

***MODALIDAD CARROCERÍA  
EQUIPO C***

***REPARACIÓN DE CARROCERÍAS  
DE ALUMINIO***



***Alumnos concursantes:***                    ***Rafael García Macías.***  
    ***Luís Francisco López Brum.***

***Tutor del centro:***                        ***José Luís Carmona Martín.***

***Centro:***                                        ***IES Torre de los Herberos***

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
<b>I. EL ALUMINIO EN EL AUTOMÓVIL.....</b>	<b>4</b>
<b>I.I VENTAJAS DEL ALUMINIO UTILIZADO EN EL AUTOMÓVIL.....</b>	<b>4</b>
-LIGEREZA	
-CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN ELEVADA	
-ELEVADA RECICLABILIDAD	
-EXCELENTES PROPIEDADES ANTICORROSIVAS	
-TEMPERATURA DE FUSIÓN	
-AUSENCIA DE COLOR AL VARIAR LA TEMPERATURA	
-ELEVADA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	
-ALTA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	
-FAVORABLES VALORES DE RIGIDEZ	
-BUENA CONFORMABILIDAD	
-ADECUADO SOLDEO CON MIG	
<b>I.II. INCONVENIENTES Y SOLUCIONES.....</b>	<b>6</b>
-ALEACIONES NO TRATABLES TERMICAMENTE	
-ALEACIONES TRATABLES TERMICAMENTE	
<b>II. LA SOLDADURA DE ALUMINIO EN REPARACIÓN ..</b>	<b>8</b>
<b>II.I TÉCNICAS DE SOLDADURA.....</b>	<b>9</b>
-SOLDADURA POR PUNTOS DE RESISTENCIA	
-SOLDADURA MIG-MAG	
<b>II.II COMPLEMENTOS PARA LA SOLDADURA.....</b>	<b>9</b>
-MATERIAL DE APORTACIÓN	
-GAS DE PROTECCIÓN	

<b>III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA REPARAR PIEZAS DE ALUMINIO.....</b>	<b>10</b>
<b>III.I HERRAMIENTAS DE REBAJE Y CORTE.....</b>	<b>11</b>
<b>III.II HERRAMIENTAS DE CONFORMACIÓN Y SUJECIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>III.III MATERIAL COMPLEMENTARIO.....</b>	<b>11</b>
<b>IV. UNA APLICACIÓN SOBRE RUEDAS.....</b>	<b>12</b>
<b>IV.I PIEZAS DE ALUMINIO INYECTADO O FUNDICIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>IV.II PERFILES EXTRUSIONADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>IV.III PIEZAS ESTAMPADAS.....</b>	<b>13</b>
<b>IV.IV METODO DE ENSAMBLADO.....</b>	<b>13</b>
<b>-SOLDADURA MIG</b>	
<b>-SOLDADURA LASER</b>	
<b>-REMACHE ESTAMPADO</b>	
<b>V. LA CONFORMACIÓN EN LA REPARACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>V.I EJEMPLO.....</b>	<b>13</b>
<b>VI. REPARACIÓN CON SUSTITUCIÓN PARCIAL.....</b>	<b>15</b>
<b>VI.I INTRODUCCION.....</b>	<b>15</b>
<b>VI.II REPARACION.....</b>	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAFIA Y AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>30</b>

## INTRODUCCIÓN

Con el trabajo que aquí presentamos queremos explicar algunos de los fundamentos del aluminio y sus características principales, el porque de su utilización en la construcción de carrocerías y sus posibles operaciones de reparación.

Hemos investigado principalmente en el apartado de la reparación, practicando y aplicando técnicas en operaciones de sustituciones parciales. El desarrollo del trabajo hace un recorrido por distintos apartados

En el primero realizamos un estudio de las la propiedades y características del aluminio como material oponible en la construcción de carrocerías, atendiendo a las necesidades y exigencias de los actuales vehículos y dando solución al incremento de peso que conlleva el aumento en el montaje de accesorios.

El segundo apartado hace referencia a la soldadura y su aplicación en trabajos sobre el aluminio, concretando las condiciones que debe reunir una buena aplicación de las diferentes técnicas, atendiendo a las características y propiedades de las aleaciones aplicadas sobre la carrocería.

En el apartado referente a las herramientas, hacemos un estudio de las características que deben reunir estas, para poder realizar un trabajo adecuado y sin dañar las superficies.

El cuarto apartado muestra una apuesta real, de lo que es la aplicación del aluminio en la construcción de carrocerías. En las carreteras hay vehículos construidos prácticamente de aluminio.

El quinto y sexto apartado hacen referencia a operaciones de reparación. En ellas se usan las técnicas necesarias según las deformaciones ocasionadas, uno de estos trabajos son de conformación donde se recupera la chapa afectada. El otro recoge las operaciones llevadas a cabo en una reparación real que hemos realizado sobre un vehículo que reúne las características expresadas en el presente trabajo de investigación.

Y por ultimo aportamos una grabación en video en donde aparecen las imágenes de la reparación expresada en el anterior apartado y que recoge el proceso de trabajo de sustitución parcial de una aleta

## I. EL ALUMINIO EN EL AUTOMÓVIL

En la actualidad los vehículos están adquiriendo en su montaje un nivel elevadísimo de exigencia, con aporte de una alta tecnología. Todo esto responde a alcanzar mayores prestaciones, seguridad y confort; por lo tanto el aumento en el peso del vehículo es considerable. Para equilibrar esta tendencia se utilizan materiales como el aluminio. Los fabricantes están haciendo una apuesta muy seria en la utilización de este tipo de material, solventando a la vez los inconvenientes que ello genera.

