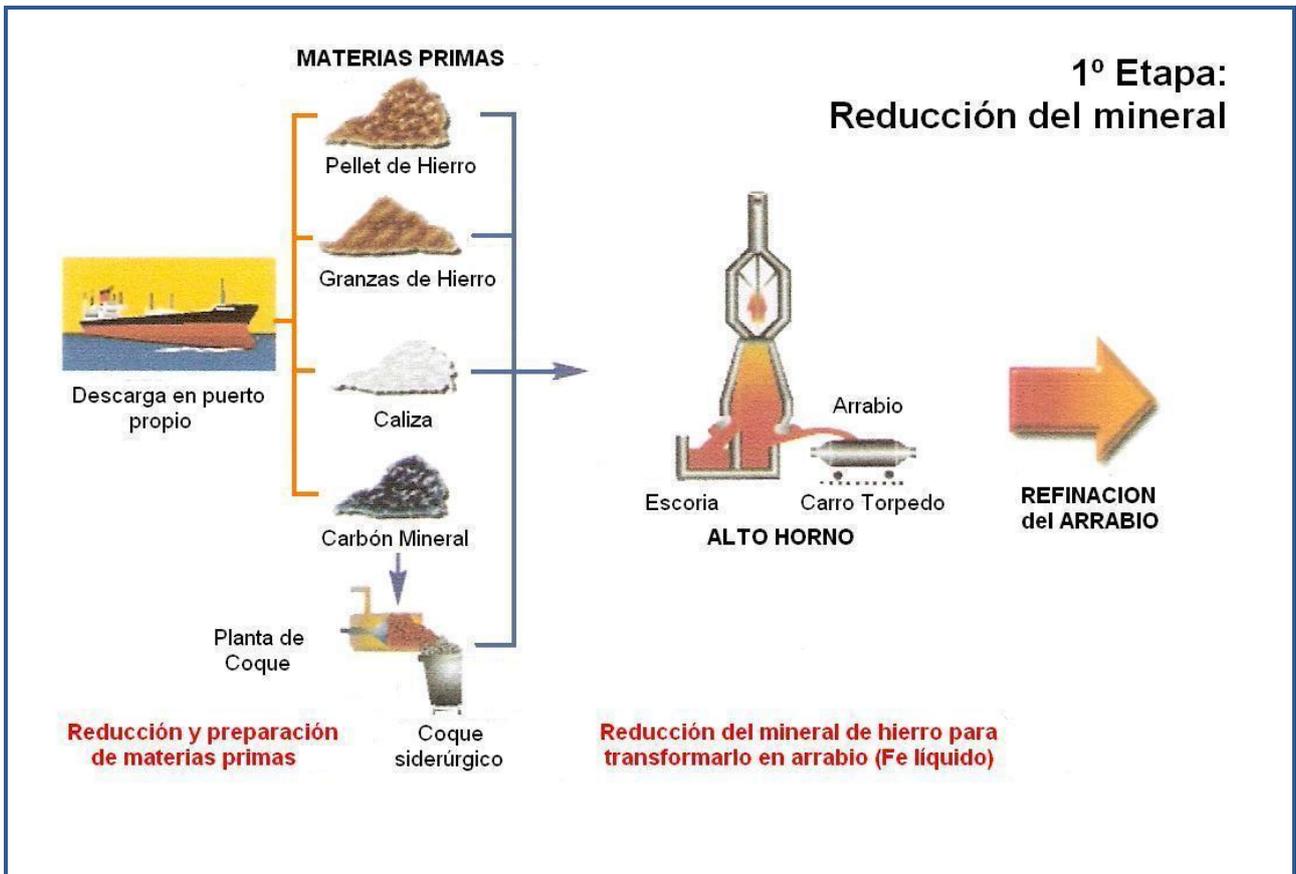
**Alto horno:** Horno de grandes dimensiones, cilíndrico y de gran altura que se emplea en la metalurgia del hierro.

**Arrabio:** Producto obtenido de la primera fusión del hierro en los altos hornos, que contiene más carbono que el acero o que el hierro forjado y se rompe con mayor facilidad.

**Mena:** es un mineral del que se puede extraer un metal porque lo contiene en cantidad suficiente para poderlo aprovechar. Por ello decimos que un mineral es "mena de un metal", cuando mediante un proceso de minería se puede extraer ese mineral de un yacimiento y luego, mediante metalurgia, obtener el metal a partir de ese mineral.

**Ganga:** se llama así al conjunto de todos los minerales sobrantes que se encuentran asociados a la mena en la roca extraída en un yacimiento.

Una vez que el metal ha sido extraído y refinado, debe sufrir un tratamiento posterior para adaptarlo al uso que le ha sido asignado. Por medio de las adiciones de otros elementos, las deformaciones mecánicas, los tratamientos térmicos, etc., se le entregan al metal las propiedades que determinan su utilidad posterior.





### Let's define / Vamos definiendo

Un caso particular de la metalurgia es la **siderurgia** que consiste en la metalurgia del hierro para la obtención de productos de acero. El acero es la aleación entre el mineral de hierro y el carbono, más otros minerales, los cuales le aportan características distintivas.

El proceso siderúrgico atraviesa dos etapas denominadas normalmente **reducción o fusión** y posteriormente el **afino**. Durante la fusión, toda la carga pasa del estado sólido al líquido. En este momento, la temperatura en el horno oscila alrededor de los 1.540°C.

En el afino ocurren un conjunto de reacciones químicas en la masa líquida, que permiten obtener la composición y la pureza deseadas. Durante esta etapa se inyectan al horno importantes cantidades de oxígeno para remover y extraer las impurezas.

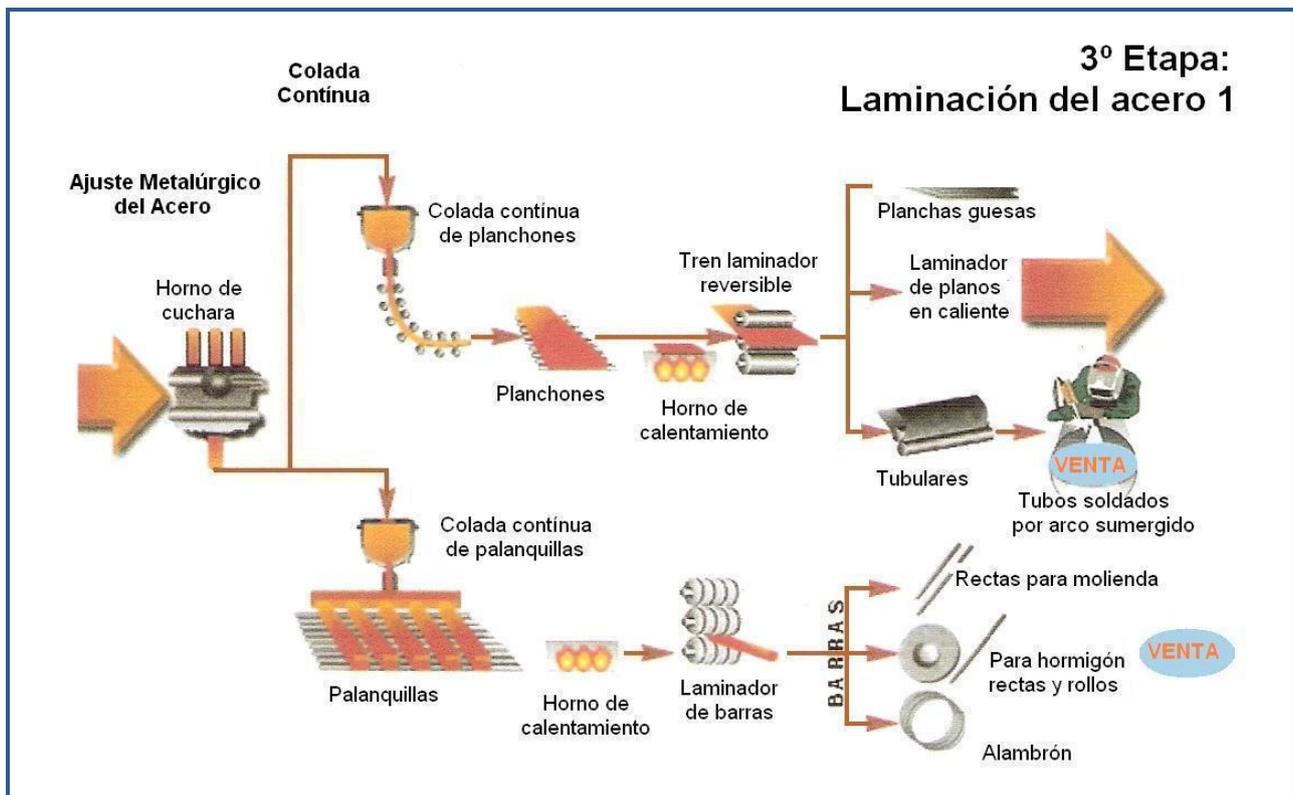
Cuando el acero líquido cumple con las especificaciones requeridas se vuelca a una cuchara, la cual, con su contenido de acero líquido a 1.650°C, lo vierte en moldes o en la máquina de colada continua. Si es en moldes, se vierte el acero líquido en ellos y al enfriarse se extrae un producto semiterminado, llamado palanquilla.

Por otro lado, si el camino es utilizar la colada continua, se transforma también el acero líquido en un producto semiterminado (palanquilla) pero variando el proceso: el acero líquido es vaciado en un distribuidor (llamado *tundish*), y desde allí cae dentro de dos lingoteras de cobre de doble pared, refrigeradas por agua. Las lingoteras tienen una sección cuadrada que puede medir 80 ó 100 mm de lado, y allí comienza la solidificación del acero, con la formación de una delgada cáscara superficial solidificada que contiene un núcleo de metal aún líquido. Después de dejar las lingoteras, el acero superficialmente sólido es tomado por juegos de rodillos refrigerados.



### Keep in mind / Para recordar:

Las diferentes calidades del acero se obtienen tras un cuidadoso control en la composición química y mediante la adición de ferroaleaciones.



Durante el paso por los rodillos, el acero solidifica completamente y, ya convertido en palanquilla, es enderezado y cortado automáticamente a la medida deseada por medio de sopletes cortadores.

Luego de ello, las palanquillas pasan a través de un horno, donde adquieren la temperatura necesaria para su laminación. Este proceso consiste en pasar varias veces las barras calientes, entre rodillos con una separación entre ellos menor al espesor del material entrante, de manera de obtener, finalmente, la forma y las dimensiones de la sección requerida. Un ejemplo altamente conocido de un material obtenido por este proceso, son las chapas de acero que usualmente se utilizan.

Tengamos en cuenta que primero son piezas gruesas que vamos pasando sucesivamente por los “rodillos” que se mencionan anteriormente hasta que quedan del espesor deseado y así podemos trabajar con ellas según las necesidades.

En resumen, el proceso de la obtención de materiales de acero se puede dividir en tres etapas:

- Transformación del mineral de hierro en arrabio;
- Conversión del arrabio en acero;
- Transformación del acero en los distintos productos.

## 2.2 Metales y su clasificación

Para introducirnos en la clasificación de materiales vamos a realizar algunos ejercicios en que retomaremos contenidos aprendidos a lo largo de nuestro paso por nuestros estudios secundarios:



### Let's work / A trabajar

#### Activity 6 / Actividad 6

Completemos el siguiente cuadro:

Características	Proceso		
	Reducción	Fundición	Unión
Estado de agregación			
Deformación			
Fuerzas			

#### Activity 7 / Actividad 7

Tomemos una tabla periódica para completar las siguientes consignas:

- Ubiquemos en la tabla periódica de los elementos los metales más utilizados en el sector de la metalmecánica.
- Elaboremos un cuadro de doble entrada donde consignemos, para cada uno de estos metales, en qué grupo y período se encuentran, cantidad de niveles de energía y cantidad de electrones en el último nivel.
- Veamos el siguiente video de la universidad EAFIT de Colombia, en que se desarrollan Introducción a los metales, sus propiedades, diagramas de fase y tratamientos térmicos. Escribamos las ideas principales que creemos son relevantes para el conocimiento y tratamiento de los metales.



#### Useful tip / Una ayudita

En el Módulo 4, en Ciencias Naturales, aprendimos cómo se clasifican los elementos. Podemos retomar ese módulo para completar estas actividades.

Let's watch / Veamos: Introducción a los Metales. U. EAFIT. Medellín. Colombia.



<https://www.youtube.com/watch?v=qSnrRfgnoSk>



## 2.3 Aleaciones

### 2.3.1 Hierro. (Fe)

El hierro (Fe), es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre ya que representa un 5% de todos los existentes. Entre los metales, sólo el aluminio es más abundante; y es el primero más abundante en masa planetaria, debido a que el planeta en su núcleo concentra la mayor masa de hierro nativo, equivalente a un 70 %. El núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel en forma metálica, generando al moverse un campo magnético.



#### Let's define / Vamos definiendo

El hierro es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica. Es extremadamente duro y denso.

Se encuentra en la naturaleza formando parte de numerosos minerales, entre ellos muchos óxidos, y raramente se encuentra libre. Para obtener hierro en estado elemental, los óxidos se reducen con carbono y luego el material resultante es sometido a un proceso de refinado para eliminar las impurezas presentes. Como vimos páginas atrás, este proceso se denomina siderurgia.



#### Did you know...? / ¿Sabías que...?

El principal productor de hierro es Estados Unidos, lo sigue el Reino Unido y luego algunos países de la ex Unión Soviética, Alemania, Francia y Japón.

Si bien la historia de la siderurgia se remonta a unos 1500 años a.C., la metalurgia moderna del hierro se inició con la aparición de los convertidores Bessener hacia 1850, seguido por los hornos propuestos por los hermanos Martin en 1864.

Los aceros son aleaciones férreas con un contenido máximo de carbono del 2 %.

Dependiendo de su contenido en carbono (C) se clasifican en los siguientes tipos:

**Acero bajo en carbono:** menos del 0,25 % de C en peso. Son blandos pero dúctiles. Se utilizan en vehículos, tuberías, elementos estructurales, etcétera. También existen los aceros de alta resistencia y baja aleación, que contienen otros elementos aleados hasta un 10 % en peso; tienen una mayor resistencia mecánica y pueden ser trabajados fácilmente.

**Acero medio en carbono:** entre 0,25 % y 0,6 % de C en peso. Para mejorar sus propiedades son tratados térmicamente. Son más resistentes que los aceros bajos en carbono, pero menos dúctiles; se emplean en piezas de ingeniería que requieren una alta resistencia mecánica y al desgaste.

**Acero alto en carbono:** entre 0,60 % y 1,4 % de C en peso. Son aún más resistentes, pero también menos dúctiles. Se añaden otros elementos para que formen carburos, por ejemplo, con wolframio se forma el carburo de wolframio, WC; estos carburos son muy duros. Estos aceros se emplean principalmente en herramientas.



### Glossary / Glosario

La **resiliencia** es la propiedad de un material a recuperarse de una deformación, producto de un esfuerzo externo.

**Aceros aleados:** Con los aceros no aleados, o al carbono, es imposible satisfacer las demandas de la industria actual. Para conseguir determinadas características de resiliencia, resistencia al desgaste, dureza y resistencia a determinadas temperaturas deberemos recurrir a aceros aleados. Mediante la acción de uno o varios elementos de aleación en porcentajes adecuados se introducen modificaciones químicas y estructurales que afectan la templeabilidad, las características mecánicas, la resistencia a oxidación y otras propiedades.



### Glossary / Glosario

**Aleaciones:** Son productos homogéneos de propiedades metálicas de dos o más elementos, y pueden ser ferrosas o no ferrosas.

Pero ¿cómo estudiamos la composición de estos materiales?



#### Keep in mind / Para recordar:

El **análisis químico** de un acero indica los elementos que los constituyen.

El **análisis térmico** es el estudio del enfriamiento de las mezclas previamente fundidas.

El **análisis micrográfico** es el estudio en microscopio de la estructura, forma, tamaño y disposición de los granos cristalinos que componen a un metal.

## Diagrama de equilibrio Fe-C

Los aceros y las fundiciones de hierro son las aleaciones más difundidas y utilizadas en la industria metalmeccánica, por lo que su estudio resulta muy importante. Esta relevancia se acrecienta considerando que las reacciones del estado sólido en el sistema Fe-C se asemeja a otros sistemas de aleación.

El diagrama de equilibrio Fe-C representa la base para identificar las fases y micro constituyentes estructurales:

- ✓ Conocer la naturaleza y características de las fases y micro constituyentes, con relación a las propiedades mecánicas y la distribución en la estructura y predecir las características que confieren al material.
- ✓ Conocer las características de las transformaciones que ocurren en dicho diagrama.

Fases y micro constituyentes más importantes que aparecen en el diagrama	
<p><b>Austenita:</b></p> <p>Solución sólida de Fe y con Carbono.</p> <p>La máxima solubilidad del Carbono es de 2.11 % a 1129 °C.</p> <p>No existe por debajo de los 727 °C.</p> <p>Es un constituyente blando (porque presenta estructura FCC).</p>	<p><b>Ferrita:</b></p> <p>Solución sólida intersticial de Fe<sub>α</sub> con Carbono.</p> <p>Presenta muy baja solubilidad en Carbono 0.0218 % de Carbono a 727 °C</p> <p>Es una de las fases/micro constituyentes que aparece a temperatura ambiente.</p> <p>Es más dura que la austenita, pero, aun así, es más blanda a temperatura ambiente.</p>
<p><b>Cementita:</b></p> <p>Es un compuesto intermetálico de fórmula Fe<sub>3</sub>C (equivalente a 6.67 % de carbono).</p> <p>Posee elevada dureza y fragilidad.</p> <p>Tiene tendencia a descomponerse en hierro y carbono en tiempo muy largo.</p>	<p><b>Perlita:</b></p> <p>Es un micro constituyente con estructura laminar, formado por láminas de ferrita y láminas de cementita.</p> <p>La estructura laminar confiere elevada dureza y resistencia mecánica.</p> <p>Su campo de existencia se sitúa por debajo de los 723 °C.</p>

Diagrama Fe-C

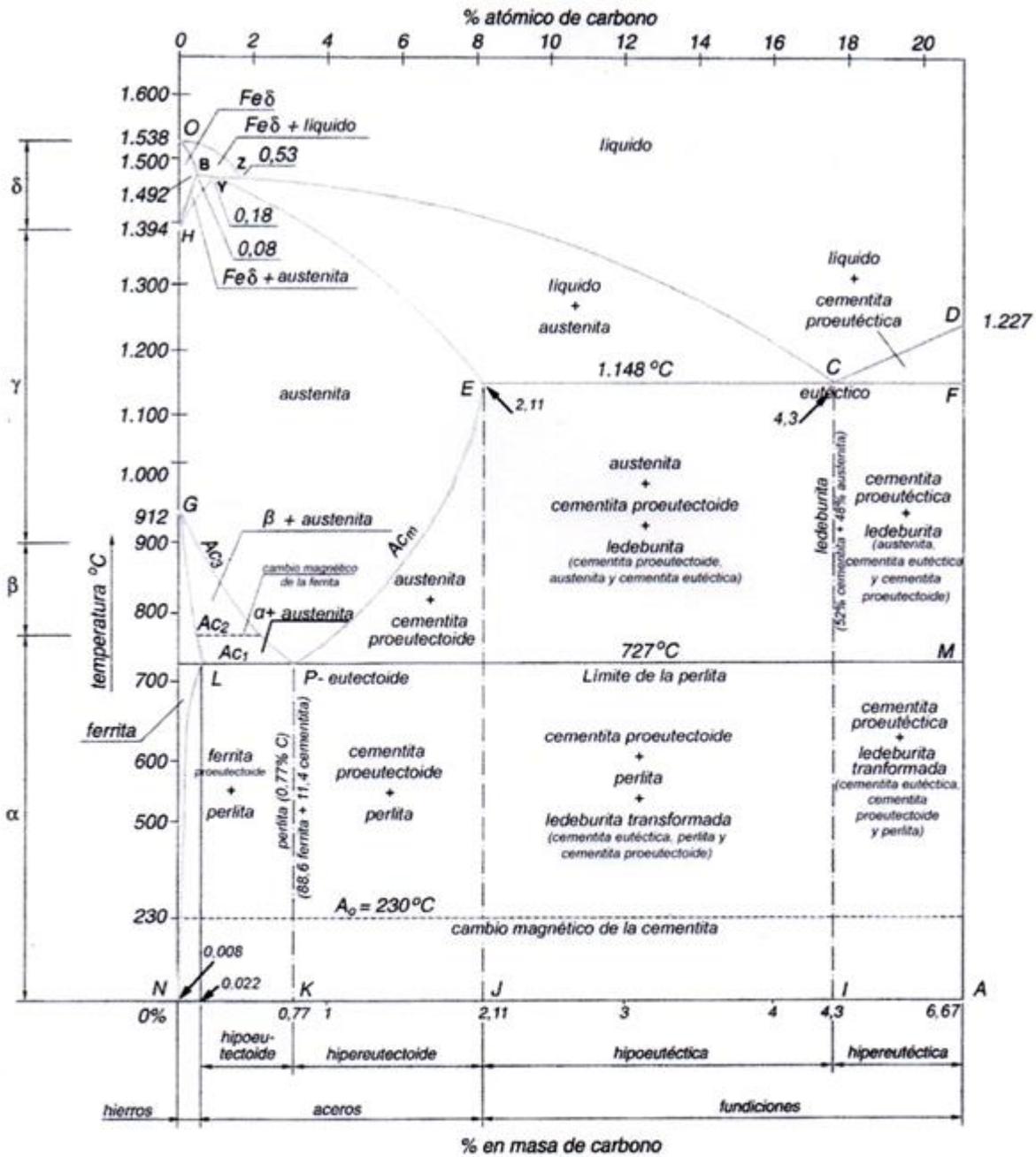


Diagrama hierro-carbono. Zonas, puntos y líneas más significativas

**PUNTOS CRÍTICOS**

- A<sub>0</sub> = 230 °C (Curie).
- Ac<sub>1</sub> = 727 °C.
- Ac<sub>2</sub> = 768-770 °C.
- Ac<sub>3</sub> = 727-912 °C (línea PG).
- Ac<sub>m</sub> = 727-1.148 °C (línea PE).

**LÍNEAS DE INTERÉS**

- ECF
- OBECF
- OBCE (líquidos)
- GPE
- LPM
- GLN
- PK
- EJ
- CI (Eutética-ledeburita)

**PUNTOS DE INTERÉS**

- C, E, P, A, B

**ZONAS DE INTERÉS**

- BCEB
- CDFC
- HBEPGH
- GLN

cementita proeutética y eutética = cementita primaria  
 cementita proeutectoide = cementita secundaria

## Clasificación SAE de los aceros

La inmensa variedad de aceros que pueden obtenerse por los distintos porcentajes de carbono y sus aleaciones con elementos como el cromo, el níquel, el molibdeno, el vanadio, etc., ha provocado la necesidad de clasificar mediante nomenclaturas especiales, que difieren según la norma o casa que los produce para facilitar su conocimiento y designación.

La SAE emplea, a tal fin, números compuestos de cuatro o cinco cifras, según los casos, cuyo ordenamiento caracteriza o individualiza un determinado acero.



### Glossary / Glosario

SAE es la sigla en inglés de Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotores).

El significado de dicho ordenamiento es el siguiente:

Primera cifra 1 caracteriza a los aceros al carbono

Primera cifra 2 caracteriza a los aceros al níquel

Primera cifra 3 caracteriza a los aceros al cromo-níquel principal aleante: Cr

Primera cifra 4 caracteriza a los aceros al molibdeno

Primera cifra 5 caracteriza a los aceros al cromo

Primera cifra 6 caracteriza a los aceros al cromo-vanadio, principal aleante: Cr

Primera cifra 7 caracteriza a los aceros al tungsteno

Primera cifra 8 caracteriza a los aceros al cromo-níquel-molibdeno, principal aleante: Mo

Primera cifra 9 caracteriza a los aceros al cromo-níquel-molibdeno, principal aleante: Ni

En los aceros simples (un solo elemento predominante), las dos últimas cifras establecen el porcentaje medio aproximado de carbono en centésimos del 1%, cuando el tenor del mismo no alcanza al 1%. Por último, la cifra intermedia indica el porcentaje, o, en forma convencional, el contenido preponderante de la aleación, tal el caso de los aceros al Cr-Ni, en los que la segunda cifra corresponde al % de Ni.

Mediante el número SAE, los aceros al carbono, de hasta 1% de C, pueden ser fácilmente identificados. Por ejemplos, un **SAE 1025** indica:

Primera cifra 1: indica acero al carbono

Segunda cifra 0: indica ningún otro elemento de aleación predominante

Últimas cifras 25 indica 0.25% de carbono medio aproximadamente.

La composición química porcentual de los aceros que corresponden a esta designación es:

C = 0,22 – 0.28%

Mn = 0.30 – 0.60%

S = 0.05% máx.

P = 0.04% máx.

Para ampliar la gama de aceros posibles de clasificar, la SAE los determina -en algunos casos- con cinco cifras, de manera que la segunda y la tercera indiquen el % del elemento preponderante. Así, por ejemplo: el acero SAE 71660 resulta al tungsteno con 16% de W (15 al 18%) y 0.60% de C (0.5 al 0.7%.)

Aclaremos que, si bien la primera cifra (elemento que le da su nombre a la aleación) y las dos últimas (tenor de carbono) cumplen casi rigurosamente con lo indicado anteriormente, no ocurre lo mismo con la intermedia (segunda y tercera si son cinco), debido a que por necesidad o conveniencia se las elige, algunas veces, en forma arbitraria y de manera que el número completo defina perfectamente a un tipo de acero.

En la clasificación SAE se han determinado a los metales de mayor uso en automotores, por lo que los aceros al carbono sólo tienen designación convencional para aquellos de hasta 1% y los cuaternarios (Cr-Ni, Cr-Mo, etc.) y complejos (Cr-Ni-Mo, etc.) no responden en sus números, a los vistos, como se verifica en la tabla y ejemplos siguientes:

Al carbono	Comunes o no aleados	10XX
	Corte rápido	11XX
Al manganeso	1.75% Mn	13XX
Al níquel	3.5% Ni	23XX
	5% Ni	25XX
Al cromo-níquel	1.25% Ni; 0.65-0.80% Cr	31XX
	3.5% Ni; 1.55% Cr	33XX
	Resistentes al calor y a la corrosión	303XX
Al molibdeno	0.25% Mo	40XX
Al cromo-molibdeno	0.5-0.95% Cr; 0.20-0.25% Mo	41XX
Al níquel-molibdeno	1.55-1.80% Ni; 0.20-0.25% Mo	46XX
	3.5% Ni; 0.25% Mo	48XX

Al níquel-cromo-molibdeno	1.8% Ni; 0.5-0.8% Cr; 0.25% Mo	43XX
	0.55% Ni; 0.5% Cr; 0.2% Mo	86XX
	0.55% Ni; 0.5% Cr; 0.25% Mo	87XX
	3.25% Ni; 1.2% Cr; 0.12% Mo	93XX
	0.45% Ni; 0.4% Cr; 0.12% Mo	94XX
	0.55% Ni; 0.17% Cr; 0.2% Mo	97XX
	1% Ni; 0.8% Cr; 0.25% Mo	98XX
Al cromo	Bajo Cr: 0.27 – 0.65% Cr	50XX
	Bajo Cr: 0.8; 0.95 o 1.05% Cr	51XX
	Bajo Cr: 0.5% Cr	501XX
	Medio Cr: 1% Cr	511XX
	Alto Cr: 1.45% Cr	521XX
	Resistente al calor y a la corrosión	51XX 515XX
Al cromo-vanadio	0.95% Cr; 0.15% mín. V	61XX
Al silicio-manganeso	1.4 y 1.2% Si; 0.65 y 0.85% Mn	92XX
Aceros fundidos	Resistentes a la corrosión	60XXX
	Resistentes al calor	70XXX
	Al carbono con bajo % de aleación	0X0
		00XX
	Alta resistencia mecánica	01XX

## Aceros Inoxidables

Estos aceros se clasifican, según la **micro estructura**, en: austeníticos, ferríticos y martensíticos.



### Keep in mind / Para recordar:

Los aceros inoxidables resisten la corrosión en muchos ambientes, especialmente a la atmósfera. El cromo es el elemento más importante de la aleación con un contenido mínimo del 11%. La resistencia a la corrosión mejora con la adición de níquel y molibdeno.

Algunos aceros inoxidables se utilizan en ambiente riguroso a elevadas temperaturas debido a su resistencia a la oxidación y a la integridad mecánica en esas condiciones que pueden llegar hasta casi los 1000° C, por ejemplo, turbinas de gas, generadores de vapor, hornos de tratamientos térmicos, partes de aviones, misiles, etc.

**Los aceros inoxidables austeníticos** se obtienen por recocido (se tiene la microestructura austenítica por la presencia de grandes cantidades de Ni) Se utilizan en estructuras metálicas, son los más comunes. Ejemplos: AISI 304, 304L, 310, 316, 316L y 317.

**Los aceros inoxidables ferríticos** se obtienen por recocido. Se utilizan para válvulas a altas temperaturas y moldes para vidrio. Ejemplos: AISI 430, 409 y 434.

**Los aceros inoxidables martensíticos** se obtienen por recocido, templado y revenido, se emplean en tubos de armas, en cuchillería e instrumental quirúrgico. Ejemplos: AISI 410, 420 y 431.

## Tratamientos térmicos del acero

El tratamiento térmico en el material es uno de los pasos fundamentales para que pueda alcanzar las propiedades mecánicas para las cuales está creado.



### Let's define / Vamos definiendo

Este tipo de procesos consisten en el calentamiento y enfriamiento de un metal en su estado sólido para cambiar sus propiedades físicas.

Con el tratamiento térmico adecuado se pueden reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, aumentar su resistencia al desgaste, incrementar la tenacidad, mejorar la maquinabilidad o producir una superficie dura con un interior dúctil, etc. y la clave de los tratamientos térmicos consiste en las reacciones que se producen en el material, tanto en los aceros como en las aleaciones no férricas, y ocurren durante el proceso de calentamiento y enfriamiento de las piezas, con unas pautas o tiempos establecidos.



## Glossary / Glosario

**Resistencia al desgaste:** Es la resistencia que ofrece un material a dejarse erosionar cuando está en contacto de fricción con otro material.

**Tenacidad:** Es la capacidad que tiene un material de absorber energía sin producir fisuras (resistencia al impacto).

**Maquinabilidad:** Es la facilidad que posee un material de permitir el proceso de mecanizado por arranque de viruta.

**Dureza:** Es la resistencia que ofrece un material para dejarse penetrar. Se mide en unidades BRINELL (HB), unidades ROCKWELL C (HRC), VICKERS (HV), etc. También puede ser definido como la capacidad de un material de no ser rayado.

Para conocer a qué temperatura debe elevarse el metal para que se reciba un tratamiento térmico es recomendable contar con los diagramas de cambio de fases como el de hierro-carbono. En este tipo de diagramas se especifican las temperaturas en las que suceden los cambios de fase (cambios de estructura cristalina), dependiendo de los materiales diluidos.

Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias tanto al desgaste como a la tensión.

Los principales tratamientos térmicos son:

Temple	Revenido	Recocido
Su finalidad es aumentar la <b>dureza</b> y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior $A_c$ (entre 900-950 °C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza), en un medio como agua, aceite, etcétera.	Sólo se aplica a aceros previamente templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple (conservando parte de la dureza) y aumentar la tenacidad. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.	Consiste básicamente en un calentamiento hasta temperatura de austenitización (800-925 °C) seguido de un enfriamiento lento. Con este tratamiento se logra aumentar la elasticidad, mientras que disminuye la dureza. También facilita el mecanizado de las piezas al homogeneizar la estructura, afinar el grano y ablandar el material, eliminando la acritud que produce el trabajo en frío y las tensiones internas.

Existen distintos tipos de recocido:

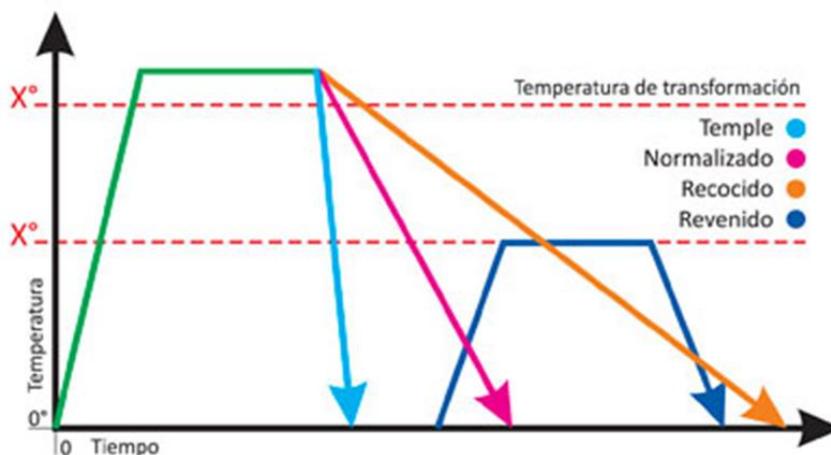
**Recocido de homogeneización:** la temperatura de calentamiento es la correspondiente a  $A_3 + 200^\circ\text{C}$  sin llegar en ningún caso a la curva de sólidos, realizándose en el propio horno el posterior enfriamiento lento. Su objetivo principal es eliminar las heterogeneidades producidas durante la solidificación.

**Recocido de regeneración:** También llamado normalizado, tiene como función regenerar la estructura del material producido por temple o forja. Ejemplo: después de un laminado en frío, donde el grano queda alargado y sometido a tensiones, dicho tratamiento devuelve la microestructura a su estado inicial.

**Recocido de globulización:** Por lo general se desea obtener globulización en piezas como placas delgadas que deben tener alta embutición y baja dureza, y se calientan en un rango entre los  $650$  y  $700^\circ\text{C}$ . Finalmente son templadas para garantizar la dureza. Es usado para los aceros hipereutectoides, es decir con un porcentaje mayor al  $0,89\%$  de C, para conseguir la menor dureza posible que en cualquier otro tratamiento, mejorando la maquinabilidad de la pieza. La temperatura de recocido está entre  $AC_3$  y  $AC_1$ .

**Recocido subcrítico:** Se usa para aceros de forja o de laminación, para lo cual se usa una temperatura de recocido inferior a  $Ac_1$ , pero muy cercana. Mediante este procedimiento se destruyen las tensiones internas producidas por su moldeo y mecanización. Comúnmente es usado para aceros aleados de gran resistencia, al Cr-Ni, Cr-Mo, etcétera. Este procedimiento es mucho más rápido y sencillo que los antes mencionados, su enfriamiento es lento.

**Normalizado:** Tiene por objetivo dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.



## Tratamientos termoquímicos del acero



### Let's define / Vamos definiendo

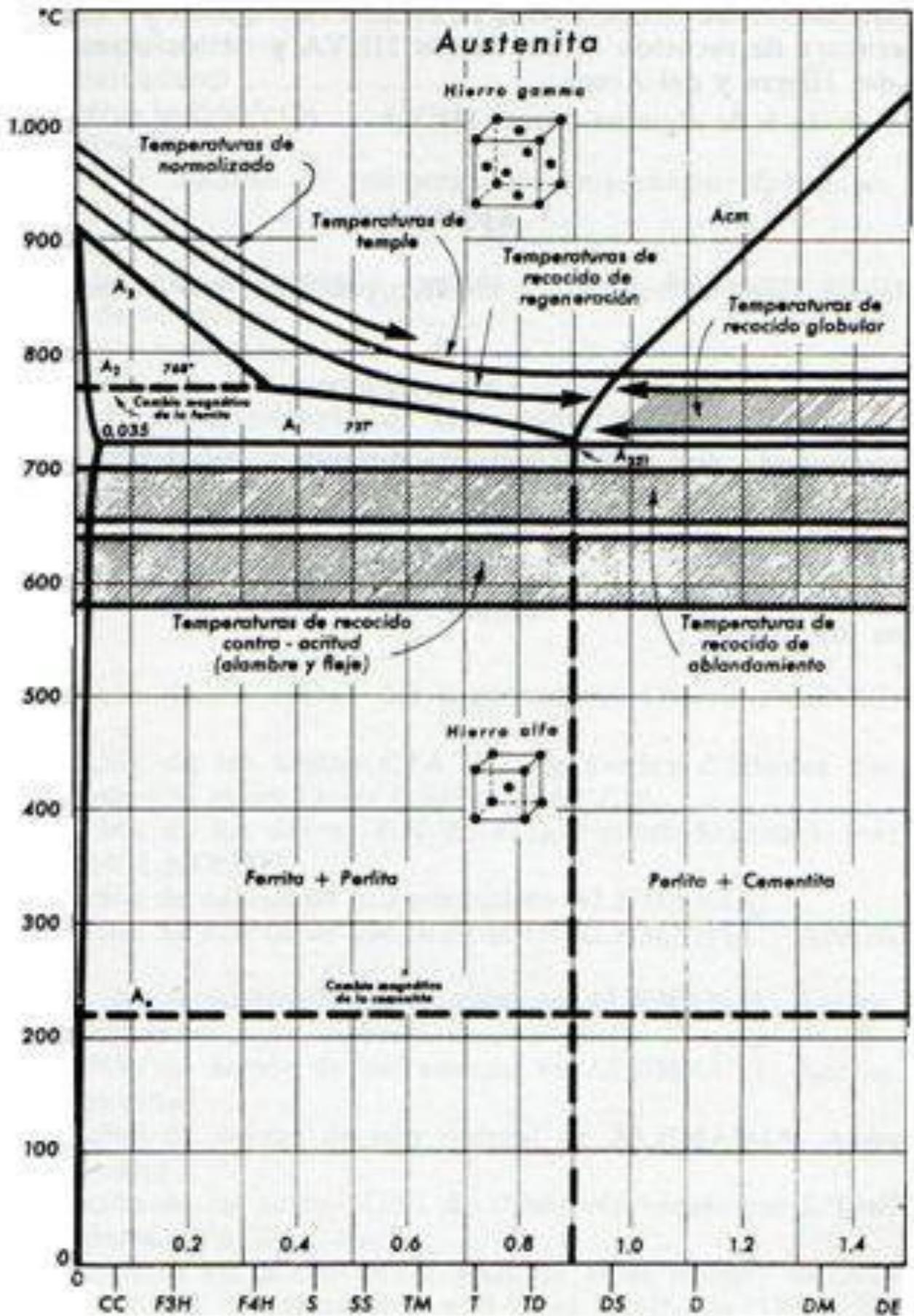
Los tratamientos termoquímicos son tratamientos térmicos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de la capa superficial, añadiendo diferentes productos químicos hasta una profundidad determinada.

Estos tratamientos requieren el uso de calentamiento y enfriamiento controlados en atmósferas especiales y se producen por difusión.

Entre los objetivos más comunes de estos tratamientos están: aumentar la **dureza** superficial de las piezas dejando el núcleo más blando y **tenaz**, disminuir el **rozamiento** aumentando el poder lubricante, aumentar la resistencia al **desgaste**, aumentar la resistencia a **fatiga** o aumentar la resistencia a la **corrosión**.

Veamos de qué se trata cada uno:

<b>Cementación (C):</b> Este tratamiento logra aumentar el contenido de carbono de la zona periférica, obteniéndose después, por medio de temple y revenidos, una gran dureza superficial, resistencia al desgaste y buena tenacidad en el núcleo.	<b>Nitruración (N):</b> Al igual que la cementación, aumenta la dureza superficial, aunque lo hace en mayor medida incorporando nitrógeno. Se logra calentando el acero a temperaturas comprendidas entre 400 y 525 °C, dentro de una corriente de gas amoníaco, más nitrógeno.	<b>Cianuración (C+N):</b> Endurecimiento superficial de pequeñas piezas de acero. Se utilizan baños con cianuro, carbonato y cianato sódico. Se aplican temperaturas entre 760 y 950 °C.
<b>Carbonitruración (C+N):</b> Al igual que la cianuración, introduce carbono y nitrógeno en una capa superficial, pero con hidrocarburos como metano, etano o propano; amoníaco (NH <sub>3</sub> ) y monóxido de carbono (CO). En el proceso se requieren temperaturas de 650 a 850 °C y es necesario realizar un temple y un revenido posterior.	<b>Sulfinización (S+N+C):</b> Aumenta la resistencia al desgaste por acción del azufre. El azufre se incorporó al metal por calentamiento a baja temperatura (565 °C) en un baño de sales.	



## Temperaturas de Tratamiento térmico de los aceros. Fundiciones

Las fundiciones o hierros fundidos son aleaciones hierro-carbono-silicio que típicamente contienen de 2 a 4% de C y de 0.5 a 3% de Si. Para producir el tipo deseado de fundición, se debe controlar cuidadosamente la solidificación eutéctica frecuentemente agregando modificadores, para promover un crecimiento eutéctico adecuado.

Existen distintos tipos y aplicaciones. Las veamos a continuación:

**La fundición gris:** tiene un contenido en carbono entre 2.5 y 4.0 % y de silicio entre 1 y 3 %. El grafito suele aparecer como escamas dentro de una matriz de ferrita o perlita. Su micro estructura se observa en la figura 1. Desde un punto de vista mecánico las fundiciones grises son comparativamente frágiles y poco resistentes a la tracción. La resistencia y la ductilidad a los esfuerzos de compresión son muy superiores.

Estas fundiciones amortiguan la energía vibracional de forma mucho más efectiva que los aceros. A la temperatura de colada tienen mucha fluidez por lo que permite moldear piezas de forma muy complicadas. Además, la fundición gris es uno de los materiales metálicos más baratos. Se utiliza en bloque de motores, tambores de freno, cilindros y pistones de motores.



Figura 1

**La fundición dúctil o esferoidal:** se consigue añadiendo pequeñas cantidades de magnesio y cerio a la fundición gris en estado líquido. En este caso, el grafito no se segrega como escamas, sino que forma esferoides, lo que confiere a la fundición propiedades mecánicas diferentes. No es frágil y tiene propiedades mecánicas similares a las de los aceros. Presenta una mayor resistencia a la tracción que la fundición gris.

Se suele utilizar para la fabricación de válvulas y engranajes de alta resistencia, cuerpos de bomba, cigüeñales y pistones.

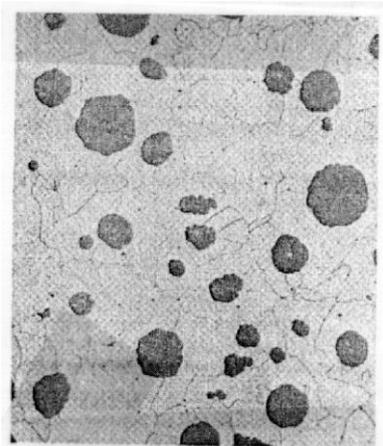


Figura 2

**La fundición blanca:** contienen poco carbono y silicio (< 1%) y se obtienen por enfriamiento rápido. La mayor parte del carbono aparece como cementita en lugar de grafito, y la superficie fracturada tiene una tonalidad blanca. La micro estructura se representa en la figura 3.

Su aplicación se limita a componentes de gran dureza y resistencia al desgaste y sin ductilidad como los cilindros de los trenes de laminación. Generalmente la fundición blanca se obtiene como producto de partida para fabricar la fundición maleable.



Figura 3

**La fundición maleable** se obtiene a partir de la fundición blanca por calentamiento prolongado en atmósfera inerte (para prevenir la oxidación) a temperaturas entre 800 y 900 °C. En estas condiciones la cementita descompone para dar grafito en forma de racimos o rosetas dentro de la matriz ferrítica o perlítica.

La micro estructura se representa en la figura 4 y es similar a la de la fundición esferoidal. Se suele emplear en tubos de dirección y engranajes de transmisión, muelles tubulares y partes de válvulas.

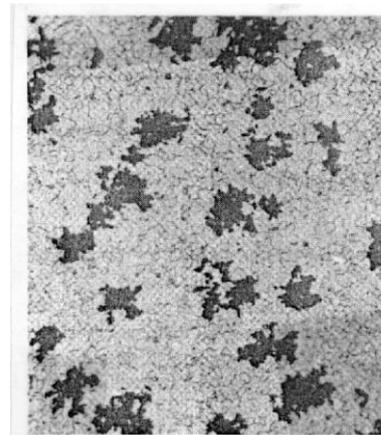


Figura 4

### 2.3.2 Aluminio y sus aleaciones

El aluminio es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre y constituye el 7.3% de su masa. En su forma natural, sólo existe en una combinación estable con otros materiales (particularmente en sales y óxidos) y no fue sino hasta 1808 cuando fue descubierto. A partir de entonces, demandó muchos años de investigación y ensayos el poder aislar el aluminio puro del mineral en su estado original, para poder hacer viable su producción, comercialización y procesamiento.



#### Keep in mind / Para recordar:

Casi la totalidad de los productos de aluminio pueden desde un punto de vista técnico (factibilidad) y económico (rentabilidad) ser reciclados repetidamente para producir nuevos productos, sin perder el metal su calidad y propiedades. La utilización de metales reciclados ahorra energía y preserva las fuentes de recursos naturales. Es por eso que el creciente uso del aluminio reciclado en diversas aplicaciones le da el reconocimiento de metal verde.

A pesar de que el aluminio puro es un material poco usado se da la paradoja de que las aleaciones de este material son ampliamente usadas en una grandísima variedad de aplicaciones tanto a nivel industrial como a otros niveles. Por ello pasamos a ver cómo se clasifica:

Por su proceso:	Por su estado:
Aluminios forjados	Estado bruto (F)
Aluminios fundidos	Con algún tratamiento térmico (O, H, T,W)

#### Aplicaciones

El aluminio tiene multitud de aplicaciones: su bajo peso específico lo hace útil para la fabricación de aleaciones ligeras, extensamente empleadas en construcciones aeronáuticas y cada vez más en los vehículos de transporte (motores, aviación, automóviles, etc.).

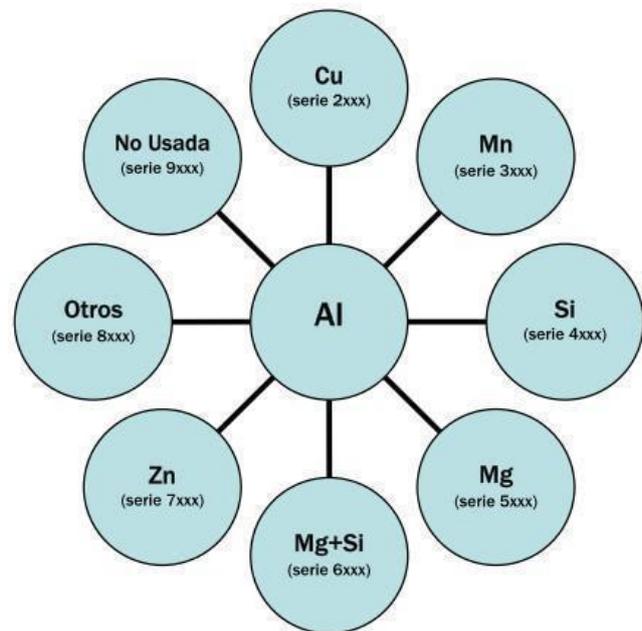
Su elevada conductividad eléctrica lo hace útil para la fabricación de conductores eléctricos de aluminio técnicamente puro o en forma de cables armados con acero galvanizado. Su elevada conductividad calorífica e inalterabilidad lo hacen útil para la fabricación de utensilios de cocina y, en general, para aparatos de intercambio de calor. Su maleabilidad lo hace útil para la fabricación de papel de aluminio, en lo que se emplea actualmente un 10% de su producción total.

Su resistencia a la corrosión lo hace útil para fabricación de depósitos para ácido acético, cerveza, etcétera. También se emplea en forma de chapas para cubiertas de edificios y, reducido a polvo, para la fabricación de purpurinas y pinturas resistentes a la corrosión atmosférica.

### Aleaciones y series de aluminio según sus aleantes

Las aleaciones de aluminio se clasifican en función del elemento aleante usado. Los elementos aleantes más usados son:

- ✓ Cobre
- ✓ Manganeso
- ✓ Silicio
- ✓ Magnesio
- ✓ Magnesio y Silicio
- ✓ Zinc



#### Serie 2xxx.

Las características de esta serie son: buena relación dureza-peso y mala resistencia a la corrosión. En lo referente a la primera característica, es importante decir que algunas de las aleaciones de esta serie tienen que ser sometidas a TT de solubilidad y a veces de envejecimiento para mejorar sus propiedades mecánicas. El efecto de los TT es el aumento de la dureza con una bajada de la elongación. Los usos más frecuentes que se le dan a estos aluminios son generalmente en lugares donde sea necesario una alta relación dureza-peso, como por ejemplo en las ruedas de los camiones y de los aviones, en la suspensión de los camiones, en el fuselaje de los aviones y en estructuras que requieran buena dureza a temperaturas superiores a 150°C.

#### Serie 3xxx.

En estas aleaciones el principal elemento aleante es el Mn. Estas aleaciones tan solo tienen un 20% más de dureza que el aluminio puro. Eso es porque el Mn sólo puede añadirse de forma efectiva en un 1.5%. Por ello hay muy pocas aleaciones de esta serie. Sin embargo, los aluminios 3003, 3004 y 3105 son muy usados para fabricar utensilios que necesiten dureza media y en los que sea necesario buena trabajabilidad fabricarlos, como botellas para bebidas, utensilios de cocina, intercambiadores de calor, mobiliario, señales de tráfico, tejados y otras aplicaciones arquitectónicas.

#### **Serie 4xxx.**

En esta serie el principal elemento aleante es el Si, que suele añadirse en cantidades medianamente elevadas (por encima del 12%) para conseguir una bajada del rango de fusión de la aleación. El objetivo es conseguir una aleación que funda a una temperatura más baja que el resto de aleaciones de aluminio para usarlo como elemento de soldadura. Las aleaciones con un elevado nivel de Silicio tienen un rango de colores que van desde el gris oscuro al color carbón y por ello están siendo demandadas en aplicaciones arquitectónicas. La 4032 tiene un bajo coeficiente de expansión térmica y una alta resistencia al desgaste, lo que la hace bien situada para su uso en la fabricación de pistones de motores.

#### **Serie 5xxx.**

Esta serie usa como principal elemento aleante el Mg y a veces también se añaden pequeñas cantidades de Mn cuyo objetivo es el de endurecer el aluminio. Las principales características de estas aleaciones son una media a alta dureza por causa del endurecimiento por deformación, buena soldabilidad, buena resistencia a la corrosión en ambiente marino y una baja capacidad de trabajo en frío. Estas características hacen que estas aleaciones se usen para adornos decorativos, ornamentales y arquitectónicos, en el hogar, iluminación de las calles y carreteras, botes, barcos y tanques criogénicos, partes de puentes grúa y estructuras de automóviles.

#### **Serie 6xxx.**

En estas aleaciones se usan como elementos aleantes el Mg y el Si en proporciones adecuadas para que se forme el  $Mg_2Si$ . Esto hace que esta aleación sea tratable térmicamente. Estas aleaciones son menos resistentes que el resto de aleaciones, pero a cambio tienen formabilidad, soldabilidad, maquinabilidad y resistencia a la corrosión. Su uso suele ser el de aplicaciones arquitectónicas, cuadros de bicicletas, pasamanos de los puentes, equipo de transporte y estructuras soldadas.

#### **Serie 7xxx.**

El Zn añadido en proporciones que van desde el 1 al 8 % es el elemento aleante en mayor proporción en estas aleaciones. A veces se añaden pequeñas cantidades de Mg para hacer la aleación tratable térmicamente. También es normal añadir otros elementos aleantes como Cu o Cr en pequeñas cantidades. Debido a que la principal propiedad de estas aleaciones es su alta dureza se suele usar en las estructuras de los aviones, equipos móviles y otras partes altamente forzadas.

### **Tratamientos anticorrosivos, mecánicos y térmicos del aluminio y sus aleaciones**

El aluminio y sus aleaciones pueden someterse a los siguientes tratamientos:

Tratamientos anticorrosivos	Tratamientos mecánicos	Tratamientos térmicos
Se realizan para dar mayor resistencia a la corrosión del aluminio. El más empleado es la oxidación anódica, que consiste esencialmente en aumentar el espesor de la película superficial de óxido que se produce naturalmente en el aluminio, mejorando a veces su aspecto dándole un acabado brillante o tiñéndola en diversos colores.	Los trabajos de forja, la laminación, el trefilado, etc, realizados en frío aumentan la resistividad mecánica y dureza del aluminio y de las aleaciones forjables, a consecuencia del aumento de acritud adquirido por el material en su deformación. Esto se aprovecha ampliamente en las aleaciones ligeras para mejorar sus características mecánicas.	Los tratamientos térmicos que pueden aplicarse al aluminio y sus aleaciones son: el recocido de estabilización, el recocido contra acritud, el recocido de homogeneización, el temple de precipitación y la maduración artificial.  No todos los tratamientos citados pueden aplicarse y se aplican al aluminio y sus aleaciones, pues hay algunas de éstas que no endurecen con el temple.



