

## Trabajo Fin de Grado

# CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE GAFAS DE CERCA PREMONTADAS Y GAFAS DE SOL

Autor/es

Izaskun Zarraluki Izkue

Director/es

María Victoria Collados Collados

Juan Antonio Vallés Brau

Facultad de Ciencias, Grado en Óptica y Optometría

2017-2018

# ÍNDICE

1. Introducción .....	3
2. Objetivos.....	5
3. Material y métodos.....	6
3.1 Caracterización de gafas para visión próxima .....	6
3.1.1 Muestra empleada .....	6
3.1.2 Simulación en OSLO de las lentes.....	7
3.2 Caracterización de filtros solares.....	9
3.2.1 Muestra empleada .....	9
3.2.2 Medida del espectro de transmisión.....	9
3.2.3 Medida del efecto prismático y error esferocilíndrico.....	10
4. Resultados.....	11
4.1 Gafas para visión próxima .....	11
4.1.1 Parámetros de las lentes .....	11
4.1.2 Resultados de las lentes centradas.....	12
4.1.3 Resultados de las lentes descentradas.....	13
4.2 Filtros solares .....	14
4.2.1 Espectro de transmisión.....	14
4.2.2 Efecto prismático y error esferocilíndrico .....	17
5. Discusión .....	20
5.1 Gafas para visión próxima .....	20
5.2 Filtros solares.....	22
5.2.1 Espectro de transmitancia.....	22
6. Conclusiones .....	23
7. Bibliografía.....	24

## RESUMEN

El uso de gafas premontadas para visión próxima y de gafas de sol adquiridas fuera de los establecimientos de ópticas es muy frecuente. A menudo se desaconseja su uso, ya que este tipo de ayudas se obtienen sin el asesoramiento de un profesional de la visión como es el óptico optometrista. En este trabajo se va a estudiar el comportamiento óptico en diferentes posiciones de uso de las gafas premontadas, y se va a comprobar el grado de cumplimiento de la normativa UNE-EN-ISO 21987; 2009. Además, se comparará con gafas de igual potencia obtenidas en ópticas. En el caso de los filtros solares, además de estudiar el comportamiento óptico se va a estudiar su transmitancia y se va a comparar con la normativa UNE-EN-ISO 12312-1 y con filtros obtenidos en ópticas. La finalidad del trabajo es averiguar si este tipo de ayudas pueden resultar perjudiciales para la visión.

## ABSTRACT

Use of preassembled reading glasses and sunglasses obtained outside of optician's shop is very usual. We discourage application, due to this kind of glasses are obtained without any advice of an eye care professional such as optician. In this paper it will study the optical behavior in different situations of preassembled glasses, and it will verify the extent of compliance with the UNE-EN-ISO 21987; 2009. In addition, it will be compared with lenses of same refractive power from optician's shops. In the case of solar filters, apart from studying the optical behavior, will be studied the transmittance and they will be compared with the UNE-EN-ISO 12312-1 and with filters from optician's shops. The aim of this project is to find out if this glasses can damage to eyesight.

# 1. INTRODUCCIÓN

Se denomina “gafa premontada” a aquella montura destinada únicamente para uso ocasional en VP, que incorpora lentes de igual potencia para ambos ojos (AO) con diseños tanto esféricos como esféricos [1]. Como se ha mencionado tanto su prescripción como su montaje no han sido efectuados por un profesional sanitario de la visión (óptico-optometrista).

Desde un punto de vista legal, las gafas premontadas se consideran producto sanitario de clase I por lo que deben cumplir la legislación española RD 1591/2009 en la se regulan los productos sanitarios y la ley 29/2006 de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios [2].

Por otra parte, deben cumplir la normativa UNE-EN-ISO 21987; 2009 y UNE-EN 14139 en la cual aparecen diferentes normas para su comercialización:

EN ISO 7998, EN ISO 8624 y EN ISO 12870: Óptica oftálmica. Monturas de gafas.

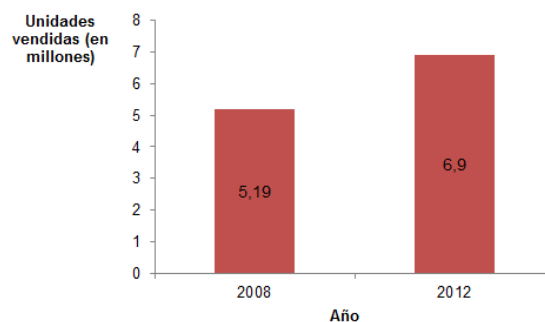
EN ISO 8980-1: Óptica oftálmica. Lentes terminadas sin biselar para gafas. Parte 1: Especificaciones para lentes monofocales y multifocales. (ISO 8980-1:2004)

EN ISO 13666 y EN ISO 14889: Óptica oftálmica. Lentes de gafas.

En cuanto a los filtros solares, deben cumplir la normativa UNE-EN ISO 12312-1; 2013 de “Protección de los ojos y la cara. Gafas de sol y equipos asociados. Parte 1: Gafas de sol para uso general” para su comercialización. Sin embargo, muchas veces se pueden obtener gafas de sol en establecimientos no especializados y en los que no se sabe si pasan alguna regulación.

Sin embargo, cada vez es más frecuente el uso de gafas premontadas destinadas a visión próxima (VP) y el uso de gafas de sol no adquiridas en establecimientos ópticos, no estando plenamente garantizado el control del cumplimiento de las normativas.

En la figura 1, se puede ver que en el año 2012 respecto al 2008, aumentó la venta de gafas premontadas en España [1].



*Fig. 1: Evolución de las ventas de gafas premontadas en España*

Por otra parte, en la figura 2 está representada la distribución de establecimientos en los cuales se han vendido gafas premontadas en los años 2008 y 2012. Se puede ver

que tanto en el año 2008 como en el 2012 la mayor parte de las gafas premontadas se obtienen en farmacias, boutiques y grandes almacenes, en las cuales no se recibe un asesoramiento óptico. Además en el año 2012 se vendieron más gafas premontadas en mercadillos que en ópticas <sup>[1]</sup>.

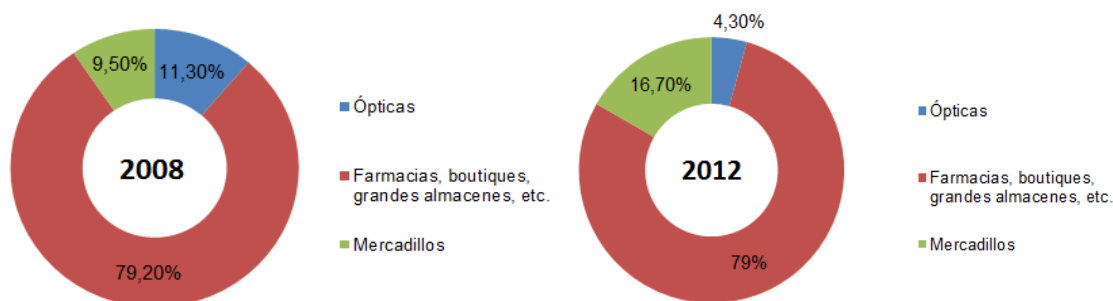


Fig.2: Distribución de la venta de gafas premontadas según el establecimiento en los años 2008 y 2012.

En la tabla I se puede ver las unidades vendidas de gafas de sol en los diferentes establecimientos en el año 2012 en España. Mientras que en la figura 3 se puede comprobar cómo decrecen las ventas en ópticas mientras que aumentan en establecimientos no especializados <sup>[1]</sup>.

Tabla I: Unidades de gafas de sol vendidas en el año 2012 en distintos establecimientos en España

	CANAL DE VENTA	UNIDADES	%
A	Ópticas	2.570.155	11,90
B	Tiendas solo sol	1.427.100	6,61
C	Tiendas de deportes	596.400	2,76
D	Grandes almacenes y tiendas de moda	4.654.230	21,55
E	Bazares, pequeños comercios, gasolineras etc.	2.115.300	9,79
F	Re-exportaciones, ofertas y promociones	3.838.475	17,77
G	Top manta y mercadillos	6.396.280	29,62

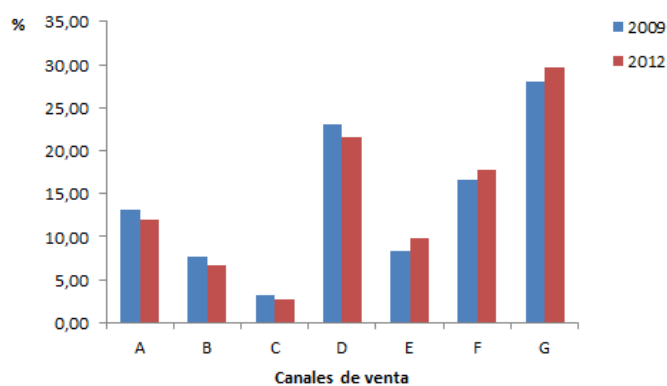


Fig. 3: Evolución de las ventas de gafas de sol en los distintos establecimientos de la tabla I.