### 1.1 VENTAJAS DEL ALUMINIO UTILIZADO EN EL AUTOMÓVIL

Las propiedades y ventajas del aluminio usado en la fabricación de carrocerías son las siguientes:

El aluminio que se utiliza en la construcción de piezas, o incluso carrocerías, de automóviles, suele estar aleado con otros elementos para modificar algunas de sus propiedades.

Las principales **características** y **cualidades** por las el aluminio se utiliza en la fabricación de carrocerías son:

- La ligereza.
- Capacidad de deformación elevada.
- Elevada reciclabilidad.
- Excelentes propiedades anticorrosivas.
- Temperatura de fusión.
- Ausencia de color al variar de temperatura.
- Elevada conductividad eléctrica.
- Alta conductividad térmica.
- Favorables valores de rigidez.
- Buena conformabilidad.
- Adecuado para soldeo con MIG.

**-La ligereza:**

El aluminio es tres veces **más ligero** que el acero y también **más elástico**, pero tiene aproximadamente la mitad de resistencia a la atracción y a la rotura que el acero. Por estas razones, para obtener un comportamiento similar, el espesor de una pieza de aluminio debe ser bastante superior a la misma pieza fabricada con acero. Debido a sus propiedades se obtiene un ahorro considerable de peso total.

Estas propiedades del aluminio pueden mejorarse si es aleado con pequeñas cantidades de otros elementos, con la ventaja de que, de este modo, pueden rebajarse espesores y disminuir su peso final. El mayor inconveniente es que encarece notablemente el coste del producto acabado.

**-Capacidad de deformación elevada:**

Principalmente esta característica es debida a que el aluminio es dúctil, incluso a bajas temperaturas, y tiene menor resistencia mecánica y elasticidad que el acero.

**-Elevada reciclabilidad:**

El aluminio es reutilizable casi ilimitadamente, lo que evita los residuos y protege con ello el medio ambiente. El coste en su reutilización es menor que en el caso del acero. También es un material inocuo no contamina.

**-Excelentes propiedades anticorrosivas:**

Debido a su gran afinidad con el oxígeno, en una pieza de aluminio se forma rápidamente una capa de óxido denominada alúmina, que se adhiere fuertemente al material formando una fina capa de hasta 0,2 micras.

**-Temperatura de fusión:**

La temperatura de fusión del aluminio es muy inferior a la del acero, además la capa de alúmina que se forma en la superficie de la pieza posee una temperatura de fusión muy elevada, aproximadamente 2.050° C, en comparación con los 660° C del aluminio.

**-Ausencia de color al variar la temperatura:**

El aluminio no cambia de color al llegar al punto de fusión, como ocurre con el

acero. De este modo, para poder observar cuando llega una cierta temperatura, se utilizan unos **lápices termocolores o pinturas térmicas**, que se aplican directamente en la chapa dañada a una cierta distancia de la zona a calentar.

**-Elevada conductividad eléctrica:**

El aluminio tiene una mayor conductividad eléctrica que el acero debido a que su resistividad es baja. En el proceso de soldadura debe realizarse en un corto espacio de tiempo, para conseguir un proceso correcto será necesario el empleo de corrientes eléctricas de alta intensidad.

**-Alta conductividad térmica:**

La conductividad térmica del aluminio es casi cuatro veces mayor que la del acero, produciéndose una rápida disipación y distribución del calor.

**-Favorables valores de rigidez:**

Esta propiedad, unida a la alternativa de dotar a las carrocerías de perfiles con secciones transversales con mas grosor, posibilita la resistencia torsional y a la flexión De la carrocería y aguante a las bolladuras.

**-Buena conformabilidad:**

Los consumos para dar formas a las planchas mediante técnicas de embutición o extrusionado son muy bajos.

**-Adecuado para soldeo con MIG:**

Se efectúa principalmente para unir perfiles extrusionados en las plataformas además de las uniones de perfiles con piezas de fundición.

## **I.II INCONVENIENTES Y SOLUCIONES**

La fabricación de una carrocería autoportante integradamente en aluminio no consiste simplemente en sustituir la chapa de acero por la chapa de aluminio, sino que se trata de un concepto completamente novedoso. Para ello, han de conjugarse múltiples factores como tipo de aleaciones, tratamientos térmicos y mecánicos, técnicas de

elaboración y sistemas de unión y ensamblajes.

Sin embargo, las propiedades mecánicas del aluminio, en algunos casos, lo limitan, ya que no son tan elevadas como las del acero. Todo ello supone que la fabricación de una carrocería de aluminio no se puede reducir a un simple cambio de material, sino que es necesario una innovación más global: materiales, técnicas de transformación y elaboración, sistemas de unión, tratamientos, etc. Las piezas de aluminio son difíciles de reparar, tanto a la hora de soldar, como en el momento de reparar una pieza dañada por un impacto. Esto se debe a que se produce un endurecimiento del material, que provoca una mayor rigidez y una mayor dificultad a la hora de desabollarlo.

