

## **Aceros**

**Acero** es la denominación que comúnmente se le da en ingeniería metalúrgica a una aleación de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,1 y el 2,1% en peso de su composición, aunque normalmente estos valores se encuentran entre el 0,2% y el 0,3%. Si la aleación posee una concentración de carbono mayor al 2,0% se producen fundiciones que, en oposición al acero, son quebradizas y no es posible forjarlas sino que deben ser moldeadas.

No se debe confundir el acero con el hierro, que es un metal relativamente duro y tenaz, con temperatura de fusión de 1.535 °C y punto de ebullición 2.740 °C. Por su parte, el carbono es un no metal, blando y frágil en la mayoría de sus formas alotrópicas (excepto en la forma de diamante). La difusión de este elemento en la estructura cristalina del anterior se logra gracias a la diferencia en diámetros atómicos.

El acero conserva las características metálicas del hierro en estado puro, pero la adición de carbono y de otros elementos tanto metálicos como no metálicos mejora sus propiedades físico-químicas.

Existen muchos tipos de acero en función del o los elementos aleantes que estén presentes. La definición en porcentaje de carbono corresponde a los aceros al carbono, en los cuales este no metal es el único aleante, o hay otros pero en menores concentraciones. Otras composiciones específicas reciben denominaciones particulares en función de múltiples variables como por ejemplo los elementos que predominan en su composición (aceros al silicio), de su susceptibilidad a ciertos tratamientos (aceros de cementación), de alguna característica potenciada (aceros inoxidable) e incluso en función de su uso (aceros estructurales). Usualmente estas aleaciones de hierro se engloban bajo la denominación genérica de **aceros especiales**, razón por la que aquí se ha adoptado la definición de los comunes o "al carbono" que además de ser los primeros fabricados y los más empleados, sirvieron de base para los demás. Esta gran variedad de aceros llevó a Siemens a definir el acero como «un compuesto de hierro y otra sustancia que incrementa su resistencia».

Los dos componentes principales del acero se encuentran en abundancia en la naturaleza, lo que favorece su producción a gran escala. Esta variedad y disponibilidad lo hace apto para numerosos usos como la construcción de maquinaria, herramientas, edificios y obras públicas, contribuyendo al desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas. A pesar de ello existen sectores que no utilizan acero (como la construcción aeronáutica), debido a su densidad (7.850 kg/m<sup>3</sup> de densidad en comparación a los 2.700 kg/m<sup>3</sup> del aluminio, por ejemplo).

### **Historia**



Se desconoce la fecha exacta en que se descubrió la técnica para obtener hierro a partir de la fusión de minerales. Sin embargo, los primeros restos arqueológicos de utensilios de hierro datan del 3000 a.C. y fueron descubiertos en Egipto, aunque hay vestigios de adornos anteriores. Algunos de los primeros aceros provienen del este de África, cerca de 1400 a. C.

No hay registros de que la templabilidad fuera conocida hasta la Edad Media. Los métodos antiguos para la fabricación del acero consistían en obtener hierro dulce en el horno, con carbón vegetal y tiro de aire, con una posterior expulsión de las escorias por martilleo y carburación del

hierro dulce para cementarlo. Luego se perfeccionó la cementación fundiendo el acero cementado en crisoles de arcilla y

en Sheffield (Inglaterra) se obtuvieron, a partir de 1740, aceros de crisol.

En 1856, Sir Henry Bessemer, desarrolló un método para producir acero en grandes cantidades, pero dado que solo podía emplearse hierro que contuviese fósforo y azufre en pequeñas proporciones, fue dejado de lado. Al año siguiente, Carl Siemens creó otro, el procedimiento Martin-Siemens, en el que se producía acero a partir de la descarburación de la fundición de hierro dulce y óxido de hierro como producto del calentamiento con aceite, gas de coque, o una mezcla este último con gas de alto horno. Este método también quedó en desuso.

