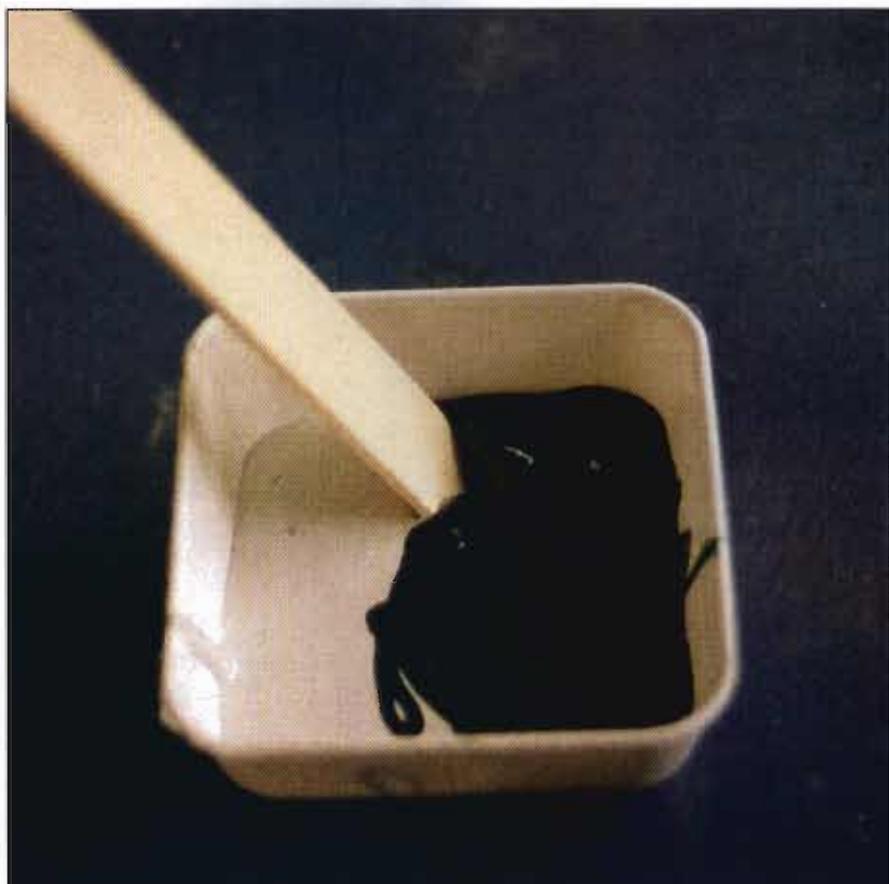


Las uniones pegadas pueden considerarse hoy en día altamente fiables

Adhesivos estructurales en la sustitución de elementos de carrocería

La introducción de adhesivos en el mundo del automóvil ha sido consecuencia de un lógico aprovechamiento de tecnologías ya acreditadas para otros sectores industriales, habiéndose convertido actualmente, para determinadas aplicaciones, en una alternativa perfectamente viable frente al resto de sistemas de unión. En ciertos casos ha llegado a ser la única solución posible a determinados problemas. Por esta razón, se hace necesario conocer estos productos y sus normas de utilización, a fin de seguir ofreciendo reparaciones técnicamente correctas y de calidad, frente a las nuevas tendencias y soluciones que el mundo del automóvil va imponiendo.



Los adhesivos forman parte integrante de nuestra época, recurriéndose a su uso en multitud de campos y aplicaciones, que abarcan desde sencillos trabajos domésticos, hasta complejas aplicaciones en sectores considerados tecnológicamente como más vanguardistas. Ahora bien, su empleo no es nada nuevo, existiendo manifestaciones de su uso en tiempos muy antiguos. En diferentes culturas como Egipto, Roma o China, ya se empleaban adhesivos de origen natural obtenidos de animales y plantas, como almidones, azúcares, clara de huevo, etc.

