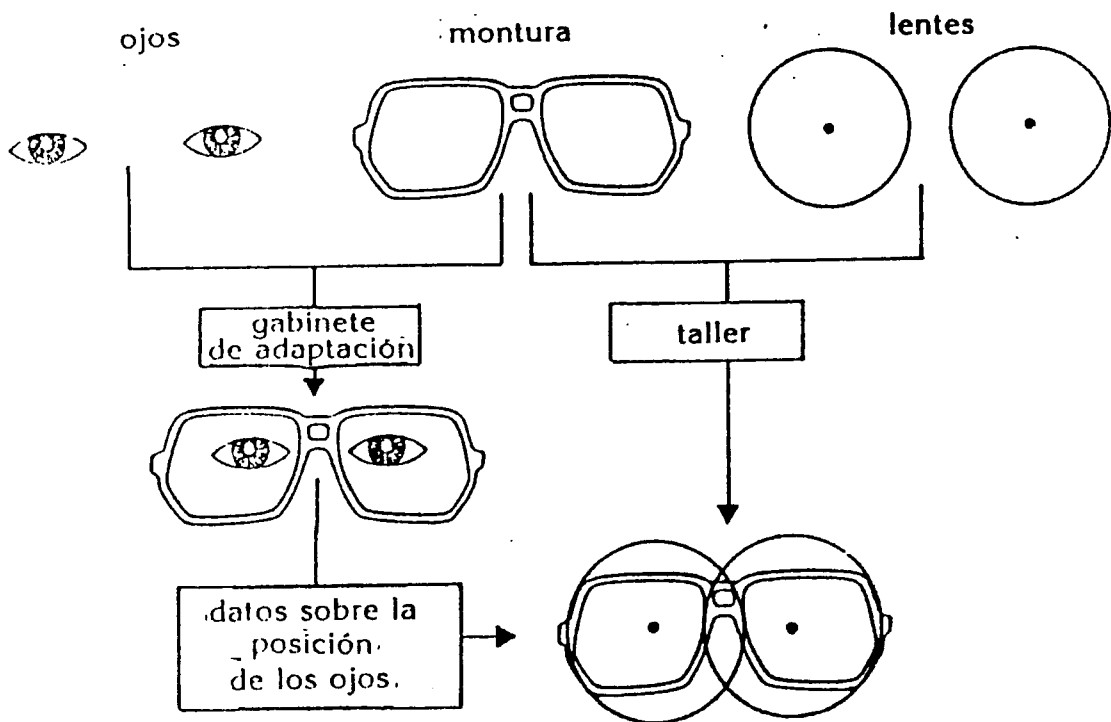


Técnica de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.



Esquema en la adaptación de gafas

nº		pg
25	Adaptación óptica de las gafas en el taller Introducción. Nociones fundamentales	1
	Sistemas de medida de monturas Determinación de la posición del centro M Medición del aro y del puente	2
	Puntos de medida de las lentes oftálmicas Posibilidades de error	3
26	Medición de la posición de los ojos Medición directa de los puntos de centrado Distancia interpupilar y nasopupilar Descentramiento. Datos para el centrado	5
	Trabajos de centrado en el taller Biselado a mano	7
27	Centrado para el bisel automático Centrado con plantillas transparentes Posibilidad de error en centradores	8
28	Tolerancia en el centrado Cálculo de la vergencia fusional Tolerancias en el trabajado	11 12 13
29	Aplicación de las tolerancias de centrado Tolerancias monoculares y binoculares Control de centrado horizontal y vertical Tolerancias de centrado en anisometropías Control de centrado en lentes multifocales	15 16 18
30	Centrado de lentes astigmáticas Efecto dioptrico en el punto de referencia Marcado en el frontofocómetro: Tipos de test Tolerancias para gafas astigmáticas	19 20
31	Centrado de lentes multifocales Pieza de visión próxima descentrada Reglas de centrado horizontal y vertical Control de la gafa bifocal terminada	24
32	Pieza de visión próxima giratoria Centrado de lentes progresivas Puntos de medida y centrado Puntos de referencia de lejos y cerca Normas de centrado	29 31
33	Centrado de lentes prismáticas Indicación del efecto prismático División de los prismas delante de los ojos Marcado en el frontofocómetro	32 33
34	Combinación de efectos prismáticos	35

Técnica de centrado

Primera parte: Adaptación óptica de las gafas en el taller

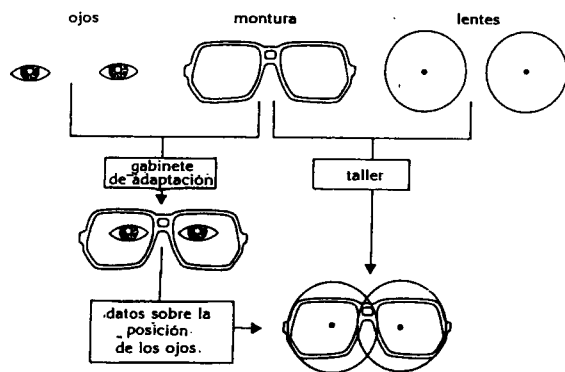
Wolfgang Schulz (München)

Traducido y adaptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó, de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

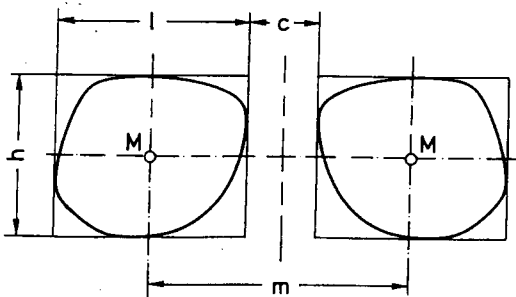
El centrado óptico de unas gafas es el conjunto de todos los procesos mediante los cuales se determina la posición de las lentes en la montura previamente adaptada anatómicamente al individuo. La posición deberá ser tal, que el efecto de la corrección una vez montada en la gafa coincida con el determinado en la refracción (ver: pág. 2).

Por tanto, la adaptación de las gafas no tiene lugar sólo en el gabinete de adaptación (p. ej. en la medición de la distancia interpupilar), sino también en el taller. Las tareas que tienen lugar en el taller como puede ser la determinación del calibre de las monturas, marcar, bloquear y biselar las lentes, montarlas en la gafa y ajustar ésta, son las que se comentarán en la 1.ª parte de la técnica del centrado.

Adaptación óptica de las gafas en el taller



Esquema en la adaptación de gafas



medidas según DIN 58 200

Fig. 1

Introducción

La palabra «centrar» se utiliza en la óptica con diferentes significados. La definición apropiada para este texto se pueden encontrar en la norma DIN 58 208.*

* La definición según la norma española UNE 43 001 76 apartado 2.1.12 es:

Puntos de centrado (PC): Puntos donde debe situarse el centro óptico en ausencia del prisma prescrito o después de haberlo neutralizado. Centrado es el conjunto de operaciones mediante las cuales colocamos el punto de centrado correctamente en la montura.

Nociones fundamentales

El centrado se realiza por lo tanto en dos zonas de trabajo. Primeramente, el adaptador determinará los datos necesarios para el centrado. Entonces, el taller ha de intentar que estos datos sean realizados lo más exactamente posible. Se trata de determinar tres datos.

Medición de la posición de los ojos
Medición del calibre de la montura
Determinación del centro óptico de las lentes

Cada uno de estos tres procesos tiene un sistema de medición propio. Estos sistemas de medición determinan los puntos y las medidas que serán importantes a la hora del centrado. Como el taller sólo tiene la montura y las lentes, el adaptador tendrá que proporcionarle al taller información sobre la posición de los ojos respecto a la montura. Esta información la puede proporcionar de distintas maneras: fotografía del sujeto con gafas, medir distancia interpupilar (DIP), marcar la pupila sobre una plantilla transparente (tabla I).

Sistemas de medida de monturas

El punto de la montura donde se debe colocar el centro óptico de las lentes para el correcto centrado, depende del método de trabajo del taller y de las características de las máquinas e instrumentos que se utilicen en el centrado.

La lente se bloquea con el centrador mediante un sistema de sujeción (ventosa o adhesivo) cuyo centro coincide con el centro de la plantilla y ambos giran en la automática según el eje común.

El punto de referencia para el centrado de la montura es el centro de la plantilla.

Por tanto, para un buen trabajo de centrado ha de conocerse exactamente la posición del centro de la plantilla respecto a la montura.

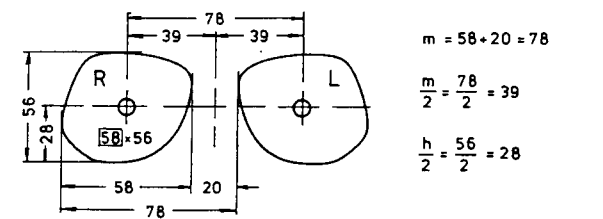
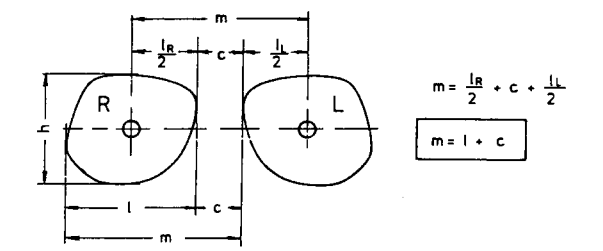
La hoja de normas DIN 58 200 establece que la montura se mide según el sistema Boxing. En el sistema Boxing se define como centro de la plantilla al centro geométrico del rectángulo que circunscribe al aro de la gafa, o a la plantilla de plástico que reproduce al aro. En este lugar se encuentra en la plantilla la gran perforación central para su fijación en la máquina.

El calibre de las monturas se da siempre en sistema Boxing, aunque en la práctica también se utiliza el sistema

Tabla I

Letra de medida o letra indicadora	Denominación	Explicación
l	longitud de la plantilla	distancia entre los lados verticales del rectángulo que circunscribe a la plantilla
h	altura de la plantilla	distancia entre los lados horizontales del rectángulo que circunscribe a la plantilla
M	centro geométrico = centro de rotación de la plantilla	punto de intersección de la línea vertical de la plantilla con la línea horizontal central (coincide con el punto de intersección de las diagonales del rectángulo)
c	anchura del puente longitud de la varilla	mínima distancia entre los bordes del vidrio longitud desde el centro de la perforación de la charnela hasta el final de la varilla extendida

Las medidas l, h y c han de tomarse desde el interior de la ranura de la montura. Las medidas de l y c se deben indicar como número entero en mm.



