

forja



José Antonio Ares

Las técnicas de la
forja explicadas
paso a paso.

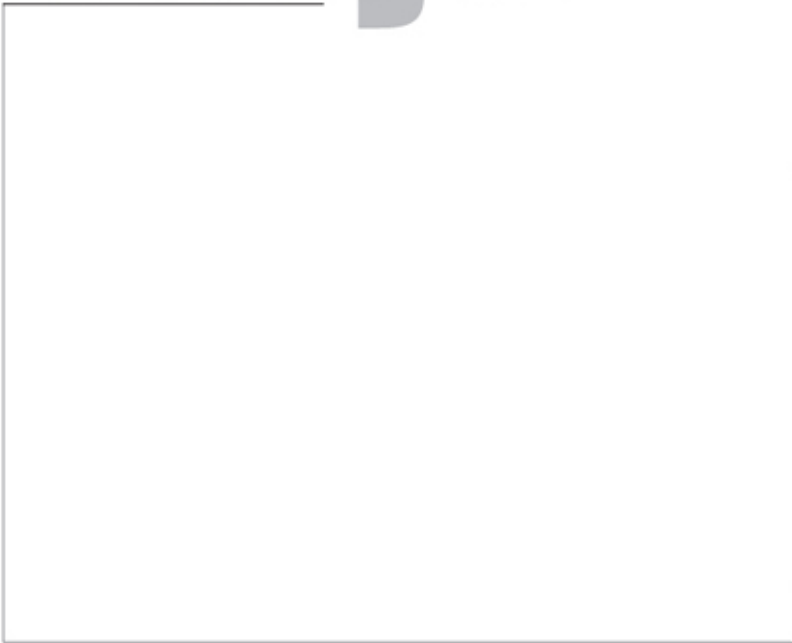


 Parramón

Oficios **Artísticos**



forja



Oficios Artísticos

 Parramón

Forja

proyecto y realización de
Parramón Paidotribo

dirección editorial
María Fernanda Canal

editor
Tomàs Ubach

ayudante editorial y archivo iconográfico
M^a Carmen Ramos

textos
José Antonio Ares

realización de los ejercicios
José Antonio Ares, Ernest Altés

diseño de la colección
Josep Guasch

maquetación y compaginación
Estudi Guasch, S.L.

fotografías
Nos & Soto, Ernest Altés,
Ares, Museu Cau Ferrat

infografías
Farrés il.lustració editorial

Segunda edición
© ParramónPaidotribo

www.parramon.com
E-mail: parramon@paidotribo.com

ISBN: 978-84-342-3205-1
ISBN EPUB: 978-84-342-9980-1

Depósito legal: B-12.960-2011

Derechos exclusivos de edición para todo el mundo

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra mediante cualquier medio o procedimiento, comprendidos la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, sin permiso escrito de la editorial.



Sumario

MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Materia prima

El hierro y el acero

Presentación de los metales

Combustibles

El carbón

Los gases

Materiales de protección

Las pátinas

Preparación del barniz para la protección de metales

Herramientas básicas

La fragua

Encendido de la fragua

Coloración y temperatura

Las tenazas

El yunque

Martillos y tornillos de herrero

Otros útiles del herrero

Auxiliares

Herramientas, útiles y máquinas

Aspectos generales de seguridad

TÉCNICAS BÁSICAS

Aspectos básicos

Técnicas de cambio de sección

Técnicas de curvado y doblado

Técnicas de corte y perforado

Técnicas especiales de corte

Tratamientos térmicos

Técnicas básicas de soldadura

Soldeo con electrodo revestido

Soldeo oxigás

PASO A PASO

Forja en frío: un salvamanteles

Tirador de puerta

Tenazas para chimenea

Reja de volutas

Candelabro de pared

Llamador o aldaba

Perchero de pie

Taburete triciclo

Veleta de forma ondeante

Diáspora: forja monumental

Galería

Glosario

Bibliografía y agradecimientos

presentación



Este libro se centra en los procesos básicos de forja, pero acerca al lector a las técnicas tradicionales desde una visión moderna. Para ello, se cuenta con procedimientos clásicos del oficio, como el punzonado o el retorcido, y con procesos modernos como el corte con plasma, el caldeo con la llama de un soplete o el uso de máquinas manuales eléctricas. El objetivo primordial de esta obra es conjugar los métodos básicos que marcan la tradición del oficio con los avances tecnológicos del momento, para aprovechar todos los recursos creativos.