#### Keep in mind / Para recordar:

Los **efectos ambientales** del aluminio han atraído nuestra atención, mayormente debido a los problemas de acidificación.

Este material afecta el ambiente de diferentes maneras. En primer lugar, puede acumularse en distintas clases de vegetales y causar problemas de salud a animales que los consumen.

Las concentraciones de aluminio parecen ser muy altas en lagos acidificados. En éstos, un número de peces y anfibios están disminuyendo debido a las reacciones de los iones de aluminio con las proteínas de las agallas de los peces y los embriones de las ranas. Elevadas concentraciones de aluminio no sólo causan efectos sobre los peces, sino también sobre insectos, pájaros y otros animales que se alimentan de estos, o que respiran este metal a través del aire.

Las consecuencias para los pájaros que consumen peces contaminados es que la cáscara de los huevos es más fina y los pollitos nacen con bajo peso. Las consecuencias para los animales que respiran el aluminio a través del aire son problemas de pulmones, pérdida de peso y declinación de la actividad.

Por último, hay fuertes indicadores de que el aluminio puede dañar las raíces de los árboles cuando éstas están localizadas en las aguas subterráneas.

### 2.3.3 Níquel (Ni)

En China, las personas emplean este material desde tiempos muy remotos para fabricar el pack-fung, aleación de níquel, cobre y cinc.



Monedas, fabricadas con altos niveles de níquel.



#### Did you know...? / ¿Sabías que...?

El nombre níquel deriva de nikker, expresión alemana que significa diablo. Con este nombre los trabajadores mineros designaban las piritas rojas (arseniuro de níquel) que por su aspecto parecían de cobre, pero no daban este metal.

Se encuentra muy repartido en la naturaleza, siempre con hierro, cobre, cobalto y otros metales en forma de silicato hidratado de níquel y magnesio llamado garnierita.



#### Keep in mind / Para recordar:

Además de la gran cantidad de níquel consumido en la fabricación de aceros especiales, la inalterabilidad que presenta al aire hace que se utilice en aleaciones de gran aplicación industrial, entre las que se destaca el metal-monel. El niquelado consiste en el recubrimiento de objetos oxidables al aire, con una capa de níquel obtenida por vía galvánica.

### 2.3.4 Cobre (Cu)

Es uno de los metales más conocidos desde la más remota antigüedad, ya que fue utilizado por el hombre prehistórico existen yacimientos en EEUU, Chile, El Congo, Bolivia, Japón y Siberia. En todos ellos se encuentra en estado nativo y su principal aplicación es como cobre metálico, principal conductor de electricidad.

También se lo utiliza en la fabricación de utensilios de cocina, pero sus mayores y más importantes aplicaciones se encuentran en la aleación con otros metales: unido al estaño constituye los bronce comunes aleado al cinc, los latones, cuando se une al cinc y al níquel forman la alpaca o metal blanco, etc.



**Activity 8 / Actividad 8**

- a. Recuperando lo visto en el módulo 4, en Ciencias Naturales, identifiquemos en la Tabla Periódica cada uno de los elementos aquí presentados. Luego indiquemos para cada uno las siguientes características: Peso Específico, valencia, símbolo y conducción.
- b. Elijamos tres objetos que tengamos en nuestro hogar y, señalando una de sus partes, indiquemos de qué metal está hecho y cuál de los tipos aquí presentados pensamos que se utilizó para construirlo.

**Useful tip / Una ayudita**

*Podemos recuperar del Módulo 3 de Ciencias Naturales los elementos de la Tabla Periódica.*

## 2.4 Ensayos de materiales

Los ensayos de materiales tienen como objetivo determinar las propiedades de los materiales. Estos ensayos se aplican a otros de materiales tales como: polímeros, cerámicos, etc.

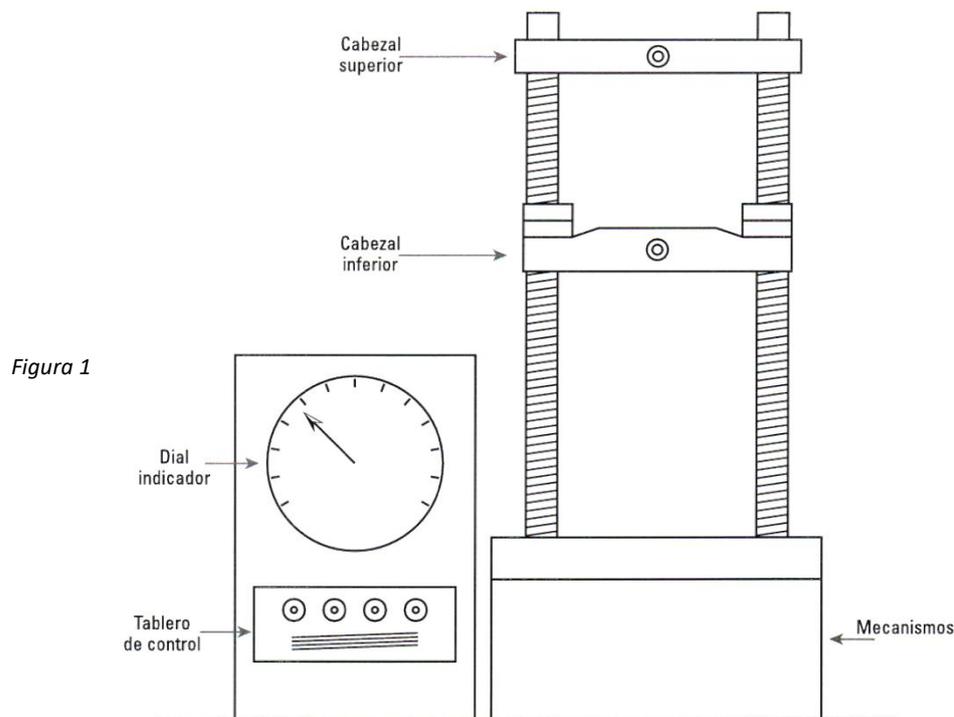
Para nuestro estudio, los ensayos más importantes son los ensayos destructivos y los no destructivos.

### 2.4.1 Ensayos destructivos

Los ensayos destructivos (porque el material o probeta se destruye) más usados en la industria metalmeccánica son:

#### Ensayo de tracción

Es el más utilizado de todos los ensayos mecánicos, y consiste en aplicar a una pieza de eje recto, en forma lentamente creciente, dos fuerzas en la dirección del eje que tienden a producir el alargamiento de la pieza y se realizan en las denominadas máquinas "universales". Al realizar el ensayo, se obtiene un gráfico de la máquina que nos indica la carga o fuerza aplicada ( $P$ ) en función del alargamiento de la probeta ( $\Delta l$ ).

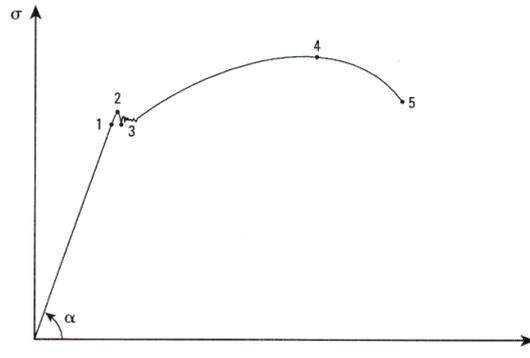


Esquema de máquina universal

Esquema máquina universal

Mediante un simple cambio de escalas, se puede convertir el gráfico  $P$ - $\Delta l$  en un gráfico de tensiones ( $\sigma$ ) versus alargamientos específicos ( $\epsilon$ ) como muestra la figura 2.

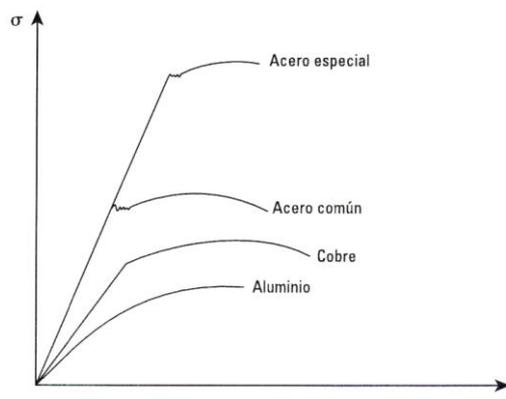
Figura 2



No todos los materiales presentan gráficos de la forma de la figura 3.

A continuación, mostramos algunos ejemplos:

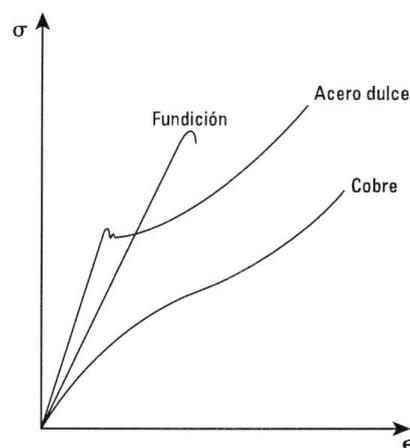
Figura 3



### Ensayo de compresión:

Este ensayo se realiza, generalmente, en materiales frágiles como fundiciones y hormigones. Pero también es posible realizar ensayos de compresión a materiales dúctiles, maderas, etc. En este ensayo se aplican cargas estáticas a la probeta, en la dirección de su eje longitudinal y durante el ensayo la probeta tiende a acortarse.

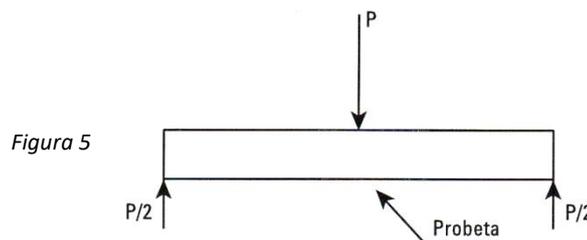
Figura 4



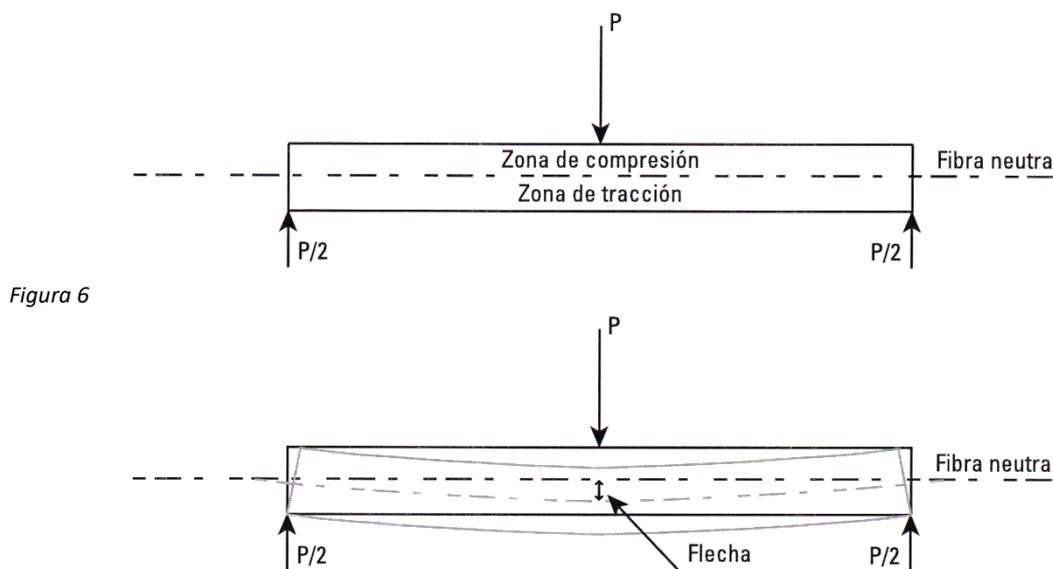
Los diagramas obtenidos son convencionales, ya que las tensiones se refieren a la sección inicial de la probeta y no a la sección instantánea.

## Ensayo de flexión

Este ensayo se aplica generalmente en metales frágiles, maderas, vigas de hormigón, etc. y también se realizan en las llamadas máquinas universales. El esquema generalmente usado para realizar un ensayo de flexión es el mostrado en la figura 5.



La flexión se caracteriza por provocar esfuerzos de tracción y compresión en forma simultánea, (fig 6.) Cuando la probeta es ensayada, el eje neutro se desplaza gradualmente de su posición original. Se llama “**flecha**”, a la distancia vertical entre la posición del eje neutro y las sucesivas posiciones que tome dicho eje, medida en el lugar de máxima flexión de la probeta. La flecha puede ser medida durante la realización del ensayo, a través de un dispositivo especial llamado flexímetro.

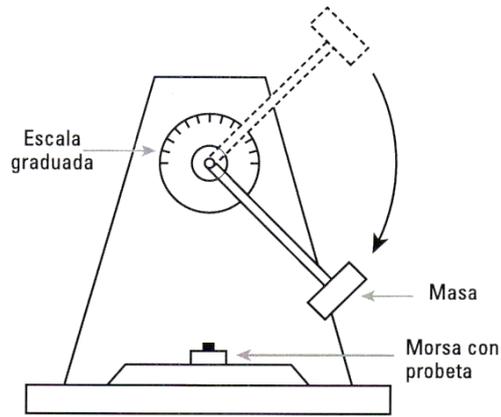


## Ensayo de impacto o choque

Los ensayos de impacto determinan la capacidad de un material de soportar cargas aplicadas en forma instantánea, los resultados obtenidos solo se utilizan con fines comparativos con otros ensayos realizados en condiciones idénticas.

Durante el ensayo, una masa que cae de cierta altura impacta sobre la probeta con muesca (entalla). Como resultado, se obtiene la energía absorbida por la probeta, cuando esta probeta es rota por un solo golpe, por la masa que cae (es decir que estamos obteniendo la resiliencia del material).

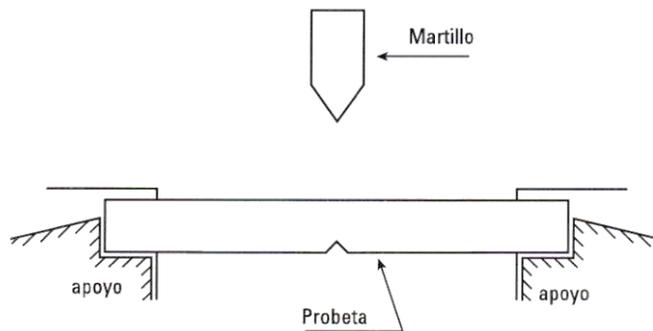
Figura 7



Existen dos formas para realizar los ensayos de impacto y son: el método **“Charpy”** (que es más usado) y el método **“Izod”**. En los dos casos, la rotura se produce por flexión de la probeta, por lo que esta se llama **“flexión por choque”**.

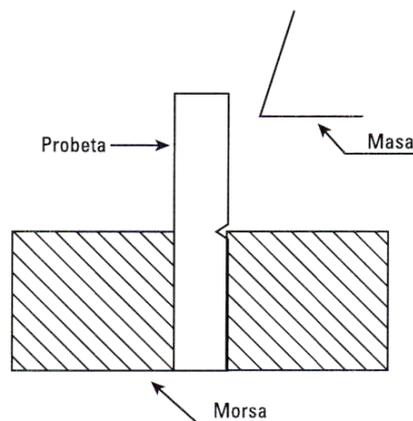
En el método Charpy, la probeta está simplemente apoyada en la máquina (figura 8). Una masa golpea el centro de la probeta y la rompe de un solo golpe.

Figura 8



En el método Izod, la probeta se coloca verticalmente en el dispositivo de sujeción de la máquina. La masa al caer, impacta sobre la probeta en la cara que tiene la entalla (figura 9). La energía de impacto debe ser suficiente para romper la probeta de un solo golpe.

Figura 9



## Ensayo de dureza

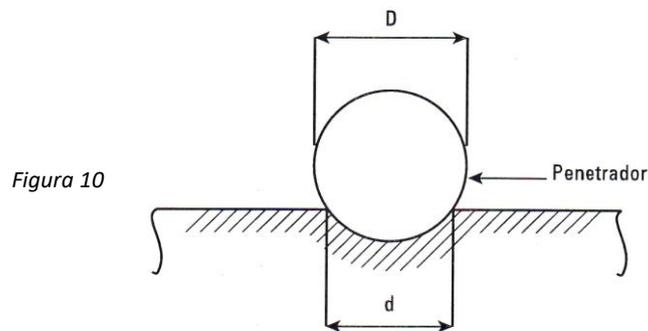
La dureza es la resistencia que ofrece un material a ser rayado o penetrado por otro. Entre las aplicaciones más importantes de este ensayo, podemos mencionar:

- ✓ Control de calidad de materias primas.
- ✓ Control de calidad de tratamientos térmicos.
- ✓ Estimación de la resistencia a la tracción de aceros.
- ✓ Estimación de la resistencia al desgaste.

Existen diversos métodos para medir durezas y mencionaremos los más importantes:

### ➤ Método Brinell

Es uno de los métodos más utilizados y consiste en aplicar sobre la pieza o probeta a ensayar una carga  $P$  (generalmente de 3000 Kgf) durante un tiempo  $t$ , empleando una bolilla (penetrador) de acero duro de diámetro ( $D$ ), generalmente igual a 10 mm.

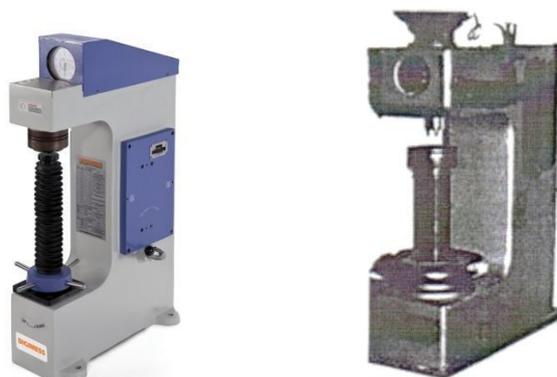


Como el diámetro de la impronta ( $d$ ) debe medirse con 0.01 mm de aproximación, se usan microscopios con oculares micrométricos o con instrumentos similares.

Antes de efectuar el ensayo debemos seleccionar los valores de las distintas variables según se indican a continuación:

- ✓ Determinación de la constante de ensayo ( $C$ ).
- ✓ Determinación del diámetro de la bolilla ( $D$ ).
- ✓ Determinación de la carga máxima ( $P$ ).
- ✓ Determinación del tiempo de permanencia ( $t$ ).

Figura 11



## ➤ Método Rockwell

Al igual que el método Brinell, es un método de penetración y se utilizan cargas más pequeñas, por lo tanto, dejan improntas menores. Los penetradores pueden ser de dos tipos: cono de diamante o bolillas de acero duro de distintos diámetros. En este sistema, la dureza se lee directamente en el dial de la máquina y solo depende de la profundidad de penetración.

Figura 12



Resumidamente, el aumento de penetración expresado en micrómetros provocado por la carga adicional, determina la dureza de la pieza.

Las escalas Rockwell se pueden dividir en dos grandes categorías: “escalas comunes” y “escalas superficiales”.

Para elegir la escala correspondiente a una determinada aplicación, se considera tanto el material como el espesor de la capa o pieza a ensayar.

A fin de tener una primera aproximación podemos considerar las siguientes indicaciones (para escalas comunes):

- ✓ **Rockwell A.** Se aplica a materiales de gran dureza y de poco espesor, como aceros con tratamientos térmicos, etc.
- ✓ **Rockwell B.** Se aplica a materiales de dureza intermedia, como aceros de medio y bajo tenor de carbono, aleaciones de cobre y aluminio, etc.
- ✓ **Rockwell C.** Se aplica a materiales de gran dureza y espesor, como aceros templados, aceros aleados, fundiciones muy duras, materiales con HRB superior a 100.
- ✓ **Rockwell F.** Se aplica a chapas de metales blandos, aleaciones de cobre, etc.
- ✓ **Rockwell E.** Se aplica a metales blandos y antifricción.
- ✓ En cuanto a las escalas superficiales:
- ✓ **Escalas N.** Se aplican a materiales como aceros endurecidos, aleaciones duras y carburos.
- ✓ **Escalas T.** se aplican a materiales blandos, como latones, bronces, aceros blandos o materiales similares.

**Características de algunas escalas Rockwell tanto comunes como superficiales**

Escala	Tipo de escala	Penetrador	Carga inicial (Kgf)	Carga adicional (Kgf)	Carga total (Kgf)
A	Común	Cono de diamante	10	50	60
C	Común	Cono de diamante	10	140	150
D	Común	Cono de diamante	10	90	100
F	Común	Bolilla 1/16"	10	50	60
B	Común	Bolilla 1/16"	10	90	100
H	Común	Bolilla 1/8"	10	50	60
E	Común	Bolilla 1/8"	10	90	100
15N	Superficial	Cono de diamante	3	12	15
30N	Superficial	Cono de diamante	3	27	30
15T	Superficial	Bolilla 1/16"	3	12	15
30T	Superficial	Bolilla 1/16"	3	27	30

En las escalas superficiales, la letra N significa que se usa cono de diamante y la letra T significa que se usa bolilla 1/16"

➤ **Método Vickers**

Este método de dureza es también de penetración. En él, se aplica un penetrador de diamante con forma de pirámide recta de base cuadrada, cuyo ángulo entre caras es de 136° (figura 13).

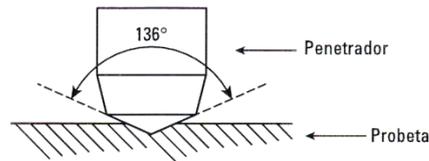
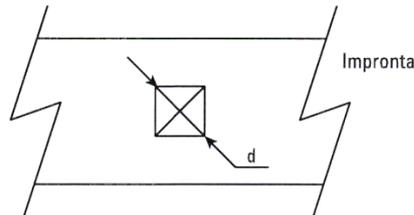


Figura 13



Se aplica una carga creciente, hasta un valor máximo que varía entre 1 y 120 Kgf, sin embargo, las cargas de mayor uso en este método corresponden a 10, 30 y 50 Kgf.

Los ensayos realizados con cargas menores a 1 Kgf se denominan ensayos de micro dureza Vickers y en estos casos las cargas más utilizadas corresponden a 100, 300 y 500 gf.

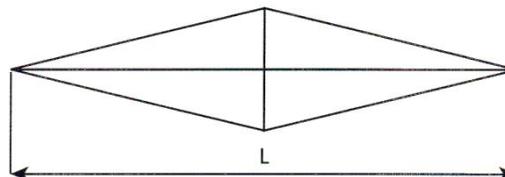
El penetrador se aplica hasta que la carga alcanza su máximo valor, luego, dicha carga actúa durante un tiempo  $t$ , posteriormente, se retiran la carga y el penetrador. En la pieza o probeta ensayada queda una impronta, debemos medir las dos diagonales de dicha impronta y hacer el promedio.

#### ➤ Método Knoop

Es un ensayo de penetración, similar a los que ya hemos visto.

El penetrador es una pirámide de diamante (figura 14), su base tiene forma de rombo determinada por norma. En este ensayo, se aumenta el valor de la carga hasta un valor máximo  $P$  y se mantiene aplicada la carga  $P$  durante un tiempo  $t$ . Posteriormente se retira el penetrador y se mide la diagonal mayor  $L$ .

Figura 14



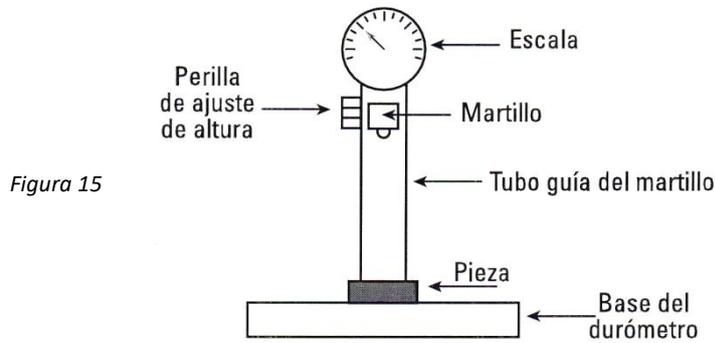
Este ensayo se aplica a piezas muy pequeñas, capas superficiales delgadas o electro depositadas superficies tratadas termoquímicamente, etc.

Respecto de las notaciones, el criterio es similar al de los métodos anteriores. Por ejemplo, una dureza Knoop de 350, obtenida con una carga de 200 gramos aplicada en 30 segundos:

350 HK 200/30

➤ **Método Shore**

Este es un ensayo de rebote. Consiste en dejar caer desde cierta altura una masa (llamada martillo) con punta diamantada o de acero muy duro. El martillo cae guiado por el interior de un tubo vertical de vidrio, este último puede acercarse o alejarse de la base del durómetro, para poder ensayar piezas de diferentes espesores.



Existen dos tipos fundamentales: el durómetro Shore C y el durómetro Shore D.

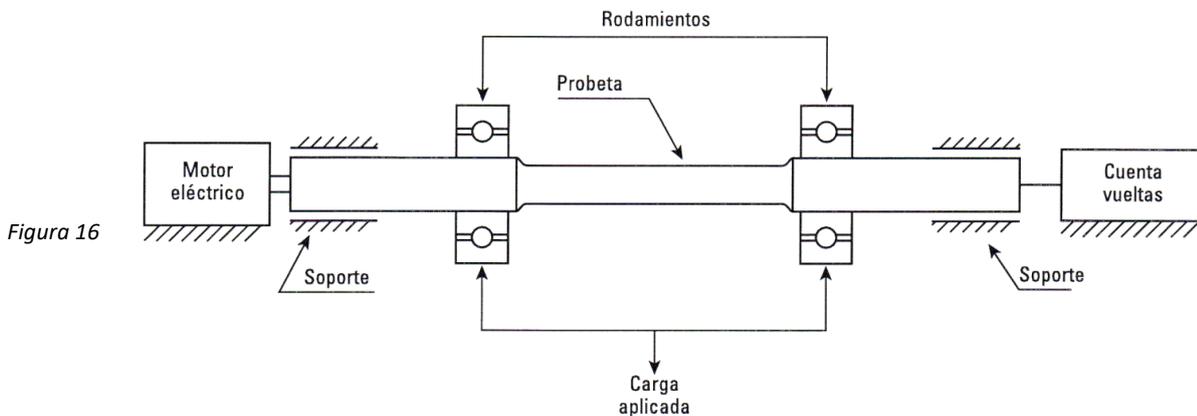
Los resultados se expresan con el valor numérico de la dureza seguido de las letras mayúsculas HSC o HSD, según hayamos empleado en durómetro C o D, respectivamente. Por ejemplo:

50 HSC o 115 HSD

Hay instrumentos de dureza Shore que son portátiles y es un ensayo sensible para altos valores de dureza.

**Ensayo de Fatiga**

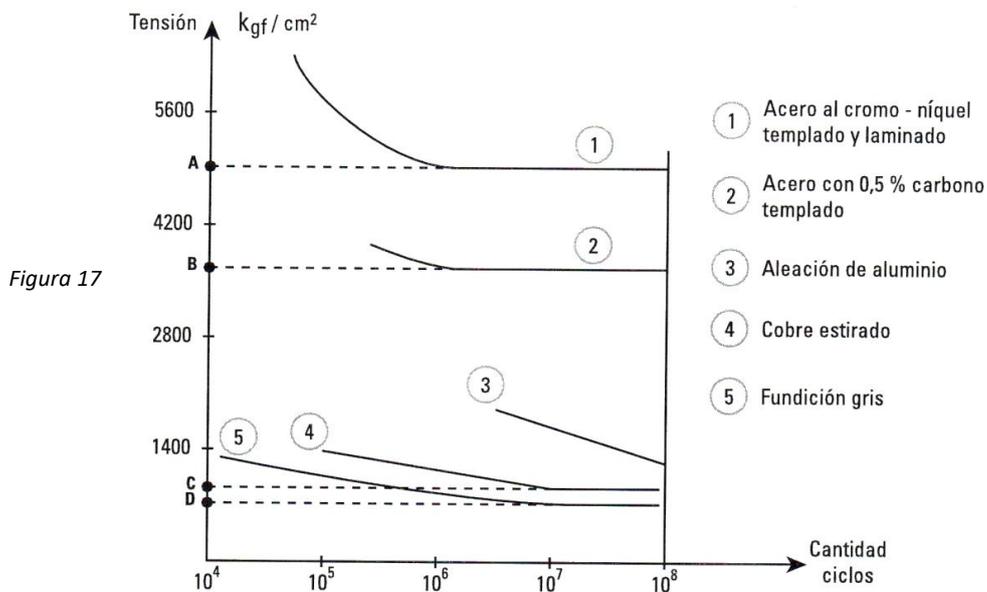
El objetivo de este ensayo es determinar el límite de resistencia a la fatiga del material. A tal fin, se prepara un número suficiente de probetas que sean representativas del material. Estos ensayos, se realizan en las máquinas universales de fatiga en las que, a través del uso de distintos dispositivos, se pueden realizar ensayos aplicando esfuerzos cíclicos de tracción y/o compresión, de flexión o de torsión.



Con los resultados obtenidos de las distintas probetas, se trata la curva de Wöhler correspondiente al material ensayado.

La curva de Wöhler (figura 17) es un gráfico que muestra la tensión en el eje de ordenadas y la cantidad de ciclos para alcanzar la rotura en el eje de abscisas.

A continuación, mostramos diagramas de Wöhler para distintos materiales metálicos sometidos a fatiga mediante flexión rotativa.

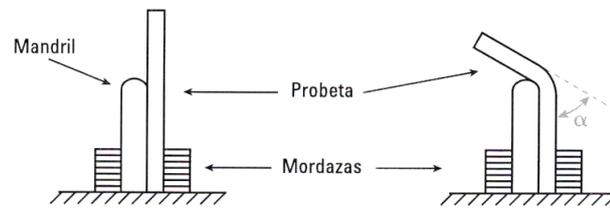


### Ensayo de doblado o plegado

Es un ensayo simple y se utiliza para verificar la ductilidad de los metales y consiste en:

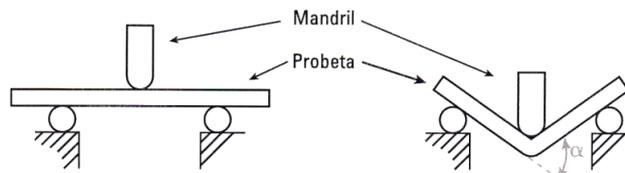
- ✓ Someter la probeta a flexión, hasta que ésta alcanza un determinado ángulo  $\alpha$  establecido en la norma del producto ensayado o en las especificaciones técnicas (fig. 18), y luego,
- ✓ Verificar visualmente si en la cara sometida a tracción aparecieron grietas.

El material es aceptado si no aparecen grietas a simple vista en la cara traccionada, o eventualmente, si las grietas no superan determinado tamaño. Es un ensayo que, entre otros usos, se aplica a juntas soldadas.



Disposición A

Figura 18



Disposición C

### Ensayo de embutido

También denominado ensayo Erichsen, se aplica principalmente a chapas que serán sometidas a procesos de embutido mediante matrices. Este ensayo permite determinar qué tan buena es la chapa, para ser sometida a procesos de embutido y consiste en aplicar un penetrador (punzón) a la chapa para:

- ✓ Determinar la ductilidad de la chapa ensayada.
- ✓ Determinar el tamaño de grano.

La chapa a ensayar (fig. 19) está sujeta por los bordes en su totalidad, mientras que el penetrador avanza a velocidad uniforme sobre la chapa (probeta). El ensayo finaliza cuando la deformación de la chapa alcanza determinada magnitud o cuando la chapa alcanza la rotura.

El punzón utilizado habitualmente tiene forma esférica, pudiendo variar su forma para casos especiales.

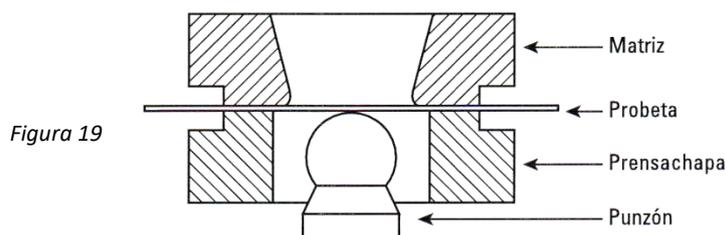


Figura 19

La determinación del tamaño de grano de la chapa puede efectuarse de dos formas:

- ✓ Empleando oculares o microscopios provistos en el accesorio correspondiente,
- ✓ Mediante un muestrario suministrado por el fabricante de la máquina de ensayo.

## 2.4.2 Ensayos no destructivos

En los ensayos no destructivos, no se provoca la rotura del componente ensayado. Estos ensayos tienen inmensa aplicación para analizar la existencia de defectos en componentes y piezas que están en uso, algunos defectos que se pueden detectar con estas técnicas son: fallas superficiales y sub-superficiales (grietas), porosidades internas del material, inclusiones, etc.

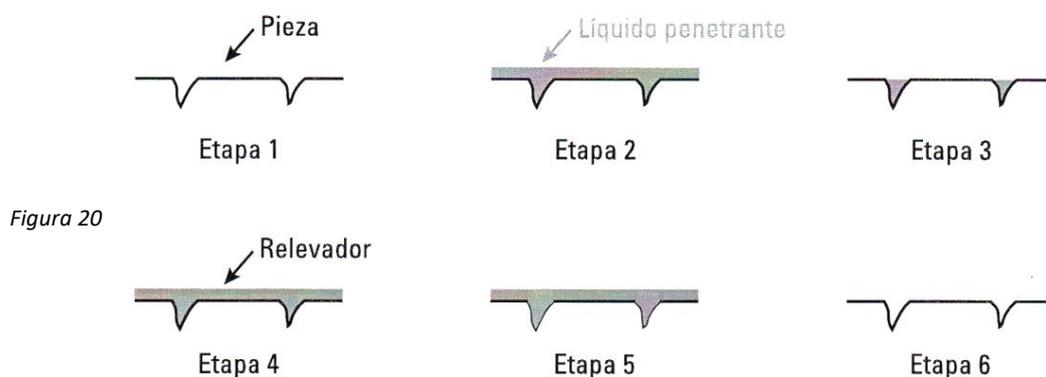
También se pueden medir espesores de recubrimientos, tales como capas niqueladas, pintadas, cromadas, etc.

Los ensayos no destructivos más importantes son:

### Ensayos de líquidos penetrantes:

Con este ensayo se pueden detectar poros o fisuras abiertas a la superficie. El método es aplicable a todo tipo de materiales metálicos y no metálicos, con la restricción de que el material ensayado no debe ser poroso. Los resultados del ensayo son cualitativos.

Este método se basa en la capacidad de ciertos líquidos de penetrar en los defectos superficiales tales como fisuras. Posteriormente, se aplica una sustancia reveladora (que puede ser seca o húmeda), que tiene la propiedad de absorber el líquido que ingresó en los defectos. Observando las manchas en el revelador, podemos determinar las características generales de las fisuras tales como posición, cantidad, forma y tamaño aproximado.



Los líquidos penetrantes, así como las sustancias reveladoras, se consiguen comercialmente.

### Ensayo de partículas magnéticas

Con este ensayo es posible detectar defectos sobre la superficie o muy cercanos a ésta. Se aplica a piezas construidas con materiales ferro-magnéticos (materiales que pueden ser magnetizados fuertemente) y la magnetización de la pieza puede realizarse empleando corriente continua o alterna.

Si esparcimos sobre la pieza o superficie a examinar (previamente magnetizada) partículas de material magnético, polvo de hierro seco o húmedo, podemos observar las líneas de fuerza del campo magnético y detectar así la presencia de defectos.

En caso que la pieza o superficie ensayada no tuviese defectos, las partículas de polvo de hierro siguen la forma característica de las líneas de campo magnético, mientras que, en el caso en que la pieza o superficie ensayada tuviese defectos en la superficie o cercanos a ella, las líneas de campo magnético cambian su forma y, por lo tanto, la disposición de las partículas de polvo de hierro refleja el defecto presente (figura 21).



Este método, como los ensayos no destructivos, se aplica al mantenimiento en la industria aeronáutica, ferroviaria, naval, metalmecánica, entre otras.

### Ensayo de ultrasonido

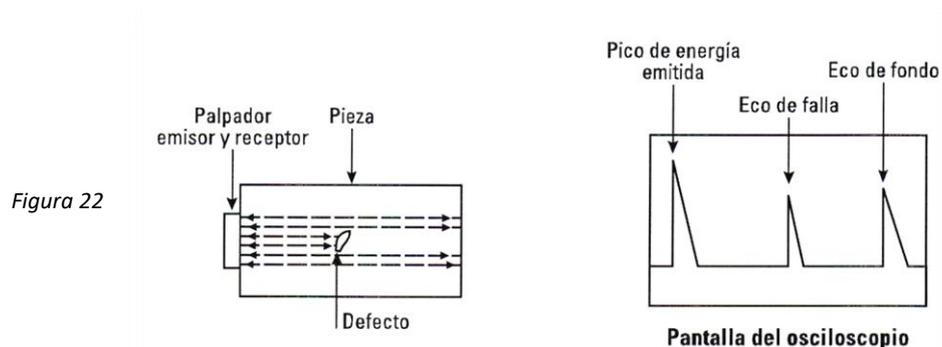
Este ensayo se basa en la emisión de ondas ultrasónicas (no audibles) que atraviesan el material o pieza ensayada, y que son reflejadas por la cara opuesta de la pieza o por sus defectos internos.

Los pulsos emitidos y los pulsos reflejados por defectos o por la superficie opuesta son visualizados en la pantalla de un osciloscopio.

Las ondas ultrasónicas son generadas por cristales piezoeléctricos que son los encargados de generar vibraciones cuando son sometidos a una tensión eléctrica y viceversa.

Mediante la aplicación de ondas acústicas se detectan defectos internos de los materiales como sopladuras, grietas, inclusiones y discontinuidades superficiales en lingotes, chapas, barras, tubos, en estado fundido, forjado o mecanizado. La frecuencia de las ondas ultrasónicas es superior a los 20 kHz.

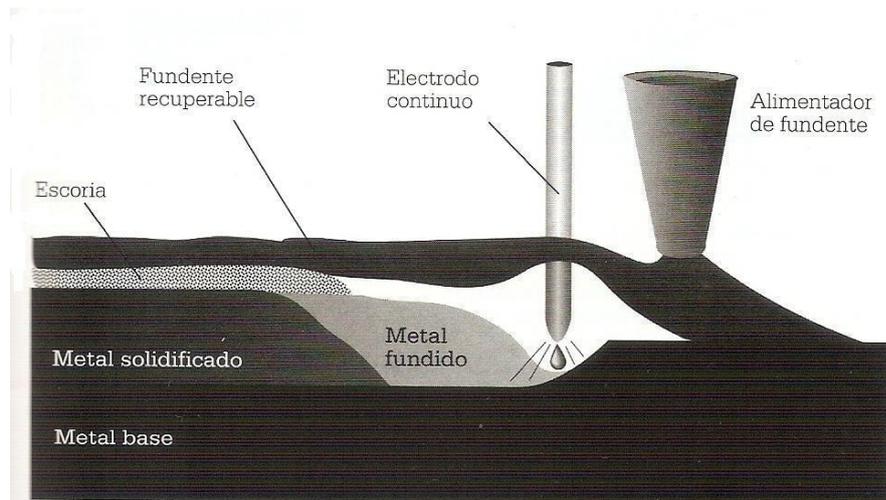
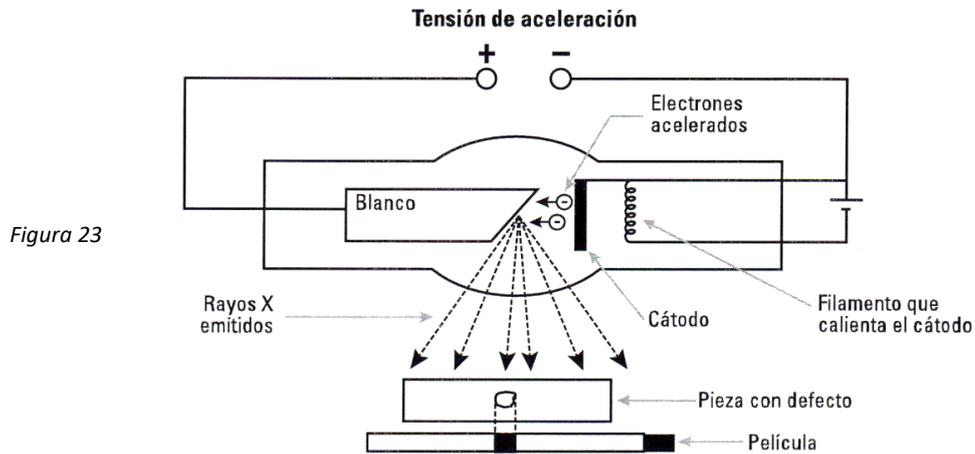
Este ensayo también permite medir espesores y realizar controles de calidad en cordones de soldadura.



## Ensayos radiográficos

Los rayos X son ondas electromagnéticas que pueden penetrar los materiales metálicos y no metálicos y estos rayos X se producen cuando un filamento incandescente emite electrones.

La radiografía es una técnica que tiene gran aplicación en el control de soldadura (tuberías y recipientes a presión) como también en la construcción de puentes metálicos. Para efectuar radiografías, existen instalaciones fijas y equipos móviles.



## 2.5 Corrosión



### Let's define / Vamos definiendo

La corrosión se puede definir como la degradación o destrucción de un material a causa de la acción química, electro química o metalúrgica entre el material y el ambiente en que está inmerso.

Esta degradación o destrucción se debe al resultado de las interacciones con el ambiente bajo condiciones de exposición determinadas y generalmente lenta, pero de carácter persistente.

En algunos casos, los productos de la corrosión existen como una película delgada adherente que solo mancha o empaña el metal y puede actuar como un retardador para ulterior acción corrosiva. En otros casos, los productos de la corrosión son de carácter voluminoso y poroso, sin ofrecer ninguna protección.

Por lo tanto, la corrosión se traduce generalmente por los efectos siguientes: disminución de peso, alteración de la superficie y disminución de las propiedades mecánicas.

La principal causa de la corrosión es la inestabilidad de los metales en sus formas refinadas, los mismos tienden a volver a sus estados originales a través de los procesos de corrosión.

### 2.5.1 Tipos de corrosión

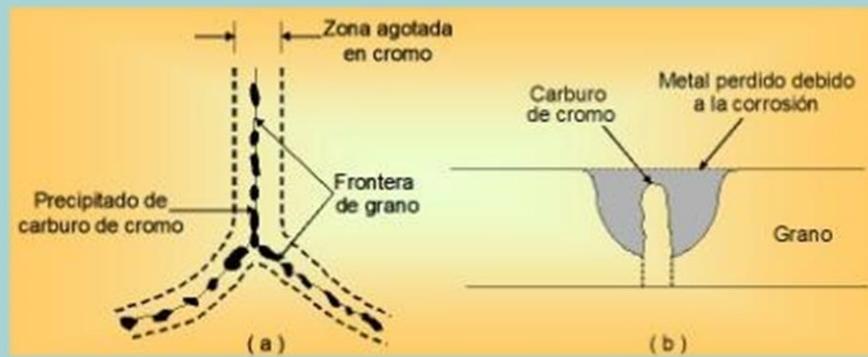
Estos diferentes fenómenos tienen una importancia relativa extremadamente variable, y según la forma geométrica de las destrucciones podemos distinguir tres tipos de corrosión:

**Corrosión uniforme:** el metal se disuelve regular y uniformemente, la resistencia mecánica decrece proporcionalmente con la disminución del espesor, llevando por consiguiente a la pérdida de peso. Ejemplos: ataque del cobre por el ácido nítrico, del aluminio por el hidróxido de sodio.



**Corrosión localizada:** el ataque se realiza en forma de picadura o de surcos, terminando la superficie por parecer rugosa. Esta forma de corrosión afecta sobre todo la capacidad de deformación del metal, más rápidamente de lo que se puede esperarse por la pérdida de masa. Ejemplos: ataque del hierro o aluminio por el agua de mar.





**Corrosión intercrystalina:** mientras en las formas anteriores el ataque se manifiesta en la superficie, la corrosión intercrystalina o intergranular se propaga en profundidad a lo largo de la unión de los cristales, siendo sus efectos particularmente graves.

El metal puede romperse bajo el mínimo esfuerzo sin que se observe pérdida sensible de peso y a veces sin alteración visible de la superficie. Ejemplo: hierro impuro en contacto con una solución acuosa de cloruro de sodio.

Otros tipos diferentes de corrosión se presentan según el medio en la cual se desarrollan:

**Corrosión química:** bajo esta denominación se estudian aquellos casos en que el metal reacciona con un medio no-iónico (por ejemplo, oxidación en aire a altas temperaturas). Supongamos que exponemos una superficie metálica limpia a la acción del oxígeno, el metal comenzará a reaccionar con el oxígeno formando óxidos. Por ejemplo, una pieza de Fe (metal que presenta más de una valencia) calentada al aire seco, por encima de 500°C se oxida a apreciable velocidad formando una película con la siguiente estructura: Se han producido reacciones redox sin la intervención de iones en solución y no ha habido corrientes eléctricas recorriendo el metal.

**Corrosión electroquímica:** a temperatura ambiente la forma de corrosión más frecuente y más seria es de índole electroquímica, este tipo de corrosión implica un transporte de electricidad a través de un electrolito. En los procesos de corrosión electroquímica circulan, sobre el material expuesto a corrosión, corrientes eléctricas.

Se demostró que durante la corrosión se cumplen las leyes de Faraday. Las causas más frecuentes de estas corrientes eléctricas son:

El contacto de dos materiales diferentes, tal como ocurre con el hierro en contacto con el cobre, el aluminio en contacto con el cobre, el cobre en contacto con el zinc, etc. La unión de dos partes de un mismo metal mediante un material de soldadura (Ej: Fe con Sn-Fe).

Hay ciertos factores que hacen que en el metal existan zonas de diferente potencial, es decir, que aparezcan zonas anódicas y zonas catódicas (microelectrodos) que convierten al cuerpo metálico junto con el medio agresivo en un gran conjunto de micropilas electroquímicas. Estos factores son los siguientes:

- ✓ Presencia de fases diferentes de una misma aleación. Ej: aceros inoxidables.
- ✓ Presencia de óxidos conductores de electrones. Por ejemplo óxido de laminación en chapas de Fe.
- ✓ Diferentes grados de aireación de una pieza metálica.
- ✓ Corrientes inducidas por circuitos eléctricos mal aislados. Tal es el caso de corrientes vagabundas en estructuras metálicas enterradas.
- ✓ Impurezas, tensiones en el metal, etc.

El medio agresivo puede ser la delgada capa de humedad que casi inevitablemente recubre a todo cuerpo expuesto al aire atmosférico.

### 2.5.2 Protección contra la corrosión

Para proteger contra la corrosión es muy importante tener en cuenta algunos factores:

El metal	La pieza	El medio ambiente
Como hemos visto en el punto anterior, las diferencias químicas y estructurales pueden acelerar la corrosión.	El estado de la superficie (rayas, agujeros, surcos, etc.), el radio de curvatura, los esfuerzos a que se someten, pueden favorecer o retrasar la corrosión.	Influye su naturaleza ácida o básica, la concentración de iones, la concentración de O <sub>2</sub> , la conductividad, la iluminación, etc.

En general, para paliar el efecto de la corrosión se tiene que impedir que se desarrollen reacciones electroquímicas, por lo que se debe evitar la presencia de un electrolito que actúe como medio conductor facilitando la transferencia de electrones desde el metal anódico.

Son múltiples los sistemas de protección existentes. Para lograr una buena protección se requieren esfuerzos multidisciplinarios y la experiencia ha demostrado que muchas veces la solución óptima se alcanza integrando varios de ellos.

#### Protección por recubrimiento

La protección por recubrimiento consiste en crear una capa superficial o barrera que aisle el metal del entorno. En principio es el método más evidente, ya que impide que el material sensible entre en contacto con el oxígeno y la humedad. Dentro de este tipo de protección podemos diferenciar los recubrimientos no metálicos y los metálicos.

##### ➤ Recubrimientos no metálicos

Pinturas y barnices: es un método económico. Precisa que la superficie del material a proteger se encuentre limpia de óxidos y grasas. El minio, pintura que contiene en su composición óxido de plomo, es uno de los más empleados.



Recubrimiento de piezas con pintura

Plásticos: son muy resistentes a la oxidación. Tienen la ventaja de ser muy flexibles, pero tienen poca resistencia al calor. El más habitual es el PVC.

Esmaltes y cerámicos: tiene la ventaja de resistir elevadas temperaturas y desgaste por rozamiento.

### ➤ Recubrimientos metálicos

**Inmersión:** consiste en recubrir los metales a proteger con otros de menor potencial, es decir, ánodos de sacrificio. Para ello se sumerge el metal a proteger en un baño de otro metal fundido. Al sacarlo del baño, el metal se solidifica formando una fina película protectora. Los metales más empleados en estos procedimientos son:

**Estaño (estañado):** se utiliza mucho en las latas de conserva (la hojalata).

**Cinc (galvanizado):** es el más empleado para proteger vigas, vallas, tornillos y otros objetos de acero.

**Aluminio (aluminización):** es muy económico y de gran calidad.



Recubrimiento de piezas con cinc (galvanizado)

**Plomo (plombeado):** para recubrir cables y tuberías.

**Recubrimiento con Alcla:** es un producto formado por un núcleo de una aleación de aluminio y que tiene un recubrimiento de aluminio que es anódico al núcleo y, por tanto, protege electroquímicamente al núcleo contra la corrosión. Se utiliza cuando el riesgo de corrosión es muy elevado.

**Electrodeposición:** se hace pasar corriente eléctrica entre dos metales diferentes que están inmersos en un líquido conductor que actúa de electrolito. Uno de los metales será aquel que queremos proteger de la oxidación y hará de cátodo. El otro metal hará de ánodo. Al pasar corriente eléctrica, sobre el metal catódico se crea una película protectora. Con este método se produce el cromado o niquelado de diversos metales.

**Protección por capa química:** se provoca la reacción de las piezas con un agente químico que forme compuestos de un pequeño espesor en su superficie, dando lugar a una película protectora, por ejemplo:

**Cromatizado:** Se aplica una solución de ácido crómico sobre el metal a proteger, formándose una película de óxido de cromo que impide su corrosión.

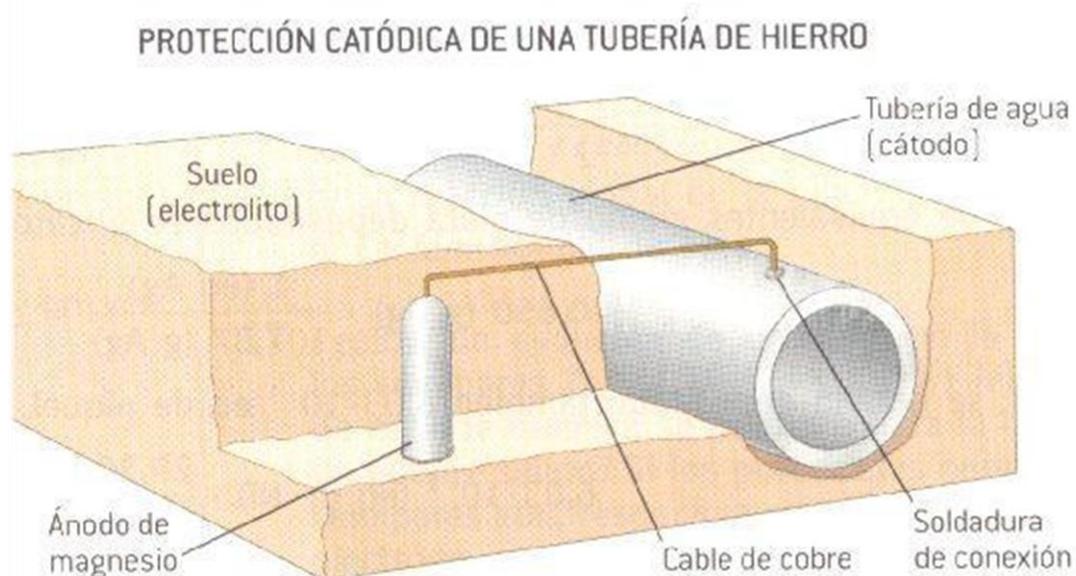
**Fosfatización:** Se aplica una solución de ácido fosfórico y fosfatos sobre el metal. Formándose una capa de fosfatos metálicos sobre el metal, que la protegen del entorno.

## Protección catódica

Se trata de evitar la corrosión de un metal haciendo que se comporte como cátodo respecto al otro. Esto se puede conseguir de dos formas:

Por ánodos de sacrificio: se utiliza un metal cuyo potencial es muy negativo, por ejemplo el magnesio. En este caso el ánodo de sacrificio (más electronegativo) se oxida comunicando los electrones liberados al metal a proteger. A través de esta reacción el ánodo se va corroyendo y acaba destruyéndose, por lo que cada cierto tiempo tiene que ser sustituido. Se emplea para proteger depósitos y tuberías de acero, así como cascos de barcos.

