

Capítulo 5  
REPASO DE CHAPA

---



# Capítulo 5

## REPASO DE CHAPA



El repaso de chapa comprende todas aquellas operaciones y trabajos necesarios para conformar un panel deformado, devolviéndole unas características lo más similares posibles a las originales, tanto desde el punto de vista estructural como estético.

El repaso de chapa, a pesar de las nuevas herramientas y equipos que han ido apareciendo, es un trabajo muy artesanal, que se basa en gran medida en la habilidad manual y en la destreza del operario. Se trata de una técnica difícil de dominar en la que desempeña un papel importante la experiencia y la práctica.

El conformado de superficies es decisivo en la reparación de carrocerías, ya que permitirá obtener una superficie lista para la aplicación de los recubrimientos y pinturas posteriores.

En muchas ocasiones, se olvida que un acabado de calidad en el área de carrocería reduce el volumen de trabajo en el área de pintura.

Para conseguir calidad en el acabado de chapa se necesita conocer suficientemente el comportamiento del material, las técnicas de trabajo y las herramientas, así como poseer experiencia y práctica en la reparación de estas superficies.

En este capítulo se da una visión general a la conformación de deformaciones, aportando información sobre las bases fundamentales para la reparación de chapa de acero, indicamos las herramientas que se deben emplear, así como su correcta elección y utilización y, por último, hacemos un resumen de las diferentes técnicas existentes, que permitirán resolver las deformaciones que puedan presentarse.

Todo ello, con la resolución, paso a paso, de varios casos prácticos sobre diferentes deformaciones o golpes tipo.

### 1. DEFINICIONES

A continuación se ofrece un pequeño glosario con los términos empleados más comúnmente para describir las operaciones de chapa, con el fin de unificar criterios.

- Abrasión: desgaste de la superficie de un cuerpo provocado por las partículas de otro cuerpo, generalmente más duro, llamado abrasivo.

- Acoplar: juntar una cosa con otra colocándolas de modo que no quede espacio entre ellas o que sea el menor espacio posible.
- Acumular: aumentar la cantidad o el número de ciertas cosas reunidas en un sitio.
- Alinear: disponer dos o más cosas en línea recta.
- Aplanar: allanar, alisar una superficie.
- Atemperar: calentar una pieza para aumentar su temperatura.
- Batir: golpear repetidamente un objeto para desplazar el material hacia la zona deseada.
- Configurar: conformar, dar forma a una cosa.
- Conformar: dar forma a una pieza, dar a un objeto su propia apariencia, o una forma deseada.
- Contraer: reducir el volumen de un cuerpo por disminución de la distancia que media entre las partículas que lo constituyen.
- Desbarbar: eliminar con abrasivos las rebabas y los excedentes de material de una pieza.
- Detectar: descubrir, poner de manifiesto.
- Embazar: saturar un abrasivo con el material que se pretende lijar; así pierde parte de su efectividad.
- Estiramiento: alargamiento producido por efecto de una tracción que ocasiona un aumento de superficie en detrimento de la sección.
- Magnitud: tamaño de una cosa. Todo lo que puede aumentar o disminuir.
- Recalcado: operación contraria al estirado; es decir, aumento de la sección de una pieza a costa de disminuir su longitud.
- Recoger: acción mediante la cual se devuelve a la chapa estirada su configuración original mediante tratamiento térmico.
- Resistencia: propiedad que tienen los cuerpos de soportar las acciones de los agentes mecánicos, físicos o químicos sin romperse, deformarse o ser atacados por ellos.
- Retracción: acción o efecto de encogerse.
- Suavizado: eliminación de pequeñas tensiones.
- Sufrir: soportar con tases, palancas, etc., por la parte opuesta de la chapa, los golpes que se producen para conformarla.
- Tensar: someter a tensión, poner una cosa tensa.

## 2. COMPORTAMIENTO DEL METAL ANTE UN ESFUERZO

Tanto el acero como el aluminio disponen de una estructura cristalina básica, caracterizada porque los átomos ocupan una posición determinada en esa red cristalina, dando lugar a la estructura granular que constituye el metal.

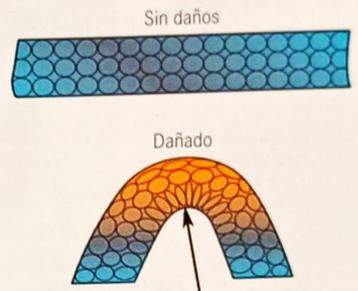
Para asentar las bases de la conformación de paneles dañados hay que conocer el comportamiento del metal cuando es sometido a un esfuerzo, comprendiendo la diferencia entre la deformación elástica y la deformación plástica.

La **deformación elástica** es aquella en la que el metal regresa a su posición inicial cuando cesa la fuerza que ha originado su deformación. El panel no presenta ninguna deformación residual (no hay un cambio permanente en la estructura cristalina del metal).

Cuando el metal es deformado más allá de su *límite elástico* se dice que se pasa al campo de **deformación plástica**. En estas circunstancias, el metal no regresará por completo a su forma original cuando cese la fuerza que ha provocado la deformación. Existirá un cambio permanente en su estructura cristalina, lo que supone que unos granos están comprimidos y otros estirados, produciéndose un endurecimiento por deformación en frío del metal (acritud). Este fenómeno se manifiesta en la presencia de deformaciones permanentes en el panel, que habrá que corregir con los tratamientos adecuados.

Si la fuerza que provocó el daño ha sido lo suficientemente importante, parte de la estructura del metal, en la zona próxima a la de mayor deformación, se encontrará en el campo elástico, intentando recuperar su forma inicial, pero el metal sobreestirado en la zona de mayor deformación no le dejará. El resultado es un panel con tensiones internas, que hace que su comportamiento sea inestable e impredecible.

Comportamiento del metal ante una deformación



Aparición de endurecimiento por trabajo en frío

### 3. HERRAMIENTAS PARA LA REPARACIÓN DE CHAPA DE ACERO Y SU UTILIZACIÓN

Las herramientas y equipos básicos de uso directo en la reparación de paneles de chapa se pueden dividir en tres grandes grupos: herramientas de conformación, equipos de tracción y equipos para la aplicación de tratamientos térmicos.

#### 3.1. HERRAMIENTAS DE CONFORMACIÓN

Son herramientas manuales destinadas a conformar la chapa; proporcionan una superficie regular y con buenas condiciones mecánicas, por medio de golpes. Se subdividen en herramientas de percusión y herramientas pasivas.

##### 3.1.1. Herramientas manuales de percusión

Dependiendo de su uso pueden ser, martillos de golpear, martillos de acabado, martillos de inercia y limas de repasar.

### Martillos de golpear

Se emplean allí donde se requiera la aplicación de una fuerza más o menos importante, como en el golpeo de tranchas y cinceles. Sirven también para una primera conformación de la chapa en grandes deformaciones y pliegues en elementos estructurales. Existen diferentes tipos: de bola, de peña alemana, etc.



Martillos de golpear

### Martillos de acabado

Se emplean para dar un buen acabado superficial a la chapa.

Los hay de muy diversa geometría; combinan cabezas redondas o cuadradas, superficies planas o convexas, lisas o fresadas, etc.

Cada tipo de geometría tiene un uso específico (aplanar, alisar, recalcar, picar, etc.) aunque, en la práctica, el chapista con un reducido número de ellos cumple todas las funciones.

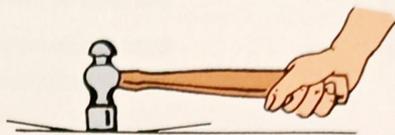
Martillos de acabado



### Normas de utilización y conservación de los martillos

Para el correcto manejo y conservación de los martillos, conviene observar las siguientes recomendaciones:

- Siempre ha de utilizarse el martillo apropiado para el trabajo que se va a realizar. No emplear nunca un martillo de acabado para golpear fuertemente.
- Con un martillo de golpear el movimiento se articula a partir del codo, pues hay que conseguir una gran potencia en el golpe, lo que se obtiene levantando la masa a suficiente altura. El movimiento es fatigoso, pero los golpes son poco numerosos.
- Para la correcta utilización del martillo de acabado, el movimiento se articula alrededor de la muñeca y la potencia del golpe no debe ser grande para no estirar demasiado el material. Este movimiento permitirá dosificar el golpe con la fuerza mínima necesaria y con la menor fatiga, dado que los golpes serán muy numerosos; se necesita un esfuerzo sostenido durante mucho tiempo.
- Para manejar cualquier martillo ha de sostenerse el mango por su extremo y dar los golpes de modo que su cabeza quede bien asentada y paralela a la superficie de trabajo.
- No emplear un martillo con el mango en mal estado o flojo.
- No golpear dos martillos entre sí, pues pueden agrietarse las caras de trabajo, ya que están templadas.
- Las caras de trabajo han de estar limpias y, en el caso del martillo de repasar, también pulidas.
- No golpear con un martillo sobre una lima, pues sus caras son más blandas que las de ésta y quedarán marcadas.



