



UF0914: Reparación de elementos metálicos

Certificado de Profesionalidad

TMVL0309 - Mantenimiento de estructuras de carrocerías de vehículos



TMVL0309 > MF0126_2 > UF0914

ic editorial

Reparación de elementos metálicos. TMVL0309

José Carlos Rodríguez Melchor

ic editorial

Editado por:

INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L.

C.I.F.: B-92.041.839

Avda. El Romeral, 2. Polígono Industrial de Antequera

29200 ANTEQUERA, Málaga

Teléfono: 952 70 60 04

Fax: 952 84 55 03

Correo electrónico: iceditorial@iceditorial.com

Internet: www.iceditorial.com

Reparación de elementos metálicos. TMVL0309

Autor: José Carlos Rodríguez Melchor

1ª Edición

© De la edición INNOVA 2012

MARCAS COMERCIALES: Las designaciones utilizadas por las empresas para distinguir sus productos (hardware, software, sistemas operativos, etc.) suelen ser marcas registradas.

INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L., las utiliza sin intención de infringir la marca y sólo en beneficio del propietario de la misma. Los datos de los ejemplos o pantallas son ficticios a no ser que se especifique lo contrario

INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L., ha puesto el máximo empeño en ofrecer una información completa y precisa. Sin embargo, no asume ninguna responsabilidad derivada de su uso, ni tampoco la violación de patentes ni otros derechos de terceras partes que pudieran ocurrir. Mediante esta publicación se pretende proporcionar unos conocimientos

precisos y acreditados sobre el tema tratado. Su venta no supone para INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L., ninguna forma de asistencia legal, administrativa ni de ningún otro tipo.

Reservados todos los derechos de publicación en cualquier idioma.

Según el Código Penal vigente ninguna parte de este o cualquier otro libro puede ser reproducida, grabada en alguno de los sistemas de almacenamiento existentes o transmitida por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L., su contenido está protegido por la Ley vigente que establece penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reprodujeran o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica.

ISBN: 978-84-15792-35-2

Presentación del manual

El **Certificado de Profesionalidad** es el instrumento de acreditación, en el ámbito de la Administración laboral, de las cualificaciones profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales adquiridas a través de procesos formativos o del proceso de reconocimiento de la experiencia laboral y de vías no formales de formación.

El elemento mínimo acreditable es la **Unidad de Competencia**. La suma de las acreditaciones de las unidades de competencia conforma la acreditación de la competencia general.

Una **Unidad de Competencia** se define como una agrupación de tareas productivas específica que realiza el profesional. Las diferentes unidades de competencia de un certificado de profesionalidad conforman la **Competencia General**, definiendo el conjunto de conocimientos y capacidades que permiten el ejercicio de una actividad profesional determinada.

Cada **Unidad de Competencia** lleva asociado un **Módulo Formativo**, donde se describe la formación necesaria para adquirir esa **Unidad de Competencia**, pudiendo dividirse en **Unidades Formativas**.

El presente manual desarrolla la Unidad Formativa **UF0914: Reparación de elementos metálicos**,

perteneciente al Módulo Formativo **MF0126_2: Conformado de elementos metálicos**,

asociado a la unidad de competencia **UC0126_2: Realizar el conformado de elementos metálicos y reformas de importancia**,

del Certificado de Profesionalidad **Mantenimiento de estructuras de carrocerías de vehículos.**

Índice

Portada

Título

Copyright

Presentación

Índice

Capítulo 1 Materiales metálicos más utilizados en los vehículos

1. Introducción
 2. Composición y propiedades de aleaciones férricas
 3. Diseño de una carrocería autoportante en acero y en aluminio
 4. Composición y propiedades de las aleaciones ligeras (AL)
 5. Variación de propiedades mediante tratamientos térmicos
 6. Técnicas de ensayos para la determinación de propiedades
 7. Características de los materiales metálicos
 8. Comportamiento del material al golpearlo
 9. Comportamiento del material al calentarlo
 10. Simbología de los fabricantes de los vehículos
 11. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 2 Técnicas empleadas en el diagnóstico de reparación de elementos metálicos