Al adquirir gafas premontadas, sin el asesoramiento de un profesional de la visión como el óptico optometrista, no se tienen en cuenta aspectos como el centrado de la lente en pupila, la anisometropía, la existencia de astigmatismo, la necesidad de distinta adición para cada ojo y la visión binocular. Para evitar efectos prismáticos las lentes deben estar centradas en pupila a la distancia a la que se ha prescrito la gafa. Por otro lado, la prescripción en VP debe ser la correcta, para ello se debe corregir el posible error refractivo en visión lejana (VL) y a continuación, añadirle una adición para poder ver en VP. Sin embargo, estos aspectos no se tienen en cuenta a la hora de adquirir una gafa premontada y como consecuencia la acomodación puede ser desigual en AO, la agudeza visual (AV) podría no ser la mejor AV con corrección e incluso podría verse afectada la visión binocular.

En un estudio realizado en la Universidad de Santiago, se valoró la adecuación de gafas premontadas en la corrección de la presbicia. Para ello se observó una muestra de 891 pacientes présbitas y se tuvo en cuenta todos los aspectos anteriormente mencionados para la adaptación de una gafa para VP. Al final del estudio se pudo concluir que solo un 10% de los pacientes eran aptos para la utilización de gafas premontadas <sup>[3]</sup>.

En otro estudio realizado en la Universidad Politécnica de Cataluña en una muestra de 507 pacientes, se pudo observar que 49 eran usuarios de gafas premontadas de los cuales solo un 33% alcanzaban una AV de 1 en VP <sup>[2]</sup>.

Por otra parte, en cuanto a los filtros solares es importante proteger los ojos de la radiación ultravioleta (UVB y UVA) porque una exposición continua puede ser factor de riesgo para provocar diferentes patologías oculares, así como: Pterigium, pinguécula, retinopatía solar y degeneración macular asociada a la edad (DMAE) entre otras <sup>[4]</sup>.

Además, hoy en día existe una gran controversia con la toxicidad de luz azul, emitida por el sol, los dispositivos electrónicos o las luces LED <sup>[5]</sup>. Es por esto, que se va a comprobar la transmitancia del filtro en el rango de la luz azul cercano al UV (380-440nm).

Teniendo en cuenta la importancia de un correcto uso de gafas para VP y filtros solares y debido a la poca información y estudios realizados en este ámbito, en este trabajo se va a tratar de estudiar el comportamiento óptico de diferentes gafas premontadas y filtros solares, teniendo en cuenta la normativa para la comercialización y se va a comparar con lentes de igual potencia y filtros obtenidos en ópticas.

## 2. OBJETIVOS

1. Comprobar el grado de cumplimiento de la normativa UNE-EN-ISO 21987; 2009 de una muestra de gafas premontadas mediante el cálculo de parámetros que caracterizan su comportamiento óptico y comparado con el de gafas con lentes de igual potencia obtenidas en establecimientos de óptica.

2. Comprobar el grado de cumplimiento de la normativa UNE-EN-ISO 12312-1 de una muestra de filtros obtenidos en diferentes establecimientos mediante la medida de su espectro de transmisión y de los parámetros que caracterizan su comportamiento óptico y comparado con el de filtros obtenidos en ópticas.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN DE GAFAS PARA VISIÓN PRÓXIMA

##### 3.1.1 MUESTRA EMPLEADA

En este trabajo se han utilizado 10 gafas premontadas de potencia de vértice posterior ( $P_{VP}$ ) entre +1,00 D y +3,50D con geometría esférica y/o esférica con el fin de estudiar el comportamiento de las lentes en diferentes situaciones. En tabla II se puede ver la clasificación de las lentes empleadas, en 3 de ellas se desconoce la marca.

*Tabla II: Clasificación según  $P_{VP}$  y geometría de las lentes premontadas empleadas*

$P_{VP}$ (D)	Geometría	Marca
+1,00	Esférica	-
+1,00	Asférica	Centrostyle
+1,50	Esférica	GET Italy
+1,50	Esférica	Spectral Italy
+2,00	Esférica	GET Italy
+2,50	Esférica	-
+2,50	Asférica	Centrostyle
+3,00	Esférica	CLIC eyewear
+3,00	Asférica	Centrostyle
+3,50	Esférica	-

Para medir los parámetros que caracterizan a las lentes de las gafas premontadas, se utilizó el espesímetro para la medida del espesor de centro ( $e_c$ ) y borde (en el caso de las lentes asféricas) y el esferómetro para la medida del radio de curvatura base (cara convexa) y el radio de la cara posterior (cara cóncava). Mediante el frontofocómetro manual se midió la  $P_{VP}$  y se localizó el centro óptico de la lente para obtener el valor de la distancia nasopupilar (DNP) para la cual está diseñada cada una de las gafas.

Estas lentes se compararán con lentes oftálmicas de igual potencia y geometría esférica de material 1,59. En la tabla III aparecen las bases típicas según potencia.

*Tabla III: Tabla de bases típicas de lentes oftálmicas esféricas*

$P_{VP}$ (D)	Base (D)	Radio (mm)
+1,00	+6	88,33
+1,50	+6	88,33
+2,00	+6	88,33
+2,50	+8	66,25
+3,00	+8	66,25
+3,50	+8	66,25

### 3.1.2 SIMULACIÓN EN OSLO DE LAS LENTES

Para la simulación de las lentes se ha empleado el software OSLO diseñado por la compañía Lambda Research Corporation [6]. Mediante este programa de trazado real de rayos se va a calcular y analizar el comportamiento óptico de las lentes en diferentes situaciones.

Para ello, se tomó como referencia una distancia de 30 cm desde el plano objeto al vértice anterior de la lente, 15 mm desde el vértice posterior de la lente hasta un diafragma que simula la pupila de entrada del ojo y 27 mm desde el vértice posterior de la lente al centro de rotación del ojo. Por otro lado, el diámetro pupilar empleado en todos los casos fue 4 mm. En las lentes premontadas se introducen los parámetros de diseño medidos salvo el índice de refracción ( $n$ ) que se puede obtener conociendo la  $P_{VP}$  de la lente. En cuanto a las lentes esféricas, se utilizó el valor del espesor en borde medido para obtener el parámetro de asfericidad de la 1ª superficie (en lentes positivas se suele asferizar la 1ª superficie, que es la que mayor potencia presenta).

Para la simulación de las lentes de VP obtenidas en ópticas, conocida la base,  $n$  y  $P_{VP}$  y suponiendo un espesor de borde de 0,1 mm, se calculó el radio de la cara cóncava y el espesor central de la lente.

#### COMPORTAMIENTO DE LAS LENTES CUANDO ESTÁN CENTRADAS

Una vez simuladas las lentes, se estudió la calidad óptica en posición primaria de mirada (PPM) y en mirada oblicua cuando el centro óptico coincide con la pupila. En PPM, se observó el diagrama de impactos en el plano imagen y se comparó con el límite marcado por la difracción (disco de Airy). Si el disco de Airy es mayor que el diagrama de impactos, el sistema estará limitado por la difracción mientras que si el diagrama de impactos es mayor que el límite de difracción, estará limitado por las aberraciones.

Para el cálculo del error esferocilíndrico en mirada oblicua, se tomó como referencia la anchura de un A4 para obtener el ángulo máximo de rotación del ojo al mirar en visión próxima. Mediante su tangente se obtiene que el ángulo es aproximadamente 19°.

Teniendo en cuenta la aberrometría de OSLO se calcularon los coeficientes de Zernike de bajo orden (desenfoque, astigmatismo a 0° y astigmatismo a 45°) y a continuación, se calculó el error esferocilíndrico a través de las siguientes fórmulas:

$$\mathbf{M} = \frac{-4 C_2^0}{r^2} \quad \mathbf{J}_0 = \frac{-2 C_2^2}{r^2} \quad \mathbf{J}_{45} = \frac{-2 C_2^{-2}}{r^2} \quad (1)$$

donde:

$C_2^0$  es el coeficiente de Zernike correspondiente al desenfoque;  $C_2^2$  es el coeficiente de Zernike correspondiente al astigmatismo a 0°;  $C_2^{-2}$  es el coeficiente de Zernike correspondiente al astigmatismo a 45°



A partir de M, J<sub>0</sub> y J<sub>45</sub> se calculan S, C y α:

$$C = -2 \sqrt{J_0^2 + J_{45}^2} \quad S = M - C/2 \quad \alpha = \frac{\tan(J_{45}/J_0)^{-1}}{2} \quad (2)$$

Donde C y S están expresadas en dioptrías y α en grados <sup>[7]</sup>.

