

Resinas para reparación de lunas laminadas. (Estructura y propiedades ópticas)

Ensayos e inspecciones para la certificación de productos

Miguel Ángel Castillo



Fuente: Les voitures, de 1886 a1930; Gründ

Historia del parabrisas

La evolución del automóvil ha sido permanente desde la invención de la máquina de vapor, y en cada una de las diferentes épocas se le ha prestado atención a los problemas más importantes, los cuales iban cambiando a medida que se encontraban las soluciones adecuadas.

En los albores del automóvil, lo que menos importaba era el confort de los pasajeros, especialmente el del conductor, sucesor del cochero, que en la mayoría de los casos iba sentado en la parte delantera del vehículo, totalmente desprotegido de la lluvia, del viento y de las demás inclemencias meteorológicas. Un primer paso en el confort fue la instalación de toldos o techos ligeros para preservar a los pasajeros del sol y de la lluvia.

Pero según se iban incrementando las velocidades, se iba haciendo necesario proteger los ojos del conductor

para evitar las molestias del aire, del polvo y de los insectos, de modo que apareció el cristal parabrisas, constituido por una simple lámina de vidrio de la época.

En 1919, Henry Ford instaló los primeros parabrisas laminados, fabricados según una técnica desarrollada en Francia, mediante la cual se unían dos láminas de vidrio con una lámina de celuloide entre ellas.

Hasta nuestros días, el cristal parabrisas también ha sufrido su lógica evolución, y dista mucho de aquel intento inicial de proteger los ojos del conductor. En un vehículo de hoy en día, **el parabrisas es un elemento más de seguridad, tanto activa como pasiva**. Es verdad que sigue protegiendo al conductor y demás ocupantes del viento y del polvo, pero además, también aporta rigidez y confort al vehículo, y lo que es más importante, si se produce una colisión, reduce considerablemente el riesgo de sufrir daños en caso de rotura o impacto contra él.

Hace casi dos décadas que aparecieron los primeros sistemas para la reparación de las lunas laminadas de los automóviles. Durante este tiempo, la ciencia y la tecnología se han puesto al servicio de esta nueva disciplina con el único objetivo de conseguir unos resultados capaces de satisfacer al cliente más exigente.

Estructura de una luna parabrisas laminada

Una luna parabrisas laminada está constituida por dos capas de vidrio de unos 2 mm de espesor, entre las cuales se ha intercalado una lámina de material plástico de aproximadamente 1 mm de espesor. La lámina de plástico le proporciona una resistencia extraordinaria a la penetración por impacto. Además, en caso de impacto y rotura del vidrio, los fragmentos de éste quedan adheridos a la lámina intercalar, evitando de este modo la presencia de aristas y vértices afilados y, por tanto, peligrosos.



Estructura de un vidrio laminado.

El material utilizado en la fabricación de la lámina intercalar es el butiral de polivinilo (PVB), caracterizado por su elasticidad, resistencia mecánica, transparencia, y por su adherencia.

El ensamblado de las capas que forman el parabrisas laminado se realiza a una temperatura y presión elevada, del orden de 150 °C y 15 Kg/cm², formando un solo cuerpo y obteniendo una transparencia similar a la de un vidrio del mismo espesor.

Propiedades ópticas del vidrio

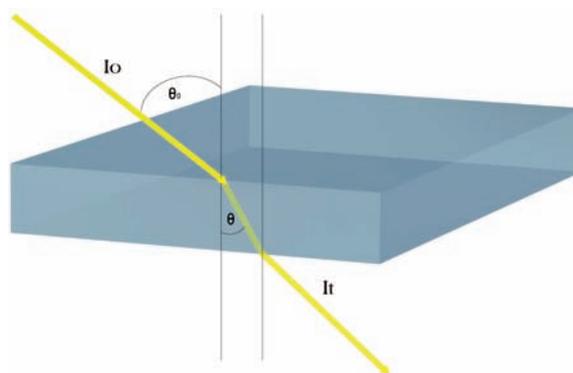
Tres son las propiedades ópticas más importantes del vidrio: refracción, reflexión y absorción.

Refracción: Cuando un haz de luz pasa de un medio a otro ópticamente más denso, como en el caso de la transición aire-vidrio, experimenta una desvia-

ción en su dirección, acercándose a la normal a la superficie. Si la transición se produce de un medio a otro menos denso, el fenómeno es el contrario, varía la dirección alejándose de la normal. Únicamente, en caso de que el haz de luz incida de forma perpendicular a la superficie, no sufrirá refracción.

Se define el índice de refracción como la relación (derivada de la Ley de Snell):

$$n = \frac{\text{sen}(\theta_0)}{\text{sen}(\theta)} = \frac{c_0}{c}$$



Refracción de un haz de luz.

donde "c₀" es la velocidad de la luz en el vacío, y "c" es la velocidad de la luz en el medio considerado. Para el vidrio ordinario, un valor genérico puede estar entre n=1,5 y n=1,7.