*Empleo correcto e incorrecto del martillo*



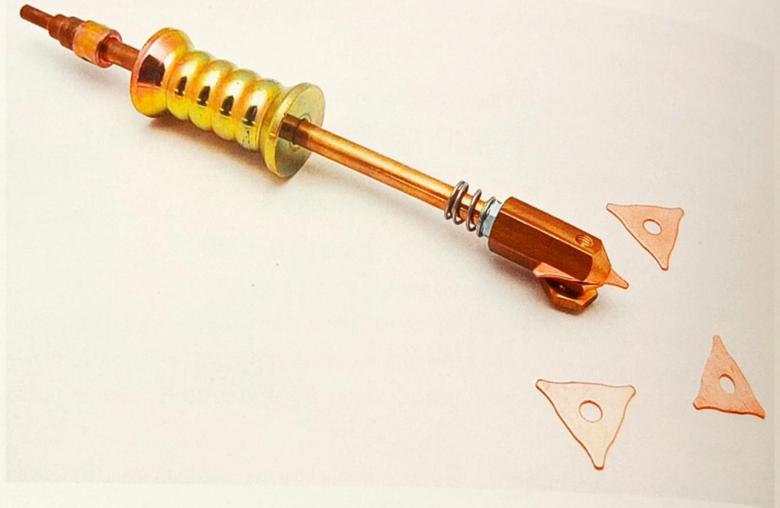
*Empleo de un martillo de acabado en el repaso de un panel*



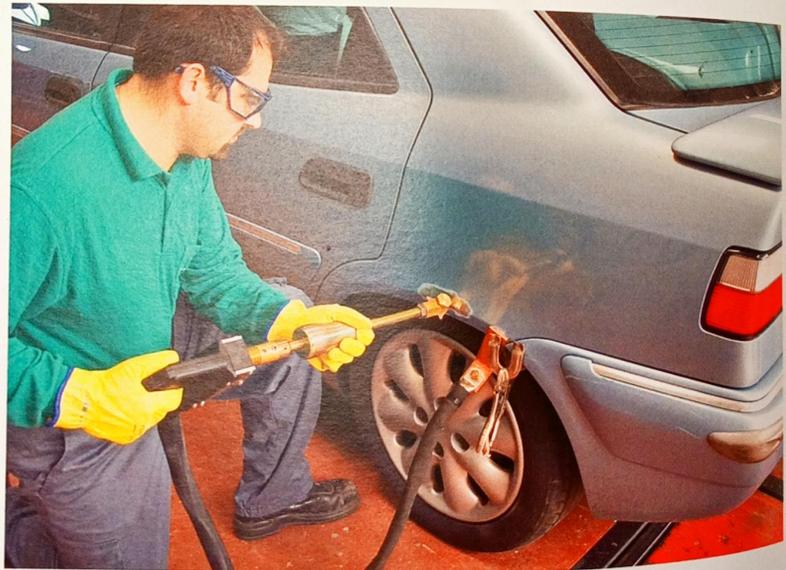
### Martillos de inercia

Es un tipo de martillo especial, cuyo empleo posibilitará la conformación de abolladuras en zonas o piezas de configuración cerrada sin necesidad de abrir huecos de acceso.

Martillo de inercia



Aplicación del martillo de inercia



Consiste fundamentalmente en un eje por el cual se desliza un peso. Existen diferentes tipos en función de la boca de trabajo de que dispongan: para clavos, para arandelas, con ventosa, con mordaza de presión o con estrella.

Para estirar una deformación se aplica la boca de trabajo sobre la zona deformada golpeando con el peso deslizable sobre el tope opuesto.

### Limas de repasar

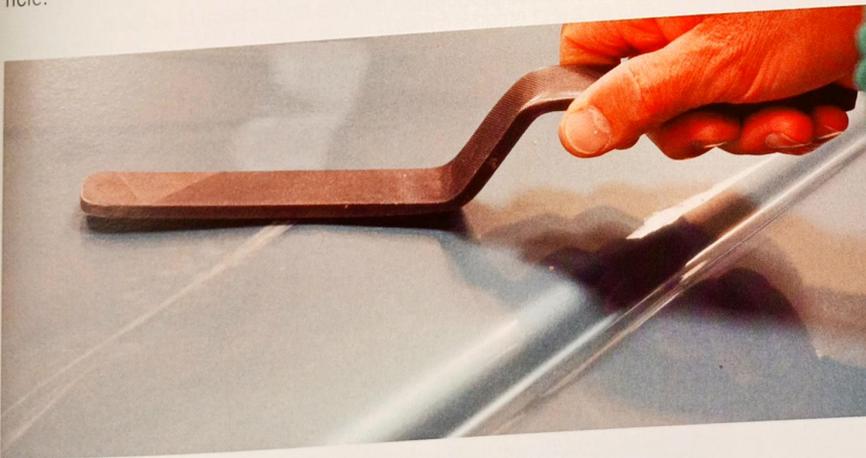
Aunque disponible en el mercado por los distribuidores de herramientas y equipos para el repaso de chapa, esta herramienta suele ser construida, en muchas ocasiones, por el propio chapista, adaptada a sus gustos particulares. No es más que una lima grande desgastada, curvada adecuadamente. Si no está suficientemente desgastada, se repasarán sus dientes en el esmeril.



*Limas de repasar*

Sirve para la eliminación de tensiones y suavizado de paneles después de la aplicación de tratamientos térmicos, así como para el repaso de chapa cuando no se quiera ocasionar estiramientos en ella. Tiene la ventaja adicional de que señala defectos sobre la zona y pueden corregirse sobre la marcha.

Además, sirve para recoger la chapa, por efecto del picado que va a grabar sobre su superficie.



*Suavizado de un panel con lima de repasar*

En cuanto a sus recomendaciones de uso, son similares a las indicadas para el empleo de los martillos de repasar: dar golpes pequeños pero en gran cantidad procurando asentar bien su superficie. Del mismo modo, su manejo se lleva a cabo a través del juego de la muñeca.

## Mazos

Son herramientas fabricadas con un material lo suficientemente blando, generalmente madera, nylon o goma, como para que no aplasten la chapa cuando se golpea.

*Tipos de mazos*



Están destinados a una acción de golpeo más suave que la obtenida por medio de martillos de acero. Se emplean para la conformación de deformaciones amplias pero con pequeño grado de estiramiento del metal y para aliviar tensiones sin estirar la chapa.

### Normas de utilización y conservación de los mazos

- Los mazos de goma tienen más peso que los de madera, lo que hace más contundente su golpe y que estén indicados para determinados grosores de chapa.
- Los mazos de madera, al igual que los de nylon, deben tener siempre limpias las caras de trabajo, comprobando especialmente que no se hayan incrustado en ellas virutas de hierro u otro material duro, pues producirían marcas en la chapa al golpear.

*Alivio de tensiones con mazo de madera*



- Revisar de vez en cuando el estado de las caras de golpeo en los mazos de madera, repasándolas con una escofina y una lija de modo que estén siempre lisas y en condiciones de no marcar la chapa.
- No aplicar los mazos de goma sobre superficies calientes, pues el calor quemaría la goma haciendo que perdiera su dureza y planitud.

*Tases para repaso de chapa*

### 3.1.2. Herramientas manuales pasivas

Estas herramientas de acero forjado tienen como misión servir de apoyo a la chapa cuando se la somete a la acción de las herramientas de percusión. Se clasifican en tases, tranchas y palancas.

#### Tases

Bloques de acero forjado de diferentes formas, ligados íntimamente a las formas que deben recuperar.

Los hay con caras planas y convexas, lisas y fresadas, con formas de tacón, de suela, de C, de rail, de yunque, etc. En la mayoría de los casos no tienen aristas vivas.

El tas se coloca por la parte posterior de la pieza que se va a golpear, se sostiene así con la palma de la mano y se ejerce presión sobre él. Por lo tanto, su uso está condicionado por la posibilidad de acceso a la zona.