Teniendo en cuenta que son lentes destinadas a trabajo en visión próxima (por ejemplo, lectura) se estudió el error esferocilíndrico al realizar movimientos de barrido de los ojos en horizontal. En esta situación se pueden comparar S, C y α de cada una de las lentes, ya que α tiene el mismo valor para cada uno de los casos, 180°.

Por último, se ha considerado que por lo general un ojo sano (sin patologías) es sensible a cambios de potencia de esfera o cilindro de ±0,25D. Por lo que un error de esfera y/o cilindro superior a 0,25D será clínicamente significativo.

#### COMPORTAMIENTO DE LAS LENTES DESCENTRADAS

Por otro lado, se evaluó la calidad óptica de las lentes cuando el centro óptico no coincide con la pupila. Para ello, teniendo en cuenta el centro óptico de la lente, se pudo medir las distancias nasopupilares para las que las gafas premontadas estaban fabricadas. A continuación, se simularon en OSLO descentramientos respecto al centro óptico de 3 y 6 mm en cada lente. Una vez realizados los descentramientos se compararon los resultados obtenidos con la tolerancia en fabricación (Tabla IV) marcado en la normativa UNE-EN-ISO 21987; 2009 <sup>[8]</sup>.

*Tabla IV: Tolerancias en la potencia de vértice posterior*

Potencia del meridiano principal con mayor valor absoluto de la PVP	Tolerancia en la potencia de vértice posterior de cada meridiano principal
≥0,00 y ≤3,00	±0,12
>3,00 y ≤6,00	±0,12

Del mismo modo, se procedió a calcular el efecto prismático inducido por el descentramiento de las lentes mediante la Ley de Prentice:

$$\Delta = P_{VP} (D) * d (cm) \quad (3)$$

En la tabla V se puede ver la tolerancia de efecto prismático marcado en la normativa UNE-EN-ISO 21987; 2009 <sup>[8]</sup>. Para las lentes de +1,00D a +3,00D nos fijaremos en que el efecto prismático horizontal no sea mayor a 0,67 Δ. Mientras que para la lente de +3,50D el efecto prismático no debe ser mayor que el correspondiente a un descentramiento de 2 mm, es decir 0,7 Δ.

Tabla V: Tolerancias del desequilibrio prismático

Valor absoluto de la máxima componente del prisma prescrito $\Delta$	Tolerancia de la componente horizontal (relativa a la distancia de centrado prescrita)	Tolerancia de la componente vertical (relativa a la distancia de centrado prescrita)
$\geq 0,00$ a $\leq 2,00$	<p>Para <math>P_{VP} \geq 0,00</math> a <math>\leq 3,25</math> D  <math>0,67 \Delta</math></p> <p>Para potencias <math>&gt; 3,25</math>D                      El efecto prismático de un desplazamiento de 2 mm</p>	<p>Para <math>P_{VP} \geq 0,00</math> a <math>\leq 5,00</math> D  <math>0,50 \Delta</math></p> <p>Para potencias <math>&gt; 5,00</math>D                      El efecto prismático de un desplazamiento de 1 mm</p>

En todos los casos se ha supuesto que las gafas destinadas a VP obtenidas en ópticas, están centradas en pupila, por lo que no aparecen efectos prismáticos. Sin embargo, se ha estudiado el comportamiento de algunas de estas lentes (+2,00 D y +3,50 D) cuando no se centran en pupila.

### INFLUENCIA DEL ÁNGULO PANTOSCÓPICO

En todos estos casos, no se ha tenido en cuenta el ángulo pantoscópico a la hora de simular y estudiar el comportamiento de las lentes. Es por eso, que se ha simulado y posteriormente se ha comparado las lentes de mayor potencia (+3,50D) de cada una de los dos tipos de lentes estudiadas. Se ha introducido el ángulo pantoscópico en esta lente, ya que es la lente de mayor  $P_{VP}$  y por lo tanto los valores pueden ser más significativos.

En primer lugar, se ha calculado el error esferocilíndrico de la lente de la gafa premontada en PPM y al realizar un descentramiento de 3mm. Y en segundo lugar, se ha estudiado el comportamiento en PPM de la lente para VP obtenida en ópticas. En ambos casos, se ha supuesto un ángulo pantoscópico de  $10^\circ$ .

## 3.2 CARACTERIZACIÓN DE FILTROS SOLARES

### 3.2.1 MUESTRA EMPLEADA

En cuanto a la muestra empleada, se han utilizado un total de 64 filtros solares. De los cuales 51 han sido obtenidos en establecimientos ópticos (14 de ellos son filtros de material mineral y 37 de material orgánico) y 13 en otro tipo de comercios.

### 3.2.2 MEDIDA DEL ESPECTRO DE TRANSMISIÓN

Se ha evaluado la curva de transmisión de luz de los diferentes filtros mediante un espectrofotómetro. El modelo empleado es el “Cary Series UV-VIS- NIR Spectrophotometer” que mide en el rango de 175 nm a 3300 nm <sup>[9]</sup>. Este instrumento consta de varias fuentes de luz que emiten en diferentes longitudes de onda. Mediante unas redes de difracción se seleccionan las diferentes longitudes de onda. Esta luz pasa a través de la muestra y al final se coloca un detector que mide la intensidad de radiación transmitida por la muestra. En este caso, las curvas analizadas fueron las de

transmitancia, obtenidas con el cociente entre la intensidad transmitida y la intensidad incidente en función de  $\lambda$ .

La transmitancia del filtro se midió en el rango que va desde los 200 nm hasta los 2000 nm. En este rango, se estudiará el comportamiento del filtro en las diferentes bandas marcadas en la normativa UNE-EN-ISO 12312-1 (Tabla VI) <sup>[10]</sup>.

- Ultravioleta B (280-315 nm)
- Ultravioleta A (315-380 nm)
- Espectro visible (380-780 nm): Se clasificarán los filtros en diferentes categorías (0, 1, 2, 3 y 4).
- Infrarrojo (780-2000 nm)

Tabla VI: Rango de transmitancia de filtros solares UNE-EN-ISO 12312-1

Etiqueta para el consumidor	Etiqueta técnica	Requisitos			
Etiqueta descriptiva	Categoría del filtro	Rango espectral UV		Rango espectral visible	Rango infrarrojo
		Máximo valor de transmitancia de UV-B $T_{SUVB}$ 280-315nm	Máximo valor de transmitancia de UV-A $T_{SUVA}$ 315-380nm	Rango de transmitancia a $T_V$ 380nm-780nm	Máximo valor de transmitancia de infrarrojo $T_{SIR}$ 780-2000nm
Gafas con tinte claro	0	0,05 $T_V$	$T_V$	$T_V > 80\%$	$T_V$
	1	0,05 $T_V$	$T_V$	$43\% < T_V \leq 80\%$	$T_V$
Gafas de sol de uso general	2	1,0% absoluto o 0,05 $T_V$ , (cualquiera que sea mayor)	0,5 $T_V$	$18\% < T_V \leq 43\%$	$T_V$
	3	1,0% absoluto	0,5 $T_V$	$8\% < T_V \leq 18\%$	$T_V$
Gafas muy oscuras para uso especial	4	1,0% absoluto	1,0% absoluto o 0,25 $T_V$ (cualquiera que sea mayor)	$3\% < T_V \leq 8\%$	$T_V$

### 3.2.3 MEDIDA DEL EFECTO PRISMÁTICO Y ERROR ESFEROCILÍNDRICO

Se ha medido el efecto prismático y el error esferocilíndrico en diferentes posiciones de las lentes. Estas medidas se realizaron con el frontofocómetro manual a una distancia nasopupilar de 30 mm (suponiendo un puente de gafa de 18 mm) y en el centro Boxing. Después se ha comparado con los criterios que aparecen en la normativa UNE-EN-ISO 12312-1 (Tablas VII y VIII) <sup>[10]</sup>.