1. Introducción
2. Lijado
3. Visual
4. Al tacto
5. Peines
6. Manual del fabricante

7. Resumen

Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 3 Equipos y útiles necesarios en la reparación de elementos metálicos

1. Introducción
2. Martillos de acabado
3. Martillos de golpear
4. Cinceles
5. Mazos
6. Tases
7. Limas de repasar
8. Lima de carrocerero
9. Martillos de inercia
10. Electrodo de cobre
11. Electrodo de carbono
12. Palancas de desabollar
13. Tranchas
14. Equipos de soldadura MIG/MAG
15. Resumen

Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 4 Clasificación del daño en función del grado, extensión y ubicación

1. Introducción
2. Técnica para determinar las reparaciones o sustituciones en piezas de chapa
3. Clasificación de daños
4. Grado: leve, medio y fuerte
5. Extensión: sustitución
6. Ubicación: fácil acceso, difícil acceso y sin acceso
7. Valor venal del vehículo
8. Guías de tasaciones
9. Programas informáticos de valoraciones
10. Daños directos e indirectos
11. Resumen

Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 5 Técnicas de desabollado

1. Introducción
 2. Sufrido
 3. Golpeado
 4. Eliminación de tensiones
 5. Técnica de reparación térmica
 6. Desabollado
 7. Técnica de estirado
 8. Técnica de recogida de chapa con electrodo de carbono
 9. Recogida de chapa con electrodo de cobre
 10. Tensado y reparación de abolladuras amplias
 11. Técnica de reparación de abolladura amplia sin estiramiento
 12. Técnica de reparación de abolladura amplia con estiramiento
 13. Técnica de recogido en frío
 14. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Bibliografía

Capítulo 1

Materiales metálicos más utilizados en los vehículos

1. Introducción

Los materiales metálicos poseen las características y propiedades adecuadas para su uso en los vehículos, sobre todo en la fabricación de carrocerías.

El material más utilizado en la carrocería de los vehículos es el acero, aunque también existen carrocerías íntegramente fabricadas en aluminio.

En este capítulo se nombrarán y describirán los metales más utilizados en la fabricación de vehículos, sus características, propiedades, comportamiento y las técnicas de ensayos que se les aplican. Se verán los diferentes diseños de carrocerías, como es el caso del chasis independiente, prestando especial atención a las autoportantes y sus despieces.

Al final de este capítulo se conocerán los metales más utilizados en los vehículos y para qué se emplea cada uno de ellos, así como el despiece de una carrocería y cómo se comportan los metales cuando les es aplicada una fuerza o aumenta su temperatura.

2. Composición y propiedades de aleaciones férricas

Una **aleación** es una mezcla homogénea de dos o más metales que puede contener elementos no metálicos.

Una de las aleaciones férricas o de hierro más utilizadas en la fabricación de vehículos es el acero, el cual forma parte de la carrocería, sistemas de suspensión, motor, etc. Algunas de las ventajas del acero frente a otros metales son:

- Es un metal muy abundante en la tierra, siendo el proceso de obtención y transformación relativamente barato.
- Sus propiedades mecánicas son adecuadas para el uso en el automóvil, tanto para la fabricación como en la reparación.
- Se puede alear con otros materiales para mejorar sus propiedades mecánicas y aumentar su resistencia a la oxidación.
- Es reciclable.