En 1948 se inventa el proceso del oxígeno básico L-D. Tras la segunda guerra mundial se iniciaron experimentos en varios países con oxígeno puro en lugar de aire para los procesos de refinado del acero. El éxito se logró en Austria en 1948, cuando una fábrica de acero situada cerca de la ciudad de Linz, Donawitz desarrolló el proceso del oxígeno básico o L-D.

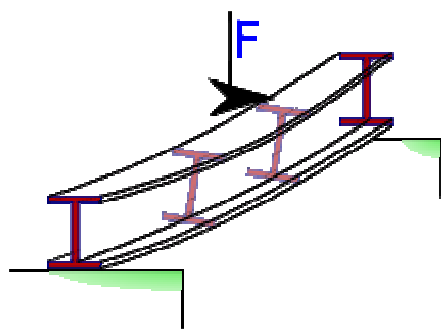
En 1950 se inventa el proceso de colada continua que se usa cuando se requiere producir perfiles laminados de acero de sección constante y en grandes cantidades. El proceso consiste en colocar un molde con la forma que se requiere debajo de un crisol, el que con una válvula puede ir dosificando material fundido al molde. Por gravedad el material fundido pasa por el molde, el que está enfriado por un sistema de agua, al pasar el material fundido por el molde frío se convierte en pastoso y adquiere la forma del molde. Posteriormente el material es conformado con una serie de rodillos que al mismo tiempo lo arrastran hacia la parte exterior del sistema. Una vez conformado el material con la forma necesaria y con la longitud adecuada el material se corta y almacena.

En la actualidad se utilizan algunos metales y metaloides en forma de ferroaleaciones, que, unidos al acero, le proporcionan excelentes cualidades de dureza y resistencia.

Actualmente, el proceso de fabricación del acero, se completa mediante la llamada metalurgia secundaria. En esta etapa, se otorgan al acero líquido las propiedades químicas, temperatura, contenido de gases, nivel de inclusiones e impurezas deseados. La unidad más común de metalurgia secundaria es el horno cuchara. El acero aquí producido está listo para ser posteriormente colado, en forma convencional o en colada continua.

En muchas regiones del mundo, el acero es de gran importancia para la dinámica de la población, industria y comercio.

### **Características mecánicas y tecnológicas del acero**



Aunque es difícil establecer las propiedades físicas y mecánicas del acero debido a que estas varían con los ajustes en su composición y los diversos tratamientos térmicos, químicos o mecánicos, con los que pueden conseguirse aceros con combinaciones de características adecuadas para infinidad de aplicaciones, se pueden citar algunas propiedades genéricas:

- Su densidad media es de 7850 kg/m<sup>3</sup>.
- En función de la temperatura el acero se puede contraer, dilatar o fundir.
- El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación y los porcentajes de elementos aleantes. El de su componente principal, el hierro es de alrededor de 1.510 °C en estado puro

(sin alear), sin embargo el acero presenta frecuentemente temperaturas de fusión de alrededor de 1.375 °C, y en general la temperatura necesaria para la fusión aumenta a medida que se aumenta el porcentaje de carbono y de otros aleantes.

- Es un material muy tenaz, especialmente en alguna de las aleaciones usadas para fabricar herramientas.
- Relativamente dúctil. Con él se obtienen hilos delgados llamados alambres.
- Es maleable. Se pueden obtener láminas delgadas llamadas hojalata.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- Algunas composiciones y formas del acero mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos entre los cuales quizá el más conocido sea el templado del acero, aplicable a aceros con alto contenido en carbono, que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles.
- Los ensayos tecnológicos para medir la dureza son Brinell, Vickers y Rockwell, entre otros.
- Se puede soldar con facilidad.
- La corrosión es la mayor desventaja de los aceros ya que el hierro se oxida con suma facilidad incrementando su volumen y provocando grietas superficiales que posibilitan el progreso de la oxidación hasta que se consume la pieza por completo.
- Posee una alta conductividad eléctrica.
- Se utiliza para la fabricación de imanes permanentes artificiales.
- Un aumento de la temperatura en un elemento de acero provoca un aumento en la longitud del mismo.
- El acero da una falsa sensación de seguridad al ser incombustible, pero sus propiedades mecánicas fundamentales se ven gravemente afectadas por las altas temperaturas que pueden alcanzar los perfiles en el transcurso de un incendio.