Tabla VII: Límite de efectos prismáticos de los filtros solares según normativa

Efecto prismático horizontal ( $\Delta$ )		Efecto prismático vertical ( $\Delta$ )
BT	BN	0,25
1,00	0,25	

Tabla VIII: Límite de error esferocilíndrico de filtros solares según normativa

Potencia esférica	Potencia cilíndrica
Promedio de las potencias de los dos meridianos principales $(D1 + D2)/2$ diop.	Diferencia absoluta entre los dos meridianos principales $ D1 - D2 $ diop.
$\pm 0,12$ D	$\leq 0,12$ D

## 4. RESULTADOS

### 4.1 GAFAS PARA VISIÓN PRÓXIMA

#### 4.1.1 PARÁMETROS DE LAS LENTES

En la tabla IX se pueden ver los parámetros medidos de las lentes premontadas esféricas.

Tabla IX: Parámetros de las lentes esféricas de las gafas premontadas

$P_{VP}$ (D)	Radio 1 (mm)	Radio 2 (mm)	$e_c$ (mm)	DNP (mm)
+1,00	117,78	141,33	2,8	31
+1,50	124,71	176,67	2,4	30
+1,50	111,58	163,08	2,8	31
+2,00	124,71	235,56	3,0	31,5
+2,50	124,71	302,86	3,9	30
+3,00	106,00	265,00	2,8	34
+3,50	117,78	530,00	4,6	31

Como se ha mencionado, se ha tratado de estimar el parámetro de asfericidad de las lentes esféricas teniendo en cuenta el espesor en centro y borde. En la Tabla X se puede ver los parámetros de las lentes esféricas de las gafas premontadas.

Tabla X: Parámetros de las lentes esféricas de las gafas premontadas

$P_{VP}$ (D)	$r1$ (mm)	$r2$ (mm)	$e_c$ (mm)	$e_b$ (mm)	Parámetro de asfericidad	DNP (mm)
+1,00	137,90	176,67	2,4	1,8	-2,6	31
+2,50	151,43	424,00	4	1,8	7	31
+3,00	124,71	302,86	4,2	1,5	4,8	30

En todos los casos de lentes premontadas, el índice de refracción es 1,59.

## 4.1.2 RESULTADOS DE LAS LENTES CENTRADAS

En primer lugar, se estudió el comportamiento de las lentes premontadas y oftálmicas en PPM. En todos los casos al observar el diagrama de impactos se puede ver que, la mancha de Airy es la que limita el sistema. En la figura 4 se muestra el diagrama de impactos en el plano imagen paraxial correspondiente a la lente premontada esférica de +3,50D.

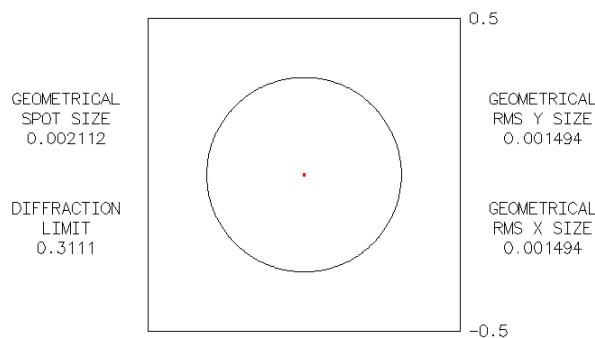


Fig. 4: Diagrama de impactos en el plano imagen de la lente premontada de +3,50 D

En la tabla XI y XII se puede ver el error esférico y cilíndrico de las lentes premontadas esféricas y esféricas al realizar el movimiento en mirada oblicua.

Tabla XI: Error esferocilíndrico de las lentes premontadas esféricas en mirada oblicua

	<b>P<sub>VP</sub> (D)</b>	<b>S (D)</b>	<b>C (D)</b>
P 1	+1,00	0,01	-0,00
P 2	+1,00	0,00	-0,02
P 3	+1,50	0,01	-0,01
P 4	+2,00	0,00	-0,05
P 5	+2,50	0,00	-0,07
P 6	+3,00	0,00	-0,10
P 7	+3,50	-0,02	-0,17

Tabla XII: Error esferocilíndrico de las lentes premontadas esféricas en mirada oblicua

	<b>P<sub>VP</sub> (D)</b>	<b>S (D)</b>	<b>C (D)</b>
P. asf 1	+1,00	0,07	-0,04
P. asf 2	+2,50	-0,11	-0,38
P. asf 3	+3,00	-0,12	-0,41

En la tabla XIII se puede ver el comportamiento en mirada oblicua de las lentes destinadas a VP obtenidas en ópticas.

Tabla XIII: Error esferocilíndrico en mirada oblicua de las lentes de VP

	<b>P<sub>VP</sub> (D)</b>	<b>S (D)</b>	<b>C (D)</b>
O 1	+1,00	0,02	-0,00
O 2	+1,50	0,02	-0,00
O 3	+2,00	0,02	-0,01
O 4	+2,50	0,07	-0,03
O 5	+3,00	0,08	-0,02
O 6	+3,50	0,08	-0,02

En todos los casos el error de esfera y cilindro es mayor cuando aumenta la  $P_{VP}$  de la lente. En todos los casos el error de potencia es  $\leq$  a 0,10 D (en valor absoluto) salvo en el error de cilindro de la lente P7 y P. asf 2 y el error de esfera y cilindro de la P. asf 3.

#### 4.1.3 RESULTADOS DE LAS LENTES DESCENTRADAS

Por otra parte se ha estudiado el comportamiento de las lentes cuando no están centradas en pupila. A continuación, en la tabla XIV se muestra el error esferocilíndrico y el efecto prismático al descentrar 3 y 6 mm en las lentes premontadas esféricas y en la tabla XV el error esferocilíndrico al descentrar 3 y 6 mm en las lentes premontadas esféricas. El efecto prismático calculado con Prentice es el mismo en las lentes esféricas que en las esféricas.

*Tabla XIV: Error esferocilíndrico y efecto prismático al introducir los descentramientos en las lentes premontadas esféricas*

	$P_{VP}$ (D)	Descentramiento (cm)	S (D)	C (D)	Efecto prismático ( $\Delta$ )
P 1	+1,00	0,3	-0,00	-0,00	0,30
		0,6	0,03	-0,09	0,60
P 2	+1,00	0,3	-0,00	-0,00	0,30
		0,6	0,04	-0,09	0,60
P 3	+1,50	0,3	-0,00	-0,00	0,45
		0,6	-0,01	-0,01	0,90
P 4	+2,00	0,3	-0,00	-0,00	0,60
		0,6	-0,01	-0,01	1,20
P 5	+2,50	0,3	-0,00	-0,00	0,75
		0,6	-0,01	-0,02	1,50
P 6	+3,00	0,3	-0,00	-0,01	0,90
		0,6	-0,01	-0,02	1,80
P 7	+3,50	0,3	-0,00	-0,01	1,05
		0,6	-0,01	-0,02	2,10

*Tabla XV: Error esferocilíndrico al introducir los descentramientos en las lentes premontadas esféricas*

	$P_{VP}$ (D)	Descentramiento (cm)	S (D)	C (D)
P. asf 1	+1,00	0,3	0,00	-0,00
		0,6	0,02	-0,01
P. asf 2	+2,50	0,3	-0,00	-0,02
		0,6	-0,03	-0,06
P. asf 3	+3,00	0,3	-0,01	-0,02
		0,6	-0,04	-0,07

En la tabla XVI se muestra el error esferocilíndrico al descentrar 3 y 6 mm las lentes de óptica de PVP +2,00 D y +3,50 D.

Tabla XVI: Error esferocilíndrico al introducir los descentramientos en las lentes de +2,00D y +3,50D obtenidas en ópticas

	<b>P<sub>VP</sub> (D)</b>	<b>Descentramiento (cm)</b>	<b>S (D)</b>	<b>C (D)</b>
O 3	+2,00	0,3	0,00	0,00
		0,6	-0,01	-0,03
O 6	+3,50	0,3	-0,00	-0,02
		0,6	-0,03	-0,06

Como se puede observar, el error cilíndrico y esférico y el efecto prismático aumentan al realizar descentramientos mayores (6 mm) y al aumentar la P<sub>VP</sub> de las lentes. En ninguno de los casos el error de esfera o cilindro es superior a 0,10D. Además los resultados obtenidos en las gafas premontadas y en las gafas de óptica son muy similares.

En cuanto a la base de cada uno de los efectos prismáticos, dependerá de la dirección en la que se crea el descentramiento. Es decir, si tomamos la lente del ojo derecho como referencia, cuando se crea un descentramiento de la lente hacia nasal, se creará un efecto prismático BT, mientras que si se crea un descentramiento hacia temporal, se creará un efecto prismático BN.

Por último, se ha estudiado el comportamiento de las lentes premontadas y de óptica de +3,50, al introducir un ángulo pantoscópico de 10°. En la tabla XVII se puede ver el error esferocilíndrico obtenido en cada uno de los casos.