Por diferencias de potencial eléctrico: junto a la pieza a proteger se entierra una masa metálica sin valor, por ejemplo, chatarra de hierro, y ambas se conectan a una fuente de alimentación de CC. La chatarra será el polo positivo con lo cual cederá electrones y se oxidará.



## Inhibidores

El método consiste en añadir productos químicos o inhibidores al electrolito los cuales actúan como catalizadores disminuyendo la velocidad de la corrosión.

Los inhibidores pueden ser:

**De absorción:** forman una película protectora.

**Barrenderos:** eliminan oxígeno.

Los más utilizados son las sales de cromo, muy empleadas en los radiadores de los automóviles.

## 2.6 Materiales compuestos

Los materiales compuestos son heterogéneos, lo que quiere decir que sus propiedades no son las mismas en todo su volumen. Si bien algunos de éstos son naturales (como la madera o el hueso), la gran mayoría son diseñados y fabricados por el hombre.

Los materiales de esta familia surgen de la necesidad de obtener materiales con una combinación de propiedades que difícilmente se encuentren en los cerámicos, los plásticos o los metales. Por ejemplo, en la industria del transporte son necesarios materiales ligeros, rígidos, resistentes al impacto y que resistan bien la corrosión y el desgaste, propiedades éstas que rara vez se dan juntas; por lo que se “diseña” un material según la aplicación para la cual se necesitan.

A pesar de haberse obtenido materiales con unas propiedades excepcionales, utilizar estos materiales en aplicaciones prácticas no siempre es factible dado que se trata, en general, de materiales caros, de difícil fabricación. Una característica de todos los materiales compuestos es que, en cada uno de ellos, se pueden distinguir dos componentes (fases) bien diferenciados: la matriz y el refuerzo o fase discontinua.



### Let's define / Vamos definiendo

Los materiales compuestos son combinaciones macroscópicas de dos o más materiales diferentes que poseen una interfase (región de contacto) discreta y reconocible que los separa.

**Fase matriz o simplemente matriz:** Se trata de una fase de carácter continuo, responsable de las propiedades físicas y químicas. Transmite los esfuerzos al agente reforzante. También lo protege y da cohesión al material.

**Agente reforzante:** es una fase de carácter discreto y su geometría es fundamental a la hora de definir las propiedades mecánicas del material.

**Interfase:** La zona de interfase es una región de composición química variable, donde tiene lugar la unión entre la matriz y el refuerzo, que asegura la transferencia de las cargas aplicadas entre ambos y condiciona las propiedades mecánicas finales de estos materiales.

### 2.6.1 Componentes de los materiales compuestos

Para comprender qué son los materiales compuestos y por qué los necesitamos, debemos estudiar qué características poseen y cómo se relacionan la matriz y el refuerzo.



### Let's define / Vamos definiendo

**La matriz:** es la fase continua en la que el refuerzo queda “embebido”. Tanto los materiales metálicos, cerámicos o resinas orgánicas pueden cumplir con este papel. A excepción de los cerámicos, el material que se elige como matriz no es, en general, tan rígido ni tan resistente como el material de refuerzo. Las funciones principales de la matriz son:

- definir las propiedades físicas y químicas;
- transmitir las cargas al refuerzo,
- protegerlo y brindarle cohesión.

Al someter al material compuesto a diferentes tipos de cargas mecánicas la matriz juega diferentes roles:

1. Bajo cargas compresivas: es la matriz la que soporta el esfuerzo, ya que se trata de la fase continua.
2. En tracción: la matriz transfiere la carga aplicada sobre la pieza a cada una de las fibras o partículas, de manera que éstas sean las que soporten el esfuerzo. Para ello es necesaria una excelente adhesión entre la matriz y el refuerzo.

Además, muchas veces es la matriz la que determina la resistencia al impacto y la encargada de detener la propagación de fisuras.

#### 2.6.2 Propiedades de las matrices

La matriz de un material compuesto:

- ✓ Soporta las fibras manteniéndolas en su posición correcta.
- ✓ Transfiere la carga a las fibras fuertes.
- ✓ Las protege de sufrir daños durante su manufactura y uso.
- ✓ Evita la propagación de grietas en las fibras a lo largo del compuesto.

La matriz, por lo general, es responsable del control principal de las propiedades eléctricas, el comportamiento químico y el uso a temperaturas elevadas del compuesto. Las matrices poliméricas son las más comúnmente utilizadas.

La mayoría de los polímeros (plásticos) están disponibles en el mercado con el agregado de fibras de vidrio cortas como refuerzo. Los compuestos de matriz metálica, por su parte, incluyen aluminio, magnesio, cobre, níquel y aleaciones de compuestos intermetálicos reforzados con fibras cerámicas y metálicas. Mediante los compuestos de matriz metálica se cubre una diversidad de



#### Useful tip / Una ayudita

Podemos revisar lo que aprendimos en el Módulo 1 de Ciencias Naturales sobre las propiedades intensivas de los materiales. En este caso, las propiedades que más nos importan son las mecánicas, ya que nos describen el comportamiento de los materiales cuando son sometidos a las acciones de fuerzas exteriores. Algunas de estas propiedades son: la elasticidad, maleabilidad, dureza, fragilidad.

aplicaciones aeroespaciales y automotrices. La matriz metálica permite que el compuesto funcione a altas temperaturas, pero, a menudo, la producción de una pieza de este tipo de materiales compuestos es más costosa que la de una pieza de compuestos de matriz polimérica. En los materiales compuestos, también, pueden utilizarse como matriz materiales cerámicos frágiles.

Los compuestos de matriz cerámica tienen buenas propiedades a temperaturas elevadas (hasta algunos miles de grados centígrados) y son más livianos que los de matriz metálica a igual temperatura.



#### Let's define / Vamos definiendo

**El material de refuerzo:** es la fase discontinua (o dispersa) que se agrega a la matriz para conferir al compuesto alguna propiedad que la matriz no posee. En general, el refuerzo se utiliza para incrementar la resistencia y rigidez mecánicas, pero también se emplean refuerzos para mejorar el comportamiento a altas temperaturas o la resistencia a la abrasión.

El refuerzo puede ser en forma de partículas o de fibras. Como regla general, es más efectivo cuanto menor tamaño tienen las partículas y más homogéneamente distribuidas están en la matriz o cuando se incrementa la relación longitud/diámetro de la fibra. Si bien, como veremos más adelante, los materiales de refuerzo pueden presentarse en forma de partículas en un amplio grupo de materiales compuestos, los más numerosos y ampliamente utilizados son aquellos reforzados con fibras.

En la mayoría de los compuestos reforzados con fibras, éstas son resistentes, rígidas y de poco peso. Si el compuesto debe ser utilizado a temperaturas elevadas, también la fibra deberá tener una temperatura de fusión alta. Por lo que la resistencia específica y el módulo específico de la fibra son características importantes.

Las fibras más utilizadas son las de vidrio, carbono y aramida. Estos tres materiales poseen una resistencia a la tracción extremadamente alta. Sin embargo, esto no parece muy evidente cuando los pensamos como sólidos macizos.



#### Let's define / Vamos definiendo

**La interfase:** además de las características de las fibras y de la matriz, las propiedades de los materiales compuestos dependerán de cómo sea la interfase (la región de contacto) entre estos dos componentes. Si la interfase es débil, la transferencia de carga de la matriz a la fibra no será eficiente y/o bien será la matriz la que termine soportando las cargas (y fallando, puesto que no es muy resistente), o se producirán huecos entre la matriz y las fibras, lo cual llevará a la rotura de la pieza.

Lograr una buena adhesión entre la fibra y la matriz no es tarea fácil, ya que en general se trata de materiales de familias diferentes (polímero - vidrio, metal - cerámico) y la buena adhesión depende del contacto íntimo de los átomos en la superficie de uno y otro componente. Es por eso que existe toda un área de desarrollo de aditivos con los cuales recubrir a las fibras para que resulten más compatibles con la matriz, y aumenten la adhesión entre los componentes del material compuesto.

### 2.6.3 Clasificación de los materiales compuestos

Existe una clasificación de materiales compuestos en función de la naturaleza de la matriz:

**Compuestos de matriz polimérica:** son los más comunes. También se los conoce como polímeros (o plásticos) reforzados con fibras. La matriz es un polímero y una variedad de fibras, tales como las de vidrio, las de carbono o las aramídicas, se utilizan como refuerzo.

**Compuestos de matriz metálica:** se utilizan cada vez más en la industria automotriz. Estos materiales están formados por metales "livianos" como el aluminio como matriz y fibras de refuerzo como las de carburo de silicio.

**Compuestos de matriz cerámica:** se utilizan en aplicaciones de alta temperatura. Estos materiales están formados por una matriz cerámica y un refuerzo de fibras cortas, o whiskers de carburo de silicio o nitruro de boro.

### 2.6.4 Propiedades de los materiales compuestos

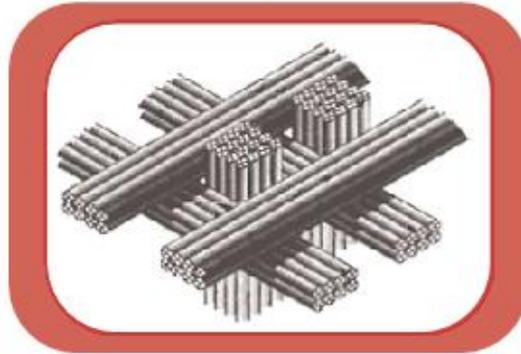
Dado que los materiales compuestos combinan resinas con fibras de refuerzo, las propiedades del material resultante combinarán de alguna manera las propiedades de cada uno de estos dos componentes. Las propiedades del material compuesto estarán determinadas por:

- ✓ Las propiedades de la fibra
- ✓ Las propiedades de la matriz
- ✓ La relación entre la cantidad de fibra y de resina en el material (la fracción en volumen de fibra)
- ✓ La geometría y orientación de las fibras en el compuesto

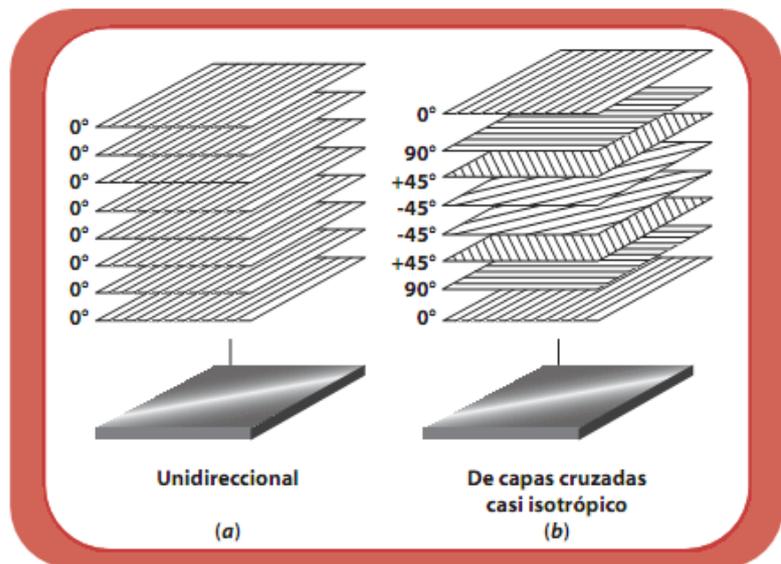
La mayoría de los materiales compuestos poseen una alta resistencia mecánica al mismo tiempo que una baja densidad, lo cual permite realizar estructuras y dispositivos resistentes y a la vez livianos. A la relación entre la resistencia mecánica y la densidad se la denomina resistencia específica.

En otras aplicaciones, los materiales compuestos son preferidos en lugar de los metales; no por permitir el diseño de estructuras más livianas, sino porque nos permiten obtener materiales con mejor resistencia a los medios corrosivos. Los metales son susceptibles a la corrosión en muchos medios agresivos, como los relacionados con la industria del petróleo. En cambio, los polímeros y los cerámicos son, en general, más resistentes, cuando son totalmente inertes en dichos medios. Entonces, si logramos un material compuesto (una resina con fibras de vidrio, por ejemplo) con la resistencia mecánica y tenacidad adecuadas para aplicaciones como tuberías para la industria petrolera, esta opción poseerá, además, la capacidad de resistir mejor las condiciones de servicio.

*Tejido tridimensional para compuestos reforzados con fibras*



*Uniones de cintas en distintas direcciones*



## 2.7 Plásticos y elastómeros

Los monómeros son las piezas fundamentales de las estructuras de los plásticos (por ejemplo, el etileno). Son moléculas sencillas compuestas de Carbono e Hidrógeno. La unión de muchos monómeros constituye un polímero. El almidón, la celulosa, la seda y el ADN son ejemplos de polímeros naturales y todos los tipos de plásticos, son polímeros sintéticos, como el nailon o el polietileno.

### Useful tip / Una ayudita

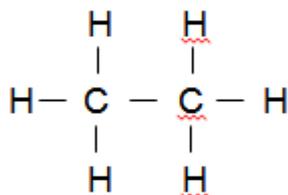
Podemos volver al módulo 4 en Ciencias Naturales para repasar qué son los átomos y cómo se unen para formar moléculas.



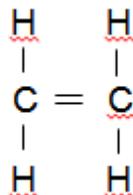
### Let's define / Vamos definiendo

Los **polímeros** se diferencian en varios aspectos de los metales. Por ser un material orgánico su estructura central es la cadena de átomos de carbono. El punto de partida de la formación de los polímeros es el monómero, que por polimerización se une con otro monómero y así sucesivamente para formar una larga cadena lineal.

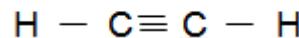
El monómero de partida puede tener entre los carbonos enlaces sencillos, dobles o triples:



Etano



Eteno (Etileno)



Acetileno

### 2.7.1 Plásticos

De todos los tipos de polímeros, los plásticos son los materiales más importantes utilizados en la industria. Éstos proceden de recursos naturales: petróleo, gas natural, carbón y sal común. Existen dos grandes tipos:

Los **termoplásticos**, que no sufren cambios en su estructura química durante el calentamiento. Se pueden calentar y volver a moldear cuantas veces se desee. Por ejemplo, el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), el poliestireno expandido (EPS), el policloruro de vinilo (PVC), el politereftalato de etilenglicol (PET), Nylons, Policarbonatos, etc.

Los **termoestables**, que sufren un cambio químico cuando se moldean y, una vez transformados por la acción del calor, no pueden ya modificar su forma. Por ejemplo, las resinas epoxídicas, las resinas fenólicas y amídicas, poliésteres, siliconas y los poliuretanos.

Los plásticos son versátiles, duraderos, resistentes, baratos y livianos. En su elaboración, se agrega una serie de productos tales como:

- ✓ Acelerantes
- ✓ Retardadores
- ✓ Antioxidantes
- ✓ Plastificantes
- ✓ Cargas inertes
- ✓ Colorantes y pigmentos
- ✓ Productos para efectos especiales

Las gomas (elastómeros) y los plásticos pueden ser mezclados entre sí para obtener nuevos productos de variadas aplicaciones.

Las propiedades que se determinan y rigen la selección del material más adecuado para una determinada aplicación son:

- ✓ Dureza
- ✓ Resistencia a la tracción
- ✓ Alargamiento
- ✓ Impacto
- ✓ Resistencia a la flexión, al calor, al frío, a los agentes atmosféricos
- ✓ Resistencia química, a la abrasión, a la compresión
- ✓ Propiedades eléctricas

Los métodos de ensayo para determinar las propiedades indicadas están normalizados según normas tales como A.S.T.M, DIN, IRAM, AFNOR, etc.

A continuación, se dan algunos ejemplos de plásticos más empleados en la industria:

 <p><b>Polietileno Tereftalato</b></p>	
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrera a los gases</li> <li>• Transparente</li> <li>• Irrompible</li> <li>• Liviano</li> <li>• Impermeable</li> <li>• No tóxico</li> <li>• Inerte (al contenido)</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <p>Existen dos tipos: grado textil y botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos.</p>

 <p><b>Polietileno de Alta Densidad</b></p>	
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistente a las bajas temperaturas</li> <li>• Irrompible</li> <li>• Liviano</li> <li>• Impermeable</li> <li>• Inerte (al contenido)</li> <li>• No tóxico</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <p>Es un termoplástico fabricado a partir del Etileno (elaborado a partir del Etano, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y se lo puede transformar de diferentes maneras: inyección, soplado, extrusión o rotomoldeo.</p>

 <p><b>Policloruro de Vinilo</b></p>	
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ignífugo</li> <li>• Resistente a la intemperie</li> <li>• Transparente</li> <li>• No tóxico</li> <li>• Inerte (al contenido)</li> <li>• Impermeable</li> <li>• Irrompible</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <p>Se produce a partir de dos materias primas naturales: 43% gas y 57% sal común. Se obtienen productos rígidos a totalmente flexibles. Se transforma por inyección, extrusión o soplado.</p>

 <p><b>Polietileno de Baja Densidad</b></p>	
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No tóxico</li> <li>• Flexible</li> <li>• Liviano</li> <li>• Transparente</li> <li>• Inerte (al contenido)</li> <li>• Impermeable</li> <li>• Económico</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <p>Se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD, es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: inyección, extrusión, soplado y rotomoldeo. Su transparencia, flexibilidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones.</p>

 <p><b>Polipropileno</b></p>	
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inerte (al contenido)</li> <li>• Resistente a la temperatura (hasta 135º)</li> <li>• Barrera a los aromas</li> <li>• Impermeable</li> <li>• Irrompible</li> <li>• Brilloso</li> <li>• Liviano</li> <li>• Transparente en películas</li> <li>• No tóxico</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <p>El PP es un plástico rígido, de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y el de más baja densidad. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.) se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería. El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado, extrusión y termoformado.</p>

 <p><b>Poliestireno</b></p>	
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brilloso</li> <li>• Ignífugo</li> <li>• Liviano</li> <li>• Irrompible</li> <li>• Impermeable</li> <li>• Inerte y no tóxico</li> <li>• Transparente</li> <li>• Fácil de limpiar</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <p>PS Cristal: es un polímero derivado del petróleo, cristalino y de alto brillo. PS Alto Impacto: es un de alta resistencia al impacto. Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de inyección, extrusión, termoformado y soplado.</p>

 <p><b>Otros Plásticos</b></p>	
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistentes a la corrosión</li> <li>• Flexibles</li> <li>• Livianos</li> <li>• No tóxicos</li> <li>• Altísima resistencia a la temperatura, propiedades mecánicas y productos químicos</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <p>En este rubro se incluyen una enorme variedad de plásticos tales como Policarbonato (PC), Poliamida (PA), ABS, SAN, EVA, Poliuretano (PU), Acrílico (PMMMA) entre otros. Se puede desarrollar un tipo de plástico para cada aplicación específica.</p>



**Keep in mind / Para recordar:**

El uso de plástico ahorra energía por varias razones:

- Se obtienen productos más livianos que facilitan su transporte.
- Su poder aislante ahorra energía de calefacción y refrigeración.
- Su durabilidad y versatilidad de aplicaciones reemplaza otros materiales, evitando así la deforestación, la contaminación y la matanza de animales.

Sin embargo, es necesario evaluar también la gestión de residuos de este material. Las empresas fabricantes dieron el primer paso para minimizarlos reduciendo la cantidad de plásticos. En los últimos años, esta disminución alcanzó un 50%.

Por otra parte, existen alternativas eficaces para dar una nueva vida a los plásticos:

<b>Reciclado mecánico</b>	<b>Recuperación de los componentes iniciales</b>	<b>Valoración energética</b>
<p>Consiste en limpiar y triturar los objetos de plástico desechados para elaborar gránulos de plástico reciclado que sirven para fabricar nuevos objetos.</p>	<p>Se somete el residuo plástico a diversos procesos químicos para descomponerlo en componentes más sencillos, que serán usados nuevamente como materia prima en plantas petroquímicas.</p>	<p>El plástico es un excelente combustible. Posee un poder calorífico similar al del gas natural o al del fuel oil. Este proceso es adecuado para plásticos degradados o sucios.</p>

## 2.7.2 Elastómeros

Esta propiedad se basa en la naturaleza polimérica del caucho, en su estructura amorfa, en la alta flexibilidad de sus cadenas, en las débiles interacciones entre ellas y en los entrecruzamientos creados en el proceso de vulcanización.

Mediante este proceso, el caucho crudo, que es un material relativamente plástico, se transforma en un material altamente elástico, debido a la creación de uniones cada cien o doscientos átomos de carbono entre las cadenas poliméricas.

Los cauchos se dividen en dos grandes grupos. Por un lado, están los cauchos de uso general, como el **caucho o goma natural** (NR) y aquellos **cauchos o gomas sintéticas** con aplicaciones similares, como el poliisopreno sintético (IR), el caucho de poli (estireno-butadieno) (SBR) y el caucho de butadieno (BR). Por otro lado, están los cauchos sintéticos para usos especiales, que poseen alguna propiedad específica que los hacen adecuados para una aplicación en concreto. En este último grupo se encuentran los cauchos de etileno-propileno (EPM y EPDM), utilizados habitualmente en juntas, cercos de ventanas, etc. debido a su resistencia a la intemperie y al envejecimiento, los cauchos resistentes a disolventes, como el caucho nitrílico (NBR) o caucho de policloropreno (CR), los cauchos resistentes a la temperatura (siliconas y cauchos fluorados) o los resistentes a agentes químicos.

A continuación, se indican algunos tipos de elastómeros utilizados en la industria Metalmecánica:

- Estireno – Butadieno
- Polibutadieno
- Butílica
- Copolímero de propileno y etileno
- Policloropreno (Neopreno)
- Nitrilo (Hycar)
- Di – isocianato (Poliuretano o Vulcollan)
- Polisulfuro (Thiocol)
- Acrílicas
- Polietileno clorosulfonado (Hypalon)
- Siliconas
- Poli – isopropileno

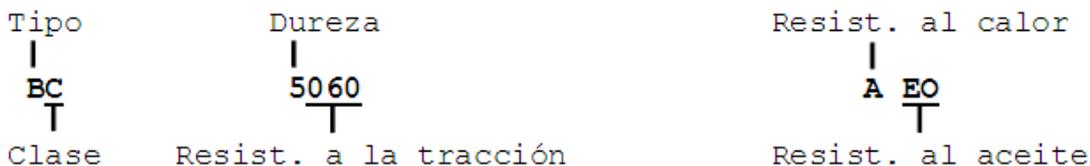
### Selección y elección de elastómeros

Para una selección y elección adecuada de caucho natural o sintético para un uso determinado, se han confeccionado normas que establecen una clasificación de los materiales citados. Por ejemplo, el IRAM confeccionó la norma 113001 y estableció 9 tipos de materiales con sus correspondientes temperaturas de ensayo. Asimismo, se establecen 10 clases basadas en la resistencia del material y el cambio de volumen.

La selección basada en el tipo y clase trae como consecuencia una serie de elastómeros que cumplen con las exigencias indicadas.

Después de la designación del material según el tipo y clase se continúa con el grado numérico formado por cuatro dígitos y a continuación se indican los sufijos laterales que representan requisitos adicionales.

**Material BC 5060 AEO**



Esto indica que es un material tipo B (resistente al calor a 100 °C durante 70 horas), de clase C (cambio de volumen máximo, 120 %), de dureza Shore 50 +/- 5, de 60 Kg/cm² de resistencia a la tracción, con requisitos adicionales fijados por el sufijo lateral A (resistencia al calor) EO (resistencia al aceite).

 **Let's work / A trabajar**

**Activity 9 / Actividad 9**

Elijamos alguna bicicleta o triciclo que tengamos a mano para observar y anotemos. ¿De qué materiales está hecha cada una de sus partes? Tengamos en cuenta todos los accesorios que lleva. No olvidemos anotar las siguientes observaciones sobre sus materiales:

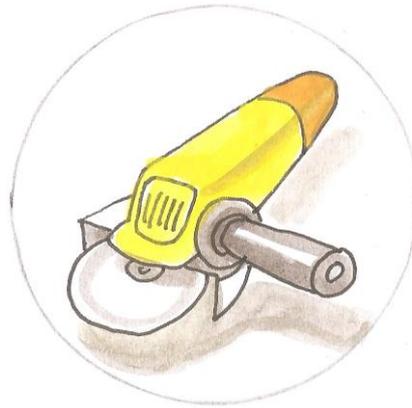
- a. ¿Hay materiales compuestos? ¿Cómo sabemos si lo son? ¿Llevan alguna marca que nos indique sus características?
- b. ¿Hay polímeros? ¿De qué tipo?

**Activity 10 / Actividad 10**

Escribamos unas líneas donde tomemos nota de los temas vistos en este capítulo que más vínculo tienen con nuestra realidad laboral de todos los días. Para ordenarlo, completamos el siguiente cuadro:

Cosas que ya sabía	Cosas nuevas que aprendí y que puedo vincular con mi trabajo	Dudas o ganas de seguir investigando algún tema.

# Metalmecánica



## Capítulo 3 Herramientas de mano

## Índice

3.1. El Martillo .....	95
3.2. La lima: tipos, materiales, formas y acabado .....	96
3.3. Arco de sierra – Hoja de sierra – Tipos y materiales .....	98
3.4. El granete o punta de marcar .....	100
3.5. Morsa de banco .....	101

A continuación, detallaremos las principales herramientas de mano que utilizamos en la industria metalmecánica. Es probable que muchas nos resulten más que familiares. Sin embargo, es bueno que analicemos nuestra manera habitual de usarlos a la luz de esta información técnica.

### 3.1. El Martillo



#### Let's define / Vamos definiendo

El **martillo** es una herramienta de percusión, constituido por un bloque de acero al carbono sujeto a un mango de madera. Las partes con las cuales se dan golpes son templadas.

El martillo es utilizado en la mayoría de las actividades industriales, tales como: mecánica general, construcción civil y otras para ejercer un impacto en la pieza y que de esta manera se produzca una modificación.

Los martillos se caracterizan por su forma y peso.

#### ➤ Por su forma:

Estos son los tipos más usados:



Figura 1 – tipos de martillos más usados

#### ➤ Por su peso:

El peso varía de 200 a 1000 gramos.

**Condiciones de uso:** El martillo para ser usado debe tener el mango en perfectas condiciones y bien calzado a través de la cuña.

**Conservación:** Evitemos dar golpes con el mango del martillo o usarlo como palanca, para no dañarlo.

### 3.2. La lima: tipos, materiales, formas y encabado



#### Let's define / Vamos definiendo

La **lima** es una herramienta de acero al carbono, manual, dentada y templada.

Se usa en la operación de limar. Esta operación consiste en gastar la pieza para sacar sobrantes cuando es necesario realizar trabajos de precisión.

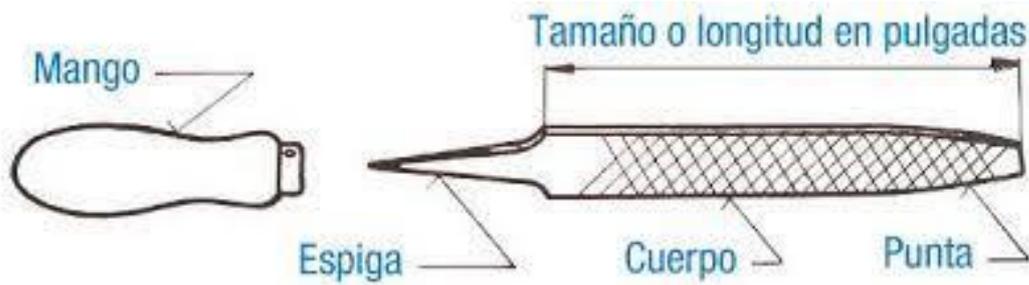


Figura 2 – La Lima

#### Clasificación

Las limas se clasifican por su forma, picado y tamaño.

La figura 3 indica las formas más usuales de las limas.

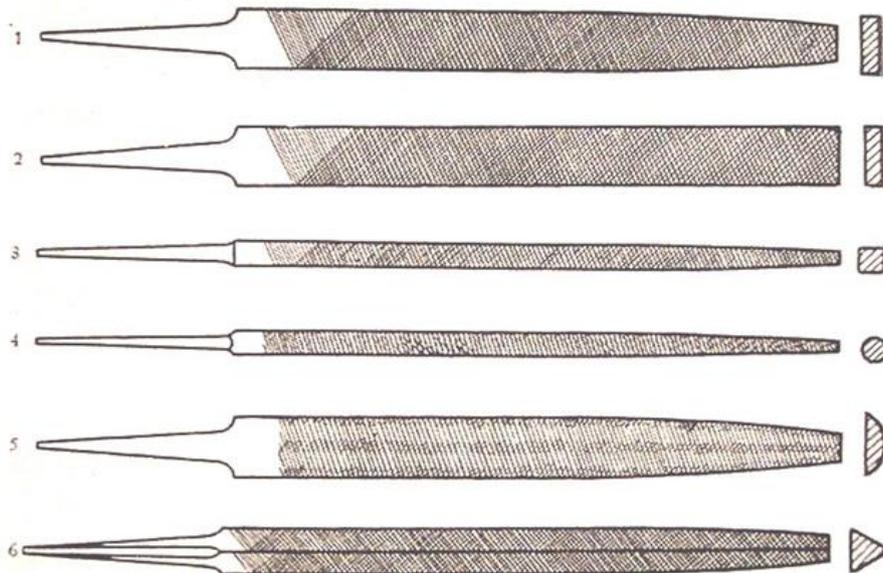


Figura 3: Formas más usuales de limas

Las limas pueden ser de picado simple o doble. Además, se clasifican en bastardas, semifinas y finas (fig. 4 a 7).



Figura 4: Lima fina picado simple



Figura 5: Lima semi fina picado simple



Figura 6: Lima Bastarda picado simple



Figura 7: Lima fina picado doble

### Condiciones de uso

Las limas, para ser usadas con seguridad y buen rendimiento, deben estar bien enmangadas, limpias y con el picado en buen estado de corte.

### Limpieza

Para la limpieza de las limas se usa una carda de alambre de acero y, en ciertos casos, una varilla de metal blando (cobre, latón) de punta plana.

### Conservación

Para la buena conservación de las limas se debe:

- ✓ Evitar golpes;
- ✓ Protegerlas contra la humedad a fin de evitar oxidación;
- ✓ Evitar el contacto entre sí, para que el dentado no se dañe;
- ✓ Protegerlas de sustancias grasas.

### 3.3. Arco de sierra – Hoja de sierra – Tipos y materiales



#### Let's define / Vamos definiendo

El **arco de sierra** es una herramienta manual compuesta por un arco de acero, en el cual se monta una sierra (hoja de acero rápido o al carbono, dentada y templada).

La finalidad de esta herramienta es producir cortes por desgaste de la pieza a través de la fricción. La hoja tiene agujeros en sus extremos, para ser fijada en el arco por medio de pasadores situados en los soportes. El arco tiene un soporte fijo y otro móvil, con un extremo cilíndrico y roscado que sirve para tensar la hoja, a través de una tuerca mariposa (Fig. 8).

La sierra manual es usada para cortar materiales y para hacer o iniciar ranuras.



- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Arco de sierra              | 3. Hoja de sierra                   |
| 2. Tensor de la hoja de sierra | 4. Fijación de la hoja de la sierra |

Figura 8: Sierra de arco

#### Características y constitución:

El arco de sierra se caracteriza por ser regulable o ajustable de acuerdo al largo de la hoja. Está provisto de un tornillo, con tuerca de mariposa, que permite dar tensión a la hoja de sierra. Para su accionamiento, el arco posee un mango o empuñadura construido de madera, plástico o fibra.

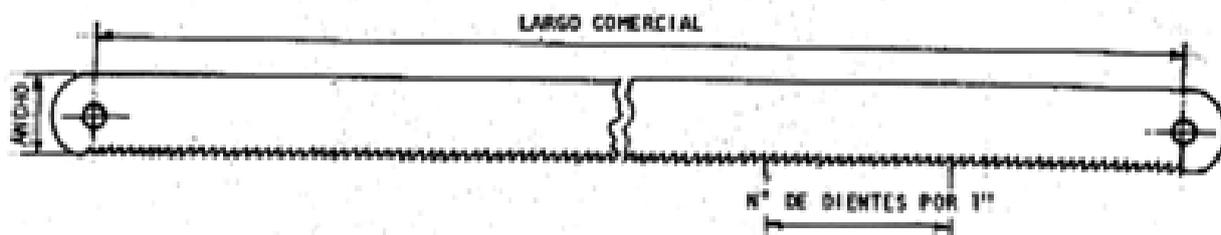


Figura 9: Hoja de sierra

La hoja se caracteriza por la longitud (generalmente 8", 10" o 12" de centro a centro de los agujeros), por el ancho (que comúnmente es de 1/2"), y por el número de dientes (que habitualmente es de 18, 24 o 32). (Fig. 9).

Las sierras poseen trabas, que son desplazamientos laterales de los dientes, en forma alternada como lo ilustra la figura 10.

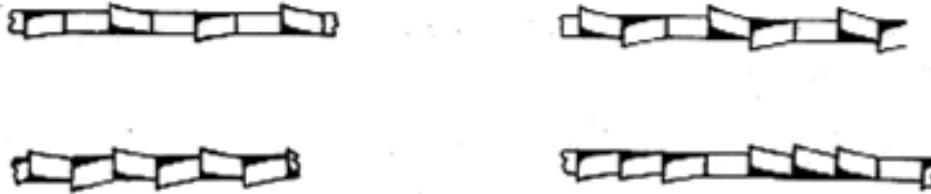


Figura 10: Dientes

**La hoja se elige de acuerdo con:**

1. El espesor del material, que no debe ser menor que dos pasos de dientes (Fig. 11).
2. El tipo de material, recomendándose las de paso (p) pequeño para materiales duros.

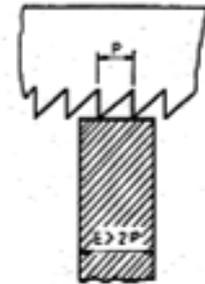


Figura 11:  
pasos de dientes

**Condiciones de uso:**

La tensión de la hoja debe ser dada sólo con las manos, sin emplear llaves de ajuste.

Al terminar el trabajo se debe aflojar la tensión.

### 3.4. El granete o punta de marcar



#### Let's define / Vamos definiendo

Es una herramienta de acero al carbono, con una punta cónica templada y cuerpo, generalmente octogonal (Fig. 12) o cilíndrico (Fig. 13).

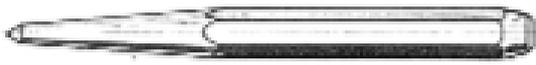


Fig. 12: Granete octogonal



Fig. 13: Granete cilíndrico

El objetivo fundamental de esta pieza es realizar marcaciones en las piezas metálicas para producir cortes o uniones lo más exactas posibles. Esta herramienta por lo general se utiliza con otra; por ejemplo, el martillo para generar un punto o una regla metálica (milimetrada o no), para realizar marcas continuas que permitan doblar la pieza con un cierto grado de precisión.

#### Se clasifican por el ángulo de la punta.

Los hay de 30°, 60°, 90° y 120°.

Los de 30° son utilizados para marcar el centro donde se apoya el compás de trazar; los de 60° para puntear trazos de referencia (Fig. 26).

Los de 90° y 120° (Fig. 27) son utilizados para marcar el centro que sirva de guía a las brocas en la ejecución del taladrado.

La longitud varía de 100 a 125 mm.



Fig. 14: Granete de 60°

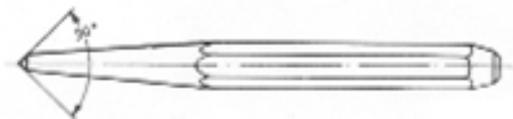


Fig. 15: Granete de 90° a 120°

#### Condiciones de uso:

Deben usarse con la punta bien afilada para asegurar las marcas a realizar. Se deben mantener bien afilados y no dejarlo caer.

### 3.5. Morsa de banco



#### Let's define / Vamos definiendo

Es un **dispositivo de fijación** (es decir que sirve para sujetar las piezas al momento de realizarles las modificaciones necesarias), formado por dos mandíbulas, una fija y otra móvil, que se desliza por medio de un tornillo y tuerca.

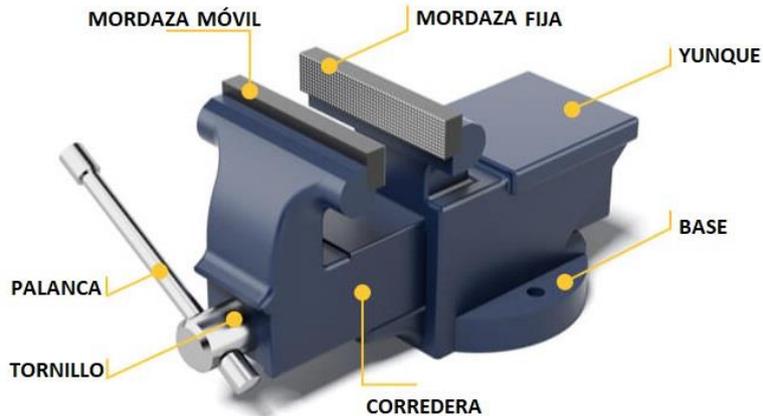


Fig. 16: morsa de banco

Las mandíbulas están provistas de mordazas estriadas para asegurar una mayor fijación de las piezas. En ciertos casos, estas mordazas deben cubrirse con mordazas de protección, de material blando para evitar que marquen las caras acabadas de las piezas.

Las morsas pueden construirse de acero o hierro fundido, en diversos tipos y tamaños.

Las hay de base fija (fig. 20) y de base giratoria (fig. 21)



Fig. 17: morsas de base fija



Fig. 18: morsa de base giratoria

Los tamaños encontrados en el comercio vienen dados por un número y su equivalencia en mm que corresponde al ancho de las mandíbulas (fig. 19).

**Condiciones de uso:**

La morsa debe estar bien fija en el banco y en la altura conveniente

**Conservación**

Se debe mantener bien lubricada para el mejor movimiento de la mandíbula y del tornillo y, siempre limpia al final del trabajo.

**Mordazas de protección**

Se hacen de material más blando que el de la pieza por fijar. Este material puede ser plomo, aluminio, cobre o madera (fig. 20).

Nº	Ancho de las mandíbulas (mm)
1	80
2	90
3	105
4	115
5	130

Fig. 19: tabla de tamaños

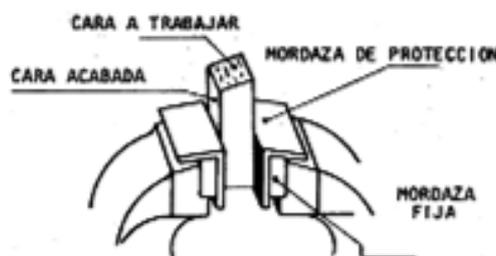


Fig. 20: mordaza de protección

**Let's work / A trabajar**

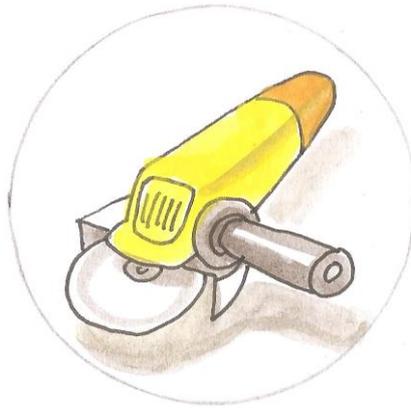
**Activity 11 / Actividad 11**

a. Después de haber leído detenidamente este capítulo, completemos el siguiente cuadro con los datos claves que caracterizan a estas herramientas:

Herramienta	Descripción	Condiciones de uso	Conservación
Martillo			
Lima			
Arco y hoja de sierra			
Granete			
Morsa de banco			

b. Enumeremos cada una de las partes de las cuales se componen estas herramientas y expliquemos qué función nos parece que cumplen cada una de ellas.

# Metalmecánica



## Capítulo 4 Máquinas herramientas

## Índice

4.1. Dobladora/plegadora de chapa .....	107
4.2. Perforadoras - tipos y usos más frecuentes. Precauciones .....	108
Mandriles .....	109
Conos .....	110
Brocas .....	111
4.3. Amoladora de banco .....	113
Amoladora de pedestal .....	113
Amoladora de banco .....	114
Piedras Esméviles .....	114
4.4. Torno .....	117
El torneado CNC (Control Numérico Computarizado) .....	119
4.5. Fresadora .....	121
4.6. Limadoras: acepilladoras y mortajadoras .....	123
4.7. Esmeriladoras y rectificadoras .....	124

Teóricamente, es fácil imaginar tantas máquinas especiales como profesiones industriales existen, y dentro de cada profesión, tantas máquinas como operaciones haya que realizar para la elaboración de un producto. Esto significaría que el número de máquinas concebibles presenta una diversidad casi infinita. Pese a ello, en la práctica no se llega a tal extremo, pues una máquina sólo se construye en la medida en que su empleo es una necesidad o utilidad económica indiscutida. Así, por ejemplo, la construcción de una máquina robotizada para la fabricación de un determinado objeto será tanto más costosa cuanto más compleja sea la forma de la pieza, o mejor dicho, cuanto mayor sea el número de operaciones simples que exija su elaboración.

La producción de máquinas para equipamiento industrial es cada vez mayor a medida que un país complejiza su industrialización. La introducción de nuevas máquinas implica también una nueva distribución de nuestras tareas como operarios y capacitación permanente para poder acceder a puestos de trabajo de mayor complejidad que son requeridos para operar este nuevo equipamiento.

Desde hace tiempo se busca reemplazar en todo lo posible la labor del hombre y los instrumentos manuales por procedimientos mecanizados a cargo de las denominadas **máquinas-herramientas**. Éstas han facilitado el desarrollo actual de la industria de las construcciones mecánicas, así como la fabricación de máquinas para todas las demás ramas industriales. En los últimos años, las máquinas-herramientas han evolucionado de forma extraordinaria desde las accionadas manualmente hasta las totalmente automatizadas o comandadas por control numérico.



La máquina ejecuta su trabajo transformando la materia. Podemos diferenciar, por lo tanto, la herramienta, por un lado, y la pieza, por otro. Hay una serie de dispositivos que cumplen una misión determinada en lo que respecta al funcionamiento de la máquina:

- Dispositivo de fijación de la herramienta.
- Dispositivo de fijación de la pieza.
- Dispositivo que asegura la trayectoria de la herramienta según un recorrido determinado a una velocidad adecuada (Conocida como velocidad de corte más favorable).
- Dispositivo que asegura el desplazamiento de la pieza según un movimiento y una velocidad de terminados (avance de corte).
- Dispositivos que permitan llevar la herramienta o la pieza, o ambas a la vez, a la posición de trabajo.

- Cadena cinemática de los mecanismos que comandan los desplazamientos de la pieza o de la máquina, o de ambas.
- Accesorios que permitan fijar mejor la pieza o realizar determinados cambios en la marcha u operaciones suplementarias.



### Glossary / Glosario

**Cadena cinemática:** se denomina así a la sucesión de elementos de una máquina que permiten realizar o transmitir el movimiento desde el motor al lugar o punto de utilización.



## Let's work / A trabajar

### Activity 12 / Actividad 12

A partir de lo expuesto anteriormente, escribamos un concepto de **Máquina – Herramienta** y expliquemos por qué las herramientas descritas en el capítulo anterior no forman parte de este concepto.



## 4.1. Dobladora/plegadora de chapa



### Let's define / Vamos definiendo

Están constituidas por órganos articulados, con los que se obtienen dobleces hasta determinado ángulo, en forma precisa y rápida. El plegado se ejecuta en frío con chapas ferrosas y no ferrosas.

Se usan para doblar, curvar, engrampar y arrollar chapas ferrosas y no ferrosas desde 1 mm a 12,7 mm de espesor, según el tipo o importancia de las máquinas.

Tienen una base robusta, un cabezal móvil, una mandíbula inferior y otra superior. Pueden ser manuales o eléctricas.

Se construyen de acero fundido, a excepción de las cuchillas, engranajes y ejes que son de acero.

La dobladora manual tiene generalmente un largo útil de hasta 1.600 mm., altura 1.100 mm. y su peso es de aproximadamente 800 kg. (Fig 1).



Fig. 1: Dobladora manual

Básicamente sirve para realizar dobleces en chapas de una longitud considerable las cuales deben tener una regularidad casi perfecta. Esta Máquina – Herramienta se utiliza para realizar los plegados y doblar las chapas para construir aberturas de chapa.

### Funcionamiento:

Según el sentido de giro del volante de cierre, se levanta o se baja la mandíbula superior.

La selección de los ángulos requeridos se hace a través del tope graduable.

Al levantar el soporte de giro de la cortina delantal, se obtiene el doblez deseado.

Girando nuevamente el volante de cierre, se levanta la mandíbula superior y se puede retirar la chapa doblada.



Figura 2 – Dobladora de chapa

## 4.2. Perforadoras - tipos y usos más frecuentes. Precauciones



### Let's define / Vamos definiendo

La perforadora es una máquina-herramienta destinada a realizar operaciones de agujereado a través de una herramienta de rotación.

El movimiento de la herramienta, montada en el eje principal, es recibido directamente de un motor eléctrico o por medio de un mecanismo de velocidad, sea éste un sistema de poleas escalonadas o un juego de engranajes. El avance de la herramienta puede ser manual o automático. Las taladradoras sirven para agujerear, avellanar, escoriar y roscar con machos.

### Tipos

Existen varios tipos de taladradoras. Las fig. 4,5,6 y 7 muestran los tipos más comunes.



Figura 4 – Taladradora eléctrica portátil



Modelo B 16-22 con Mesa Giratoria y Morsa

Figura 3 – Perforadora



Figura 5 – Taladradora de columna (banco)



Figura 6 – Taladradora de columna (piso)



Figura 7 – Taladradora radial

## Características

- ✓ Tipo de máquina.
- ✓ Potencia del motor.
- ✓ Gama de velocidades.
- ✓ Diámetro máximo de la broca.
- ✓ Desplazamiento máximo del husillo.
- ✓ Distancia máxima entre la columna y el eje porta-herramientas.

## Accesorios

Los accesorios son:

- ✓ Mandril porta-brocas, con su llave.
- ✓ Juego de conos de reducción.
- ✓ Morsas.
- ✓ Sistema de refrigeración adaptado.
- ✓ Cuña para sacar el mandril porta-broca y los conos de reducción.



### Glossary / Glosario

Se entiende por **accesorios** los elementos auxiliares que debe tener la máquina para efectuar las operaciones

Siempre que necesitemos realizar perforaciones en piezas metálicas de una dureza considerable o de mucho espesor se utilizan estas Máquinas – Herramientas. Es bueno tener en cuenta que al estar fija tanto la pieza como el brazo que sostiene la broca, la perforación que se realiza es perfecta tanto sea en su diámetro como en el lugar donde se desea realizar la perforación.

## Mandriles



### Let's define / Vamos definiendo

El **mandril** o **portabrocas** es un elemento de acero al carbono utilizado para la fijación de brocas o mechas, escariadores, fresas de espiga y machos. Está formado por dos cuerpos que giran uno sobre otro.



Al girar el cuerpo exterior, lo hace también el anillo roscado que abre o cierra tres pinzas o mordazas que sujetan la herramienta (fig. 8).

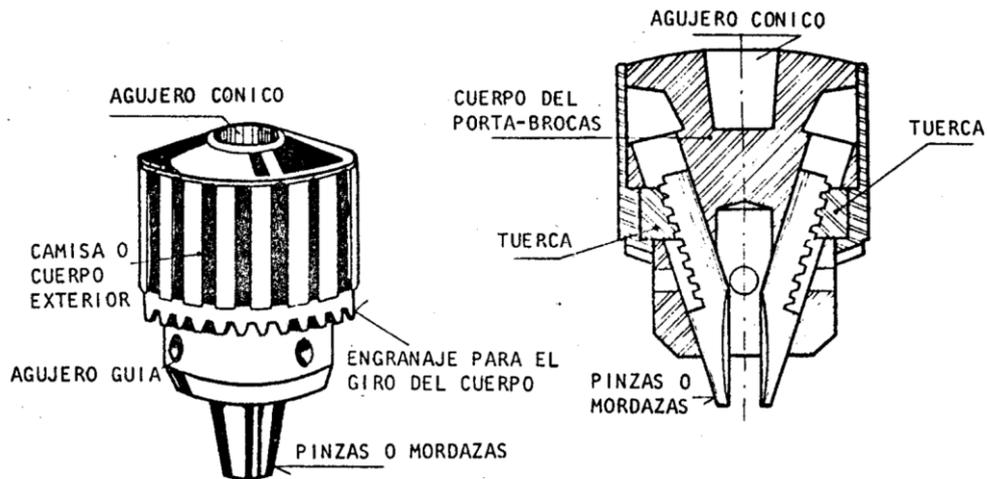


Figura 8 – Mandril (corte)

El movimiento giratorio, del cuerpo exterior, se logra por medio de una llave de engranaje que acompaña al porta-brocas (fig. 9).



Figura 9 – Llave de engranaje

## Conos



### Let's define / Vamos definiendo

Los **conos** son elementos que sirven para fijar el porta-brocas o directamente la broca al husillo de la máquina (fig.10)

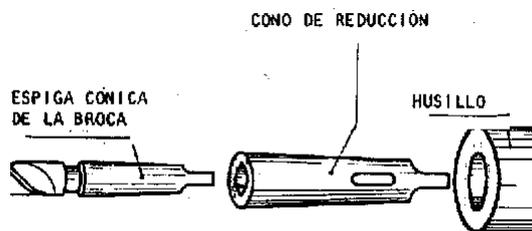


Figura 10 – Conos

Sus dimensiones están normalizadas, dentro de los distintos sistemas de medidas, tanto para los conos-macho, como para los conos- hembra.

Cuando el cono hembra es más grande que el macho, se utilizan los conos de reducción o boquillas.

## Brocas



### Let's define / Vamos definiendo

Las **brocas** son herramientas de corte de forma cilíndrica con ranuras rectas o helicoidales, templadas; terminan en punta cónica y afiladas con un ángulo determinado.

Son utilizadas para hacer agujeros cilíndricos en los diversos materiales.

Los tipos más usados son las brocas helicoidales (fig. 11).



Figura 11 - Los tipos más usados son las brocas helicoidales

### Características

Las brocas se caracterizan por la medida del diámetro, forma de la espiga y material de fabricación.

### Material constitutivo de las brocas:

Son fabricadas, en general, de acero rápido y acero al carbono. Las brocas de acero rápido se utilizan en trabajos que requieren altas velocidades de corte.

Estas brocas ofrecen mayor resistencia al desgaste y al calor, siendo por tanto más económicas que las brocas de acero al carbono cuyo empleo tiende a disminuir en la industria.

### **Tipos y nomenclatura:**

La figura 11 muestra dos de los tipos más usados que sólo difieren en la construcción de la espiga. Las brocas de espiga cilíndrica se utilizan sujetas en un porta-brocas y se fabrican, normalmente, hasta un diámetro máximo de la espiga de  $\frac{1}{2}$ ".



*Figura 12 – Brocas helicoidales*

Las brocas de diámetros mayores de  $\frac{1}{2}$ " utilizan espiga cónica para ser montadas directamente en el husillo de las máquinas; esto permite asegurar con firmeza a estas brocas que deben soportar grandes esfuerzos en el corte.

El ángulo de la punta de la broca varía de acuerdo con el material a taladrar.

### **Condiciones de uso**

Las brocas, para ser utilizadas con buen rendimiento, deben estar bien afiladas, con la espiga en buenas condiciones y bien aseguradas.

### **Conservación**

Es necesario evitar caídas, golpes, y luego de usarlas se deben limpiar y guardar en un lugar apropiado para proteger su filo.

El ejemplo más común de broca es la que utilizamos cuando realizamos una perforación en la pared con un taladro para colocar un Taco Fisher. Otro ejemplo mucho más complejo es lo que se utiliza en las fábricas de automóviles para realizar las perforaciones de los motores para colocar los cilindros o las tuercas que presan las partes de la Tapa de Cilindros.

## 4.3. Amoladora de banco



### Let's define / Vamos definiendo

Son máquinas en las que el operador esmerila, principalmente, en el afilado de herramientas.

**Amoladora = Esmeriladora**

Está constituida generalmente por un motor eléctrico, en los extremos de cuyo eje se fijan dos muelas de abrasivo: una, conformada de granos gruesos, sirve para desbastar los materiales, y la otra, de granos finos, para acabado del filo de las herramientas.

### Amoladora de pedestal

Es usada en desbastes comunes, en el afilado de herramientas y de máquinas herramientas es general. La potencia del motor eléctrico más usual es de 1 CV con 1459 - 1750 rpm.

Existen amoladoras de pedestal con potencia de motor de 4CV. Son utilizadas, principalmente, para desbastes gruesos y rebabar piezas de fundición.



