

# Metales ferrosos: acero y fundiciones

## Breve descripción:

El componente formativo aborda los metales ferrosos, en particular, los aceros y fundiciones, explicando sus tipos, características y aplicaciones. Describe la influencia de diversos elementos de aleación en las propiedades del acero y detalla los diferentes tipos de fundiciones, como la blanca, gris, nodular y maleable. Además, se examina el impacto ambiental de la industria siderúrgica y la importancia del reciclaje.

## Tabla de contenido

Introducción .....	1
1. Aceros.....	2
Tipos de acero .....	3
1.1. Influencia de los elementos de aleación en el acero .....	4
1.2. Aplicaciones de los aceros .....	7
1.3. Fundiciones .....	10
Propiedades.....	10
La conservación del medio ambiente en la siderurgia .....	11
Síntesis .....	14
Material complementario.....	15
Glosario .....	16
Referencias bibliográficas .....	18
Créditos .....	19

## Introducción

El acero y las fundiciones son materiales fundamentales en la industria moderna debido a sus múltiples aplicaciones y su relevancia en la construcción de infraestructuras, desde puentes y edificios hasta componentes industriales. Estos materiales ferrosos, formados principalmente por aleaciones de hierro y carbono, ofrecen una gran variedad de propiedades que los hacen adecuados para diferentes usos, desde piezas mecánicas hasta estructuras arquitectónicas.

La fabricación de aceros incluye procesos que involucran la reducción de hierro y la incorporación de elementos de aleación, como cromo, níquel y manganeso, que mejoran sus propiedades, como la resistencia a la corrosión y la durabilidad. La composición y el tratamiento térmico de cada tipo de acero determinan su dureza, tenacidad y maleabilidad, permitiendo su adaptación a distintos campos industriales.

Las fundiciones, por su parte, son aleaciones de hierro y carbono con un mayor porcentaje de carbono que el acero, lo que les otorga una mayor fluidez para el proceso de colada. Existen diferentes tipos de fundiciones, como la blanca, gris y nodular, cada una con características específicas que las hacen útiles para fabricar componentes de gran espesor y piezas complejas. Además, el reciclaje y la optimización de los procesos de fabricación ayudan a reducir el impacto ambiental de la industria siderúrgica.

## 1. Aceros

El acero es, esencialmente, una aleación de hierro y carbono (entre un 0,05 % y menos de un 2 % de carbono). A veces, se añaden otros elementos de aleación, como cromo (Cr) o níquel (Ni), para cumplir con fines específicos. Dado que el acero está compuesto principalmente de hierro altamente refinado (más del 98 %), su fabricación comienza con la reducción del hierro (producción de arrabio), que posteriormente se transforma en acero.

El acero presenta un color blanco grisáceo, y su punto de fusión varía entre 1300 y 1530 grados Celsius, dependiendo del porcentaje de carbono y otros elementos de aleación.

A continuación, se presentan algunas de las principales propiedades del acero que lo hacen esencial en diversas aplicaciones industriales:

- **Peso específico y maleabilidad**

Su peso específico promedio es de 7,8 gramos por centímetro cúbico, lo que le otorga una notable maleabilidad, siendo útil para la fabricación de envases de hojalata.

- **Ductilidad**

La ductilidad del acero permite la producción de alambres, una propiedad esencial para su uso en la industria.

- **Tenacidad y dureza**

Gracias a su tenacidad y dureza, el acero es adecuado para la fabricación de herramientas.

- **Capacidad de mecanizado**

Es valorado en la industria metalmecánica por su capacidad de mecanizado, especialmente en el proceso de arranque de viruta.

- **Soldabilidad y conductividad eléctrica**

El acero es fácil de soldar y es un buen conductor eléctrico, lo que lo hace adecuado para fabricar cables de alta tensión.

- **Propiedades magnéticas y corrosión**

El acero posee propiedades magnéticas, pero su principal desventaja es su tendencia a la corrosión, que se mitiga mediante aleaciones como el acero inoxidable.