Tabla XVII: Error esferocilíndrico de las lentes de +3,50D al introducir un ángulo pantoscópico de 10°

	<b>P<sub>VP</sub> (D)</b>	<b>Descentramiento (cm)</b>	<b>S (D)</b>	<b>C (D)</b>	<b>α (°)</b>
P7	+3,50	0	-0,04	-0,13	0
		0,3	0,05	-0,13	34
O6	+3,50	0	-0,03	-0,11	0

Se puede observar que en los tres casos el error de cilindro es mayor que el de esfera y que en los casos de la lente de la gafa premontada es similar que en la lente de óptica. Por otro lado, se puede ver que en el caso de la P7 al introducir el ángulo pantoscópico y realizar el descentramiento el eje del error de cilindro es distinto de 0°, esto se debe a que se ha realizado un movimiento en vertical para introducir el ángulo pantoscópico y un movimiento en horizontal para realizar el descentramiento.

## 4.2 FILTROS SOLARES

### 4.2.1 ESPECTRO DE TRANSMISIÓN

En las figuras 5, 6 y 7 se pueden ver el espectro de transmisión (% T) de los filtros no obtenidos en ópticas, filtros de óptica minerales y orgánicos respectivamente.

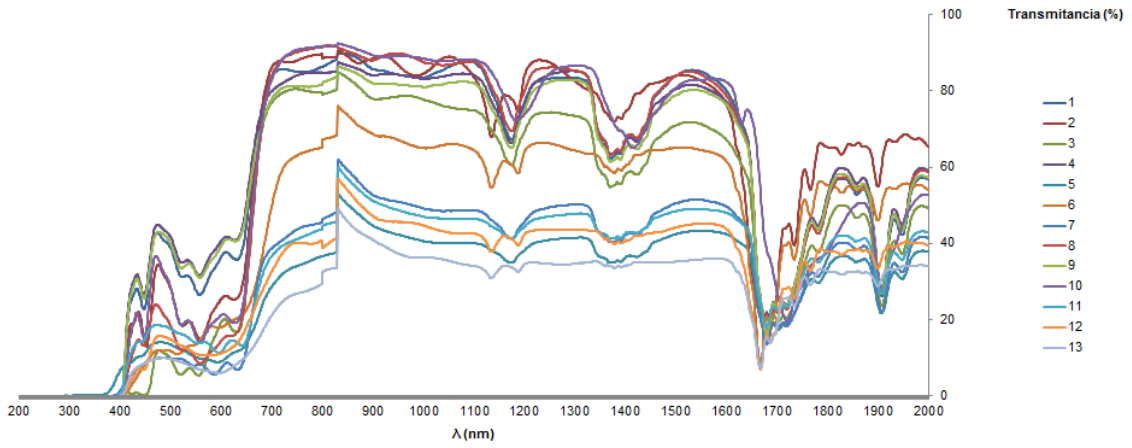


Fig. 5: Curva de % T del espectro de los filtros no obtenidos en ópticas

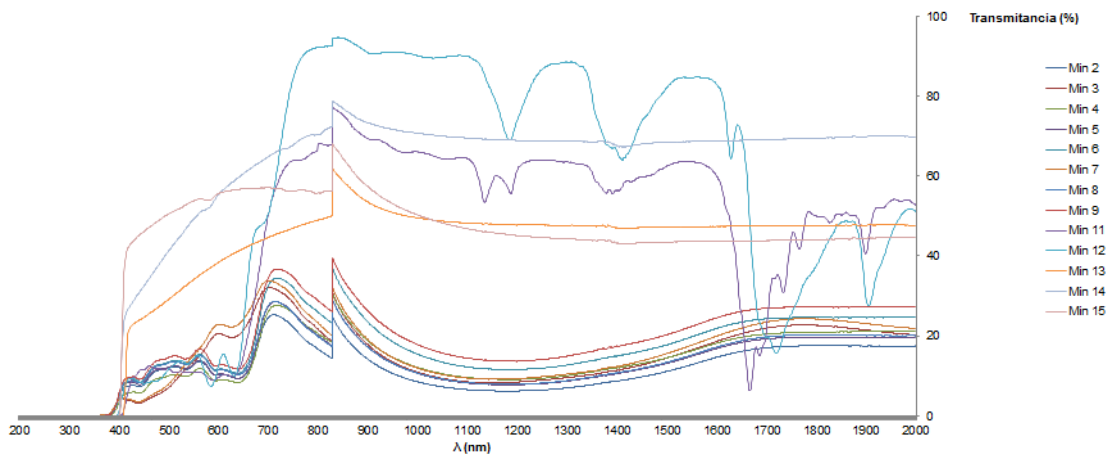


Fig. 6: Curva de % T del espectro de los filtros de óptica de material mineral

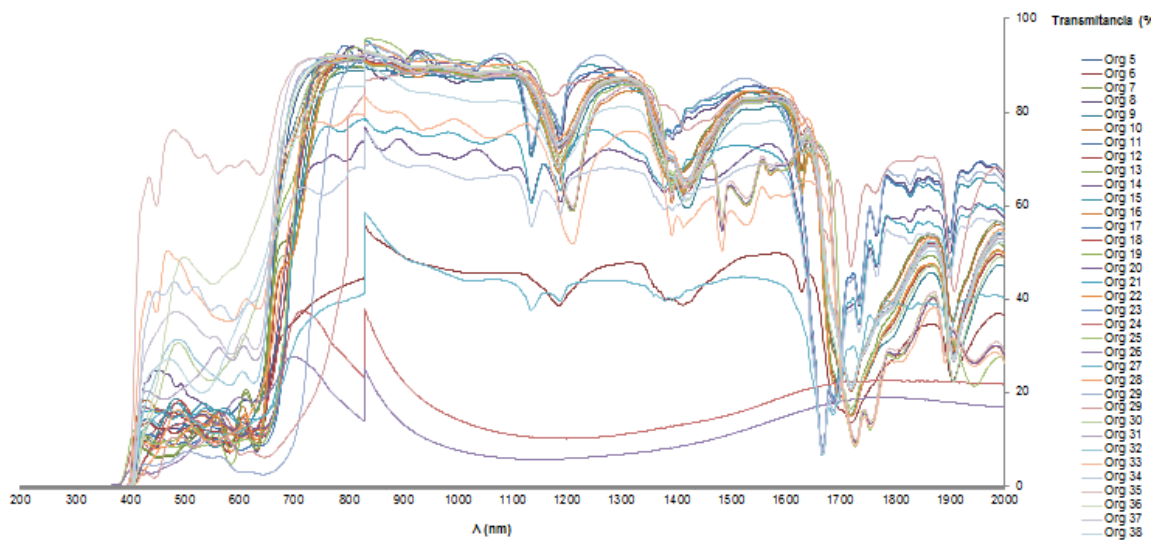


Fig. 7: Curva de % T del espectro de los filtros de óptica de material orgánico



En general todos los filtros transmiten a partir de 380 nm, por lo que absorben el UVB y UVA. Para poder clasificar los filtros según categoría, se ha analizado el rango del espectro electromagnético que va desde 380-660 nm: Teniendo en cuenta la transmitancia en este rango de cada una de las categorías se han clasificado los filtros en la siguiente tabla (Tabla XVIII):

Tabla XVIII: Clasificación de los filtros en categorías según %T en el rango 380-660nm.

	Filtros de gafas de ópticas		Filtros no obtenidos en ópticas
	Orgánicas	Minerales	
Categoría 1	4	2	2
Categoría 2	8	4	6
Categoría 3	25	8	5

En la figura 8 se puede ver el % de transmitancia de la luz azul de los filtros no obtenidos en ópticas y obtenidos en ópticas de material mineral y orgánico respectivamente.

