

REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE  
ACEROS DE ALTA RESISTENCIA

# Aceros especiales

EL EMPLEO DE ACEROS ESPECIALES RESULTA MUY HABITUAL EN LAS CARROCERÍAS DE LOS VEHÍCULOS ACTUALES. DE HECHO, **EXISTEN MODELOS QUE PRESENTAN HASTA UN 90% DE ESTOS MATERIALES SOBRE EL TOTAL DEL ACERO EMPLEADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARROCERÍA. GENERALMENTE, SE UTILIZAN EN PIEZAS ESTRUCTURALES O SOMETIDAS A ESFUERZOS DINÁMICOS Y EN ELEMENTOS DE ABSORCIÓN DE IMPACTOS**

Por Pablo López Izquierdo



Foto: Volvo

Los fabricantes de vehículos crean modelos con un creciente nivel de equipamiento y mejores prestaciones en todos los aspectos.



Foto: Renault

Una de las desventajas de este afán es el aumento del peso. Para contrarrestarlo, los fabricantes tienden a utilizar nuevos materiales, más ligeros.

El aligeramiento de las carrocerías se ha de producir sin que se vean disminuidas sus propiedades principales, en cuanto a seguridad y protección de los ocupantes. Uno de los materiales más utilizados para este propósito es el acero, con el que se consigue reducir el peso, sin merma de sus características mecánicas. Se logran, de este modo, aceros de alta resistencia (HSS) y aceros de muy alta resistencia (UHSS). Las características mecánicas de los aceros son el resultado de la combinación de diferentes parámetros, entre los que destacan la composición química y el proceso termomecánico.

El principal elemento responsable de las características de dureza del acero es el carbono, aunque también influyen los

elementos de aleación utilizados. Los más comunes son silicio, manganeso o fósforo, aunque son otros como titanio, niobio, cromo o boro los que se introducen en la aleación para crear los aceros de alta resistencia.

En cuanto al proceso termomecánico, operaciones como la temperatura de laminación, las velocidades de enfriamiento o los ciclos de recocido influyen en el ajuste de la estructura cristalina y granular del acero, modificando sus propiedades finales.

Los parámetros sobre los que se establece la diferencia entre aceros convencionales y de alta resistencia son la resistencia a la tracción y el límite elástico. De aquí que estos aceros también se conozcan con el nombre de aceros de alto límite elástico (ALE).

La **resistencia a la tracción** o presión de ruptura es la carga máxima alcanzada durante un esfuerzo a tracción. Una vez superada, se producen riesgos de rotura y de no conformidad geométrica.

El **límite elástico** viene definido por la carga que separa el campo elástico, donde las deformaciones son reversibles, del campo plástico, donde empiezan las deformaciones irreversibles.

De este modo, los aceros convencionales son los que presentan presiones de ruptura de hasta 210 Megapascals (Mpa). Entre esta cifra y 550 Mpa son considerados aceros de alta resistencia, y más allá de ese

valor se sitúan los aceros de muy alta resistencia.

En la actualidad, los aceros de alta o muy alta resistencia son utilizados por la totalidad de los fabricantes, en porcentajes cada vez mayores, existiendo modelos que presentan hasta un 90% de este tipo de materiales sobre el total de acero utilizado en la carrocería.

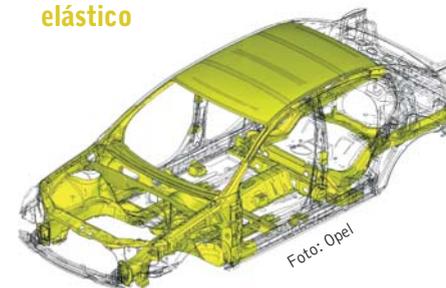
### Aceros de alta resistencia

Dentro de los aceros de alta resistencia, se pueden distinguir variedades como las que se describen a continuación:

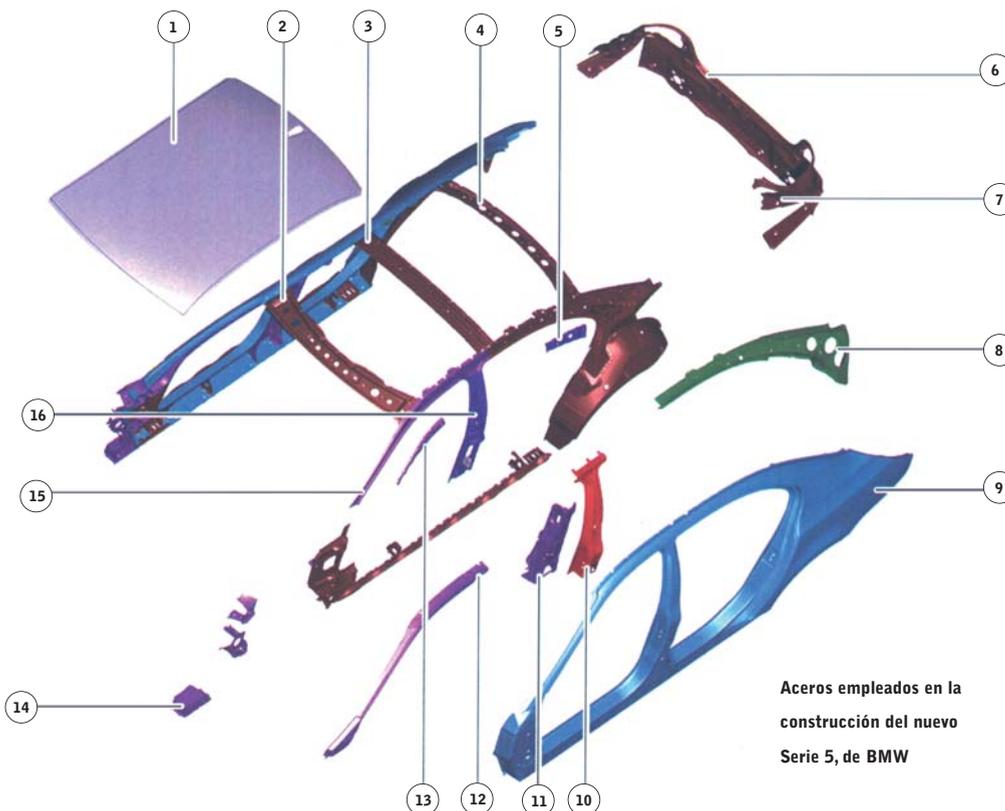
#### Aceros microaleados

También conocidos como aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA), se obtienen mediante la adición, en pequeñas cantidades, de elementos como titanio, vanadio o niobio, que sustituyen a átomos de hierro en la matriz cristalina del acero, aumentando los niveles de resistencia. Por lo general, y debido a su alto límite elástico, se utilizan en la fabricación de piezas estructurales de las carrocerías, ya que proporcionan un gran ahorro de peso. Del mismo modo, presentan gran resistencia a la fatiga, por lo que se pueden utilizar en sistemas de amortiguación, y buena resistencia al choque; en consecuencia, se pueden encontrar en elementos de deformación programada, como largueros o travesaños. →

**Los aceros de alta resistencia se distinguen de los convencionales por su elevada resistencia a la tracción y alto límite elástico**



Aceros termoendurecidos en el Opel Vectra C



Aceros empleados en la construcción del nuevo Serie 5, de BMW

1. Acero de embutición profunda
2. Acero termoendurecido
3. Acero termoendurecido
4. Acero termoendurecido
5. Acero termoendurecido
6. Acero termoendurecido
7. Acero termoendurecido
8. Acero isotrópico
9. Acero libre de intersticios
10. Acero borado
11. Acero microaleado
12. Acero microaleado
13. Acero microaleado
14. Acero microaleado
15. Acero microaleado
16. Acero microaleado



#### Aceros refosforados

Su endurecimiento se consigue por la utilización de elementos sólidos, como el fósforo, en un porcentaje en torno al 0,12%. Una de sus características principales es que facilita la embutición y el aspecto superficial. La relación resistencia mecánica/estampación hace que su uso principal se destine a piezas estructurales y refuerzos.