Los ejercicios del capítulo “Paso a paso”, así como el capítulo en que se exponen las técnicas de trabajo, han sido explicados pensando en procesos que no requieran más de una persona para realizarlos. Ello facilita la introducción del lector en el mundo de la forja artística. En el capítulo que trata sobre las herramientas se ha intentado describir aquellas que resultan imprescindibles para desempeñar el oficio, evitando mostrar un catálogo extenso de las mismas. Muchas de las herramientas y los útiles de que dispone el taller de forja las ha fabricado el propio forjador en función de la necesidad de cada trabajo.

En lo referente al capítulo que versa sobre el material, sólo se menciona el acero al carbono como material de forja, por eso a partir de ahora se le denominará hierro a fin de facilitar la comprensión y la asimilación de conceptos. Se dejan de lado, de modo consciente, otros materiales como el cobre, el aluminio o el acero inoxidable, dado que su forjado requiere experiencia previa.

Por último, una galería de imágenes muestra las posibilidades creativas de la forja por medio de la obra de artistas conocidos y creadores anónimos.

Desde aquí, se anima al lector o lectora a lanzarse y experimentar las diferentes técnicas que se exponen sin miedo a errar, a fin de ir adquiriendo habilidad y conocimiento por uno mismo.



Materiales y herramientas



En las siguientes páginas se exponen los materiales y las herramientas que intervienen para realizar objetos de forja. Algunas de las herramientas no han variado, en esencia, respecto a las que se usaban hace siglos, como los martillos, los yunques o las tenazas. Sin embargo, los progresos y avances tecnológicos de las últimas décadas se han hecho notar en el taller facilitando muchas de las

operaciones de forja. Así, han apareciendo máquinas de soldar eléctricas, equipos de oxicorte y, más recientemente, el corte con plasma. Es esencial usar el equipo de protección individual para manipularlas de una forma segura.

MATERIA PRIMA

El hierro y **el acero**



Típico picaporte de fundición en forma de mano asiendo una bola. La fundición es muy utilizada para fabricar piezas por medio de moldes especiales.