Cálculo de las medidas de centrado de la montura.

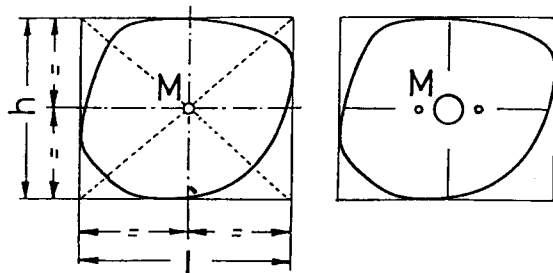


Fig. 2. M = centro geométrico de la plantilla = centro de rotación

Datum. En el interés de una nomenclatura uniforme no se deberá seguir utilizando este método en la actualidad**.

Determinación de la posición de M

La posición del centro de la plantilla se calcula a partir de los datos que dan los fabricantes de las monturas como

** El sistema Datum consiste en el punto medio de la vertical (h/2) una línea horizontal (línea Datum) y definimos el centro Datum (CD) como el punto central de esta línea. Aunque este punto (CD) esté sobre la misma horizontal que M, no coinciden. La anchura del puente en el sistema Datum se determina sobre la línea Datum.

la longitud del aro* y la anchura del puente (c). Para el centrado horizontal se comprueba la coincidencia entre el centro de la plantilla y el centro de la montura. Para el centrado vertical se comprueba la distancia al borde inferior del aro.

Pero la experiencia demuestra que los datos marcados en la montura no tienen porqué ser correctos. Se presentan desviaciones por imprecisiones en la fabricación, errores en la estampación etc. Por ello, las dimensiones de la montura han de ser comprobadas por medición. La exactitud en estas mediciones deberían de ser de ±0,5 mm.

La medida directa de la distancia entre centros con reglas, como la de medición de distancias interpupilares, conduce a resultados inexactos. Se ha de medir según el sistema Boxing y los puntos extremos a medir pocas veces se hallan sobre la misma horizontal. Mejores resultados se obtienen midiendo la longitud del aro (o plantilla) y la anchura del puente por separado (fig. 3).

Medición de la longitud de aro

La medición directa de la longitud del aro en la montura es inexacta, al igual que la medición de la distancia entre centros, ya que se tiene que medir igualmente según el sistema Boxing. En monturas con formas modernas se pueden cometer considerables errores de medida. RAL-RG, 915, da un método de medida algo complejo, pero que conduce a resultados exactos en la medición de la longitud del vidrio.

Medición de la anchura del puente

La anchura del puente se mide en la parte más estrecha de borde interior de la ranura a borde interior.

Posibilidad de errores

Pero los cálculos y estas mediciones aportan solamente unos resultados correctos, es decir, la posición exacta del punto M, cuando la plantilla está fabricada según el sistema Boxing. Esto suele ser el caso en la mayoría de las plantillas entregadas en Alemania, pero también hay excepciones. Además DIN 58 200 sólo indica: «Para el calibrado de monturas de lentes tiene referencia en Alemania el sistema Boxing según RAL-RG 915». Por lo tanto, también se pueden aplicar otros sistemas de medición. En negligencias por falta de comprobación del sistema de medida de la plantilla y de la montura es cuando aparecen los fallos de centrado. Es por ello que todas las plantillas deben llevar el símbolo del sistema utilizado.

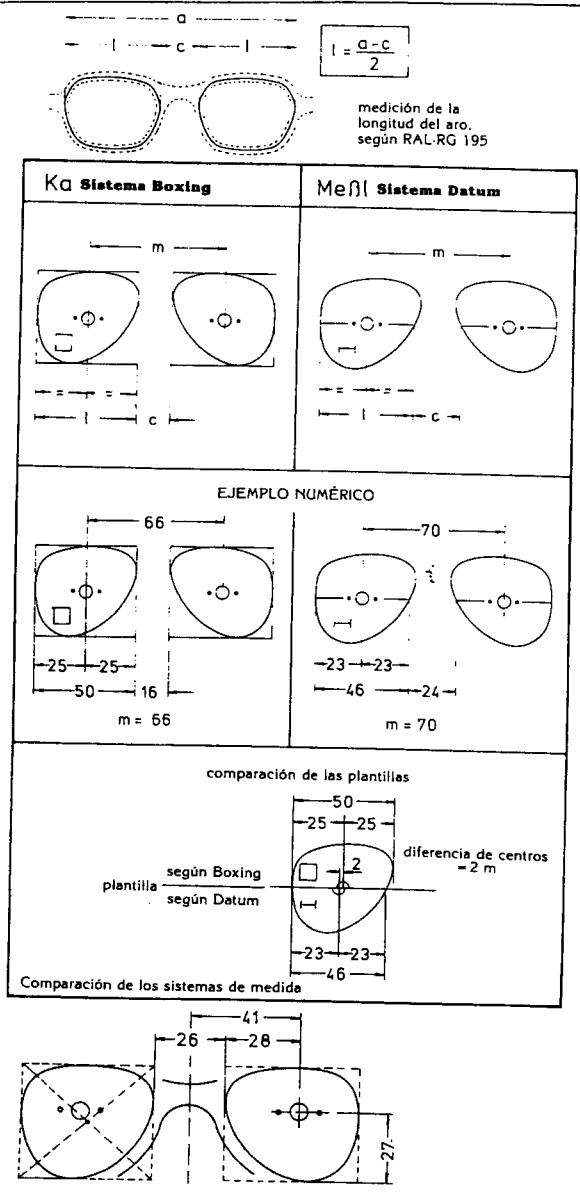


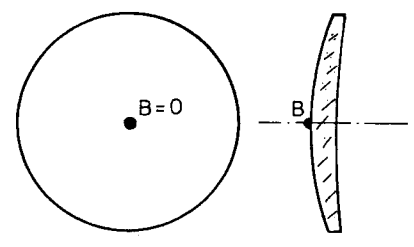
Fig. 3. Determinación de las medidas de centrado de una montura con plantilla descentrada.

Además del sistema Boxing todavía hay muchas plantillas y monturas que se miden según el sistema Datum (Francia). Comparando los dos sistemas de medición se ha podido observar que no sólo se realizan las mediciones de otra manera (sobre la línea Datum), sino que debido a ello se modifica la posición del centro de la plantilla.

En la figura 3 se tomaron medidas sobre dos monturas idénticas. Una vez según el sistema Boxing, y la otra, según el sistema Datum. A pesar de ser las monturas iguales, se obtuvieron distintos resultados. En el sistema Boxing una distancia entre centros de 66 mm y en el sistema Datum una distancia de 70 mm. Se pudo con ello comprobar que los centros de las plantillas no coincidían al superponer ambas plantillas. En la plantilla realizada según el sistema Datum, M estaba desplazado 2 mm hacia el lado temporal. Si no se considera el sistema de medición, es decir, si se mide la montura según el sistema Boxing, pero se utiliza la plantilla hecha según el sistema Datum, se comete en la gafa un error de centrado de 4 mm.

También hay plantillas cuyo centro no sigue ningún sistema de medición conocido. Es decir, las perforaciones de máquina no están en el centro. Este error también se puede producir en las plantillas de fabricación propia. Habrá que medir la posición del centro respecto a los bordes de la caja.

Si la lente no se corta el mismo tamaño que la plantilla se tiene que tener en cuenta, tanto el aumento como la



B = punto de referencia
O = centro óptico

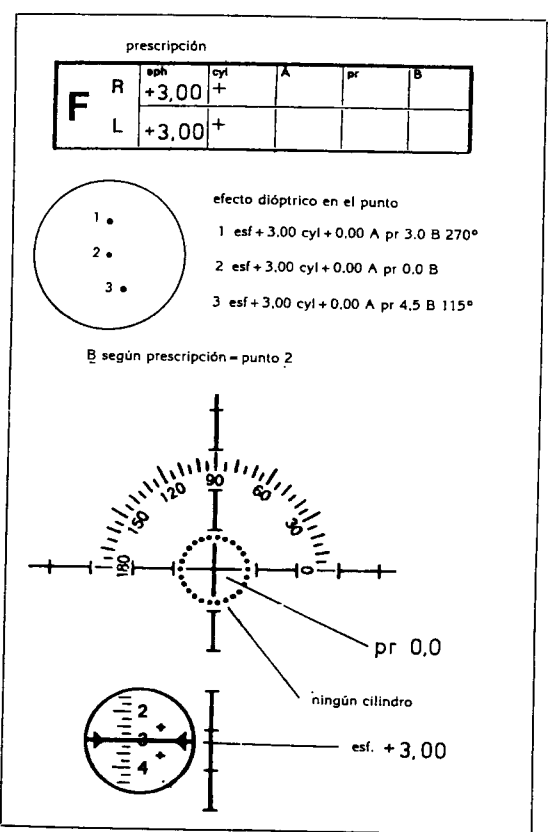


Fig. 4.

disminución, en el cálculo de las medidas de la montura. Si no se tiene en cuenta, el error en el centrado de la gafa terminada corresponde a la diferencia de tamaño entre el vidrio y la plantilla (fig. 4).

Puntos de medida de las lentes oftálmicas

El punto de medición para el centrado de una lente oftálmica es el punto de referencia. Según la norma DIN 58 208, se denomina punto de referencia a aquel punto de la lente en el cual tiene el efecto dióptrico deseado. Como

efecto dióptrico se entiende el efecto esférico, cilíndrico y prismático de una lente oftálmica.

B = punto de referencia de la lente
 En el punto de referencia el vidrio tiene el efecto dióptrico prescrito (esfera + cilindro + prisma).

Ejemplos de efectos dióptricos:

Lente esférica esf + 4,00 cil + 0,00	pr 0,0 B
Lente tórica esf + 2,00 cil + 2,50 A 175°	pr 0,0 B
Lente esfero-prismática esf + 3,75 cil 0,00	pr 4,00 B 270°
Lente tórico-prismática es -6,00 cil + 1,50 A 90°	pr 3,50 B 180°

*** Cuando se trata de una corrección óptica, se debe expresar el ojo para el que se trata. Esta forma de representar las correcciones ópticas es la utilizada mundialmente y consiste en detallar: ojo, esfera, cilindro x eje, potencia prismática, base y orientación de la base.