### Partes de la amoladora de pedestal

1. Pedestal: estructura de hierro fundido gris, que sirve de apoyo y permite la fijación del motor eléctrico.
2. Motor eléctrico: que hace girar la muela abrasiva.
3. Protector de la muela: recoge las partículas que se desprenden del esmeril, o cuando se rompe, evita que los pedazos causen accidentes.
4. Apoyo del material: puede ser fijado en un ángulo apropiado; lo importante es mantener, a medida que el diámetro de la piedra disminuye, un juego de 1 a 2 mm. para evitar la introducción de piezas pequeñas entre la piedra y el apoyo.
5. Protector visual: es lo más práctico para trabajos generales.



### Did you know...? / ¿Sabías que...?

Para enfriar las herramientas de acero templado se usa un **recipiente de enfriamiento**, evitando que el calor producido por el rozamiento de la herramienta con la muela disminuya la resistencia del filo de corte, en caso de destemplantarlas.

### Amoladora de banco

Está fijada al banco y su motor eléctrico tiene una potencia de  $\frac{1}{4}$  hasta  $\frac{1}{2}$  CV con 1450 a 2800 rpm. Es utilizada para dar el acabado y reafilar las herramientas.

Las esmeriladoras o amoladoras y demás máquinas que operan con abrasivos, son las que causan el mayor número de accidentes. Para evitarlos es conveniente observar que:

- Al montar la muela en el eje del motor, las rotaciones indicadas en la piedra deben coincidir o ser mayor que las del motor.
- Al fijar la muela, el agujero debe ser justo y perpendicular a la cara plana.
- La superficie curva de la piedra debe quedar concéntrica al eje del motor, en caso contrario, al poner en marcha el motor, se producirán vibraciones u ondulaciones en el material.



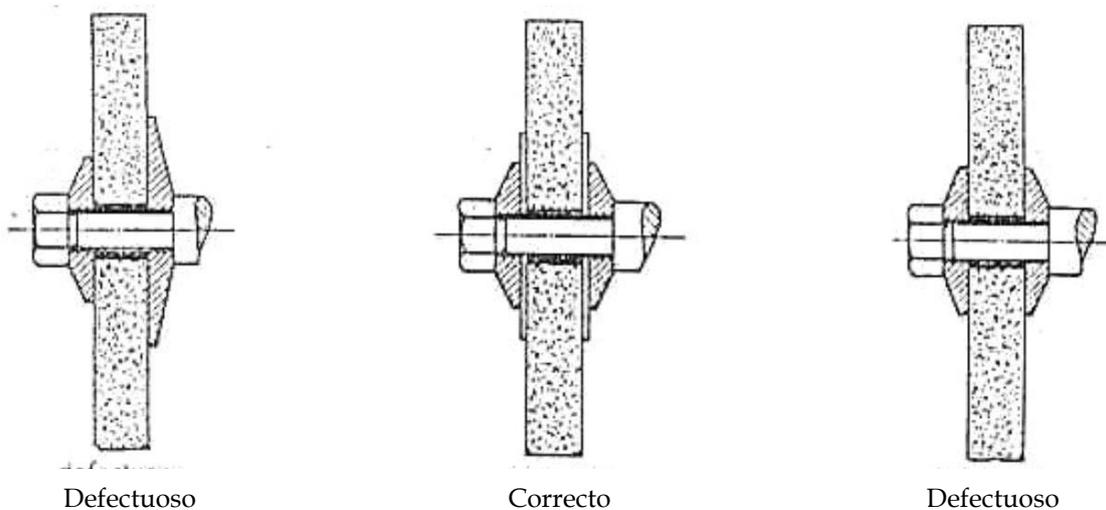
### Piedras Esmérides

Las piedras esmeriles, o muelas de esmeril, deben rectificarse si por la clase de trabajo quedan deformadas y su marcha no es circular. Las dos bridas de sujeción para la muela deben ser algo huecas y tener el mismo diámetro, el cual, por lo menos, ha de ser  $\frac{1}{3}$  del diámetro de la muela.

El atornillado de las tuercas de las bridas debe efectuarse no demasiado fuerte. Este atornillado se hará con la correspondiente herramienta (llave).

En la operación de afilado a mano libre, se debe procurar un apoyo ajustable, a fin de que la pieza de labor no pueda quedar sujeta entre la muela y el apoyo.

Entre la brida y la muela deben intercalarse inserciones de papel secante, goma o cosa similar.



Montaje de muelas de esmeril

## Rectificación de muelas abrasivas

Para rectificar las muelas, se utilizan rectificadores especiales de varios tipos:

- Rectificadores con cortadores de acero templado, en forma de canales angulares (estrellados u ondulados,).
- Rectificador de vástago abrasivo.
- Rectificador de abrasivos, con punta de diamante. Es muy utilizado para rectificar muelas en las rectificadoras. También se utiliza en abrasivos de grano fino de las esmeriladoras de banco.

## Grados de dureza

De acuerdo con la fórmula americana, que es la más utilizada, los grados de dureza de las piedras esmeriles, están normalizados según el siguiente detalle:

Composición cerámica

E.F.G.H.	blando	Q.R.S.T.	semi-duro
J.K.L.	semi blando	U.V.W.X.	duro
M.N.O.P.	medio	Y.Z.	extra-duro

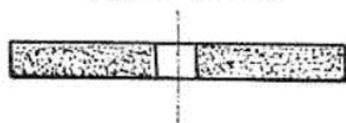
Composición vegetal

<u>10 - 12</u>	<u>14 - 16</u>	<u>20 - 24 - 30</u>	<u>36 - 46</u>
muy basto	basto	semi-basto	medio
<u>50 - 60 - 70</u>	<u>80 - 90 - 100</u>	<u>120 - 150 - 180 - 200 - 250</u>	
semi-fino	fino	muy fino	

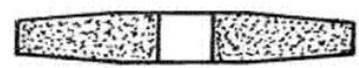
Piedras esmeriles – tipos

*MUELAS RECTAS*

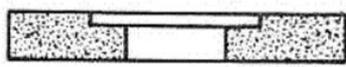
RECTA PLANA



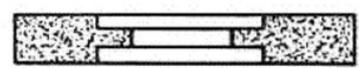
CONICA EN AMBOS LADOS



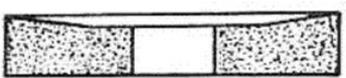
CON REBAJE EN UN LADO



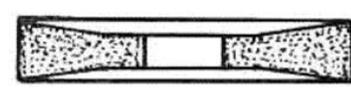
CON REBAJE EN DOS LADOS



CONICA EN UN LADO

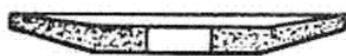


DOBLE PERFILADA

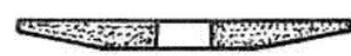


*MUELAS DE PLATO*

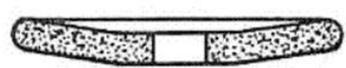
PLATO



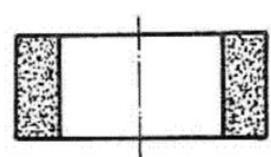
PLATILLO RECTO



TRONCO CONICO

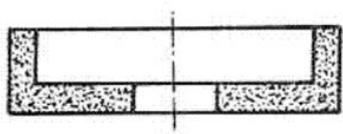


*MUELA DE ANILLO CILINDRICO*

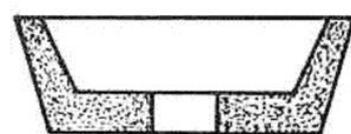


*MUELAS DE COPA*

COPA RECTA



COPA CONICA



## 4.4. Torno



### Let's define / Vamos definiendo

El **torno** es una Máquina Herramienta que sirve para la obtención de piezas con caras redondeadas o cónicas a partir del desgaste de esta pieza, mientras la hace dar vueltas un plato, y la herramienta seleccionada le saca las partes sobrantes o en mal estado.

El torno es una de las máquinas herramientas más útiles, por cuanto sirve para ejecutar infinidad de trabajos con herramientas que se preparan en tiempo muy breve y que además son de forma muy simple. Por otro lado, se adapta perfectamente a las partes y dimensiones, tendientes siempre a obtener piezas más perfectas en el mínimo de tiempo.



*Torno convencional*



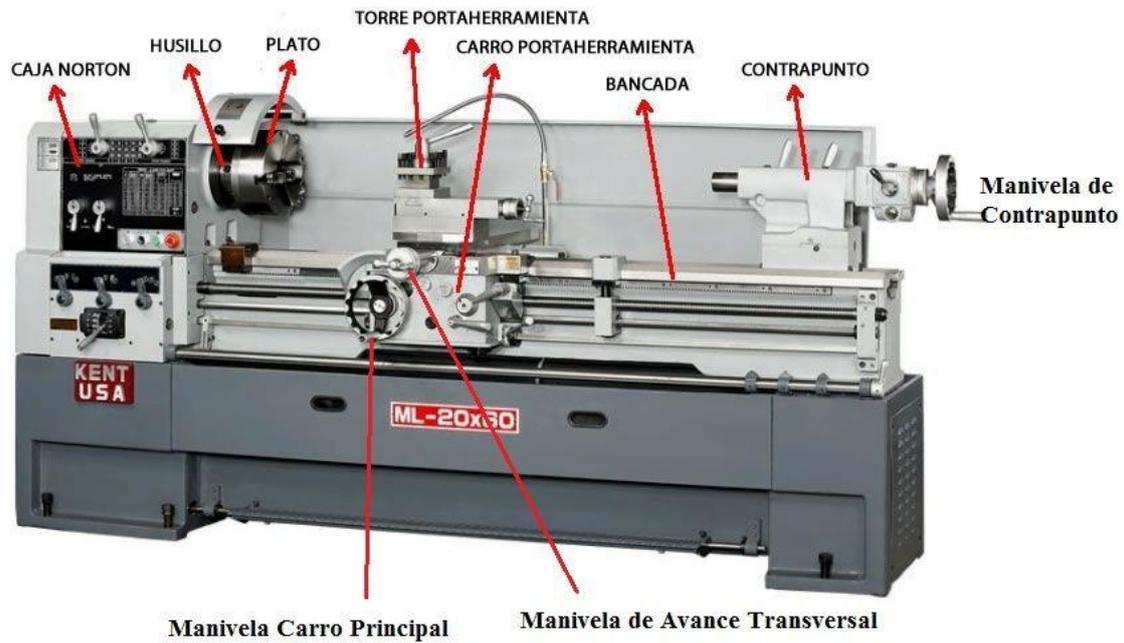
*Torno CNC*

El torneado es una operación de corte realizada por una herramienta que se desplaza frente a una pieza animada de un movimiento de rotación. Es un proceso de fabricación por arranque de viruta con dos movimientos fundamentales que son:

- a. El movimiento rotativo de la pieza.
- b. El movimiento de avance, que son rectilíneos y son realizados por la herramienta.

De esto resulta que cualquier pieza torneada es un sólido de revolución que puede adoptar un determinado perfil, siempre que la herramienta tenga una trayectoria paralela al perfil que se desea.

Partes del torno paralelo:

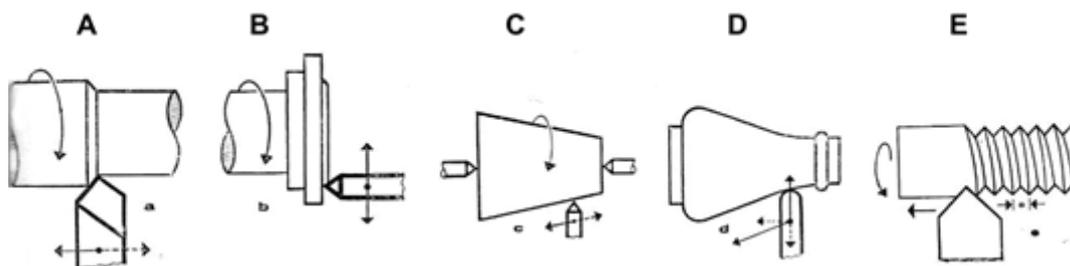


El torneado puede ser:

- Cilíndrico: Si la herramienta se desplaza paralelamente al eje del torno.
- Frenteado: Cuando se tornean superficies planas perpendiculares al eje de rotación.

Combinando los tres movimientos fundamentales (paralelo, oblicuo y perpendicular o transversal) se obtienen los siguientes movimientos derivados:

- Cónico: Cuando se desplaza oblicuamente.
- Torneado de perfiles curvilíneos.
- Torneado helicoidal (roscado) o Torneado en espiral (rosca plana)

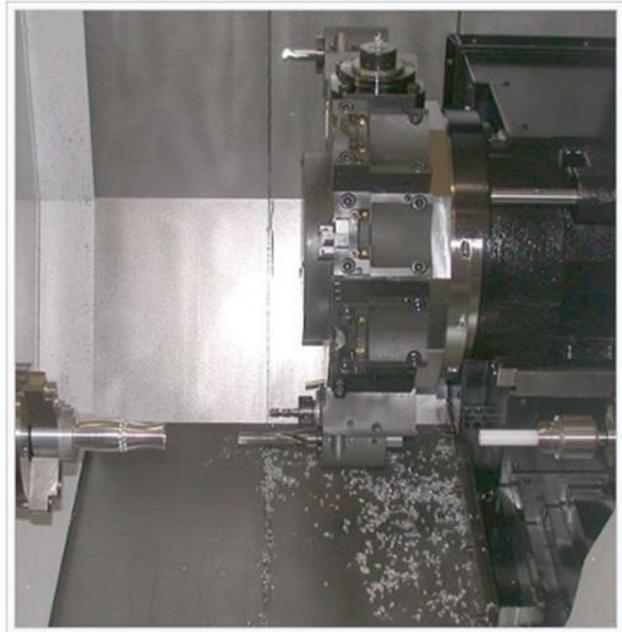


## El torneado CNC (Control Numérico Computarizado)

Básicamente es el mismo proceso descrito anteriormente pero asistido mediante un software de computadora que utiliza datos alfa-numéricos (caracteres) para controlar los 2 ejes cartesianos X-Z de movimiento de la torreta, como así también la velocidad de giro del husillo porta pieza.

Estos caracteres están regidos por las normas DIN 66024 y 66025, y algunos de ellos son:

- a. N - corresponde al número de bloque o secuencia. Luego de la letra se coloca el número del o los bloques que se deben programar. El número de bloques debe estar comprendido entre 1 y 999.
- b. X-Z - corresponde a los ejes de coordenadas X- Z de la máquina herramienta. En los tornos estándar solo se utilizan las coordenadas X y Z. El eje Z corresponde al desplazamiento longitudinal de la herramienta en las operaciones de cilindrado, mientras que el X es para el movimiento transversal en las operaciones de refrentado y es perpendicular al eje principal de la máquina.  
(En tornos especiales modernos se incorpora el eje Y que opera la altura de las herramientas del CNC, como así también otros ejes que controlan el giro y ubicación tanto de herramientas motorizadas como así también de la contrapunta.)
- c. G - son funciones preparatorias que informan al control las características de las funciones de mecanizado. Está acompañado de un número de dos cifras para programar hasta 100 funciones.



*Husillo y torreta de torno CNC estándar*

### **Funcionamiento:**

Los ejes X - Z pueden desplazarse simultáneamente en forma intercalada, dando como resultados mecanizados cónicos o esféricos según la geometría de las piezas. (En máquinas modernas, con la incorporación de otros ejes controlados, se pueden lograr además de operaciones netamente de tornería otras operaciones como ser, creado, perforado, roscado, fresado, etc., con lo cual se amplía muchísimo las posibilidades de mecanizado en este tipo de máquinas.)

Las herramientas se colocan en portaherramientas que se sujetan a un cabezal (torreta) que puede alojar hasta 20 portaherramientas diferentes que rotan según el programa elegido, facilitando la realización de piezas complejas.

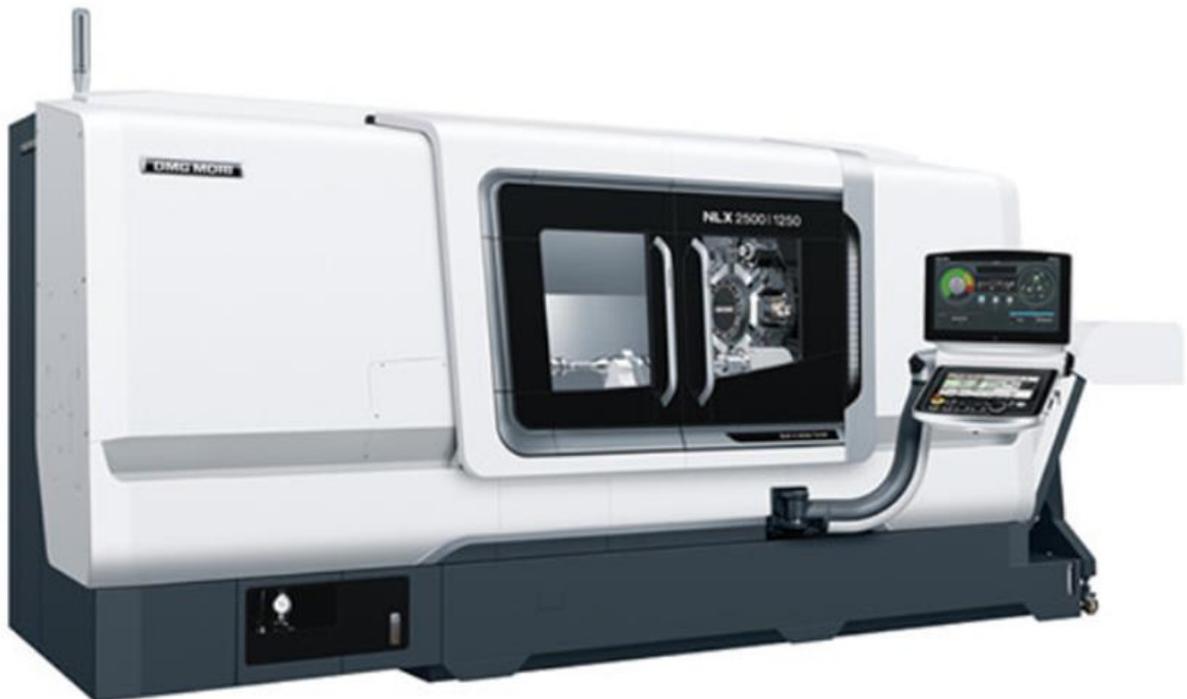
En el programa de mecanizado se pueden introducir como parámetros la velocidad de giro del husillo portapiezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza.

La máquina opera a velocidades de corte y avance muy superiores a los tornos convencionales por lo que se utilizan herramientas de metal duro o de cerámica para disminuir la fatiga de materiales.

**Ventajas:**

Sus principales ventajas son la productividad y la precisión, dado que la computadora, que lleva incorporado un control y un programa, es la encargada de controlar los movimientos de la máquina y por ende la ejecución de la pieza.

Su rentabilidad depende del tipo de pieza que se mecanice y de la cantidad de piezas que se tengan que mecanizar en una serie.



*Torno DMG MORI NLX 2500Y-1250*

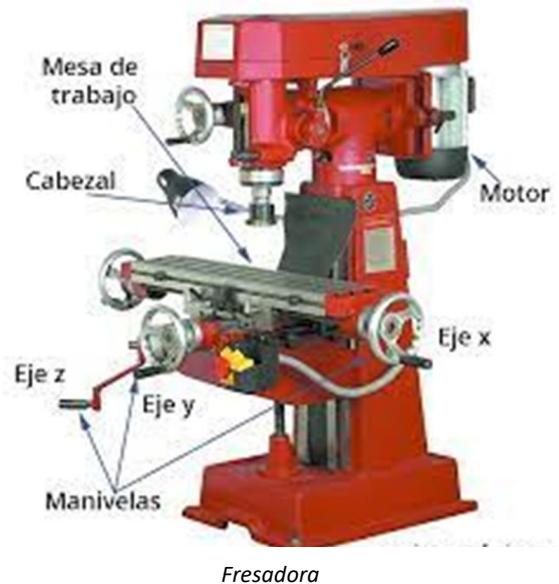
## 4.5. Fresadora

El fresado es una operación que consiste en labrar los metales mediante una herramienta de corte múltiple, que gira sobre sí misma con un movimiento de rotación alrededor de su eje.



### Let's define / Vamos definiendo

A la herramienta que ejecuta el fresado se le da el nombre de fresa, y las formas que puede adoptar son sumamente variadas, según las numerosas aplicaciones exigidas por la construcción mecánica



Fresadora

De acuerdo con esta última condición, la herramienta está formada por un sólido de revolución provisto de dientes con mucho filo que técnicamente se llaman: “generatrices cortantes”. Por lo tanto, cada una de éstas debe responder, a su vez, a los principios generales del corte de los metales.



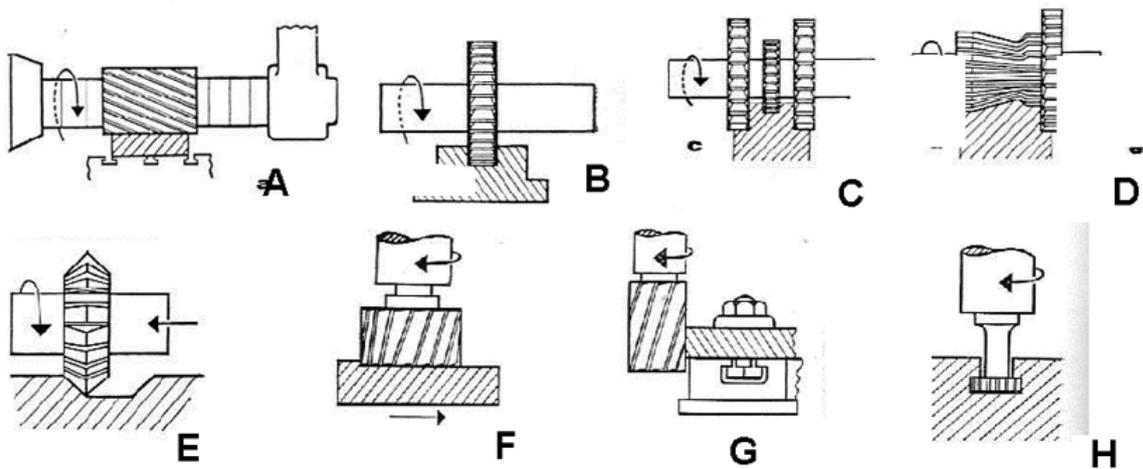
Fresas

Según la forma de sus dientes se clasifican en fresas de dientes fresados o de perfil variable, y fresas de dientes destalonados o de perfil invariable.

Uno de los trabajos de fresado es el aplanado, o sea, la obtención de superficies planas dispuestas en cualquier posición, ya sea paralela a la mesa sobre la que sujetan las piezas, perpendiculares u oblicuas. Sólo es necesario elegir la máquina más adecuada. La ejecución de ruedas dentadas o engranajes es otro trabajo típico de fresa: para ello se utilizan fresas de disco cuyo perfil es exactamente el del vacío que existe entre los dientes.

Las distintas operaciones de fresado que se grafican más abajo son:

- a. Fresado plano mediante una fresa cilíndrica con dientes helicoidales.
- b. Acanalado mediante fresas de disco.
- c. Triple acanalado.
- d. Fresado para perfiles.
- e. Fresado oblicuo.
- f. Fresado plano mediante fresa de punta.
- g. Fresado de superficies verticales.
- h. Fresado de acanaladura.



## 4.6. Limadoras: acepilladoras y mortajadoras

El trabajo del acepillado consiste en la obtención de superficies planas, cilíndricas o cónicas mediante el corte del metal por acción de una herramienta que arranca virutas longitudinales y paralelas a la superficie de las piezas.

Este corte se hace principalmente de dos maneras:

- por desplazamiento rectilíneo alternativo de la herramienta sobre la pieza que se trabaja, la cual queda fija.
- por desplazamiento rectilíneo alternativo de la pieza frente a la herramienta fija.

El primer procedimiento es característico de las máquinas limadoras y mortajadoras, el segundo es de las acepilladoras.



## 4.7. Esmeriladoras y rectificadoras

### Let's define / Vamos definiendo

El **esmerilado** es una operación de corte superficial de las piezas metálicas, realizado por una muela (piedra esmeril) que gira sobre sí misma a gran velocidad

La esmeriladora se emplea para:

- **afilarse las herramientas de acero** y las empleadas en el corte de los metales, así como otros materiales
- **desgrossar, desbarbar y pulir**, arrancando material en exceso, o bien puliendo superficies en bruto obtenidas por fusión o por forjado.



### Let's define / Vamos definiendo

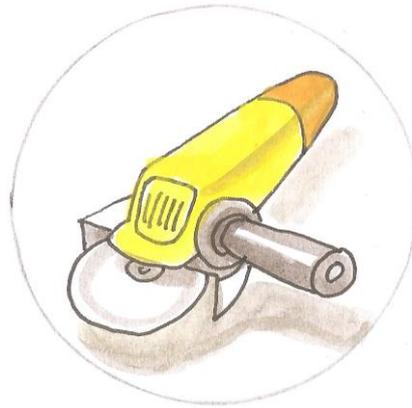
El **rectificado** es un trabajo similar al esmerilado, realizado por muelas de mejor calidad, y con estricta precisión en los movimientos con el objeto

### Let's work / A trabajar

#### Activity 13 / Actividad 13

Visitemos, si es posible, en nuestra localidad algún taller de soldadura o tornería y observemos si existen en los mismos las máquinas antes presentadas, y digamos con ejemplos reales cuáles son sus utilidades.

# Metalmecánica



## Capítulo 5 Procesos industriales

## Índice

5. 1. Proceso de forjado .....	127
5.1.1. Corte de material.....	130
5.1.2. Calentamiento en horno de inducción .....	130
5.1.3. Forjado.....	130
5.1.4. Rebabado y calibrado .....	131
5.1.5. Enfriamiento controlado .....	131
5.1.6. Granallado .....	132
5.2. Proceso de fundición.....	133
5.2.1 Preparación y mantenimiento del líquido a temperaturas adecuadas.....	133
5.2.2. Preparación del molde .....	134
5.2.3. Manejo y colado del líquido. ....	135
5.2.4 Solidificación y enfriamiento de la pieza.....	136
5.2.5. Granallado y terminación .....	136
5.3. Desarrollo de un proceso de mecanizado CNC .....	138
5.3.1. Desarrollo de un proceso de mecanizado .....	139
5.3.2. Conceptos básicos de CNC.....	140
5.4. Proceso de corte por láser .....	149
Descripción del proceso .....	149
5.5 Proceso de Plegado por CNC.....	152
5.6. Proceso de soldadura.....	156
5.6.1. Soldadura por arco eléctrico .....	157
5.6.2. Proceso de Soldadura Robotizada.....	163
5.7. Proceso de pintado .....	165
5.8. Robótica .....	168
5.8.1 Manipulador .....	169
5.8.2. Controlador.....	170
5.8.3. Dispositivos de entrada y salida .....	171
5.8.4. Principales características de los Robots.....	172

Se denominan “procesos industriales” a aquellos procesos que tienen el objetivo de realizar algún tipo de modificación en la forma y en el estado de los materiales.

A continuación, presentamos algunos de ellos:

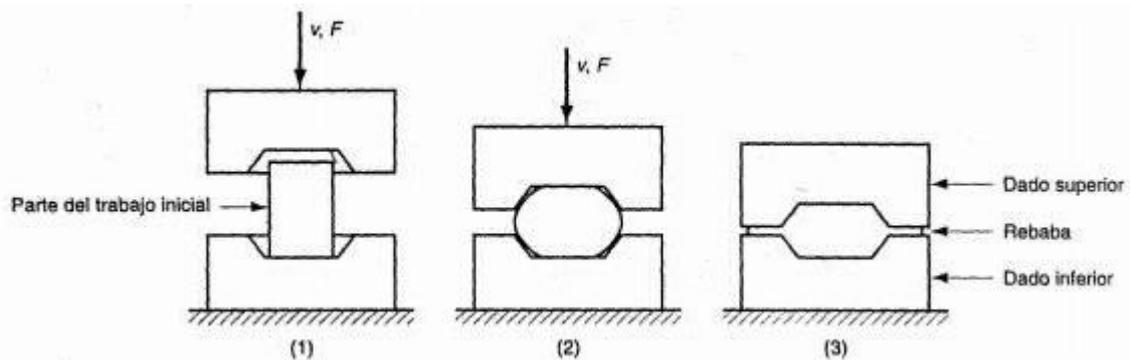
## 5. 1. Proceso de forjado

El proceso de forjado consiste en la deformación progresiva y controlada de metales, tanto en frío como en caliente, por medio de la aplicación de presión o golpes que fuerzan al material a adaptarse a la forma deseada.

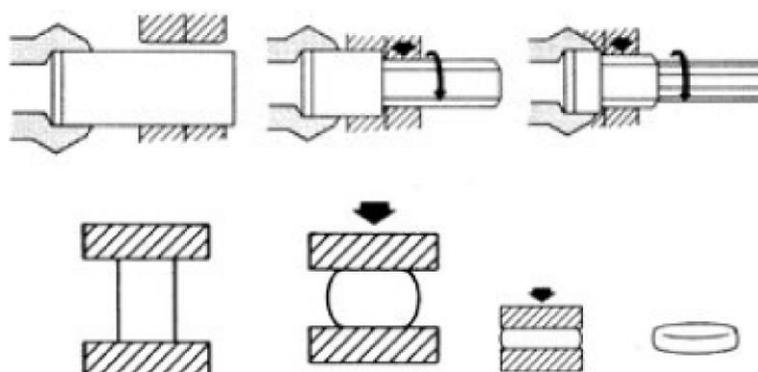
Para ello puede usarse una matriz que es el "negativo" de la pieza a obtener o bien martillar el material contra un yunque o bigornia en lo que se conoce como forja libre.

La forma final puede obtenerse en una o más etapas de acuerdo a la complejidad. También puede ser necesario una operación de corte de rebaba y calibrado de la pieza.

El objetivo del forjado es obtener una pre-forma de la pieza con mínimo desperdicio de material. Además, permite conseguir propiedades específicas de resistencia en función del direccionamiento de las fibras del material, algo similar a las vetas de la madera.



Forja con matrices



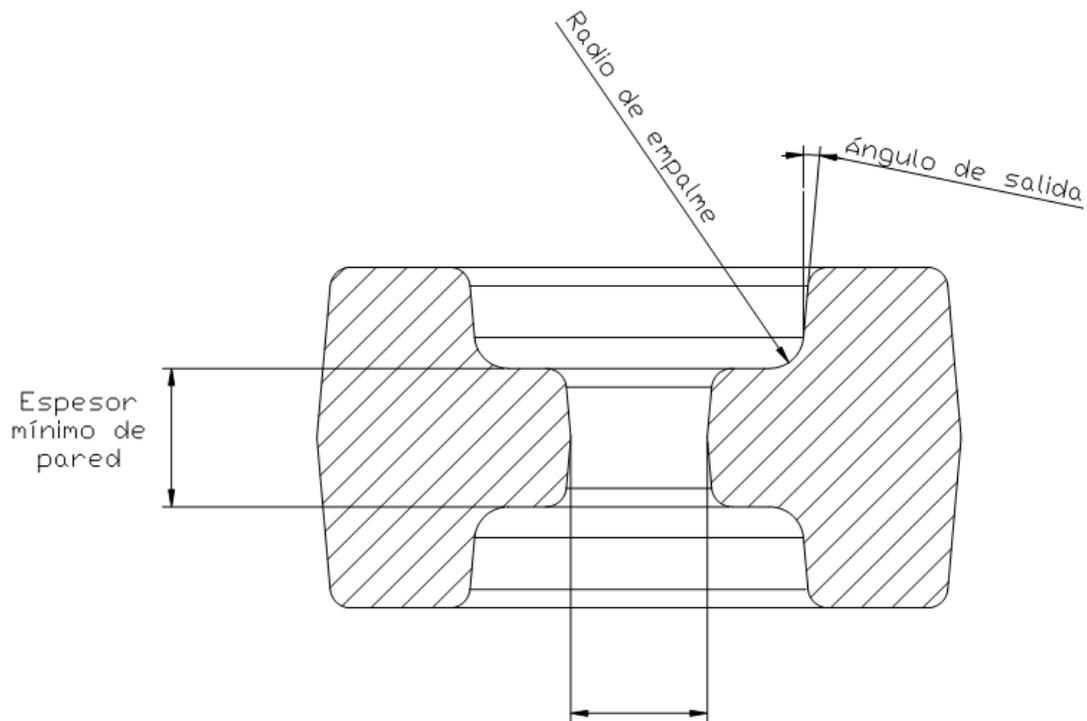
Forja libre

El proceso de forjado sólo es económico para altos volúmenes de producción, ya que requiere una inversión inicial elevada en maquinaria y matrices. Además, estas últimas son consumibles, es decir tienen una vida útil.

Para piezas únicas o lotes chicos es preferible partir de un material macizo que contenga volumétricamente la forma de la pieza y mecanizar el sobrante.

Si bien el forjado nos permite aproximarnos bastante a la forma final de la pieza, existen algunas limitaciones en cuanto al diseño que tenemos que tener en cuenta:

- Ángulos de salida en las superficies verticales
- Radios de empalme
- La relación diámetro/largo de agujeros
- Espesor de las paredes



Otro aspecto importante que tenemos que tener en cuenta a la hora de diseñar un proceso de forja es la manera en que va a fluir el material durante el proceso, ya que éste debe llenar completamente la cavidad de la matriz y no deben producirse pliegues internos que comprometan la resistencia estructural de la pieza por tratarse de discontinuidades en el material.

Las máquinas usadas en forja son **prensas** y **martillos**. Las prensas aplican una fuerza progresivamente hasta alcanzar la forma deseada, en cambio los martillos aplican sucesivos golpes a la pieza.

Tanto las prensas como los martillos son de forma similar. Poseen estructuras muy robustas para soportar las enormes cargas a las que están sometidas.



*Prensa hidráulica*



*Martillo o martinete*

La forja en frío se utiliza cuando las deformaciones requeridas no son importantes y necesitamos mejorar las propiedades mecánicas de la pieza (resistencia), en tanto que la forja en caliente la usaremos cuando la forma de la pieza es compleja y la deformación es significativa.

En la forja en frío se opera a temperatura ambiente. Para forjar en caliente se utilizan hornos eléctricos para llevar la temperatura a valores cercanos a los 1200 °C para que el material quede en un estado casi pastoso y permita la deformación y que fluya a través de la matriz.

En cualquier caso, es importante el uso de lubricantes para ayudar a desmoldar. Éste es una mezcla pulverizada de grafito en polvo con agua.

Las matrices de forjado constituyen el instrumental principal usado en el proceso. Consisten básicamente en bloques de acero con la forma hembra de la pieza mecanizada. Siempre se trabaja en pares superior e inferior, con una línea de partición aproximadamente a la mitad.

El proceso de forja en caliente es básicamente como sigue:

1. Corte de material
2. Calentamiento en horno de inducción
3. Forjado
4. Rebabado y calibrado
5. Enfriamiento controlado
6. Granallado

### 5.1.1. Corte de material

La provisión de material para forjar viene en forma de barras de perfil redondo generalmente. Se corta a la medida especificada en máquinas de corte tales como sierras o guillotinas.

A través del siguiente código QR podemos acceder a un video sobre corte con sierra:

**Let's watch / Veamos:**



Es importante respetar la medida especificada ya que si es menor la pieza forjada presentará falta de llenado en su forma y si el corte es más largo producirá rotura de las matrices porque el volumen de material es mayor que el volumen a llenar en la matriz.

### 5.1.2. Calentamiento en horno de inducción

El material cortado ingresa por una cinta transportadora a un horno eléctrico, donde se calienta a una temperatura cercana a la fluencia, lo cual facilita la deformación del mismo.

A través del siguiente link podemos acceder a un video donde se muestra el calentamiento por inducción eléctrica.

**Let's watch / Veamos:**



#### Glossary / Glosario

**Horno de inducción:** en estos hornos se hace pasar una corriente eléctrica a través de una bobina de cobre lo que genera altísimas temperaturas en pocos segundos.



### 5.1.3. Forjado

Una vez que se alcanzó la temperatura adecuada se coloca la pieza en la mitad inferior del molde o matriz y se acciona la prensa. La mitad superior de la matriz baja y ejerce presión sobre el material, que fluye por el estado plástico en que se encuentra y va adaptándose a la forma deseada.

A través del siguiente link podemos acceder a un video que muestra un proceso de forjado en caliente típico.

**Let's watch / Veamos:**



<https://youtu.be/l8POmXX3wtw>



#### 5.1.4. *Rebado y calibrado*

Existen dos técnicas de forjado según si existe material excedente o no.

En el primer caso las matrices superior e inferior no hacen contacto entre sí, queda una luz entre ambas por donde escapa el sobrante, que luego se corta en la siguiente etapa. Es un proceso más simple, pero produce desperdicio de material.

En el otro caso, ambas matrices cierran perfectamente y el material llena completamente el volumen de la matriz. Es un proceso muy rentable ya que no se desecha ningún sobrante y no es necesario agregar una operación de rebado, pero como contrapartida hay que tener perfectamente controlado el volumen del material porque si es insuficiente la pieza tendrá faltantes y si es demasiado producirá la rotura de las matrices ya que no podrá ser contenido en un volumen inferior.

Luego del o de los golpes de forjado propiamente dichos puede ser necesario una operación de calibrado ya que la pieza suele deformarse durante los esfuerzos de corte durante el rebado.

A través del siguiente link podemos acceder a un video que muestra la operación de rebado y calibrado.

**Let's watch / Veamos:**



<https://youtu.be/l6wNYXU34qM>



#### 5.1.5. *Enfriamiento controlado*

Finalmente, la pieza pasa por un proceso de enfriamiento forzado en una cinta transportadora con ventiladores para controlar la dureza requerida.

A través del siguiente link podemos acceder a un video que muestra el enfriamiento en cinta.

Let's watch / Veamos:



### 5.1.6. Granallado

El granallado es un proceso por el cual se eliminan las impurezas superficiales. Consiste en el bombardeo con pequeñas esferas metálicas.

A través del siguiente link podemos acceder a un video donde podrás ver el proceso de granallado.

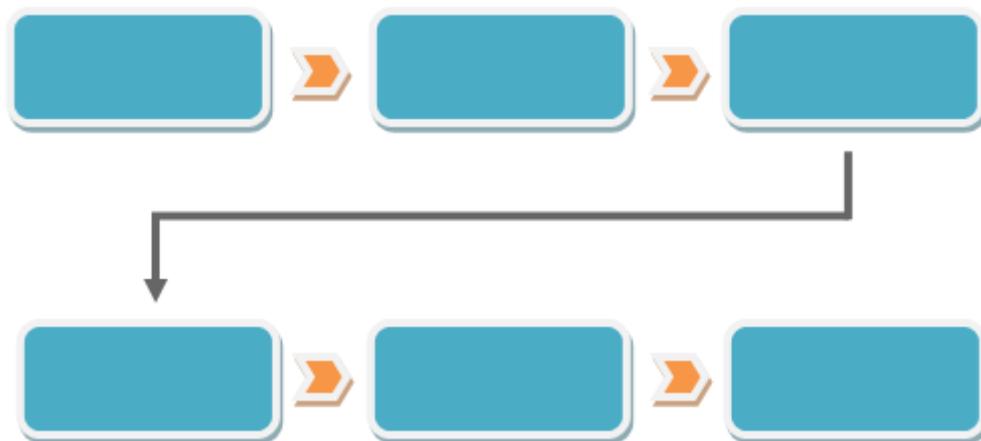
Let's watch / Veamos:



## Let's work / A trabajar

### Activity 14 / Actividad 14

Utilizando una estructura gráfica de bloques, desarrollemos los pasos del proceso de forjado:



## 5.2. Proceso de fundición

Para producir una pieza de fundición es necesario ejecutar las siguientes etapas:

1. Preparación y mantenimiento del líquido a temperaturas adecuadas.
2. Preparación del molde.
3. Manejo y colado del líquido.
4. Solidificación y enfriamiento de la pieza. Desmoldeo.
5. Granallado o terminación final

### 5.2.1 Preparación y mantenimiento del líquido a temperaturas adecuadas

#### Proceso de fusión

El metal fundido se puede obtener a través de tipos de hornos de fusión:



*Horno de cubilote*



*Horno eléctrico a inducción*

Los primeros trabajan con carbón de coque y aire como medio de calentamiento y utilizan como materias primas: chatarra de acero, chatarra de fundición, piedra caliza como fundente de determinadas ferroaleaciones. Son hornos de producción continua de metal fundido y generalmente trabajan turnos de 8 horas diarias. Es un tipo de horno cilíndrico vertical de altura y diámetro variable según su capacidad, el cual lleva los metales hasta el estado líquido y permite su colado, el mismo puede ser utilizado para la fabricación de fundiciones grises y nodulares.

Los hornos eléctricos a inducción utilizan electricidad como medio de calentamiento y la materia prima seleccionada es similar a la de los hornos de cubilote, solo que deben estar libres de óxidos y humedad a la hora de la carga. Estos tipos de hornos permiten un excelente control de temperatura, ajuste en la composición del metal y la emisión de gases al ambiente es baja.

### 5.2.2. Preparación del molde

#### Proceso de preparación de noyos

Los noyos o machos pueden ser parte del molde de una pieza y se utilizan en el mismo para salvar alguna contrasalida del modelo o para realizar un vaciado en el molde. Generalmente, consiste en llenar una matriz con la forma del mismo con arena que posee una determinada granulometría mezclada con algún tipo de resina y acelerador químico de fraguado. Una vez que el noyo se ha endurecido, se desmolda y se procede a pintarlo con una pintura a base de agua o alcohol con la finalidad de darle resistencia térmica ante el ingreso del metal fundido dentro del molde.



El proceso de moldeo se refiere a los métodos de fabricación del molde y a los materiales utilizados:

#### Moldeo en arena en verde

El método de moldeo en arena en verde, sigue siendo el más empleado para la producción de piezas fundidas y parece ser la tendencia en el futuro inmediato. Este tiene su explicación en una serie de ventajas que tiene este método sobre los demás:

- Es la forma más rápida y económica de obtener la cavidad del molde (en especial, con el empleo de máquinas de moldear),
- Se obtienen piezas de una calidad adecuada para la mayoría de los usos corrientes en construcción de maquinarias,
- De los métodos conocidos el más factible para obtener piezas fundidas de diferentes dimensiones.

Este tipo de moldeo puede ser de dos tipos: manual o mecánico.

#### ➤ Moldeo manual

El moldeo manual (convencional) se emplea fundamentalmente cuando por razones técnico-económicas no es factible emplear otros métodos, por ejemplo:

- ✓ En producciones pequeñas o unitarias
- ✓ En producciones que por su gran tamaño o elevado nivel de complejidad (cuando necesita, por ejemplo, de varias cajas de moldeo) no puede emplearse otro método.



## ➤ Moldeo mecánico

En las fundiciones de gran producción y producción en serie, para la elaboración de los moldes y machos se sustituyen los métodos manuales de moldeo por el moldeo a máquina o mecánico. Sus **ventajas** sobre el manual son las siguientes:

- ✓ No necesita personal especializado.
- ✓ Se pueden obtener piezas con espesores muy pequeños.
- ✓ Los moldes adquieren una mayor calidad de compactado y una resistencia más alta, con lo cual las piezas quedan mejor acabadas.
- ✓ Se facilita la operación de desmoldeo sin deteriorar el molde, ahorrando los gastos de reparación.
- ✓ Se disminuye el número de piezas defectuosas y se mejora la calidad.
- ✓ Disminución del tiempo de compactación de la mezcla.
- ✓ Aumento de la exactitud dimensional de la elaboración de los moldes.
- ✓ Disminución de la superficie necesaria para el moldeo y el vertido al disminuir el tiempo de elaboración del molde.

Este tipo de moldeo tiene algunas **desventajas** que limitan su empleo:

- ✓ Elevado costo de preparación de los modelos, lo cual limita el empleo de este método a grandes series de piezas.
- ✓ Está limitado a piezas que se puedan obtener en dos cajas, debido a las dificultades que se presentan cuando las piezas requieren más de dos cajas.
- ✓ Cuando se requiera hacer piezas grandes se necesitan máquinas grandes con costos altos.

### 5.2.3. Manejo y colado del líquido.

Proceso de colado del molde:

El metal fundido proveniente de los hornos, se coloca en una cuchara de colado y se procede a llenar los moldes respectivos, los cuales deberán estar cerrados correctamente para evitar la fuga de metal en los mismos. Generalmente, en determinadas piezas, se colocan “pesas” sobre los mismos para contrarrestar la presión generada dentro del molde (debido a los gases) a la hora del llenado del mismo.



#### 5.2.4 Solidificación y enfriamiento de la pieza.

Las piezas que necesitan distensionado posterior, se dejan enfriar dentro del molde para evitar agregar una operación. El resto de las piezas se llevan a una zaranda de desmoldeo, donde se separa la arena de moldeo y las respectivas piezas. Éstas últimas se dejan enfriar a temperatura ambiente para el proceso posterior de granallado y terminación, mientras que la arena de moldeo vuelve al sistema para ser preparada y acondicionada nuevamente para su uso en las máquinas de moldeo.

#### 5.2.5. Granallado y terminación

Este proceso consiste en someter a la pieza al ataque con granallas de acero de una granulometría determinada y produce un aumento de la acritud de la misma. Luego se eliminan las uniones entre noyo y molde, conectores de alimentadores y con el canal de colada, etc.

Las piezas quedan terminadas para comenzar el proceso de mecanizado correspondiente.



#### Let's define / Vamos definiendo

Un **modelo de fundición** es una forma hecha de madera, metal u otro material adecuado (cera, poliestireno o resina epoxi), alrededor del cual se compacta el material de moldeo, con el objeto de producir la cavidad de la pieza que se va obtener por vaciado. Es decir, es fundamentalmente una réplica del exterior de la pieza.

El material elegido para la construcción del modelo deberá ser acorde al tipo de serie del diseño, tipo de moldeo elegido, costos de inversión, etc.

El modelo es la pieza que se pretende reproducir, pero con algunas modificaciones derivadas de la naturaleza del proceso de fundición:

- Será ligeramente más grande que la pieza, ya que se debe tener en cuenta la contracción de la misma una vez que se haya extraído la pieza. Al diseñar modelos, se debe tomar en cuenta la contracción de la pieza en estado sólido, es decir, la que se produce desde la temperatura de fusión o del solidus hasta el ambiente, como consecuencia de la dilatación cristalina. El diseñador debe considerar la contracción en estado sólido.
- Las superficies del modelo deberán respetar ángulos mínimos con la dirección de desmoldeo (la dirección en la que se extraerá el modelo), con el objeto de no dañar el molde durante su extracción.
- Incluir el exceso dimensional que debe tener la pieza vaciada, para que una vez mecanizada pueda ser utilizada en las condiciones bajo las cuales ha sido diseñada (tolerancias de mecanización).

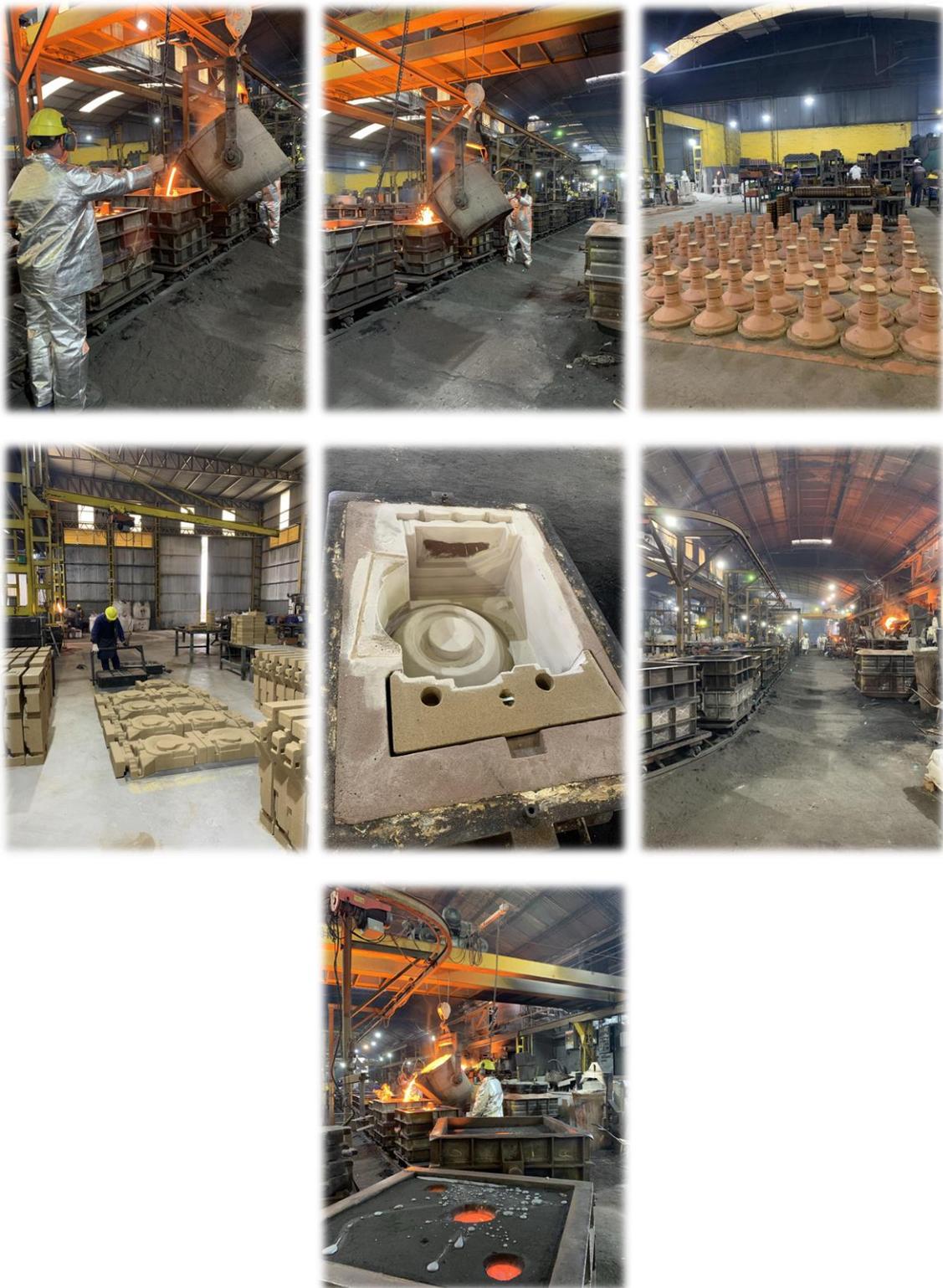


#### Glossary / Glosario

**Mazarota** es como se conoce en fundición y metalurgia al depósito de metal fundido que se coloca en los sitios críticos del molde; es decir, puntos en que el metal rebosa por encima, y tienden a generar fallas por falta de material en la pieza terminada.

- Incluir todos los canales de alimentación y alimentadores o mazarotas necesarios para el llenado del molde con el metal fundido y una correcta solidificación de la pieza en el molde.
- Deberán incluirse las portadas, en caso de existir, que consisten en prolongaciones que sirven para la colocación y posicionamiento del macho o noyo/s en el molde.

Veamos algunas imágenes que dan cuenta del proceso. Estas han sido tomadas de la planta de la empresa Pauny:



### 5.3. Desarrollo de un proceso de mecanizado CNC

La necesidad de acelerar el ritmo de producción para satisfacer una demanda en continuo crecimiento, llevó a la industria a evolucionar las máquinas herramientas en lo que hoy se conoce como centros de mecanizado CNC.

Básicamente consiste en agregar a una máquina herramienta una computadora en la que se cargan programas que comandan automáticamente la máquina con una intervención mínima del operador.

Esto permitió mejorar significativamente la productividad, la calidad y los costos, al tiempo que redujo la carga de trabajo del operario.

El principio del CNC puede aplicarse a prácticamente cualquier equipo de producción, tales como tornos, fresadoras, cortadoras láser, plegadoras, rectificadoras, afiladoras, etc.



#### Glossary / Glosario

CNC: Control numérico computarizado.



Torno convencional



Torno CNC

Como puede apreciarse una máquina CNC es básicamente lo mismo que una convencional sólo que se le ha adosado un equipo computarizado para controlarla. Lo mismo aplica para fresadoras, rectificadoras, etc.

A través del siguiente link podemos acceder a un video que muestra una simulación del mecanizado de la pieza que se encuentra en el ejercicio del Trabajo Práctico Integrador.

**Let's watch / Veamos:**



A modo de ejemplo y para simplificar el concepto vamos a explicar un proceso muy simple de mecanizado CNC. Para ello nos vamos a apoyar en los siguientes temas:

Desarrollo de un proceso de mecanizado

- Análisis de la documentación técnica.
- Definición preliminar del proceso:
  - ✓ Máquina
  - ✓ Herramientas
  - ✓ Estrategias

Conceptos Básicos de CNC

- Sistemas de coordenadas.
- Codificación de instrucciones.
- Cálculo condiciones de mecanizado.
- Compensación de las dimensiones de la herramienta.
- Estructura de un programa.