Para solucionar estos inconvenientes acudimos a las aleaciones. Podemos clasificar las aleaciones aluminio en dos grandes grupos: aleaciones no bonificables, o no tratables y aleaciones bonificables, o tratables térmicamente.

### **-ALEACIONES NO TRATABLES TÉRMICAMENTE.**

Estas aleaciones no son tratables térmicamente, como consecuencia de su reducido intervalo de solidificación, consiguiendo sus propiedades mecánicas por trabajo en frío.

Comprenden tres series:

- Aluminio puro (Al) (serie 1.000)  
Con un 99.00 % de aluminio, y el resto de impurezas.
- Aleaciones Al-Mn (serie 3.000)

Aumenta la resistencia mecánica, su cantidad en la práctica, está por debajo de 1,5 %

- Aleaciones Al-Mg (serie 5.000)

Su contenido de Mg suele variar entre 0,5 % y 12 %.

Los de mayores características mecánicas son los de contenido igual o superior al 2,5 % de Mg.

Aleaciones con mayores porcentajes de Mg (5,5 a 12 %) presenta buena colabilidad y se emplea para moldeo.

### **-ALEACIONES TRATABLES TÉRMICAMENTE.**

Están compuestas por tres series fundamentales:

- Aleaciones Al-Cu (serie 2.000)

El cobre es el principal elemento de aleación (3,5 % a 5,5 % de Cu).

- Aleaciones Al-Mg-Si (serie 6.000)

Presenta un buen comportamiento general, capacidad de extrusión muy buena, buena resistencia a la corrosión y son soldables.

- Aleaciones Al-Zn-Mg y Al-Zn-Mg-Cu (serie 7.000)

Similares ala serie 2.000 pero con Zn como elemento principal, en lugar de Cu.

A nivel comercial, suelen presentar las propiedades mecánicas más elevadas.

## II. LA SOLDADURA DE ALUMINIO EN REPARACIÓN.

La soldabilidad del aluminio es muy parecida a la de cualquier otro metal, con la particularidad dada por su alta conductibilidad térmica, que conlleva una alta aportación de energía llegando incluso a limitar en la practica su soldadura con los equipos que vienen empleados en los talleres de reparación de una forma convencional.

La siguiente tabla indica las principales propiedades de soldadura del aluminio, comparándolo con el acero, que es el material utilizado normalmente en la fabricación del automóvil.

Propiedad	Comparación aluminio/acero	Influencia sobre la soldadura	Implicaciones en las técnicas de soldadura
Afinidad con el oxígeno	Muy superior	La formación de óxido de aluminio o alúmina dificulta las operaciones de soldado al provocar la fusión incontrolada del aluminio situado debajo de la chapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe eliminarse previamente la capa de alúmina con medios abrasivos.</li> <li>• Las técnicas de soldadura con arco eléctrico deben realizarse bajo una atmósfera protectora de gas inerte</li> </ul>
Resistencia eléctrica	5 veces inferior	Son necesarias intensidades de corriente muy altas para conseguir la fusión del metal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No son adecuados los equipos convencionales de soldadura por resistencia</li> </ul>
Conductividad térmica	4 veces superior	Son necesarias grandes concentraciones de calor para alcanzar, en un tiempo corto, la temperatura de fusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario realizar un atemperado previo de la pieza para reducir los gradientes de temperatura</li> <li>• Tanto el atemperado como el enfriamiento posterior deben ser uniformes y controlados</li> </ul>
Alargamiento	3 veces inferior	Su combinación origina riesgos de grandes deformaciones o de fisuras en la pieza	
Coefficiente de dilatación lineal térmico	2 veces superior		
Cambios del color con la temperatura	El aluminio no presenta cambios de color con la temperatura	El cambio de color no puede tomarse como referencia de temperatura de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para controlar la temperatura de trabajo deben emplearse pinturas térmicas</li> </ul>

Al analizarlo, se ve claramente el requerimiento del aluminio de un aporte de energía relativamente mayor, con un mayor riesgo de grietas en las juntas soldadas.

## II.I TÉCNICAS DE SOLDADURA.

La soldadura más empleada a nivel de reparaciones de carrocería, es la soldadura por punto de resistencia y la soldadura de hilo continuo en atmósfera controlada (Mig Mag).

### **- SOLDADURA POR PUNTO DE SOLDADURA:**

Es una soldadura por forja, el cual se lleva el material a un estado pastoso cercano al punto de fusión, por el calor originado por la resistencia que opone el material al paso de una corriente eléctrica, ( se produce el efecto Joule), aplicando después una cierta presión entre las dos piezas. El aluminio presenta una baja resistencia al paso de la corriente, por lo que se precisan altas intensidades ( sobre unos 25.000 amperios). En los talleres los equipos de reparación aportan unas intensidades de entre 5.000 y 11.000 amperios, este tipo de soldadura no posee en la actualidad las suficientes garantías.

### **-SOLDADURA MIG-MAG :**

Consiste en establecer un arco eléctrico entre la pieza de un electrodo consumible, bajo una atmósfera de gas protectora. El electrodo es un hilo continuo que se suministra de forma automática al lecho de fusión a medida que este se va consumiendo. Esta soldadura se utiliza para sustitución de piezas o subsanar grietas.