## **Tipos de acero**

Existen diversos tipos de acero, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones industriales. A continuación, se presenta una breve descripción de los principales tipos de acero y sus usos:

- **Aceros al carbono**

Más del 90 % de todos los aceros son de este tipo. Contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65 % de manganeso, 0,60 % de silicio y 0,60 % de cobre. Se utilizan en la fabricación de máquinas, carrocerías de automóviles, estructuras de construcción, cascos de buques, somieres y horquillas.

- **HSLA (High Strength Low Alloy) - Aceros de baja aleación ultrarresistentes**

Son más recientes y económicos que los aceros aleados convencionales, al contener menores cantidades de elementos de aleación. Reciben un

tratamiento que les confiere una gran resistencia, permitiendo que productos como vagones de mercancías y estructuras de edificios sean más livianos y resistentes, optimizando el uso de materiales.

- **Alta aleación**

Contienen más del 5 % de elementos de aleación en peso, lo que aumenta su costo. Son utilizados en herramientas que requieren alta resistencia, como brocas, llaves de tuercas, rodamientos, ejes y superaleaciones para aplicaciones de alta temperatura.

- **Aceros inoxidables**

Contienen cromo, níquel y otros elementos que les otorgan resistencia a la oxidación y un acabado brillante. Son comunes en arquitectura, equipos quirúrgicos, refinerías de petróleo, plantas químicas, y en la fabricación de utensilios de cocina. También se utilizan en aplicaciones donde se requiere resistencia a la corrosión y estabilidad a temperaturas extremas.

### **1.1. Influencia de los elementos de aleación en el acero**

Los aceros contienen elementos de aleación que mejoran sus características fundamentales. La influencia de estos elementos es variada, y al ajustar el porcentaje adecuado, se pueden obtener aceros con propiedades muy diferentes.

Es posible fabricar piezas de gran espesor con alta resistencia en su interior, herramientas resistentes a la corrosión, componentes mecánicos que combinan una gran dureza con tenacidad, y mecanismos que conservan su resistencia incluso a altas temperaturas. También se pueden crear moldes de formas complejas que no se deformen ni agrieten durante el tratamiento térmico.

- **Cobre (Cu)**

Aumenta la resistencia a la tracción, pero incrementa la fragilidad a altas temperaturas.

- **Cromo (Cr)**

Mejora la resistencia a la corrosión y oxidación, así como la resistencia a la abrasión y al desgaste. Facilita el tratamiento térmico y aumenta la resistencia mecánica a altas temperaturas. Es clave en la fabricación de aceros inoxidables.

- **Fósforo (P)**

Aumenta la resistencia y dureza en aceros bajos en carbono, mejora la resistencia a la corrosión y la maquinabilidad, pero reduce la tenacidad.

- **Hidrógeno**

Provoca fragilidad en el acero, siendo un elemento muy nocivo.

- **Aluminio (Al)**

Actúa como antioxidante y limita el crecimiento del grano, formando óxidos y nitruros. Es fundamental en ciertos aceros de nitruración.

- **Azufre (S)**

Aumenta la fragilidad, pero facilita el mecanizado.

- **Carbono**

Incrementa la resistencia, el límite de elasticidad y la dureza, aunque disminuye la ductilidad y maleabilidad.

- **Manganeso (Mn)**

Elimina la fragilidad en caliente causada por el azufre y mejora la resistencia al desgaste y a la oxidación. Facilita el tratamiento térmico.

- **Molibdeno (Mo)**

Mejora el tratamiento térmico, la resistencia mecánica a altas temperaturas y la resistencia al desgaste.

- **Níquel (Ni)**

Aumenta la resistencia en aceros no templados, proporciona tenacidad a bajas temperaturas y mejora la resistencia a la corrosión.

- **Nitrógeno (N)**

Facilita el tratamiento térmico y aumenta la resistencia de algunos aceros inoxidables.

- **Oxígeno (O)**

Incrementa la fragilidad del acero y disminuye su resistencia a los impactos.

- **Plomo (Pb)**

Facilita el mecanizado.

- **Silicio (Si)**

Actúa como desoxidante y aumenta la resistencia de los aceros bajos en carbono. Se usa en la construcción de chapas magnéticas.

