

## **ANTEOJOS PARA LA VIDA AL AIRE LIBRE, APARATOS DE PUNTERÍA Y OBSERVACIÓN.**

### **¿Plástico o Vidrio?**

**Ante la elección de un antejo para tiro, pesca, o cualquier actividad al aire libre, sea neutro o con graduación correctiva, como así también en el momento de la compra de algún tipo de aparato relacionado a nuestra actividad, surge algunas veces la pregunta ¿De “plástico” o de vidrio?**

Lo cierto es que cada cosa tiene sus ventajas y sus desventajas, como cierto es también que un antejo o una mira telescópica realizada en cristal, le da al usuario la sensación de mayor robustez y confiabilidad. Pero solo es eso, una sensación, veamos porque.

### **Plásticos**

Los plásticos son materiales poliméricos orgánicos que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural o sintético. Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles (se endurecen con el calor).

### **Tipos de plásticos**

Puede establecerse la siguiente clasificación de los plásticos: por el proceso de polimerización, por fusibilidad con respecto a la temperatura y por su naturaleza química.

### **Lentes orgánicas**

El cristal orgánico es un producto que se emplea, por su semejanza, como sustituto del vidrio.

Las lentes orgánicas fueron rápidamente aceptadas como otro medio habitual para compensar los defectos de refracción, gracias a sus características de seguridad y ligereza, además de permitir unas variadas gamas de coloraciones (tanto uniformes como degradadas) de diferentes transmitancias, facilitando su elección en función de las necesidades del usuario.

Las condiciones que las lentes requieren son:

- Buena calidad óptica para la ejecución de la receta.
- Ligereza procurando comodidad.
- Rigidez, manteniendo constante las superficies.
- Resistencia a los choques y el desgaste.
- Transparencia constante en el tiempo (envejecimiento).

### **CR 39 (Polímero Sólido del Carbonato de Alildiglicol)**

El carbonato de alildiglicol o CR39 es muy utilizado en la fabricación de lentes afocales. Esta resina termoendurecida, polimeriza sus moléculas en cadenas y redes tridimensionales, impidiendo deformarse o reblandecerse.

Es un polímero termoplástico de propiedades especiales, que lo diferencian de los metacrilatos y de otros polímeros plásticos que se rayan con facilidad. El monómero tiene una viscosidad parecida al aceite de glicerina y como no posee la facultad de endurecerse, se debe mezclar con el catalizador para polimerizarse. El proceso de polimerización se realiza en ausencia de aire y agua con ayuda de catalizadores. La reacción química no supera los 80° C y el ciclo de temperaturas es cuidadosamente controlado ya que la resistencia del cristal depende del grado de polimerización del monómero. Si accidentalmente, el cristal se deformara, recuperaría su forma recalentándolo a la temperatura de polimerización.

El CR39 ha sido especialmente desarrollado para su aplicación en lentes ópticas. El producto apenas se utiliza en otras aplicaciones.

El CR39 pertenece a la clase denominada *resinas termoestables*. Esto significa que la estructura del polímero esta altamente entrelazada y el polímero no se ablandará con el calor. Otros ejemplos de resinas termoestables son el poliéster, la melamina-formaldehído, la poliamida, etc.

Los polímeros que no están entrelazados se denominan *termoplásticos*. Ejemplos de termoplásticos son el polietileno, PVC, poliestireno, policarbonato, etc.

Los termoplásticos se ablandan a temperaturas más altas y entonces pueden procesarse (el llamado moldeo por inyección).

Las resinas termoestables como el CR39 no se derriten y no pueden procesarse por medio del moldeo por inyección.

Cada una de las lentes de CR39 tiene que ser solidificada o polimerizada de modo individual. Este proceso se denomina *moldeo de la lente*.

Las resinas termoestables muestran generalmente las siguientes propiedades: Gran resistencia a las altas temperaturas, gran resistencia a los productos químicos, gran dureza. Estas propiedades hacen que el polímero sea muy adecuado para su aplicación en lentes ópticas.

La resistencia a las altas temperaturas proporciona una buena estabilidad de la curvatura de la lente incluso a mayores temperaturas.

La gran resistencia a los productos químicos proporciona una buena durabilidad y solidez de color.

La gran dureza proporciona buena resistencia al rayado.

El monómero del polímero sólido CR 39 (carbonato alílico de dietilenglicol) es un líquido claro parecido al agua. El producto se fabrica a partir del dietilenglicol y el carbonato alílico por medio del cloroformato de dietilenglicol o por medio de transesterificación directa con dimetilcarbonato.

PPG, Akzo Nobel y Great Lakes son los únicos productores del mundo del monómero de polímero sólido.