Ej. OD — 6,00 + 1,50 x 90° pr 3 B x 180°.

En España todavía se utiliza un sistema en el que se da: ojo, eje, cilindro, esfera y efecto prismático. (Ej. 90° + 1,50 — 6,00 pr 3 B x 180°). Se debería intentar prescindir de este sistema para unificarlo a nivel europeo. La potencia prismática se puede expresar como: prisma (pr), dioptrías prismáticas (DP), o simplemente ∇. La orientación de la base se puede dar también especificando la dirección de la base: superior o inferior, temporal o nasal, y la orientación del eje del prisma en sistema Tabo (entre 0° y 180°). Ej. pr 4 B 270° = 4∇BI x 90°.

En las lentes esféricas y tóricas el punto de referencia es el centro óptico (punto 2), pues sólo en este punto, el vidrio no tiene ningún efecto prismático. En todos los otros puntos de la lente hay además del efecto esférico y cilíndrico, un efecto prismático (puntos 1 y 3).

El punto de referencia (centro óptico) se puede encontrar con el frontofocómetro. Se coloca de tal manera la lente que el test esté alineado en el retículo, lo que indica que el prisma vale 0,00DP (dioptrías prismáticas.)

Posibilidades de error

Al ajustar el frontofocómetro a 0,00 dpt el test debe estar en el centro de la escala. Si esto no es el caso, se debe ajustar el test, según las instrucciones de uso del instrumento.

Para controlar si el punto central del marcador está alineado con el eje del instrumento se utiliza una lente de al menos ±10 dpt. Esta lente se ha de centrar exactamente y se marca. Entonces se gira la lente 180°, se centra de nuevo exactamente y se vuelve a marcar. Debería quedar marcado en la lente un solo punto. Si hay dos puntos, la distancia entre ambos puntos corresponde al doble del error que tiene el punto de marcado.

En los frontofocómetros con compensador de primas hay que tener en cuenta que el compensador está ajustado siempre a 0,00 DP.

Técnica de centrado

Medición de la posición de los ojos

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó, de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

5. Medición de la posición de los ojos

Para conseguir un efecto de corrección óptico, los puntos de referencia de las lentes han de tener una determinada posición delante de los ojos. El taller necesita por tanto, para el trabajo de centrado, los datos sobre la posición de los ojos respecto a la montura. El adaptador halla para cada lente, el punto de centrado óptico sobre la plantilla, según las normas de adaptación óptica. Ha de tener en cuenta, entre otras cosas:

Utilidad de la gafa

Las gafas para lejos, para cerca y para trabajo tienen cada una sus propias normas de centrado.

Tipo de ametropía

Son diferentes las reglas de centrado para miopía, hipermetropía, anisometropía, afaquia, etc.

Tipo de lente

También son diferentes las reglas de centrado según se trate de lentes monofocales, multifocales, progresivos o lenticulares.

La posición del punto de centrado se puede indicar de distintas maneras. Depende más de los instrumentos de medida y adaptación utilizados, que del método de trabajo del taller.

El centrado en el taller significa que las lentes han de ser montadas de tal manera, que en la gafa terminada los puntos de referencia de las lentes coincidan con los puntos de centrado dados por el adaptador.

Z_B = punto de centrado óptico
Punto sobre la plantilla que tiene que coincidir con el punto de referencia de la lente montada. En una lente bien centrada en la gafa, se cumple: $Z_B = B$

Por tanto hay que considerar este centrado durante todas las etapas del montaje que influyen sobre la posición del punto de referencia (desde la comprobación de las medidas de las gafas, hasta el montaje de las lentes en la montura y el ajuste de éstas).

En lo que sigue se tratará, tomando como ejemplo la gafa de lejos, la forma de dar los puntos de centrado en el gabinete de adaptación y su posterior elaboración en el taller.

Como puntos de centrado en una gafa se toman los puntos principales de mirada (Z_B), que para visión de lejos sería con las líneas de fijación paralelas. Debido a que estas

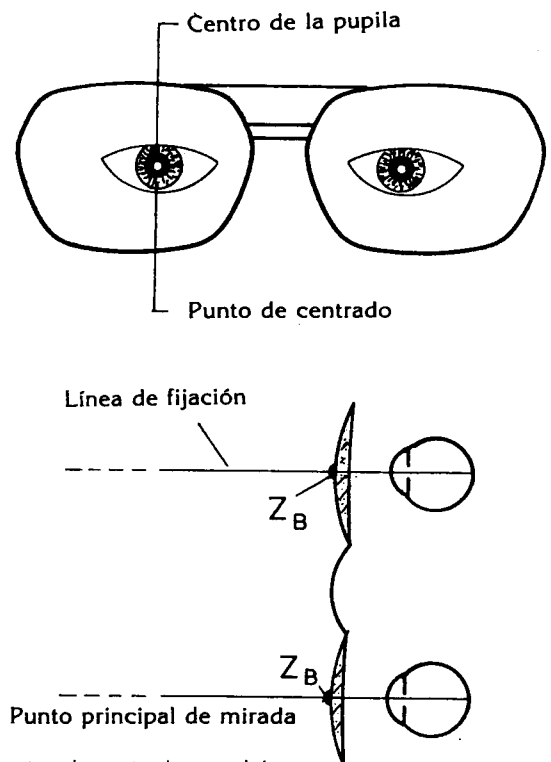


Fig. 1. Puntos de centrado para lejos

líneas también pasan por los centros de las pupilas, se pueden tomar éstos como puntos de medida. Dicho de otra manera: los puntos de centrado se encuentran en la posición principal de mirada delante de los centros de las pupilas. La posición de estos puntos se toma para cada lente, tanto vertical como horizontalmente.

Medición directa de los puntos de centrado

Para la medición directa de los puntos de centrado hay dos métodos. Por un lado se pueden fotografiar los ojos del sujeto (y por tanto sus pupilas) con la montura adaptada. Por otro, se marcan directamente los puntos de centrado (centro de las pupilas) sobre plantillas transparentes colocadas en la montura que lleva el cliente. Con el método de la fotografía o de la plantilla, la posición de los puntos de centrado respecto a la montura, ya está fijada para el trabajo en el taller. Mediante instrumentos de centrado especiales se pueden centrar y bloquear las lentes, sin tomar medidas de la montura y sin hacer grandes cálculos.

Medidas tomadas respecto a la montura

La mayoría de las veces se da la posición de los puntos de centrado por sus distancias a los bordes interiores de los aros. La norma DIN 58208 ha intentado unificar estas distancias utilizadas y sus denominaciones, debiéndose utilizar sólo estos conceptos.

Distancia interpupilar y distancia nasopupilar

El interpupímetro nos da la distancia interpupilar (DIP), o la distancia nasopupilar (DNP). La DIP es la única medida que se determina sin la montura.

$P = DIP$
Distancia entre los centros de la pupila con la mirada al infinito.

La distancia entre las pupilas de los ojos corresponde en la gafa a la distancia entre los puntos de centrado. En la gafa para visión de lejos la DIP y la distancia entre los puntos de centrado coinciden (fig. 2).

Z_F = distancia entre los puntos de centrado
 distancia entre los puntos de centrado de las dos lentes de una gafa para visión de lejos.

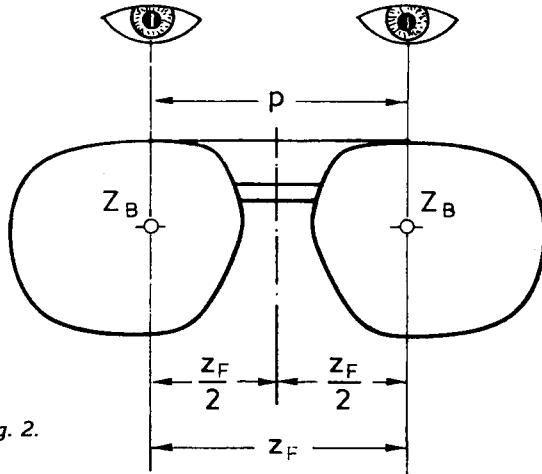


Fig. 2.

Al indicar la DIP de lejos se supone que la DNP del ojo derecho y del ojo izquierdo coinciden. En el taller se deberá tomar a la hora de medir y centrar, la mitad del valor de la DIP hacia el lado derecho y hacia el izquierdo. Cuando la posición de las pupilas no es simétrica (aprox. 80 % de los usuarios de gafas), habrá que medir y centrar cada DNP por separado.

P_R, P_L = distancias nasopupilares
 distancias desde el centro de la pupila derecha e izquierda a la mediatriz de la montura.

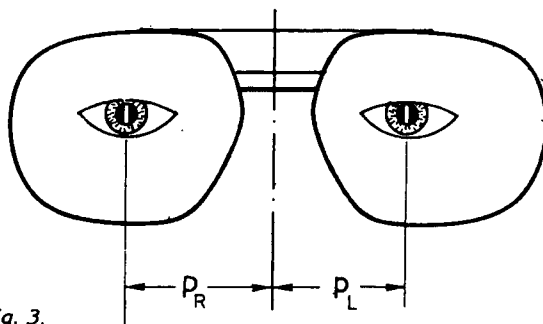


Fig. 3.

Siempre se debe medir la DNP hasta el centro de la montura adaptada, y no, como se hace a menudo, hasta el centro de la raíz de la nariz. La mayoría de interpupílómetros permiten la determinación de las distancias nasopupilares, y al disponer de un apoyo para la nariz, que sustituye el puente de la montura, la medida tomada es correcta.

Descentramiento

Con las medidas de las DIP y DNP, y con los centradores y los bloqueadores que se suelen utilizar en el taller, no se pueden centrar las lentes. El centro de la escala del centrador corresponde al centro de la plantilla M . La ventosa o adhesivo se coloca en aquel punto de la lente que corresponde al centro de la plantilla. En el taller se trabaja por tanto siempre con el centro de la plantilla y no con el punto de centrado.