Del mismo modo, su empleo ha estado vinculado al mundo del automóvil desde prácticamente sus orígenes. En un principio las carrocerías se fabricaban siguiendo métodos tradicionales derivados de la construcción de los coches de caballos. El material que por entonces se empleaba usualmente era la madera, recurriéndose

para su unión a técnicas de encolado, entre otras, para lo cual se hacía uso de colas derivadas de resinas naturales.

A medida que las demandas y prestaciones de los vehículos se incrementaron, aparecieron las carrocerías metálicas fabricadas completamente en acero, abandonándose a partir de ese momento la utilización de los adhesivos para este fin, pues los existentes por aquel entonces no reunían las características y propiedades que esta nueva técnica requería.

Los adhesivos experimentaron un gran desarrollo al final del siglo XIX, con el incipiente desarrollo de la química orgánica, haciendo su aparición las primeras patentes de adhesivos orgánicos sintéticos.

La industria aeronáutica introduce, por los años 40, el concepto de adhesivos como elemento de unión estructural, haciendo posible proyectos de difícil ejecución con métodos tradicionales de unión. A par-

Por Fco. J. Alfonso Peña



Escalonado de la junta para la aplicación de adhesivos.

tir de ese momento, los adhesivos pasan a ser considerados seriamente agentes de unión en el mundo industrial.

Así como esta industria aceptó y aplicó este nuevo método, otras han ido introduciéndolo, siendo la industria del automóvil la segunda en importancia en lo que su aplicación se refiere.

Aquí no sólo se emplea como método de unión de algunos elementos como vi-

Una preparación inadecuada de las superficies a unir dará como resultado problemas de adherencia y, por lo tanto, uniones deficientes.



El desengrasado de la zona contribuye a conseguir buena adherencia.

drios o revestimientos, sino también en aplicaciones estructurales en la construcción de carrocerías de vehículos turismo y carrozados diversos.

La unión con adhesivos requiere un buen conocimiento de los productos, directrices de fabricación y procesos de aplicación; respetando estos parámetros se obtienen uniones de alta resistencia, con posibilidades reales de aplicación en la reparación de las modernas carrocerías.

LOS ADHESIVOS ESTRUCTURALES

Los adhesivos son sustancias líquidas o pastosas de carácter no metálico, que al aplicarlas entre dos cuerpos sólidos y una vez endurecidas les mantienen unidos de forma que actúen o puedan utilizarse como una pieza única.

Dos de las principales propiedades a tener presentes en la aplicación de un adhesivo son la adherencia y la cohesión, que deben conservarse en las condiciones de utilización del conjunto pegado.

La adhesión es la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas que pertenecen a diferentes cuerpos o, dicho de otra forma, la fuerza con que el adhesivo se adhiere a la superficie a pegar.

La cohesión es la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas de un mismo cuerpo, es decir, hace alusión a la resistencia interna del propio adhesivo.

Por adhesivos estructurales se entienden aquellos que poseen una gran adherencia, una fuerte cohesión, una elevada resistencia mecánica (150 ÷ 250 Kg/cm²) y al calor y una excelente durabilidad.

Dentro de este grupo los más empleados en la reparación de automóviles son los poliuretanos y las resinas epoxy.

Poliuretanos (PUR)

Son polímeros sintéticos a base de poliisocianatos. Tienen buena adherencia, resistencia al agua y flexibilidad, conservando dichas propiedades a bajas temperaturas.

Su formulación puede ser mono o bi-componente.

Los **poliuretanos monocomponentes** (PUR 1K) secan mediante la absorción de humedad, presentando poco contenido en disolventes. Su proceso de secado es lento y de afuera hacia adentro.

Son sensibles a los rayos ultravioletas, los cuáles les atacan y descomponen. Sus propiedades desde el punto de vista estructural son inferiores a las de los bicomponentes y las resinas epoxy.

Se presentan en tubos o bolsas para aplicar mediante extrusión.

Se emplean para el pegado de lunas, unión de paneles de puerta, sellado de juntas, etc.

Los **poliuretanos bicomponentes** (PUR 2K) están constituidos por el poliuretano propiamente dicho y el agente de curado, produciéndose su endurecimiento por reacción química entre ambos.