- **Titanio (Ti)**

Actúa como desoxidante y mejora la capacidad de conformado del material.

- **Boro (B)**

Facilita el tratamiento térmico y aumenta la dureza en aceros inoxidables.



- **Vanadio (V)**

Facilita el tratamiento térmico, mejora la resistencia al desgaste en herramientas y refuerza aceros de bajo carbono.

- **Wolframio (W)**

Aumenta la resistencia al desgaste en herramientas y facilita el tratamiento térmico.

- **Cobalto (Co)**

Mejora la resistencia a la corrosión y la abrasión, y aumenta la dureza a altas temperaturas.

## **1.2. Aplicaciones de los aceros**

Los aceros se aplican en una amplia variedad de industrias y productos gracias a sus propiedades como resistencia y durabilidad. Se emplean en la construcción de estructuras, maquinaria, automóviles, y elementos de uso cotidiano como utensilios de cocina y electrodomésticos. También son esenciales en la fabricación de componentes industriales, herramientas de corte, piezas de maquinaria pesada, y productos sanitarios y decorativos. Cada tipo de acero, como el acero al carbono, los aceros aleados con cromo, níquel o molibdeno, y los aceros inoxidables, se utiliza según sus características específicas para satisfacer distintas necesidades.

- **Aceros al carbono**

Se emplean en una amplia variedad de productos como láminas, alambres, varillas, clavos, tornillos, arandelas, abrazaderas, varillas de refuerzo para concreto, planchas, secciones estructurales de acero, ejes, engranajes, baldes, cajones, cerraduras, bisagras, tuberías para fluidos no corrosivos, partes de resistencias eléctricas, reactancias, núcleos de motores

eléctricos, armaduras de protección de cables de datos, tubos estructurales, máquinas, componentes móviles de automóviles y camiones (como ejes y parantes), cascos de buques, tubos para bicicletas, alfileres y cerraduras de puertas.

- **Aceros al manganeso**

Utilizados principalmente en sectores como el movimiento de tierra, minería, perforación de pozos, siderurgia, la industria ferroviaria y la fabricación de productos de cemento y arcilla. Se encuentran en equipos como molinos, dientes de pala, bombas para manejar grava, martillos, rejillas para el reciclaje de automóviles, carriles, cruzamientos de vías, piezas de machacadores, canales de evacuación de viruta, protecciones de máquinas, molinos, cajas de caudales, blindajes de máquinas granalladoras, plataformas vibratorias, barras de desgaste en transportadores, piezas para trituradoras, ruedas dentadas, cadenas de transportadores, tablillas y carcazas.

- **Aceros cromo-níquel**

Se emplean en equipamientos sanitarios públicos, utensilios de cocina y aceros de cementación.

- **Aceros cromo-molibdeno**

Utilizados en la construcción de maquinaria y en la industria sanitaria.

- **Aceros cromo-níquel-molibdeno**

Son utilizados para fabricar productos como láminas, alambres, varillas, clavos, tornillos, arandelas, abrazaderas, varillas de refuerzo, planchas, secciones estructurales, ejes, engranajes, baldes, cajones, cerraduras, bisagras, tuberías para fluidos no corrosivos, componentes de resistencias

eléctricas, reactancias, núcleos de motores eléctricos, armaduras para cables de datos, tubos estructurales, máquinas, piezas móviles de automóviles y camiones, cascos de buques, tubos para bicicletas, alfileres y cerraduras de puertas.

- **Aceros inoxidables**

Con un contenido de cromo superior al 12 %, se utilizan en el hogar (cubertería y utensilios de cocina), la industria (plantas químicas), la construcción, mobiliario urbano, electrodomésticos y sistemas de escape de vehículos, debido a su resistencia a la oxidación y su superficie brillante. En arquitectura, se utilizan frecuentemente con fines decorativos. También se emplean en la fabricación de instrumentos y equipos quirúrgicos, y para fijar o reemplazar huesos rotos debido a su resistencia a los fluidos corporales.