## II.II COMPLEMENTOS PARA LA SOLDADURA.

### **-MATERIAL DE APORTACION :**

La elección adecuada obtendrá las mejores cualidades de soldadura, dando una buena resistencia ala soldadura y evitando la formación de grietas por contracción en caliente. Los materiales de aportación más empleados son aleaciones de aluminio con diversos aleantes: manganeso, magnesio, cobre, silicio, zinc, etc.

Los diámetros del hilo de material de aportación más utilizado son de 1mm para trabajos sobre pequeños espesores y 1,2 mm en grandes espesores,

#### **-GAS DE PROTECCION :**

Su misión es proteger el baño de soldadura de oxígeno, evitando la formación de alúmina (óxido del aluminio). Los gases utilizados son inertes, es decir, carecen de actividad, siendo los más idóneos el argón y el helio, o sus mezclas. El helio proporciona una mayor penetración de la soldadura.

#### **-AJUSTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACION :**

Dado que las aleaciones del aluminio son más blandas que el acero, el proceso de alimentación o calibrado del hilo es más delicado. Para evitar problemas debe seguir las siguientes recomendaciones:

- La presión de frenado del carrete debe disminuirse ya que la inercia del carrete de aluminio es inferior a la del carrete de acero, debido a su peso.
- La presión de los rodillos debe ser la mínima, para evitar marcas o deformaciones del hilo.
- Los rozamientos del hilo deben reducirse al mínimo, se deben utilizar mangueras cortas, se sustituirá la camisa de acero por una de teflón y se evitará que la manguera se enrolle en los procesos de soldadura.
- El diámetro de la boquilla de contacto debe ser ligeramente superior al diámetro de hilo utilizado. Por ejemplo, para el hilo 0,8 mm se utilizará una boquilla de 1mm de diámetro.

### **III. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA REPARAR PIEZAS DE ALUMINIO.**

La fabricación de elementos de aluminio para las carrocerías ha obligado al taller a adaptarse a nuevos sistemas, métodos de sustitución y reparación. Las instalaciones deben cumplir con una normativa concreta en temas como; contaminación de los materiales (pila galvánica), lo que conlleva que las zonas destinadas a trabajos con aluminio deben encontrarse aisladas del resto. Las herramientas deben ser específicas, fabricadas de materiales con dureza y naturaleza que permitan trabajar sobre el aluminio sin dejar huella. Las herramientas necesarias para la reparación de piezas de aluminio a las que nos

referimos son los martillos, los tases sin estructura, etc. (haremos una exposición mas detallada en una presentación anexa.) además de instrumentos medidores de temperatura y líquidos penetrantes.

### **III.I HERRAMIENTAS DE REBAJE Y CORTE.**

Se utilizan para la limpieza y seccionamiento de la chapa:

- Cepillo neumático, se utiliza para la limpieza.
- Amoladora, con surtido de discos.
- Sierra viven neumática.
- Taladro, para taladrar y avellanar.
- Fresadora neumática con sus útiles.
- Despunteadora neumática.
- Disco abrasivo: en las operaciones de lijado se utilizan discos abrasivos de grano P80 a P200.
- Sierra y tijeras de chapista: se usan para las operaciones de corte.

### **III.II HERRAMIENTAS DE CONFORMACION Y**

#### **SUJECION:**

Debido a las características del aluminio se utilizan martillos y tases sin estructura, con poco peso y con borde redondeado para evitar marcar las superficies, (teflón, madera, goma y aluminio)

- Bancada y útiles específicos para aluminio.
- Soldadura mig-mag.
- Selladores bicomponentes.
- Gatillos de sujeción.

### **III.III MATERIAL COMPLEMENTARIO:**

- Líquidos penetrantes para detectar fisuras.
- Indicadores termocromáticos.
- Remaches.
- Masilla específica de aluminio.

## IV. UNA APLICACIÓN SOBRE RUEDAS:

En la actualidad tenemos en nuestras carreteras vehículos que circulan con el aluminio formando parte del material de sus carrocerías.

Los vehículos AUDI son un ejemplo de ello. La novedad de estos vehículos se encuentra en su carrocería, construida según el concepto ASF (Audi Space Frame) y fabricada integradamente en aluminio. Aunque todas las piezas ensambladas son del mismo material, existen 3 tipos diferentes de piezas, en función de su método de fabricación y función: de aluminio inyectado, tubulares y estampadas. Otra característica importante son los métodos de unión, que se combinan en la construcción de la carrocería.



### IV.I PIEZAS DE ALUMINIO INYECTADO O FUNDICION:

Piezas estructurales de la carrocería como los largueros, los pases de rueda y los pilares centrales, entre otras, y que son multiformes. Están fabricadas en aluminio inyectado sobre un molde al vacío a altas temperaturas. De ahí su aspecto de pieza de fundición (en el dibujo de color rojo).

### IV.II PERFILES EXTRUSIONADOS :

Otras piezas de la estructura, como los montantes de techo, estribo y traviesa del piso, están realizadas mediante perfiles tubulares de aluminio, moldeados a presión con un líquido a 1.700 bares. De esta forma se consiguen piezas de diferentes secciones (en el dibujo de color azul).

### **IV.III PIEZAS ESTAMPADAS :**

El resto de las piezas que componen la estructura interna y los elementos de revestimiento de la carrocería exterior del vehículo están fabricadas por estampación (el dibujo de color verde).