Por lo general, el centro de la plantilla no coincide con el punto de centrado de la gafa. La lente debe ser descentrada en el centrador. Para esto hay que calcular la distancia del punto de centrado al centro de la plantilla. El descentramiento nos da la distancia que debe desplazarse, hacia adentro o hacia afuera, el punto de referencia de la lente desde la cruz central del centrador (y por tanto desde el centro de la plantilla) hasta el punto de centrado.

U_R, U_L = descentramiento de Z_B
 Distancias desde los puntos de centrado hasta el centro geométrico M , paralelamente a la línea Datum de la montura.
 $u_R = p_R - m/2$ $u_L = p_L - m/2$
 $u_R + u_L + m = p$

Para calcular el descentramiento se ha de conocer la posición del centro de la plantilla. Para ello se mide la distancia entre los centros ($m = l + c$). El descentramiento necesario es la diferencia entre la DNP correspondiente y la mitad de la distancia entre centros ($m/2$). El signo nos indica la dirección del descentramiento.

— u significa descentramiento respecto a M hacia el lado nasal.

+ u significa descentramiento respecto a M hacia el lado temporal*.

Trabajando con el descentramiento u , la exactitud de centrado depende esencialmente de la exactitud en la medición de la montura y de la plantilla. Cualquier error de medida origina un error en el centrado.

Coordenada

La posición del punto de centrado también se puede dar como distancia a los lados del rectángulo que circunscribe a la plantilla. Esta forma de medición es especialmente apropiada para controlar el buen centrado durante el biselado manual de la lente. Existen instrumentos que permiten la medición y el centrado según estas cotas.

La coordenada x nos da la distancia desde el punto de centrado hasta el lado interior del rectángulo que circunscribe la plantilla, o hasta el extremo del aro en el lado nasal. Para calcularla a partir de la DNP solamente hay que conocer la anchura del puente de la montura y esta se puede medir fácil y exactamente. La coordenada se obtiene restando a la DNP correspondiente la mitad de la anchura del puente.

X_R, X_L = coordenadas de Z_B
 Distancias de los puntos de centrado hasta el lado nasal del rectángulo que circunscribe la plantilla
 $x_R = p_R - c/2$ $x_L = p_L - c/2$
 $x_R + x_L + c = p$

* Se podría tomar $u_R = m/2 - p_R$ y $u_L = m/2 - p_L$ con lo que $u_R + u_L + p = m$. El signo de « u » (+) indicaría desplazamiento hacia la nariz.

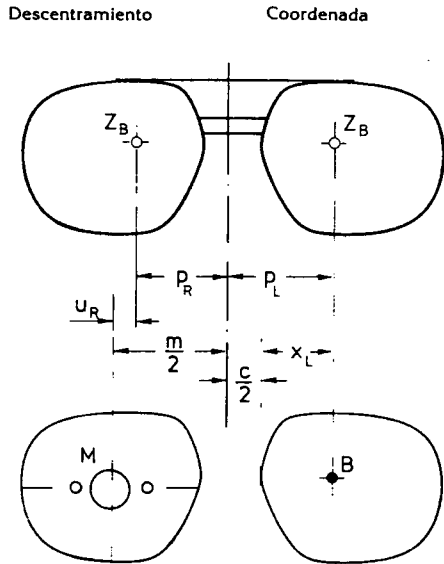


Fig. 4

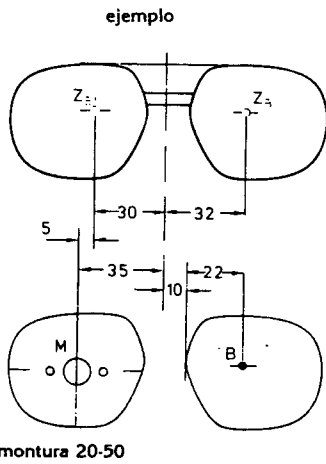


Fig. 5

Datos para el centrado vertical

Análogamente al centrado horizontal se utiliza en el centrado vertical, la distancia desde el rectángulo «y» como coordenada de Z_B ; y el descentramiento «v» como distancia al centro de la plantilla M.

y_R, y_L = Coordenadas de Z_B
 Distancias del punto de centrado al lado inferior del rectángulo que circunscribe a la plantilla.

v_R, v_L = Descentramiento de Z_B
 Distancias del punto de centrado al centro geométrico M, perpendicularmente a la línea Datum.

$v_R = y_R - h/2$ $v_L = y_L - h/2$

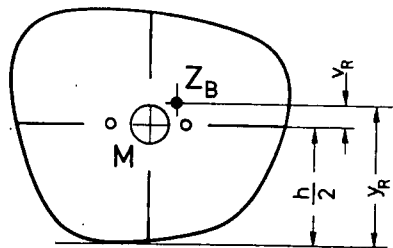


Fig. 6 Datos para el centrado vertical

También aquí el signo nos indica la dirección del descentramiento:

- + v significa descentramiento respecto a M hacia arriba.
- v significa descentramiento respecto a M hacia abajo.

Como a menudo las plantillas proporcionadas por el fabricante no están centradas según el sistema Boxing, o tienen la perforación central inexacta, no se toma la mitad de la altura total para los cálculos, sino que en la práctica se mide la distancia del centro de la plantilla al lado inferior del rectángulo.

6. Trabajos de centrado en el taller

Biselado a mano

Para obtener una buena exactitud en el biselado manual, se ha de estar controlando constantemente la posición del punto de centrado. Aquí conviene usar las medidas según el sistema Boxing. Se recomienda seguir los siguientes pasos.

1. A partir de la anchura del puente medido y de los datos de centrado se calcula la coordenada x. La coordenada y se ha medido directamente. Desde el punto de referencia de la lente (centro óptico), se toman las distancias x e y en las correspondientes direcciones y se dibujan sobre la lente los lados nasal e inferior del rectángulo.
2. Con la ayuda de la plantilla de plástico o de la montura, se dibuja, dentro del rectángulo Boxing, la forma del aro.
3. Desbaste, dejando un margen para el bisel.
4. Biselado del lado nasal a la medida x con un pequeño margen, de manera que sea posible un acabado final.
5. Biselado del lado inferior a la medida «y», con margen. Generalmente se trabajan siempre primero los dos lados de la lente desde los que se centra. De esta manera se pueden evitar desde un principio, errores de centrado. El control de los valores x e y se puede hacer directamente con una regla milimetrada o con el soporte de alienación del frontofocómetro, si éste tiene una escala milimetrada.
6. Biselado del lado temporal y superior, con margen. Finalmente se bisela la lente para obtener una buena calidad de acabado y un tamaño final exacto.

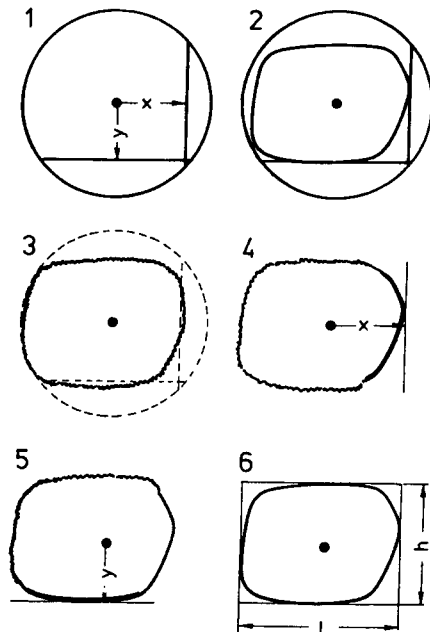


Fig. 7 Biselado a mano

NOVEDAD

VER Y OIR se honra en publicar, a partir del próximo número una colaboración especial del Dr. Rafael Pulido Cuchi, que fue presidente de la Sociedad Catalana de O.R.L. y es el actual director de Anales Otorrinolaringológicos Iberoamericanos. Se trata de una «Audíología básica» pensada y especialmente escrita para los estudiantes y titulados técnicos audioprotesistas. La publicación aparecerá en forma de capítulos incluidos en cada número de VER Y OIR, tratando con ello de paliar la falta de texto que sobre este tema existe.



Técnica de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

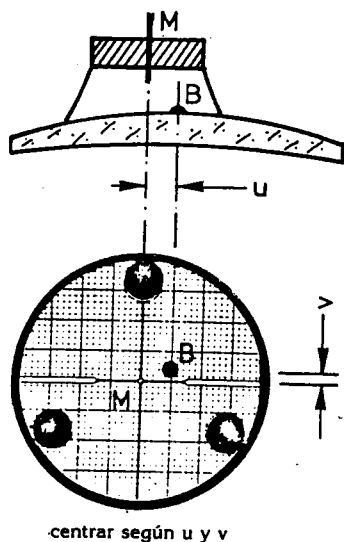


Fig. 1.

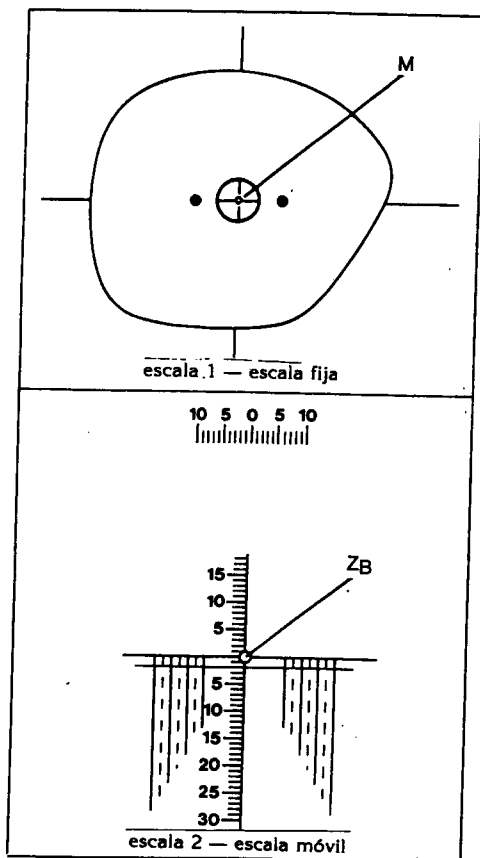


Fig. 2.