- **Aceros al cromo**

Utilizados principalmente para la fabricación de láminas debido a su alta dureza.

- **Aceros cromo-vanadio**

Se emplean en la fabricación de muelles, resortes y bisagras, siendo especialmente comunes en la industria automovilística y ferretera.

- **Aceros al níquel**

Son usados en procesos de cementación y en piezas que requieren alta resistencia.

- **Aceros al molibdeno-tungsteno (wolframio)**

Estos aceros son ideales para la fabricación de herramientas de corte.

### 1.3. Fundiciones

Las fundiciones son aleaciones de hierro y carbono, donde el contenido de carbono varía entre 1.76 % y 6.67 %, aunque las más comunes contienen entre 2.5 % y 4.5 %. Además del carbono, pueden incluir elementos como silicio, manganeso, fósforo, azufre, oxígeno, cobre, cromo, níquel y molibdeno, entre otros, según el tipo de fundición y su uso.

El proceso de obtención de las fundiciones se realiza mediante colada, utilizando como materia prima el arrabio, chatarra de fundición y cantidades variables de chatarra de acero. Este proceso permite obtener piezas de diversos tamaños y complejidad.

#### Propiedades

El punto de fusión de las fundiciones varía entre 1100 y 1450 °C, según su tipo, y su peso específico oscila entre 6.7 y 6.8 gramos por centímetro cúbico.

- **Fundición blanca**

Contiene bajos niveles de carbono (1.8 a 3.6 %) en forma de cementita y un mínimo de silicio (0.5 a 2 %), además de manganeso, fósforo y azufre. Su alta velocidad de enfriamiento le confiere mayor dureza que la fundición gris. Su punto de fusión oscila entre 1100 y 1200 °C y debe su nombre a la apariencia blanca en la superficie de rotura.

- **Fundición gris**

También conocida como hierro fundido o hierro colado, contiene carbono en forma de grafito, con un contenido de 2.5 % a 4 % de carbono y de 1 % a 3 % de silicio.

- **Fundición nodular**

Presenta grafito en forma esférica o nodular. Su composición incluye 3 % a 4 % de carbono, 1.8 % a 2.8 % de silicio, 0.15 % a 0.9 % de manganeso, un máximo de 0.1 % de fósforo, y hasta 0.3 % de azufre. Se obtiene a partir de fundición gris, con la adición de magnesio o cerio para formar la estructura nodular, sin requerir tratamiento térmico posterior.

- **Fundición maleable**

Se obtiene mediante un tratamiento térmico de recocido aplicado a la fundición blanca, a temperaturas entre 800 y 980 °C durante un periodo prolongado y en una atmósfera neutra. La microestructura resultante es similar a la de la fundición nodular.

- **Fundición aleada**

Contiene elementos aleantes como cobre, níquel, molibdeno, cromo y vanadio, que mejoran las propiedades mecánicas y tecnológicas de las fundiciones ordinarias. La adición de estos elementos influye en la velocidad de grafitización, otorgando características y aplicaciones específicas según los elementos y porcentajes utilizados.

## **La conservación del medio ambiente en la siderurgia**

La conservación del medio ambiente es una prioridad para las empresas, que buscan un uso racional de los recursos naturales y la protección de las personas. Sin embargo, en el caso de la industria siderúrgica, los desafíos ambientales son significativos:

### a) Emisiones de CO<sub>2</sub>

Las empresas siderúrgicas son responsables de aproximadamente el 27 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial. Sin embargo, la contaminación generada por los hornos de arco eléctrico es menor en comparación con otros métodos.

### b) Tipos de siderurgia y su impacto

- **Siderurgia integral.** Cubre todo el proceso, desde la extracción de minerales, lo que genera una mayor cantidad de emisiones y residuos.
- **Siderurgia no integral.** Utiliza hornos eléctricos y chatarra como materia prima, lo que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Los desafíos ambientales en la siderurgia son:

- **Uso del agua**

Las instalaciones de colada continua requieren grandes cantidades de agua para la refrigeración, lo que puede resultar en aguas residuales con alto contenido de aceites, generando problemas de contaminación hídrica. Es fundamental el reciclaje de más del 90 % del agua utilizada y la depuración de las aguas residuales restantes.