Su proceso de secado es relativamente rápido, dependiendo sus características mecánicas finales del tipo de poliuretano concreto.

Suelen ser más rígidos que los monocomponentes.

Se presentan en cartuchos gemelos de distintas capacidades, para aplicar mediante pistolas de extrusión específicas. La proporción de ambos componentes suele ser 1:1, consiguiéndose una mezcla homogénea mediante el uso de boquillas mezcladoras que se acoplan directamente sobre el cartucho.

Su empleo está indicado para el pegado de lunas, unión de piezas de la carrocería y unión de piezas plásticas.

Resinas epoxy (EP)

Son adhesivos bicomponentes, elemento base o resina propiamente dicha y elemento endurecedor, produciéndose su secado por reacción química entre ambos.

Se presentan en botes, tubos o cartuchos dobles para extrusión. La proporción de mezcla depende del tipo de resina, debiéndose observar en cada caso las recomendaciones del fabricante.

El tiempo de secado es variable, pudien-



Distintas formas de aplicación.

Una cuestión a tener muy presente es el espesor de la capa de adhesivo, no siendo la resistencia de la unión proporcional al mismo.

do oscilar en función de cada resina entre 5 minutos y 24 horas. Su elasticidad también es variable, siendo generalmente más elásticas las de curado rápido.

Presentan excelente adhesión sobre diferentes sustratos: metal, plásticos, etc.

Se emplean para la unión de piezas de la carrocería y para la unión y reparación de elementos plásticos.

Aparte de estos adhesivos descritos, existen varios tipos más, que no se han tra-

tado debido a que su importancia en el mundo del automóvil es inferior.

UNION CON ADHESIVOS

Para el empleo de adhesivos, en general, y en particular para su uso en la unión de paneles de carrocería, se debe tener en cuenta una serie de consideraciones, a fin de que los resultados obtenidos se correspondan con las expectativas buscadas. En una gran mayoría de los casos la obtención de resultados poco satisfactorios se debe más a fallos en el diseño de la unión o a aplicaciones incorrectas, que a limitaciones de la propia técnica.

De forma general, a la hora de utilizar un adhesivo estructural deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

Elección del adhesivo

En el mercado existen multitud de adhesivos, con propiedades y características distintas entre sí, no existiendo un adhesivo que pudiera considerarse de uso universal para cualquier aplicación.

Por ello, lo primero que ha de tenerse en cuenta a la hora de realizar una unión pegada, es la correcta elección del adhesivo, debiéndose sopesar aspectos tales como:

- Tipos de sustratos a unir, pues la adherencia de todos los adhesivos no es la misma en todos los sustratos.
- Acabado superficial de las partes a unir.
- Tipos de disolventes, aceites u otros contaminantes que puedan entrar en contacto con la unión.
- Temperaturas máximas y mínimas que soportará la unión, sobre todo cuando vayan a unirse materiales de distinta naturaleza, con coeficientes de dilatación térmica diferentes.
- Rigidez de la unión y de los elementos a unir, debiendo amoldarse la rigidez del adhesivo a la del sustrato.
- Magnitud y tipo de sollicitaciones que haya de soportar la junta.

Dos de las principales cualidades a tener presentes en la aplicación de un adhesivo son la adherencia y la cohesión.