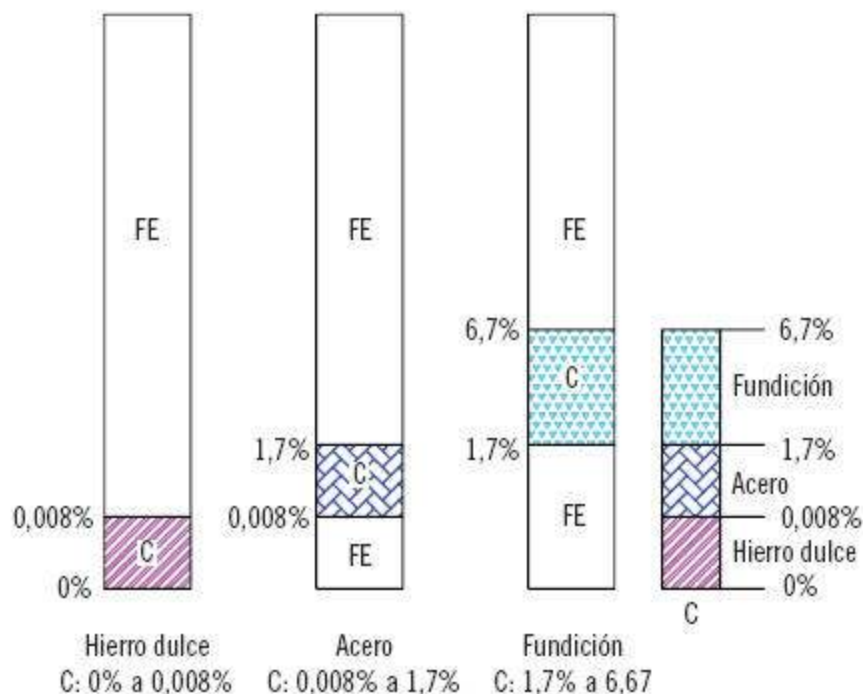
El acero es una aleación de metales formado principalmente por hierro y carbono. El hierro es un metal cuyo símbolo químico es Fe y el carbono es un elemento no metálico cuyo símbolo químico es C.

El hierro puede alearse con el carbono desde el 0% hasta el 6,67%. Cuando la proporción de carbono es inferior al 1,7% la aleación resultante es el acero, un material duro y elástico, capaz de deformarse y fácilmente maleable que puede extenderse para formar chapas y alambres. Por el contrario, si el contenido en carbono supera el 1,7% la aleación de hierro y carbono recibe el nombre de fundición,

que es un material muy duro, poco maleable y quebradizo, que no puede ser deformado ni extenderse para forma chapas o alambres.

El acero, además de hierro y carbono, tiene pequeñas cantidades de manganeso (inferiores al 1,6%) e impurezas como el fósforo y azufre, que suelen estar limitados a un máximo de 0,035%, ya que son perjudiciales. También están limitados los contenidos de plomo, mercurio y cromo hexavalente al 0,1%, y el cadmio al 0,01%.

Aleaciones de hierro y carbono según distintos porcentajes de carbono



El acero tiene unas propiedades mecánicas muy buenas, ya que es muy resistente además de barato, en comparación con otros materiales. Aunque se están imponiendo nuevos materiales no férricos en la fabricación de carrocerías, el acero sigue suponiendo entre el 70 y 80%

del peso total de los automóviles. Su densidad es elevada, aproximadamente 7850 kg/m³.

A su vez el acero puede alearse con otros materiales metálicos y no metálicos para mejorar sus propiedades, según el uso que se le quiera dar: por ejemplo, se puede alea con titanio, niobio, o cromo para aumentar su dureza y capacidad de deformación en frío. Además, se pueden tratar mediante procesos térmicos o termoquímicos para mejorar sus características y obtener aceros ultra resistentes.

Los materiales más utilizados para alearse con el acero son:

- Cromo, vanadio y molibdeno: elevada resistencia a la compresión y torsión.
- Magnesio: elevada resistencia al desgaste.
- Cromo y níquel: tiene propiedades inoxidables.
- Volframio y vanadio: elevada dureza y resistencia. Suele ser utilizado en herramientas.
- Zinc o cinc: antioxidante, por procesos de cincado o electrocincado.