CARACTERÍSTICAS

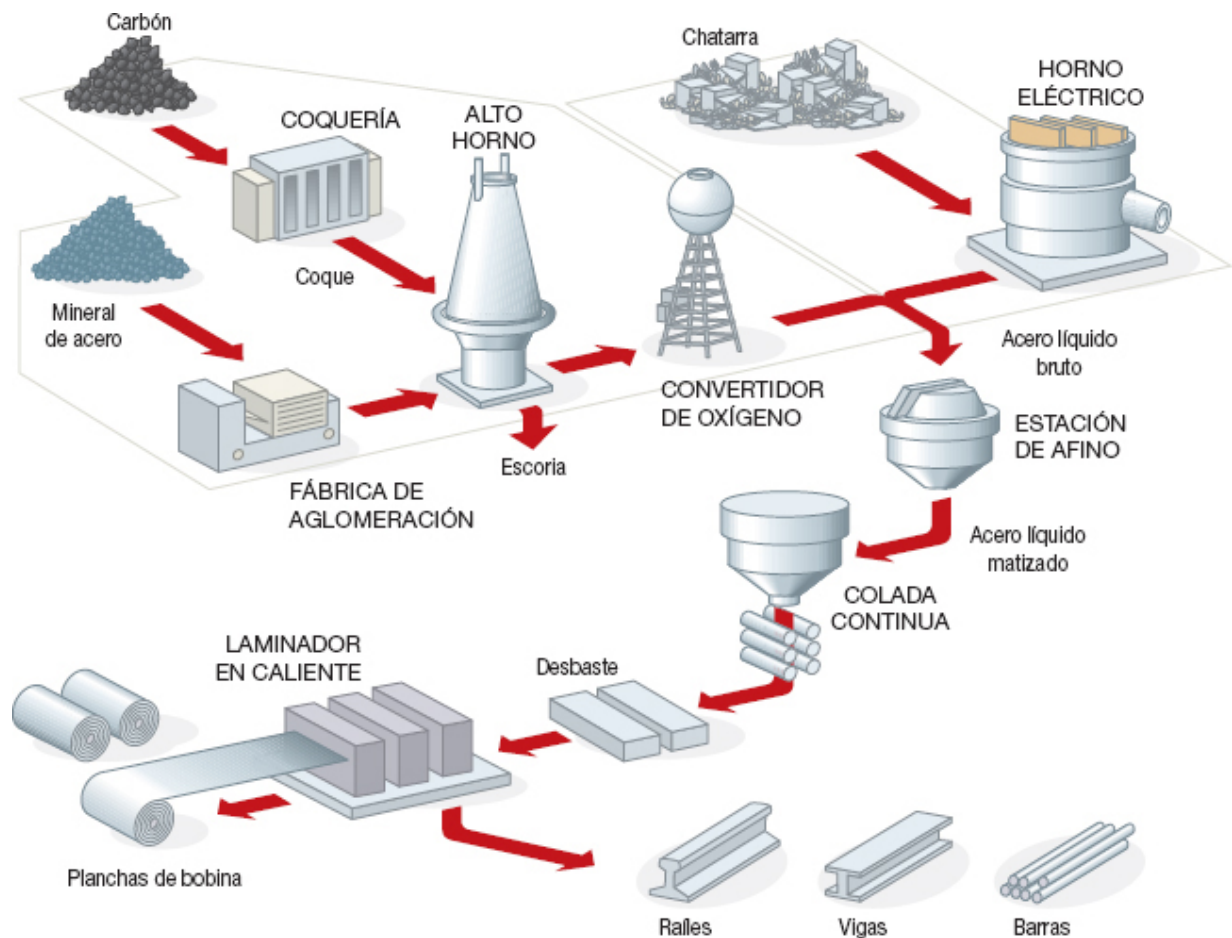
La materia prima por excelencia del taller de forja es el acero, concretamente el acero dulce. Este metal tiene las mejores propiedades para ser modificado a base de golpes por medio de las técnicas de forja.

A menudo, se llama coloquialmente hierro a lo que técnicamente es acero. La diferencia entre uno y otro radica en la cantidad de carbono que contengan. El hierro posee un porcentaje de carbono inferior al 0,05 %. Para aumentar su dureza y elasticidad y poder aplicarle tratamientos térmicos como el temple, se alea con carbono. Se obtiene así el acero, fabricado a partir de los minerales de hierro como la magnetita, el oligisto y los hematíes, entre otros. En cambio, si el hierro se alea con carbono en proporción superior al 1,7 % se vuelve un material frágil y rompedizo, muy poco dúctil y maleable. En este caso, obtenemos la fundición, muy empleada para conseguir piezas por colada a través de un molde gracias a su gran fusibilidad.

El acero para trabajar en la fragua debe presentar una serie de propiedades que lo hagan idóneo: ser fácil de moldear y poder ser estirado por medio de golpes para formar varillas, incluso muy finas, sin que se rompa o agriete. No debe ser demasiado duro ni demasiado dulce, es decir, su contenido en carbono debe estar entorno al 0,15 %.



El acero para forja permite ser modificado plásticamente tras caldearlo en el hogar de la fragua y golpearlo con el martillo.



Esquema del proceso de fabricación del acero.

FABRICACIÓN DEL ACERO

El acero se obtiene a partir de mineral de hierro y de chatarra.

Los altos hornos transforman el mineral de hierro en acero de calidad. El proceso consiste en refinar el arrabio en un alto horno haciendo pasar oxígeno a alta presión a través del metal fundido.

El oxígeno se combina con el carbono y con los elementos no deseados para iniciar una reacción de oxidación de las impurezas del arrabio.