Centrar para el bisel automático

Antes de ser biseladas las lentes en una biseladora automática deberán ser centradas. El eje de fijación de la automática corresponde al centro de la plantilla y como el punto de centrado óptico no suele coincidir con el centro de la plantilla, antes del biselado la lente deberá ser colocada en el centrador en la posición de centrado necesaria, desplazándose según dos direcciones:

1. lateral (horizontal)
2. altura (vertical)

Y manteniendo la dirección del eje (horizontalidad de las miras del frontofocómetro).

El centrador tiene, pues, la función de relacionar los datos de centrado facilitados por el adaptador, con la plantilla de la montura.

La lente desplazada se fija con ayuda de una ventosa, adhesivo o bloque metálico, para asegurar que se mantienen estos desplazamientos respecto al punto de rotación de la plantilla, durante todo el proceso de biselado.

Centrar según u y v

La mayoría de instrumentos de centrado permiten un centrado de las lentes según los descentramientos u y v. A partir de los datos de centrado facilitados por el adaptador y de las medidas tomadas de la montura, se calculan los descentramientos, tomados desde el centro de la plantilla. El punto de referencia de la lente deberá entonces ser desplazado estas distancias desde el centro de la escala del centrador.

Generalmente, la distancia entre los centros de la montura es mayor a la distancia interpupilar del usuario de la gafa. El valor medio de la distancia interpupilar en visión lejana es de 62,5 mm en mujeres y de 65 mm en hombres. Las monturas de mujer más utilizadas tienen una distancia entre centros de 68-70 mm, y en las monturas de hombre esta distancia suele ser de 72 mm o más. Por eso la mayoría de las lentes deben ser descentradas hacia el lado nasal y por término medio por un valor de 4 mm.

En los instrumentos de centrado sencillos, existe una escala fija, alineada con el centro de la plantilla y de la pieza de sujeción (ventosa, etc.), sobre la que se desplaza la lente hasta obtener el descentramiento necesario, y se bloquea.

Los instrumentos más completos suelen tener dos escalas.

Escala 1

Esta escala está montada de forma fija. Contiene la plantilla y el centro de la plantilla. El instrumento está ajustado de tal manera que el eje del instrumento pasa por el centro de la escala (centro de la plantilla), y por el centro de la ventosa.

Centro de la escala = centro de la plantilla M = centro de la ventosa.

Escala 2

Esta escala se puede desplazar horizontal y verticalmente. Contiene líneas y cruces auxiliares para alinear lentes mono y multifocales. El centro de la escala debe corresponder al punto de centrado óptico Z_B .

Esta escala 2 se ajusta según los valores u y v, es decir, se desplazan estas distancias respecto al centro de la escala 1. El punto de referencia de la lente se ha de centrar sobre el centro de la escala 2.

Centro de la escala = punto de centrado óptico = punto de referencia.

En ambos tipos de centradores la imagen de la plantilla es proyectada sobre la escala y la lente, y se puede comprobar al mismo tiempo si el diámetro de la lente pedido es suficiente para este centrado. Aunque este control sería ya demasiado tarde, pues diámetros demasiado pequeños sólo se pueden solucionar con lentes de diámetro mayor, que no suelen estar disponibles, o por centrados

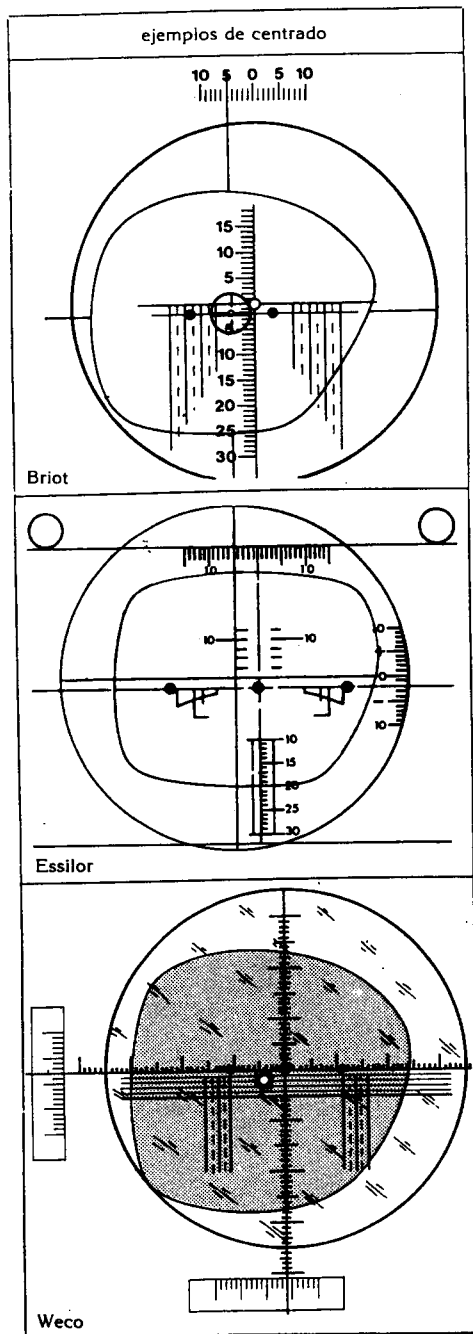


Fig. 3.

inexactos intencionados. Este centrado inexacto sólo es aceptable dentro de unos límites.

Posibilidades de error

En la mayoría de los casos se calculan los descentramientos a partir de las distancias nasopupilares. Para esto es necesario conocer exactamente la posición del centro de la plantilla de la montura utilizada. De aquí pueden surgir errores en el centrado sobre todo por:

Error al tomar las medidas de la montura.

Irregularidades de la montura no consideradas en el momento de la medición.

Irregularidades de la plantilla no determinadas.

Incoherencia en el sistema de medida de la montura (línea Datum) (por ejemplo, utilizar medidas Datum con plantilla Boxing, etc.).

Centrado según x e y

El centrado según las coordenadas x e y precisa que el instrumento de centrado posea una escala desplazable con líneas verticales y horizontales en todas las direcciones, para encajonar la plantilla. De momento esto sólo es el caso en los instrumentos de centrado de la empresa Weco.

Las coordenadas x e y indican la posición del punto de referencia respecto a los extremos de la montura (o respecto a la lente), y no respecto a un centro de plantilla, cuya posición depende del sistema de medida. En este método se centra respecto a las líneas del rectángulo que circunscribe a la plantilla, independientemente del centro de la plantilla.

Ajuste del instrumento: la escala móvil se desplaza de tal manera respecto a la plantilla, que

— el borde nasal de la plantilla tenga en la escala el valor x deseado,

— el borde inferior de la plantilla tenga en la escala el valor y deseado.

Entonces el punto de centrado de la escala tendrá la posición correcta respecto al centro de la plantilla. El punto de referencia de la lente estará de nuevo sobre el punto de centrado de la escala. Para el ajuste no se necesitará tener en cuenta el centro de la plantilla. Su posición correcta respecto al punto de centrado se obtiene al ajustar los valores x e y.

En los centradores sin escala móvil, se puede colocar el centro de referencia de la lente a las distancias x e y de los bordes más alejados de la plantilla, aunque el resultado no es tan exacto como con escala móvil.

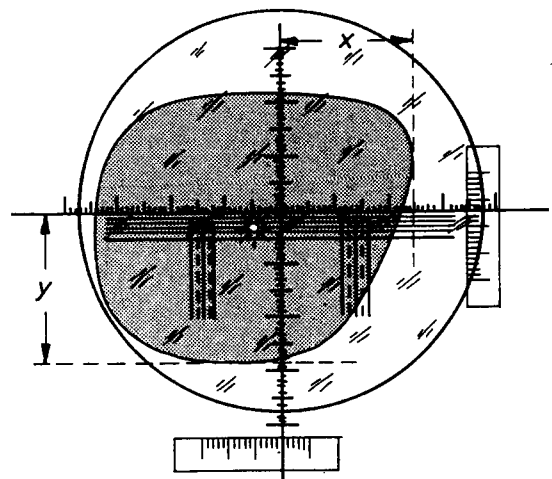


Fig. 4. Centrado según x-y.

En el ejemplo dibujado, el punto de referencia de la lente derecha, ha de estar a una distancia de 25 mm del lado nasal del rectángulo que circunscribe a la plantilla. No tiene importancia para el centrado de la lente en el centrador que la plantilla según el sistema Boxing esté hecha de una forma inexacta. Se ajustan los 25 mm mencionados (distancia al punto de referencia) y que han de medir sobre el vidrio terminado. La determinación engorrosa de la verdadera posición del centro de rotación de la plantilla no es necesaria. La escala móvil del instrumento se desplazará de tal manera respecto a la escala fija, que del borde de la plantilla hasta el centro de la escala móvil ($Z_B = B$) haya una distancia de 25 mm.

Ventajas

Este método de centrado es independiente de las siguientes posibilidades de error:

1. Errores en la medición de la montura. Para el cálculo de x sólo es necesaria la determinación de la anchura del puente.
2. Irregularidades en los sistemas de medida utilizados y en las plantillas.

Se bloquea la lente con el centro de la plantilla, sin referencias a él, con lo que la incoherencia en los sistemas de medida no tienen importancia.

Centrado x-y en la adaptación y en la fabricación de plantillas

Si las medidas de centrado ya se toman en el momento de la adaptación de la gafa, como es posible con el aparato de adaptación de Zeiss, también se suprime la medición de la anchura del puente y el cálculo del valor de x . Los datos de centrado del adaptador pueden de esta manera ser utilizados directamente, sin más medidas y sin más cálculos, y por tanto, libre de errores.

El centrado x-y también puede ser utilizado en la fabricación de plantillas. En lugar de sujetar la montura según el centro Boxing, se ajustan los valores x e y respecto a los bordes nasal e inferior de la plantilla. Esto es posible de una forma exacta y rápida. Pero un requisito es que el instrumento posea líneas Boxing, lo que no ocurre con todos los instrumentos, aunque pueden utilizar como referencia las líneas verticales y horizontales del retículo de centrado. El centro de la plantilla coincide entonces con el punto de centrado óptico. En el centrador no es necesario descentrar la lente. La lente se centra respecto al centro de la escala (= centro de la plantilla);

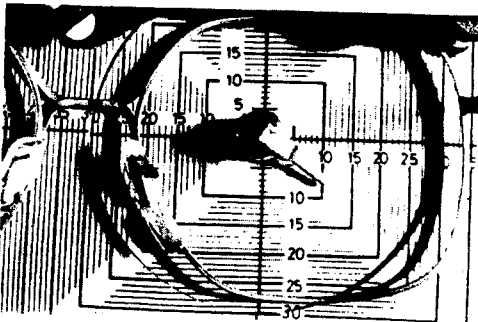


Fig. 5. Centrado x-y en la fabricación de plantillas ($x = 22$; $y = 27$).