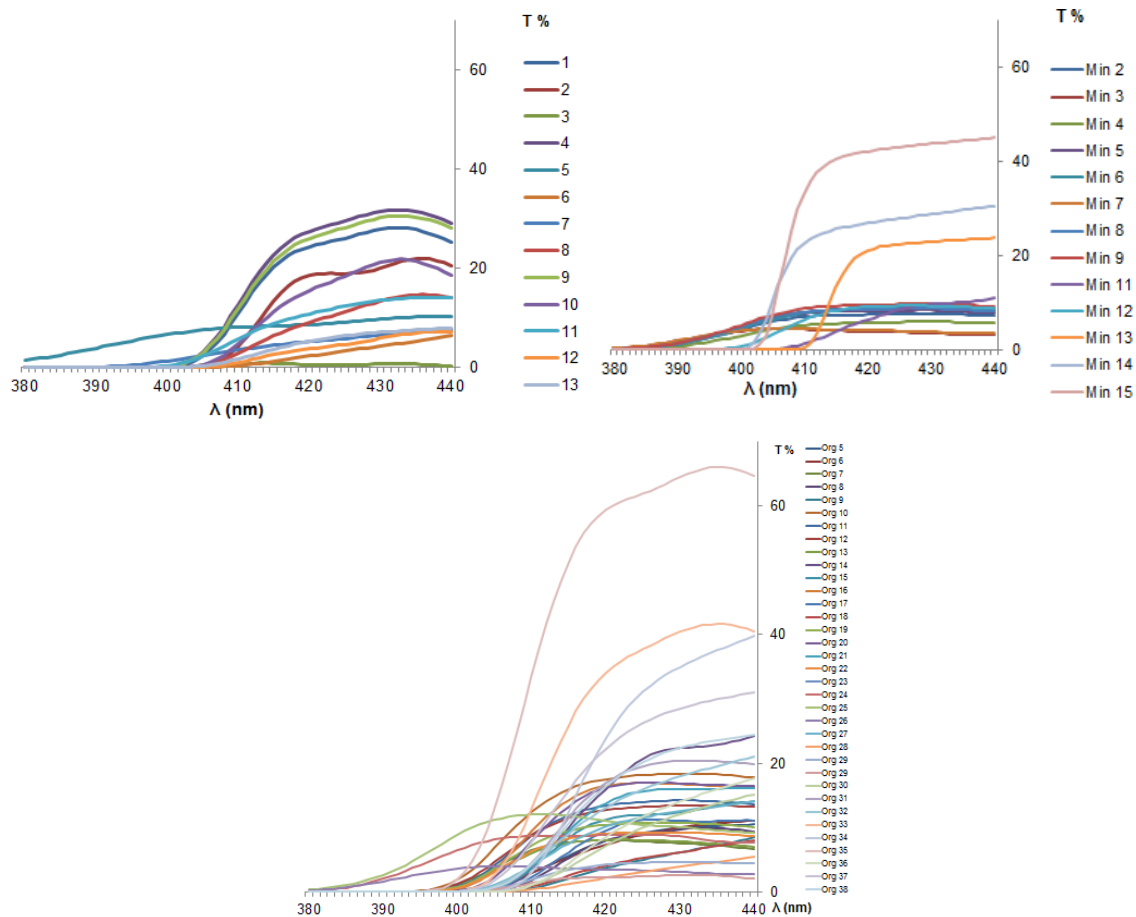


Fig. 8: Curva de % T en el rango de luz azul de filtros no obtenidos en óptica, de óptica minerales y de óptica orgánicos respectivamente.

En cuanto al rango del infrarrojo, en la mayoría de los casos la transmitancia es mayor que en el visible.

#### 4.2.2 EFECTO PRISMÁTICO Y ERROR ESFEROCILÍNDRICO

Para evaluar el efecto prismático de los filtros solares se ha tenido en cuenta el siguiente criterio de signos:

Signo	$\Delta$ HORIZONTAL	$\Delta$ VERTICAL
+	Base Temporal (BT)	Base Superior (BS)
-	Base Nasal (BN)	Base Inferior (BI)

En las figuras 9 y 10 se puede ver los efectos prismáticos medidos a una distancia nasopupilar de 30 mm y en el centro Boxing respectivamente de las diferentes gafas no obtenidas en ópticas. En el eje de las ordenadas está representado el efecto prismático y en el de las abscisas las lentes que se han medido.

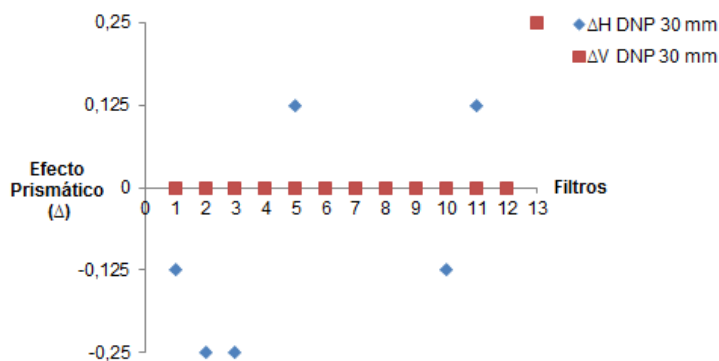


Fig. 9: Medida del efecto prismático a una distancia nasopupilar de 30 mm de los filtros no obtenidos en ópticas

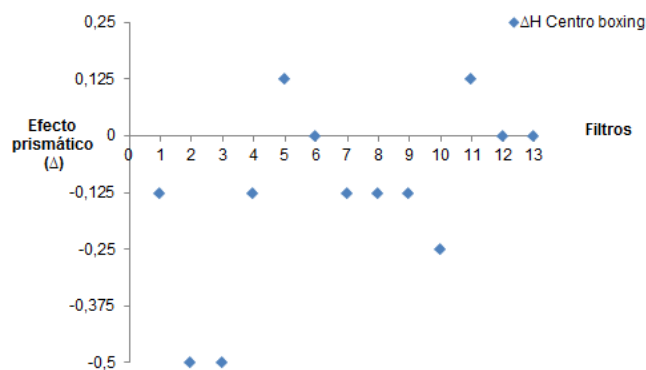


Fig. 10: Medida del efecto prismático en el centro Boxing de los filtros no obtenidos en ópticas

Como se puede ver el efecto prismático vertical en todos los casos es 0 excepto en el filtro número 13 que es 0,25  $\Delta$  BS. Mientras que el efecto prismático horizontal es más

diverso. En los filtros 5, 11 y 13 el efecto prismático es BT, en los filtros 1, 2, 3 y 10 es BN y en el resto no se produce ningún efecto prismático horizontal a 30 mm.

Como se puede comprobar, al medir el efecto prismático en el centro Boxing, los filtros 2 y 3 son las que mayor efecto prismático horizontal producen ( $0,50 \Delta$  BN) seguidos del número 10 ( $0,25 \Delta$  BN). Sin embargo, ninguno de los filtros medidos produce efectos prismáticos verticales en el centro Boxing.

En cuanto al error esferocilíndrico, en la tabla XIX se puede ver que el filtro nº 13, tanto en Boxing como a una DNP de 30 mm produce un error de esfera y cilindro y en el filtro nº 8 se produce un error de esfera de  $+0,125$  D en el centro Boxing. En el resto de filtros no se produce errores de esfera y cilindro en las dos posiciones medidas.

Tabla XIX: Error esferocilíndrico en el centro Boxing y a una DNP de 30 m de los filtros 8 y 13.

Filtros	Error esferocilíndrico (D) a una DNP 30 mm	Error esferocilíndrico (D) en Boxing
8	0	+0,125
13	0 esf - 0,25 x 180°	0 esf - 0,50 x 180°

Por otro lado se ha medido el efecto prismático y el error de esfera y cilindro de los filtros obtenidos en ópticas. En las figuras 11 y 12, se puede ver representado el efecto prismático horizontal en el centro Boxing y a una DNP de 30 mm de cada uno de los filtros solares orgánicos y minerales respectivamente. En el eje de las ordenadas está representado el efecto prismático y en el de las abscisas los filtros. En ninguno de los casos se produce un efecto prismático vertical.



Fig. 11: Medida del efecto prismático de los filtros orgánicos

En el caso de los filtros nº 3, 10, 11, 12, 16, 23, 24, 25, 28, 30 y 34 se produce el máximo efecto prismático,  $0,25 \Delta$  BN. Como se puede ver en todos estos casos el efecto prismático es mayor en el centro Boxing que a una DNP de 30 mm.

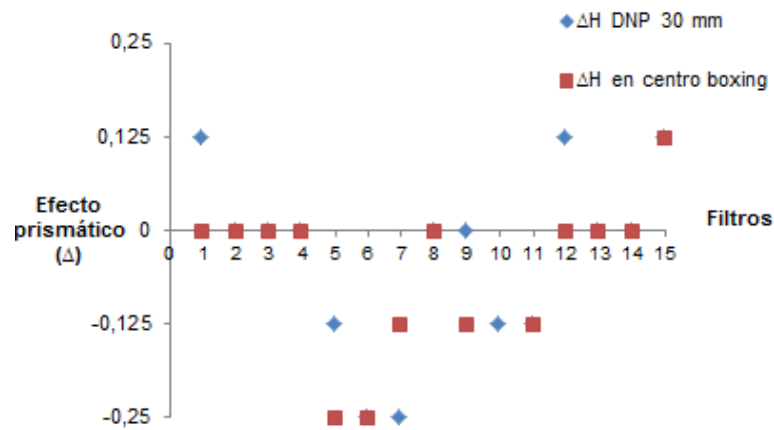


Fig. 12: Medida del efecto prismático de los filtros minerales

En cuanto a los filtros minerales, el máximo efecto prismático (0,25  $\Delta$  BN) se produce en los filtros 5, 6 y 7. Sin embargo, el máximo efecto prismático BT es 0,125  $\Delta$  y se produce en los filtros 2, 4, 7 y 33 en el caso de los filtros orgánicos y 1, 12 y 15 en el caso de los minerales.