#### Palancas de desabollar

Las palancas o cucharas de desabollar vienen definidas por la forma que adoptan sus puntas. Así, las hay largas y cortas, con curvatura sencilla o doble, clásicas, semirredondas, etc.

Se emplean para desabollar ejerciendo palanca y como tases en lugares de acceso limitado donde éstos no pueden acceder. No deben emplearse para otros fines.

Por su pequeño espesor, no aguantan el golpe tan eficazmente como los tases de mano, y el trabajo de planeado es más delicado.



*Palancas de desabollar*

*Repaso de chapa con una palanca en una zona de acceso limitado*



### Tranchas

Tienen una forma contorneada, que forma cuerpo con el mango. La geometría de sus extremos está relacionada con su empleo directo y puede ser plana, redondeada, biselada, en ángulo recto, en forma de cuña, etc.



Sirven para golpear en zonas deformadas a las que no se puede acceder con el martillo y para recuperar quebrantos y líneas de piezas.

También se pueden utilizar como sufrideras en zonas a las que no se puede acceder ni con tases ni con palancas. En este caso presentan las mismas particularidades en su empleo que las palancas.

*Diferentes tipos de tranchas*

### Normas de utilización y conservación de las herramientas manuales pasivas

- Estas herramientas sólo se deben emplear en el desabollado de chapa, ya que cualquier otra utilización las puede deteriorar.
- Es preciso limpiarlas periódicamente para eliminar restos de otros materiales que hayan podido adherirse a ellas, como productos insonorizantes o barro.
- Deben asentarse perfectamente sobre la chapa.

*Empleo de la trancha para sacar un quebranto*

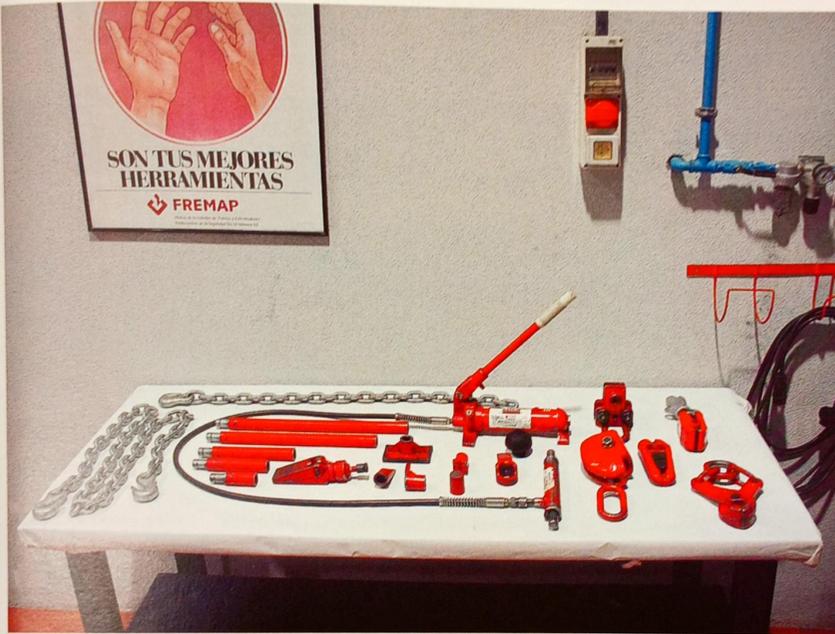


### 3.2. EQUIPOS DE TRACCIÓN

Únicamente se tratarán los equipos de tracción utilizados en la reparación de paneles de chapa cuando no ha sido modificada la estructura del vehículo. Son equipos hidráulicos portátiles, de accionamiento manual o neumático, formados por dos partes claramente diferenciadas: el conjunto hidráulico y los accesorios:

#### Conjunto hidráulico

- Un generador de presión (la bomba).
- Un conducto flexible capaz de transmitir dicha presión (la manguera).
- Un receptor de la presión (el gato o cilindro).



Equipo de tracción

#### Accesorios

- Tubos de prolongación.
- Empalmes.
- Diferentes tipos de cabezas.
- Mordazas.
- Cadenas.

Estos gatos pueden servir para estirar, empujar y separar, en función de los diferentes montajes que la combinación de sus accesorios permitan.

### Normas de utilización y conservación de los equipos de tracción

Para una utilización correcta de estos equipos, conviene seguir una serie de normas:

- Mantener el gato hidráulico con sus accesorios lejos del fuego o de un calor excesivo.
- El gato está concebido para suministrar un esfuerzo que se ejerce sobre su eje. Cuando el punto de aplicación del esfuerzo no esté en el eje del pistón, se ha de actuar con prudencia e interrumpir el empuje si se encuentra una resistencia anormal.
- No sobrecargar el gato.
- No hacer salir todo el pistón.
- No coger ni tirar nunca del equipo de tracción por la manguera flexible.
- Evitar el contacto de la manguera con objetos pesados o cortantes.
- Evitar que se formen lazos en la manguera.
- Si falta aceite, rellenar exclusivamente con aceite específico para estos usos.

Aplicación de un equipo de tracción en la recuperación de un capó



### 3.3. EQUIPOS PARA LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Los equipos para la aplicación de tratamientos térmicos son básicamente de dos tipos: los que consiguen la temperatura por medio de llama y los que la obtienen mediante la corriente eléctrica. En el primer grupo está encuadrado el soplete oxiacetilénico y en el segundo, los equipos para el uso de los electrodos de carbono y cobre.

### 3.3.1. Equipo oxiacetilénico

Los equipos de soldadura oxiacetilénica están formados por:

- Botella de oxígeno con su correspondiente regulador.
- Botella de acetileno con su correspondiente regulador.
- Mangueras flexibles para la conducción del oxígeno y del acetileno.
- Soplete con su cámara de mezcla, válvulas para el paso del oxígeno y acetileno y pico o boquilla.

Normalmente suele estar montado sobre un carro portátil para permitir su desplazamiento por el taller.

Su regulación dependerá del caudal de gas y del tipo de boquilla seleccionada.

Se ha empleado para recoger grandes estiramientos o para tratar zonas de la carrocería con bastante resistencia y gran espesor, aunque en la actual reparación de la carrocería su uso está desestimado por los dos grandes problemas que su uso implica: aplicación excesiva de calor y corrosión.



*Equipo de soldadura oxiacetilénica*

### 3.3.2. Equipos para la aplicación de electrodos de carbono y cobre

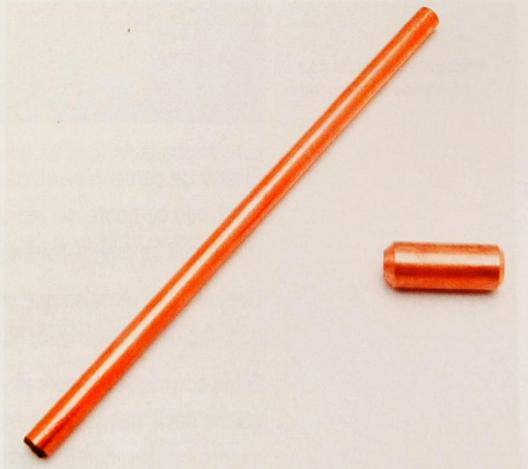
Puede incluirse como equipamiento auxiliar en las máquinas de soldadura por puntos por resistencia, o comercializarse como equipo de reparación independiente.

En ambos casos, consta básicamente de:

- Unidad de alimentación.
- Manguera para la transmisión de la corriente a la pistola.
- Manguera de masa.
- Pistola para colocar el lápiz de carbono o el electrodo de cobre.

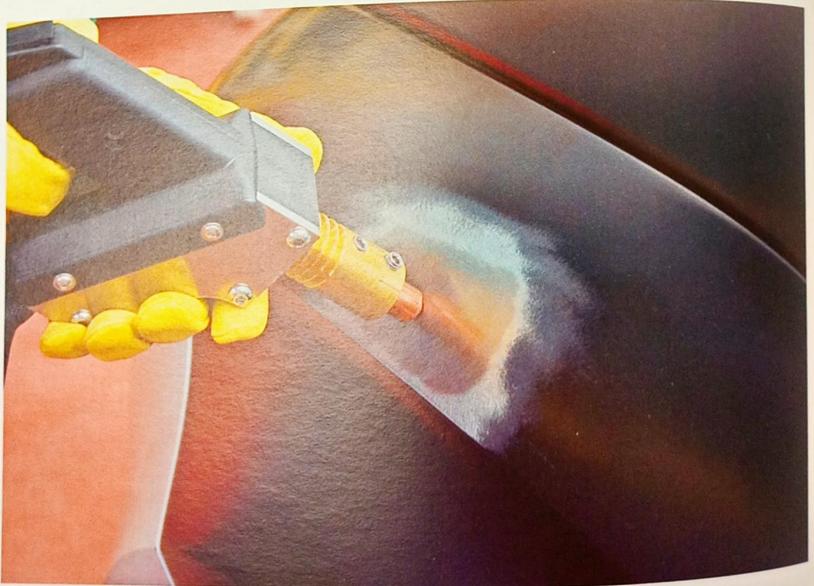
Para su aplicación, se colocará la masa en una zona en chapa viva cerca de la zona que hay que recoger. Dependiendo del grado de estiramiento y del grosor de la chapa, se necesitará una determinada cantidad de calor, regulando para ello la intensidad de corriente en el mando del equipo y el tiempo de paso, manualmente con el pulsador de la pistola.