Centrar con plantillas (láminas transparentes)

En la adaptación de gafas se utilizan a menudo plantillas transparentes para la determinación del punto de centrado del cliente. De estas plantillas transparentes se pueden obtener los datos de centrado directamente, sin cálculos y sin tener que medir la montura.

El centro de la plantilla M viene determinado en la plantilla transparente por la perforación central. El punto de centrado marcado por el adaptador sobre la plantilla transparente estará desplazado respecto a M unas distancias u

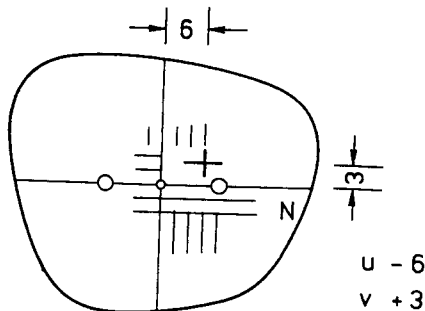


Fig. 6. Plantilla transparente con cruz de centrado.

y v . Estas distancias se pueden tomar directamente de la plantilla transparente.

Las ventajas del centrado con plantilla transparente son las mismas que con el centrado x-y. Errores de medida de la montura, e irregularidades en el sistema de medida de la montura y en la plantilla, no influyen sobre el resultado del centrado.

Algunos centradores permiten el centrado directo sobre la plantilla transparente. La plantilla transparente sobre la que va marcado el punto de centrado se coloca en lugar de la plantilla en el centrador. Entonces ya sólo es necesario hacer coincidir el punto de referencia de la lente con el punto de centrado marcado.

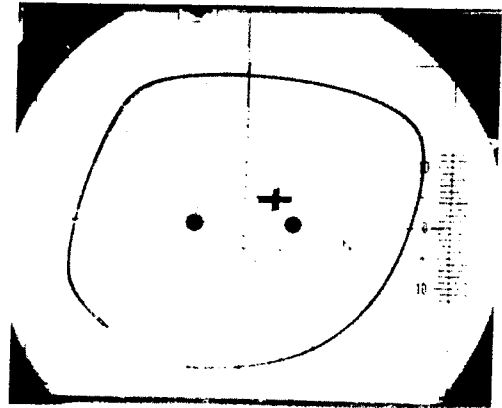


Fig. 7. Plantilla transparente en el centrado.

Posibilidades de error en centradores

Un centrador estará bien ajustado cuando la fijación de la ventosa coloque su centro en el lugar del centro de la plantilla en la escala fija. Para controlar esto se coloca en la pieza de sujeción de la ventosa, en lugar de la ventosa, una pieza de prueba. En el centro de la pieza de prueba se encuentra una perforación, que ha de coincidir en la posición de adherencia con el centro de la plantilla en la escala fija. Si este no es el caso se habrá de ajustar el instrumento.

Como casi todas las lentes han de ser descentradas, la exactitud de centrado depende también de la construcción del soporte de vidrio del centrador. Sobre todo en el caso de lentes de elevada potencia positiva es importante que la ventosa (adhesivo) se adhiera perpendicularmente sobre la superficie del vidrio. Si la aplicación es inclinada, la lente se desplaza hacia el lado donde la lente es más gruesa. En algunos instrumentos de centrado (Weco) se consigue una aplicación perpendicular gracias a una base que consta de tres pivotes móviles en dirección vertical.

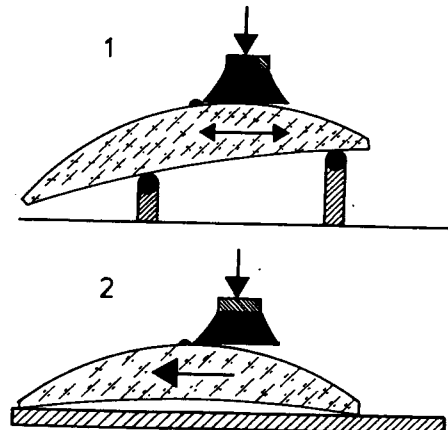


Fig. 8. Base de vidrio: 1: con compensación de descentramiento; 2: sin compensación de descentramiento.

Técnica de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

Tolerancia en el centrado

Lo más importante del trabajo de centrado en el taller, es el centrado exacto del punto de referencia de la lente sobre el punto de centrado óptico dado. En la gafa terminada, Z_B y B coincidirán. Pero en el montaje de las lentes no se pueden evitar desviaciones del centrado ideal. Estos errores de centrado, sólo son tolerados sin molestias, dentro de unos determinados límites que deben ser superados.

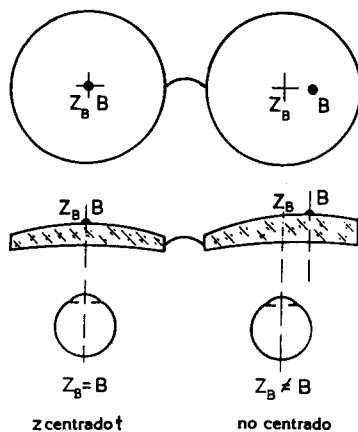


Fig. 1. Consecuencia de los errores de centrado

En la dirección principal de mirada, el portador de las gafas ya no mirará a través del punto de referencia de la lente. Pero fuera del punto de referencia todas las lentes tienen un efecto prismático adicional con dos consecuencias:

Primera consecuencia - empeoramiento de las imágenes

Este empeoramiento de la imagen resulta de las aberraciones de la lente, sobre todo al astigmatismo de haces oblicuos y aberraciones cromáticas. Por ello la nitidez en la visión disminuye. Este empeoramiento de la imagen aparece sobre todo para lentes de elevada potencia. Y es en estos casos, en los que hay que tenerla en cuenta.

Esta disminución de la nitidez debida a errores de centrado tiene efecto monocular. Las tolerancias para evitar estas disminuciones de la nitidez son por eso válidos para una sola lente.

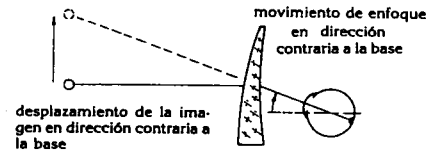


Fig. 2. Desplazamiento de la imagen y movimiento de enfoque

Segunda consecuencia - desviación de la luz

Esta desviación de la luz es de especial importancia para la visión a través de la gafa y para el centrado. Para entender esto, son necesarias unas observaciones previas a la óptica fisiológica.

El hombre ve los objetos nítidos, sólo si la imagen se forma en el centro de la mácula (fóvea). Por eso, los ojos han de fijarse en los objetos de interés. Al interponer una lente, no se fijan los objetos mismos, sino sus imágenes. Si la lente tiene un efecto prismático debido a un error de centrado, entonces la imagen ya no estará en la misma dirección del objeto, sino que estará desplazada en dirección contraria a la base. El ojo tiene que seguir este desplazamiento de la imagen, para tener la imagen del objeto en la fóvea.

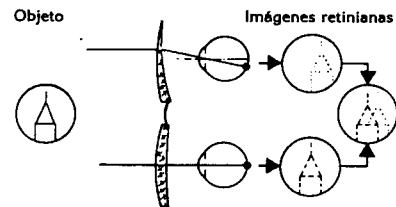


Fig. 3. Formación de doble imagen

Para tener visión binocular se debe cumplir: la imagen del objeto fijado ha de formarse en ambos ojos en la fóvea. Sólo entonces habrá visión binocular simple. Efectos prismáticos en una lente oftálmica, debidos a errores de centrado, desplazan la imagen del centro de la fóvea. Se forma doble imagen. El par de ojos intentará en cualquier caso, juntar esta imagen doble en una sola. Este movimiento de enfoque se denomina Fusión.

Fusión es el movimiento de enfoque de los ojos, que hace que las imágenes de ambos ojos coincidan, y que lleva por tanto a la visión binocular simple.

Este movimiento de enfoque forzado debido a errores de centrado se puede considerar como un estrabismo inducido. Si el movimiento de enfoque de ambos ojos es en sentido contrario, se habla de vergencia. Según la dirección de rotación del ojo, se diferencian las siguientes componentes de la vergencia:

Componente horizontal

Convergencia: movimiento de enfoque de los ojos horizontal hacia adentro

Divergencia: movimiento de enfoque de los ojos horizontal hacia afuera

Componente vertical: vergencia vertical: movimiento de enfoque de los ojos en sentido contrario (ejemplo: ojo derecho arriba, ojo izquierdo hacia abajo)

Para la vergencia debido a errores de centrado vale:

1. La vergencia es necesaria para tener visión binocular simple. Las imágenes de ambos ojos han de ser fusio-

nadas. Se habla por tanto, de «vergencia fusional». Esta vergencia fusional es una función de la visión binocular para eliminar las consecuencias de errores de centrado

2. Para la necesidad de vergencia no nos interesa el efecto prismático de una lente, sino que la resultante de los efectos prismáticos totales de ambas lentes en los puntos de centrado. Tolerancia de centrado se refieren por tanto siempre, al par de lentes, y hay que considerar también el centrado de la otra lente.

3. Si la potencia de las lentes derecha e izquierda es la misma, el valor de la tolerancia se mantiene constante, aún con movimientos de mirada hacia arriba, abajo, derecha e izquierda.

4. En anisometropías (diferente visión en los dos ojos), la vergencia varía con los puntos por los que se mira, y según el error de centrado en cada lente. Por eso hay reglas propias de centrado y tolerancia para gafas de anisometropes.

Cálculo de la vergencia fusional

La vergencia depende del error de centrado y de la potencia de la lente. Es igual al prisma total resultante de la gafa, en los puntos de centrado. De manera aproximada se calcula el prisma total de la gafa con la fórmula de PRENTICE modificada.