En las figuras 13 y 14 se puede ver el error de esfera en D en el eje de las ordenadas y en el de las abscisas los diferentes filtros en los que se produce un error esférico.

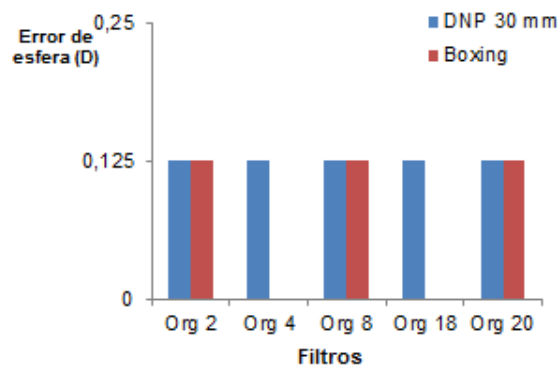


Fig. 13: Medida del error esférico de los filtros orgánicos

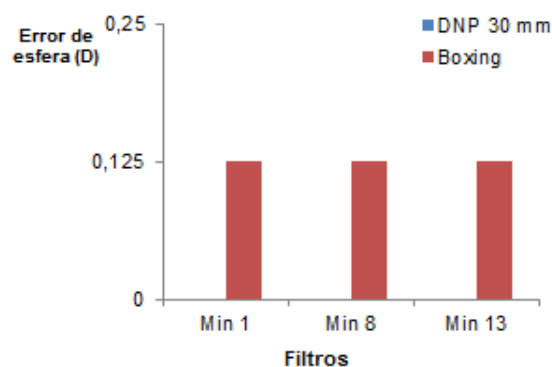


Fig. 14: Medida del error esférico de los filtros minerales

Como se puede ver el máximo error de esfera es de +0,125 D y únicamente se produce en 8 filtros en el resto de filtros no se produce ningún error de esfera ni de cilindro.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 GAFAS PARA VISIÓN PRÓXIMA

Al evaluar el diagrama de impactos en el plano imagen cuando las lentes estaban centradas y en PPM, se pudo ver que todas las lentes (premontadas y obtenidas en ópticas) estaban limitadas por la difracción y no por las aberraciones. Por lo que se puede decir, que en ninguno de los casos en PPM las aberraciones sean las que limiten el sistema.

Por otro lado, al estudiar el error esferocilíndrico en mirada oblicua de las gafas destinadas a visión próxima, como se ha mencionado en el apartado de material y métodos, un error de esfera y/o cilindro mayor de 0,25 D se considera clínicamente significativo. Teniendo en cuenta este criterio, al observar el comportamiento en mirada oblicua, ninguna de las lentes estudiadas superan el límite de esfera o cilindro, excepto las lentes P. asf 2 y 3 que tienen un error de cilindro de 0,38 D y 0,41 D respectivamente. Al observar las tablas XI, XII y XIII, los errores de potencia esférica y cilíndrica de las gafas premontadas esféricas en todos los casos son mayores que los de las gafas premontadas esféricas y las obtenidas en ópticas.

Después, se ha estudiado el comportamiento de las lentes cuando no están centradas en pupila, por un lado se midió el error esferocilíndrico y por otro se calculó el efecto prismático al realizar descentramientos de 3 y 6 mm. El error esferocilíndrico se comparó con el criterio mencionado en la normativa (tabla IV). Se ha podido observar que en ningún caso los valores obtenidos eran relevantes y no se ha superado el límite marcado en la norma. Además, los valores obtenidos para las lentes premontadas y para las lentes de óptica son muy similares.

Al observar la tabla XIV y comparar los valores con las normativa, se ha podido ver que en caso de las lentes de +1,50D y +2,00D el efecto prismático inducido al realizar descentramientos de 6 mm es superior a la tolerancia marcada en la normativa. En el resto de casos, +2,50D, +3,00D y +3,50D se supera el límite marcado (0,67 $\Delta$  para los dos primeros casos y 0,7 $\Delta$  para el último caso) al realizar los dos descentramientos 3 y 6mm.

Cabe destacar, que por lo general los usuarios de gafas premontadas no conocen su distancia interpupilar, por lo que se desconoce el efecto prismático. Además las distancias interpupilares de la población son muy variadas, por lo que los efectos prismáticos también lo son. De las 10 gafas premontadas estudiadas en 6 está marcada la DIP a la que están centradas las lentes, en todos estos casos el valor de DIP varía entre 61 y 62 mm, por lo que se puede decir que son valores normales.

En este trabajo se ha calculado el efecto prismático inducido por la lente al realizar un descentramiento en horizontal, ya que se ha tenido en cuenta que la DNP es la variable más desconocida por parte de los usuarios de gafas premontadas. Sin

embargo, el límite del efecto prismático vertical es más restrictivo que el horizontal. Como se ha mencionado anteriormente, en todos los casos se ha supuesto que las lentes de las gafas destinadas a VP obtenidas en ópticas están centradas en la pupila del usuario. Por lo que no se crean estos efectos prismáticos. Sin embargo, si no se centra correctamente la lente se induciría un efecto prismático y su magnitud dependería del descentramiento con respecto a la pupila.

Además, se ha estudiado el comportamiento de las lentes de +3,50 de las gafas premontadas y de las obtenidas en óptica, al introducir un ángulo pantoscópico de 10°. En ambos casos, se ha podido ver que los valores de error de esfera y cilindro obtenidos son muy similares. Siguiendo el criterio marcado en la tabla IV, se puede ver que el error de cilindro en los 3 casos es muy cercano al límite marcado en la normativa UNE-EN-ISO 21987; 2009 (0,12D).

En el estudio realizado en la Universidad Politécnica de Cataluña mencionado en la introducción, de los usuarios de gafas premontadas solo un 33% alcanzaba una AV de 1 en VP <sup>[2]</sup>. Como se ha podido comprobar en este trabajo, la causa de ello es la posible anisometropía, el astigmatismo, errores refractivos en VL no corregidos... Todos estos aspectos se tienen en cuenta a la hora de obtener una gafa par VP en ópticas.

Sin embargo, hay diferentes situaciones en las cuales las gafas premontadas podrían ser válidas, por ejemplo si el usuario no tiene anisometropía, no tiene astigmatismo o es emétrope. Como se ha podido comprobar en este trabajo, las lentes premontadas esféricas y las lentes de óptica se comportan de manera similar en PPM, en mirada oblicua y al realizar descentramientos. Sin embargo, la mayor diferencia entre premontadas y obtenidas en óptica es el centrado en pupila. Al obtener las gafas en ópticas se garantiza que las lentes estén centradas en la pupila del usuario, mientras que las gafas premontadas están centradas para una DIP concreta. Como consecuencia, se pueden crear efectos prismáticos que no sean tolerados por el usuario. Como se ha podido comprobar, si las gafas de ópticas no se centran en la pupila del usuario correctamente, el comportamiento óptico de estas lentes sería similar a las premontadas.

Por último, al simular las lentes en OSLO se estimó que el índice de refracción de las lentes de las gafas premontadas era 1.59. Este índice es similar al del policarbonato por lo que podemos suponer que es el material de estas lentes.

El policarbonato se caracteriza por tener un número de Abbe muy bajo (32). Es el material orgánico de lentes oftálmicas con menor número de Abbe, lo que implica una mayor dispersión. Por lo general, en lentes oftálmicas se suelen utilizar materiales como el CR39 (índice de refracción 1.49 y número de Abbe 58) o materiales orgánicos de índice medio-alto (índice de refracción 1.6 y número de Abbe 42). En ambos casos, el número de Abbe es mayor que el del policarbonato, por lo que la dispersión será menor <sup>[10]</sup>. Sin embargo, en este trabajo para poder comparar los resultados se ha supuesto el mismo índice de refracción en las lentes de gafas premontadas y en las de ópticas.

## 5.2 FILTROS SOLARES

### 5.2.1 ESPECTRO DE TRANSMITANCIA

Para estudiar las curvas de transmitancia de las figuras 5, 6 y 7 se ha tenido en cuenta la tabla VI de la normativa UNE-EN-ISO 12312-1 <sup>[10]</sup>.