### **IV.IV. METODO DE ENSAMBLADO:**

El ensamblado de las carrocerías actuales (del tipo monocasco o autoportante), supone un trabajo de máxima importancia debido a que las piezas a unir formarán parte de la estructura, soportando los esfuerzos a los que será sometida en su funcionamiento la carrocería.

Los vehículos AUDI, el ensamblado se realiza con 3 métodos:

– **SOLDADURA MIG :**

La soldadura Mig se aplica, sobre todo, en el ensamblado de las piezas de aluminio inyectado, así como en los perfiles extrusionados.

- **SOLDADURA LÁSER :**

Es el más empleado, se utiliza sobre piezas estampadas, también se aplica en la fijación de éstas con otras de aluminio inyectado o de perfiles extrusionados.

- **REMACHADO ESTAMPADO:**

En fabricación se utilizan exclusivamente remaches semihuecos de diferentes dimensiones. En reparación se usan remaches macizos o ciegos, combinados con el pegamento.

## **V. LA CONFORMACIÓN EN LA REPARACIÓN**

En este apartado vamos a describir dos reparaciones sobre zonas de la carrocería de aluminio, utilizando distintas técnicas de conformación. En estas reparaciones no se precisa de la sustitución parcial de ningún elemento. Técnica que explicaremos en otro apartado.

### **V.I EJEMPLO:**

La pieza objeto de estudio presenta un daño en la zona de configuración cerrada, lo

que nos obligará a utilizar instrumentos de extracción como, palancas de desabollado, y martillo de inercia. El daño además presenta una pequeña grieta, que exigirá el empleo de la soldadura.

Una vez determinada la zona afectada por la deformación, se procede a eliminar la pintura con un disco de Clean'n strip. A continuación, se atempera la zona afectada, de forma que el material se conforme fácilmente. Es fundamental controlar la temperatura del proceso en todo momento, haciendo uso de los indicadores termocromáticos, evitando superar los 160° C.

Para la recuperación de las deformaciones más amplias, se utilizará un mazo de teflón, o de madera, combinado con el empleo del tas cuando sea preciso. La recuperación de estas deformaciones se debe realizar con la debida precaución para evitar grietas. En caso necesario, se recurrirá al tas de madera.

La conformación desde la parte interior es más difícil, debido a la presencia del refuerzo del capó. Se debe realizar de la forma menos agresiva posible para la pieza. Una vez desengatillada la pestaña frontal y eliminado el adhesivo, se tendrá acceso a la parte interior del capó, usando tenaza para la conformación y diferentes palancas a modo de sufridera.

En las zonas que tengan acceso, se realizará una operación de repaso de chapa mediante el uso de la lima de batir y el tas. Aquellas deformaciones en las que el acceso sea restringido se extraerán mediante la soldadura de pernos y el empleo del martillo de inercia, repasando seguidamente con lima de batir para eliminar los defectos que pudieran quedar.

Una vez eliminadas las deformaciones más importantes, se comprueban las superficies resultantes mediante el uso del peine de siluetas, comparando la zona opuesta del capó, que no ha sufrido daño, con la que está dañada.

En los casos en que quede una deformación residual, debida a sobreestiramientos que pueda presentar el aluminio, se aplicará un tratamiento térmico mediante electrodo de cobre, sometiendo al material a procesos de calentamiento y enfriamiento, de modo alternativo.

Seguidamente, se prepara la pieza para reparar, mediante soldadura, la grieta que presenta en el borde. Para ello, se aplica un adhesivo epoxi en la zona en que se eliminó

previamente y se engatilla de nuevo la pestaña frontal, conformando mediante tas y martillo de teflón el borde exterior de la pieza. El material sobrante de la grieta, con exceso de estiramiento, se eliminará con sierra neumática.

La zona a soldar se limpia con un cepillo de alambre de acero inoxidable. El soldeo de la grieta se realizará mediante soldadura MIG con hilo de aluminio, observando cuidadosamente las precauciones requeridas para la correcta ejecución de este tipo de trabajo en piezas de aluminio.

Una vez realizada la soldadura, se esmerila el cordón resultante, utilizando un disco abrasivo de grano P36 y procurando no afectar a la zona circulante. El acabado final se conseguirá mediante el empleo de la lima de carrocerero.

Un acabado de calidad se conseguirá preparando la superficie reparada para la posterior aplicación de masilla de relleno mediante un lijado con un grano abrasivo P100 a P150, procurando no sobrecalentar en exceso el material. Finalmente, se aplica una masilla plástica con cargas de aluminio, compuesta por una resina y un polvo endurecedor de aluminio. Una vez seca la masilla y tras un lijado con un grano abrasivo P100, se dará por concluido el proceso, quedando la pieza preparada para pasar al área de pintura.

## **VI. REPARACIÓN CON SUSTITUCION PARCIAL:**

### **VI.I INTRODUCCION**

Debido a que el trabajo en carrocerías de aluminio, es muy especializado y necesita de autorizaciones y de instalaciones específicas, las prácticas las llevamos a cabo en talleres concertados. La práctica propuesta para esta primera fase del concurso la hemos realizado en las instalaciones del grupo SEVILLAWAGEN.