#### Aceros termoendurecidos

Estos aceros aumentan su límite elástico respecto de los aceros convencionales, debido al tratamiento térmico a baja temperatura al que son sometidos. Este termoendurecimiento, conocido como *bake hardening*, proporciona una ganancia en su resistencia a la tracción y en su límite elástico, con lo que se consigue reducir el espesor sin pérdida de resistencia.

Su compromiso entre resistencia mecánica, estampación y límite elástico tiene, como consecuencia, que los aceros termoendurecidos puedan ser utilizados tanto en piezas exteriores, donde se requiere buen aspecto estético, como en piezas estructurales.

#### Aceros libres de intersticios (IF)

Estos aceros han sido diseñados para lograr un buen equilibrio entre las características de embutición y la resistencia mecánica.

Su endurecimiento se debe a la puesta en solución sólida de manganeso, silicio y fósforo en la ferrita. La metalurgia sin elementos de inserción permite optimizar las características de embutición.

Su alta resistencia mecánica les asegura una buena resistencia a la fatiga y a los choques, por lo que se utilizan tanto en piezas exteriores como estructurales, especialmente en elementos de absorción de impactos.

#### Aceros isótropos

Son una gama de aceros en los que se consigue una buena conformación asociada a

una mayor resistencia a la dentellada. La metalurgia original se basa en añadir elementos endurecedores, como el manganeso y el silicio a una composición de referencia, que permita alcanzar alta ductilidad.

Estos aceros presentan alta isotropía, es decir, se comportan de la misma manera en cualquier dirección, con lo que las deformaciones se distribuyen de igual modo. Se utilizan, fundamentalmente, en piezas visibles, como puertas, capós y portones, así como en piezas sometidas a esfuerzos dinámicos durante la conducción, como los montantes y sus refuerzos.

#### Aceros de muy alta resistencia

También son variados los aceros de muy alta resistencia existentes en el mundo de la automoción. A continuación, se describen algunos de estos aceros:

#### Aceros por transformación plástica inducida (TRIP)

Presentan tensiones de rotura superiores a 550 Mpa, y se diferencian de los aceros convencionales porque tienen un mejor compromiso resistencia-ductilidad, fruto de su microestructura particular. Ésta se consigue mediante una transformación plástica inducida (transformación de la austenita en martensita, bajo el efecto de una carga). Presentan gran capacidad de absorción de energía, por lo que se utilizan en piezas sometidas a riesgos de impacto, como travesaños o largueros.

#### Aceros de doble fase

Combina fases muy duras en su microestructura, junto con un aumento de la resistencia, debido a un tratamiento térmico a baja temperatura.

Se usan en piezas estructurales y en mecanismos de absorción de impactos.

#### Aceros multifase

Este tipo de aceros presenta las mismas propiedades que los aceros de Doble Fase y TRIP, incorporando adicionalmente pequeñas cantidades de niobio, titanio y/o vanadio, que provocan un aumento de la resistencia.

Son aceros que se comportan muy bien ante impactos, presentando una gran deformabilidad y una alta capacidad de absorción de energía. Por este motivo, se suelen emplear en elementos que requieran alta capacidad de absorción de energía, como refuerzos de paragolpes o pilares centrales.

La reparación de una deformación es más laboriosa y limitada que en piezas de acero convencional

Pilar central interior del Vovo XC90, en acero al boro



Foto: Volvo

Aceros de alto y muy alto límite elástico

### Aceros al boro

Los aceros al boro son, quizá, el máximo exponente de los nuevos aceros utilizados en la automoción. Pueden llegar a presentar un límite elástico de hasta 1.300 Mpa. Como consecuencia, tienen gran rigidez y capacidad de deformación.