Reflexión: Cuando un haz de luz de intensidad I₀ incide sobre la superficie de un medio transparente, parte de este haz de luz es reflejado (I_r) y parte penetra en el nuevo medio. Este fenómeno de rechazo de parte del haz es lo que se denomina reflexión.

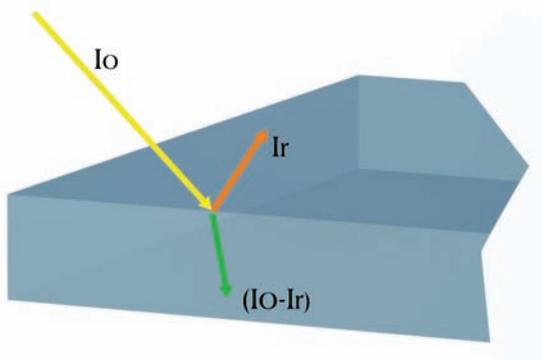
En realidad el fenómeno de reflexión se produce siempre que un haz de luz llega a una interfase de separación entre dos medios diferentes, por ejemplo aire y vidrio. La dirección del haz reflejado forma el mismo ángulo con la normal que el haz incidente.

Carrocería y pintura Resinas para reparación de lunas laminadas

Para ángulos de incidencia pequeños, " θ_o " menor de 20° , la expresión que define el índice de reflexión se puede simplificar a:

$$R = \frac{I_r}{I_o} = \left[\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right]^2$$

donde n_1 y n_2 son los índices de refracción en cada uno de los medios de la interfase.



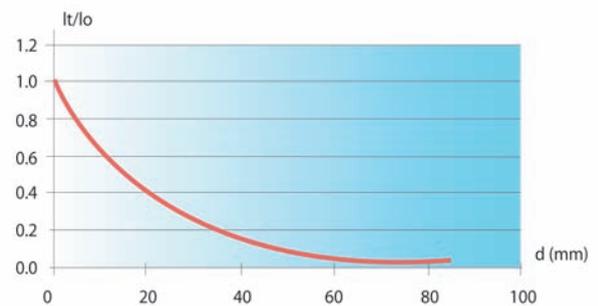
Esquema del efecto de la reflexión.

Absorción: La porción del haz de luz que no es reflejado, supera la interfase y penetra en el nuevo medio, el vidrio en el caso de un sistema aire-vidrio. Esta porción de luz que entra en el nuevo medio, sufre una atenuación a medida que avanza en el mismo, de forma que su intensidad al final del recorrido es menor que la inicial.

En el caso de un sistema aire-vidrio-aire, al ser atravesado por un haz de luz, se produce una primera reflexión en la entrada del haz sobre el cristal, y también se produce una segunda reflexión a la salida del cristal, de forma que la intensidad final del haz de luz que atraviesa el cristal, I_t , viene dada por la expresión:

$$I_t = I_o \cdot (1 - R) \cdot e^{-\epsilon \cdot c \cdot d}$$

Expresión en la que " d " representa el espesor del medio o material, " c " es la concentración de la sustancia absorbente, y " ϵ " es el coeficiente de extinción molar, que es una característica que depende de la composición de dicha sustancia, de la temperatura, y de la longitud de onda del haz de luz incidente (de ahí la existencia de vidrios coloreados).



Transmitancia en función del espesor.

La relación I_t/I_o recibe el nombre de transmitancia.

Daños en las lunas parabrisas

Los daños en un vidrio pueden clasificarse según numerosos criterios. En el presente artículo se clasifican según profundidad: daños superficiales y daños internos.

Los daños superficiales son aquellos que quedan limitados a la superficie, y pueden ser pequeños arañazos o abrasiones, o también adoptar la forma de cráteres de escasa profundidad. Al producirse uno de estos daños, la superficie original del vidrio desaparece y es sustituida por otra con distinta morfología.

Este tipo de daños en la mayoría de las ocasiones pasa desapercibido, y constituyen las secuelas propias de todos los kilómetros recorridos por un vehículo.



Tipos de daños en función de su magnitud.

Los daños internos, son aquellos que afectan a la totalidad del espesor del vidrio exterior. En general, los daños internos también presentan daño superficial, pero proporcionalmente, la sección dañada es mucho mayor en la zona intercalar que en la superficie, dando lugar en la mayoría de las ocasiones a la aparición de fisuras, únicas o ramificadas, de distintas longitudes.

En función de la geometría los daños internos se denominan ojo de buey, estrella, daño combinado, media luna, y fisura. Esta clasificación junto con el tamaño es fundamental para determinar la reparación de un daño en una luna parabrisas y prever en cierta medida los resultados que se obtendrán.