Los aceros pueden clasificarse en función de las aplicaciones, propiedades, etc. Aquí se verán dos clasificaciones: según su contenido en carbono y según su límite elástico. Según el contenido en carbono pueden encontrarse aceros de bajo contenido en carbono, aceros de medio contenido en carbono y aceros de alto contenido en carbono; y según el límite elástico se encontrarán aceros convencionales, aceros de alta resistencia o alto límite elástico, aceros de muy alta resistencia y aceros de ultra alta resistencia. A continuación se verá cada uno de ellos.



Actividades

1. Elabore un esquema de lo que se ha tratado en este apartado.
 2. ¿Cuál cree que es la mayor ventaja que presenta el acero?
-

2.1. Aceros de bajo contenido en carbono

Son aceros con un contenido en carbono menor del 0,15% y un contenido en manganeso menor de 0,8%. Es un acero dulce no aleado con otros compuestos. Es fácilmente deformable, con un límite elástico y tensión de rotura bajos, por lo que es usado en piezas que están sometidas a bajos esfuerzos, como pueden ser elementos exteriores de la carrocería: puertas, aletas, capó, chapas, etc.

A este acero se le puede dar forma con facilidad (conformable), lo cual permite que sea reparado fácilmente. Además, debido a su bajo contenido en carbono es fácilmente soldable.



Sabía que...

Cuanto mayor es la cantidad de carbono en los aceros más difícil resulta realizar una reparación mediante soldadura.

2.2. Aceros de medio contenido en carbono

Son aceros con un contenido en carbono entre 0,15% y 0,25% y un contenido en magnesio menor de 0,8%.

Se utiliza en herramientas, siendo su tensión de rotura superior a los aceros dulces. Su soldabilidad es buena.

2.3. Acero de alto contenido en carbono

Son aceros con contenido en carbono entre el 0,1% y 0,25% y un contenido en magnesio mayor del 1%. Estos aceros son muy duros y tienen una elevada resistencia mecánica.

2.4. Aceros de alta resistencia o alto límite elástico

Estos aceros se clasifican en tres tipos en función del mecanismo de endurecimiento que se haya utilizado para aumentar su resistencia.

- Aceros Bake-Hardening.
- Aceros microaleados o aceros ALE.
- Aceros refosforados o aceros aleados al fósforo.

Aceros Bake-Hardening

Estos aceros se elaboran mediante un tratamiento térmico a baja temperatura llamado Bake-Hardening (BH), que se realiza durante la cocción de la pintura. El acero obtenido mediante este tratamiento tiene un elevado límite elástico.

La principal ventaja de este acero es que, al aumentar la tensión de rotura y límite elástico, permite reducir la sección o espesor de las piezas y, por tanto, el peso del vehículo.

El acero BH se emplea tanto en piezas exteriores de la carrocería como en piezas estructurales, como pueden ser refuerzos, travesaños, chasis o bastidores o paneles interiores.

Este acero es más difícil de conformar que el acero dulce debido a que su límite elástico es mayor y, por tanto, habrá que aplicar más fuerza. Su soldabilidad es buena debido al bajo contenido en carbono.



Puerta

Aceros microaleados o aceros ALE

Los aceros microaleados son aceros de alto límite elástico (ALE) que se obtienen mediante precipitación y afinamiento del tamaño de los granos. La tensión de rotura es elevada, ya que contiene carbono entre un 0,05% y 0,25% y otros componentes, como magnesio hasta un 2%, cobre, níquel, niobio, nitrógeno, vanadio, cromo, molibdeno, titanio, calcio, tierras raras o zirconio.

Este tipo de aceros tiene una elevada resistencia a la fatiga y al impacto, siendo posible la conformación en frío y, además, es fácilmente soldable.

En los vehículos suele emplearse en chasis o bastidores, ruedas, travesaños, elementos de suspensión, etc.



Chasis

Aceros refosforados o aceros aleados al fósforo

Son aceros que contienen un elevado contenido en fósforo. El endurecimiento se obtiene por la presencia de fósforo en solución sólida en la ferrita. Tienen una elevada tensión de rotura y alto límite elástico (ALE). Son adecuados para el conformado por estampación y las reparaciones similares al de los aceros microaleados.