El monómero de polímero sólido CR 39 puede ser solidificado añadiendo un agente endurecedor (*catalizador*) y calentando la mezcla en un horno o a baño María. El catalizador peróxido de disopropil peróxidocarbonato es el catalizador más ampliamente

utilizado para solidificar (polimerización) el monómero de polímero sólido. La solidificación requiere un tiempo de alrededor de 15 – 20 horas a fin de conseguir un producto de buena homogeneidad óptica libre de tensiones.

## **Planchas Ópticas de CR39**

### **Aplicaciones**

Debido a sus propiedades únicas y sin par, las planchas de CR39 disfrutan de un crecimiento constante en aplicaciones científicas, aeroespaciales y nucleares sofisticadas, tales como:

Determinación de la concentración del gas Radon, investigación de monopolos magnéticos, experimento biológico sobre el efecto de la luz sobre vegetales y animales, detectores de trazas Nucleares y Cósmicas en aplicaciones aeroespaciales.

Pero el CR39 se utiliza también en aplicaciones industriales y profesionales más corrientes, tales como:

Filtros de cámaras fotográficas, ventanas para instrumentos, filtros de contraste para pantallas de plasma, EL, LED y LCD., ventanas para lectores láser de código de barras, ventanas de gran resistencia para máquinas expendedoras automáticas, ventanas para instrumentos de yates y navegación, protectores para soldadura y cubiertas protectoras, visores para máscaras de gas

### **Comparación con Materiales Competitivos**

En el pasado, el cristal era el material utilizado para planchas debido a su estructura química y resistencia al rayado. Los materiales de plástico transparente como el PMMA (Polimetilmetacrilato), PC (Policarbonato), CAB (Acetato y Butirato de Celulosa) y otros han reemplazado al cristal en muchas aplicaciones debido principalmente a su peso más ligero, mejor resistencia a los impactos y manejabilidad. Pero estos materiales muestran, sin embargo, ciertas desventajas al compararlos con el cristal como es su poca resistencia a los productos químicos, mala resistencia al rayado o problemas de envejecimiento, todo lo cual da como resultado una pérdida de propiedades mecánicas y ópticas, micro-grietas, claridad óptica y otros problemas durante su uso.

Por tales razones, los anteriores materiales no siempre proporcionan una alternativa satisfactoria del cristal y, en muchas aplicaciones, la calidad y rendimiento de equipos e instrumentos de elevado valor se ven comprometidos por el mal rendimiento de las piezas de plástico transparente.

Las planchas de CR39 ofrecen las ventajas combinadas de los materiales de plástico y del cristal. Las planchas de CR39 de calidad óptica son resistentes al rayado, impacto, fisuración por esfuerzos latentes, disolventes, productos químicos, radiación gamma, chispas de soldadura y envejecimiento.

Conservarán sus propiedades durante muchos años en una variedad de ambientes y condiciones de uso difíciles mientras que otros materiales solamente pueden durar unos pocos días o meses.

## **Propiedades de las lentes de CR39**

### Peso ligero

Las lentes de CR39 tienen una densidad de  $1.31 \text{ g/cm}^3$ , casi la mitad de la del vidrio de potasio y boro. El poco peso de las lentes proporciona más comodidad al usuario de los anteojos.

### Seguridad

Las lentes de CR39 tienen una excelente resistencia al impacto; las lentes con un grosor en el centro de 2 mm o más cumplen la norma CEN de resistencia de la lente y también la norma FDA de prueba de caída de bola.

### Calidad Óptica

Las lentes de CR39 poseen una elevada transmisión de la luz (entre las más elevadas dentro de los plásticos ópticos). El número Abbe es alto (59), lo que significa que las lentes de CR39 tienen una aberración cromática muy baja. La mayoría de materiales de alto índice adolecen de valores Abbe bajos y consecuentemente tienen menor nitidez de imagen y de definición del contorno.

### Resistencia al desgaste

El CR39 posee la mayor resistencia al desgaste de todos los plásticos ópticos. La aplicación de un revestimiento resistente al rayado aumenta aún más la resistencia al desgaste hasta lograr el nivel del cristal mineral.

### Protección UV

Las lentes de CR39 se pueden fabricar con cualquier nivel de protección UV-A y UV-B. El grado de protección UV de las lentes de Polímero Sólido se ajusta por medio de la adición de absorbente UV durante el proceso de fabricación de las lentes.

### Polímero Sólido Fotocromático

Por medio de un procedimiento técnico especial, las lentes de CR39 pueden hacerse fotocromáticas

## **Lentes de CR39**

Una lente de CR39 es una lente fabricada con resina química desarrollada especialmente para lentes ópticas. Algunos otros nombres del CR39 en la industria óptica son: *ADC*, *CR-39*, *Plástico de Índice Estándar*, *Lentes de Polímero Sólido*.