[editar]Normalización de las diferentes clases de acero

---

Para homogeneizar las distintas variedades de acero que se pueden producir, existen sistemas de normas que regulan la composición de los aceros y las prestaciones de los mismos en cada país, en cada fabricante de acero, y en muchos casos en los mayores consumidores de aceros.

Por ejemplo en Argentina están regulados por la normas IRAM

Existen otras normas reguladoras del acero, como la clasificación de AISI (de uso mucho más extendido internacionalmente), ASTM, DIN, o la ISO 3506.

### ***Elementos aleantes del acero y mejoras obtenidas con la aleación***

Las clasificaciones normalizadas de aceros como la AISI, ASTM y UNS, establecen valores mínimos o máximos para cada tipo de elemento. Estos elementos se agregan para obtener unas características determinadas como templabilidad, resistencia mecánica, dureza, tenacidad, resistencia al desgaste, soldabilidad o maquinabilidad. A continuación se listan algunos de los efectos de los elementos aleantes en el acero:

- Aluminio.
- Boro.
- Cobalto. Muy endurecedor. Disminuye la templabilidad. Mejora la resistencia y la dureza en caliente.

- **Cromo:** Forma carburos muy duros y comunica al acero mayor dureza, resistencia y tenacidad a cualquier temperatura. Solo o aleado con otros elementos, mejora la resistencia a la corrosión. Se usa en aceros inoxidable, aceros para herramientas y refractarios.
- **Molibdeno:** es un elemento habitual del acero y aumenta mucho la profundidad de endurecimiento de acero, así como su tenacidad.
- **Níquel:** Aumenta la tenacidad y resistencia al impacto. El níquel se utiliza mucho para producir acero inoxidable, porque aumenta la resistencia a la corrosión.
- **Plomo:** el plomo no se combina con el acero, se encuentra en él en forma de pequeñísimos glóbulos, como si estuviese emulsionado, lo que favorece la fácil mecanización por arranque de viruta, (torneado, cepillado, taladrado, etc).
- **Silicio:** aumenta moderadamente la templabilidad. Se usa como elemento desoxidante.
- **Titanio:** se usa para estabilizar y desoxidar el acero, mantiene estables las propiedades del acero a alta temperatura.
- **Tungsteno:** también conocido como wolframio. Forma con el hierro carburos muy complejos estables y durísimos, soportando bien altas temperaturas.
- **Vanadio:** posee una enérgica acción desoxidante y forma carburos complejos con el hierro, que proporcionan al acero una buena resistencia a la fatiga, tracción y poder cortante en los aceros para herramientas.

### **Impurezas en el acero**

Se denomina impurezas a todos los elementos indeseables en la composición de los aceros. Se encuentran en los aceros y también en las fundiciones como consecuencia de que están presentes en los minerales o los combustibles. Se procura eliminarlas o reducir su contenido debido a que son perjudiciales para las propiedades de la aleación. En los casos en los que eliminarlas resulte imposible o sea demasiado costoso, se admite su presencia en cantidades mínimas de azufre y fósforo.

### **Tratamientos del acero**

---

#### **Tratamientos superficiales**

Debido a la facilidad que tiene el acero para oxidarse cuando entra en contacto con la atmósfera o con el agua, es necesario y conveniente proteger la superficie de los componentes de acero para protegerles de la oxidación y corrosión. Muchos tratamientos superficiales están muy relacionados con aspectos embellecedores y decorativos de los metales.