En los vehículos suelen emplearse en piezas de estructuras o refuerzos sometidos a fatiga, travesaños, refuerzos de pilares, etc.

2.5. Aceros de muy alta resistencia

Los aceros de muy alta resistencia, también llamados multifásicos, obtienen la resistencia mediante la coexistencia, en la microestructura final, de fases duras al lado de fases blandas. Es decir, se parte de un acero inicial

que se somete a un proceso específico, por lo general es un tratamiento térmico (temple, revenido, normalizado...), que lo transforma en otro.

En esta categoría se incluyen los siguientes aceros:

- Aceros de fase doble (DP).
- Aceros de plasticidad inducida por transformación (TRIP).
- Aceros de fase compleja (CP).

Aceros de fase doble (DP)

Los aceros de fase doble o DP (Dual Phase) están formados por una microestructura que consiste en una fase dura (martensita o bainita) dispersa en una matriz ferrítica dúctil.

Los aceros DP tienen una elevada tensión de rotura, lo cual permite que sea empleado en piezas estructurales que deben absorber energía en caso de impacto o choque, como estribos, montantes, correderas de asientos, cimbras de techo, largueros, travesaños, refuerzos, elementos de fijación e incluso es utilizado en llantas y asientos de muelle de amortiguadores.

La reparación por conformación de estos aceros es difícil debido al elevado valor de límite elástico, que eleva su resistencia a la deformación. Además, los procesos de reparación mediante soldadura requieren equipos que proporcionen elevadas potencias térmicas.



Piezas de acero DP (parachoques, refuerzo de pilar central y llanta)

Aceros de plasticidad inducida por transformación (TRIP)

Estos aceros TRIP (TRansformation Induced Plasticity) están formados por una microestructura en forma de matriz ferrítica dúctil en la que se encuentran islotes de bainita dura y de austenita residual. Estos aceros poseen una elevada ductilidad, tensión de rotura y elevados alargamientos debido a la transformación de la austenita residual en martensita por efecto de la deformación plástica o efecto TRIP.

Los aceros TRIP son empleados en piezas estructurales, con un buen comportamiento en la absorción de impactos o choques. Además, tienen muy buena resistencia a la fatiga. Se emplean en travesaños de parachoques, traviesas, largueros, refuerzos de pilares, armazones o refuerzos de parachoques, etc.



Refuerzo del pilar central

Como en el caso anterior, la reparación por conformación de los aceros TRIP es difícil debido a su elevado valor de límite elástico y los procesos de reparación mediante soldadura requieren equipos que proporcionen elevadas potencias térmicas.



Travesaño de parachoques

Aceros de fase compleja (CP)

Los aceros CP (Complex Phase) tienen una microestructura de austenita y vainita de grano fino gracias al contenido de niobio y titanio. Además contienen manganeso, cromo, silicio, molibdeno y boro en pequeñas proporciones. El contenido en carbono es menor del 0,2%.

Tiene una elevada tensión de rotura y muy buen comportamiento en la fatiga. Es utilizado en piezas de seguridad de los vehículos destinadas a resistir choques, como pueden ser barras de protección de puertas o piezas de asientos y también empleadas en elementos de suspensión.

La dificultad de reparación de los aceros CP es similar a los aceros TRIP.



Placa de asiento

2.6. Aceros de ultra alta resistencia

Estos aceros tienen una elevada rigidez, la energía necesaria para deformarlos es elevada. Hay dos tipos:

- Aceros martensíticos (MS).
- Aceros al boro o aceros boron.

Aceros martensíticos (MS)

Estos aceros poseen una microestructura martensítica obtenida al transformarse la austenita mediante un tratamiento térmico de recocido. Tienen una elevada tensión de rotura y límite elástico. Son los más duros pero frágiles y son poco dúctiles.

Debido a su elevada tensión de rotura, son utilizados en piezas de la zona del habitáculo de las carrocerías de vehículos destinadas a resistir choques, como pueden ser barras de protección de puertas, refuerzo de pilares, etc. La reparación es difícil por el elevado límite elástico, por lo que generalmente estas piezas son sustituidas. El proceso de reparación mediante soldadura requiere de equipos que proporcionen elevadas potencias térmicas.