### 5.3.1. Desarrollo de un proceso de mecanizado

#### Análisis de la documentación técnica

El primer paso al desarrollar un proceso de mecanizado consiste en hacer una primera lectura de la documentación técnica provista por el cliente. Esta consiste generalmente en un plano del producto, normas estándar, normas específicas y recomendaciones en base a su experiencia.

De esta manera, nos familiarizaremos con el producto, conociendo sus características para poder esbozar un proceso preliminar.

#### Definición preliminar del proceso

Una vez que tenemos claro qué tipo de proceso se necesita para fabricar el producto es necesario escoger la máquina adecuada dentro del parque de la empresa o adquirir nuevo capital productivo.

Las consideraciones a tener en cuenta son fundamentalmente el tipo de máquina, según se trate de una pieza de revolución o prismática, las dimensiones de la pieza, los requerimientos de potencia y la capacidad.

Luego, en base a la información relevada en el plano, definimos las herramientas necesarias, las cuales pueden ser de fabricación especial (específicas para esta pieza) o comerciales.

Por último, nos queda desarrollar las estrategias de mecanizado, es decir la secuencia de operaciones, las buenas prácticas de mecanizado, generalmente basadas en la experiencia, tales como el sentido de trabajo de las herramientas, direccionamiento de los esfuerzos de corte, desbastes, terminaciones, sobre materiales, condiciones de corte (velocidad tangencial y avance).



#### Glossary / Glosario

**Capacidad:** es la capacidad del equipo de producir dentro de las especificaciones de calidad de manera sostenible en el tiempo.



Glossary / Glosario

**Velocidad tangencial:** es la velocidad de los filos o elementos cortante de las herramientas mientras giran. En los tornos el concepto es el mismo pero lo que gira es la pieza y la herramienta permanece fija.



Glossary / Glosario

**Avance:** es el movimiento relativo de desplazamiento de la herramienta sobre la pieza mientras va quitando material.

Con toda esta información procedemos a confeccionar la documentación de proceso que va a respaldar nuestro trabajo y va a servir de referencia a los sectores involucrados en la fabricación y control del producto (departamentos de Producción y Calidad).

5.3.2. Conceptos básicos de CNC

Las máquinas equipadas con sistema CNC (Control Numérico Computarizado) son máquinas muy similares a las máquinas convencionales, pero operan en forma automática en vez de manualmente. La ventaja es que pueden trabajar en forma independiente y repetitiva con una mínima variación, lo que las hace aptas para producir grandes series.

Sin embargo, para piezas únicas, siguen siendo convenientes las máquinas convencionales.

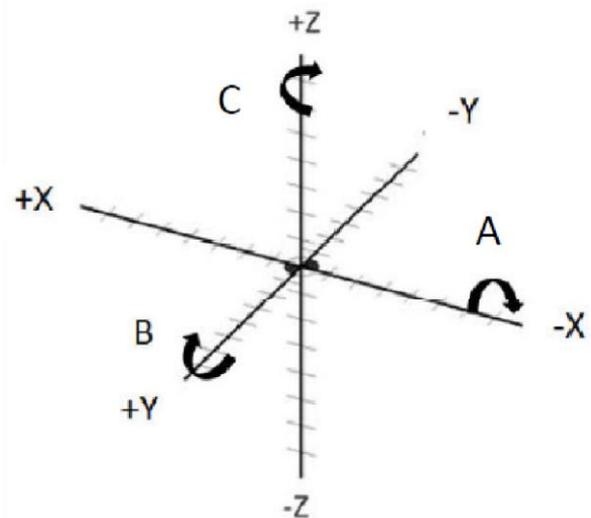
Sistemas de coordenadas

Uno de los principios básicos de la programación CNC es el de Sistemas de Coordenadas. Esto hace referencia a un concepto propio de la geometría y que sirve para representar la posición de un cuerpo en el espacio.

Un sistema de coordenadas es un modelo que nos permite graficar las tres dimensiones espaciales (largo, ancho y alto) a través de sus respectivos ejes X, Y y Z. Estas son las dimensiones lineales, que también se complementan con movimientos rotatorios alrededor de cada uno de estos ejes. Al eje X le corresponde el eje A de giro, al eje Y el B y al eje Z el eje C.

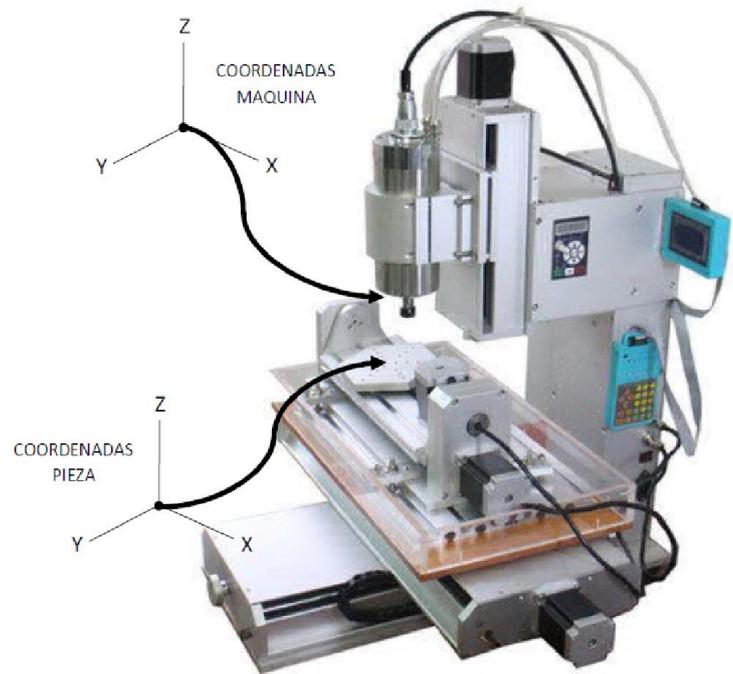
Básicamente un programa CNC consiste en instrucciones a la máquina para que ésta desplace la herramienta con referencia a un sistema de coordenadas, es decir a partir de un punto en el espacio previamente definido.

**Useful tip / Una ayudita**  
 En matemática en los módulos 4, 5 y 6 hemos abordado los sistemas de coordenadas. Podemos volver a ellos si necesitamos reforzar conocimientos



Esquema gráfico de un sistema de coordenadas

Generalmente se utilizan dos sistemas de coordenadas, uno exclusivo de la máquina definido por el fabricante que es fijo y está determinado constructivamente. El otro sistema de coordenadas está referenciado a una característica geométrica de la pieza, como podría ser un agujero, plano, punto o proyecciones de los mismos en el espacio. Este sistema está enlazado al sistema de la máquina. Para definirlo es preferible hacerlo coincidir con el sistema de referencia propio de la pieza que definió el diseñador y que figura en el plano de la misma.



*Relación entre ambos sistemas de coordenadas*

Si bien la máquina trabaja básicamente con su sistema de coordenadas, internamente puede hacer el cálculo para moverse de acuerdo al sistema de coordenadas de la pieza lo cual resulta mucho más práctico para el operador ya que se usan las mismas cotas que figuran en el plano de la pieza.

### **Codificación de instrucciones**

Para que la máquina realice su trabajo le debemos proveer de instrucciones precisas a través de un lenguaje estandarizado.

Existen instrucciones básicas y otras que son un poco más avanzadas pero que nos permiten simplificar mucho la programación.

Con solo cuatro códigos podemos hacer casi cualquier programa para mecanizar una pieza.

Estos son:

- ✓ G0 (movimiento rápido en vacío)
- ✓ G1 (movimiento lineal en avance de trabajo)
- ✓ G2 (movimiento circular en avance de trabajo en sentido horario)
- ✓ G3 (movimiento circular en avance de trabajo en sentido anti horario)

A estos códigos los combinamos con los puntos en el espacio (coordenadas X, Y, Z, A, B y C) y algunas funciones complementarias más y ya tenemos un programa sencillo.

El nombre de los códigos **G** y **M** viene de instrucciones **G**enerales y **M**isceláneas.

## ➤ Códigos G

Los códigos G indican el tipo o modo de acción que la máquina tiene que realizar, como, por ejemplo:

- ✓ Movimientos rápidos
- ✓ Mover en una línea recta o arco
- ✓ Información de la herramienta
- ✓ Definir posiciones de inicio y fin
- ✓ Movimientos previamente establecidos (ciclos fijos)

Los códigos G pueden ser modales o no modales. Un código modal permanece activo hasta que aparece otro código G del mismo grupo. Un código G no modal solo está activo en la línea en la que se encuentra.

La siguiente lista agrupa los principales códigos de programación CNC **a modo de referencia**. Siempre es necesario leer y comprender el manual del equipo, ya que algunos códigos varían según el fabricante.

- G0: desplazamiento en modo rápido
- G1: movimiento lineal en avance de trabajo
- G2: movimiento circular en avance de trabajo (sentido horario)
- G3: movimiento circular en avance de trabajo (sentido anti horario)
- G17: selección del plano de trabajo X-Y
- G18: selección del plano de trabajo X-Z
- G19: selección del plano de trabajo Y-Z
- G20: programación en pulgadas
- G21: programación en milímetros
- G30: retorno al punto de referencia
- G40: cancela compensación de radio
- G41: compensación de radio a la izquierda
- G42: compensación de radio a la derecha
- G43: compensación de largo
- G49: cancela compensación de largo
- G53: activa el sistema de coordenadas de máquinas
- G54 a G59: sistemas de coordenadas de pieza
- G80: cancela ciclo fijo
- G81: ciclo fijo de perforado simple
- G82: ciclo fijo de perforado simple con retardo al final
- G83: ciclo fijo de perforado intermitente
- G84: ciclo fijo de roscado
- G85: ciclo fijo de alesado con retorno en avance de trabajo



### Glossary / Glosario

**Ciclos fijos:** en inglés se conocen como canned cycles, es decir, ciclos enlatados, ya que tienen toda la información que necesitan en una sola instrucción.

G86: ciclo fijo de alesado con retorno con husillo detenido  
G90: modo de coordenadas absolutas  
G91: modo de coordenadas incrementales  
G98: punto inicial retorno ciclos fijos  
G99: punto "R" retorno ciclos fijos

### ➤ Códigos M

Los códigos M son funciones auxiliares de la máquina, como podría ser:

- ✓ Cambiar automáticamente una herramienta
- ✓ Cambiar automáticamente el pallet (estación de trabajo)
- ✓ Encender o apagar la bomba de refrigerante
- ✓ Detener el programa
- ✓ Finalizar el programa

M0: parada automática de programa

M1: parada manual de programa

M2: fin de programa

M3: sentido horario de giro de husillo

M4: sentido anti horario de giro de husillo

M5: parada de husillo

M6: cambio de herramienta

M8: enciende bomba de refrigerante

M9: apaga bomba de refrigerante

M30: final de programa y retorno al inicio del mismo

M51: enciende bomba de refrigerante a través del husillo

M60: cambio de pallet

M98: llamado a subrutina

M99: retorno al programa principal desde una subrutina

### **Cálculo condiciones de mecanizado**

Para poder mecanizar correctamente una pieza debemos calcular las condiciones de trabajo de las herramientas y plasmar esta información en el programa.

Las R.P.M. (revoluciones por minuto) están en función del material (tanto de la herramienta como de la pieza); del diámetro de la herramienta (diámetro de la pieza en el caso de un torno); el avance depende de las características de la operación (desbaste, terminación, etc.) y del número de filos de la herramienta.

Las fórmulas más usuales son:

- **Velocidad de husillo (código S):**  $V_c \times 1000 / (3.14 \times \varnothing)$
- **Avance de trabajo (código F):**  $S \times F_z \times Z$

Siendo:

- ✓ **S:** revoluciones por minuto (R.P.M.)
- ✓ **Vc:** velocidad tangencial (recomendado por el fabricante)
- ✓ **∅:** diámetro de la herramienta o la pieza
- ✓ **Fz:** avance por filo
- ✓ **Z:** cantidad de filos

### Compensación de las dimensiones de la herramienta

Los movimientos programados no están referidos a la herramienta sino al punto que se encuentra en el centro del husillo (coordenadas X e Y) y en el frente del mismo (coordenadas en Z). Por esta razón hay que compensar las dimensiones de la herramienta.

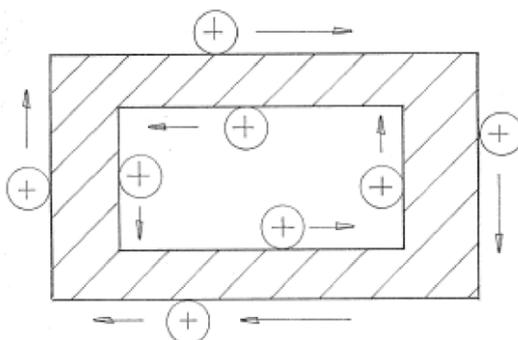
El largo de la herramienta se corrige con el código G43 y H (corresponde al número de la herramienta) y el radio con G41 o G42 (compensación a la izquierda o a la derecha) y D (corresponde al número de la herramienta).

En las siguientes gráficas se muestran más claramente estos conceptos.

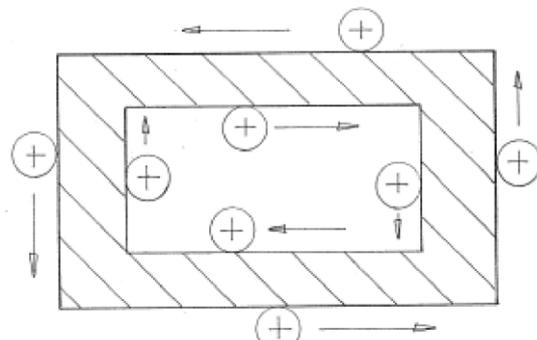
G43, compensación de largo



G43, compensación de largo



G41, compensación a la izquierda



G42, compensación a la derecha

## Estructura de un programa

Los programas de mecanizado presentan una estructura que es más o menos la misma para todos los controles, aunque puede diferir la codificación de acuerdo a cada fabricante.

Todo programa debería constar, por lo menos, de las siguientes partes:

- ✓ Un encabezado, donde se especifican datos no ejecutables como el nombre o número del programa y de la pieza, la operación que se realiza, el tiempo de mecanizado, etc. y que sirven a título informativo para referencia del usuario.
- ✓ Los valores de los distintos ejes que enlazan el sistema de coordenadas de la máquina con el de la pieza (ceros flotantes u offsets de trabajo).
- ✓ Especificaciones codificadas para el inicio del programa.
- ✓ Secuencias individuales y sucesivas en que trabajan las herramientas.
- ✓ Un final donde se cancelan las funciones activadas para la ejecución y se reinicia el programa.

A continuación, se muestra un ejemplo para aclarar los conceptos precedentes:

### O1000 (PIEZA EJEMPLO)

(Pieza nº: 999)

(OPERACIÓN COMPLETA)



*Datos de programa, pieza, operación*

G30 G91 X0 Y0 Z0 T1

*Retorno al origen, llamado herramienta nº1*

G90 G10 L2 P1 (X999.99 Y999.99 Z999.99)

*Define sistema de coordenadas*

M98 P1001 L1

*Llamado subrutina*

M30

*Fin de programa*

O1001 (PERFORADO)

*Datos subrutina*

M6 (MECHA Ø14.8)

*Cambio de herramienta*

G54 G0 G90 G43 X10. Y20. Z100. H1 S2000 M3

*Posicionamiento, corrector, sistema de coordenadas, giro de husillo*

Z100. M8

*Posicionamiento, refrigerante*

G81 G98 Z5. R8. F500

*Ciclo de perforado simple*

X10. Y30

*Posicionamiento*

X50. Y15

*Posicionamiento*

G0 G80 Z100. M5

*Posicionamiento*

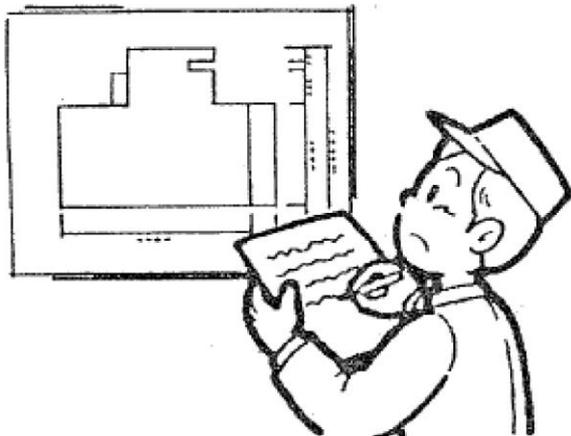
G30 G91 X0 Y0 Z0 M9

*Retorno al origen*

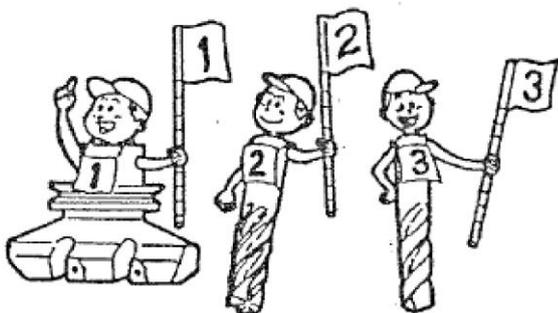
M99

*Retorno al programa principal*

Vamos a ver, de manera práctica, cuáles serían los pasos para realizar un programa CNC.



1. Lo primero es estudiar el plano de la pieza, relevando todas las medidas, tolerancias y notas. Una buena práctica es numerar cada característica en el plano y pasar los datos a una lista de chequeo para no olvidarnos de nada. En una pieza simple no hay mucho problema pero hay piezas que tienen varios centenares de cotas.



2. Como segundo paso determinamos las herramientas más adecuadas para obtener cada característica. Aprovechamos también para determinar las condiciones de corte, o sea, R.P.M. (revoluciones por minuto) y avance de trabajo de cada herramienta tomando como punto de partida las recomendaciones del fabricante

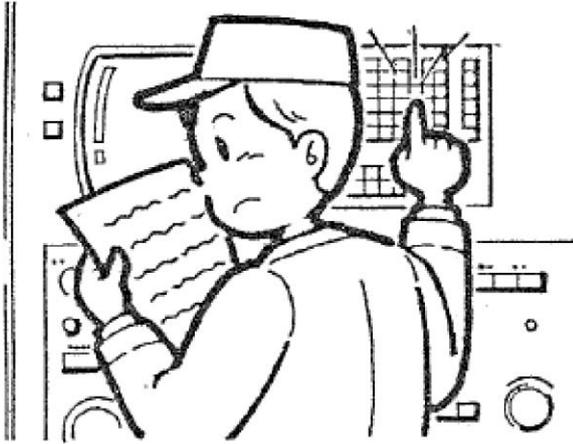
Proceso	Tipo	Nº Hta.
1	Fresado	01
2	Punteado	02
3	Perforado	03
4	Alesado	04

3. Con los datos relevados armamos la secuencia de operaciones de acuerdo a nuestra experiencia y buenas prácticas de mecanizado. Este listado nos va a facilitar armar correctamente la estructura del programa de forma ordenada.

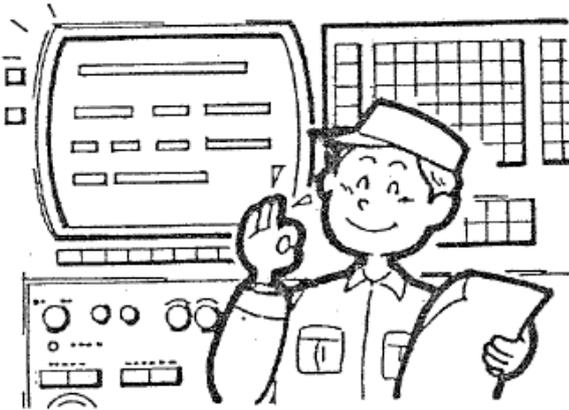
```

00001;
N1;
N5 G90G00;
N10 G54 ;
N15 G43 Z80. ;
N20 G00 X.. Y..
N25 G81 Z.. R.. F..
    
```

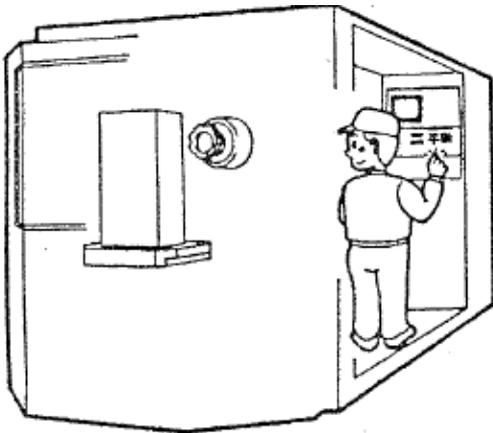
4. Basándonos en la planilla anterior comenzamos a escribir nuestro programa teniendo en cuenta que se ejecuta de a una línea por vez (aunque con total fluidez) es decir, que hasta que no termina una acción no pasa a la siguiente.



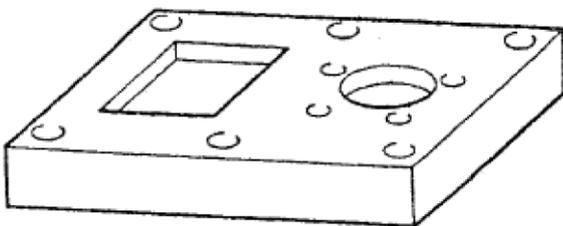
5. Cargamos el programa en la máquina, ya sea manualmente (máquinas antiguas sin puerto de carga), por medio de un dispositivo digital (unidad USB) o también a través de una red Ethernet.



6. Si cargamos manualmente es **muy importante** controlar los datos ingresados por si cometimos algún error de tipeo.



7. Mecanizamos la primera pieza tomando todos los recaudos necesarios para evitar colisiones por algún error de cálculo o programación. Incluso utilizando avanzados softwares de simulación pueden ocurrir imprevistos. Tenemos que tener en cuenta que ningún control ni simulación nos exime de la responsabilidad de realizar prudentemente nuestro trabajo.



8. Finalmente controlamos la pieza contrastando las medidas obtenidas con las especificaciones del plano. Realizamos las correcciones que sean necesarias hasta obtener una pieza OK y liberar la producción.



Let's work / A trabajar

**Activity 15 / Actividad 15**

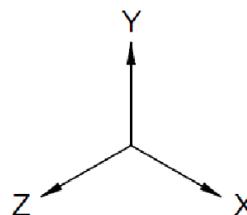
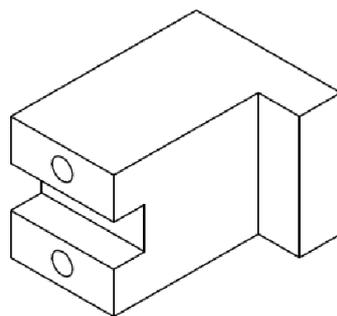
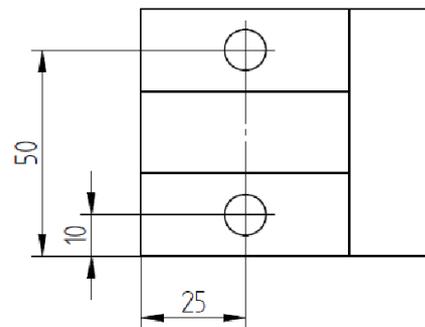
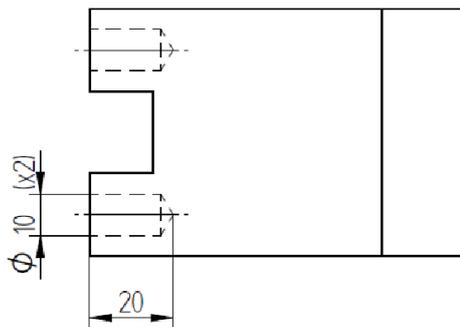
Respondamos las siguientes preguntas

- ¿Qué similitudes y diferencias existen entre una máquina convencional (torno o fresadora) y una con CNC?
- ¿Para qué tipo de trabajo son más aptas las máquinas CNC respecto a las convencionales?
- Expliquemos brevemente qué entendemos por Sistema de Coordenadas.
- Expliquemos la diferencia entre el sistema de coordenadas de la máquina y el sistema de coordenadas de la pieza.
- ¿Por qué es necesario compensar las dimensiones de la herramienta (largo y radio)?

**Activity 16 / Actividad 16**

En base a la pieza propuesta del Trabajo Práctico Integrador, realicemos un programa para perforar los dos agujeros de la cara "A".

- Propongamos la o las herramientas que consideremos adecuadas.
- Utilicemos los conceptos de cero de pieza y compensación de herramienta.
- Consideremos una velocidad de corte ( $V_c$ ) de 80 m/min y un avance por filo ( $F_z$ ) de 0.1 mm.
- Para este ejercicio no se considerará la sujeción de la pieza.
- Tengamos en cuenta el sistema de coordenadas adjunto para relacionar a qué eje pertenece cada cota y que signo lleva (+ o -).



## 5.4. Proceso de corte por láser

En el corte de piezas de chapa metálica la tecnología láser es una de las más utilizadas en los procesos del sector industrial, principalmente por su precisión y velocidad.

El corte con láser es una técnica que, a través de la energía térmica, es empleada para separar piezas de chapa metálica.

Durante el proceso de corte, el rayo láser concentra la luz sobre un punto de la superficie del material de trabajo elevando su temperatura hasta que se derrite o vaporiza. Una vez el rayo láser ha traspasado la superficie se inicia el proceso de corte, redirigiendo el rayo en los puntos determinados según la geometría seleccionada hasta separar por completo el material.

El proceso de corte está asistido por gas a alta presión que arrastra el material fundido fuera del surco de corte.

Entre las ventajas principales del corte láser se encuentran las siguientes:

- ✓ No existe contacto mecánico con el material.
- ✓ Proceso automatizado.
- ✓ Surco de corte pequeño (0.1 - 0.5mm) debido a la localización del haz.
- ✓ Altas velocidades de corte.
- ✓ Se pueden lograr ángulos agudos y gran nivel de detalle gracias a la reducida zona afectada térmicamente en el material.
- ✓ Se pueden cortar gran diversidad de materiales independientemente de su dureza.
- ✓ No se requiere matricería, solo planos digitales.

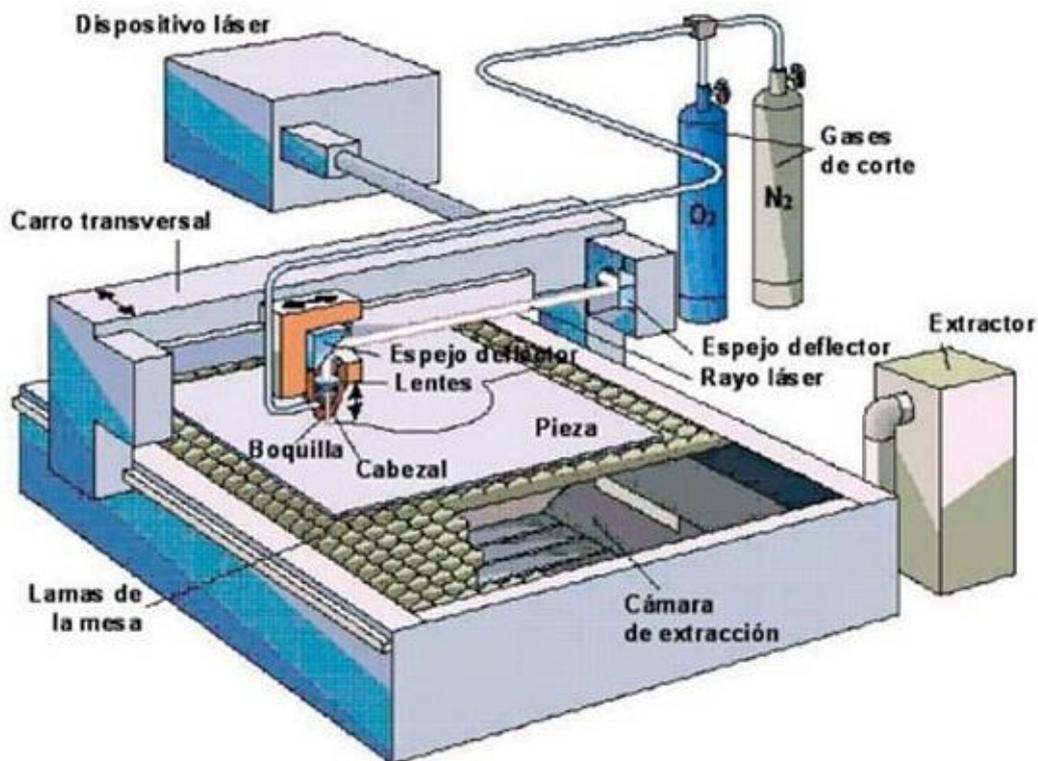
Entre los aspectos negativos se encuentran:

- ✓ El costo de los equipos de corte láser es muy elevado comparado con otras tecnologías de corte.
- ✓ La calidad de corte es óptima para espesores menores a 20mm. Para espesores mayores, la calidad de corte descende. Para espesores mayores se utiliza corte por plasma o chorro de agua con abrasivos.

### *Descripción del proceso*

Un equipo de corte por láser se compone generalmente de un resonador (lo que produce la radiación láser) y un sistema automatizado de posicionamiento que se mueve para lograr la geometría de corte deseada (se puede mover el cabezal, el material o una mezcla de ambos).

El haz láser se focaliza sobre o bajo la superficie del material mediante un lente que se encuentra dentro del cabezal de corte. Esta focalización del haz provoca una alta concentración de energía que calienta un cilindro de material, fundiendo y evaporando parte del mismo. La eliminación del material fundido se logra mediante un flujo de gas coaxial con el haz láser. El movimiento relativo entre el haz láser y el material es el que produce el surco de corte.



El gas de asistencia cumple las siguientes funciones en el proceso de corte:

- ✓ Elimina el material fundido y evaporado de la zona de corte.
- ✓ El uso de gas inerte protege de oxidación del borde del corte.
- ✓ El uso de gas reactivo aumenta la eficiencia del proceso.
- ✓ Elimina el plasma que se puede formar en la zona de corte, ayudando a mejorar la absorción de la energía en el material.

El proceso de corte láser es muy complejo y existen muchas variables que influyen en los resultados del corte, sin embargo, los principales factores a considerar son:

- ✓ Velocidad de avance (baja a medida que aumenta el espesor de corte).
- ✓ Potencia de corte.
- ✓ Lente de focalización (dependiendo del espesor y tipo de material).
- ✓ Posición del punto focal.
- ✓ Gas de asistencia (tipo de gas y presión).

El tipo de material tiene una influencia determinante en la absorción de la energía láser. El espesor máximo que puede ser cortado y la velocidad del proceso van a depender de este factor. Entre los materiales que pueden cortarse con láser se encuentran los plásticos, la madera, la goma, telas, cuero, acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, titanio, cobre, bronce y muchos más.



En el siguiente video podemos ver el proceso de corte por láser.

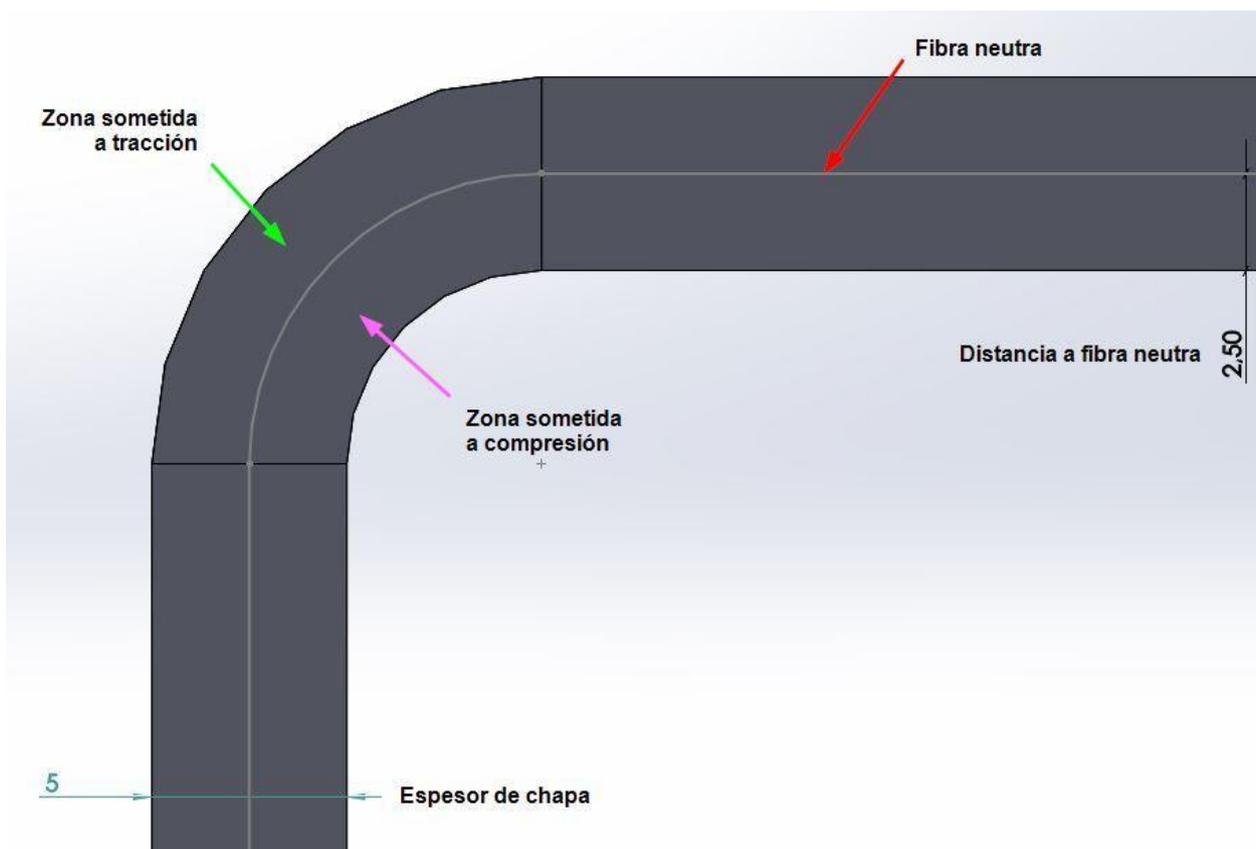
**Let's watch / Veamos:**



## 5.5 Proceso de Plegado por CNC

El plegado de chapa es un proceso de conformado por el que una pieza se transforma mediante la fuerza ejercida por una máquina especializada (Plegadora), produciendo una deformación plástica sobre un eje hasta lograr la forma geométrica deseada.

El plegado se ejecuta ejerciendo presión sobre la chapa; la cual va a depender del espesor y longitud de la misma. De esta forma se consigue que las fibras de la chapa se compriman en la zona interior y se traccionen en la zona exterior.



Deformación de las fibras en proceso de plegado.

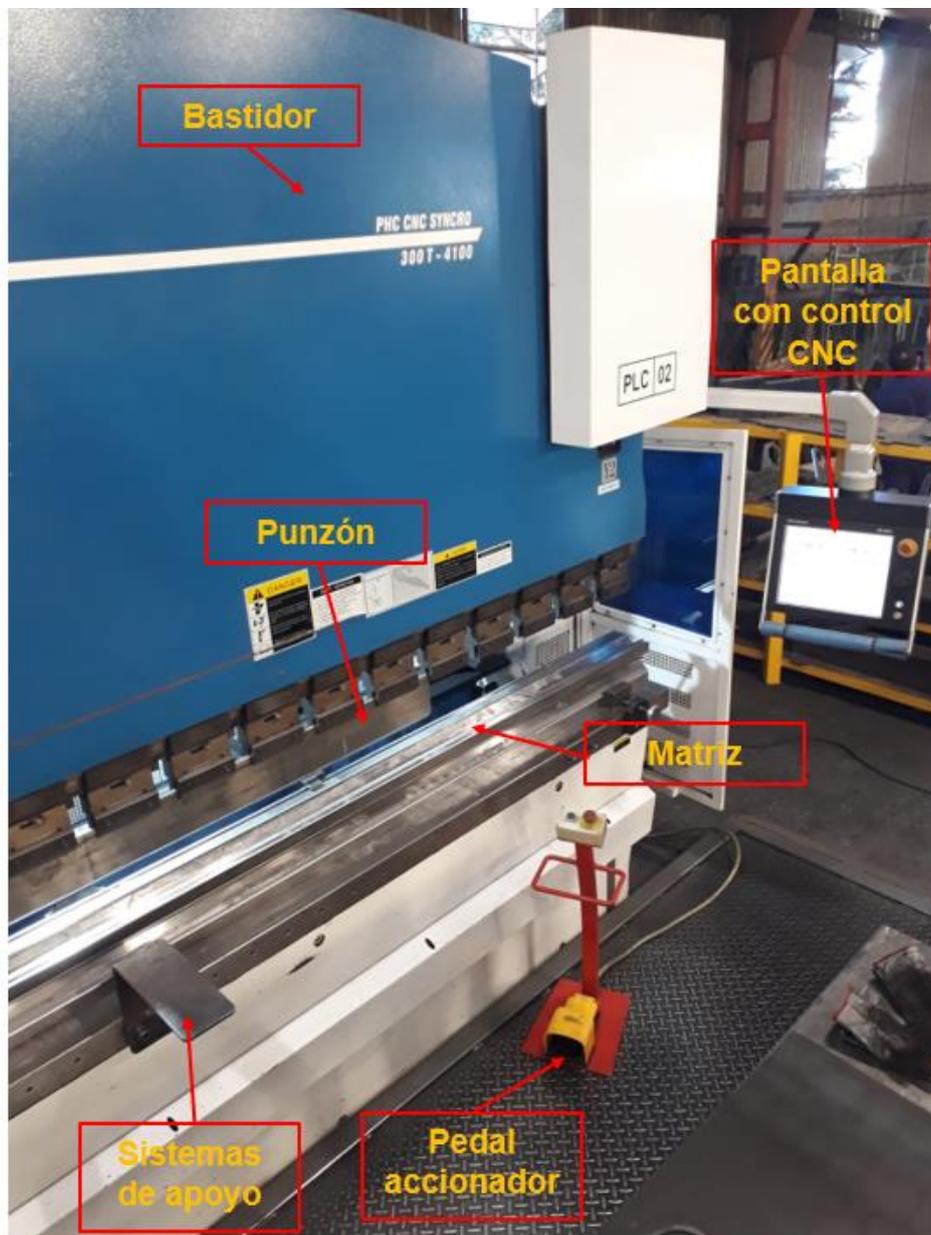
Los tipos de plegados más comunes son:

- Plegado de fondo o doblado en "V": es uno de los métodos más habituales ya que para un plegado de precisión no necesita mucha presión. El punzón ejerce presión sobre tres puntos de la chapa; es decir en los dos radios de la "V" (matriz) y en el radio del punzón.
- Plegado parcial o de borde: Este tipo de plegado se realiza para deformaciones con variedad de ángulos.
- Estampado: Es un tipo de plegado que se diferencia por una gran precisión y un radio más reducido. Permite velocidades de operación muy superior comparado con el plegado CNC tradicional. Este tipo de operación requiere de matricería y personal especializado.

## Partes principales

Las plegadoras CNC están formada por los siguientes elementos principales:

- Bastidor: posee todos los soportes necesarios para la colocación de los distintos elementos que van a componer la plegadora.
- Sistemas de apoyo: donde se apoya la chapa antes de ser doblada.
- Punzón: parte móvil de la herramienta, la cual empuja la chapa contra la matriz.
- Control numérico: controla los ejes de la máquina (movimiento del punzón, topes y sistemas de apoyo).
- Matriz: parte fija del utilaje de doblado. La pieza por su parte exterior adopta la forma de la matriz.
- Pedal accionador: Dispositivo que da la orden para el inicio de proceso.



Partes principales de la máquina.

## Proceso CNC (Control Numérico Computarizado)

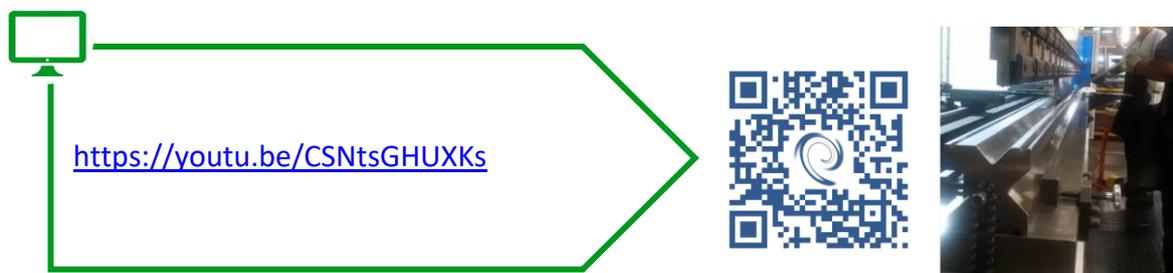
Una vez definidas qué piezas se realizarán en la plegadora CNC, el/la operario/a involucrado/a confeccionarán el programa de plegado en la pantalla incorporada al equipo y simularán la operación para garantizar que sea 100% factible de producir. En dicha simulación se corroborará que la capacidad de la máquina (toneladas) sea superior a la demandada por la pieza, que la pieza no tenga colisiones con el punzón, que los ángulos de plegado sean factibles de lograr, etc. Una vez asegurado el proceso se procederá con la fabricación en serie de la pieza.

Cabe destacar que las piezas que serán procesadas en plegadoras CNC, fueron previamente cortadas en máquinas de corte CNC (láser y/o plasma).

Las ventajas principales del plegado CNC con respecto al plegado convencional son: disminución de errores en las piezas, reducción de roturas de utilaje, mayor velocidad de trabajo y aseguramiento en la repetitividad de piezas.

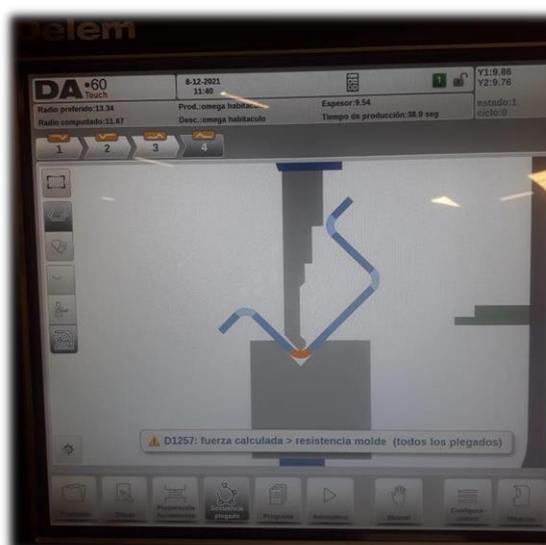
En este video podemos observar el proceso de plegado por CNC

Let's watch / Veamos:



### Ejemplo de programa de plegado CNC:

En la imagen siguiente se observa la simulación del perfil de pieza a fabricar. En este momento se estudia que no existan colisiones que comprometan al equipo. También se corrobora la fuerza necesaria de operación.



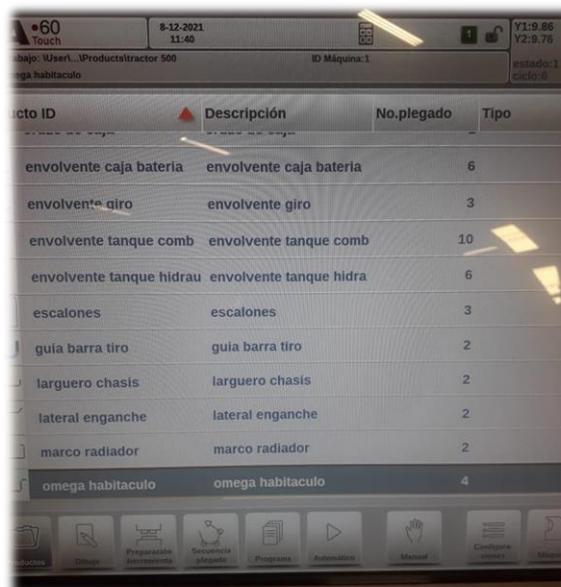
Simulación de plegado

En esta otra imagen se visualiza un programa CNC con todos los valores necesarios que el propio equipo calculó internamente.



Programa CNC lenguaje máquina

En la imagen siguiente se observa la base de datos propia del sistema. En ella se almacenan todos los programas de plegado que fueron confeccionados en esta máquina; de esta forma los usuarios pueden acceder y ejecutar el programa que necesiten.

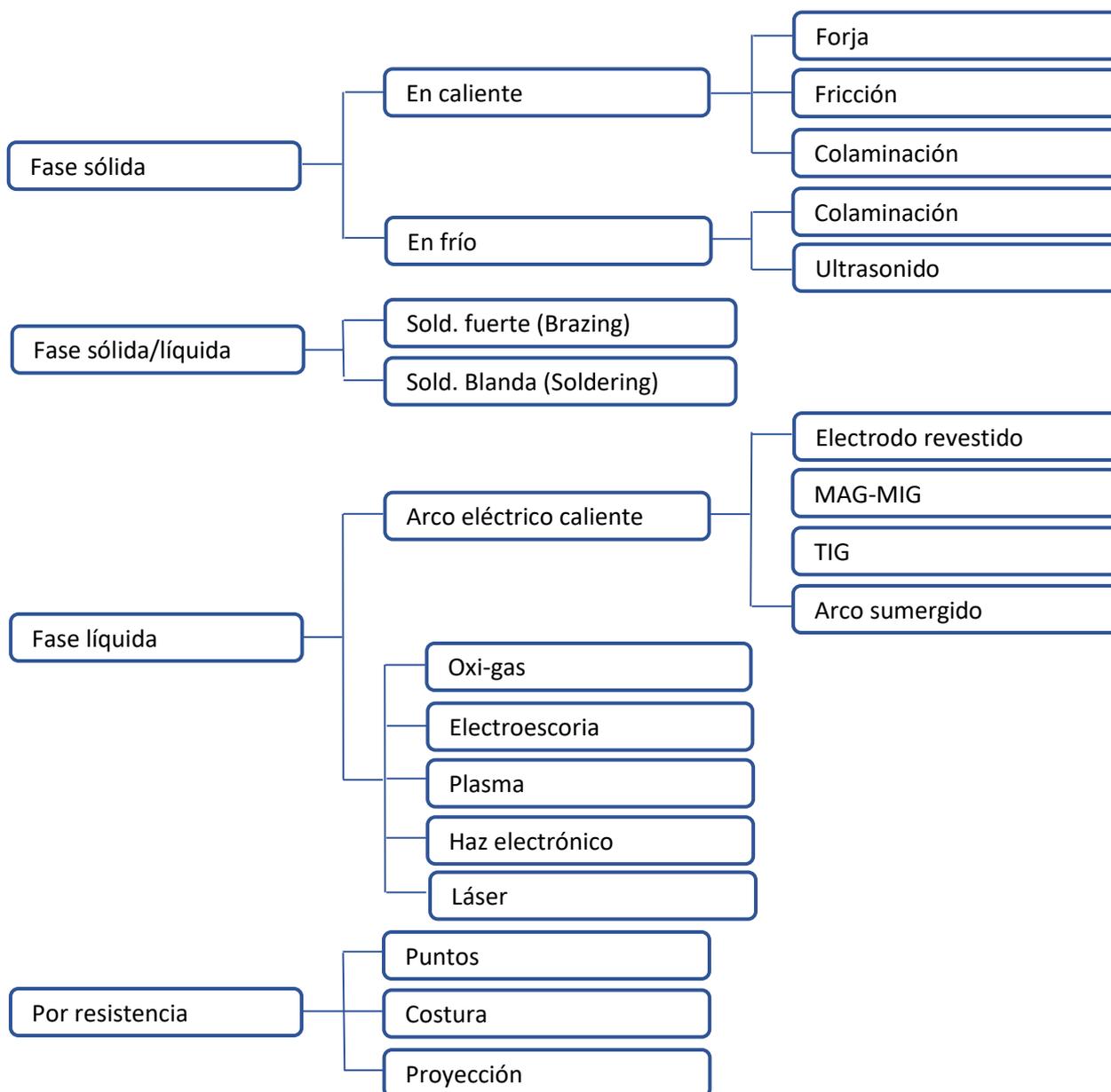


Base de datos de piezas

## 5.6. Proceso de soldadura

Esta zona en la que se produce un calentamiento decreciente desde la fusión hasta la temperatura inicial del metal base se conoce como ZAT (zona afectada térmicamente) o ZAC (zona afectada por el calor). Metalúrgicamente esta zona es tan importante como la zona de fusión del material debido a las contracciones y dilataciones que allí se producen, y las perturbaciones térmicas que se traducen en tensiones residuales que pueden producir deformaciones y/o fisuras.

Clasificación de los procesos de soldadura:



Principalmente nos detendremos a describir las soldaduras por arco eléctrico.

### 5.6.1. Soldadura por arco eléctrico

La soldadura por arco eléctrico requiere una fuente de energía eléctrica, la cual provee la f.e.m (fuerza electro motriz) necesaria para generar un arco eléctrico. Cuando el metal base es tocado por la punta del electrodo éste se pone incandescente provocando la emisión termoiónica liberando iones por la colisión de las moléculas con los gases que se encuentran entre el metal base y el electrodo; estos gases se desprenden del revestimiento del electrodo y del aire. Al alejarse el electrodo una columna de vapores ionizados llamada plasma, atraviesa el espacio intermedio y mantiene encendido el arco. Este arco aplica calor (altas temperaturas) en una zona localizada produciendo la fusión en una pequeña zona de la pieza, coincidente con el arco y el extremo del electrodo.

#### Sistema de soldadura por arco manual con electrodo revestido

El electrodo es revestido con material no metálico, las funciones del recubrimiento son las siguientes:

- ✓ Liberar el elemento de bajo potencial de ionización (Na o K) para establecer la atmósfera y el plasma conductor de los iones.
- ✓ Formar una atmósfera protectora contra la oxidación.
- ✓ Hacer que el arco eléctrico continúe cuando se usa corriente alterna ya que con la misma no se produce conducción cuando la corriente sinusoidal cruza por el punto cero del ciclo.
- ✓ Producir la escoria la cual evita que el cordón se oxide, elimine impurezas y actúa como aislante térmico para producir un enfriamiento lento del cordón de soldadura; ya que muchas veces debido a un enfriamiento rápido en aceros de alto contenido de carbono se produce un temple en la soldadura que trae como consecuencia fragilidad, tensiones y fisuras.
- ✓ Aportar los elementos de aleación, en los casos que son necesarios.

Los materiales de aporte pueden ser:

- ✓ Con ferroaleaciones (electrodos sintéticos), o
- ✓ Sin ferroaleaciones (electrodos puros).

Los electrodos para soldadura semiautomática pueden ser:

- ✓ Electrodo macizo.
- ✓ Electrodo hueco (que puede contener en su interior ferroaleaciones).

#### ➤ Ventajas y desventajas del proceso de soldadura manual con electrodo revestido

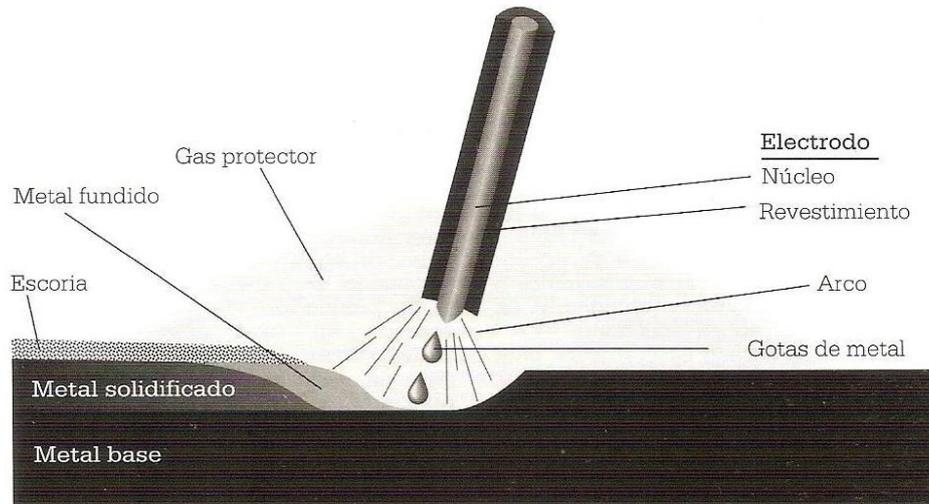
Ventajas

- ✓ Existe una amplia gama de electrodos con distintos tipos de recubrimientos lo que nos permite soldar materiales similares en composición con el electrodo. Además generar aportes de aleaciones para usos como recargues u otros.
- ✓ Tiene un rendimiento mayor que la soldadura oxiacetilénica y que la TIG.

### Desventajas

- ✓ Su uso se limita a pequeñas producciones como: reparaciones, mantenimiento, uso artesanal, etc.
- ✓ Los parámetros de soldadura son controlados por la mano del operador, lo que hace que sea un uso no automático con requerimientos de mano de obra calificada. Las principales variables de soldadura en este caso son: la distancia del arco eléctrico y la velocidad de soldadura.

