

Temple y revenido del acero: temperaturas y colores

Autor: EA4IPV

Fecha: 21/03/2026

Categoría: Herrería Básica

Etiquetas: Sin etiquetas

Temple y revenido del acero: temperaturas y colores

El temple y el revenido son los dos tratamientos térmicos más importantes en herrería. Mediante estos procesos, una pieza de acero forjado pasa de ser relativamente blanda a tener la dureza y tenacidad necesarias para funcionar como herramienta, cuchillo o componente estructural. Comprender la ciencia detrás de estos procesos es fundamental para cualquier herrero.

Fundamentos metalúrgicos

El acero es una aleación de hierro y carbono. A temperatura ambiente, los átomos de hierro se organizan en una estructura cristalina llamada ferrita (estructura cúbica centrada en el cuerpo, BCC). Cuando el acero se calienta por encima de su temperatura crítica (entre 723 °C y 910 °C dependiendo del contenido de carbono), la estructura se transforma en austenita (estructura cúbica centrada en las caras, FCC). La austenita puede disolver mucho más carbono que la ferrita.

Si el acero austenitizado se enfría lentamente (al aire o en el horno), los átomos de carbono tienen tiempo de difundirse y el acero vuelve a su estado blando original: ferrita + perlita. Pero si se enfría rápidamente (sumergiéndolo en agua, aceite o salmuera), los átomos de carbono quedan atrapados en la red cristalina, formando una estructura llamada martensita. La martensita es extremadamente dura pero también frágil. Este enfriamiento rápido es el temple.

Temperatura crítica según el tipo de acero

Tipo de acero	Contenido de carbono	Temperatura de austenización	Medio de temple
---------------	----------------------	------------------------------	-----------------

1045 (medio carbono)	0,45%	820-850 °C	Agua o salmuera
----------------------	-------	------------	-----------------

1075 (alto carbono) 0,75% 790-820 °C Aceite o agua

1095 (muy alto carbono) 0,95% 790-815 °C Aceite

5160 (acero de muelle) 0,60% + cromo 830-860 °C Aceite

O1 (acero de herramientas) 0,90% + manganeso 790-815 °C Aceite

W1 (acero de herramientas) 1,00% 780-810 °C Agua o salmuera

Colores de temperatura del acero

Antes de la existencia de pirómetros, los herreros determinaban la temperatura del acero observando su color al rojo vivo. Esta técnica sigue siendo útil hoy en día. Los colores deben observarse en un ambiente con poca luz para mayor precisión.

Color	Temperatura aproximada	Uso
-------	------------------------	-----

Negro (sin brillo visible)	Menos de 400 °C	No apto para forjar
----------------------------	-----------------	---------------------

Rojo oscuro apenas visible	400-500 °C	Inicio de rango de revenido alto
----------------------------	------------	----------------------------------

Rojo cereza oscuro	650-700 °C	Aún no se alcanza la temperatura crítica
--------------------	------------	--

Rojo cereza	750-800 °C	Temperatura crítica para aceros de alto carbono
-------------	------------	---

Rojo cereza brillante	800-850 °C	Temperatura de temple para la mayoría de aceros
-----------------------	------------	---

Naranja 900-1.000 °C Rango ideal para forjar

Amarillo 1.000-1.100 °C Temperatura máxima de forja, riesgo de quemar el acero

Blanco Más de 1.200 °C Soldadura de fragua; peligro de quemar el acero

Procedimiento de temple

Paso 1: Calentar la pieza de manera uniforme en la fragua hasta alcanzar la temperatura de austenización. El acero debe estar a un color rojo cereza brillante uniforme. Girar la pieza frecuentemente para evitar puntos calientes.

Paso 2: Verificar que se ha alcanzado la temperatura crítica usando un imán. La austenita no es magnética; cuando el imán deja de atraer la pieza, se ha superado la temperatura de Curie (aproximadamente 770 °C). Calentar unos 30-50 °C adicionales.

Paso 3: Sumergir la pieza rápidamente en el medio de temple apropiado. Mover la pieza de arriba abajo (no en círculos) para romper la capa de vapor que se forma alrededor del metal. Esta capa de vapor (efecto Leidenfrost) ralentiza el enfriamiento.