El CR39 es mundialmente el material líder para lentes de plástico y su participación en el mercado crece cada año. La posición líder del CR39 es debida a su ventajosa combinación única de propiedades que lo hace muy adecuado para lentes ópticas:

Comodidad: gran claridad óptica, peso ligero, de uso agradable sin tener que forzar la vista  
Seguridad: buena resistencia a los impactos, resistencia al rayado, protección UV, ininflamable, estabilidad. Pueden ser teñidas de acuerdo con la petición del cliente, de fácil adaptación a cualquier montura

El CR39 se usa principalmente para anteojos de sol, lentes oftálmicas, de seguridad, ventanas de observación (máquinas, equipo químico), instrumentos y ventanas aislantes. El plástico CR39 se hace por polimerización del carbonato de alildietilenglicol.

La siguiente tabla resume las propiedades principales de las láminas de CR39 comparadas a los materiales transparentes más populares.

PROPIEDADES	VIDRIO	PC <sup>1</sup>	PMMA <sup>2</sup>	CR39
Calidad óptica superior	SI	NO	NO	SI
Luminosidad y fuerza	NO	SI	SI	SI
Resistente al rayado	SI	NO	NO	SI
Resistente a la fisuración por esfuerzos latentes	NO	NO	NO	SI
Resistente a disolventes y productos químicos	SI	NO	NO	SI
Resistente a chispas de soldadura	NO	SI	NO	SI
Resistente a la migración de plastificante	SI	NO	NO	SI
Resistente al envejecimiento	SI	NO	NO	SI
Resistente a la radiación gamma	SI	NO	NO	SI
Amplia gama de colores	NO	SI	SI	SI
Amplia gama de absorción de UV	NO	SI	NO	SI

<sup>1</sup>PC: Policarbonato Aromático

<sup>2</sup>PMMA: Polimetil metacrilato

#### Características ópticas:

- Índice de refracción a 20° C - n: 1,498.
- Transparencia igual al cristal mineral.
- Transmisión:
  - En el espectro visible es del 92%.
  - La absorción del infrarrojo es del 10% para  $\lambda$ : 750  $\mu$ .
  - La absorción del ultravioleta es total por debajo de  $\lambda$ : 365  $\mu$ .

#### Características físicas y químicas:

- Peso específico a 25° C = 1,32.
- Los disolventes corrientes no ejercen acción sobre el material (alcohol, bencina, gasolina, tolueno, tricloroetileno, etc.). La acetona es utilizada para la limpieza de las superficies.
- Los ácidos corrientes tampoco lo dañan, con la excepción del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado que lo ataca y el HNO<sub>3</sub> concentrado que lo disuelve (ambos, luego de 7 días de inmersión ininterrumpida).

#### Características mecánicas:

- Es 20 veces más resistente al impacto que el cristal mineral.

- Su resistencia al frotamiento es 1/2 vez superior al crown y de 10 a 12 veces más resistente que el polimetacrilato de metilo.

**Características geométricas:**

- Son puntuales (el residuo de astigmatismo es inferior al umbral de reconocimiento del ojo).
- Son racionales (la potencia permanece constante del centro a los bordes).

**Entonces ¿Por qué de plástico CR39?**

Es incoloro y completamente transparente a la luz visible y casi completamente opaco en el infrarrojo y la región ultravioleta del espectro. Por estas razones, se usa grandemente para la producción de lentes de anteojos de sol. Pueden estar coloreados teñidos con tinte de superficie o volumen; tienen alta resistencia de abrasión y propiedades ópticas de alta calidad; pesan la mitad del peso del vidrio; guardan sus propiedades ópticas excelentes a pesar de la exposición a largo plazo a los químicos como los solventes, óxidos, ácidos, y bases fuerte; resisten ser calentados a 100 ° C y son resistentes a las pequeñas partículas calientes que vuelan como las chispas al soldar.

Estas calidades combinadas con características ópticas excepcionales, hace al CR39 la mejor opción para las aplicaciones donde las condiciones severas de uso excluyen todos los otros materiales ópticos.

Finalizada esta nota casi meramente técnica, la respuesta a la primera pregunta, queda por supuesto, a cargo del lector.

**Profesor Salvador Daniel Patti**  
*Licenciado en Óptica Oftálmica*

*Universidad de Morón*  
*Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales*  
*Departamento de Óptica*  
*Cátedra de Física General*  
*Cátedra de Óptica Física*

**Prof. A cargo de los laboratorios de Interferometría, Radiación Laser y Visión Nocturna**