Aceros al boro o aceros boron

Estos aceros tienen una estructura martensítica obtenida mediante un tratamiento térmico y contienen una pequeña cantidad de boro junto con otros aleantes como el magnesio y el cromo. Tienen una elevada tensión de rotura y dureza, siendo utilizado en piezas estructurales del vehículo, refuerzos de pilares, traviesas, etc. Las reparaciones son difíciles al igual que los aceros martensíticos.

TIPOS DE ACERO EN FUNCIÓN DE SU LÍMITE ELÁSTICO			
Tipo de acero	Denominación	Límite elástico (Re) (N/mm ²)	Carga de rotura (Rm) (N/mm ²)
Aceros convencionales	Acero dulce o bajo contenido en carbono	140 a 280	270 a 400
Aceros de alta resistencia	BH (Bake-Hardening)	180 a 360	160 a 300
	Microaleado	260 a 650	350 a 730
	Refosforado	220 a 360	340 a 480
Aceros de muy alta resistencia	DP (fase doble)	280 a 1100	450 a 1200
	TRIP (plasticidad inducida por transformación)	380 a 550	590 a 900
	CP (fase compleja)	360 a 1150	600 a 1200
Aceros de ultra alta resistencia	Martensíticos (MS)	300 a 600	450 a 670
	Aceros al boro	350 a 1100	500 a 1500



Actividades

- Investigue qué otros tipos de acero existen además de los que se han tratado hasta ahora.

2.7. Propiedades de las aleaciones férricas

Las propiedades de un material son el conjunto de características que hacen que se comporte de una determinada manera frente a factores externos como la luz, el calor, aplicación de fuerzas, etc.

Las aleaciones férricas tienen, en general, las propiedades comunes reflejadas en la tabla.

VALORES DE PROPIEDADES TÍPICAS DEL ACERO	
Propiedades	Acero
Densidad (Kg/m ³)	7850
Rm: tensión de rotura (N/mm ²)	370
Re: límite elástico (N/mm ²)	225
Módulo de elasticidad (N/mm ²)	200000
Alargamiento (%)	30
Dureza (HB)	120
Conductividad térmica (W/(m K))	58
Coefficiente de dilatación lineal (1/K)	0,000001
Temperatura de fusión (°C)	1375

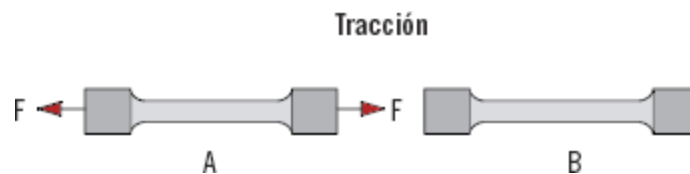
Estas propiedades se relacionan con el comportamiento de los materiales. Puede decirse que las aleaciones férricas tienen las siguientes características y propiedades:

- Elevada densidad en comparación con otros materiales.
- Sólidas a temperatura ambiente.

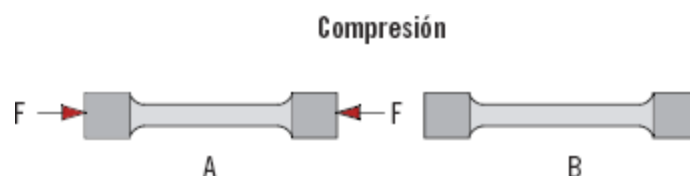
- Elevada resistencia mecánica, ya que soportan bien las fuerzas externas de tracción, compresión, flexión, torsión y cortadura.
- Elevada temperatura de fusión.
- Buenas conductoras del calor.
- Buenas conductoras de la electricidad.
- Son tenaces, dúctiles, maleables y opacas.
- Buenas transmisores del sonido, elevada conductividad acústica.
- Fácilmente oxidables, ya que reaccionan con el oxígeno.
- Impermeables.