*Electrodos de carbono y cobre*





*Recogida de chapa con electrodo de cobre*



*Recogida de chapa con electrodo de carbono*

El lápiz de carbono se empleará en estiramientos amplios y en zonas de poca resistencia. El electrodo de cobre, en estiramientos pequeños y puntuales, ya que el control de la temperatura que se puede obtener es mayor que en el caso del lápiz de carbono.

Debido a las ventajas que ofrece el manejo de estos equipos en lo relacionado con la calidad, rapidez y seguridad, han desplazado al soplete oxiacetilénico del taller de reparación.

Éstas son las herramientas y equipamiento de uso directo en el repaso de chapa, lo cual no quiere decir que para operaciones concretas no haya que recurrir a otro tipo de equipamiento auxiliar, como abrasivos, radiales, taladros, etc.

## 4. BASES FUNDAMENTALES PARA LA REPARACIÓN DE CHAPA DE ACERO

Aunque se han empezado a utilizar muchos materiales nuevos en la industria del automóvil debido a los desarrollos técnicos, la chapa de acero sigue siendo, con gran ventaja, el más importante de los utilizados en carrocería. Una característica especialmente significativa de este material, a la hora de reparar daños, es que se puede restablecer su forma sin que pierda su fuerza y resistencia, siempre y cuando no se haya estirado excesivamente.

Cuando se vaya a efectuar una reparación, habrá que tener presente una serie de particularidades relacionadas con las características y el comportamiento frente a los esfuerzos de dicho material; de este modo, se pueden establecer los siguientes fundamentos:

- Las deformaciones se producen como consecuencia de esfuerzos ejercidos sobre la zona deformada, por lo que es necesario aplicar otros esfuerzos para conseguir su conformación.
- El acero, al ser deformado en frío, sufre un endurecimiento denominado «acritud». Por ejemplo, si una tira de metal se dobla reiteradamente, se observará que la zona doblada se endurece. Pues bien, las piezas al ser embutidas (en frío) presentan zonas de distinta curvatura y, por lo tanto, de diferente dureza; la resistencia que ofrecerán a cualquier cambio es proporcional al grado de curvatura. Una superficie más o menos lisa, como un techo o un paño de puerta, es fácilmente deformable, mientras que una curvada, como el borde de un techo o una aleta, resulta más difícil de deformar.

Esto habrá que tenerlo en cuenta a la hora de aplicar los esfuerzos en la reparación.

- Si un panel deformado presenta una doblez, ésta se ha producido más allá de su límite elástico, endureciéndose la zona. La reparación debe iniciarse por estas zonas que han sobrepasado el límite elástico, pues al recuperarse éstas, parte de las colindantes habrán recuperado también sus contornos originales.
- La presión ejercida con el tas es directamente proporcional a la magnitud de la deformación y a la resistencia de la zona que hay que reparar.
- Es importante destacar que una mala aplicación de los esfuerzos puede provocar más deformaciones de las que se intentan corregir, y aumenta innecesariamente los tiempos de reparación.
- Se trata de buscar en cada golpe el efecto deseado. El golpeteo seguido e incontrolado no produce ningún efecto beneficioso.
- El golpeteo directo del martillo sobre el tas a través de la chapa produce su estiramiento. Se aprovechará este efecto allí donde resulte conveniente.
- Deben eliminarse las tensiones generales de la chapa antes de repasar con el tas y el martillo.



- El alivio de tensiones en las reparaciones no debe efectuarse con herramientas que puedan provocar estiramientos puntuales. Es conveniente no dar grandes golpes, sino un mayor número de golpes pequeños. En el caso de que se produzca error, será más fácil corregirlo.
- Es imprescindible elegir la herramienta adecuada para cada operación; una mala selección complicará la reparación.
- Si la abolladura está cerca de un nervio o quebranto hundido, se ha de aliviar en primer lugar la tensión del nervio y, a continuación, reducir la deformación de fuera a adentro.
- Cuando la deformación del panel es consecuencia, a su vez, de la deformación de la estructura, es imprescindible conformar en primer lugar dicha estructura y posteriormente la deformación del panel, que se verá, de este modo, reducida.
- Las distancias grandes entre el tal y el punto de impacto del martillo son poco eficaces, debido a que una gran proporción del efecto del impacto es absorbida por la elasticidad del material.
- Siempre que se golpee fuera de la sufridera, deben recordarse dos reglas:
  1. Comenzar a golpear con el martillo en las protuberancias más alejadas de la depresión. A partir de ahí, ir avanzando hacia la depresión, alternando los golpes en las protuberancias de uno y otro lado.
  2. No golpear nunca en las zonas que se encuentran por debajo del nivel original, únicamente atacar las protuberancias.
- Como norma general, no se desmontarán las piezas para la conformación de las abolladuras.
- Para devolver la forma original a paneles con deformaciones importantes, se puede combinar la tracción de gatos con el uso del martillo.
- Elegir los puntos correctos para la fijación del equipo de tracción resultará fundamental para el éxito del enderezado. Se deberá sujetar el equipo a la zona de mayor deformación.
- Si una chapa ha sido estirada, bien como consecuencia de una colisión, bien como resultado de una mala conformación, únicamente se podrán restaurar sus dimensiones originales con la aplicación de tratamientos térmicos.
- El calentamiento sólo debe utilizarse en casos concretos, con estiramiento de material.
- Cualquier abolladura con estiramiento que aparezca en un panel se trabajará como si no tuviera tal estiramiento; posteriormente, éste se tratará con el proceso térmico adecuado.
- Los revestimientos protectores que traen las chapas de acero se eliminarán únicamente y exclusivamente en los casos en que sea necesario, utilizando para ello un abrasivo adecuado y limitando la zona de lijado al mínimo imprescindible.

## 5. TIPOS DE DEFORMACIONES

Atendiendo a sus principales características y ubicación, es posible realizar una clasificación general de las distintas deformaciones y abolladuras que pueden presentarse. Esta clasificación marcará el método de trabajo a seguir y las herramientas a emplear para su corrección.

### 5.1. DEFORMACIONES CON ACCESO DIRECTO

Las deformaciones con acceso directo son aquellas en las que, una vez desmontados todos los guarnecidos y accesorios correspondientes, es posible llegar a las dos caras del panel a trabajar. La reparación se lleva a cabo de forma relativamente cómoda, sin tiempos adicionales, y obteniendo buena calidad de acabado, sin tratamientos posteriores.

La deformación puede ir o no acompañada de un estiramiento de material, según sea la magnitud del impacto. Si el material está sobreestirado, la corrección se realiza de forma sencilla, sirviéndose de tas y martillo o, en su defecto, recurriendo a la palanca de desabollado.

Si existe un sobrestiramiento de material, se hará necesario realizar una doble intervención:

- 1.º Acondicionamiento de la zona por medios mecánicos. De este modo, se alivian las tensiones y se corrige, en gran medida, la deformación.
- 2.º Aplicación de un tratamiento térmico complementario, mediante el cual se recoge la chapa sobreestirada, devolviéndole la configuración y las características originales.

Una vez aplicado el tratamiento térmico, es conveniente realizar un suavizado del panel, generalmente con lima de repasar, para eliminar las tensiones residuales debidas a las contracciones térmicas.

### 5.2. DEFORMACIONES SIN ACCESO DIRECTO

Para la reparación de deformaciones en zonas sin acceso directo, como puede ser el caso de estribos, pilares, pies de aletas traseras, etc., deben emplearse técnicas de trabajo específicas, mediante dos vías distintas de actuación:

1. Abrir un hueco de acceso que posibilite el trabajo sobre la cara interna de la deformación con palancas de desabollado o herramientas similares. Este método no es muy recomendable, y debe emplearse cuando no existan otras alternativas.
2. Trabajar únicamente desde la parte exterior de la deformación, para lo cual la intervención requiere el empleo de un equipamiento específico para este fin, como son los martillos de inercia.