- **Generación de escorias y residuos**

Las escorias producidas durante los procesos metalúrgicos, si no se manejan adecuadamente, pueden contaminar el suelo y el agua. En las plantas de fundición, se generan residuos como arena usada, restos de moldes y escorias, lo que requiere un manejo eficiente para reducir su impacto ambiental.

- **Captación de polvo**

La instalación de sistemas de captación de polvo con filtros de mangas es una solución eficaz para minimizar la emisión de partículas contaminantes en la atmósfera.

Los avances tecnológicos y sostenibilidad son:

- a) Sustitución de materiales**

Se trabaja en el desarrollo de métodos para reemplazar el coque por carbón y utilizar mineral en trozos, en lugar de aglomerados de sinterización o pellets, con el fin de reducir el impacto ambiental.

- b) Optimización de procesos**

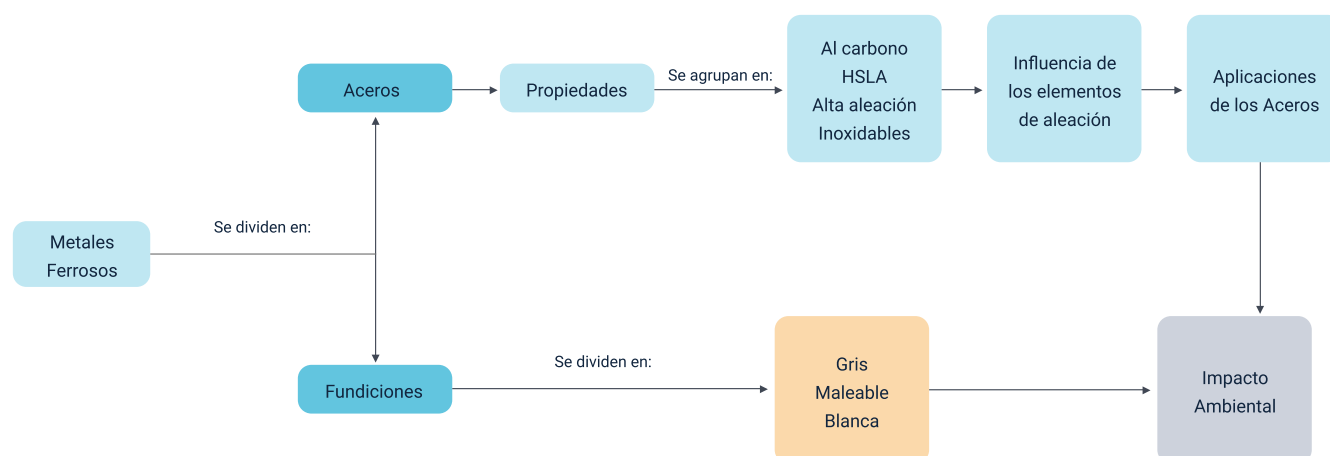
Se busca mejorar la fundición de las piezas para el laminado, ajustando las dimensiones del producto final, lo que permite:

- Reducir el consumo de energía.
- Disminuir la cantidad de residuos.
- Acortar la cadena de producción y minimizar las emisiones generadas.

Estas acciones reflejan el compromiso de la industria siderúrgica con la sostenibilidad y la reducción de su huella ambiental.

## Síntesis

A continuación, se presenta una síntesis de la temática estudiada en el componente formativo.