Los elementos y dispositivos de este tipo de soldadura se muestran en la figura:



### Sistema de soldadura MAG – MIG



#### Let's define / Vamos definiendo

**MAG:** electrodo metálico con gas activo. Se suele utilizar CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> como gas protector (son más económicos que los gases inertes como el argón).

En este video podemos observar un proceso de soldadura por arco eléctrico caliente MAG-MIG.

#### Let's watch / Veamos:



Este sistema produce una soldadura más caliente y por lo tanto permite soldar mayores espesores que la MIG.

Tiene la desventaja de que a elevadas corrientes (A) produce salpicaduras.



### Let's define / Vamos definiendo

MIG: electrodo metálico con gas inerte. Por lo general se utiliza argón o helio como gas protector. Se utiliza para soldar cobre, aluminio, aceros inoxidable, aceros de alta aleación y otros. En general las características de estos sistemas denominados semiautomáticos son:

- ✓ Poseen electrodo continuo (electrodo desnudo) protegido por gases.
- ✓ El gas se aporta externamente.
- ✓ Se usa corriente continua (que mejora el arco eléctrico y la soldadura).
- ✓ Su denominación de semiautomática se debe a que se mantiene constante un parámetro más de soldadura. Gracias a la alimentación continua del electrodo, la distancia del arco y la velocidad de avance pueden mantenerse constantes. Adaptándose para trabajos automáticos y alta productividad (industria automotriz).

Las ventajas principales son la de gran velocidad de ejecución, ausencia de escorias, formación rápida del personal, soldadura en toda posición, cordones de buen aspecto, fácil control de la operación (el arco siempre es visible para el operador).

Las principales desventajas son la aplicación limitada a aleaciones disímiles debido a los pocos tipos de electrodos disponibles en el mercado o su alto costo de importación (caso de Argentina).

Los elementos y dispositivos de este tipo de soldadura se muestran en las siguientes figuras:

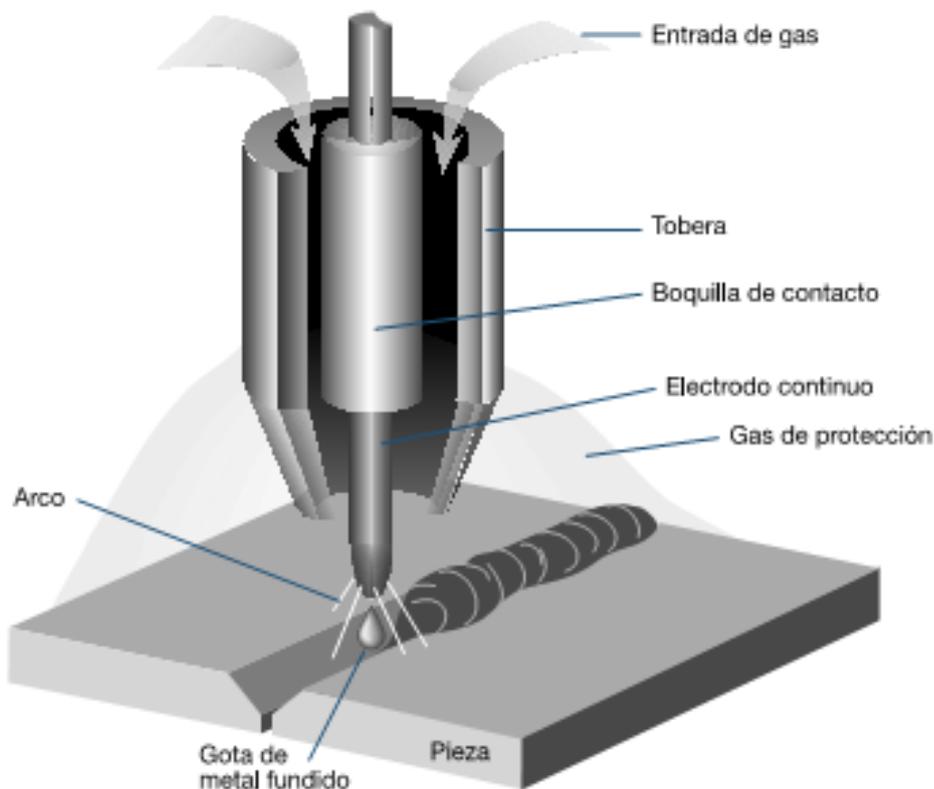
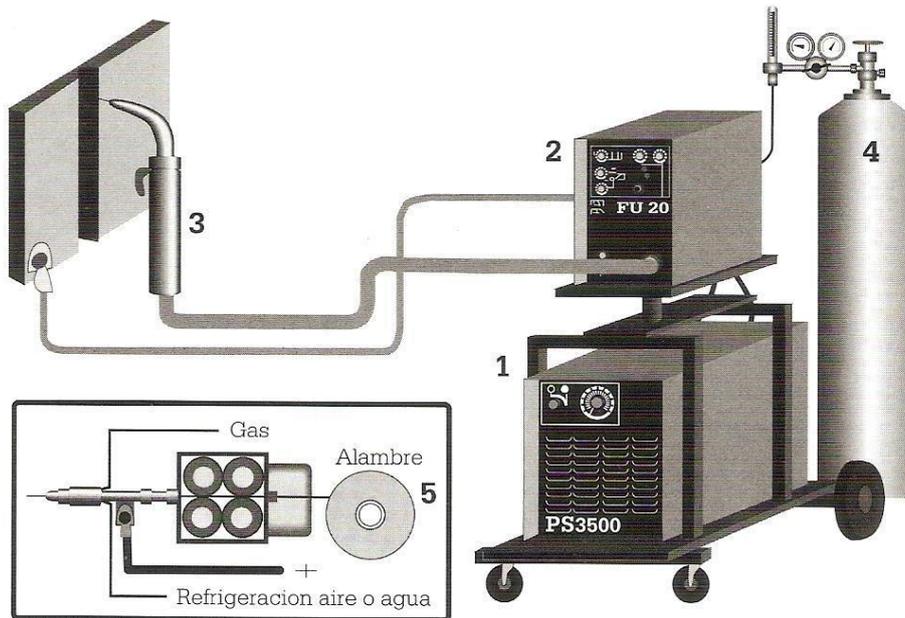


Diagrama esquemático de un equipo MIG

1. Máquina soldadora
2. Alimentador del alambre
3. Pistola de soldar
4. Gas protector
5. Carrete de alambre de tipo y diámetro específico

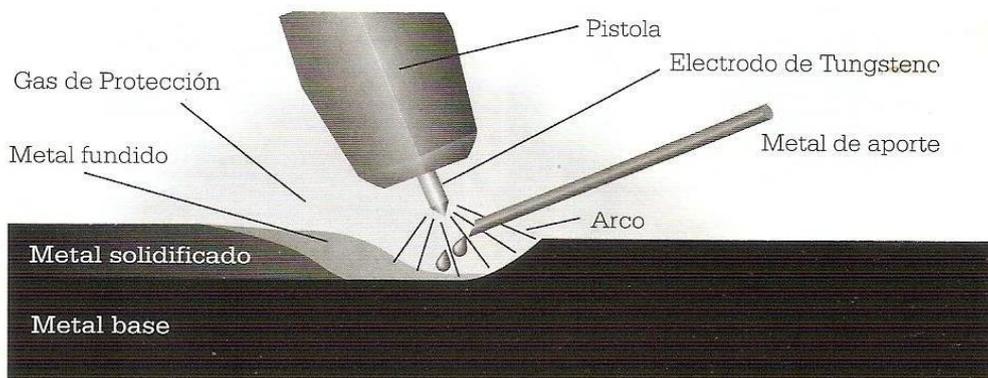


## Sistema de soldadura TIG

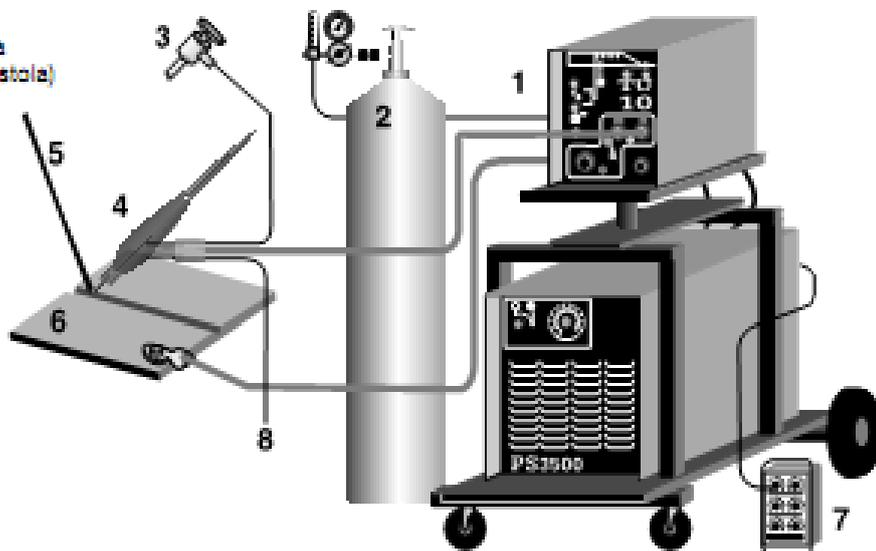
TIG: electrodo de tungsteno (no consumible) protegido por gas inerte.

Las características generales del sistema son las siguientes:

- ✓ Como gas inerte se utiliza generalmente argón.
- ✓ El arco eléctrico se establece entre la torcha (pistola) y el metal base.
- ✓ Se utiliza corriente continua (para aceros), corriente alterna (para aluminio) o también C.C – C.A en forma superpuesta.
- ✓ Se usan equipos de alta frecuencia.
- ✓ El material de aporte se coloca a mano, para ello las dos manos se ocupan durante la soldadura y la densidad de corriente se regula con un pedal a pie.
- ✓ Se pueden soldar espesores muy pequeños (décimas de milímetros).
- ✓ El operario debe ser calificado.
- ✓ La soldadura obtenida es de alta calidad.
- ✓ Se utiliza en bajas producciones, como por ejemplo en soldaduras de tanques a presión, industria aeronáutica, industria aeroespacial, etc.
- ✓ El equipo utilizado para este sistema se ilustra en las siguientes figuras siguientes:



1. Fuente de poder de corriente continua, con unidad de alta frecuencia incorporada
2. Gas de protección
3. Suministro de agua (enfriamiento de pistola)
4. Pistola
5. Material de aporte
6. Material base
7. Control remoto
8. Drenaje de agua

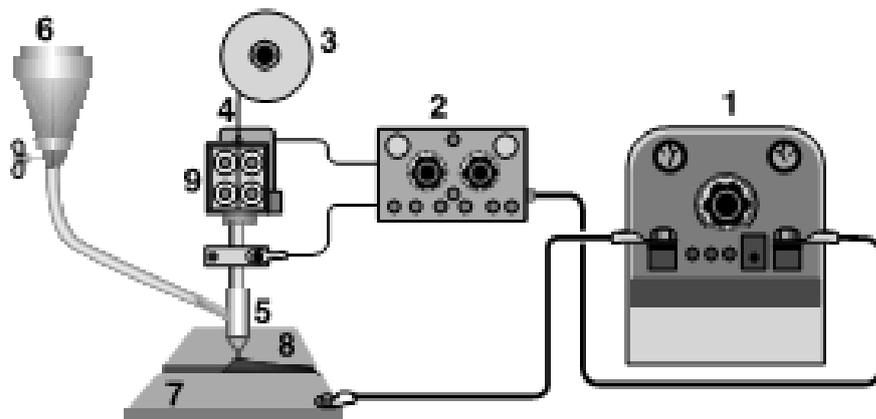
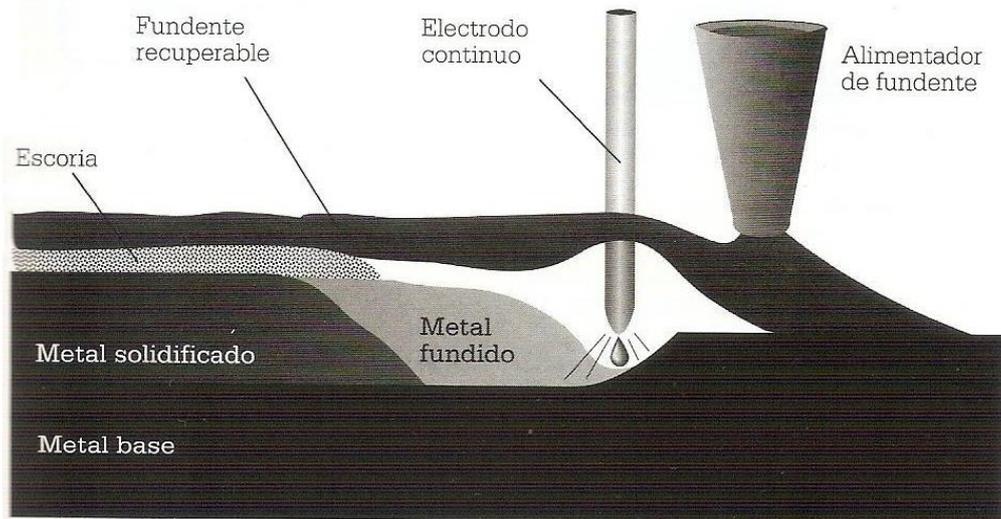


### Sistema de soldadura por arco sumergido

Las características generales son:

- ✓ Se utiliza un electrodo desnudo de alimentación continua, protegido con un fundente granulado que se descarga por una tolva en forma continua (reemplaza al gas inerte). El fundente que no es fundido durante el proceso de soldadura puede ser recuperado y reutilizado.
- ✓ El sistema utiliza electrodos de grandes diámetros.
- ✓ Son equipos grandes (de hasta 1000 A).
- ✓ Se utilizan para grandes cantidades de aporte y para grandes espesores.
- ✓ Son utilizados en la industria naval, industria minera, industria del gas y otras.
- ✓ Únicamente pueden realizarse soldaduras en posición horizontal.
- ✓ El sistema de soldadura es automático o robotizado.

Los elementos y dispositivos de este tipo de soldadura se muestran en las siguientes figuras:



1. Fuente de poder de CC o CA (100% ciclo de trabajo).
2. Sistema de control.
3. Portacarrete de alambre.
4. Alambre-electrodo.

5. Tobera para boquilla.
6. Recipiente portafundente.
7. Metal base.
8. Fundente.
9. Alimentador de alambre.

### 5.6.2. Proceso de Soldadura Robotizada

La soldadura robotizada consiste en la automatización del proceso de soldadura a través del uso de robots industriales.

El proceso de soldadura robotizada se realiza normalmente de manera automática, por lo que la intervención del operario suele ser mínima en este tipo de procesos.

La soldadura automatizada con robots industriales es ampliamente utilizada en el sector automotriz, debido a que trabajan con series largas, tiempos de ciclos cortos y donde se requieren grandes estándares de calidad y precisión. Estos robots pueden realizar cualquier tipo de soldadura, con independencia de las herramientas que se utilicen para ello.

Las ventajas que ofrece la soldadura robotizada frente a la soldadura manual son:

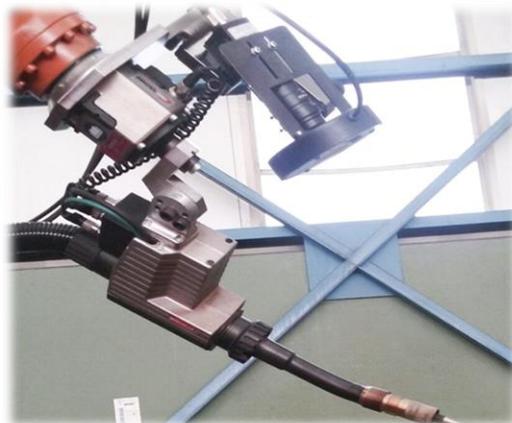
- ✓ Mayor capacidad productiva
- ✓ Mayor calidad del producto final
- ✓ Mejores condiciones de trabajo para el operario
- ✓ Rendimiento elevado
- ✓ Mayor precisión
- ✓ Retorno de la inversión en menor tiempo.

Tipos de soldadura robotizada:

- ✓ Soldadura Mig-Mag: Proceso de soldadura por arco. Desarrollo utilizado en estructuras de acero y aleaciones de aluminio. Se requiere de cierto trabajo manual.



- ✓ Soldadura Mig-Mag corregido con visión artificial: similar al anterior pero con un periférico corrector por medio de cámaras insertada en el robot.



- ✓ Soldadura láser: muy utilizada en la industria del automóvil se usa para el ensamblaje del cuerpo al unir las partes estampadas con calor.



- ✓ Soldadura por puntos: basada en la presión y en la temperatura. Se calienta una de las partes de las piezas a soldar por corriente eléctrica a temperaturas próximas a la fusión ejerciendo así presiones entre ellas.

La soldadura robotizada es uno de los procesos más exitosos del mundo, donde al menos un tercio de los robots instalados en las industrias son para procesos de soldadura.

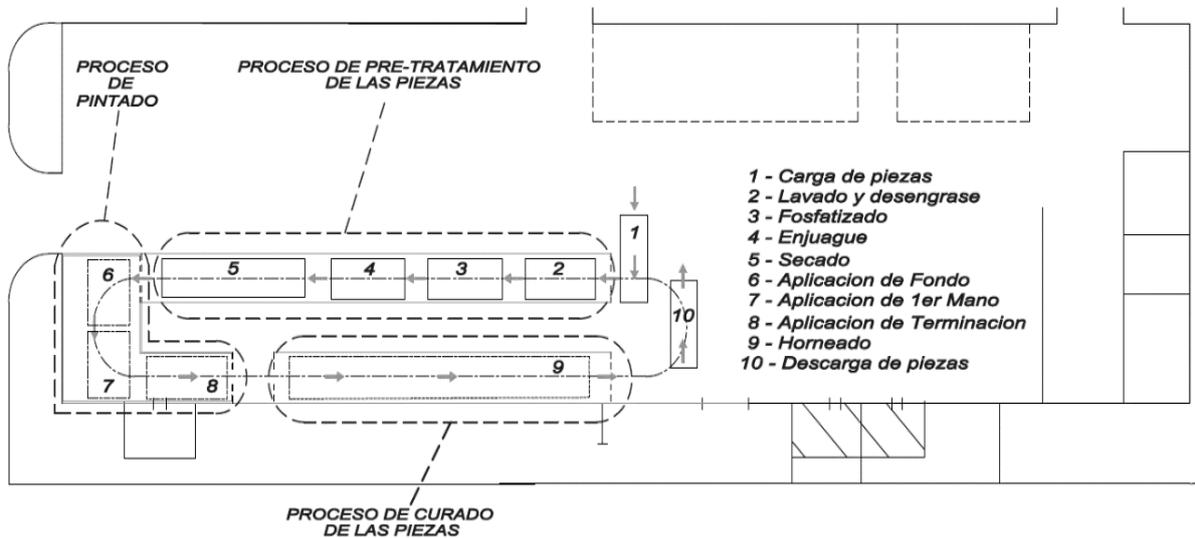
En este video podemos observar el proceso de soldadura robotizada.

**Let's watch / Veamos:**



## 5.7. Proceso de pintado

A través de este proceso se logra modificar el color de la pieza seleccionada. En la industria suele utilizarse el método de pintura al horno, ya que la misma le da mayor resistencia y duración a la pieza. Para poder realizarla de la manera correcta y lograr la calidad adecuada se deben seguir los siguientes pasos. El esquema demuestra una cadena del proceso de pintura.



1. **Carga de piezas:** Es la etapa inicial donde las piezas comienzan a transitar la cadena del proceso, el/la trabajador/a las coloca en una línea que se irá movilizand durante un período de tiempo.



2. **Lavado y desengrase:** Consiste en eliminar grasa, polvo o impurezas que se encuentren en la superficie de la pieza. De esta manera al aplicar las debidas capas de pintura compactará de forma correcta.

Al encontrar impurezas en la pieza o no realizar este proceso, la pintura no dará la misma tonalidad y quedarán grumos pegados haciendo que no se vea de la mejor manera estéticamente. Además, si esto llegase a ocurrir el objetivo no se cumpliría.

Después de pasar por la etapa de desengrase, es necesario utilizar agua limpia para enjuagar las partes antes de pasar al proceso de fosfatizado.



3. **Fosfatizado:** Este es un proceso, mediante el cual se forma una capa insoluble de fosfato sobre un sustrato de hierro, zinc o aluminio.

La importancia en la aplicación de un recubrimiento fosfático, recae en el pretratamiento del sustrato antes de pintar. Así todos los artículos fabricados y provenientes de hojas metálicas, serán tratados en esta forma.

El rol del recubrimiento fosfático, es proveer un sustrato de calidad como:

- ✓ Medio de retención de aceites anticorrosivos para protección del sustrato.
- ✓ Base para mejora del anclaje de la pintura en sustratos que requieren ser pintados y para prevención de la corrosión bajo la pintura.
- ✓ Medio de retención de aceites lubricantes para procesos de maquinado.

A continuación, se muestra cómo queda la superficie luego del paso 2 y luego del paso 3:



Desengrasado



Fosfatizado

4. **Enjuague:** Después que una superficie metálica recibe un recubrimiento de conversión (fosfatizado), ésta se enjuaga con agua para eliminar los productos químicos que no han reaccionado y se pueda aplicar un tratamiento posterior. El postratamiento puede aumentar la resistencia a la corrosión y la humedad en comparación con los recubrimientos de conversión sin enjuagues finales.

5. **Secado:** las piezas continúan por la cadena y son secadas a altas temperaturas, mientras transitan el túnel de secado, ubicado dentro de la zona de Proceso de pretratamiento según la imagen.



6. **Aplicación de fondo:** en esta etapa ya se comienza a pintar la pieza, luego de pasar por todos los tratamientos previos. Dicha tarea en algunos casos se realiza manualmente según la forma de las piezas y el sistema de pintura que se utilice en la industria, en otros casos es un proceso automatizado. Vienen por el túnel las piezas luego del secado y de ahí comienzan a ser pintadas.



7. **Aplicación de primera mano:** para que la pintura quede correctamente se necesita que el proceso de pintado se repita en varias ocasiones, por tal motivo luego de darle el fondo se realiza la primera mano de pintura.

8. **Aplicación de terminación:** para que dicho proceso vaya acabando se realiza el retoque final de pintura a las piezas. Luego ya continúan hacia la última etapa.



Como se observa los/las operarios/as que realizan estas tareas, cuentan con elementos de extrema seguridad, ya que están en constante contacto con el material que utilizan y los mismos no pueden ser inhalados ni estar en contacto con la piel. Esta tarea se ubica al fondo de la cadena de pintura, logrando de este modo un espacio acorde para poder realizar un trabajo correcto.

9. **Horneado:** luego de pasar por la etapa de pintado las piezas se secan en hornos durante unos 25 minutos aproximadamente, dependiendo del espesor de la chapa y de los esquemas de pintura, la temperatura es entre los 65°-70° hasta 135°-140° C. Para impedir la presencia de polvo al estar el aire filtrado, como para que la pintura sea mucho más dura.



10. **Descargue de piezas:** la última etapa es la de descargar las piezas ya listas para ser enviadas al sector de montaje, para ser ensambladas donde correspondan. Todo el proceso de una carga completa de la cadena dura aproximadamente 100 minutos.

## 5.8. Robótica

Ahora vamos a conocer sobre **robótica**, que si bien en sí no es un proceso (no hay transformación) pero es un medio de apoyo a los mismos.

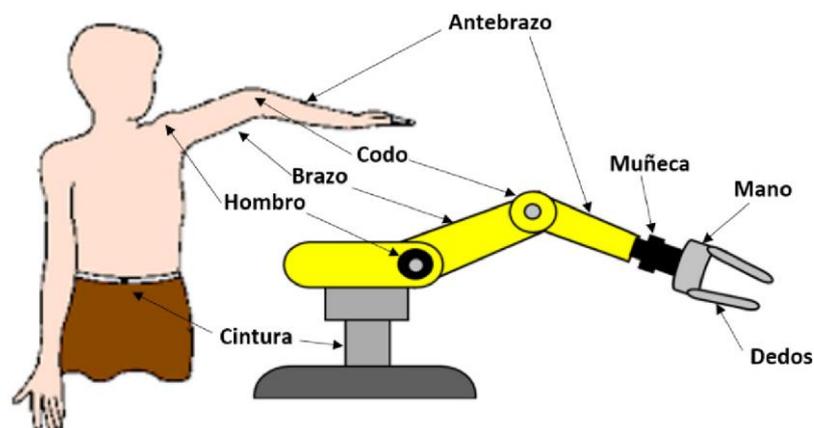
### Componentes

Un robot está formado por los siguientes elementos:

- ✓ estructura mecánica
- ✓ transmisiones
- ✓ actuadores
- ✓ sensores
- ✓ elementos terminales
- ✓ controlador

Aunque los elementos empleados en los robots no son exclusivos de éstos (máquinas herramientas y otras máquinas emplean tecnologías semejantes), las altas prestaciones que se exigen a los robots han motivado que en ellos se empleen elementos con características específicas.

La constitución física de la mayor parte de los robots industriales guarda cierta similitud con la anatomía de las extremidades superiores del cuerpo humano, por lo que, en ocasiones, para hacer referencia a los distintos elementos que componen el robot, se usan términos como cintura, hombro, brazo, codo, muñeca, etc.

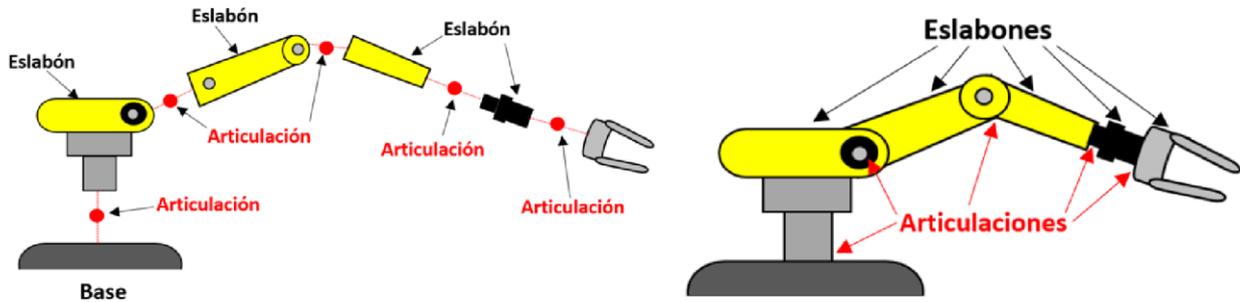


Los elementos que forman parte de la totalidad del robot son:

- ✓ Manipulador
- ✓ Controlador
- ✓ Dispositivos de entrada y salida de datos
- ✓ Dispositivos especiales

### 5.8.1 Manipulador

Mecánicamente, es el componente principal. Está formado por una serie de elementos estructurales sólidos o eslabones unidos mediante articulaciones que permiten un movimiento relativo entre cada dos eslabones consecutivos.



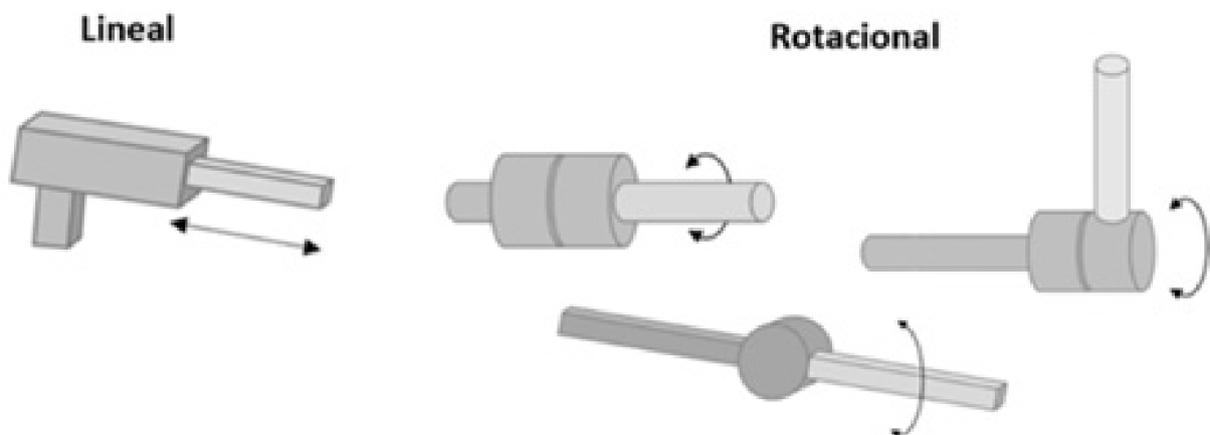
Las partes que conforman el manipulador reciben, entre otros, los nombres de: cuerpo, brazo, muñeca y actuador final (o elemento terminal). A este último se le conoce habitualmente como aprehensor, garra, plaza o gripper.

Cada articulación provee al robot de, al menos, un grado de libertad. En otras palabras, las articulaciones permiten al manipulador realizar movimientos:

- ✓ Lineales que pueden ser horizontales o verticales
- ✓ Angulares (por articulación)

Existen dos tipos de articulación utilizados en las juntas del manipulador:

- ✓ Prismática / lineal: junta en la que el eslabón se apoya en un deslizador lineal. Actúa linealmente mediante los tornillos sinfín de los motores, o los cilindros
- ✓ Rotacional: junta giratoria a menudo manejada por los motores eléctricos y las transmisiones, o por los cilindros hidráulicos y palancas.



El actuador final (gripper) es un dispositivo que se une a la muñeca del brazo del robot con la finalidad de activarlo para la realización de una tarea específica. La razón por la que existen distintos tipos de elementos terminales es, precisamente, por las funciones que realizan. Los diversos tipos podemos dividirlos en dos grandes categorías: pinzas y herramientas. Se denomina Punto de Centro de Herramientas (TCP, *Tool Center Point*) al punto focal de la pinza o herramienta. Por ejemplo, el TCP podría estar en la punta de la torcha de la soldadura.



Gripper



Torcha de soldadura

### 5.8.2. Controlador

Como su nombre indica, es el que regula cada uno de los movimientos del manipulador, las acciones, cálculos y procesamiento de la información. El controlador recibe y envía señales a otras máquinas-herramientas (por medio de señales de entrada/salida) y almacena programas.

Existen varios grados de control que son función del tipo de parámetros que se regulan, lo que da lugar a los siguientes tipos de controladores:

- ✓ De posición: el controlador interviene únicamente en el control de la posición del elemento terminal;
- ✓ Cinemático: en este caso el control se realiza sobre la posición y la velocidad;
- ✓ Dinámico: además de regular la velocidad y la posición, controla las propiedades dinámicas del manipulador y de los elementos asociados a él;
- ✓ Adaptativo: engloba todas las regulaciones anteriores y, además, se ocupa de controlar la variación de las características del manipulador al variar la posición.

Otra clasificación de control es la que distingue entre control en bucle abierto y control en bucle cerrado.

El control en bucle abierto da lugar a muchos errores, y aunque es más simple y económico que el control en bucle cerrado, no se admite en aplicaciones industriales en las que la exactitud es una cualidad imprescindible. La inmensa mayoría de los robots que hoy día se utilizan con fines industriales se controlan mediante un proceso en bucle cerrado, es decir, mediante un bucle de realimentación. Este control se lleva a cabo con el uso de un sensor de la posición real del elemento terminal del manipulador. La información recibida desde el sensor se compara con el valor inicial deseado y se actúa en función del error obtenido de forma tal que la posición real del brazo coincida con la que ese había establecido inicialmente.

### 5.8.3. Dispositivos de entrada y salida

Los más comunes son: teclado, monitor y caja de comandos (teach pendant). En el dibujo se tiene un controlador (computer module) que envía señales a los motores de cada uno de los ejes del robot y la caja de comandos (teach pendant) la cual sirve para enseñarle las posiciones al manipulador del robot.

La siguiente figura muestra un *teach pendant* para un tipo de robot industrial.



Los dispositivos de entrada y salida permiten introducir y, a su vez, ver los datos del controlador. Para mandar instrucciones al controlador y para dar de alta programas de control, comúnmente se utiliza una computadora adicional. Es necesario aclarar que algunos robots únicamente poseen uno de estos componentes. En estos casos, uno de los componentes de entrada y salida permite la realización de todas las funciones.

Las señales de entrada y salida se obtienen mediante tarjetas electrónicas instaladas en el controlador del robot las cuales le permiten tener comunicación con otras máquinas-herramientas.



Se pueden utilizar estas tarjetas para comunicar al robot, por ejemplo, con las máquinas de control numérico (torno). Estas tarjetas se componen de relevadores, los cuales mandan señales eléctricas que después son interpretadas en un programa de control. Estas señales nos permiten controlar cuando debe entrar el robot a cargar una pieza a la máquina, cuando deben empezar a funcionar la máquina o el robot, etc.

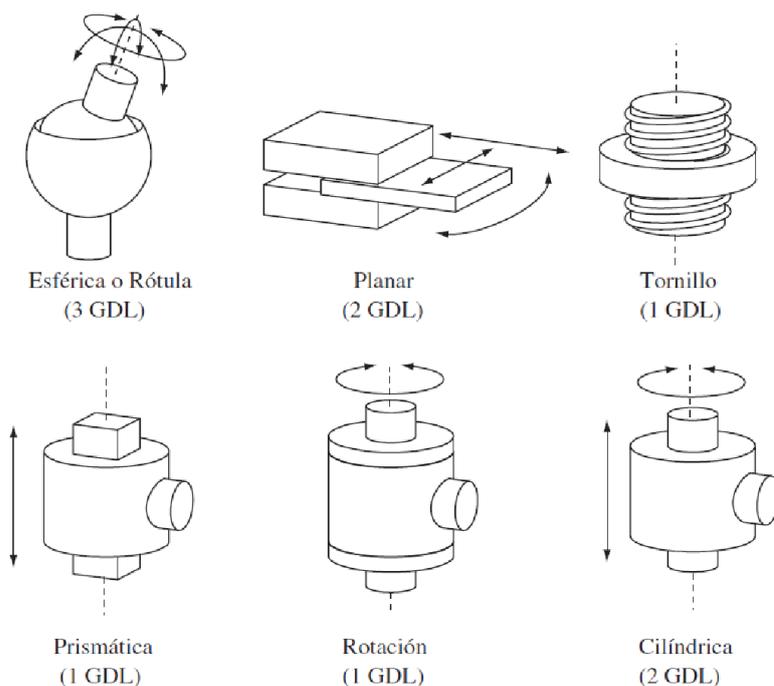
#### 5.8.4. Principales características de los Robots

A continuación, se describen las características más relevantes propias de los robots y se proporcionan valores concretos las mismas, para determinados modelos y aplicaciones.

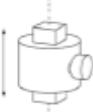
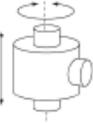
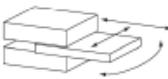
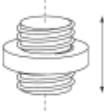
- ✓ Grados de libertad
- ✓ Espacio de trabajo
- ✓ Precisión de los movimientos
- ✓ Capacidad de carga
- ✓ Velocidad
- ✓ Tipos de actuadores
- ✓ Programabilidad

#### Grados de libertad (GDL)

Cada uno de los movimientos independientes (giros y desplazamientos) que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior. Son los parámetros que se precisan para determinar la posición y la orientación del elemento terminal del manipulador. El número de grados de libertad del robot viene dado por la suma de los GDL de las articulaciones que lo componen. Las articulaciones empleadas suelen ser únicamente de rotación y prismáticas, con un solo grado de libertad cada una, el número de GDL del robot suele coincidir con el número de articulaciones que lo componen. Puesto que para posicionar y orientar un cuerpo de cualquier manera en el espacio son necesarios seis parámetros, tres para definir la posición y tres para la orientación, si se pretende que un robot posicione y oriente su extremo (y con él la pieza o herramienta manipulada) de cualquier modo en el espacio, se precisará al menos seis grados de libertad.



Un mayor número de grados de libertad conlleva un aumento de la flexibilidad en el posicionamiento del elemento terminal. Aunque la mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 GDL, como las de la soldadura, mecanizado y paletización, otras más complejas requieren un número mayor, tal es el caso en las labores de montaje. Si se trabaja en un entorno con obstáculos, el dotar al robot de grados de libertad adicionales le permitirá acceder a posiciones y orientaciones de su extremo a las que, como consecuencia de los obstáculos, no hubieran llegado con seis grados de libertad. Otra situación frecuente es dotar de un grado de libertad adicional que le permita desplazarse a lo largo de un carril aumentando así el volumen del espacio al que puede acceder. Tareas más sencillas y con movimientos más limitados, como las de la pintura y paletización, suelen exigir 4 ó 5 GDL. Cuando el número de grados de libertad del robot es mayor que los necesarios para realizar una determinada tarea se dicen que el robot es redundante. Observando los movimientos del brazo y de la muñeca, podemos determinar el número de grados de libertad que presenta un robot. Generalmente, tanto en el brazo como en la muñeca, se encuentra un abanico que va desde uno hasta los tres GDL. Los grados de libertad del brazo de un manipulador están directamente relacionados con su anatomía o configuración.

ESQUEMA	ARTICULACION	GRADO DE LIBERTAD
	<b>ROTACIONAL.</b> Suministra un grado de libertad, consistente en una rotación alrededor del eje de la articulación (es la más empleada).	1
	<b>PRISMÁTICA.</b> El grado de libertad consiste en una traslación a lo largo del eje de la articulación.	1
	<b>CILÍNDRICA.</b> Existen 2 grados de libertad que son: Uno es rotación y el otro es traslación.	2
	<b>PLANAR.</b> Se caracteriza por el movimiento de desplazamiento en un plano, existiendo 2 grados de libertad.	2
	<b>ESFÉRICA O RÓTULA.</b> Combinan 3 giros en 3 direcciones perpendiculares al espacio.	3
	<b>TORNILLO.</b> El grado de libertad consiste en la traslación a lo largo de un eje roscado.	1

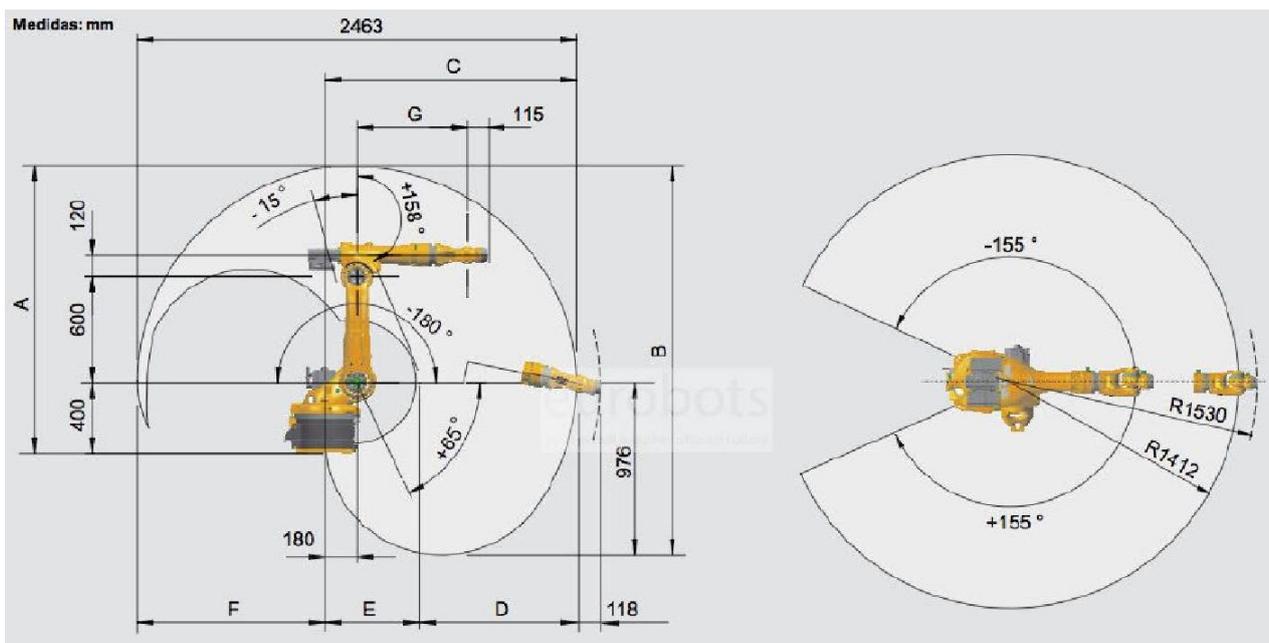
## Espacio (volumen) de trabajo

Las dimensiones de los elementos del manipulador, junto a los grados de libertad, definen la zona de trabajo del robot, característica fundamental en las fases de selección e implantación del modelo adecuado. La zona de trabajo se subdivide en áreas diferenciadas entre sí por la accesibilidad específica del elemento terminal (aprehensor o herramienta), es diferente a la que permite orientarlo verticalmente o con el determinado ángulo de inclinación.

También queda restringida la zona de trabajo por los límites de giro y desplazamiento que existen en las articulaciones.

El volumen de trabajo de un robot se refiere únicamente al espacio dentro del cual puede desplazarse el extremo de su muñeca. Para determinar el volumen de trabajo no se toma en cuenta el actuador final. La razón de ello es que a la muñeca del robot se le pueden adaptar grippers de distintos tamaños.

Para determinar el volumen de trabajo de un robot industrial, el fabricante generalmente indica un plano con los límites de movimiento que tiene cada una de las articulaciones del robot, como en el siguiente caso:



## Precisión de los movimientos

La precisión de movimiento de un robot industrial depende de tres factores:

- ✓ resolución espacial: se define como el incremento más pequeño de movimiento en que el robot puede dividir su volumen de trabajo.

A través del teach pendant podemos seleccionar el eje que queremos mover y la distancia linear o angular y además podemos especificar la unidad mínima de desplazamiento según una escala: 10, 1, 0.1, 0.01 (milímetros o grados según el caso).

La resolución espacial depende de dos factores: los sistemas que controlan la resolución y las inexactitudes mecánicas.

Las inexactitudes mecánicas se encuentran estrechamente relacionadas con la calidad de los componentes que conforman las uniones y las articulaciones. Como ejemplos de inexactitudes mecánicas pueden citarse la holgura de los engranajes, las tensiones en las poleas, las fugas de fluidos, etc.

- ✓ exactitud: se refiere a la capacidad de un robot para situar el extremo de su muñeca en un punto señalado dentro del volumen de trabajo. Mide la distancia entre la posición especificada, y la posición real del actuador terminal del robot. Mantiene una relación directa con la resolución espacial, es decir con la capacidad del control del robot de dividir en incrementos muy pequeños el volumen de trabajo.

Un robot presenta una mayor exactitud cuando su brazo opera cerca de la base. A medida que el brazo se aleja de la base, la exactitud se irá haciendo menor. Esto se debe a que las inexactitudes mecánicas se incrementan al ser extendido el brazo. Otro factor que afecta la exactitud es el peso de la carga: las cargas más pesadas reducen la exactitud (al incrementar las inexactitudes mecánicas). El peso de la carga también afecta la velocidad de los movimientos del brazo y la resistencia mecánica.

- ✓ Repetibilidad: se refiere a la capacidad del robot de regresar al punto programado las veces que sean necesarias. Esta magnitud establece el grado de exactitud en la repetición de los movimientos de un manipulador al realizar una tarea programada.

Por ejemplo, en labores de ensamblaje de piezas, dicha característica ha de ser menor a 0,1 mm. En soldadura, pintura y manipulación de piezas, la precisión en la repetibilidad está comprendida entre 1 y 3 mm y en las operaciones de mecanizado, la precisión ha de ser menor de 1 mm.

Los errores al azar (fricción, torcimiento estructural, la dilatación térmica) que aumentan conforme el robot opera e impiden al robot volver a la misma situación exacta, pueden asociarse a una distribución de probabilidad sobre cada punto.



## Let's work / A trabajar

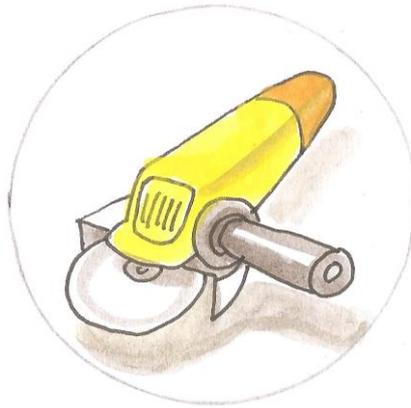
### Activity 17 / Actividad 17

Seleccionemos una pieza o producto de nuestro entorno habitual y tomémosle una foto. A continuación, escribamos un breve texto expositivo que explique por cuáles procesos consideramos que pasó para llegar a ese resultado final.





# Metalmecánica



## Capítulo 6 Lectura e interpretación de planos

## Índice

6.1. Introducción al dibujo técnico (Normas IRAM) .....	179
6.1.1. Letras y números normalizados (Norma IRAM 4503) .....	179
6.1.2. Líneas (Norma IRAM 4502).....	180
6.1.3. Perspectivas (IRAM 4540).....	183
6.1.4. Escalas lineales para construcciones civiles y mecánicas.....	185
6.1.5. Vistas (IRAM 4501) .....	187

## 6.1. Introducción al dibujo técnico (Normas IRAM)

El dibujo técnico es la forma de representar gráficamente piezas, herramientas, máquinas y otros objetos bajo normas estandarizadas. Para introducirnos en las normas del Dibujo Técnico debemos conocer algunas definiciones necesarias para una mejor elaboración, lectura e interpretación de croquis y planos.

La normalización es un elemento fundamental a la hora de elaborar, leer e interpretar un croquis o un plano, ya que fija patrones estándares que permiten la codificación y decodificación independientemente de quién lo haga.



### Glossary / Glosario

**Norma:** Regla que se debe seguir o a la que se deben ajustar las operaciones.

**Estándar:** Tipo, modelo o patrón.

**Estandarizar:** Tipificar, ajustar a un tipo, modelo o norma.



### Did you know...? / ¿Sabías que...?

En nuestro país el Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM) es el organismo encargado de elaborar y diseñar las normas a los efectos de estandarizar, en este caso, las características del Dibujo Técnico.

### 6.1.1. Letras y números normalizados (Norma IRAM 4503)

A los efectos de obtener una lectura uniforme, la norma de referencia prevé letras y números normalizados a 75° y a 90°.

#### Altura de las mayúsculas:

- ✓ En títulos: 5 mm
- ✓ En textos normales: 3,5 mm

#### Altura de las minúsculas:

Aproximadamente  $\frac{3}{4}$  parte de la altura de las mayúsculas.



### Useful tip / Una ayudita

Las letras normalizadas se hacen con líneas anchas y fuertes. El espacio entre las letras es pequeño.



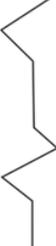
*Letras y números normalizados*

### 6.1.2. Líneas (Norma IRAM 4502)

A los efectos de poder representar y visualizar en un dibujo, croquis o plano todos los detalles que posee una pieza, la norma prevé la utilización de distintos tipos de líneas con respecto a su espesor y forma.

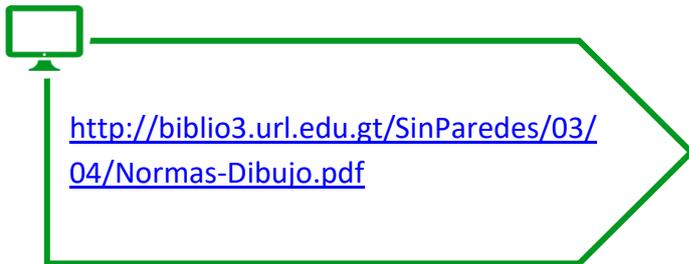
Los tipos de líneas, la proporción de sus espesores y su aplicación, son los indicados en la siguiente tabla:

## LINEAS

Tipo	Representación	Designación	Espesor	Proporción	Aplicación
A		continua	gruesa	1	contorno visible
B		continua	fina	0,2	1. línea de cota y auxiliares 2. rayados en cortes y secciones 3. contornos y bordes imaginarios 4. contornos de secciones rebatidas, interpoladas, etc.
C					interrupción áreas grandes
D					interrupción en cortes parciales
E		de trazos	media	0,5	contornos ocultos
F		trazo largo y trazo corto	fina	0,2	1. ejes de simetría 2. posiciones extremas de piezas móviles 3. líneas de centros y circunferencias primitivas de engranajes
G		trazo largo y trazo corto	gruesa y media	1 0,5	indicación de cortes y secciones
H		trazo largo y trazo corto	gruesa	1	indicación de incremento o demasía

En el siguiente link podemos acceder al texto del Manual de normas de aplicación para dibujo técnico del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM).

Let's read / Leamos:



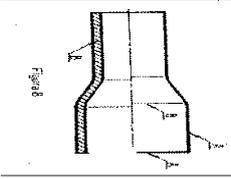
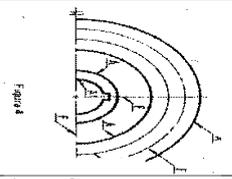
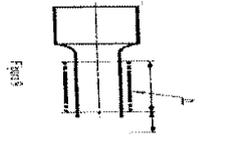
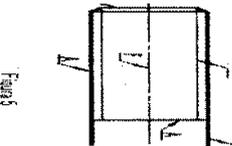
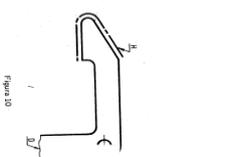
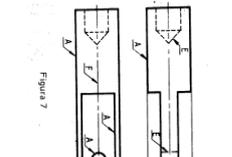
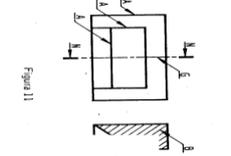
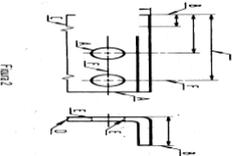
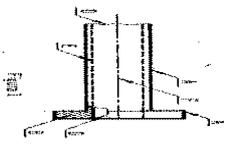
INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES

MANUAL DE NORMAS DE APLICACION PARA DIBUJO TECNICO

 Let's work / A trabajar

**Activity 18 / Actividad 18**

A continuación, se presentan algunos ejemplos de aplicación. Los observemos con detenimiento y escribamos al lado de cada uno las características que podemos leer en función de la información vertida por la tabla anterior.

figura	Explicación según su criterio	Nº figura	Explicación según su criterio
			
			
			
			
			

### 6.1.3. Perspectivas (IRAM 4540)

Para visualizar la mayor cantidad de detalles que contiene una pieza en una sola vista, la norma contempla la posibilidad de utilizar representación de vistas en perspectivas.



#### Let's define / Vamos definiendo

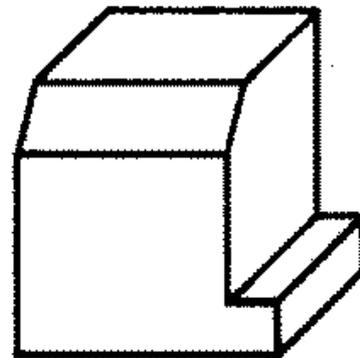
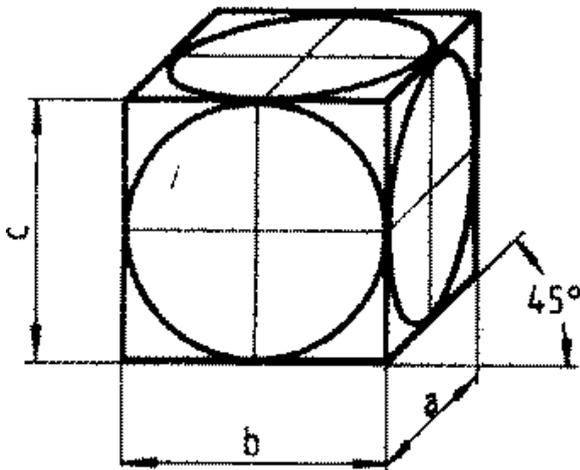
**Vista:** Es la proyección ortogonal, sobre un plano, de un cuerpo o pieza situado entre el plano y el observador. Es la forma más utilizada para la representación de la información técnica. En este tipo de dibujo las medidas son reales o en escala.

Para poder lograr una vista en perspectiva es necesario utilizar un buen sentido de la proporción. Las representaciones en perspectivas se denominan también proyecciones paralelas porque las aristas de enfrente se dibujan en forma paralela.