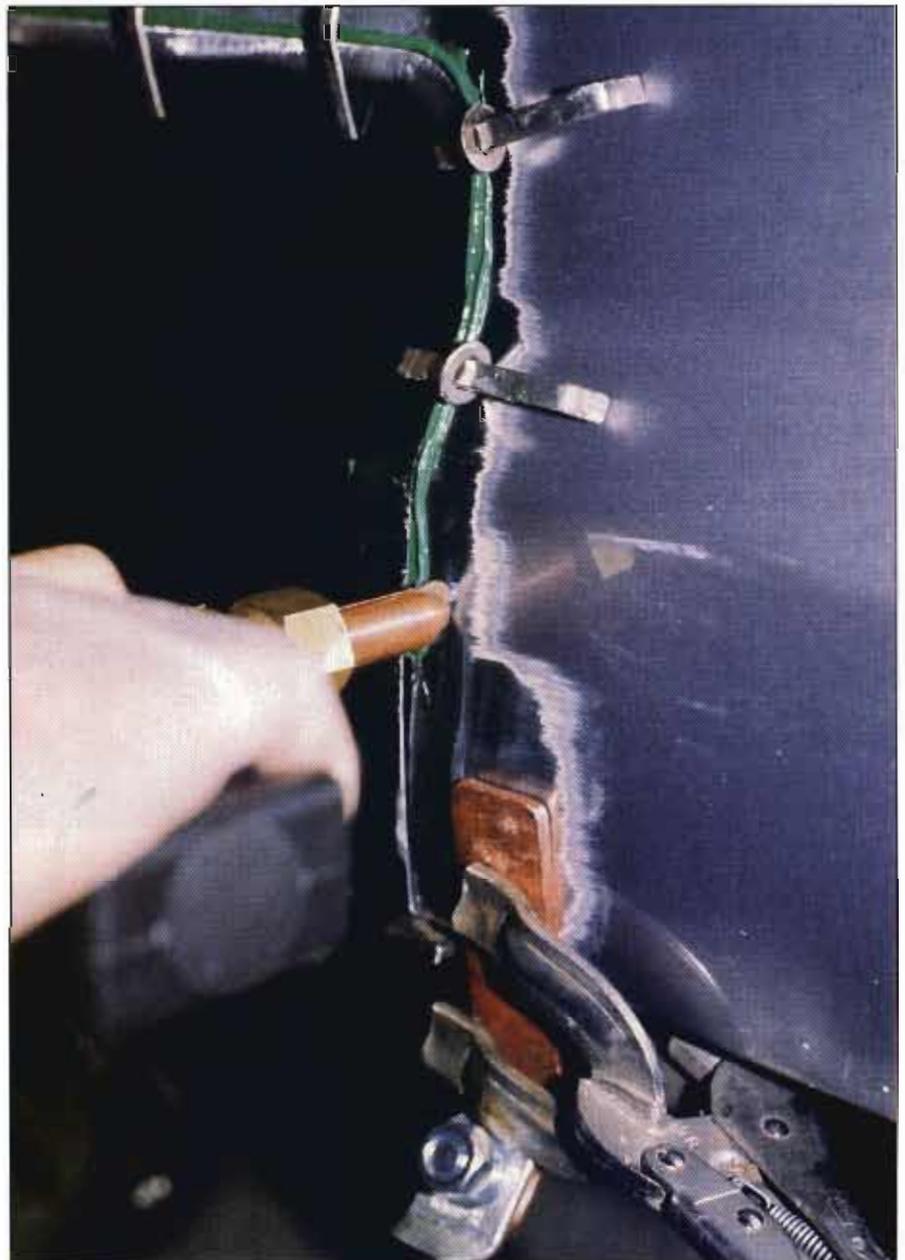
En cualquier caso, para una correcta elección deberán seguirse asimismo las especificaciones marcadas por el propio fabricante del producto.

Diseño de la junta

El empleo de adhesivos requiere de juntas de diseño especial, no debiéndose emplear juntas destinadas a otros métodos de unión, pues el adhesivo actúa sobre toda la zona y no sobre puntos concretos.

El comportamiento del adhesivo depende del tipo de sollicitación a que éste se encuentre sometido, siendo como norma general preferible el diseño de juntas que hagan trabajar al adhesivo a cizalladura.

El tipo de unión a emplear en chapas metálicas para dar como resultado una geometría lineal, como en el caso de sustitu-



Inmovilización de la junta durante el curado del adhesivo.

ciones parciales, es la unión a solape con escalón.

Para realizar dicho escalón se emplearán unos alicates de filetear específicos, obteniéndose una unión similar a la de la figura adjunta.

Preparación de las superficies de contacto

Una preparación inadecuada de las superficies a unir dará como resultado problemas de adherencia, y por lo tanto, uniones deficientes.