*Reparación en zona sin acceso directo*



En ambos casos, es prácticamente imposible conseguir el acabado superficial necesario para que la reparación pase a la zona de pintura sin un tratamiento adicional. Para obtener una superficie uniforme y con las líneas originales del panel habrá que recurrir a productos de relleno, preferiblemente a la aplicación de estaño-plomo. Esta aplicación ha de entenderse como una solución para conseguir el acabado final, no como un medio de encubrir trabajos deficientes.

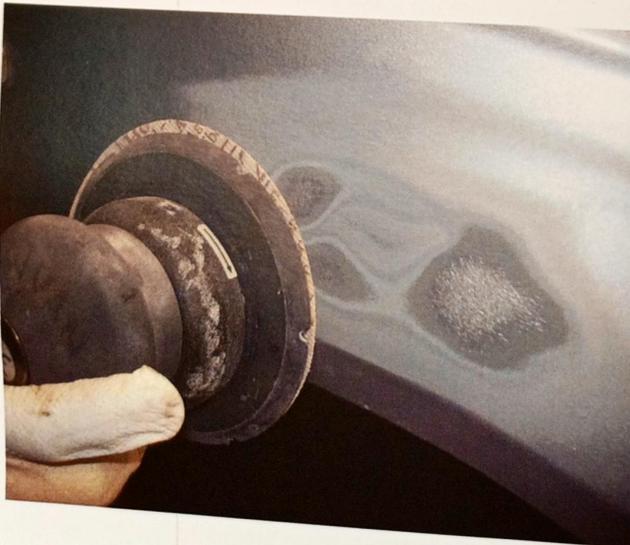
### TIPOS DE DAÑOS

Accesibilidad	Magnitud	Método de reparación
Con acceso directo	Sin estiramiento	Empleo de herramientas de conformación: martillos, tases, lima de reparar...
	Con estiramiento	Completar técnica anterior con un tratamiento térmico para recoger la chapa
Sin acceso directo	Sin estiramiento	Reparación principal mediante martillo de inercia
	Con estiramiento	Completar la técnica anterior con un tratamiento térmico para recoger la chapa

## 6. DETECCIÓN DE ABOLLADURAS

*Detección de deformaciones mediante el lijado de la zona*

La detección de una abolladura no suele ser dificultosa, mediante una apreciación visual o a través del tacto. El empleo de un taco de lijado y del peine de siluetas también facilitan su detección.



La localización de una abolladura se detecta más fácilmente en colores oscuros mediante una apreciación visual. En el caso de pequeñas deformaciones o aguas, hay que jugar con la luz y con los reflejos que ésta produce sobre la chapa.

Una forma de facilitar la detección visual de pequeñas deformaciones es la utilización de un taco de lijado de goma provisto de un pliego de lija fino. Con él se lija suavemente la zona que hay que reparar. Las partes en las que desaparezca la pintura serán zonas altas; en las que el lijado sea ligero serán áreas correctas y en las que se note la ausencia de lijado serán zonas bajas.

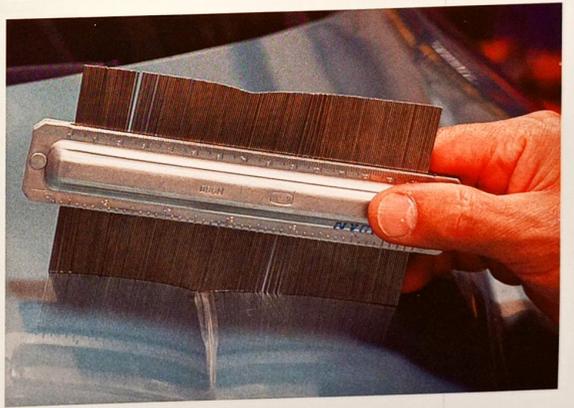
Cuando, por necesidades de la reparación, se tiene que eliminar la pintura y la magnitud de la abolladura es pequeña, se hace prácticamente imposible su detección por medio de la vista y es necesario emplear otros medios.

Mediante el tacto se detectan pequeñas deformaciones con y sin pintura. Es conveniente utilizar la mano contraria a la que se usa para golpear, pues ésta suele encontrarse menos sensible al tacto.

Para una correcta detección de la deformación por medio del tacto, es necesario pasar la mano varias veces y en distintos planos por la zona deformada y determinar así las zonas altas y bajas para su posterior corrección.

Otro método que permite detectar deformaciones con y sin pintura es el peine de siluetas, pues se adapta a cualquier forma de la carrocería. Consiste en copiar una silueta en el peine igual a la de la zona a reparar; acto seguido se colocará el peine sobre la zona dañada, lo que permite apreciar la magnitud de la deformación por comparación.

*Comprobación de deformaciones con el peine de siluetas*



## 7. ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA APROPIADA

La elección de la herramienta apropiada al trabajo que se va a realizar es una cuestión fundamental para obtener buenos resultados. Dicha elección, en el repaso de paneles de chapa estará condicionada por dos factores fundamentales: el tipo de deformación y la zona en la que ésta se encuentra (geometría y accesibilidad).

Para la elección de la herramienta deben tenerse en cuenta unas normas generales:

- Los martillos han de tener la zapata con aristas poco marcadas y con una forma semejante a la de la zona que hay que reparar. Los paneles con curvatura hacia afuera pueden conformarse con un martillo plano.

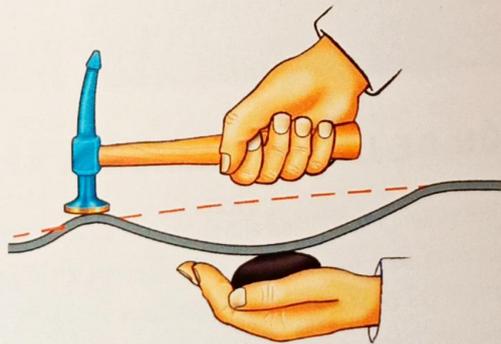
- La curvatura de las herramientas de sufrir ha de ser algo mayor que la que tengan los paneles de chapa en la zona que se va a reparar. De este modo, se evitará el efecto muelle al golpear y las marcas de las aristas del tas sobre la chapa.
- Los tases con superficies grandes y planas tienen limitadas sus aplicaciones al trabajo de paneles amplios, como puertas, techos, capós, costados laterales, etc.
- Si la chapa tiene buena accesibilidad por su parte interior, puede emplearse el extremo en punta del martillo para «picar» pequeñas deformaciones.
- Los mazos de madera o goma se emplearán en trabajos que precisen golpes poco contundentes, como en superficies más o menos planas, no muy resistentes y que no presenten una deformación excesiva.
- En los casos en que han quedado reducidas la longitud o la anchura de un panel, será preciso utilizar antes de nada un equipo de tracción para estirar la zona y aliviar las tensiones.
- Es de vital importancia elegir correctamente los puntos de fijación del equipo de tracción.
- Siempre que sea posible, para la aplicación de tratamientos térmicos, se utilizará el electrodo de cobre y en aquellos casos en los que la deformación no sea muy puntual, se recurrirá al electrodo de carbono.

## 8. TRATAMIENTO MECÁNICO DE LA CHAPA

El tratamiento mecánico de la chapa, también conocido como «trabajo en frío», es un proceso de conformación que consiste en someter la zona dañada a unos esfuerzos mecánicos apropiados, con el fin de corregir las deformaciones existentes.

Este método se basa en el uso selectivo y el manejo correcto de martillos, tases, palancas, limas de reparar, trachas, equipos de tracción, etc.

*Método de reparación mecánico*



### 8.1. FUNDAMENTO

La técnica del martillo y el tas puede aplicarse de dos formas, dependiendo del efecto que se quiera conseguir: golpeando el martillo directamente sobre el tas o con el martillo fuera del tas.

### 8.1.1. Golpeo directamente sobre el tas

Esta técnica consiste en colocar el tas en el mismo lugar donde se va a golpear con el martillo. El tas se sitúa en la depresión del panel y, mientras, con el martillo se va golpeando la superficie externa del daño. Golpear el metal directamente sobre el tas va a producir su estiramiento, por lo que hay que realizarlo de forma muy controlada, pues si no puede crearse el efecto contrario al buscado, es decir, aumentar la deformación.