Las perspectivas muestran a la vez tres vistas de una pieza. Hay distintos tipos de perspectiva. Veamos algunos ejemplos:

#### Perspectiva caballera:

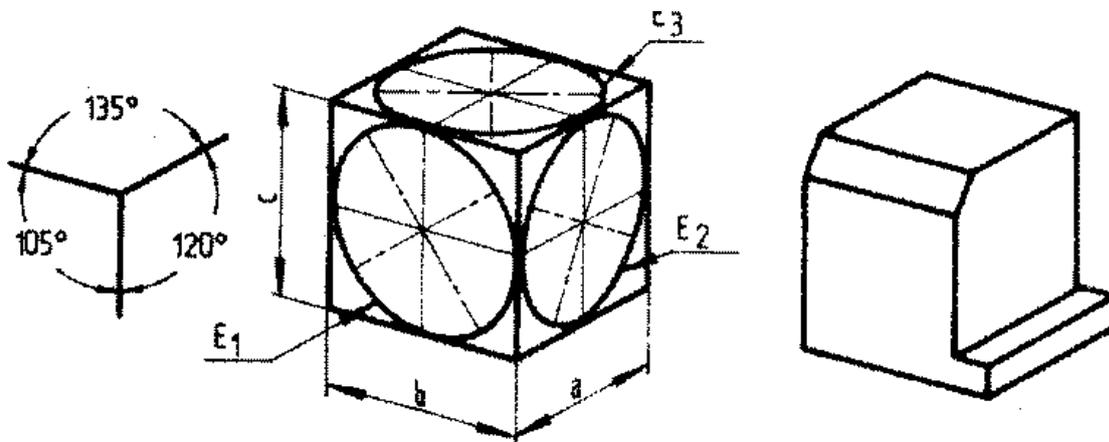
Es una perspectiva no normalizada, y es la manera más simple de representar una pieza en tres dimensiones. La vista de frente se dibuja a escala, las aristas que dan la profundidad se reducen a la mitad y se dibujan a 45°. De las cuatro perspectivas posibles debe preferirse la primera. Ésta muestra la pieza en vista de frente, superior y lateral izquierda.



*Perspectiva caballera*

### Perspectiva dimétrica:

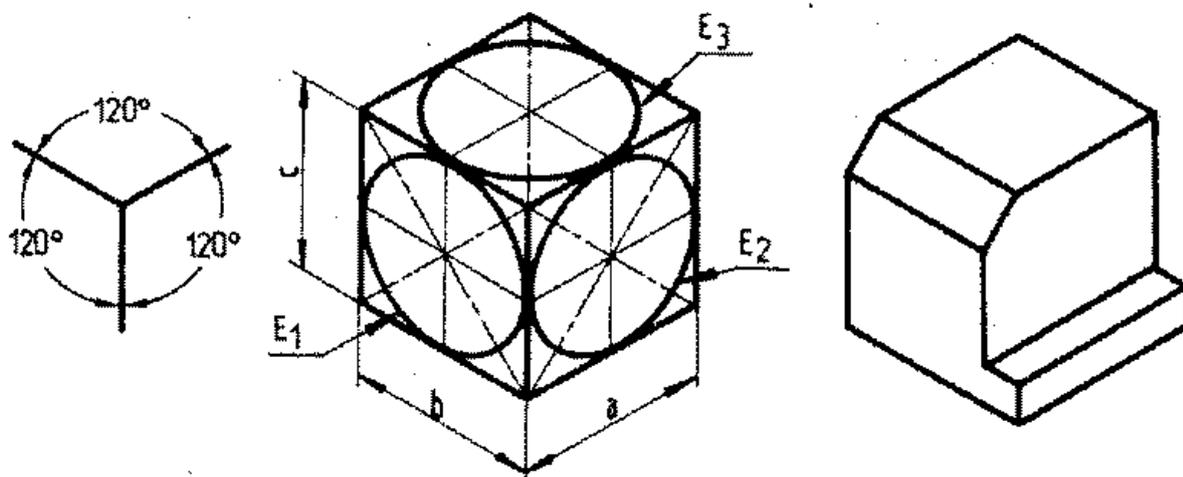
En esta perspectiva las aristas horizontales de la vista de frente se dibujan con una inclinación de  $7^\circ$ . Las aristas que dan la profundidad se reducen a la mitad y se dibujan a  $42^\circ$ .



*Perspectiva dimétrica*

### Perspectiva isométrica:

En esta perspectiva se dibujan todas las longitudes en escala. Las aristas de las vistas de frente se dibujan a  $30^\circ$ . Las aristas que dan la profundidad se dibujan (sin reducir) también en un ángulo de  $30^\circ$ .



*Perspectiva isométrica*

#### 6.1.4. Escalas lineales para construcciones civiles y mecánicas

Algunas piezas son tan grandes o tan pequeñas que resulta difícil representarlas en su dimensión real. Por ello se las representa más pequeñas o más grandes, utilizando una escala.



#### Useful tip / Una ayudita

Vimos algunos tipos de escala en el Módulo 4 en Matemáticas.



#### Let's define / Vamos definiendo

**Escala:** Es la relación aritmética entre las medidas del dibujo que se indican en el numerador, y las respectivas medidas del cuerpo o pieza que se indican en el denominador.

En una escala lineal, la cantidad a representar corresponde a una magnitud lineal.

En una escala lineal, entonces, el parámetro de medida de las magnitudes representadas está dentro del Sistema de Medida de Longitud. Por ejemplo, para expresar que las dimensiones de una pared son tres metros de largo por dos de alto: ( $2\text{m} \times 3\text{m} = 6\text{m}^2$ )

En las escalas lineales, la unidad de medida (centímetros, metros, kilómetros) del numerador y la del denominador será la misma, debiendo quedar, en consecuencia, indicada en la escala solamente por relación de los números, simplificada de modo que el menor sea la unidad

Ejemplo:

10 cm                  1 cm                  1  
500cm                  50 cm                  50                  1:50

Esto sería algo como que a 1cm del dibujo se corresponden 50cm de la pieza real

La Norma ISO 4505 contempla tres tipos de escalas:

**Escala natural:** Es la escala lineal en la cual las dimensiones del dibujo son iguales a las del cuerpo o pieza.

**Escala de reducción:** Es la escala lineal en la cual las dimensiones del dibujo son menores que las respectivas dimensiones del cuerpo o pieza.

**Escala de ampliación:** Es la escala lineal en la cual las dimensiones del dibujo son mayores que las respectivas del cuerpo o pieza.

Tomemos como ejemplo la primera de cada una que encontramos en la tabla que se encuentra más abajo.

- 1:5 significa que a 1 centímetro del dibujo se corresponden 5 centímetros en la realidad de la pieza.

- 2:1 significa que a dos centímetros del dibujo se corresponden 1 centímetro en la realidad de la pieza.

Las escalas lineales que se usarán son las que se indican en la tabla que sigue a continuación.

Clase	Construcciones Mecánicas	Construcciones civiles
	Escalas	Escalas
Reducción	1:5	1:2,5
	1:10	1:5
	1:20	1:10
	1:50	1:20
	1:100	1:50
	1:200	1:100
	1:500	1:200
	1:1000	1:500
Natural		1:1
Reducción	2:1	3:1
	5:1	4:1
	10:1	10:1

## Let's work / A trabajar

### Activity 19 / Actividad 19

- Midamos una silla con un centímetro o cinta métrica y escribamos a continuación cuál sería la escala más conveniente para representarla en una hoja de tamaño A4.
- Ahora realicemos el mismo ejercicio con un tornillo, utilizando un instrumento de medición adecuado.



### Did you know...? / ¿Sabías que...?

Para dibujar una pieza a escala se utiliza un elemento o regla llamada escalímetro, que tiene impresas varias escalas según el modelo:

- **Escalímetro** con 6 escalas de reducción:

1:20 – 1:25 – 1:50 – 1:75 – 1:100 – 1:125

- **Escalímetro** con 4 escalas de ampliación

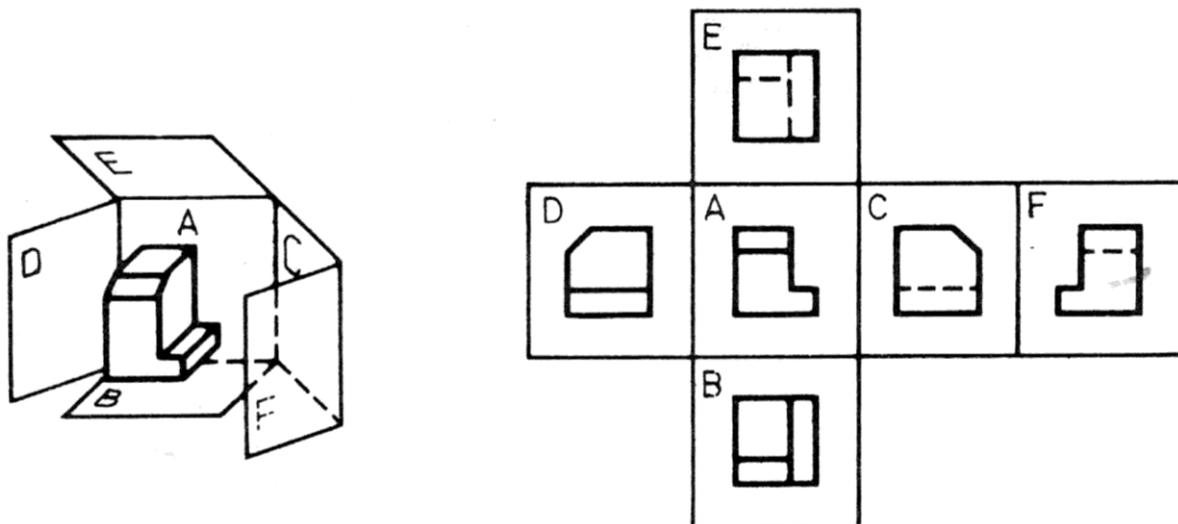
2:1 – 5:1 – 10:1 – 20:1

Símbolo de escala

En el plano se escribirá: Esc. 1:50



### 6.1.5. Vistas (IRAM 4501)



Vistas posibles de una pieza

El método adoptado por la norma para la representación de las vistas es el ISO (E) que es de origen europeo y se diferencia del ISO (A) de origen americano-inglés.

Para poder representar una pieza se utiliza el cubo de proyecciones que está formado por seis planos ortogonales de proyección, el de frente, el de arriba, el de abajo, el de atrás, el del costado derecho y el de costado izquierdo.

A los fines de simplificar la norma, muchas veces se trabaja con el triedro fundamental que está compuesto por tres planos ortogonales: uno situado detrás, otro debajo y uno más a la derecha del cuerpo o pieza.

**Vista fundamental:** es la proyección del cuerpo o pieza sobre uno de los planos del triedro fundamental.



#### Glossary / Glosario

**Ortogonal:** Que forma un ángulo recto.

**Vistas principales:** son las proyecciones del cuerpo o pieza sobre planos paralelos a los del triedro fundamental es decir, las tres vistas “D”, “E” y “F”.

**Vistas auxiliares:** son las que se obtienen al proyectar el cuerpo o pieza, o parte de ellos que interesen especialmente, sobre planos no paralelos a los del triedro fundamental.

**Determinación de las vistas:** De acuerdo con el triedro fundamental y a los planos paralelos al mismo, se obtienen las tres vistas fundamentales (“A”, “B” y “C”), y tres vistas principales (“D”, “E” y “F”). Las flechas indican el sentido perpendicular del observador, con respecto a cada plano de proyección.

**Vista anterior:** Es la que se obtiene al observar el cuerpo o pieza de frente, considerando esta posición como inicial del observador fig. A.

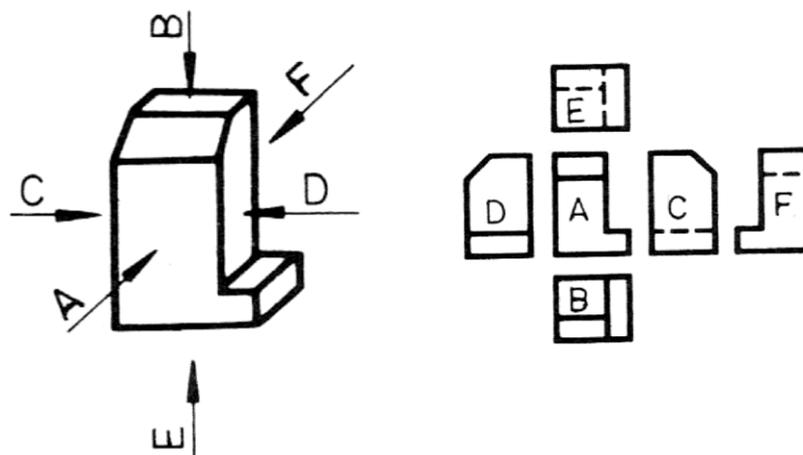
**Vista superior:** Es la que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde arriba fig. B.

**Vista lateral derecha:** Es la que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde la izquierda de la posición inicial del observador, fig. C.

**Vista lateral izquierda:** Es la que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde la derecha de la posición inicial del observador (fig. D).

**Vista inferior:** Es la que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde abajo (fig. E).

**Vista posterior:** Es la que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde atrás (fig. F).



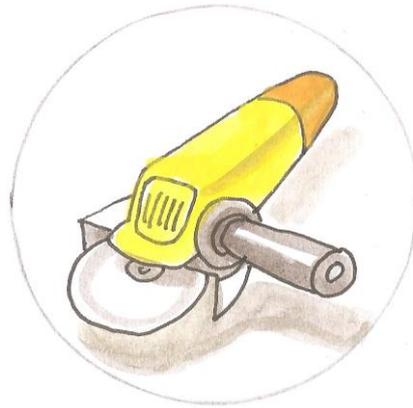
Vistas posibles de una pieza

## Let's work / A trabajar

### Activity 20 / Actividad 20

- De acuerdo a todas las vistas y perspectivas que vimos anteriormente, dibujemos una mesa.
- Escribamos al lado de cada dibujo una lista con las ventajas que tiene respecto de las demás.  
Ejemplo: Vista inferior: permite ver cómo van incrustadas las patas a la base de la mesa y se utiliza la Perspectiva Caballera porque...)

# Metalmecánica



## Capítulo 7

### Sistemas y Unidades de Medición

## Índice

7.1. Unidades de medida .....	192
7.2. Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA) .....	193
7.2.1. Sistema inglés de medición .....	194
7.3. Herramientas de medición.....	195
7.3.1. Clasificación de las herramientas de medida .....	196
7.3.2. Características principales de los instrumentos de medición.....	197

Efectuar una medición de una longitud significa encontrar la distancia entre dos puntos dados. Sin embargo, no siempre existen los dos puntos en forma visible para establecer su distancia. Por ejemplo, en la medición de diámetros, profundidades y espesores.

Las mediciones realizadas nunca son rigurosamente exactas. Si se efectúan varias mediciones con distintas reglas o cintas métricas, es posible que no coincidan entre sí. Esto se da debido a que las mediciones dependen de varios factores, tales como el grado de resolución y precisión del instrumento empleado, de su temperatura y como así también, de otros factores que casi no se pueden controlar.

La unidad de medida en los países adheridos al Sistema Métrico Decimal es el metro. Aquí, para la construcción de máquinas se emplea el milímetro, con el objeto de evitar el uso de excesiva cantidad de números decimales, pues las dimensiones en los planos son más fáciles de leer e interpretar. Más aún en el trabajo moderno, las dimensiones se expresan en décimos, centésimos y hasta milésimos de milímetros.

En los países de habla inglesa se usa la pulgada como unidad de medida. La equivalencia es prácticamente la siguiente:

$$1'' = 1 \text{ in} = 1 \text{ plg} = 25,4 \text{ mm}$$

**Useful tip / Una ayudita**  
*Una pulgada es igual a veinticinco milímetros con cuatro décimas*

## Let's work / A trabajar

### Activity 21 / Actividad 21

Llenemos la siguiente tabla de acuerdo a la equivalencia entre pulgadas y milímetros.

Pulgadas	Operación(es) que realizamos	Milímetros
2"	$2 \cdot 25,4$	50,8 mm
6"		
$\frac{1}{2}$ "		
$\frac{3}{4}$ "		
$1 \frac{1}{2}$ "		
$2 \frac{1}{2}$ "		
10"		

## 7.1. Unidades de medida



### Let's define / Vamos definiendo

¿Qué es **medir**?

Es comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera. Esta "unidad" es el patrón.

El patrón es la cantidad que se toma como medida de todos los demás de igual clase. Por ejemplo: unidad de longitud, unidad de peso, unidad de capacidad.

Existen dos tipos de Unidad de Medida: las **fundamentales** y las **derivadas**.

- Son **fundamentales** todas las medidas que se eligen arbitrariamente o de manera convencional (el metro, la pulgada, el gramo, etc.).
- Son **derivadas** todas aquellas unidades de medida que provienen de las fundamentales (el metro cuadrado  $m^2$ , el centímetro, el kilogramo, etc.).

Hasta fines del siglo XVIII, todos los países empleaban para sus mediciones sistemas particulares cuyas unidades tenían dimensiones arbitrarias.

Así, por ejemplo, para medir longitudes en Inglaterra se empleaba la yarda (91,438 cm), en España y sus colonias la vara (86,6 cm) y en Francia la toesa (195 cm). Esta diversidad de unidades variaba aún dentro de un mismo país o de una provincia a otra, y traían como consecuencia errores y fraudes.

Con la finalidad de evitar estos inconvenientes se formó una comisión con notables matemáticos para elaborar un sistema internacional de pesas y medidas. Esta comisión resolvió que la unidad de longitud del nuevo sistema fuera tomada de las dimensiones del globo terrestre, para ello tomó la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre (distancia del ecuador al polo), dando origen a la unidad del nuevo sistema, que se denominó "metro". Luego en 1889 esta medida quedó fijada sobre una barra de platino e iridio, a modo de metro patrón, que se conserva en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas a las afueras de París.

## 7.2. Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA)



### Let's define / Vamos definiendo

**Sistema Métrico Legal:** es el conjunto de unidades de longitud, superficie, volumen, peso y capacidad, relacionadas de tal manera que sus múltiplos y submúltiplos están ligados entre sí como las unidades de los diversos órdenes en la numeración decimal.

La ley que creó el Sistema Métrico Decimal se aprobó en Francia el 7 de abril de 1795 y prescribía la adopción de un patrón único de pesas y medidas para toda la República, fijando los principios del sistema de la nomenclatura.

En nuestro país se adoptó este sistema en 1863 y por ley del año 1877 se impuso el uso obligatorio del sistema métrico y se prohibió el uso de cualquier otro sistema de pesas y medidas.

La principal ventaja de este sistema es que todos sus múltiplos y submúltiplos son decimales, lo cual simplifica enormemente los cálculos. Además, es un sistema internacional, lo que facilita las operaciones de importación y exportación (cabe aclarar que Gran Bretaña y los EEUU no adhirieron a este sistema).

En el **sistema métrico decimal** (S.M.D.), como ya lo dijimos, la unidad de medida es el metro, el cual se subdivide en decímetro (dm), centímetro (cm) y milímetro (mm).

	Se lee	Se simboliza	Equivale a
Múltiplos	Kilómetros	Km	1000m
	Hectómetros	Hm	100m
	Decámetros	Dam	10m
Unidad	Metro	M	1m
	Decímetro	Dm	0,1m
	Centímetro	Cm	0,01m
	Milímetro	Mm	0,001m

En las tareas y actividades de la metalmecánica utilizamos convencionalmente como unidad el milímetro (mm), por lo que en planos y dibujos la unidad de medida se especifica tan sólo cuando la unidad utilizada es distinta al mm. Además, son muy empleadas las fracciones de esta unidad: **décimos** (0,1 mm), **centésimos** (0,01 mm), **milésimos** (0,001 mm). A esta última también se la denomina **micrón** y se la representa con la letra griega "mi" ( $1\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$ ).



## Let's work / A trabajar

### Activity 22 / Actividad 22

Midamos con cinta métrica o centímetro la longitud de una herramienta que tengamos a mano en milímetros. Luego pasemos esa medida a centímetros y metros:

Herramienta medida		
Milímetros	Centímetros	Metros



#### 7.2.1. Sistema inglés de medición

En EEUU e Inglaterra se emplea como unidad fundamental de longitud la yarda, cuyos múltiplos y submúltiplos más usuales son la milla, el pie y la pulgada. En la actualidad, este sistema es muy utilizado en la metalmecánica dentro de nuestro país debido a la fuerte influencia que tienen las herramientas, materiales y máquinas procedentes de esos países. Por esto, a pesar de no ser obligatorio, es prácticamente un sistema alternativo y de uso frecuente.

Para explicarlo más fácilmente hemos elaborado una tabla de equivalencias de este sistema con el SIMELA.

Sistema Inglés – Principales unidades de longitud			
Nombre	Símbolo	Equivalencia	
Pulgada (Inch)	In	-----	0,0254 m
Pie (Foot)	Ft	12 pulgadas	0,3048 m
Yarda (Yard)	Yd	3 pies	0,9144 m
Milla Terrestre (Mile)	Mi	1760 yardas	1.609,32 m

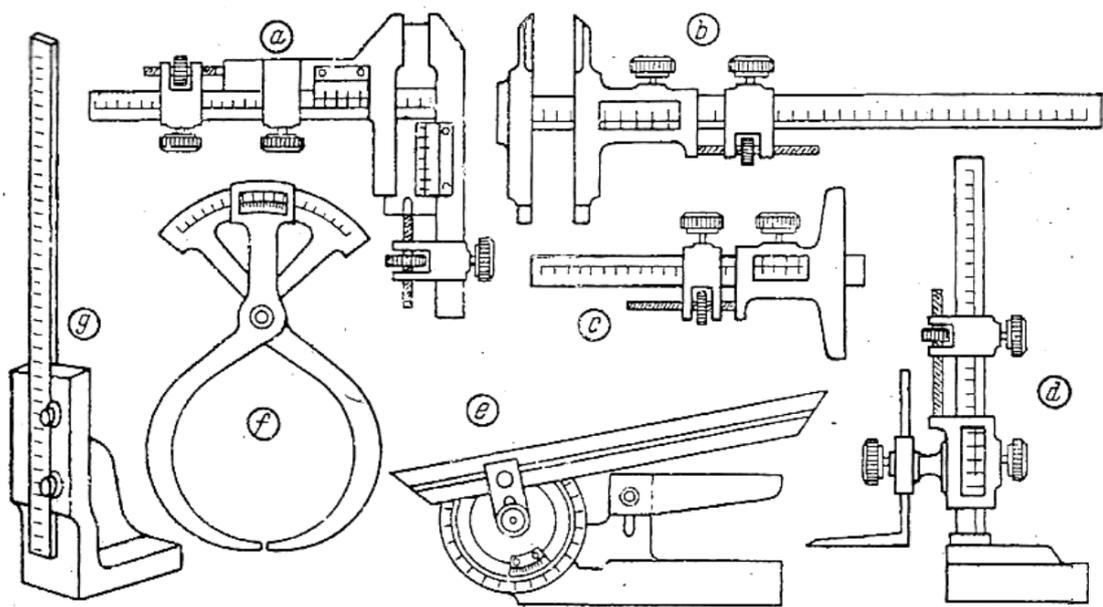
En los planos y/o gráficos procedentes de los países (EEUU e Inglaterra) en donde se utiliza este sistema, las pulgadas son expresadas de la siguiente forma: ".156". Esto debe interpretarse como 0,156.

### 7.3. Herramientas de medición

Utilizando herramientas de medida es posible conocer las dimensiones de las piezas o darles a éstas las dimensiones asignadas para su fabricación. La medición se hace de dos modos distintos:

**Por lectura directa:** Se emplean la regla milimetrada, pie de rey, el compás de corredera o calibre, el tornillo micrométrico, los bancos micrométricos, y en general cualquier instrumento con el cual puede leerse la dimensión expresada por números o gráficamente.

**Por comparación:** Esta medición no requiere lectura sino comparación con una dimensión dada, la que se toma en la pieza modelo y se compara con la pieza a trabajar. Las herramientas utilizadas en este modo de medir son: compases, falsas escuadras o escuadras graduables, peines para roscas, sondas etc.



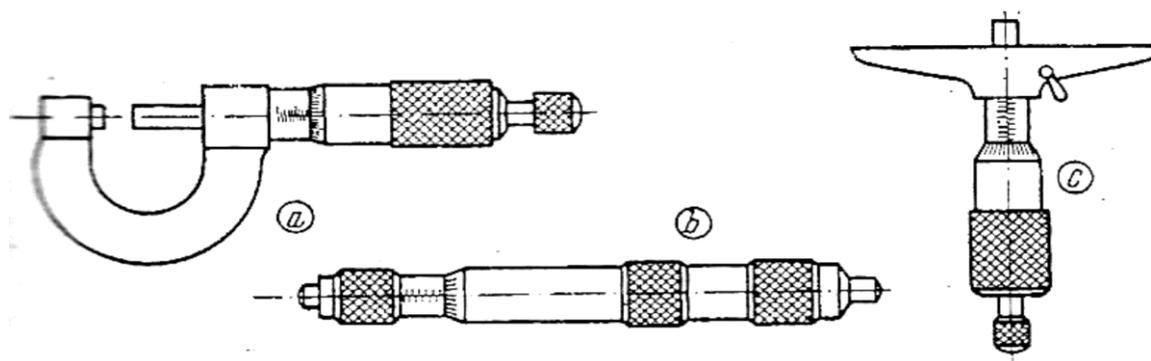
*Herramientas de medición*

En la figura anterior se describen:

- a. Dentímetro para medir el espesor de los dientes;
- b. Calibre para diámetros y espesores;
- c. Calibre de profundidad;
- d. Gramil para medir y trazar;
- e. Goniómetro;
- f. Compás de espesor con nonio;
- g. Alfiler para trazador

### 7.3.1. Clasificación de las herramientas de medida

Las herramientas de medida sirven para la determinación de las dimensiones de las piezas utilizando cierta unidad de medida.



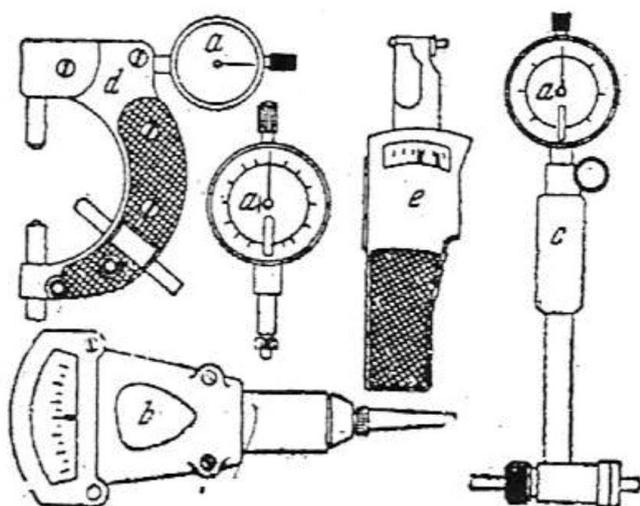
Herramientas de medida a tambor

- a. Micrómetro para diámetros exteriores y espesores;
- b. Micrómetro para diámetros interiores;
- c. Micrómetro de profundidad;

Las más comunes son las reglas milimetradas simples, articuladas, rígidas o flexibles, utilizadas para leer la dimensión o para tomarla sobre ella.

Herramientas de medida a aguja y cuadrante:

- Comparador de cuadrante de lectura centesimal.
- Minímetro con lecturas 1:100, 1:500, 1:100.
- Comparador para diámetros interiores o “alesámetro”, (d) calibre a cuadrante para diámetros exteriores, (e) calibre de máxima y mínima con lectura milesimal.



Las herramientas más complejas y por consiguiente más importantes, presentan una parte móvil: corredera o tambor, o bien una aguja que se mueve por un cuadrante graduado. Vamos a ver las más comunes y generalizadas en las figuras anteriores.

### 7.3.2. Características principales de los instrumentos de medición.

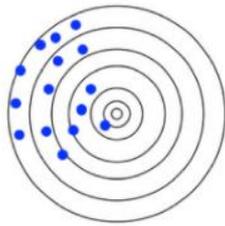
Al momento de seleccionar las características del instrumento que necesitamos, es importante que tengamos en cuenta los nombres correctos que las definen:

- ✓ **Extensión:** Es el valor máximo de la entrada menos el valor mínimo.
- ✓ **Resolución:** Es el cambio mínimo del valor de entrada capaz de producir un cambio observable en la salida.
- ✓ **Exactitud:** Se refiere a cuál cerca del valor real se encuentra el valor medido.
- ✓ **Precisión:** Es la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas correspondientes a una magnitud.
- ✓ **Sensibilidad:** Relación que indica cuánta salida se obtiene por unidad de entrada, es decir salida/entrada. Este término también se utiliza para indicar la sensibilidad a otras entradas además de la que se mide, como a factores del medio ambiente. Un ejemplo muy fácil de identificar es al agregar la variable de temperatura, esto quiere decir que nuestro sensor o transductor tendrá una variación a los cambios en la temperatura ambiente.
- ✓ **Repetibilidad o reproducibilidad:** Describe la capacidad del transductor para producir la misma salida después de aplicar varias veces el mismo valor de entrada.
- ✓ **Estabilidad:** Capacidad para producir la misma salida cuando se usa para medir una entrada constante en un período.

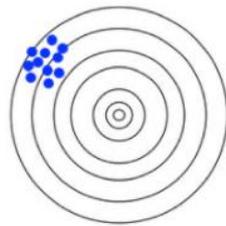
#### Exactitud vs Precisión

Es habitual usar como sinónimos estas dos palabras, pero cada una de ellas tiene un significado muy diferente a la otra:

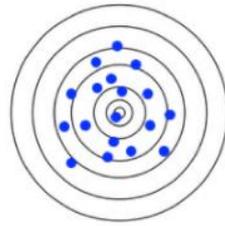
- ✓ **Exactitud:** Se refiere a cuál cerca del valor real se encuentra el valor medido.
- ✓ **Precisión:** Es la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas correspondientes a una magnitud.



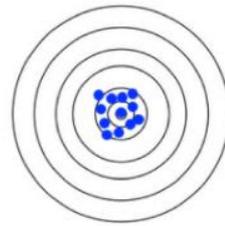
Impreciso  
Inexacto



Preciso  
Inexacto



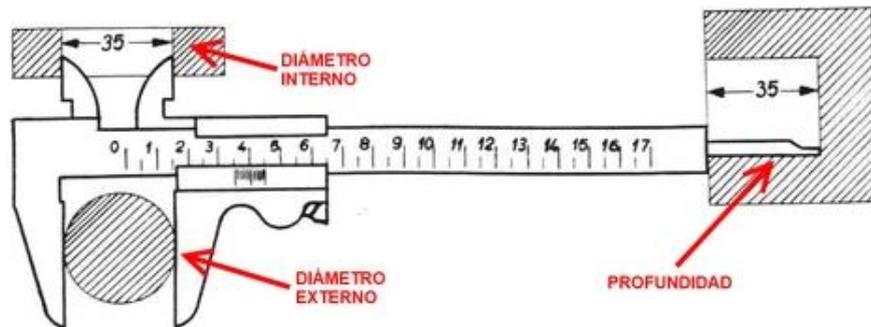
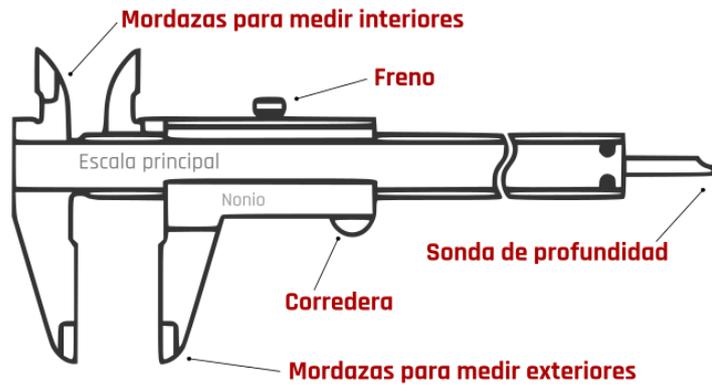
Impreciso  
Exacto



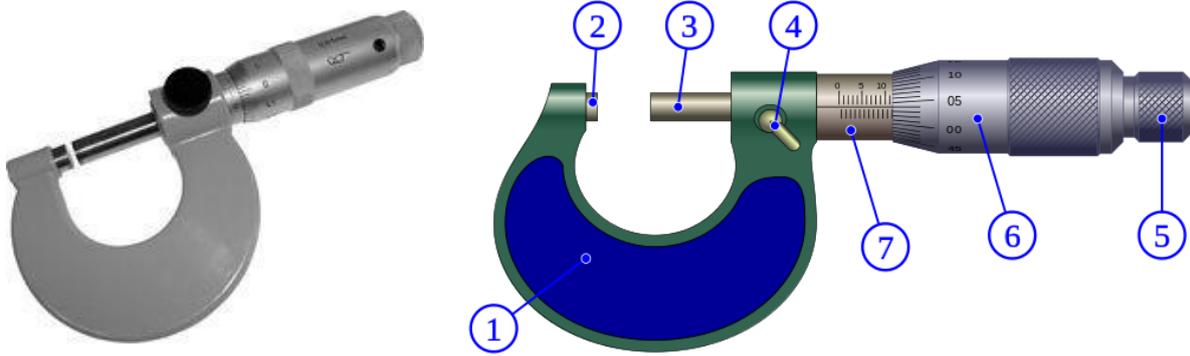
Preciso  
Exacto



### Calibre pie de rey.

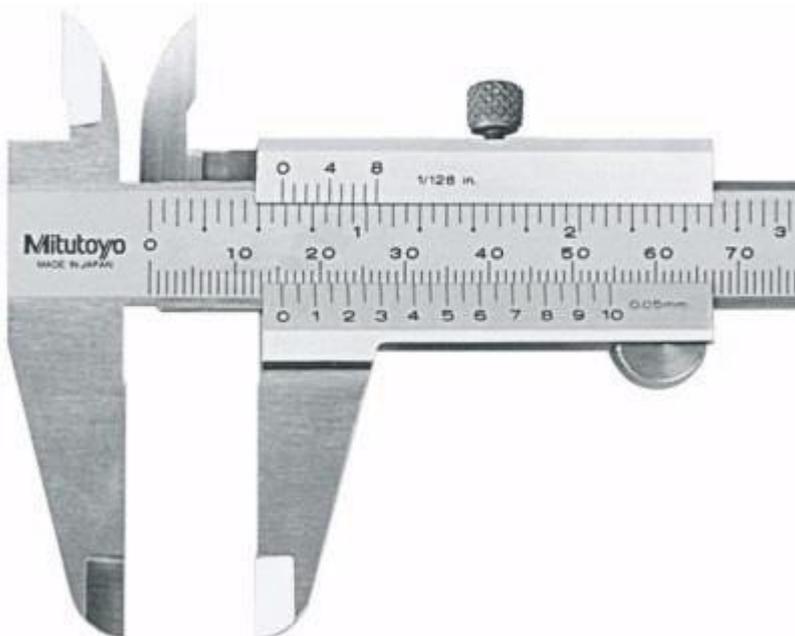


## Micrómetro.

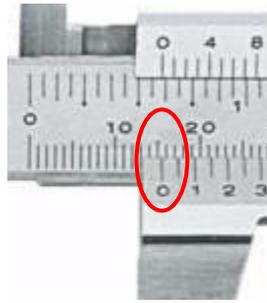


1. Cuerpo: constituye el armazón del micrómetro; suele tener unas plaquitas de aislante térmico para evitar la variación de medida por dilatación.
2. Tope: determina el punto cero de la medida; suele ser de algún material duro para evitar el desgaste, así como optimizar la medida.
3. Espiga: elemento móvil que determina la lectura del micrómetro; la punta suele tener también la superficie en metal duro para evitar desgaste.
4. Palanca de fijación: que permite bloquear el desplazamiento de la espiga.
5. Trinquete: limita la fuerza ejercida al realizar la medición.
6. Tambor móvil: solidario a la espiga, en la que está grabada la escala móvil.
7. Tambor fijo: solidario al cuerpo, donde está grabada la escala fija.

Para medir con un calibre o micrómetro analógico, es importante conocer la técnica para leer la medición:



En este ejemplo, lo primero que hacemos es buscar el cero de la escala del Nonio, en este caso, supera la línea de los 15mm.

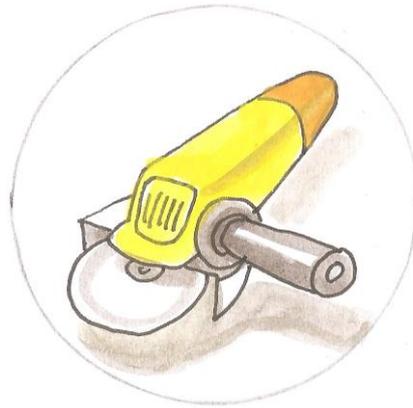


Luego, buscamos los decimales, para ello buscamos en esta misma escala cual es la línea que mejor coincide con una de las líneas de la escala principal, en este ejemplo es la línea posterior al 4.



En este Nonio, cada línea corresponde a 0,05mm, es por eso que la medición que está tomando este calibre es: 15,45mm.

# Metalmecánica



**Capítulo 8**

**Seguridad y Salud**

## Índice

8.1. Algunas definiciones .....	203
8.2. Prevención de accidentes .....	205
8.3. Los riesgos físicos .....	208
8.3.1. Las radiaciones .....	208
8.3.2. Las condiciones higrotérmicas .....	214
8.3.3 Las Vibraciones .....	219
8.4. CyMAT .....	223

## 8.1. Algunas definiciones

En la Constitución de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) se establece el principio que los trabajadores y trabajadoras deben estar protegidos contra las enfermedades en general o las enfermedades profesionales y los accidentes resultantes de su trabajo. No obstante, para millones de personas esto está muy lejos de ser una realidad.



### Did you know...? / ¿Sabías que...?

La Organización Internacional del Trabajo es una agencia especializada de las Naciones Unidas. La OIT reúne a gobiernos, empleadores y trabajadores de 187 Estados miembros (Argentina es uno de ellos) a fin de establecer las normas del trabajo, formular políticas y elaborar programas promoviendo el trabajo decente de todos, mujeres y hombres.

Existen diferentes enfoques para abordar el tema de seguridad laboral. En este capítulo vamos a trabajar, en primer lugar, sobre conceptos de **salud, seguridad y riesgos en el trabajo**, para luego adentrarnos en el paradigma de las **CyMAT**.



### Let's define / Vamos definiendo

Se entiende por **Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT)** al conjunto de circunstancias que caracterizan la situación de cada trabajador o trabajadora y su entorno, que influyen en su tarea cotidiana e impactan en su salud.

Vamos a profundizar un poco en algunas distinciones de la seguridad laboral.





### Let's define / Vamos definiendo

**Seguridad en el trabajo:** es el conjunto de medidas técnicas, educativas, médicas y psicológicas utilizadas para prevenir accidentes, eliminar condiciones inseguras del ambiente, instruyendo o convenciendo a las personas sobre la necesidad de implementar técnicas preventivas.

La seguridad en el trabajo incluye tres áreas principales:

- Prevención de accidentes
- Prevención de robos
- Prevención de incendios

En este capítulo nos detendremos en el estudio de la prevención de accidentes.

## 8.2. Prevención de accidentes

Decimos que la finalidad de esta área es **profiláctica** porque anticipa los riesgos de accidentes para minimizarlos.

El accidente es un hecho no premeditado que causa un daño considerable. Estos accidentes pueden ser:

- Accidente sin incapacidad: después del accidente el empleado continúa trabajando sin que le quede secuela o perjuicio considerable.
- Accidente con incapacidad que provoca una incapacidad al empleado para trabajar

A su vez, esta incapacidad puede ser:

- ✓ Temporal: pérdida temporal de la capacidad para trabajar y sus secuelas se prolongan por un tiempo menor a un año. Al retornar al trabajo, el empleado asume su misma función sin que se reduzca su capacidad.
- ✓ Incapacidad parcial permanente: provoca la reducción parcial y permanente de la capacidad de trabajar y sus secuelas se prolongan por un tiempo mayor a un año, generalmente motivada por pérdida de un miembro, reducción de la función de un miembro, pérdida de visión, pérdida de audición.
- ✓ Incapacidad permanente total: provoca la pérdida total y permanente de la capacidad de trabajo.
- ✓ Muerte.

En todo accidente están presentes **dos causas**:

- Las condiciones de inseguridad.
- Los actos inseguros.

Veamos algunos ejemplos de cada una de estas causas para poder distinguirlas:

### Condiciones de inseguridad:

- ✓ Equipos sin protección.
- ✓ Equipos defectuosos.
- ✓ Procedimientos riesgosos en máquinas o equipos.
- ✓ Almacenamiento inseguro o sobrecargado.
- ✓ Iluminación deficiente o inadecuada.
- ✓ Ventilación inadecuada, cambio insuficiente de aire.
- ✓ Temperaturas elevadas o bajas en el sitio de trabajo.
- ✓ Condiciones físicas o mecánicas inseguras.



### Glossary / Glosario

**Profiláctico/a:** que sirve para proteger de una enfermedad: la higiene es la medida profiláctica esencial.

Sin embargo, para prevenir accidentes no basta con eliminar las condiciones inseguras, puesto que las personas también causan accidentes. Es aquí donde aparece el concepto de **actos inseguros**: aquellas acciones que ejecutamos diariamente en nuestros lugares de trabajo y que pueden propiciar accidentes. Veamos ejemplos:

## Actos inseguros

- ✓ Cargar materiales pesados de manera inadecuada.
- ✓ Trabajar a velocidad inadecuada, o muy lento o muy rápido.
- ✓ Utilizar esquemas de seguridad que no funcionan.
- ✓ Emplear equipo inseguro o utilizarlo de manera inadecuada.
- ✓ No emplear procedimientos seguros.
- ✓ Adoptar posiciones inseguras.
- ✓ Distraerse, olvidar, arriesgar, correr, buscar, etc.

Las causas de los actos inseguros se atribuyen a características personales que predisponen a los accidentes, por ejemplo: ansiedad, agresividad, falta de control emocional, etc.



## Keep in mind / Para recordar:

**¿Cómo prevenir los accidentes?** En la práctica, todo programa de prevención de accidentes se concentra en eliminar las condiciones de inseguridad y reducir los actos inseguros. Aquí técnicas, técnicos e ingenieros/as en seguridad cumplen un rol fundamental, ya que son quienes localizan áreas de riesgo y analizan en profundidad los accidentes, pero para ello deben contar con un apoyo irrestricto de la alta administración para que este programa sea exitoso.



## Let's work / A trabajar

### Activity 23 / Actividad 23

Queremos solucionar una serie de problemas que se presentan en una fábrica de autopartes. Para ello, vamos a leer el siguiente texto que describe las características de la fábrica:

En una planta de autopartes trabajan 23 personas. La planta es de hormigón armado y mampostería y tiene 12 metros de ancho por 45 metros de largo.

En esta planta existen diferentes tipos de máquinas y un compresor de pistón de 25 caballos de fuerza.

Este compresor genera un ruido de 93,2 decibeles a 1 metro de distancia (lo que equivale al sonido de un motor de un camión en movimiento y puede generar lesiones importantes en las personas).

Cuando entra en funcionamiento afecta a casi todos los trabajadores y las trabajadoras.

Está ubicado casi en el medio del local, porque originariamente la fábrica tenía 30 metros de largo y luego se amplió.

- a. Según las opciones de la siguiente lista: ¿A qué clasificación de riesgos nos parece que corresponde esta situación? ¿Por qué?
- Riesgos en las condiciones del medio ambiente físico de trabajo
  - Riesgos por contaminantes químicos y biológicos
  - Riesgos por condiciones de seguridad y uso de las tecnologías
  - Riesgos por las condiciones psicosociales y ergonómicas del trabajo
- b. ¿Qué medidas de protección conocemos o imaginamos que pueden aplicarse para resolver la exposición de los trabajadores y las trabajadoras al ruido emitido por el compresor?
- c. ¿Qué medidas de prevención conocemos o imaginamos para este problema tan común en las plantas metalúrgicas, talleres de autopartes y terminales automotrices; para que el ruido desaparezca o se atenúe considerablemente?

## 8.3. Los riesgos físicos

El ruido, presentado como un problema en la planta de autopartes, es uno de los posibles riesgos físicos a que estamos expuestos en los lugares de trabajo y también en los locales de aprendizaje y entrenamiento para el trabajo.

Otros riesgos físicos en las condiciones de trabajo son:

- ✓ La iluminación.
- ✓ Las condiciones higrotérmicas (circulación del aire, temperatura).
- ✓ La presencia de vibraciones.
- ✓ La presencia de radiaciones.

Los riesgos físicos del ambiente de trabajo se generan por condiciones inadecuadas en el control de estas situaciones y de la exposición de los trabajadores y las trabajadoras a ellas.

Estos riesgos tienen como consecuencias:

El inicio lento y casi imperceptible de diversas enfermedades, por ejemplo, la progresiva pérdida del sentido del oído o de la vista.

Malestar de los trabajadores y las trabajadoras e incomodidades en las condiciones de trabajo como concentración disminuida, fácil irritabilidad y nerviosismo o incluso, en personas sensibles, disminuciones en el rendimiento y una mayor probabilidad de accidentarse.

Identificar los riesgos físicos en las condiciones y el medio ambiente de trabajo posibilita gestionarlos mejor para que sean prevenidos y para que trabajadores y trabajadoras puedan recibir la protección adecuada.

### 8.3.1. Las radiaciones

La energía tiene muchas formas de presentarse y transmitirse. Una de ellas es la radiación. Las ondas de radio, de luz, los rayos X, son formas de radiación que se diferencian unas de otras por su origen y por la cantidad de energía que transportan.

Una característica importante de la energía es su capacidad de desplazarse de un punto a otro sin necesidad de soporte material: se puede desplazar en el vacío. Por eso podemos recibir la radiación solar.

Nos concentraremos para el mundo del trabajo en las radiaciones electromagnéticas, que a su vez se clasifican en ionizantes y no ionizantes.

#### Las radiaciones ionizantes

Las radiaciones ionizantes naturales provienen de algunos elementos químicos presentes en la naturaleza como el radio o el uranio. Las artificiales pueden provenir de distintos equipos o instalaciones, como los rayos X, aparatos de radiografía industrial, centrales nucleares, etc.



Las radiaciones ionizantes presentes en el mundo del trabajo suelen ser los rayos x, alfa, beta y gamma, y los neutrones. No las podemos percibir a simple vista.

### Las radiaciones no ionizantes

Las radiaciones no ionizantes representan también un cierto riesgo para la salud y la vida, pero no equivalente en su magnitud a las ionizantes. Sin embargo, son aquellas a las que, en el mundo del trabajo, las personas estamos más expuestas.

En esta categoría se incluyen:

- **Las microondas y las radiofrecuencias:** en telecomunicaciones, emisoras de radio y TV, telefonía, telegrafía, radionavegación, estaciones repetidoras, hornos domésticos, soldaduras de plásticos por calor, laboratorios. Sus efectos más conocidos son los térmicos que afectan principalmente los ojos y los testículos.
- **El radar:** en navegación y aeronavegación.
- **El láser:** usado en medicina, comunicaciones y otras disciplinas. El riesgo más importante de la exposición a la luz de un rayo láser es el daño que puede provocar en los ojos y en menor medida en la piel.
- **La radiación solar:** la radiación que nos llega del sol está compuesta por una amplia gama de radiaciones: visible, infrarroja (IR), ultravioleta (UV), etc. En poblaciones trabajadoras expuestas a la radiación solar, como el sector del agro, la construcción, la marina, hay numerosos casos de cáncer de piel. El riesgo de contraerlo ha aumentado en los últimos tiempos por la disminución de la capa de ozono, la cual filtra los rayos ultravioleta. Los efectos que pueden producirse por exposición a estas radiaciones varían según su tipo, la intensidad, la duración y el lugar de trabajo. En general implican riesgo de quemaduras y de distintas lesiones oculares como conjuntivitis, inflamación de la córnea y cataratas.
- **La radiación infrarroja (IR):** originada en las fuentes de calor a la que se exponen quienes trabajan con lingotes en acerías, hornos, en siderurgia, fundiciones, fabricación de vidrio, soldadura autógena. O en tareas al exterior tales como: cosecha, construcción. La radiación infrarroja produce calor y hasta quemaduras.
- **La radiación visible (la luz).** Su composición, sus efectos en el organismo y el control de los mismos se pueden ver en los textos destinados a las condiciones físicas de iluminación en esta misma unidad.



#### Useful tip / Una ayudita

*La radiación ultravioleta (UV): natural o generada en procesos de soldadura eléctrica autógena, usada en artes gráficas, fotografía y salas de esterilización. Afecta la piel y los ojos, principalmente.*

**Let's work / A trabajar**

**Activity 24 / Actividad 24**

Sinteticemos en el siguiente cuadro lo que comprendimos respecto a los distintos tipos de radiaciones:

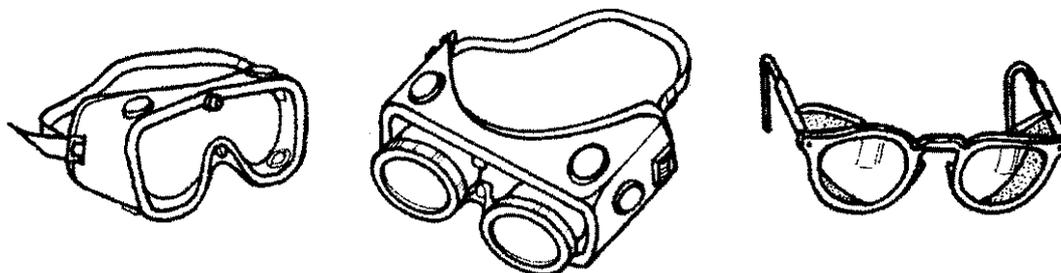
RADIACIONES		
	IONIZANTE	NO IONIZANTE
DEFINICIÓN		
CARACTERÍSTICAS		
CLASES (ejemplos)		

En nuestra realidad diaria, ¿Estamos expuestos a alguna o algunas de estas radiaciones? En caso de que sea afirmativo, expliquemos las medidas de protección que utilizamos, y si consideramos que son suficientes o insuficientes.

**Lentes de seguridad**

Los lentes de seguridad son elementos utilizados para preservar los ojos del operario cuando éste realiza labores de limpieza, esmerilado, torneado, rectificado, soldadura u otra operación donde se requiere la protección de la vista.

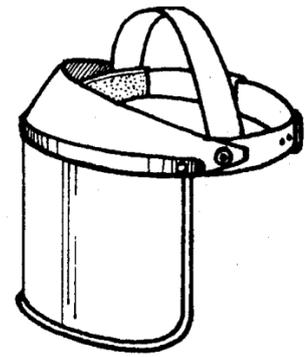
Existen variados tipos de lentes:



Generalmente su cuerpo está constituido por plástico o metal, permitiendo el cambio de vidrio o plástico transparente cuando éste se deteriora.

Los lentes de protección deben ser de fácil colocación, resistentes, y adaptables a la configuración de la cara.

Existen también elementos de protección en forma de máscara, que además de los ojos también protegen la cara; esta máscara debe ajustarse a la cabeza para evitar su caída.



Máscara de protección

### Useful tip / Una ayudita

En soldadura oxiacetilénica se utilizan lentes cuya tonalidad es de color verde y su graduación se encuentra numerada, siendo el más utilizado el N°6. En tratamientos térmicos la tonalidad es azul.

### Condiciones de uso:

Debemos limpiar los lentes antes de usarlos para obtener mejor visibilidad. Cambiar su elástico cuando éste pierda su condición.

### Cuidados:

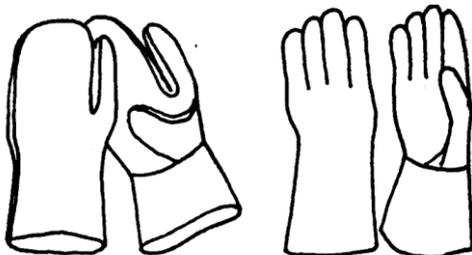
Guardar los lentes en su estuche cada vez que no los usamos: así los protegerá en caso de que se caigan o golpeen.

Evitemos poner los lentes en contacto directo con piezas calientes.

### Vestimenta de cuero

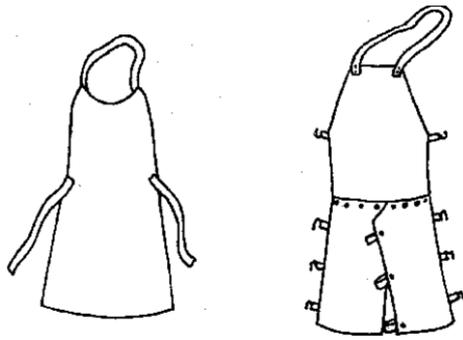
Está constituido por elementos confeccionados en cuero, y son usados por el soldador para protegerse del calor y de las irradiaciones producidas por el arco eléctrico.

Este equipo está compuesto por: guantes, delantal, casaca, mangas y polainas.



**Guantes:** Son de cuero o asbesto y su forma varía según puede verse en la figura 70 Los guantes de asbesto justifican su uso solamente en trabajos de gran temperatura.