$P_B = \frac{(S'_R + S'_L) \cdot C_B}{2.10}$	
P_B	= prisma total resultante en cm/m (dioptrías prismáticas)
S'_R	= potencia de vértice posterior de la lente derecha en dpt.
S'_L	= potencia de vértice posterior de la lente izquierda en dpt.
C_B	= error de centrado de la gafa en mm horizontal: diferencia entre la distancia entre puntos de centrado y la distancia entre puntos de referencia. vertical: diferencia entre la altura de los puntos de referencia respecto a los puntos de centrado dados de derecha a izquierda.

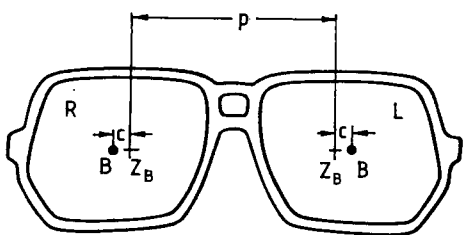


Fig. 4

El prisma resultante será mayor cuanto mayor sea la potencia de las lentes, y cuanto mayor sea el error de centrado. Por eso hay que centrar con especial exactitud lentes de elevada potencia.

El par de ojos y las gafas forman juntos un sistema óptico. La gafa conseguirá un efecto de corrección óptico con un centrado exacto. Cada error de centrado significa una variación del efecto dióptrico de las lentes, con lo que

**La presente fórmula sólo es válida si las potencias en ambos ojos son iguales o, en caso de potencias diferentes, si los descentramientos son equidistantes. En cualquier caso los desplazamientos deben ser en la misma dirección.*

la corrección de la gafa ya no coincide con la prescripción necesaria. La variación consiste en un efecto prismático adicional.

Ejemplo 1

Debido al error de centrado, las lentes tienen un efecto prismático adicional con la base interna (o base nasal). Los ojos sólo pueden obtener una imagen binocular simple de un objeto, si realizan un movimiento de los ojos hacia afuera. La divergencia forzada en este caso, es de 2Δ (dioptrías prismáticas).

Ejemplo 2

Aquí el efecto para el par de ojos es el de un prisma vertical. Tienen que realizar una vergencia vertical. El ojo derecho tendrá que rotar frente al ojo izquierdo, hacia abajo.

Estas vergencias fusionales necesarias para mantener la visión binocular simple, pueden llevar a molestias debido al esfuerzo (p. ej. dolores de cabeza) y a molestias visuales (p. ej. visión doble).

Ejemplos para el efecto de errores de centrado

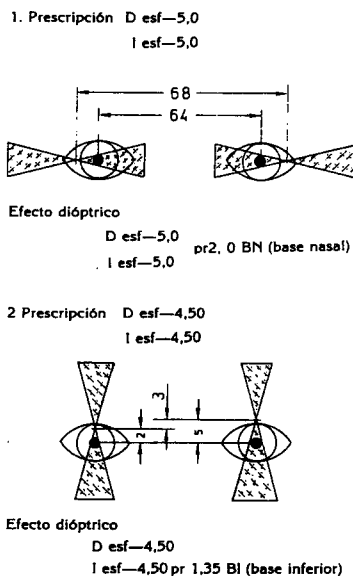


Fig. 5. 1. Error de centrado horizontal
2. Error de centrado vertical

Tolerancias de centrado según RAL-RG-915

Las determinaciones de calidad para el oficio de óptico RAL-RG-915 determina el efecto prismático máximo que puede tener una gafa debido a errores de centrado, para que pueda ser generalmente tolerado sin molestias. Según los componentes de vergencia, se dividen errores de centrado en la horizontal, en una dirección crítica y una dirección menos crítica. Errores de centrado en vertical nos da el prisma vertical, que hace necesaria una vergencia vertical.

dpt	Variaciones prismáticas tolerables en cm/m			
	horizontal		vertical	
	dirección menos crítica LB afuera CB adentro	dirección crítica LB adentro CB afuera	diferencia prismática	
0,25— 1,0	0,5	0,25	0,25	
1,25— 6,00	1,0	0,5	0,25	
6,50— 12,00	1,0	0,5	0,5	
	12,00	1,5	1,0	0,5

LB = lejos base CB = cerca base

Variaciones prismáticas tolerables según RAL-RG-915

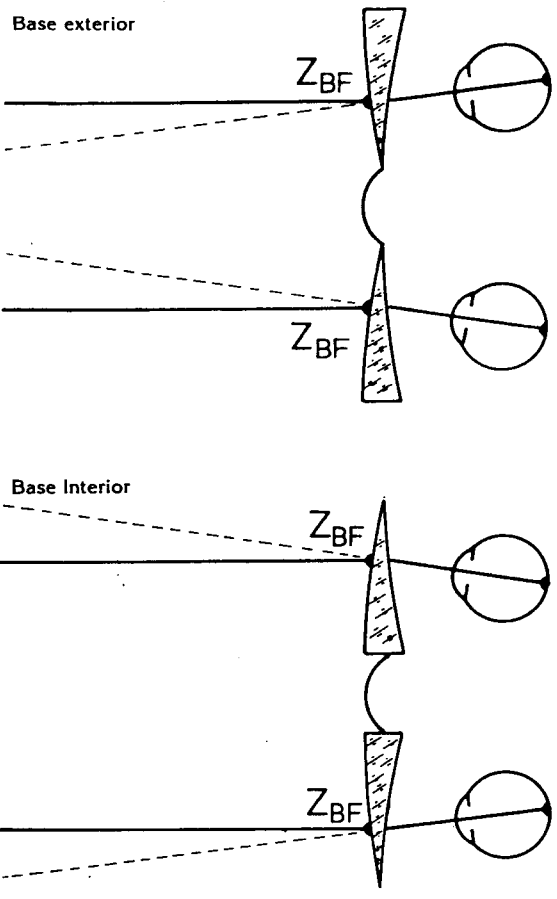


Fig. 6 Efecto del error de centrado horizontal en gafas de visión lejana

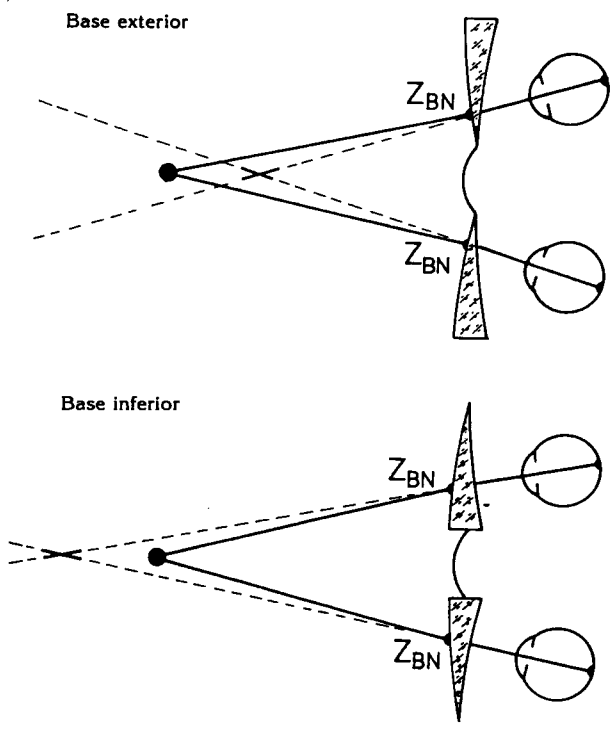


Fig. 7. Efecto del error de centrado horizontal en gafas de visión próxima

En esta tabla se ve que el ojo reacciona de distintas maneras, según la dirección de la base del error prismático.

Para visión lejana: los ojos tienen mayor facilidad de converger que de diverger. Se considera por tanto, como dirección menos crítica, aquellos errores de centrado que pueden ser compensados por convergencia. Como dirección crítica se consideran aquellos errores de centrado, que pueden ser compensados por divergencia.

gafa de lejos	dirección menos crítica	dirección crítica
Prisma en Z_{BF} desplazam. imagen vergencia error de centrado lentes positivas	base exterior hacia adentro convergencia	base interior hacia afuera divergencia
lentes negativas	de Z_{BL} hacia afuera de Z_{BL} hacia adentro	de Z_{BL} hacia adentro de Z_{BL} hacia afuera

De esto se sacan las siguientes reglas de trabajo para gafas de visión lejana: la distancia entre los puntos de referencia en la gafa terminada es mejor que sea mayor que la dip, que menor. En lentes negativas se tolera más un descentramiento hacia adentro: la distancia entre los puntos de referencia puede ser menor que la dip.

Para gafas de visión próxima: En visión próxima los ojos han de converger. Errores de centrado aumentan o disminuyen esta convergencia necesaria. Como dirección menos crítica se consideran aquellos errores de centrado, que producen en visión próxima una disminución de la necesidad de convergencia. El punto sobre el cual el portador de las gafas tiene que converger está más alejado que el punto objeto. Para ello es suficiente una menor convergencia. Como dirección crítica se consideran aquellos errores de centrado que provocan la necesidad de mayor convergencia. El punto en que se cruzan las líneas de fijación de ambos ojos está situado ahora más cerca que el objeto.

gafa de visión próxima	dirección menos crítica	dirección crítica
Prisma en Z^{BC} desplazamiento imagen necesidad de convergencia error de centrado lentes positivas	base interior hacia afuera disminuida	base exterior hacia adentro aumentada
lentes negativas	de Z^{BC} hacia adentro de Z^{BC} hacia afuera	de Z^{BC} hacia afuera de Z^{BC} hacia adentro

Reglas de trabajo para gafas de visión próxima: lentes positivas pueden descentrarse más hacia adentro, lentes negativas más hacia afuera.

Para todas las gafas es válido: Los ojos reaccionan muy sensibilmente a errores de centrado, que llevan a vergencias verticales. Estas tolerancias son por eso especialmente reducidas. Los valores de tolerancia dados son las tolerancias para el montaje. Esto significa que una gafa debería ser montada lo más exactamente posible. Las tolerancias sólo se dan para errores de acabado inevitables. En ningún caso se debe calcular el diámetro de la lente teniendo en cuenta los valores de tolerancia

Las molestias no aparecen de repente al alcanzar el valor límite, sino que a medida que aumenta el error de centrado, disminuye la calidad de visión. Además en el taller no conocen la tolerancia individual del portador de las gafas, y siempre han de considerar que su tolerancia es mínima.