Paso 4: Mantener sumergida hasta que deje de burbujear (generalmente 10-30 segundos para piezas pequeñas).

Medios de enfriamiento

La velocidad de enfriamiento varía según el medio utilizado:

Salmuera (agua + 10% sal): el enfriamiento más rápido. La sal rompe la capa de vapor más eficientemente.

Riesgo alto de grietas. Solo para aceros de bajo-medio carbono.

Agua: enfriamiento rápido. Adecuada para aceros de bajo y medio carbono (1045, W1). Temperatura ideal del agua: 15-25 °C.

Aceite: enfriamiento moderado. Reduce el riesgo de grietas y deformación. Es el medio más versátil. Se puede usar aceite mineral, aceite de motor usado (limpio) o aceites de temple comerciales. Temperatura ideal: 40-60 °C.

Aire: enfriamiento lento. Solo funciona con aceros aleados diseñados para temple al aire (como el A2). No es suficiente para aceros al carbono simples.

El revenido: eliminar la fragilidad

Después del temple, la pieza es dura pero extremadamente frágil. Si se golpea o se deja caer, puede romperse como vidrio. El revenido es un segundo tratamiento térmico que reduce la fragilidad sacrificando algo de dureza, obteniendo un equilibrio útil entre dureza y tenacidad.

El revenido consiste en calentar la pieza templada a una temperatura controlada (entre 150 °C y 350 °C) y mantenerla a esa temperatura durante un tiempo determinado (generalmente 1-2 horas), seguido de un enfriamiento al aire.

Colores de revenido (óxido)

Al calentar acero templado pulido, se forma una capa de óxido cuyo color indica la temperatura. Estos colores son diferentes a los colores al rojo vivo y se observan sobre la superficie limpia y brillante del acero:

Color de óxido	Temperatura	Dureza (HRC)	Aplicación típica
----------------	-------------	--------------	-------------------

Amarillo pálido	200 °C	60-62	Cuchillas de afeitar, buriles de grabado
-----------------	--------	-------	--

Amarillo pajizo 220 °C 58-60 Cuchillos, brocas, machos de roscar

Amarillo oscuro 240 °C 56-58 Punzones, tijeras de metal

Marrón 260 °C 54-56 Hachas, cinceles para madera

Marrón púrpura 270 °C 52-54 Cuchillas de cepillo de carpintero

Púrpura 280 °C 50-52 Cinceles para metal frío

Azul oscuro 300 °C 48-50 Espadas, resortes, destornilladores

Azul claro 320 °C 45-48 Muelles, resortes de reloj

Procedimiento de revenido

Lije la pieza templada hasta obtener una superficie brillante en al menos una zona. Esto permite ver los colores de óxido.

Caliente la pieza en un horno de cocina (si cabe) a la temperatura deseada. Un horno casero alcanza hasta 250-300 °C, suficiente para la mayoría de aplicaciones.

Mantenga la temperatura durante 1 hora por cada 2,5 cm de espesor de la pieza, con un mínimo de 1 hora.

Repita el ciclo de revenido dos veces. Dos ciclos de 1 hora son más efectivos que un solo ciclo de 2 horas.

Deje enfriar al aire después de cada ciclo.

Errores comunes y cómo evitarlos

Grietas al temprar: causadas por enfriamiento demasiado rápido o asimétrico. Solución: usar aceite en vez de agua, asegurar inmersión uniforme.

Pieza blanda después del temple: no se alcanzó la temperatura crítica o el enfriamiento fue muy lento. Verificar con un imán antes de sumergir.

Deformación (alabeo): causada por calentamiento o enfriamiento desigual. Sumergir la pieza de filo primero para piezas planas.

Quemar el acero: calentar por encima de 1.200 °C destruye la estructura del grano de forma irreversible. Si el acero lanza chispas blancas brillantes en la fragua, está demasiado caliente.

Dominar el temple y revenido es lo que separa la herrería decorativa de la herrería funcional. Con práctica, podrá producir herramientas y cuchillos con la dureza y tenacidad exactas para cada aplicación.