Esta técnica se emplea para reparar pequeñas deformaciones puntuales y, en muchos casos, residuales, una vez corregida la deformación grande.



*Golpeo directo sobre el tas*

### 8.1.2. Golpeo fuera del tas

Esta técnica consiste en colocar el tas fuera del área en la que se va a trabajar, en la parte más baja de la deformación, mientras que con el martillo se golpea en la zona más elevada. Si se golpease en la zona elevada sin colocar el tas por la otra cara del panel, sería muy difícil corregir la deformación, ya que el movimiento del panel haría que el martillo rebotase.

Colocar el tas en la parte inferior del panel limita dicho rebote y permite la reparación de la deformación.

Esta técnica se emplea para corregir deformaciones extensas.



Golpeo fuera de tas

## 8.2. CASOS PRÁCTICOS

### 8.2.1. Reparación de daño con acceso directo y sin estiramiento de la chapa

**Pieza:** Aleta trasera derecha.

**Material:** Acero convencional.

**Espesor:** 0,7 mm.

**Daño:** Pequeño golpe en la parte central del arco de rueda.

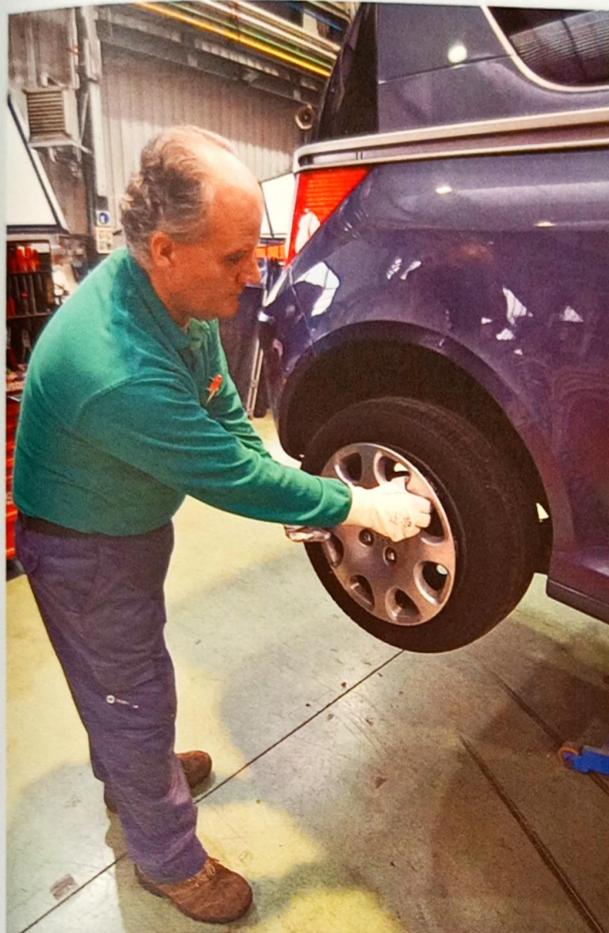
**Herramientas empleadas:** Mazo de goma, martillo y lima de repasar, tas y lijadora roto-orbital.

**Operación realizada:** Aproximación de la zona con el mazo de goma, conformación con tas martillo y lima de repasar, y acabado final mediante un lijado superficial.

#### Proceso

1. Se trata de un pequeño daño en la parte central del arco de rueda (en este modelo es una zona abierta, con buen acceso por ambas caras).

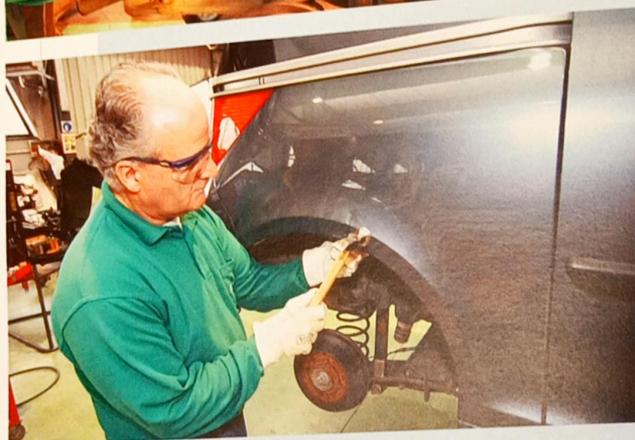




2. Debido a la proximidad de la rueda a la zona dañada, su presencia dificulta el manejo de las herramientas; por ello, el primer paso es su desmontaje.



3. Acto seguido se retira el guardabarros para dejar libre el hueco de la aleta y así tener acceso directo a la chapa por ambas caras.



4. Haciendo uso de un mazo de goma, cuya intensidad de impacto es limitada, se aproxima el daño, fundamentalmente el perfil del quebranto.

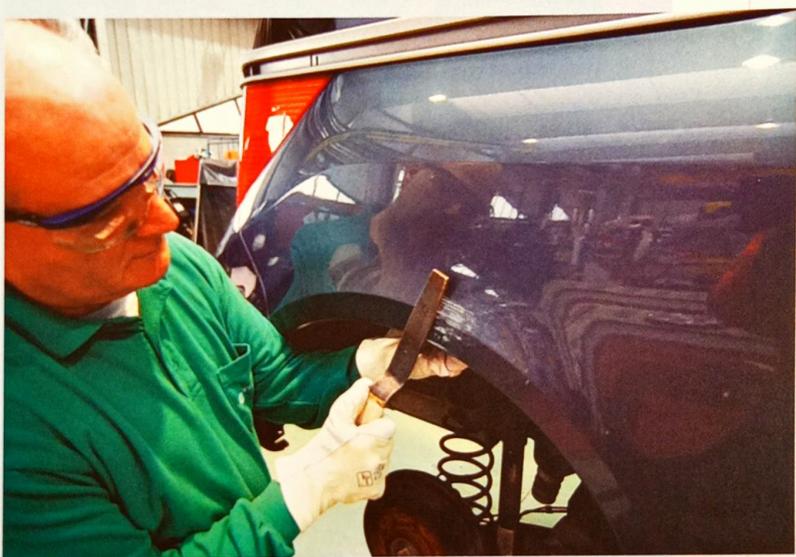
5. La conformación real del daño se realiza con tas y martillo, procurando no golpear directamente sobre el perfil del quebranto.

6. El tas se apoya en las partes bajas mientras con el martillo se va golpeando en la periferia, normalmente fuera del tas, aunque en el desarrollo del proceso también se deba realizar algún golpe sobre el tas.

7. La comprobación del estado del panel y la evolución de la reparación se realiza mediante el tacto. Quitándose el guante de trabajo, se pasa la mano suavemente por la zona, y en diferentes direcciones, con la finalidad de acotar las deformaciones todavía presentes.



8. El trabajo más fino se realiza con la lima de repasar, que no estira el material y reparte más uniformemente la fuerza del golpeo.



9. Con un disco de *nylon* expandido de bajo poder abrasivo se elimina la pintura de la zona reparada pues, en caso contrario, ésta podría encubrir las pequeñas irregularidades.





10. Con la lima de repasar y el tao se corrigen las deformaciones residuales que aún presenta el panel.



11. Se realiza una nueva comprobación para cerciorarse de que se ha devuelto la configuración inicial al panel, pudiéndose dar, de este modo, por terminado el proceso de conformación.



12. Con una lijadora excéntrico-rotativa y un grano de lija P80 se realiza un lijado de bordes en la pintura, a la vez se pasa por la chapa viva, eliminándose las pequeñas imperfecciones superficiales que haya podido dejar la lima.

13. El trabajo quedaría de este modo listo para pasar a las manos del pintor, que podrá comenzar con su tarea sin dificultades añadidas.



### 8.2.2. Reparación de daño sin acceso directo

**Pieza:** Estribo izquierdo.

**Material:** Acero convencional.

**Espesor:** 0,7 mm.

**Daño que presenta:** Golpe en la parte baja, en la zona de entrada de la puerta delantera.

**Herramientas empleadas:** Equipo para soldar arandelas, puente de tracción, martillo de inercia y equipo de estañado.

**Operación realizada:** Aproximación general del daño mediante un puente de tracción, correcciones puntuales con martillo de inercia y electrodo de cobre y acabado final con estaño-plomo.

#### Proceso

1. Se trata de un daño en la parte baja del estribo, en la zona de entrada de la puerta delantera.





2. Mediante un peine de siluetas se copia la forma del estribo en una zona no dañada para poder utilizarla como referencia en el proceso de conformación.