En las siguientes imágenes se verán los efectos de la tracción, compresión, flexión, torsión y cortante.

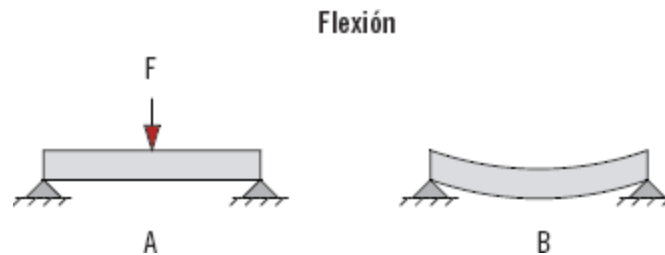
La pieza (A) es la pieza sometida a las fuerzas exteriores y la (B) la pieza después del efecto de las fuerzas.



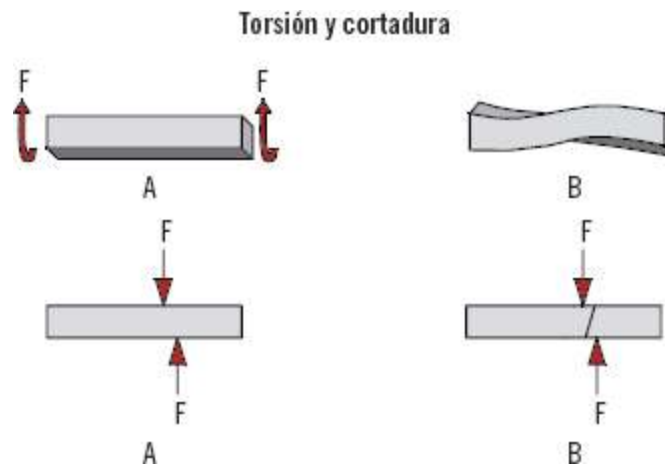
La pieza (A) está sometida a un par de fuerzas (F) opuestas. Debido a estas fuerzas la pieza experimenta un alargamiento e, incluso, puede romperse si la tensión mecánica supera la tensión de rotura de la pieza.



La pieza (A) está sometida a un par de fuerzas (F) opuestas que tienden a comprimirlo o aplastarlo. Debido a estas fuerzas la pieza experimenta una reducción de la longitud e incluso puede romperse.



La pieza (A) está sometida a unas fuerzas (F) que tienden a doblarla. Debido a esta fuerza la pieza experimenta una compresión en la parte superior y una tracción en la parte inferior.



La pieza superior está sometida a un par de fuerzas (F) que tienden a retorcerla. Debido a estas fuerzas la pieza se puede deformar e incluso romperse. La pieza inferior está sometida a un par de fuerzas que tienden a cortarla. Esto suele suceder en piezas muy rígidas, como aceros con

elevado contenido en carbono, que en vez de doblarse y deformarse se parten.

Propiedades termoeléctricas

Son propiedades en las que intervienen el calor o la energía eléctrica.

Conductividad

Propiedad de un material para conducir el calor o la electricidad. Esta propiedad influye en los procesos de reparación mediante la aplicación de calor o soldadura. En los metales, muy buenos conductores del calor y la electricidad, cuanto mayor es su conductividad térmica mayor es su conductividad eléctrica.

Fusibilidad

Propiedad de los metales para pasar de estado de agregación sólido a líquido por efecto del calor. Esta propiedad condiciona las reparaciones mediante tratamientos térmicos, y los procesos de soldadura.

Soldabilidad

Es la propiedad que tienen los materiales de ser trabajados térmicamente.

Propiedades mecánicas

Tienen que ver con el comportamiento de los materiales frente a la acción de fuerzas externas.

Elasticidad

Propiedad de los materiales de recuperar su tamaño y forma originales cuando deja de actuar sobre ellos la fuerza que los deformaba. También es la propiedad que tienen los materiales para doblarse o alargarse cuando son sometidos a un esfuerzo de tracción, recuperando su forma original una vez eliminado el esfuerzo.