En primer lugar, se ha estudiado la transmitancia del espectro en el rango del ultravioleta B (280-315 nm) y A (315-380 nm). En cuanto al rango del UVB, en todos los casos (obtenidos y no obtenidos en ópticas) la transmitancia es del 0%. Por otro lado, en el rango del UVA, en ninguno de los filtros medidos la transmitancia es superior al 0,5%. Por lo que se puede decir, que teniendo en cuenta la tabla VI, todos los filtros, tanto los obtenidos en ópticas como los que no, cumplen la normativa.

En el caso de los filtros no obtenidos en ópticas, eran de material orgánico, por lo que el propio material absorbe el UVB y UVA. Por ejemplo, en el caso del policarbonato y el CR39 el punto de corte de UV es 380 nm, por lo que el propio material no transmite en el UV. Sin embargo, en el caso de materiales minerales, es necesario tintar la lente para que no transmita en el UVA, por ejemplo, en el caso de lente oftálmica mineral de índice de refracción 1,5 el punto de corte de UV es 330 nm <sup>[12]</sup>.

En segundo lugar, se ha estudiado la transmitancia del espectro en el rango de la luz azul, 380-440 nm (Fig.8). Como se ha mencionado en la introducción, existe gran controversia debido a la toxicidad de esta luz <sup>[5]</sup>. Al observar las curvas de transmitancia de los filtros, en general los filtros orgánicos son los que menos luz azul transmiten. Por el contrario, los filtros no obtenidos en ópticas son los que más luz azul transmiten. Sin embargo, en la normativa no aparece ningún requisito específico en lo que a la transmitancia de luz azul se refiere.

Por último, teniendo en cuenta la tabla VI, en el rango del infrarrojo (780-2000 nm) la transmitancia de cada filtro tiene que ser igual a la del rango del visible. Si se observan las figuras 5, 6 y 7 se puede ver que en la mayoría de los casos la transmitancia en el infrarrojo aumenta. Por lo que esta parte de la normativa no se cumple ni en filtros no obtenidos en ópticas ni en los obtenidos.

A continuación, se ha tratado de comparar los datos de las figuras 9 y 10 y la tabla XIX, correspondiente a las gafas obtenidas en establecimientos no especializados, con la normativa UNE-EN-ISO 12312-1 <sup>[10]</sup>.

Se ha podido observar que el filtro de la gafa nº13 no cumple las condiciones de la normativa, ya que, en centro Boxing el error de esfera y cilindro son mayores que el límite (-0,25D y -0,50D respectivamente). Además al medir el error de cilindro a una DNP de 30 mm también se superaba el límite, -0,25D. Por otro lado, el efecto prismático en esta posición, tanto horizontal como vertical, está en el límite.

En el caso de los filtros nº 2, 3 y 10 se produce un efecto prismático de  $0,25 \Delta$  BN (en los dos primeros casos en las dos posiciones calculadas y en el tercero en centro Boxing), por lo que estarían en el límite marcado en la normativa. Por último, el filtro nº 8 también estaría en el límite marcado en la normativa en lo que a error de potencia se refiere, en este caso el error esférico es +0,125D.

A continuación, se va a comparar los resultados de los filtros obtenidos en ópticas (Fig. 11, 12, 13 y 14) con la normativa. Como se ha mencionado anteriormente, el máximo efecto prismático es  $0,25 \Delta$  BN, estos filtros estarían en el límite marcado por la normativa. En cuanto a la geometría de estos filtros, se ha podido ver que todos ellos tienen una base muy curvada, base 8.

En lo que al error esferocilíndrico se refiere, todos los filtros obtenidos en ópticas cumplen la normativa. Sin embargo, en los filtros orgánicos nº 2, 4, 8, 18 y 20 y los minerales nº 1, 8 y 13 se crea un error esférico de  $+0,125$  D al medirlas en las diferentes posiciones, DNP de 30 mm o centro Boxing (Fig. 13 y 14). En estos casos se crea un error de potencia esférica que sería el máximo permitido por la normativa.

Teniendo en cuenta la muestra estudiada en este trabajo, se ha podido ver que todos los filtros absorben el UVB y UVA. Sin embargo, al medir el error esferocilíndrico y el efecto prismático, se ha podido ver que hay un mayor porcentaje de filtros que no son de óptica que no cumplen la normativa. Cuando se adquieren gafas de sol en ópticas, se garantiza el cumplimiento de la normativa por parte de un profesional de la visión como es el óptico optometrista y por parte del fabricante, mientras que si no se obtienen en ópticas es difícil asegurarlo. No obstante, para poder realizar un estudio más completo, se podría haber empleado una cantidad mayor de filtros no obtenidos en ópticas y de diferentes fabricantes.

## 6. CONCLUSIONES

### GAFAS PREMONTADAS

- En PPM todas las lentes analizadas están limitadas por la difracción, es decir, en todos los casos el diagrama de impactos es menor que el disco de Airy.
- Al realizar un movimiento horizontal de  $19^\circ$  en mirada oblicua, en el caso de las lentes premontadas esféricas de  $+2,50$ D y  $+3,00$ D se crea un error de cilindro mayor de  $0,25$ D por lo que se considera clínicamente significativo. En el resto de lentes, en ningún caso se supera este límite.
- Para los descentramientos considerados de 3 y 6 mm, el error de esfera y cilindro en ningún caso supera el límite marcado en la normativa UNE-EN-ISO 21987; 2009. Mientras que el efecto prismático en el caso de las lentes de  $P_{VP}$  entre  $+1,50$  y  $+3,50$ D si supera el límite marcado en la normativa.

### FILTROS SOLARES

- Al analizar el espectro de transmitancia de los diferentes filtros, se ha podido comprobar que en todos los casos se cumple la normativa UNE-EN-ISO 12312-1.
- Al medir el error de esfera y cilindro y el efecto prismático en diferentes condiciones se ha podido ver que de los 13 filtros no obtenidos en ópticas 1 de



ellos no cumple la normativa UNE-EN-ISO 12312-1 y 4 están en el límite. Mientras que de los 51 filtros obtenidos en óptica todos cumplen la normativa y 18 estarían en el límite.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Libro Blanco de la visión en España*. Madrid: Grupo ICM, 2013. Capítulo 5.8: *Mercado de las gafas premontadas* (p. 202-207). Capítulo 5.7: *Mercado de las gafas de sol* (p. 193-201)
- [2] Torrents, Aurora; Ralló, Miquel; Escofet, Jaume. “*El estado de la visión próxima en el trabajo y el ocio*”. Universidad Politécnica de Cataluña: Facultad de Óptica y Optometría. Visión y vida. Terrassa, 2015 (p. 67-69).
- [3] García Montero, S.; Gilino Paz, J.; Giráldez Fernández, M<sup>a</sup>J; García Resúa, C. “Análisis de las gafas premontadas en la corrección de la presbicia”. *Ver y Oír*. nº 226 (2008), p.294-300.
- [4] Bowling, Brad: *Kanski’s Clinical Ophthalmology*. Capítulo 5: Conjuntiva (p.162). Capítulo 14: Acquired macular disorders (p. 598-638) Edición 8 (2016).
- [5] RIESGO DE LA LUZ AZUL: nuevos hallazgos y nuevos enfoques para preservar la salud ocular. Informe de una mesa redonda. Marzo de 2013, Nueva York, Estados Unidos (p. 39-48).
- [6] Lambda Research Corporation. *OSLO EDU*.  
<http://www.lambdare.com/support/5990/>
- [7] A. Atchison, David: “Hartmann–Shack technique and refraction across the horizontal visual field”. *Journal of the Optical Society of America*, vol. 20, nº 6 (2003), p.965-973.
- [8] UNE-EN-ISO 21987; 2009. Óptica oftálmica. Lentes oftálmicas montadas
- [9] Agilent Technologies. Agilent Cary Universal Measurement Accessory (UMA), for the Agilent Cary 4000/5000/6000i/7000 UV-Vis and UV-Vis-NIR spectrophotometers. California, Estados Unidos: Mayo, 2013.
- [10] UNE-EN-ISO 12312-1; 2013. Protección de los ojos y la cara. Gafas de sol y equipos asociados. Parte 1: Gafas de sol para uso general.
- [11] Perdomo, Claudia; Bohórquez Ballén; Jaime. “Dispersión y número de Abbe”. *Ciencia y Tecnología para la salud Visual y Ocular*, nº6 (2006), p.55-60.
- [12] Tarifa oficial Essilor. Año 2017. Pag. 169-225.