Al mismo tiempo, se añaden fundentes como la cal para generar una reacción química que produzca calor (1.650 °C aproximadamente). Cuando se obtiene la composición

idónea de acero fundido se vierte en la olla de colada continua. Este proceso puede generar hasta 300 toneladas de acero en apenas una hora. En el horno de arco eléctrico se procesan las chatarras analizadas y clasificadas para que su contenido en aleación no afecte a la composición del metal. El calor necesario para fundir la chatarra se obtiene de la electricidad. En el interior de una cámara hermética se forma un arco voltaico entre dos grandes electrodos que genera 1.930 °C de calor para derretir la carga de metal. En ese momento se agregan a la fundición las cantidades exactas de los elementos de aleación necesarios. En estos hornos es posible controlar la temperatura con gran precisión. Se usan en la fabricación de aceros especiales y aceros inoxidables debido a que no interviene ningún combustible que pudiera generar impurezas en el acero.



Diversos tubos fabricados en frío a partir de chapas de diferente grueso.

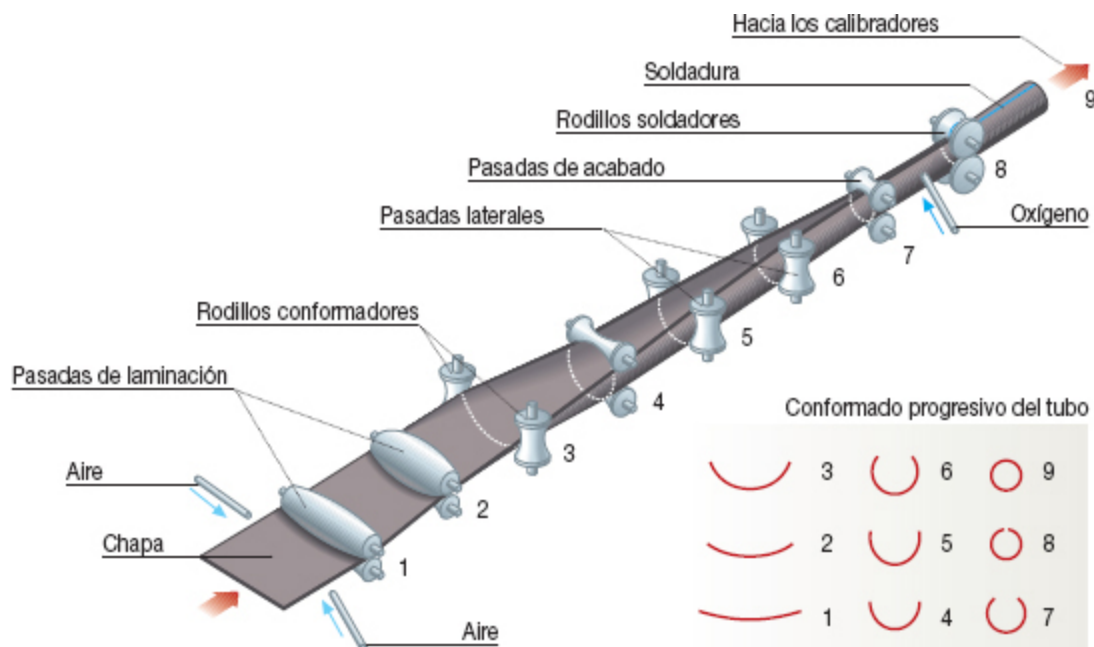
Presentación de los **metales**

En el mercado existe un gran número de productos acabados producidos en acero; ello permite distinguir entre perfiles comerciales conformados por perfilación en frío y

perfiles comerciales conformados por laminación en caliente. Son chapas y barras de muy diversos gruesos y secciones. Estos productos están convenientemente normalizados en función de su forma, su acabado y del uso final al que se hallan destinados.

PERFILADOS EN FRÍO

Los perfiles de acero conformados en frío están fabricados a partir de una chapa fina (1-6 mm de espesor). Se obtienen en perfiladoras que curvan y doblan el metal a temperatura ambiente. Se va curvando y doblando la chapa a través de varios rodillos hasta conseguir la forma compleja del perfil, y luego se unen los distintos perfiles con soldadura eléctrica. Durante el proceso no se produce laminación, ya que no se varía la sección de la chapa. Se suelen utilizar en la construcción de muebles, barandillas metálicas y marcos para puertas y ventanas.



Esquema básico de las fases para la fabricación de un tubo de perfil redondo en una perfiladora automática.