No podemos pasar por alto, la dificultad que conlleva realizar cualquier reparación en un modelo de vehículo como el que proponemos en este trabajo. Es un vehículo que monta en cualquiera de sus accesorios una tecnología de última generación. Esto comporta un máximo cuidado en el desmontaje previo a cualquier reparación de la carrocería y una exigencia en las normas de seguridad.



El taller en el que hemos trabajado es específico de carrocería. El aluminio se trabaja en zonas aparte del resto de materiales debido a los problemas de corrosión que genera el aluminio en contacto con otro metal como el acero (pila galvánica); por ejemplo, un tornillo de acero atornillado en aluminio reacciona químicamente al estar en un medio húmedo.

Debido a las características mecánicas del aluminio también se necesitan herramientas, máquinas y utensilios específicos; que nos permitan conformar la superficie sin producir daños ni huellas no deseadas.

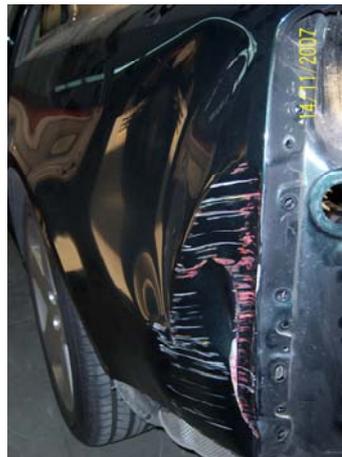


Este tipo de taller tiene por una parte *herramientas comunes a las de la chapa*, como son: bancada, útiles de bancada, material neumático, algún material eléctrico, etc.

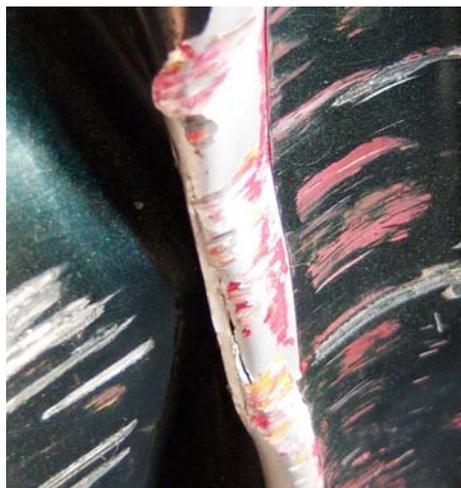
Y por otra parte también tiene *herramientas específicas para aluminio*, como son:

tases y martillos de madera o teflón, remachadora para remaches pequeños y puntas para quitar remaches y para avellanar, gatillos de sujeción, etc; y demás herramientas de las que hablaremos en otro apartado

La reparación que vamos a llevar a cabo, es la de un golpe en la aleta trasera izquierda de un vehículo, audi A8. La operación después de haber sido analizada y valorada, precisa de la sustitución parcial de la aleta.



Todo este vehículo está construido en aluminio, carrocería y piezas exteriores. Debido a la gravedad del impacto y a una fisura, el diagnóstico determina su sustitución la sustitución parcial de la pieza dañada.



La pieza no se puede reparar a causa de la mala reparabilidad que tiene el aluminio y también porque la marca Audi en sus protocolos de actuación prohíbe soldar las piezas que presentan estos daños.

Una vez consultada la documentación pertinente planteamos las distintas tareas a realizar y ver que hay que hacer en cada momento, adquiriendo las medidas de seguridad indicadas para cada operación.



En principio, parece que para sustituir la aleta hay que desmontar el paragolpes trasero, maletero, luna trasera y luna de custodia.

Hay documentación técnica de cada vehículo y para cada reparación, la cual nos indica que aparte de las piezas anteriores hay que desmontar. Algunas piezas como la cortinilla eléctrica, guarnecido de la bandeja, asientos traseros, etc. Dicha documentación técnica, aparte de expresar lo que hay que desmontar, también muestra los pasos a seguir en el desmontaje de tornillos, grapas o cogidas que pueda llevar el conjunto en su interior.

## **VI.II REPARACION:**

***Primer paso:*** se trata de desmontar el paragolpes. Se desmonta el revestimiento del terminal trasero, es decir, el cierre del interior del paragolpes que se encuentra por el interior del maletero, en su interior lleva dos tuercas, y tres tornillos en los pases de rueda trasero, seguidamente, hay que quitar los asientos y respaldos de las plazas

traseras, los asientos tienen unos tornillos en la parte delantera inferior, y al espaldar hay que quitarle los soportes centrales, también a este, hay que quitarle a su vez una carcasa que está detrás del apoya cabeza central que sale hacia arriba, quitar el respaldo y antes de retirarlo desconectar el airbag y la calefacción del asiento, después hay que quitar el revestimiento del montante, aflojarle dos tuercas, desmontar el revestimiento estrecho del montante y separarlo tirando hacia dentro. Una vez quitado el revestimiento se pasa al desmontaje de la cortinilla eléctrica de la luna trasera, que se desmonta por debajo de la bandeja, (por el interior del maletero), el guarnecido inferior de la bandeja está cogido con clips, también se desmonta el guarnecido superior de la bandeja que también está cogido por clips.



**Segundo paso:** se trata del desmontaje del maletero, de su instalación eléctrica de las luces y de dos antenas instaladas en su superficie, para ello, hay que desenchufar las clavijas de los pilotos, quitar las luces de matrícula y la tercera luz de freno para poderlos desenchufar. Desmontamos las dos antenas que están en la superficie del maletero, que contiene dos cables bastante más gruesos. Agrupar todos los cables y sacarlos por la estructura del maletero por el que están metidos.