3. Colocando el peine sobre la zona dañada, podemos apreciar la magnitud del daño.

4. La zona más resistente es el canto superior del estribo, donde se produce el cambio de sentido de la chapa. Con la ayuda de una regla podremos evaluar la deformación que presenta.

5. Con un disco de *nylon* expandido de bajo poder abrasivo que no dañe la chapa se elimina la pintura para permitir la posterior soldadura de arandelas; sobre las arandelas se aplicarán las tracciones correctivas.

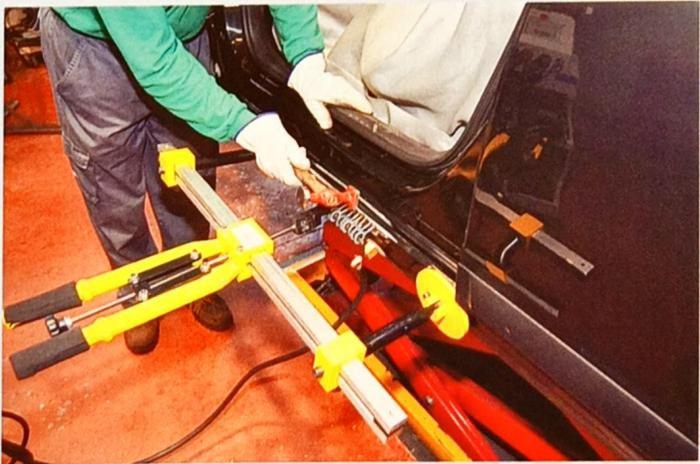
6. Con el equipo de soldadura correctamente regulado y la masa colocada próxima a la zona dañada se sueldan una serie de arandelas a lo largo del canto del estribo, en su zona hundida.



7. Se desliza un pasador a través de las arandelas y se dispone el puente de tracción con sus patas de apoyo lo más próximas posible al daño. Se van ejerciendo tracciones correctivas, aplicando la fuerza de forma progresiva y controlada para ir extrayendo la deformación poco a poco.

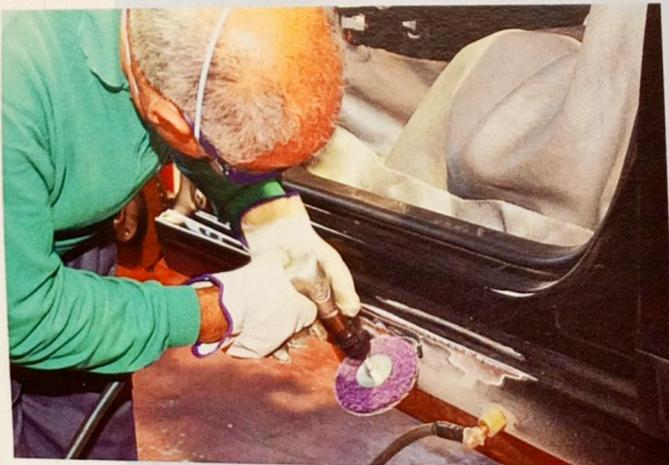
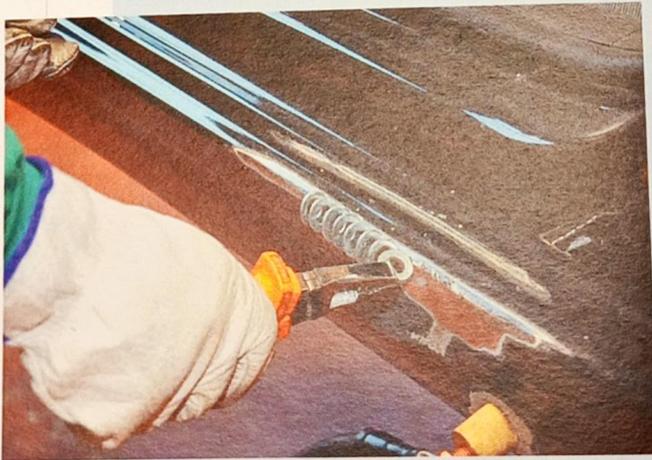


8. Manteniendo la tracción en la zona, con el martillo de repasar se van conformando los extremos de la deformación, a la vez que se eliminan las tensiones internas.



9. Una vez que se ha aproximado la zona todo lo posible, se desmonta el equipo y se retiran las arandelas. Haciendo uso de la regla se comprueban los resultados obtenidos, siendo evidente todavía una falta de recuperación en la parte central del daño, al ser la zona que mayor deformación presentaba.





... las arandelas a lo largo del canto del estribo y exclusivamente en la zona central, que aún presenta una deformación importante.

11. Se vuelve a repetir el proceso de conformación mediante el puente de tracción, pero de manera más localizada, sólo donde aún persiste la deformación.

12. Para soltar las arandelas bastará girarlas 90°, con ayuda de unos alicates.

13. Una vez que se ha conformado la zona más resistente, nos centraremos en la deformación residual aún presente en las áreas próximas. El paso previo será eliminar la pintura con el disco de bajo poder abrasivo.

14. Mediante el puente de tracción y el martillo de repasar, se repite el proceso en la parte baja del estribo.



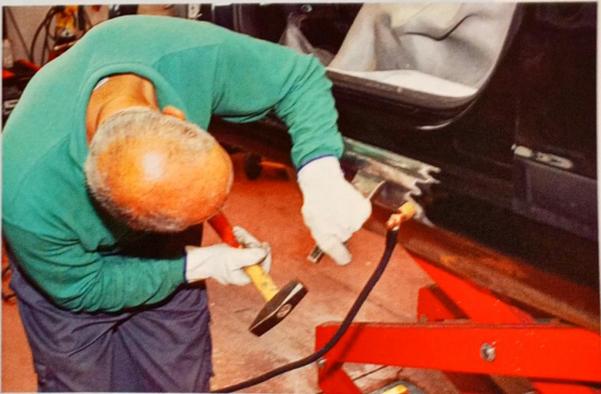
15. Una vez que se ha conformado dicha zona y retirado el sistema de tracción, se realiza otro lijado más completo para eliminar la pintura que no fue posible retirar anteriormente debido a la concavidad presente en el panel.



16. Las deformaciones puntuales que aún persisten se van corrigiendo de forma individual mediante un martillo de inercia. Éste va equipado con una estrella en su punta, que permite agilizar el proceso de reparación.



17. Haciendo uso de una trancha se corregirán los puntos de la línea inferior del estribo que puedan sobresalir por la aplicación del martillo de inercia.





18. Golpeando a través de la trancha el canto superior del estribo se dan los últimos retoques a la zona.



19. Con la ayuda de un electrodo de cobre, se recogerán las pequeñas protuberancias que puedan haber quedado al retirar las arandelas o al ejercer alguna tracción puntual excesiva.



20. Pasando la mano suavemente por la zona se comprobará el acabado final, dando por bueno el proceso de extracción mediante la aplicación de tracciones por la cara externa del panel.



21. Colocando sobre la reparación la referencia tomada con el peine de siluetas, podremos apreciar el grado de aproximación que hemos logrado mediante esta técnica de trabajo.

22. Con la radial, equipada con el disco de *nylon* expandido, se realizará un lijado final de la zona para eliminar imperfecciones y dejarla lista para la aplicación del acabado final.



23. Con un pincel se aplica un líquido decapante por la superficie de la chapa para eliminar las suciedades que pudieran dificultar la adherencia del estaño-plomo.



24. Se aplica una ligera capa de la aleación de estaño, extendiéndola por toda la zona con la ayuda de un estropajo metálico.



25. Se aplica el estaño de relleno en cantidad suficiente para cubrir las imperfecciones.





26. Con una paletina de madera dura, impregnada de un producto aceitoso, se modela el estaño, adaptándolo a la forma del estribo.

27. Con la lima de carrocerero se elimina el material sobrante, acción que, a su vez, facilitará la detección de posibles faltas, corrigiéndolas, si fuera preciso, nuevamente con la adición de estaño.

28. Un lijado manual con taco de lija proporcionará un acabado final óptimo, a la vez que permitirá trabajar los quebrantos a los que no se tiene buen acceso ni con la radial ni con la lima.

29. Tras una comprobación final podremos cerciorarnos de que los resultados obtenidos han sido los deseados.

30. Éste es el aspecto final de la reparación, que no presentará ningún problema para los trabajos de pintura.