Primeramente, habrá que eliminar todo resto de pintura y selladores, así como de grasa, aceite o suciedad de la zona. Para ello, puede emplearse disolventes como acetona, tricloretileno, percloroetileno, etc. No obstante, los fabricantes de adhesivos suelen disponer de una gama de productos de limpieza para distintos sustratos, compatibles con sus adhesivos, siendo preferible su empleo, de acuerdo a sus directrices, pues además de limpiar suelen servir para activar las superficies.

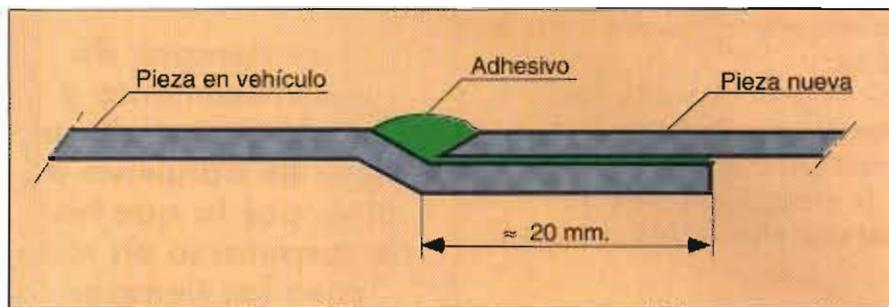
Asimismo, la mayoría de los fabricantes recomiendan imprimaciones específicas para cada tipo de material, las cuales actúan como barrera química de inhibición sobre las superficies tratadas, a la vez que crean interfase química entre adhesivo y sustrato, que hace que mejore la adherencia.

Preparación-aplicación del adhesivo

En el caso de emplearse adhesivos bi-componentes, éstos han de mezclarse cuidadosamente y en las proporciones especificadas por el fabricante hasta la obtención de una mezcla homogénea.

Muchos productos ya se presentan envasados en cartuchos dobles, realizándose toda esa operación por medio de boquillas mezcladoras apropiadas. En caso contrario, la mezcla se realizará manualmente con ayuda de espátulas o en recipientes, dependiendo de la viscosidad de los productos.

Su aplicación se realizará directamente



Junta de unión a solape con escalón.

con pistolas de extrusión, o bien mediante espátulas o brochas, dependiendo de su viscosidad.

Independientemente del sistema de aplicación, una cuestión a tener muy presente es el espesor de la capa de adhesivo, no siendo la resistencia de la unión proporcional al mismo, como en un principio pudiera parecer.

El adhesivo debe aplicarse en cantidad suficiente para cubrir las irregularidades superficiales y su posible disminución de volumen. Los mejores resultados se obtienen con espesores delgados, pues las tensiones internas serán menores y el esfuerzo que habrá que aplicar para su deformación mayor. En el caso de uniones a solape con escalón, su propia geometría marcará el espesor idóneo de adhesivo. En otro tipo de juntas y a modo de referencia, puede emplearse un espesor de adhesivo similar al espesor de las chapas a unir.

Posicionamiento de los elementos a unir

Una vez colocada la pieza en su posición correcta, habrá que asegurar un contacto íntimo a lo largo de toda la junta hasta que el adhesivo haya curado.

Para ello, se recurrirá a distintos métodos, en función de la accesibilidad de la junta, como:

- Mordazas autoblocantes en zonas como pestañas y bordes de piezas. Se colocarán varios en función de la longitud de la junta mediando entre ellas una distancia aproximada de 10 cm.
- Presillas: consiste en soldar unas arandelas sobre la carrocería próximas a la junta, e introducir a través de ellas unas presillas con una geometría en pendiente, de modo que su pie quede apoyado en la junta ejerciendo la presión necesaria.
- Arandelas cortadas por la mitad y



Aplicación de adhesivos en la sustitución de paneles de poliéster.

soldadas en forma de puente a lo largo de la junta.

– Dispositivos especiales dotados de ventosas para su fijación, bien sean adhesivas o electromagnéticas.

En el caso de paneles de poliéster también suelen emplearse tornillos roscachapa.

Curado del adhesivo

Los tiempos de endurecimiento y secado varían de un tipo de adhesivo a otro, debiéndose respetar en todo caso los tiempos recomendados por los fabricantes.