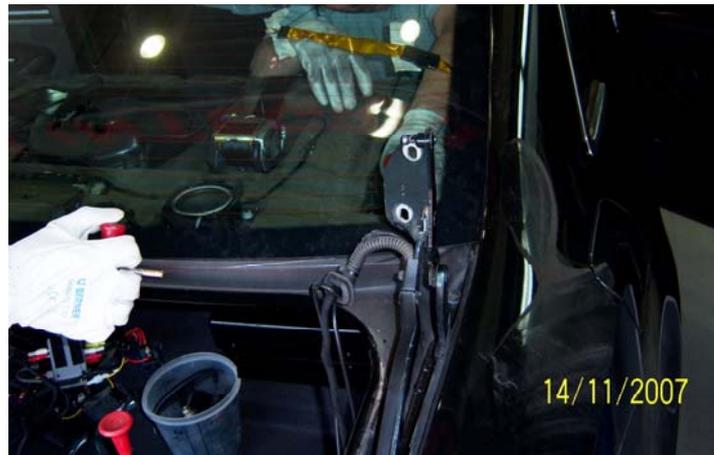
Una vez quitada la instalación eléctrica, hay que quitar los amortiguadores del maletero, y tres tornillos que están a cada lado. Retirar el maletero.



**Tercer paso:** consiste en separar las centrales electrónicas, como la del ESP, del interior de la aleta que se va a sustituir; desmontar el guarnecido izquierdo del interior del maletero y quitar los tornillos que sujetan las centrales electrónicas. Separarlas todo lo que dé el cable, para que no haya peligro de porrazos a la hora de estar trabajando.



**Cuarto paso:** tratamos de desmontar luna de custodia. Primero hay que quitar el embellecedor tirando hacia atrás, se introduce el cable de acero del kit desmontaluna con unos alicates, se le pone un tirador por cada lado y se tira hasta cortar todo el pegamento; se desmonta el revestimiento del cierre del techo, se desenchufan las clavijas que son antenas de GPS, televisor, etc, que van conectadas en la parte superior de la luna trasera, se desconectan los cables de la luneta térmica y después se corta el pegamento con el mismo método anteriormente utilizado, y a continuación se extrae la luna trasera.



**Quinto paso:** utilizando la sierra de vaivén neumática, portando una hoja específica para cortar aluminio, se realizan los cortes de la aleta por el sitio indicado en la documentación consultada previamente, coincidiendo con el espacio más corto entre el marco de la luna trasera y la luna de custodia, y por otra parte, entre la luna de custodia y el pase de rueda. Después cortamos la aleta por los bordes sin llegar a los métodos de unión. Se realiza este corte para poder quitar la pieza lo antes posible y también para poder quitar los cordones de soldadura láser por la parte interior.



Una vez hecho el corte, no queda la pieza totalmente libre y parece que está cogida por el marco de la luna de custodia. Se le quitan los restos de pegamento de la luna y se le quita también la pintura para ver si hay algún punto de unión, se ven dos remaches planos y procedemos a quitarlos. Este tipo de remaches se quita con la

remachadora, pero con unas puntas específicas para quitar este tipo de remaches planos.

Llegado a este punto solo queda dar calor a la aleta con una pistola de calor eléctrica para que se queme y a su vez se desprege la fibra que lleva por su interior, y quede totalmente libre.



**Sexto paso:** consiste en cortar con la misma herramienta y hoja anteriormente utilizada (la sierra de vaivén) todo lo que sea posible antes de llegar a la soldadura, como por ejemplo el soporte donde se atornilla el maletero, después se le da con una radial neumática con un cepillo de alambre para quitar los selladores en el vierte-aguas y ver donde se encuentra la soldadura. Con un trompo neumático y un disco pequeño de desbaste, se debilita la soldadura y se retiran los restos de la pieza con una tenaza.

También en la parte baja de la aleta hay que quitar una costura de remaches con la máquina anteriormente utilizada (remachadora neumática con las puntas para quitar remaches). Para finalizar este paso, se limpia con una radial todo el borde que soporta la unión de la aleta.



**Séptimo paso:** consiste en medir la aleta nueva, marcarla con una punta de trazar y ponerle una cinta de carrocerero por donde hay que cortar la aleta, y realizarle los cortes necesarios con la sierra de vaivén. Para esta operación utilizaremos el método indicado para cualquier sustitución parcial de una carrocería común.



Seguidamente se corta una tira de cuatro centímetros de ancho y el largo que da la pieza. Esto se realiza sobre un retal de la pieza nueva, a continuación del último corte realizado que sirve para hacer el empalme de las dos piezas, la de la aleta fija con la aleta nueva, que vamos a sujetar con unos remaches.



A continuación, comprobamos sobre el vehículo el corte realizado, contrastando la aleta cortada con el corte hecho en la carrocería para ver si se ajustan.



**Octavo paso:** A partir de aquí procedemos a la sujeción de la aleta, a la cual le realizamos unos agujeros a medio centímetro del borde y respetando el diámetro de los remaches (en este caso, de cinco milímetros), y después sujetamos la pieza, que entra unos dos centímetros en el interior de la pieza, y procedemos a taladrar la pieza del empalme.