## Material complementario

Tema	Referencia	Tipo de material	Enlace del recurso
Aceros	JAES Company Español. (2022). ¿Qué es el acero? Cuando se descubrió, sus tipologías y dónde se utiliza. [Archivo de video] YouTube.	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=z4JGBx-85hk&amp;ab_channel=JAESCompanyEspanol">https://www.youtube.com/watch?v=z4JGBx-85hk&amp;ab_channel=JAESCompanyEspanol</a>
Aceros	Universidad Nacional de la Plata. (s.f.). Clase 8. Soldadura.	Documento	<a href="https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/73/27873/03be3424af308bf57bee6ac2aa169171.pdf">https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/73/27873/03be3424af308bf57bee6ac2aa169171.pdf</a>
Influencia de los elementos de aleación en el acero	Ingeniosos. (2023). Diagrama HIERRO CARBONO 😊 Microestructura de los ACEROS. [Archivo de video] YouTube.	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=HB14cBeCVp8&amp;ab_channel=Ingeniosos">https://www.youtube.com/watch?v=HB14cBeCVp8&amp;ab_channel=Ingeniosos</a>
Aplicaciones de los aceros	INITUBE. (2023). Tipos de perfiles de acero que existen y sus aplicaciones. [Archivo de video] YouTube.	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=BgR_PY8gjWQ&amp;ab_channel=INITUBE">https://www.youtube.com/watch?v=BgR_PY8gjWQ&amp;ab_channel=INITUBE</a>
Fundiciones	Metalcomer Ltda. (2016). Proceso de Fundición de Acero - Metalcomer Ltda. [Archivo de video] YouTube.	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=iEPX797NZZo&amp;ab_channel=MetalcomerLtda">https://www.youtube.com/watch?v=iEPX797NZZo&amp;ab_channel=MetalcomerLtda</a>

## Glosario

**Aceros inoxidables:** aceros que contienen cromo y otros elementos que les confieren resistencia a la oxidación y la corrosión.

**Cementación:** proceso para endurecer la superficie de una pieza de acero, mediante la adición de carbono.

**Colada:** método de fabricación de piezas metálicas a partir de la fundición y vertido del material en un molde.

**Ductilidad:** capacidad de un material para deformarse sin romperse, permitiendo que se estire en forma de hilos o alambres.

**Fundición:** aleación de hierro y carbono que contiene entre 1.76 % y 6.67 % de carbono y se obtiene por colada.

**Influencia:** es el grado en el cual un elemento de aleación afecta el comportamiento del acero o cambia significativamente sus propiedades.

**Maleabilidad:** capacidad de un material para ser deformado en láminas delgadas sin romperse.

**Reciclaje:** proceso mediante el cual se refunde la chatarra de acero en hornos para crear nuevos productos. el acero es infinitamente reciclable.

**Temple:** proceso controlado de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento aplicado a los aceros para obtener una estructura metalográfica más dura.

**Ultra resistente:** se refiere a las aleaciones de hierro y carbono combinadas con elementos químicos que confieren al acero una resistencia mecánica o dureza superior a la normal.

## Referencias bibliográficas

Aceros Arequipa. (2016). Procesos de laminación.

<http://www.acerosarequipa.com/proceso-de-laminacion.html>

Askeland, D. R. (2004). Ciencia e ingeniería de los materiales (4.ª ed.). Thomson.

CAP S.A. (2000). InfoAcero.

## Créditos

Nombre	Cargo	Centro de Formación y Regional
Milady Tatiana Villamil Castellanos	Responsable del ecosistema	Dirección General
Olga Constanza Bermúdez Jaimes	Responsable de línea de producción	Centro de Servicios de Salud - Regional Antioquia
Hivo Alfonso Patarroyo Pulido	Experto temático	Centro de Materiales y Ensayos - Regional Distrito Capital
Paola Alexandra Moya Peralta	Evaluadora instruccional	Centro de Servicios de Salud - Regional Antioquia
Andrés Felipe Herrera Roldán	Diseñador de contenidos digitales	Centro de Servicios de Salud - Regional Antioquia
Edwin Sneider Velandia Suárez	Desarrollador full stack	Centro de Servicios de Salud - Regional Antioquia
Luis Gabriel Urueta Álvarez	Validador de recursos educativos digitales	Centro de Servicios de Salud - Regional Antioquia
Margarita Marcela Medrano Gómez	Evaluador para contenidos inclusivos y accesibles	Centro de Servicios de Salud - Regional Antioquia
Daniel Ricardo Mutis Gómez	Evaluador para contenidos inclusivos y accesibles	Centro de Servicios de Salud - Regional Antioquia