En los adhesivos bicomponentes dicho tiempo depende de la proporción de catalizador; el tiempo puede reducirse aumentando la proporción de catalizador cuando la mezcla se realice manualmente.

Los tiempos de endurecimiento y secado varían de un tipo de adhesivo a otro, por lo que han de respetarse en todo caso los tiempos recomendados por los fabricantes.

Otro factor muy importante es la temperatura, ya que el tiempo de secado es inversamente proporcional a la misma.

Elevando la temperatura a unos 60 °C se acelera el proceso de forma importante. Para ello pueden emplearse cabinas de pintado o equipos de infrarrojos, extremándose las precauciones, pues un sobre-

calentamiento puede dar lugar a degradaciones del adhesivo y distorsiones de la junta.

VENTAJAS DE LAS UNIONES CON ADHESIVOS

El empleo de adhesivos para la unión de paneles exteriores de la carrocería supone una serie de ventajas frente a los sistemas tradicionales de unión, entre las que cabe citar las siguientes:

– Eliminan los problemas producidos por el calor en los procesos de soldadura, como corrosión, deformaciones y cambios estructurales del material.

– En determinadas operaciones reducen los tiempos de intervención, pues evitan los desmontajes de ciertos elementos no resistentes al calor, como tapizados, revestimientos, y accesorios diversos.

– Reducen el riesgo de rotura por fatiga al eliminar tensiones puntuales y concentración de tensiones.

– Posibilitan la unión de materiales de distinta naturaleza.

– Eliminan la corrosión local en las juntas y la corrosión electroquímica entre materiales diferentes, evitándose en ciertos casos medidas adicionales de estanqueidad.

No obstante, conviene también tener presente que:

– Estas uniones tienen una resistencia limitada a la temperatura.

– Los tiempos de intervención se reducen, pero requieren de un periodo de curado del adhesivo.

– El tiempo de almacenamiento de los adhesivos es limitado.

En definitiva, el empleo de adhesivos estructurales para la unión de paneles de carrocería es una alternativa sumamente interesante, permitiendo obtener resultados muy satisfactorios siempre que se respeten las directrices correspondientes.

Su empleo puede combinarse con otros sistemas de unión como la soldadura, el remachado, el atornillado y el engatillado. ■

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PROCESOS DE UNIÓN

Soldadura	Uniones mecánicas	Unión con adhesivos
Uniones permanentes.	Determinados tipos de uniones pueden desmontarse.	Uniones permanentes.
Concentración local de tensiones en determinados puntos.	Puntos con altas concentraciones de tensiones en la zona de unión.	Distribución uniforme de cargas en la zona de la unión (excepto frente al pelado).
Apariencia de la unión aceptable. Algunas veces se precisa un tratamiento complementario (eliminación de escorias, humos, etc.).	Superficies discontinuas. Algunas veces pueden no ser aceptables.	Unión casi invisible, no dejando marcas superficiales.
Limitada generalmente a la unión de materiales de las mismas características.	Pueden emplearse para la unión de distintas combinaciones de materiales.	Ideal para la unión de materiales de distinta naturaleza.
Muy alta resistencia a la temperatura.	Alta resistencia a la temperatura.	Poca resistencia a elevadas temperaturas.
Puede ser necesario intervenciones especiales para aumentar la resistencia a la fatiga.	Intervenciones especiales para aumentar la resistencia a la fatiga y a la desunión.	Excelentes propiedades a la fatiga. La resistencia eléctrica reduce la corrosión en las juntas.
Poca o ninguna preparación para la unión de materiales delgados.	En algunos casos taladrado de la zona.	Limpieza de la zona.
Equipamiento relativamente caro y que requiere a menudo del suministro de potencias importantes.	Equipamiento relativamente barato y portátil.	Equipamiento relativamente barato.
El tiempo de intervención puede ser muy rápido.	Preparación manual de la junta lenta, fijación mecánica proporcionalmente rápida.	El tiempo está relacionado con el tipo de adhesivo.