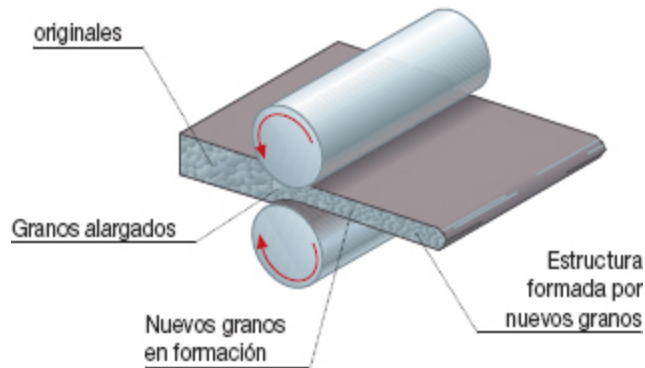


Distintas formas de perfiles conformados por laminación en caliente.

LAMINADOS EN CALIENTE

Para la laminación en caliente se eleva la temperatura del metal a unos 1.200 °C. Inmediatamente después, se hace circular esta masa metálica entre dos rodillos colocados uno encima del otro y que giran en sentido contrario. Al pasar entre ellos se presiona enormemente el metal produciendo variaciones en su estructura. De esta forma, se crea un efecto de forja continuada que permite mejorar sus cualidades. Por ejemplo, se elimina cualquier soldadura o impureza que se hubiese producido en el momento de la fundición y se mejora su ductilidad y tenacidad. Al mismo tiempo, el metal se vuelve más resistente a la rotura por tracción o compresión, e incluso a la torsión.

Por sus calidades mecánicas, estos perfiles se utilizan en su mayoría para la construcción de estructuras para ingeniería civil, por ejemplo en puentes, torres para sujetar cables de alta tensión, y en la industria naval, así como en estructuras de edificios.



Esquema del funcionamiento básico de una laminadora.



Muchas de las obras funcionales de nuestros pueblos y ciudades están realizadas a partir de forjar y combinar diferentes perfiles comerciales. Fuente de Hércules (120 x 50 x 50 cm), de Antoni Gaudí.

COMBUSTIBLES



Carbón vegetal.

Para conseguir la energía necesaria a fin de calentar los metales hasta que alcancen la temperatura adecuada de forja, es necesario emplear algunos combustibles. Éstos pueden ser sólidos como los carbones, líquidos como los gasóleos y gaseosos como el oxígeno, el propano o el acetileno. En este libro sólo trataremos los más usuales en un taller de forja, que son el carbón y algunos gases.

El carbón

El carbón más usado en los talleres de forja es la hulla, troceada al tamaño aproximado de una almendra. Este carbón permite, al mojarlo con agua, la formación de una bóveda o cueva compacta en el hogar de la fragua que consigue crear y mantener altas temperaturas, lo cual es muy útil para las operaciones de forjado porque reduce el tiempo de calentamiento del metal.

En ocasiones, también se utiliza como combustible el carbón vegetal, compuesto por maderas duras carbonizadas, habitualmente de roble y encina. Se usa sobre todo para trabajos especiales donde resulte necesario un control exhaustivo de la temperatura como al forjar

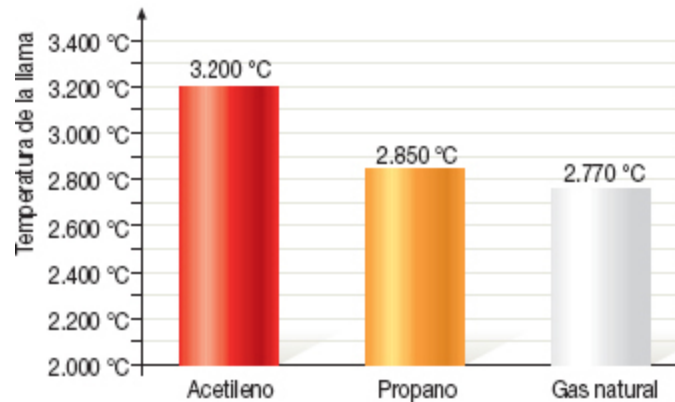
aleaciones ligeras por su bajo punto de fusión. Existen otros carbones como el coque, la antracita o el lignito que son menos utilizados debido a su elevado precio en el segundo caso, y a su limitado poder calorífico en el tercero.



Carbón de hulla.