Todos estos agujeros van avellanados. Este avellanado se realiza con la máquina de remachar, pero con unas puntas específicas para avellanado, y en los sitios que no se puede usar esta máquina por problemas de espacio, se usa un trompo neumático con un avellanador para conseguir el mismo resultado.



Y para finalizar esta parte del proceso, se colocan unos gatillos de sujeción en el empalme, para poder presentar la aleta y hacerle sus agujeros, para ello la aleta debe de estar confrontada y sujeta con mordazas.



**Noveno paso:** necesitamos colocar el portón trasero y presentarlo, en los bordes y esquinas, se observa que las separaciones y aperturas estén dentro de las tolerancias marcadas por la documentación, medidas entre el maletero y la aleta antes de pasar a las uniones por soldadura y remaches.



**Décimo paso:** Lijamos para quitar la pintura en aquellos lugares donde vamos a soldar. A continuación se aplica pegamento de dos componentes a la tira que realizará el empalme, debido a que seguidamente se va a remachar al trozo de aleta que se encuentra fija en el vehículo, cuando se le aplica el pegamento, se aguanta con los gatillos de sujeción y se va quitando un gatillo por cada remache que se pone con la remachadora neumática.



**Paso décimo primero:** consiste en aplicar pegamento al borde donde asienta la nueva pieza, incluyendo la pieza de empalme.

A continuación se presenta de nuevo la aleta y se sujeta en todo su borde con gatillos de sujeción y mordazas en el pase de ruedas, Se coloca el portón del maletero para comprobar de nuevo los ajustes de de separaciones y luces.



**Paso décimo segundo:** nos encontramos realizando la sujeción final de la aleta. Se empieza, poniendo un protector de picos conectado a la batería, que consiste en proteger las unidades de control del vehículo de las posibles subidas de tensiones que puedan dar el arco eléctrico de la máquina de soldar (Mig-Mag), seguidamente se tapa todo el maletero y la bandeja con una manta ignífuga, para evitar un incendio que pueda ser provocado por una chispa al estar soldando, se pone en funcionamiento el extractor de gases que se pone a medio metro encima del lugar de la soldadura para que así pueda aspirar lo antes posible los gases que se producen en la soldadura.

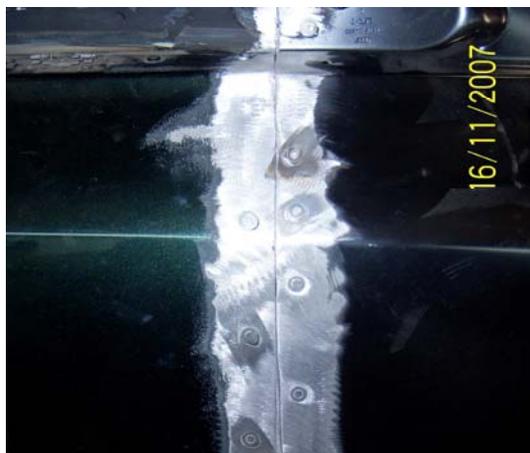


Después se pasa al calibrado de la máquina de soldar (Mig-Mag), a este proceso se le da la potencia y velocidad de hilo necesario soldar en el vehículo, debido al grosor del material y a la zona que se va a soldar. Se hacen pequeños cordones continuos, y a

continuación se remacha la aleta por la superficie exterior y por el marco de la luna trasera. Se solapa el borde del paso de rueda, con tas y martillo y se remacha el filo de abajo con la remachadora, con las puntas de remaches mas cortas. Esta operación la realizaremos alternando el orden para que se vaya ajustando poco a poco en todos sus lados, al igual que antes se pone un remache por cada gatillo de sujeción que se quita; una vez puestos todos los remaches, nos aseguraremos que hay un buen ajuste, al igual que cuando cuaje el pegamento.



**Paso décimo tercero:** se rebajan con un disco de desbaste las cabezas de los remaches que quedan en la superficie del empalme y se repasa la soldadura sin llegar a debilitarla.



**Paso décimo cuarto:** consiste en la finalización del trabajo, rellenando con una masilla que tapa la unión entre las dos piezas. Esta masilla tiene una composición a base de polvo de aluminio mezclada con una resina, cuya composición reacciona y cataliza, dicha masilla es aplicada a espátula.



Una vez haya secado, se lija y puede llegar a tener un perfecto acabado si se realiza bien su lijado, pudiéndose aparejar directamente encima del aluminio.



## **AGRADECIMIENTOS:**

A nuestros compañeros por asumir trabajos en el taller que nos correspondían a nosotros.

A nuestros profesores por su ayuda y dedicación.

Agradecemos la colaboración de SEVILLAWAGEN (grupo Audi, Seat, Volkswagen) y especialmente a :

- Don Miguel Rangel.
- Don Manuel Doctor.

También queremos agradecer la colaboración de D. José Álvarez González-Nandin por su aportación técnica en la confección del video.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Biblioteca del Aula .
- Páginas web de la CESVITECA de Cesvimap.
- Páginas web de la Revista del Centro Zaragoza.
- Monografías sobre el Aluminio de Cesvimap.
- Documentación técnica del Grupo VAG.
- Fichas técnicas de Cesvimap.
- Biblioteca del aula.
- Pagina de internet de Cesvimap