Los tratamientos superficiales más usados son los siguientes:

- **Cincado:** tratamiento superficial antioxidante por proceso electrolítico o mecánico al que se somete a diferentes componentes metálicos.
- **Cromado:** recubrimiento superficial para proteger de la oxidación y embellecer.
- **Galvanizado:** tratamiento superficial que se da a la chapa de acero.
- **Niquelado:** baño de níquel con el que se protege un metal de la oxidación.
- **Pavonado:** tratamiento superficial que se da a piezas pequeñas de acero, como la tornillería.
- **Pintura:** usado especialmente en estructuras, automóviles, barcos, etc.

#### **Tratamientos térmicos**

Un proceso de tratamiento térmico adecuado permite aumentar significativamente las propiedades mecánicas de dureza, tenacidad y resistencia mecánica del acero. Los tratamientos térmicos cambian la microestructura del material, con lo que las propiedades macroscópicas del acero también son alteradas.

Los tratamientos térmicos que pueden aplicarse al acero sin cambiar en su composición química son:

- Temple
- Revenido
- Recocido
- Normalizado

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. 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.

- Cementación (C): aumenta la dureza superficial de una pieza de acero dulce, aumentando la concentración de carbono en la superficie. Se consigue teniendo en cuenta el medio o atmósfera que envuelve el metal durante el calentamiento y enfriamiento. El 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.
- Nitruración (N): al igual que la cementación, aumenta la dureza superficial, aunque lo hace en mayor medida, incorporando nitrógeno en la composición de la superficie de la pieza. Se logra calentando el acero a temperaturas comprendidas entre 400 y 525 °C, dentro de una corriente de gas amoníaco, más nitrógeno.
- Cianuración (C+N): endurecimiento superficial de pequeñas piezas de acero. Se utilizan baños con cianuro, carbonato y cianato sódico. Se aplican temperaturas entre 760 y 950 °C.
- Carbonitruración (C+N): 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.

Entre los factores que afectan a los procesos de tratamiento térmico del acero se encuentran la temperatura y el tiempo durante el que se expone a dichas condiciones al material. Otro factor determinante es la forma en la que el acero vuelve a la temperatura ambiente. El enfriamiento del proceso puede incluir su inmersión en aceite o el uso del aire como refrigerante.

### **Acero laminado**

El acero que se utiliza para la construcción de estructuras metálicas y obras públicas, se obtiene a través de la laminación de acero en una serie de perfiles normalizados.

El proceso de laminado consiste en calentar previamente los lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote por un proceso de estiramiento y desbaste que se produce en una cadena de cilindros a presión llamado tren de laminación. Estos cilindros van formando el perfil deseado hasta conseguir las medidas que se requieran. Las dimensiones de las secciones conseguidas de esta forma no se ajustan a las tolerancias requeridas y por eso muchas veces los productos laminados hay que someterlos a fases de mecanizado para ajustar sus dimensiones a la tolerancia requerida.

### **Acero forjado**

La forja es el proceso que modifica la forma de los metales por deformación plástica cuando se somete al acero a una presión o a una serie continuada de impactos. La forja generalmente se realiza a altas temperaturas porque así se mejora la calidad metalúrgica y las propiedades mecánicas del acero.

El sentido de la forja de piezas de acero es reducir al máximo posible la cantidad de material que debe eliminarse de las piezas en sus procesos de mecanizado. En la forja por estampación la fluencia del material queda limitada a la cavidad de la estampa, compuesta por dos matrices que tienen grabada la forma de la pieza que se desea conseguir.

### **Acero corrugado**

El **acero corrugado** es una clase de acero laminado usado especialmente en construcción, para emplearlo en hormigón armado. Se trata de barras de acero que presentan resaltos o **corrugas** que mejoran la adherencia con el hormigón. Está dotado de una gran ductilidad, la cual permite que a la hora de cortar y doblar no sufra daños, y tiene una gran soldabilidad, todo ello para que estas operaciones resulten más seguras y con un menor gasto energético.