Bóveda de carbón conseguida al rociar las brasas con agua.



Comparación de las temperaturas de la llama obtenidas en la mezcla del oxígeno con distintos gases.

Los gases

Los más empleados en los talleres de forja son el oxígeno, el acetileno y el propano. Se comercializan embotellados a alta presión en recipientes metálicos; para distinguirlos y clasificarlos, las botellas se pintan de colores convenidos internacionalmente o se etiquetan. Se utilizan para generar una llama que alcance altas temperaturas, mezclando en un soplete oxígeno con acetileno, en un caso, y oxígeno con propano, en otro, entre los más habituales. También se puede combinar oxígeno y gas canalizado doméstico, pero la temperatura obtenida es menor. La llama se utiliza normalmente para localizar y limitar el caldeo a un punto determinado de la pieza que se desea forjar; con ello se consigue, sin necesidad de manipularla en el fuego de la fragua, torsiones, retorcidos, recalcados y rectificandos concretos. También se evitan calentamientos inadecuados en otras partes de la pieza que podrían deformarla.



Botellas de almacenamiento del oxígeno (negra) y del gas acetileno (roja).



Caldeado localizado del metal con la ayuda de un soplete de oxígeno y propano.



Botellas de almacenamiento del oxígeno (negra) y del gas propano (naranja).

MATERIALES DE PROTECCIÓN



Útiles y productos para la pátina de pavonado negro: soplete de gas, aceite de linaza y cera.

Las **pátinas**

Para proteger los metales de la corrosión hay que aplicarles una pátina, es decir, un barniz, cera o pintura con la ayuda de un trapo de algodón o un pincel.

Pátinas: este recubrimiento se deposita en las superficies de los objetos metálicos y les confiere un acabado de aspecto antiguo. Se deben aplicar en el metal limpio de grasas y restos de óxido. La pátina más fácil consiste en una mezcla de agua destilada y sal que se aplica sobre el hierro. Con el paso del tiempo, esta mezcla crea una capa de óxido que protege el metal, el cual, finalmente, hay que fijar con un barniz.

Pavonado negro: es otra pátina que se aplica sobre piezas forjadas, respetando la textura conseguida al trabajarlas sobre el yunque. Consiste en aplicar aceite de linaza sobre las piezas y calentarlas a la llama de un soplete de gas hasta conseguir el ennegrecido adecuado. Para finalizar, se

frota la pieza en frío con un trapo de algodón y cera para acabar de tapar los poros.

Pátina de plumbagina: se diluye la plumbagina en aceite de linaza hasta obtener una pasta homogénea, y después se añade disolvente universal. Con ello se obtiene una pátina de preservación de color gris; si se desea más oscura o con otro tono se mezcla con determinados pigmentos.

Las ceras: lustran y unifican la superficie de los objetos igual que los barnices. En función de la intensidad de brillo que se desea obtener se frota con mayor o menor energía con un trapo de algodón.

Los barnices: son preparados transparentes que forman una película fina y dura sobre el metal. Proporcionan un acabado lustroso y con brillo a la vez que unifican los tonos de las superficies.

Barniz de goma laca: para preparar este barniz se mezcla enérgicamente 150 g de goma laca en escamas con un litro de alcohol de quemar.

Las pinturas: consisten en un preparado de pigmentos y colorantes mezclados con aglutinantes sintéticos. Las pinturas pueden ser opacas, brillantes o mates y muy adherentes.



Escamas de goma laca y alcohol de quemar para preparar barniz de goma laca.



Aceite de linaza, plumbagina, pigmento negro y disolvente universal son los materiales para hacer una pátina de plumbagina.

Preparación de barniz para la protección de metales

Para proteger los metales de la corrosión se les aplica una mezcla de resina y cera. Se prepara una mixtura que se aplica con pincel y después se deja secar. La capa protegerá el metal, igualará los tonos y dará un brillo satinado que facilitará su acabado final.



1 La mezcla se compone de esencia de trementina, cera de abejas y resina de colofonia.



2 La cera de abejas se presenta en placas que es necesario trocear para facilitar su disolución.



3 La resina de colofonia se comercializa en forma de piedras cristalinas. Para disolverla es preciso envolverla en un paño y pulverizarla con golpes de martillo.