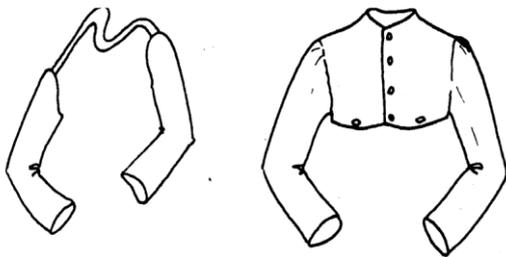
Debe evitarse tomar piezas muy calientes con los guantes ya que éstos se deforman y pierden su flexibilidad.



**Delantal:** Es de forma común o con protector para piernas. Su objetivo es proteger la parte anterior del cuerpo y las piernas.



**Casaca:** Su forma puede verse en la figura. Se utiliza para proteger especialmente los brazos y parte del pecho. Su uso es frecuente cuando se realizan soldaduras en posición vertical, horizontal y sobre cabeza.



**Mangas:** Esta vestimenta tiene por objeto proteger solamente los brazos del soldador. Tiene mayor uso en soldaduras que se realizan en el banco de trabajo y en posición plana.

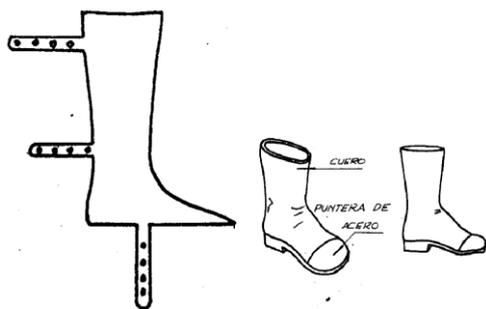
Existe otro tipo de manga en forma de chaleco que cubre a la vez parte del pecho.

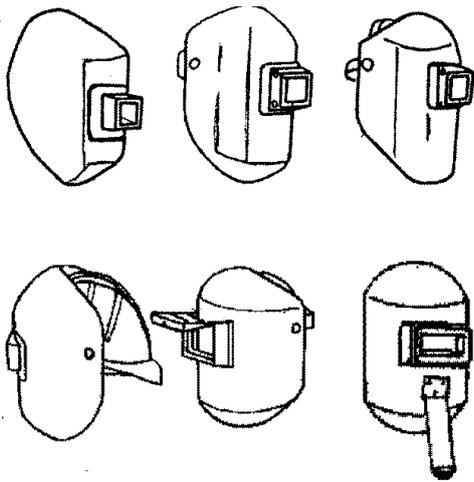
**Polainas:** Este elemento se utiliza para proteger parte de la pierna y los pies del soldador.

Las polainas pueden ser reemplazadas por botas altas y lisas con puntera de acero.

Son cueros curtidos, flexibles, livianos y tratados con sales de plomo para impedir las radiaciones del arco eléctrico.

Es importante mantener estos elementos en buenas condiciones de uso, libre de roturas, y su abotonadura en perfecto estado. Deben conservarse limpios y secos, para asegurar una buena aislación eléctrica.





**Máscara:** La máscara de protección está hecha de fiebre de vidrio o fibra prensada, y tiene una mirilla en la cual se coloca un vidrio neutralizador y los vidrios protectores de éste. Se usa para resguardar los ojos y para evitar quemaduras en la cara.

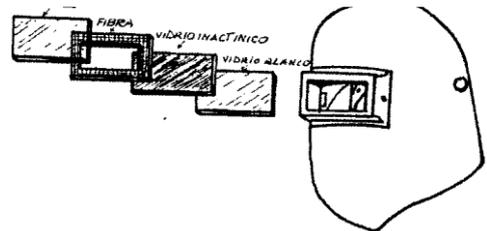
**Tipos:** En máscaras para soldar hay diferentes diseños. Hay también máscaras combinadas con un casco de seguridad para realizar trabajos en construcciones y con adaptación para proteger la vista cuando haya que limpiar la escoria.

Las pantallas de mano tienen aplicación en trabajo de armado y punteado por soldadura. Su uso no es conveniente en trabajos de altura o donde el operario requiera la sujeción de piezas o herramientas

Condiciones de uso: Las máscaras deben usarse con la ubicación y cantidad requerida de vidrios.

El vidrio inactínico debe ser seleccionado de acuerdo al amperaje utilizado. Debe mantener la buena visibilidad cambiando el vidrio protector, cuando éste presente exceso de proyecciones.

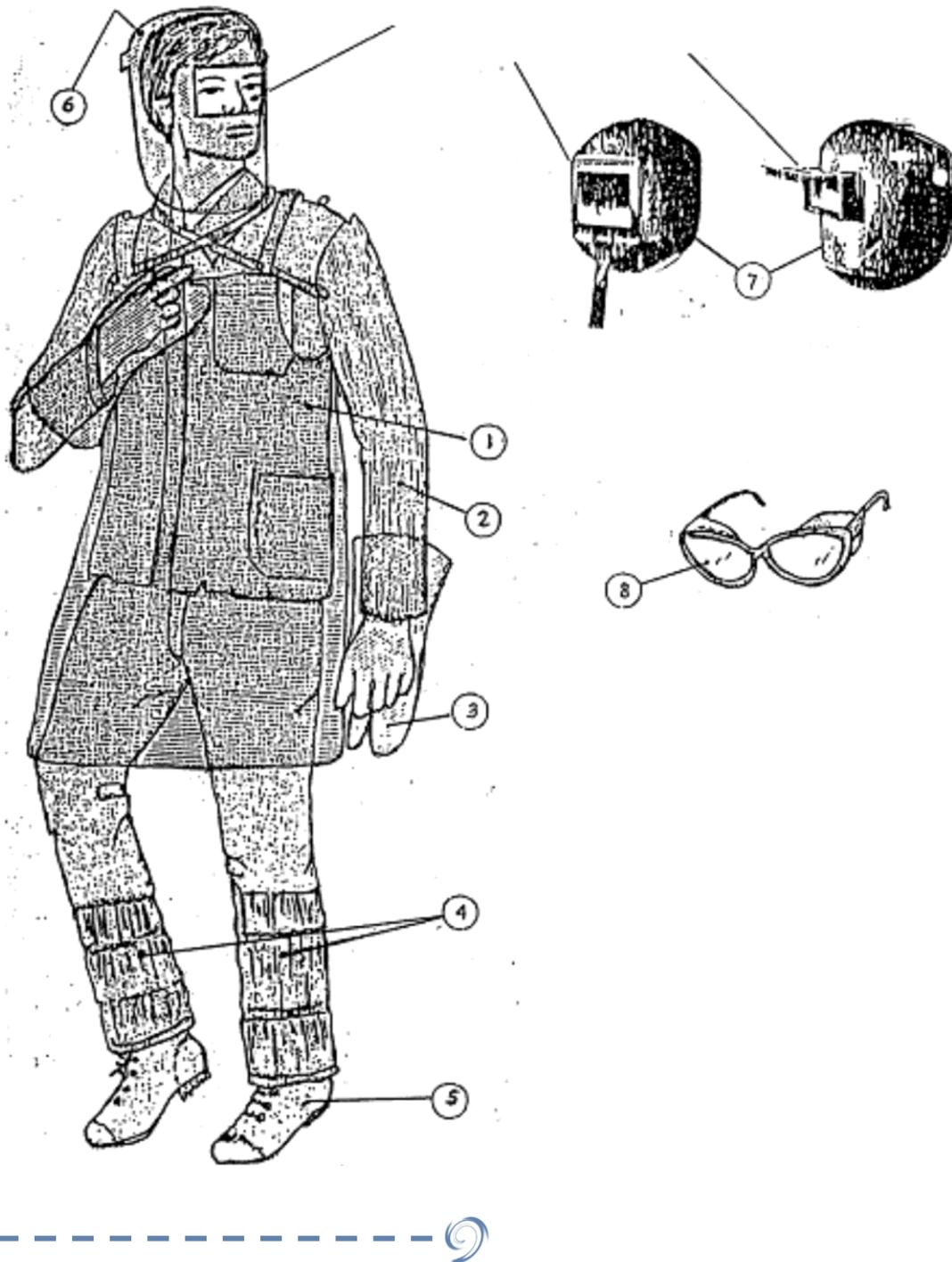
- ✓ Evitemos las filtraciones de luz en la máscara. Ésta no debe ser expuesta al calor ni a golpes.
- ✓ Deben ser livianas y su cintillo ajustable para asegurarla bien a la cabeza.
- ✓ Requieren un mecanismo que permita accionarla con comodidad.
- ✓ El recambio de vidrios debe hacerse mediante un mecanismo de fácil manejo



## Let's work / A trabajar

### Activity 25 / Actividad 25

En el siguiente dibujo podemos ver un modelo con todos los elementos de protección personal necesarios para realizar tareas del Sector Metalmecánica con el menor riesgo posible. Le coloquemos el nombre a cada uno de ellos con las características que se escriben más arriba.



### 8.3.2. Las condiciones higrotérmicas

La palabra “higrotérmico” se relaciona con la sensación que sienten las personas dentro de un ambiente, incluyendo factores como la humedad y la temperatura.



**Activity 26 / Actividad 26**

Pensemos en todas las situaciones en que hemos estado expuestas o expuestos a condiciones extremas de calor y de frío, y las escribamos en el siguiente cuadro.

	Agradables	Desagradables
Situaciones extremas de calor		
Situaciones de mucho calor		
Situaciones de clima agradable		
Situaciones de mucho frío		
Situaciones extremas de frío		

**Activity 27 / Actividad 27**

Leamos el siguiente texto.

**Las condiciones higrotérmicas en la vida diaria**

En nuestra vida diaria y en nuestro lugar de trabajo estamos expuestos y expuestas a distintas temperaturas, humedad, viento, calor generado por la actividad física que desarrollamos, por los procesos y los elementos con que trabajamos.

Cuando estas condiciones -llamadas condiciones higrotérmicas- son buenas, colaboran para que el trabajo pueda ser un hecho gratificante. Cuando no lo son, impactan negativamente. Incluso influyen en la calidad de nuestra producción.

Estas condiciones influyen decisivamente en los casos de tareas que se realizan:

A la intemperie: cosechas, construcción, forestación, entre otras.

En acerías, fundiciones, fabricación de vidrio, frigoríficos, cámaras de congelación, con exposición a temperaturas ambientales variables y muchas veces de extremo frío o calor. En lugares donde influyen la humedad del ambiente, el movimiento del aire y el tipo de trabajo tales como tintorerías, cocinas, pesca y otras tareas en embarcaciones, construcción de puentes y represas.

Se ha estudiado que el ser humano casi independientemente de la tarea que realiza, se siente bien a una temperatura de 24 grados centígrados, con un nivel de humedad entre 40 y 50% y velocidades de aire relativamente bajas.

Este es el ambiente confortable ideal. Puede variar relativamente según las costumbres, el lugar de donde provengamos y los gustos personales.

Sin embargo, no se sabe muy bien qué es peor para la salud: trabajar en ambientes muy calurosos o muy fríos. La respuesta no es fácil porque:

- Trabajar a temperaturas muy bajas es duro, fatigante y, bajo ciertas circunstancias, afecta gravemente la salud (problemas pulmonares por respirar aire muy frío, quemaduras por frío) o llega a ser mortal.

Pero protegerse del frío es relativamente sencillo: más y mejor calidad de abrigo, alimentación rica en calorías, menor tiempo de exposición al ambiente frío.

En cambio, quienes trabajan en ambientes calurosos están expuestos y expuestas a condiciones ambientales para nada fáciles de mejorar o cambiar. A lo que se suma que todos los procesos de nuestro organismo generan calor y éste debe eliminarse para mantener la temperatura interna estable.

Los trabajos en condiciones higrotérmicas inadecuadas pueden afectar a las personas en:

Su salud: resfrío; congelamiento; deshidratación; golpe de calor...

Su conducta: en sus relaciones con los demás; en aumento de la fatiga y desconcentración y, en consecuencia mayor probabilidad de equivocaciones y accidentes.

El cuerpo humano intercambia calor con el medio ambiente por medio de cuatro mecanismos diferentes:

**Radiación.** Depende de la diferencia entre la temperatura de la piel y la de los objetos o superficies próximas.

El cuerpo gana calor por la radiación recibida de objetos calientes en los lugares de trabajo cubiertos: hornos, crisoles, metal caliente. Y por el sol en trabajos al exterior.

**Evaporación.** Al evaporarse la transpiración producida en el cuerpo se pierde calor.

Esa evaporación se hace difícil cuando la humedad del ambiente es alta. Una corriente de aire facilita la evaporación de la transpiración.

**Convección.** Se cede calor humano al ambiente si la temperatura es más baja. La velocidad del aire influye mucho en ese intercambio, cuando más alta, mayor cantidad se cede.

Si la temperatura ambiente es más elevada que la del cuerpo, la pérdida de calor propio es prácticamente imposible por esta vía.

**Conducción.** Se da en el caso del contacto de la piel con un sólido.

Es una vía muy limitada de intercambio: el contacto con máquinas que producen frío o calor; manipulación de herramientas más frías o más calientes, etc.

Luego de leer el texto, pensemos ejemplos de nuestra vida laboral y la de nuestros conocidos (amigos, familiares). Los compartimos en unas líneas.

#### Useful tip / Una ayudita

Podemos volver al módulo 7 a Ciencias Naturales para recordar el concepto de salud humana y quiénes están encargados de cuidarla

La temperatura interna del cuerpo se acerca a los 37º C y las más pequeñas variaciones pueden traer problemas a nuestra salud.

Para mantenerla en ese valor existe la autorregulación, también conocida como termorregulación, mecanismo mediante el cual el cuerpo mantiene su temperatura constante.

### En ambientes calurosos

El calor que nos genera el trabajo físico lo eliminan dos mecanismos básicos:

- La transpiración: cuando se evapora el sudor se produce el enfriamiento de la piel. Para eso, la humedad del ambiente debe estar dentro de ciertos límites. Si el aire del ambiente está saturado de humedad, será difícil. Una buena ventilación ayuda a la evaporación del sudor.
- La vasodilatación cutánea: el aparato circulatorio (como el sistema de enfriamiento de un coche que saca el calor del motor por medio del agua que se enfría circulando por el radiador) extrae el calor interno llevando más sangre a la piel (esto explica por qué enrojecemos al sentir calor) y dilatando los vasos sanguíneos (nuestro radiador) para que se enfríe y refresque el organismo (motor).

Pero como también debe seguir abasteciendo de sangre a las demás partes del cuerpo, el corazón (la bomba de agua) debe bombear más veces por minuto. Esto puede provocar taquicardia (el corazón late más rápido), por el mayor esfuerzo al que es sometido el sistema cardiovascular. Lo sufren en especial las personas obesas.

La respiración de aire fresco también ayuda a eliminar calor del cuerpo. Ya que el aire inspirado del exterior, toma calor del cuerpo al pasar por los pulmones. En tiempo frío, la respiración es un factor de enfriamiento.

La posibilidad humana de eliminar calor es limitada:

- Por medio de la transpiración se pierden agua y sales. Si no bebemos y reponemos las sales perdidas, comienzan a presentarse calambres, deshidratación y fatiga. En muchas industrias en que trabajadores y trabajadoras están expuestos al calor excesivo, se pone a su disposición agua fresca y bebidas gaseosas de lima-limón.
- Si la vasodilatación cutánea -que lleva más sangre a la piel- es muy pronunciada y eso reduce la suficiente llegada de sangre al cerebro, se puede producir un síncope térmico.

Los síntomas son: cefaleas (dolor de cabeza), mareos, vómitos, y el pulso es débil y rápido. Ante estos síntomas, colocar a quien los sufre: a la sombra, en posición acostada y con las piernas levantadas. La recuperación suele ser rápida.

- Cuando estos mecanismos de eliminación del calor no son suficientes, la temperatura interna del cuerpo comienza a subir y aparece el golpe de calor, cuadro que exige un tratamiento de urgencia pues se corre peligro de muerte.

Los síntomas son: postración, falta de transpiración, la piel se encuentra caliente y seca, y la temperatura es superior a los 40,6°C se debe intentar disminuir la temperatura sumergiendo a la persona en agua fría o colocándole bolsas de hielo (si es posible rociado con alcohol). En cualquier caso, el golpe de calor debe ser atendido siempre por un médico.

## En ambientes fríos

En los ambientes fríos el cuerpo humano necesita generar más calor y mantenerlo, lo cual se logra mediante la vasoconstricción cutánea: este mecanismo de autorregulación, al revés del caso anterior, retira sangre de la piel, para que no se enfríe y ese frío no se traslade a los órganos internos.

Por este motivo, ante el frío, las personas de piel clara empalidecen aún más. En todas las personas, se detiene la transpiración y comienzan temblores y escalofríos.

Otra consecuencia de este mecanismo es que el cuerpo, para proteger sus funciones vitales (cerebro, corazón, pulmones) sacrifica lo superficial: la piel y las extremidades.

Estas pueden por lo tanto enfriarse rápidamente y hasta congelarse, aún sin haber sentido mucho frío.

### consecuencias en el organismo

Denominación:	Hipotermia	Hipertermia
Causa:	Por exposición a temperaturas bajas	Por exposición a temperaturas elevadas
Síntomas y consecuencias:	<p>Malestar general.</p> <p>Disminución de la destreza manual.</p> <p>Reducción de la sensibilidad en las manos.</p> <p>Endurecimiento y lentitud de movimientos de las articulaciones.</p> <p>Comportamiento extravagante (por hipotermia de la sangre que riega el cerebro).</p> <p>Congelación de los miembros (los más afectados las extremidades).</p> <p>La muerte por falla cardiaca se produce cuando la temperatura del cuerpo es inferior a 28° C.</p>	<p>Sobree exigencia del aparato cardiovascular.</p> <p>Trastornos en la piel.</p> <p>Calambres.</p> <p>Golpe de calor.</p> <p>Agotamiento por calor.</p> <p>Deshidratación.</p> <p>Golpe de calor.</p>

Hasta aquí hemos considerado lo que sucede frente a una exposición aguda al calor. No están tan claras las consecuencias respecto del trabajo en ambientes calurosos, de exposición permanente.

Aún no teniendo pruebas concluyentes en todos los casos, se han relatado las siguientes posibilidades: trastornos renales, hipertensión, arterioesclerosis de la arteria ventricular, favorecimiento la acción de los agentes tóxicos, esterilidad masculina, envejecimiento precoz y disminución de la capacidad de adaptación frente a los cambios.

### ¿Las condiciones higrotérmicas influyen de igual modo en varones y mujeres?

Según datos disponibles, las trabajadoras tienen capacidad de transpirar casi igual que los hombres, después de aclimatarse, en climas cálidos. Pero tal vez por su menor capacidad cardiovascular, no se adaptan a ellos tanto como el hombre.

El embarazo produce profundas modificaciones en el organismo, que puede verse afectado principalmente en su sistema cardiovascular, es de suponer por tanto que la gestación aumenta los riesgos por la exposición al calor.



## Let's work / A trabajar

### Activity 28 / Actividad 28

Realicemos un mapa conceptual que permita presentar la información a gente que no conozca sobre el tema. Incluyamos diez sugerencias a tener en cuenta para no sufrir las consecuencias de estos riesgos.



### 8.3.3 Las Vibraciones



Tomemos nota en el siguiente cuadro, de todos los objetos que conozcamos que pueden producir vibraciones y todos los objetos que pueden vibrar como consecuencia de los primeros.

Objetos que pueden producir vibraciones	Objetos que pueden vibrar como consecuencia de ellos.



#### Did you know...? / ¿Sabías que...?

Las vibraciones son producidas por materiales elásticos que cambian rápida y alternativamente de forma sin cambiar de lugar.

Por ejemplo, cuando se aprieta un resorte y se lo suelta de golpe, se observa cómo sube y baja rápidamente, hasta que vuelve a su posición original. En este caso, decimos que el resorte vibró.

Pasa lo mismo en un martillo neumático que sube y baja rápidamente para romper el pavimento: origina vibraciones que se transmiten a la herramienta y también a las manos y brazos del trabajador.

En los lugares de trabajo, diferentes tipos de máquinas, herramientas manuales y vehículos pueden ser fuente de vibraciones, originadas por la fricción entre piezas, el desequilibrio de algunos elementos giratorios (como poleas, ejes) o alternativos (como pistones) o el tránsito de vehículos industriales sobre superficies en mal estado.

Algunas maquinarias, vehículos y herramientas manuales que transmiten vibraciones son: Tractores, puentes grúa, cosechadoras, camiones, y todo vehículo que transite por superficies desparejas (martillos neumáticos, taladros, amoladoras, pulidoras, fresadoras, motosierras, destornilladores neumáticos).

Leamos el siguiente texto:

### Las vibraciones y nuestro organismo

A partir del momento en que nuestro organismo está expuesto a las vibraciones, se producen los diferentes riesgos.

Por la forma en que las vibraciones se transmiten a nuestro organismo las clasificamos en:

**Vibraciones de cuerpo entero**, porque afectan todo el cuerpo. Cuando estamos sentados o sentadas o de pie, las recibimos desde la superficie donde estamos apoyados.

En la posición de sentado y sentada se encuentra el mayor daño para nuestra columna. Mientras que estando de pie, las rodillas suelen flexionarse, casi en forma involuntaria, y hacen de amortiguadores.

Algunos ejemplos serían el conductor de un camión o un tractor, la operadora de una maquinaria vial.

**Vibraciones locales**, porque se transmiten generalmente a través de la mano y el brazo, aunque puede afectar a todo el cuerpo.

Como ejemplos de maquinarias que afectan con vibraciones locales podemos citar a la amoladora y al martillo neumático.

Las vibraciones -a semejanza de los ruidos- tienen dos características fundamentales:

- la magnitud o nivel, que se mide en decibeles (dB) o en unidades de aceleración.
- la frecuencia, es decir del número de oscilaciones o vibraciones que se producen en una determinada cantidad de tiempo; su unidad es el herzio o hertz (Hz), que es igual a una vibración por segundo (se utilizan indistintamente el herzio o el ciclo/segundo).

La medición y evaluación de las vibraciones es una tarea compleja. La medida simultánea el nivel y de las diferentes frecuencias requiere un instrumental costoso y personal especializado en manejarlo. Los equipos de medida más usuales se denominan vibrómetros o acelerómetros.

Los efectos dependen de la frecuencia. En función de su frecuencia y de los efectos nocivos que pueden provocar, clasificamos las vibraciones en:

- Vibraciones de muy baja frecuencia (inferiores a 2 Hz), pueden producir desde mareos hasta náuseas y vómitos.
- Vibraciones de baja frecuencia (de 2 a 20 Hz), pueden producir respiración forzada, dificultades del equilibrio, trastornos y variaciones en el comportamiento.
- Vibraciones de alta frecuencia (de 20 a 1.000 Hz), pueden producir lesiones en los huesos y las articulaciones, problemas de circulación en las manos (pueden acalambarse) y otros efectos como muestra el cuadro siguiente.

Herramienta	Frecuencia	Daño
Martillo neumático, apisonadoras vibratorias, vibradores de hormigón.	20 a 40 Hz	Problemas en los huesos y las articulaciones.
Taladros, motosierras, etc.	40 a 300 Hz	Pueden causarnos problemas vasomotores (fenómeno del dedo muerto).
Pulidora, desbarbadora, amoladora portátil.	40 a 300 Hz:	El efecto se presenta como una quemadura que puede llegar al brazo y dejarnos marcas permanentes.

### ¿Cómo protegernos de las vibraciones?

Los conocimientos sobre prevención contribuyen a crear espacios de trabajo seguros y saludables. Algunas medidas que se pueden tomar para protegernos de las vibraciones son:

- Medidas técnicas para eliminar o reducir las vibraciones:
  - ✓ En las fuentes donde se producen: se puede mejorar la construcción o modificar el proceso. Por ejemplo: montar la máquina sobre una base de hormigón que no tome contacto con el piso de la fábrica, sino sobre suelo arcilloso o similar.
  - ✓ Con elementos que absorban las vibraciones. Pueden ser sistemas de amortiguación y asientos antivibrátiles.
  - ✓ Elementos de amortiguación o aislamiento interpuestos en conductos, cañerías y partes metálicas vinculadas a las máquinas o las herramientas que generan vibraciones.
- Medidas de organización del trabajo
  - ✓ Limitar el tiempo de exposición mediante rotaciones o pausas.
  - ✓ Evitar que trabajen en zonas con vibraciones quienes tengan daños en la columna, problemas de corazón, mujeres embarazadas, etc.
- Elementos de protección personal
  - ✓ Utilizar guantes especiales (con relleno amortiguador).
  - ✓ Utilizar chalecos rígidos de un plástico especial.

### Maquinarias fijas que vibran

En el caso de las maquinarias o sus instalaciones fijas que producen vibraciones, es necesario observar si están montadas sobre algún tipo de amortiguador (sean resortes, gomas antivibratorias) para minimizar el riesgo.

Si el problema es complejo, se debe consultar a especialistas, al propio fabricante de la máquina o al proyectista de la instalación.

El piso donde se va a apoyar una máquina debe tener una construcción especial, con ruptura o discontinuidad del hormigón de manera que las vibraciones originadas por la misma no afecten el edificio y construcciones cercanas.



## Let's work / A trabajar

### Activity 29 / Actividad 29

Repasemos en capítulos anteriores lo trabajado sobre Máquinas – Herramientas y enumeremos aquellas que nos parezcan que se encuentran dentro del grupo de riesgo.

¿Qué medidas se nos ocurren para trabajar con ellas evitando o disminuyendo el riesgo en su uso?



## 8.4. CyMAT

Ahora vamos a trabajar sobre el concepto de CyMAT, inspirado en la OIT en los años 80 y que es desarrollado con “la necesidad de adoptar una visión global y de conjunto cuando intervienen diversos factores, que se relacionan con el bienestar físico, psíquico y mental del trabajador”. En ese marco se gestó en la Argentina (1984-89) una actividad de reflexión conjunta entre el Ministerio de Trabajo de la época y el CEIL del CONICET de donde surgió el concepto nombrado como CyMAT, y que amplía el panorama para no limitar el problema sólo a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo.

### Let's define / Vamos definiendo

“Las condiciones y medio ambiente de trabajo (CyMAT) están constituidos por los factores socio-técnicos y organizacionales del proceso de producción implantado en el establecimiento y por los factores de riesgo del medio ambiente de trabajo. Existe entonces una relación estrecha entre el proceso de trabajo y la salud, y esto es lo que vuelve fundamental la actividad de prevención para aislar a los trabajadores del riesgo y evitar que estos repercutan también en las ventajas competitivas del sistema productivo.”

*Neffa, Julio Cesar; Introducción al concepto de condiciones y medio ambiente de trabajo (CyMAT); Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas; Voces del Fénix; 6; 7-2015; 6-16*

### Let's work / A trabajar

#### Activity 30 / Actividad 30

Veamos el siguiente video en que Julio César Neffa explica los riesgos psicosociales del trabajo:

#### Let's watch / Veamos:

<https://www.youtube.com/watch?v=PKGottGTFsY>



- ¿Por qué es importante la concepción de que cada trabajador o trabajadora es “un ser humano y no solamente un cuerpo”?
- En este capítulo hemos aprendido sobre los riesgos físicos ¿Qué elementos nuevos aparecen en esta charla?
- Escribamos al menos tres ideas principales que creemos son relevantes en relación a los riesgos y a las condiciones de trabajo

Es importante que distingamos por un lado los **riesgos del medioambiente** y, por otro, **las condiciones de trabajo**.

### Riesgos del medioambiente

- *Riesgos físicos*, como el ruido, diferencias de temperatura, radiaciones, etcétera.
- *Riesgos químicos* provocados por productos que son manipulados, y que muchas veces son contaminantes y perturban la salud;
- *Riesgos biológicos* en los sectores agropecuarios y en el sector salud.

Hay también *factores tecnológicos*, todos los que tienen que ver con el funcionamiento de las máquinas, la electricidad, los riesgos de incendio y los dispositivos de seguridad.

### Condiciones de trabajo

Tienen que ver con cómo está organizado el proceso de trabajo:

- *La duración*: si es trabajo nocturno, si es por turnos
- *El sistema de remuneraciones*: nos pueden pagar por día, por hora o según el rendimiento,
- *Los servicios de salud y sociales*, de bienestar, que ofrece la empresa o la organización. También incluyen el uso o no de la ergonomía: tratar de adaptar el trabajo al trabajador y no forzar al trabajador para que se adapte al trabajo, es decir proteger la salud y proporcionar confort en el trabajo

Y por otra parte están las *posibilidades de participar en la prevención de los riesgos ocupacionales*

Cuando alguna de estas variables no es tomada en cuenta, se generan tensiones, malestar, y eso ya no sólo repercute en el cuerpo, como en el caso de los riesgos del medioambiente, sino también en las dimensiones psíquicas y mentales.

No basta con desarrollar medidas de protección individual que aíslen a cada trabajador del riesgo porque se trata de un problema colectivo, no es un problema individual. Y para hacer frente a eso hace falta una política sustentable, que dure, que se oriente a promover la salud del colectivo de trabajo y no solamente de cada trabajador, que no base su acción en medidas parciales, temporarias. Con frecuencia, entre las medidas de prevención está el uso de los equipos de protección personal, se le exige al trabajador que use un casco, protectores auditivos, lentes de seguridad, que se ponga las botas de seguridad. Pero esos equipos de protección personal son individuales y protegen a cada trabajador de los riesgos, pero no los eliminan ni los reducen

Lo primero es tratar de **identificar los riesgos**, porque no hay dos empresas iguales y para eso hay que investigar, hay que entrevistar y consultar. Los trabajadores saben cuáles son los riesgos. Después, hay que **adoptar medidas de prevención**, siempre con la participación de los trabajadores, que tienen una vivencia y una percepción de los riesgos: son ellos los que están en mejores condiciones para poder hacer luego un seguimiento y una evaluación. Y, fundamentalmente, habría que fortalecer la acción de los organismos de prevención. En nuestro caso son las ART.

Resulta importante que los actores involucrados en la problemática -trabajadores y sindicatos- participen en la investigación y el desarrollo de estrategias de prevención de los Riesgos Psicosociales en el Trabajo.

Los trabajadores vivencian y perciben los riesgos, aunque no sepan explicarlos científicamente. Siempre los subestiman porque, por la rutina, les parece que los problemas graves son fatalidades, que no puede haber prevención y que no hay otra forma de trabajar. Entonces es importante prestar atención a que el trabajo no sea más intenso que la capacidad que tienen los trabajadores, que el trabajador tenga un margen de autonomía para poder tomar decisiones sobre el trabajo al nivel de su puesto, que pueda trabajar según su propio estilo. Que no haya una tensión muy fuerte para el trabajador, que la recompensa monetaria no sea insuficiente, que haya siempre un reconocimiento moral o simbólico, que haya sesiones de evaluación en las que se evalúe el trabajo –y si hay que criticar, que se critique–, pero si está bien hecho que haya un reconocimiento, porque eso para los trabajadores es muy importante. No obligar a hacer cosas con las cuales no se está de acuerdo.

Pero la variable central a la que hay que poner atención, si se quieren identificar los riesgos y hacer prevención, es poner el acento en *cómo está organizado el trabajo*. Esto es lo central porque es la variable que condiciona o determina tanto el estado de salud del trabajador como el funcionamiento eficaz de las empresas u organizaciones. El desafío entonces, no es tratar de cambiar el comportamiento de los trabajadores sino cambiar el trabajo para hacerlo saludable.

Los trabajadores son heterogéneos, no sólo en cuanto a sus capacidades y potencialidades laborales, sino también respecto de los efectos que tienen las condiciones y medio ambiente de trabajo sobre todas las dimensiones de su personalidad. Cada trabajador tiene sus propias capacidades de resistencia y adaptación a los riesgos ocupacionales y a las condiciones de trabajo, y por lo tanto, dentro de un mismo colectivo de trabajo los efectos sobre las personas pueden ser muy diferentes, incluso entre quienes ocupan puestos de trabajo similares. De allí la importancia de la Ergonomía para tratar de adaptar los medios de producción, los insumos, las instalaciones y la organización del trabajo a cada trabajador.

Pero como los factores de las CyMAT repercuten sobre seres vivientes, y específicamente sobre personas dotadas de un saber productivo y de capacidades cognitivas y psíquicas, existe la posibilidad de que ellos perciban primero y vivencialmente el efecto que dichos riesgos tienen sobre su vida y su salud. Esa capacidad de movilizarse para percibir, conocer y evaluar las dimensiones subjetivas por parte de los trabajadores es aún mayor y más eficaz cuando es el propio colectivo de trabajo quien lo asume, aunque no posean el conocimiento científico de los riesgos inherentes. Así, la intervención de los actores del proceso de trabajo se convierte en un elemento decisivo para la identificación de estos, percibir sus consecuencias, proponer medidas eficaces de prevención y hacer el seguimiento. Este es el secreto de los resultados estimulantes obtenidos cuando existen Comités Mixtos de Seguridad, Salud y Condiciones de Trabajo, siempre y cuando sus miembros tengan información, formación y estén comprometidos con la búsqueda constante de un “trabajo más humano”.

La carga global de trabajo depende de las características y la intensidad específicas de la actividad y tiene tres dimensiones, que se pueden analizar por separado señalando los principales factores constitutivos.

*Carga física:* el esfuerzo físico, los gestos y posturas necesarias para realizar la actividad soportando los riesgos del medio ambiente de trabajo.

*Carga psíquica:* el grado de iniciativa para ejecutar la actividad, la ambigüedad de resultados, el estatus social de la actividad, la comunicación y cooperación con el colectivo de trabajo, las relaciones con clientes y usuarios, la responsabilidad en la adopción de decisiones y en el manejo de recursos.

*Carga mental:* para la captación de señales e informaciones, el procesamiento de la información, la utilización de la memoria, la búsqueda de resolución de problemas y autoevaluar la actividad.

Esas tres dimensiones se diferencian en cada actividad, según sean la complejidad de la tarea, la intensidad, el apremio de tiempo para concluir las tareas, la atención y concentración que se requiere en función de la precisión y de la minuciosidad necesarias. Las mismas están fuertemente interrelacionadas, y los trabajadores pueden resistir y adaptarlas según sus calificaciones, experiencia, capacidades y posibilidades.

Los impactos de las CyMAT no solo pueden provocar muertes, dolor y sufrimiento de las personas, también repercuten sobre la macroeconomía en términos de la competitividad sistémica, es decir, las ventajas competitivas de un sistema productivo. Esto es un justificativo adicional cuando se adopta una política nacional en materia de condiciones y medio ambiente de trabajo para preservar la salud. En un primer nivel, deficientes CyMAT acarrearán elevados costos de prevención, de reparación y de indemnizaciones que normalmente repercuten sobre los montos de cotizaciones para los seguros contra riesgos del trabajo (ART), implican mayores gastos del sistema nacional de salud, elevadas tasas de ausentismo que requieren reemplazos, conflictos laborales justificados cuando hay compañeros que se accidentaron por falta de prevención o mueren por esa causa en el lugar de trabajo a donde fueron precisamente “a ganarse la vida”. Además, se perturba el proceso productivo y ocurren pérdidas de tiempo para la producción cuando ocurren incidentes o accidentes. A nivel de la competitividad internacional, es difícil de imaginar que sin ejercer su derecho a adecuadas CyMAT los trabajadores se puedan implicar de manera permanente y eficaz para asistir regularmente, obtener elevada productividad, invertir su iniciativa y creatividad para mejorar la calidad y reducir los costos de producción. Aceptar la introducción de nuevas tecnologías informáticas y organizacionales cuyos riesgos son aún desconocidos, formarse para operarlas de manera eficiente para fabricar nuevos productos o prestar nuevos servicios, hacer frente a las innovaciones en cuanto a los productos y los procesos, involucrarse y comprometerse para alcanzar los objetivos en materia de cantidad y calidad y entregar la producción “justo a tiempo”, no se puede lograr de manera sostenida y eficaz si el proceso de trabajo deteriora la salud de los trabajadores porque esto disminuye su eficiencia productiva y genera conflictos.



**Activity 31 / Actividad 31**

Describamos las condiciones de trabajo de un puesto en particular. Puede ser en nuestro trabajo actual o en uno que hayamos tenido antes. Para hacerlo completemos la siguiente tabla:

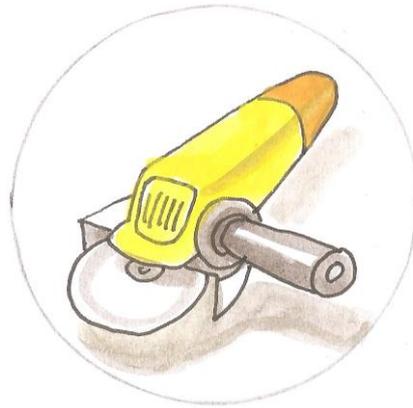
Duración y horario	
Remuneración (diaria, por horas, mensual, por rendimiento)	
Cómo se organizan las tareas (jerarquía, distribución, indicadores de avance o cumplimiento)	
Beneficios sociales	
Ergonomía	
Participación en la prevención	

En base a lo que escribimos en el punto anterior, ¿Qué riesgos identificamos? ¿Se desarrollaron acciones de prevención? ¿Existe un espacio para plantear estas situaciones?





# Metalmecánica



**Capítulo 9**

**Filosofía del trabajo**

Existen muchas maneras de organizar el trabajo dentro de una organización, y cada una se basa en una filosofía o forma de pensamiento. El método japonés llamado “de las 5s” ha tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan, tales como empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.



### Let's define / Vamos definiendo

#### ¿Qué son las 5S?

Es un método que se inició en fábrica de Toyota (Japón), en la década del 60 para organizar el trabajo. Se denomina de esta manera por sus cinco conceptos centrales, cuya primera letra en japonés es la s.

Esta metodología pretende:

- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal. Es más agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado.
- ✓ Reducir gastos de tiempo y energía.
- ✓ Reducir riesgos de accidentes o sanitarios.
- ✓ Mejorar la calidad de la producción.
- ✓ Mejorar la seguridad en el trabajo.

#### ¿Cuáles son las 5 “S”?

**1S= SEIRI**

**Organización / Clasificación / Separación**

**5S= SHITSUKE**

**Disciplina / Hábito**

**2S= SEITON**

**Orden**

**4S= SEIKETSU**

**Limpieza estandarizada**

**3S= SEISO**

**Limpieza**



### **Primer S: SEIRI. Organización / Clasificación / Separación**

Significa distinguir claramente entre:

- Lo que es **necesario** y debe mantenerse en el área de trabajo, y
- Lo que es **innecesario** y debe desecharse o retirarse

Implica desarrollar los cinco sentidos.

**Separar lo Necesario de lo Innecesario**

### **Segunda S: SEITON: Orden**

- Significa definir la forma de situar y mantener las cosas necesarias de modo que cualquiera pueda encontrarlas y usarlas fácilmente.
- Implica colocar los objetos con criterio de **urgencia**. Es decir, lo que más se usa tiene que estar más próximo a la persona. En áreas de uso común, debemos consensuar de manera grupal cuáles serían los objetos de uso más frecuente.
- Implica estandarizar dónde deben estar las cosas necesarias.

**Meta: Evitar que las personas necesiten preguntar dónde están las cosas o dónde deben ir.**

### **Tercer S: SEISO: Limpieza**

- Significa limpiar todo y mantener las cosas en orden.
- Implica desobstruir las cosas y las personas.
- Restablecer las **condiciones básicas**.
- Tomar medidas provisionarias contra las fuentes de suciedad.

### **Cuarta S: SEIKETSU: Limpieza Estandarizada**

- Significa que se mantiene consistentemente la organización, el orden y la limpieza. Más que una actividad es una actitud.
- Implica asumir un compromiso escrito de cómo se realizarán las cosas.
- Diseñar modos de evitar que el polvo y la suciedad se acumulen.

### Quinta S: SHITSUKE: Disciplina / Hábito

- Significa seguir siempre procedimientos de trabajos especificados y estandarizados.
- Es el resultado de un proceso de crecimiento y maduración (personal y grupal) como consecuencia de seguir los 4 primeros pasos.
- La única forma de pretender disciplina en los colaboradores es que los jefes la muestren con el **ejemplo**.

El “arte” de hacer 5S en el trabajo y en la vida:

- SEIRI= Organización: El arte de “colocar fuera las cosas innecesarias” buscando despejar el área y los conflictos personales.
- SEITON= Orden: El arte de decidir “dónde van las cosas” y luego ubicar “cada cosa en su lugar”.
- SEISO= Limpieza: El arte de “eliminar la mugre y las causas de los malos entendidos”.
- SEIKETSU= Estandarización: El arte de mantener las cosas en “estado de limpieza” con aseo, higiene y conservación.
- SHITSUKE= Hábito: El arte de hacer “las cosas correctas naturalmente” con gran disciplina.



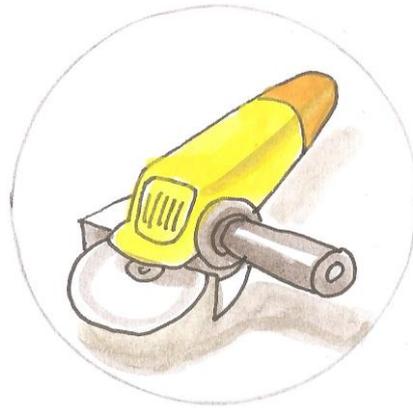
## Let's work / A trabajar

### Activity 32 / Actividad 32

- Hagamos un dibujo de nuestro espacio de trabajo tal como está hoy, con todas las maquinarias y objetos.
- Dibujemos con líneas de puntos los recorridos que realizamos habitualmente para circular en el espacio.
- Releamos la definición de 5S y escribamos tres acciones relacionadas con el orden y la limpieza que podríamos hacer para mejorar nuestro lugar de trabajo.



# Metalmecánica



**Trabajo Práctico  
Integrador**



## Activity 1 / Actividad 1

Leamos el siguiente fragmento de nota periodística y respondamos las preguntas:

## Gobierno destina fondos para fabricación de avión entrenador básico militar

POLÍTICA - 17 Diciembre 2021

El proyecto implica desembolsar u\$s10.051.796 para destinar a materiales y \$439.705.272 para la mano de obra con asignaciones específicas del Ministerio de Defensa.



*Entrenador. El IA-100 B, evolución del demostrador IA-100 diseñado por FAdeA, fue concebido entre 2014 y 2015. Era un avión de entrenamiento biplaza acrobático.*

El Gobierno decidió poner plata para la fabricación en serie del Malvina, avión de entrenamiento básico para la Fuerza Aérea. Se trata del IA-100 B que es una evolución del demostrador IA-100 diseñado por la Fábrica Argentina de Aviones (FAdeA). El IA-100, concebido entre 2014 y 2015, era un avión de entrenamiento biplaza acrobático. Se pensó para satisfacer el mercado civil y militar pero el contrato se suspendió en 2016 por ajustes en el presupuesto de la empresa. Otras voces suman la eterna guadaña que cae sobre un proyecto: cuando cambia el Gobierno nacional cambia de signo partidario. En 2020 resucitó con una nueva versión: IA 100-B y un empujón de 2.5 millón de dólares a través de un crédito otorgado por el Instituto de Ayuda Financiera para Pago de Retiros y Pensiones Militares (IAF) la caja previsional de los uniformados que presidía Guillermo Carmona. El crédito apuntaló los procesos de diseño para llegar al prototipo, se sabe que FAdeA honra en tiempo y forma el plan de 15 cuotas de la financiación.

La Decisión Administrativa N°1199/2021 firmada por el jefe de Gabinete, Juan Manzur y el ministro de Defensa, Jorge Taiana aprobó la operación contractual y la adjudicación directa del proyecto de fabricación en serie a la empresa aeronáutica estatal ubicada en la provincia de Córdoba. El contrato es entre el ministerio de Defensa y FAdeA por un periodo que va de 2021 a 2023. El proyecto implica desembolsar 10.051.796 dólares para materiales y \$ 439.705.272 en mano de obra con asignaciones específicas del Ministerio de Defensa. (...)

*Fragmento de: Aguilera, E., "Gobierno destina fondos a fabricación de avión entrenador básico militar", Ámbito Financiero, 17/12/21*

- a. ¿Qué es “FADEA”? ¿En qué período histórico se creó esta empresa y con qué fin?
- b. ¿Dentro de qué subsector de la industria metalmecánica ubicamos esta empresa?
- c. El autor de la nota escribe: “...la eterna guadaña que cae sobre un proyecto: cuando cambia el gobierno nacional cambia de signo”. En base a la lectura sobre la historia del sector, escribamos por qué creemos que el signo político de un gobierno influye en los proyectos productivos de una empresa como ésta.



## Activity 2 / Actividad 2

Elijamos una pieza de acero de nuestro entorno y elaboremos un texto explicativo sobre el proceso que sigue el metal desde que se encuentra en el yacimiento hasta el producto final. No olvidemos incluir:

- ✓ Sectores que intervienen.
- ✓ Características de este tipo de metal.
- ✓ Procesos que se ponen en juego.
- ✓ Maquinarias posibles que deberían usarse.
- ✓ Herramientas de mano más necesarias para poner en marcha este proceso.
- ✓ Medidas de salud y seguridad necesarias para realizar en el trabajo.



### Useful tip / Una ayudita

*Para completar esta actividad podemos revisar las características del texto expositivo o explicativo en el módulo 5 en el Área de Interpretación y Producción de Texto.*



## Activity 3 / Actividad 3

Seleccionemos uno de los procesos industriales vistos en el módulo que nos interese especialmente y ampliemos la información. Elaboremos un gráfico que muestre las etapas del proceso.



### Useful tip / Una ayudita

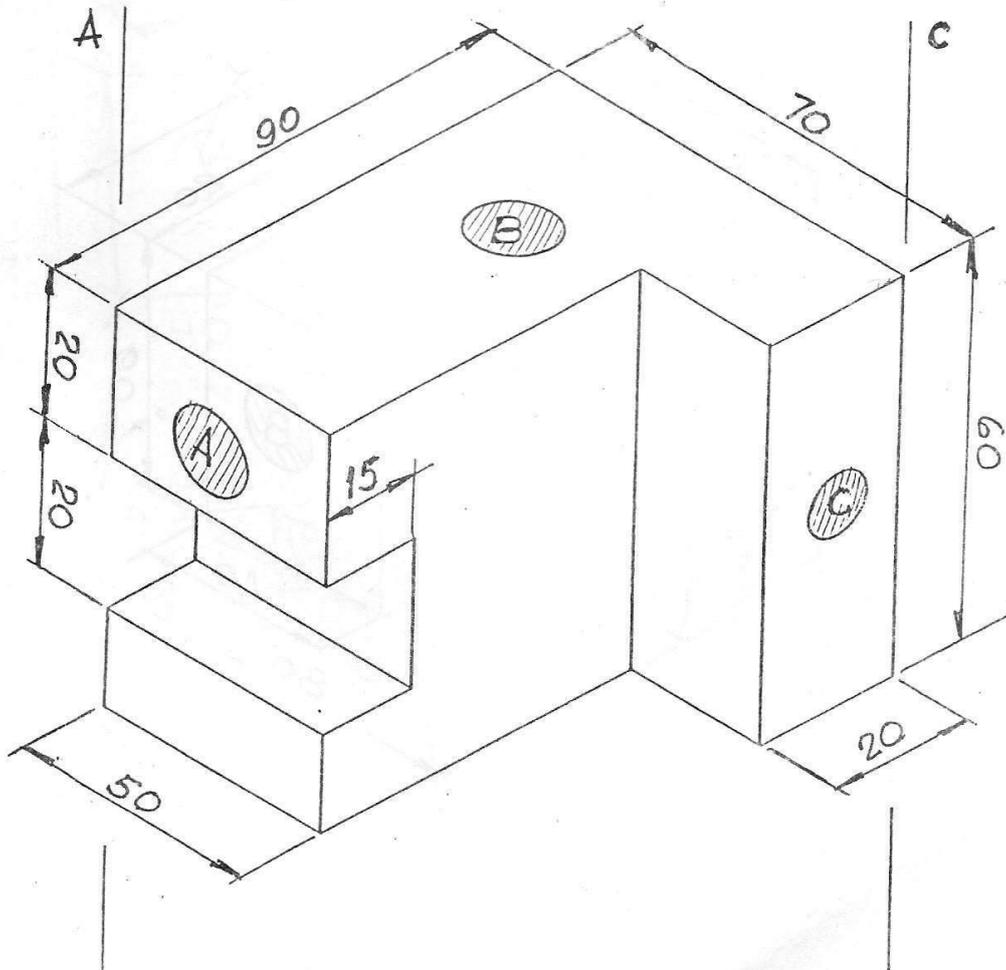
*Para elaborar el gráfico, solicitemos a nuestro tutor o tutora del Módulo 9 que nos acompañe para identificar fuentes de información de calidad.*



## Activity 4 / Actividad 4

Observemos con atención el dibujo que sigue y de acuerdo a lo que vimos sobre lectura e interpretación de planos, realicemos las siguientes consignas:

- Desarrollemos todas las vistas necesarias que den cuenta de la pieza que se debe obtener.
- ¿Qué tipo de perspectiva se utiliza en el dibujo? y ¿Cuáles son las características distintivas del mismo?
- Teniendo en cuenta que las medidas del dibujo están representadas en milímetros, las convirtamos en la medida más próxima en pulgadas. Por ejemplo: 50mm es aproximadamente 2".





## Activity 5 / Actividad 5

Completemos el siguiente cuadro con ejemplos extraídos del capítulo 3 y agreguemos otros en base a nuestra experiencia.

Herramienta	Ejemplo de uso del módulo	Otro ejemplo construido por nosotros/as
Martillo		
Lima		
Arco y hoja de sierra		
Granete		
Morsa de banco		



## Activity 6 / Actividad 6

Pensemos en nuestra experiencia laboral. Para responder, elijamos una o dos experiencias: las que hayamos desempeñado durante más tiempo en nuestra vida.

- a. ¿Cuáles fueron los principales riesgos del medioambiente en el que trabajamos?
- b. ¿Contábamos con los medios de protección personal necesarios para estar protegidos?
- c. ¿Se hacía prevención de riesgos?
- d. ¿Las/los trabajadoras/es participaban en espacios de evaluación de la organización del trabajo?
- e. ¿Identificamos alguna consecuencia negativa en nuestra salud en nosotros/as o en compañeros/as de trabajo? ¿Cuál y cómo se gestionó (si intervino la ART o no)?

## Bibliografía

Programa de Educación a Distancia – Nivel Medio Adultos - Provincia de Córdoba, Módulo 11, Metalmecánica.

Neffa, Julio Cesar: Introducción al concepto de condiciones y medio ambiente de trabajo (CyMAT); Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas; Voces del Fénix; 6; 7-2015; 6-16 <https://youtu.be/PKGottGTFsY>

Los riesgos psicosociales en el trabajo: enfoques y problemáticas. Superintendencia de Riesgos del Trabajo 2019 <https://www.argentina.gob.ar/srt/museosrt/voces/neffa>

Maturo, Y.D., “La Educación Técnica En Argentina: De La “Reforma Educativa”/ Década de los 1990 a La Ley de Educación Técnico Profesional”, Revista EXITUS, Volume 04, número 01, enero 2014, p. 45-109.

De la Vega, C., “FAdeA: El valor de la fabricación local”, Agencia Tecnología Sur Sur, UNSAM, 12 nov 2020.

Elastómeros y Plásticos – UNC – Autor: Ing. George Henry Pi

Corrosión – UNC – Autor: Ing. George Henry Pi

<http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/maquinas-y-herramientas.pdf>

<http://www.argenfen.com.ar/fresas-prismaticas.htm>

<http://www.kometgroup.com/pdf/0500010.pdf>

[https://www.youtube.com/results?search\\_query=maquinas+herramientas+industriales+ayoros](https://www.youtube.com/results?search_query=maquinas+herramientas+industriales+ayoros)

<http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/materiales-compuestos.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=0Wmnk3uNLbl>

<http://www.indura.com.ar/Descargar/Manual%20de%20Soldadura%20INDURA?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Far%2Fbiblioteca%2F57635ba3431f41aea58748d4662f578b.pdf>

[http://www.ifdcvm.edu.ar/tecnicatura/Desarrollo\\_de\\_Contenidos/7.pdf](http://www.ifdcvm.edu.ar/tecnicatura/Desarrollo_de_Contenidos/7.pdf)

<https://www.youtube.com/watch?v=UU7wTeJIZdY>

<https://www.youtube.com/watch?v=zDE1ITm4Hhw>

<https://www.youtube.com/watch?v=jkSWVqKAG2A>

[https://www.youtube.com/watch?v=A\\_X7e09mLxU](https://www.youtube.com/watch?v=A_X7e09mLxU)

<https://es.slideshare.net/albertojea/tratamientos-termicos-del-acero>

[http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Fundiciones.pdf](http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Fundiciones.pdf)

<https://ingenieriademateriales.wordpress.com/2009/04/17/manual-del-aluminio-y-sus-aleaciones/>

<https://www.argentina.gob.ar/produccion/planargentina40/industria-4-0>

Web institucional de la Agencia de Promoción de las Exportaciones - ProCórdoba, extraído el jueves 24/2/2022 de <https://www.procordoba.org/metalmeccanica-4400.html>





**DGEJyA**



**Programa de  
Educación a  
Distancia**