## 9. TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA CHAPA

El tratamiento térmico de la chapa consiste en calentarla y luego enfriarla rápidamente, para producir una contracción del material estirado. Si la chapa permaneciese estirada, el panel no podría proporcionar suficiente rigidez y se doblaría fácilmente, simplemente al presionar con un dedo, aunque se hubiera trabajado con tas y martillo de forma adecuada.

Existen dos acciones que pueden provocar el estiramiento de la chapa, una es una deformación causada directamente por un impacto, y la otra la creada por una aplicación excesiva de la técnica del martilleado directamente sobre el tas.

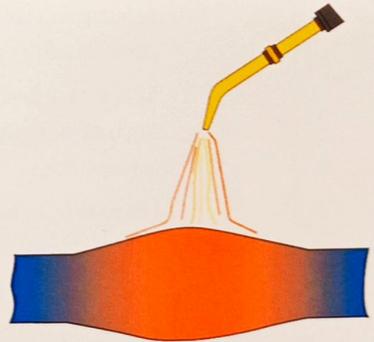
### 9.1. FUNDAMENTO

El tratamiento térmico de la chapa, también conocido como «trabajo en caliente», se basa en la aplicación de calor para recoger estiramientos puntuales y para el tensado de la chapa.

Cuando el metal se calienta se dilata; debido a que el calentamiento es muy localizado, el punto calentado está rodeado de metal frío y la única dilatación posible se obtiene aumentando de espesor. Al provocar su retracción enfriando la zona, el metal tira del material circundante absorbiendo la longitud que le sobra.

A continuación se indican las particularidades y la técnica que hay que seguir para el manejo de los equipos disponibles en la aplicación de los tratamientos térmicos.

*Método de reparación térmico*



### 9.2. RECOGIDA DE CHAPA CON SOPLETE OXIACETILÉNICO

El soplete oxiacetilénico se pone en funcionamiento con una boquilla de los números cero a tres; se consigue una llama no muy rica en oxígeno y se toma referencia de la zona que se quiere recoger, ya sea con la palma de la mano o con el peine de siluetas, el taco de lija, etc. A continuación, se aplica calor hasta poner el punto al rojo cereza y con un diámetro aproximado de unos diez o quince milímetros.



Se comienza a golpear con el martillo los alrededores del punto sufriendo ligeramente con el tas por la parte posterior; cuando el acero pierda el color rojo, se podrá golpear sobre el pequeño abultamiento que ha quedado hasta conseguir devolver la forma deseada. La acción debe repetirse tantas veces como sea necesario.

Con este método, al golpear alrededor de la zona calentada, se acumula más espesor de chapa y, como consecuencia, se produce una contracción en las zonas limítrofes.

La utilización continuada de este método suele provocar una concentración de calor en la zona que se va a reparar, haciendo imprescindible la utilización de una esponja con agua para contraer globalmente toda la superficie.

El aspecto que presenta a simple vista un acero después de este tratamiento es el de una aureola de tonos azulado-grisáceos y marrones que desaparecerá enteramente con un simple lijado.

Esta técnica debería estar en desuso hoy en día por los dos grandes inconvenientes que presenta: aplicación excesiva de calor, lo que da lugar a una pérdida de las propiedades del acero, y problemas de corrosión, derivados de la presencia de oxígeno.

### 9.3. RECOGIDA DE CHAPA CON ELECTRODO DE CARBONO

El empleo del electrodo de carbono es la técnica que se conoce como «contracción en continuo», ya que la operación de recogida se realiza de forma continua, dotando al electrodo de un movimiento en espiral a lo largo del área dañada. Normalmente, se emplea para tratar un área grande.

Este procedimiento precisa que las superficies estén libres de pintura u otros materiales que se interpongan al paso de la corriente eléctrica, ya que la chapa se calienta por medio de la corriente eléctrica y se enfría seguidamente con agua.

Es aconsejable no mantener pulsado el interruptor de la pistola al colocar o retirar el electrodo de la chapa, pues podría provocar fusiones no deseadas y ofrecer un mal aspecto de las superficies.

Las superficies trabajadas con este procedimiento presentan pequeños surcos con chisporroteos debidos al roce del electrodo caliente.

Este método es eficaz en zonas planas y en zonas suavemente bombeadas donde la aplicación de calor debe ser muy controlada para no extender el daño. Su aplicación resulta también interesante en aquellas zonas difíciles de acceder con las herramientas de sufrir.

El procedimiento es práctico cuando se trabajan espesores muy finos y pierde eficacia en espesores superiores a un milímetro o en zonas muy curvadas o provistas de quebrantos.

### 9.4. RECOGIDA DE CHAPA CON ELECTRODO DE COBRE

Ésta es la técnica que se conoce como «contracción por puntos», ya que el electrodo se apoya sobre la chapa sin llegar a desplazarle sobre su superficie. El calentamiento está limitado, por tanto, a la superficie del electrodo. Aunque el área que abarca la contracción es pequeña,

puede tratarse una zona más amplia, cambiando de ubicación el electrodo para aplicar varios calentamientos sucesivos.

Utiliza la misma fuente de energía que el electrodo de carbono, requiere asimismo que las superficies estén limpias de pintura u otros materiales que impidan el contacto del electrodo con la chapa. Se aplica con una superficie de contacto mayor que el electrodo de carbono, entre 10 y 15 mm de diámetro.

Con este método se aplica calor allí donde sea necesario y se enfría rápidamente con agua para conseguir la retracción; en algunos casos, se hace preciso un aplanado de la zona para eliminar las tensiones creadas por una contracción puntual.

Las superficies tratadas con este procedimiento pueden presentar un aspecto semejante a las tratadas con el soplete oxiacetilénico, aunque más pequeñas y fáciles de eliminar con un simple lijado fino.

Este método de reparación se utiliza con mucha frecuencia, ya que los espesores de la chapa son cada vez más reducidos y la máquina tiene la posibilidad de aplicar pequeñas cantidades de calor con mucha rapidez.

## 9.5. CASO PRÁCTICO

### ***Reparación de daño con estiramiento de la chapa***

**Pieza:** Puerta delantera derecha.

**Material:** Acero convencional.

**Espesor:** 0,7 mm.

**Daño que presenta:** Raspón puntual en la parte central del paño de puerta.

**Herramientas empleadas:** Lima de repasar y tas, equipo para la recogida de la chapa y lijadora.

**Operación realizada:** Conformación del daño con tas y lima de repasar y recogida y tensado de la chapa mediante electrodo de cobre.

### **Proceso**

1. Aspecto del daño en el paño de puerta.





2. Dado que en principio el daño no es muy extenso ni el grado de deformación muy grande, se comienza trabajando con la lima de repasar, sufriendo con el tas por la parte inferior, apoyado en las partes bajas de la deformación.

3. Pasando la mano, desprovista del guante de trabajo, se comprueba mediante el tacto los resultados del tratamiento mecánico.

4. Ejerciendo una presión puntual con el dedo sobre la zona dañada apreciamos falta de tensión de la chapa debido al sobreestiramiento presente en el material.

5. Si pasamos un taco de lija por la zona, podemos comprobar la extensión del sobreestiramiento. Al presentar éste cierta concavidad, aparecerá sin lijar, rodeado de una zona donde sí se ha eliminado la pintura, al tener mayor altura.

6. Con un disco de *nylon* expandido de bajo poder abrasivo se elimina la pintura de la zona dañada para proceder a aplicar el tratamiento térmico para la recogida de la chapa.



7. Pasando la mano por la reparación se ubican las zonas sobreestimadas, donde deberán aplicarse los calentamientos localizados.

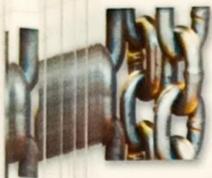


8. Con la pistola colocada perpendicularmente a la chapa se aplica el primer golpe de calor, ejerciendo al mismo tiempo una ligera presión sobre la zona con el propio electrodo. La masa se habrá colocado lo más próxima posible a la zona de trabajo.



9. Se va repitiendo el proceso de forma controlada por toda la zona. Para acentuar más el efecto de retracción de la chapa, después del calentamiento se puede pasar por la zona una gamuza humedecida en agua, con la finalidad de evacuar el calor de la zona de forma más rápida.





10. Una vez que se ha tensado la chapa, se suaviza el panel con un golpeo suave de la lima de repasar, eliminándose las tensiones generadas por la aplicación del calor.

11. Se comprueban los resultados obtenidos mediante el tacto.

12. Un lijado final con lijadora excéntrica rotativa y grano P80 eliminará el escalón de la pintura y las imperfecciones superficiales presentes.

13. Aspecto final de la reparación, lista para pasar a la zona de pintura.