Plasticidad

Es la propiedad que permite a los materiales presentar deformaciones permanentes cuando actúa sobre ellos una fuerza y ser moldeados cuando son golpeados con otro de mayor dureza. Es una propiedad que habrá que tener en cuenta cuando se realice la reparación por estiramiento para corregir deformaciones.

La elasticidad y la plasticidad son dos de las propiedades más importantes de los materiales en los procesos de reparación de estructuras de los vehículos. Un material con elevadas propiedades plásticas, a diferencia de uno elástico, puede cambiar de forma y conservarla de una manera permanente, lo que permite una fácil reparación mediante conformado.

Cuando un cuerpo se deforma y mantiene la forma tras la aplicación de una fuerza, sufre un alargamiento. El alargamiento es el valor de la longitud de deformación permanente cuando se somete el metal a un esfuerzo que supera el valor

del límite elástico. Se suele expresar como el tanto por ciento del valor de la longitud del metal sin deformación. Así por ejemplo, si un metal tiene una longitud de 100 cm y se alarga 25 cm, el alargamiento es del 25%.



Recuerde

Los materiales con elevadas propiedades plásticas pueden conformarse fácilmente.

Maleabilidad

Es la capacidad de los materiales para extenderse en planchas o láminas finas sin fracturas. Los aceros más maleables son los que tienen un bajo contenido en carbono, es decir, hierro dulce y acero con bajo contenido en carbono (acero extradulce).

Ductilidad

Es la capacidad de algunos materiales para extenderse en forma de hilos o cables. Es la propiedad que permite trabajar un material sin que aparezcan grietas. Cuanto mayor es la ductilidad menores son los radios de curvatura, aunque esto no disminuye su resistencia. Un material dúctil se estirará antes de romperse.

Dureza

Es la resistencia que opone un material a ser rayado o penetrado por otro bajo la acción de una fuerza. Cuanto más duro es un material más difícil es realizar los procesos de lijado, limado, corte, etc. Se dice que un cuerpo es más duro que otro cuando el primero es capaz de rayar el segundo. También cuanto más duro es un material, más frágil es y, cuanto más blando, más maleable y dúctil resulta.

Resistencia mecánica

Es la propiedad de algunos materiales de soportar esfuerzos sin romperse. Esta resistencia mecánica varía según el tipo de esfuerzo que actúe sobre ellos: compresión, tracción, flexión... La madera soporta mejor la tracción que la compresión, mientras que los materiales pétreos soportan mejor la compresión que la tracción.

Tenacidad

Resistencia que ofrece un material a romperse cuando es sometido a esfuerzos de tracción, compresión, flexión, torsión, cortadura o cizallado. Es la capacidad que tienen los cuerpos para resistir al choque o impacto, es decir, es la energía requerida para producir la rotura. Un material es más tenaz cuanto mayor es su resiliencia y mayor su alargamiento.

Fragilidad

Es la propiedad opuesta a la ductilidad. Un material frágil se rompe por tener una capacidad de

deformación muy pequeña, casi despreciable. Un material frágil es fácil de romper mediante un golpe o impacto.

Resiliencia

Es la resistencia al impacto o golpe, es lo contrario de fragilidad. Cuanto mayor es su valor, mayor impacto o golpe es necesario para romperlo.



Actividades

4. Busque información sobre el proceso de obtención del acero y responda a las siguientes preguntas:
 - ▮ ¿Qué es el arrabio?
 - ▮ ¿Qué temperatura se alcanza en el interior de los altos hornos donde se produce el arrabio?
 5. Busque en el taller al menos diez piezas construidas en materiales con elevada elasticidad y compare su capacidad elástica valorándolos del uno al diez, siendo el uno el menor valor y diez el máximo.
-

3. Diseño de una carrocería autoportante en acero y en aluminio

La carrocería es la parte del vehículo que reviste el motor y otros elementos y en cuyo interior se acomodan los pasajeros o la carga.