Fundamentalmente, se usan en piezas estructurales de la carrocería, especialmente en piezas antiintrusión, como pilares centrales, en los que se necesita que, ante choques laterales graves, se preserve al máximo la integridad del habitáculo.

### Reparación de piezas de acero de alta resistencia

Los procesos de reparación de este tipo de aceros, debido a su resistencia, presentan diferencias con respecto a los de los aceros convencionales:

- ▶ Son más rígidos, aspecto a tener en cuenta ante cualquier operación de repaso de chapa. Por este motivo, la reparación de una deformación es más laboriosa y limitada que en piezas de acero convencional.
- ▶ Su espesor es menor, por lo que el repaso de chapa se debe reducir a golpes pequeños y precisos para no causar sobreestiramientos del material, más difíciles de corregir.
- ▶ Los calentamientos que se realicen, como los que tienen lugar en las operaciones de recogido de chapa, deben ser evitados o restringidos al máximo, ya que pueden provocar que estos aceros pierdan o vean disminuidas sus propiedades mecánicas.
- ▶ Se deben evitar las técnicas de golpeo directo del martillo contra el tas, debiéndose realizar el repaso de chapa mediante efectos de palanca.

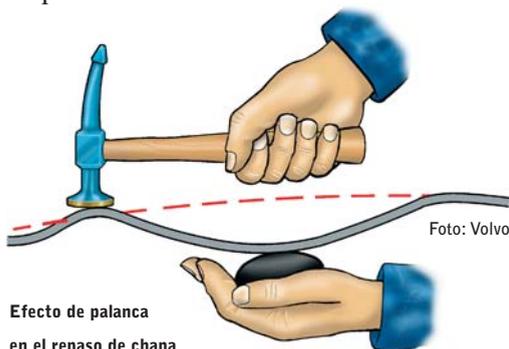


Foto: Volvo

Efecto de palanca en el repaso de chapa

### Sustitución de piezas de acero de alta resistencia

En cuanto a las operaciones de sustitución, todos estos aceros pueden ser unidos mediante soldadura continua bajo gas de protección (MAG) o por puntos de resistencia. La regulación de los parámetros de las máquinas de soldadura diferirá según el tipo de acero.

En el caso particular de la soldadura por puntos, dependiendo del tipo de acero, habrá que prestar una especial atención a la intensidad de la corriente y a la presión de los electrodos, ya que los valores exigidos pueden llegar a ser notablemente superiores, en comparación con los requeridos en aceros convencionales. Por este motivo, será necesario consultar las recomendaciones técnicas del fabricante del vehículo al respecto y verificar que los equipos de soldadura empleados son los adecuados.

En el corte o desgrapado, los aceros de alta resistencia también presentan diferencias importantes respecto a los aceros convencionales. El aumento de la resistencia de estos aceros hace que las herramientas de corte habituales o las brocas utilizadas para la retirada de puntos de resistencia no sean válidas, siendo necesarias brocas específicas, con una dureza superior al acero en cuestión, y discos de corte especiales.

En este tipo de operaciones también resulta de gran utilidad y rapidez el equipo de corte por plasma, especialmente en cortes de desecho, debiéndose regular de forma conveniente la profundidad del corte, al objeto de no dañar otras piezas adyacentes. En definitiva, las operaciones de corte y desgrapado se hacen más dificultosas, especialmente en los aceros de mayor resistencia. Como consecuencia, los tiempos de sustitución de piezas son superiores a los de los aceros convencionales ❌

El corte y desgrapado se complican conforme crece la resistencia del acero; en consecuencia, los tiempos de sustitución se incrementan



Brocas especiales para aceros de alta resistencia



Punto de soldadura en acero al boro

### PARA SABER MÁS

- ▶ Área de Carrocería. [carroceria@cesvimap.com](mailto:carroceria@cesvimap.com)
- ▶ [www.revistacesvimap.com](http://www.revistacesvimap.com)