- Las barras de acero corrugados se producen en una gama de diámetros que van de 6 a 40 mm, en la que se cita la sección en cm<sup>2</sup> que cada barra tiene así como su peso en kg. Las barras inferiores o iguales a 16 mm de diámetro se pueden suministrar en barras o rollos, para diámetros superiores a 16

### **Estampado del acero**

La estampación del acero consiste en un proceso de mecanizado sin arranque de viruta donde a la plancha de acero se la somete por medio de prensas adecuadas a procesos de embutición y estampación para la consecución de determinadas piezas metálicas. Para ello en las prensas se colocan los moldes adecuados.



### **Mecanizado duro**

En ocasiones especiales, el tratamiento térmico del acero puede llevarse a cabo antes del mecanizado en procesos de arranque de virutas, dependiendo del tipo de acero y los requerimientos que deben ser observados para determinada pieza. Con esto, se debe tomar en cuenta que las herramientas necesarias para dichos trabajos deben ser muy fuertes por llegar a sufrir desgaste apresurado en su vida útil. Estas ocasiones peculiares, se pueden presentar cuando las tolerancias de fabricación son tan estrechas que no se permita la inducción de calor en tratamiento por llegar a alterar la geometría del trabajo, o también por causa de la misma composición del lote del material (por ejemplo, las piezas se están encogiéndose mucho por ser tratadas). En ocasiones es preferible el mecanizado después del tratamiento térmico, ya que la estabilidad óptima del material ha sido alcanzada y, dependiendo de la composición y el tratamiento, el mismo proceso de mecanizado no es mucho más difícil.

### **Mecanizado por descarga eléctrica**

En algunos procesos de fabricación que se basan en la descarga eléctrica con el uso de electrodos, la dureza del acero no hace una diferencia notable.

### **Taladrado profundo**

En muchas situaciones, la dureza del acero es determinante para un resultado exitoso, como por ejemplo en el taladrado profundo al procurar que un agujero mantenga su posición referente al eje de rotación de la broca de carburo. O por ejemplo, si el acero ha sido endurecido por ser tratado térmicamente y por otro siguiente tratamiento térmico se ha suavizado, la consistencia puede ser demasiado suave para beneficiar el proceso, puesto que la trayectoria de la broca tenderá a desviarse.

### **Doblado**

El doblado del acero que ha sido tratado térmicamente no es muy recomendable pues el proceso de doblado en frío del material endurecido es más difícil y el material muy probablemente se haya tornado demasiado quebradizo para ser doblado; el proceso de doblado empleando antorchas u otros métodos para aplicar calor tampoco es recomendable puesto que al volver a aplicar calor al metal duro, la integridad de este cambia y puede ser comprometida.

### **Perfiles de acero**

Para su uso en construcción, el acero se distribuye en perfiles metálicos, siendo éstos de diferentes características según su forma y dimensiones y debiéndose usar específicamente para una función concreta, ya sean vigas o pilares.

El acero en sus distintas clases está presente de forma abrumadora en nuestra vida cotidiana en forma de herramientas, utensilios, equipos mecánicos y formando parte de electrodomésticos y maquinaria en general así como en las estructuras de las viviendas que habitamos y en la gran mayoría de los edificios modernos.

Los fabricantes de medios de transporte de mercancías (camiones) y los de maquinaria agrícola son grandes consumidores de acero.

También son grandes consumidores de acero las actividades constructoras de índole ferroviario desde la construcción de infraestructuras viarias así como la fabricación de todo tipo de material rodante. Otro tanto cabe decir de la industria fabricante de armamento, especialmente la dedicada a construir armamento pesado, vehículos blindados y acorazados.

Como consumidores destacados de acero cabe citar a los fabricantes de automóviles porque muchos de sus componentes significativos son de acero.