Tolerancias en el trabajo

A partir de los efectos prismáticos permitidos según la tabla de la RAL, se pueden calcular las tolerancias de tra-

bajado en mm. Sirven para el montaje en el taller y para el control de la gafa terminada. Para el cálculo de estos valores se utilizó la fórmula de Prentice; además se aproximaron los resultados a valores medibles y elaborados. En la óptica ocular la exactitud está en 0,5 mm. Valores menores a 0,5 mm han sido redondeados a un valor de 0,5 mm.

dpt	horizontal		vertical
	dirección menos crítica	dirección crítica	diferencia entre los errores de derecha a izquierda
0,5	10	5	5
1,0	5	2,5	2,5
2,0	5	2,5	1,
3,0	3,5	1,5	1
4,0	2,5	1,5	0,5
5,0	2	1	0,5
6,0	1,5	1	0,5
7,0	1,5	0,5	0,5
8,0	1,5	0,5	0,5
9,0	1	0,5	0,5
10,0	1	0,5	0,5
11,0	1	0,5	0,5
12,0	1	0,5	0,5
13,0	1	0,5	0,5
14,0	1	0,5	0,5
15,0	1	0,5	0,5
16,0	1	0,5	0,5
17,0	1	0,5	0,5
18,0	1	0,5	0,5
19,0	1	0,5	0,5
20,0	1	0,5	0,5
21,0	0,5	0,5	0,5

Tolerancias totales para la gafa acabada (en mm)

La tabla nos da las desviaciones permitidas de los puntos de referencia (centros ópticos) desde los puntos de centrado dados, para el control final de la gafa acabada. Si se sobrepasan estos valores límites, la gafa ya no corresponderá a las determinaciones de calidad según RAL-RG-915.

De la tabla se pueden sacar las siguientes reglas de trabajo para el montaje de una gafa:

1. Cuanto mayor sea la potencia de una lente, menor será la tolerancia y tanto más exacto deberá ser el centrado.

2. En el centrado horizontal los valores de descentramiento tolerables, interiores y exteriores no son iguales

Gafa para visión lejana: con lentes positivas, descentramiento tolerable exterior es mayor, con lentes negativas, descentramiento tolerable interior es mayor

Gafa para visión próxima: con lentes positivas, descentramiento tolerable interior es mayor, con lentes negativas, descentramiento tolerable exterior es mayor.

3. Las menores tolerancias las tenemos para el centrado vertical. Por eso habrá que poner especial atención en el centrado vertical

Ejemplo

En una gafa para visión lejana con ambos lados +5,0 dpt, la distancia entre los centros ópticos de la gafa terminada, deberá ser como máximo 2 mm mayor, o 1 mm menor que la dip de lejos. La diferencia de altura de los centros deberá ser como máximo 0,5 mm

La fórmula de Prentice, que ha sido utilizada para el cálculo de las tolerancias, sólo nos da valores aproximados. Weinhold da una fórmula que evita los errores principales de la fórmula de Prentice. En una comparación se comprueba si las diferencias harían necesaria una variación de la tabla de tolerancias.

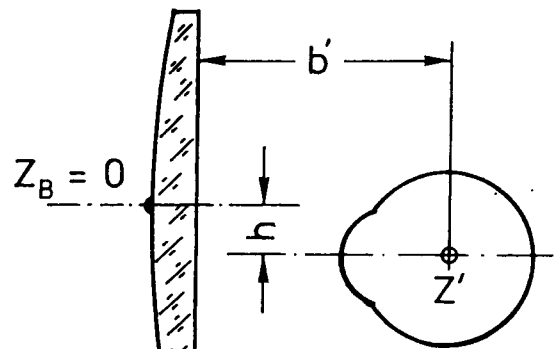


Fig. 8

$$h = \frac{P}{S} (1 - b'S')$$

h = error de centrado tolerable

P = efecto prismático tolerable

S' = potencia de vértice posterior

b' = distancia de vértice del centro de rotación del ojo

Cálculo según Weinhold

dpt	fórmula según Weinhold		fórmula según Prentice	
	lentes positivas	lentes negativas	lentes positivas y negativas	redondeado
1	2,425	2,575	2,500	2,5
2	1,175	1,325	1,250	1,5
3	0,758	0,908	0,833	1
4	0,550	0,700	0,625	0,5
5	0,425	0,575	0,500	0,5
10	0,175	0,825	0,250	0,5
20	0,050	0,200	1,125	0,5

Comparación de los valores según Weinhold y Prentice para una desviación tolerable de 0,25 cm/m

La comparación muestra:

1. Las variaciones aumentan con la potencia de vértice posterior de las lentes. Pero los valores exactos de la fórmula de Weinhold no se pueden poner en práctica porque están en unos dominios, que no son posibles de medir, y por tanto tampoco es posible trabajar con ellos en el taller. Para el cálculo de los valores tolerables es suficiente la fórmula de Prentice

2. Las tolerancias son, para lentes de igual potencia, mayores en lentes negativas que en lentes positivas. Esto significa en la práctica: para un error de centrado igual, se obtienen mayores errores prismáticos en lentes positivas que en lentes negativas. En una lente de 10 dpt y un error de centrado de 5 mm, una lente negativa tiene un efecto prismático adicional a 3,8 en cambio en una lente positiva es de 7,1

Lentes positivas de elevada potencia deberán ser centradas por eso, de forma especialmente exacta.

Técnicas de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

Aplicación de las tolerancias de centrado

El objetivo del montaje de las gafas en el taller óptico es conseguir una gafa óptimamente centrada según los datos facilitados por el adaptador. Este objetivo ha de conseguirse a pesar de las múltiples posibilidades de error existentes por una parte, en todos los pasos de trabajo y por la otra, en las máquinas y herramientas utilizadas. Con la ayuda de ejemplos se intentará explicar las tolerancias de centrado y deducir reglas para trabajar dentro de estas tolerancias. Se presupone que los valores de centrado fueron determinados correctamente por el adaptador y que existen lentes sin biselar de tamaño suficientemente grande.

Conceptos de tolerancia

Para obtener conceptos estándar, se utilizan para las distancias de centrado los conceptos básicos habituales de tolerancia usados en la técnica. Se diferencia entre las siguientes medidas y sus derivadas:

Medida nominal: Medida de centrado dada para la posición de los puntos de centrado.

Diferencia de medida: Valor de la desviación permitida del punto de referencia respecto al punto de centrado.

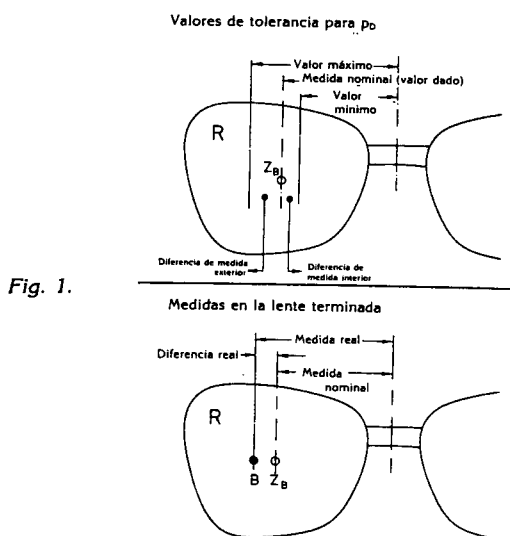


Fig. 1.

Fig. 2. Indicaciones de tolerancia para p_D

En el centrado horizontal se distingue entre una diferencia de medida interior y una exterior.

En el centrado vertical se distingue entre una superior y una inferior.

Valor máximo: Máximo valor de centrado permitido.

Valor mínimo: Mínimo valor de centrado permitido.

Tolerancia: Diferencia entre el máximo y el mínimo valor de medida permitido.

Medida real. Valor del centrado que se mide en la gafa una vez terminada (posición real de los puntos de referencia en la gafa una vez terminada).

Diferencia real: Error de centrado de la gafa terminada. Es la diferencia entre la medida nominal y la medida real (figs. 1 y 2).

La representación muestra los conceptos de tolerancia para las distancias nasopupilares de lejos. Los mismos conceptos son válidos para todos los datos de centrado horizontal y vertical.

Tolerancias monoculares y binoculares

Debido a las dos consecuencias de los errores de centrado, las normas de calidad distinguen dos condiciones de tolerancia, que una gafa terminada ha de cumplir.

Centrado monocular: En el centrado de una sola lente se ha de mantener la calidad óptima de la imagen producida. Para esto, cada lente debe ser montada en la gafa de tal manera respecto al ojo, que no exista disminución de la calidad visual a consecuencia de aberraciones debidas a errores de centrado. Las tolerancias para este efecto son relativamente grandes: para potencias normales, las tolerancias son aproximadamente de 3 mm.

Centrado binocular: Ambas lentes deben estar montadas respecto a la posición de los ojos, de manera que no produzcan ninguna vergencia (desviación de los ejes visuales) molesta. Las tolerancias binoculares son menores que las monoculares por lo que el centrado binocular siempre tiene prioridad sobre el monocular. Pero solamente si se cumplen ambas condiciones de centrado, una gafa será, según la norma RAL-RG-915, apta para ser entregada. *

Una gafa está suficientemente bien centrada para ser entregada, si mirando a través de los puntos de centrado del ojo derecho y del izquierdo:

1. Las vergencias inducidas por errores de centrado no superan los valores límites según la norma RAL-RG-915.
2. No se producen aberraciones molestas.

Aplicación en el centrado horizontal

Las tablas de tolerancia en las normas de calidad para el centrado horizontal dan los valores binoculares, es decir, los valores límites de las desviaciones debidas a errores de centrado. Son por tanto válidos para ambas lentes en conjunto y nos dan la desviación permitida del valor nominal de la distancia entre puntos de centrado (dip), sin tener en cuenta como se consiguió esta distancia, esto es, cómo están centradas cada lente por separado.

Por regla general, se trabajan, durante todo el proceso de centrado en el taller, ambas lentes juntas. Con esto, los errores de centrado sistemáticos, como por ejemplo, desviaciones en la plantilla o inexactitudes en la montura, se producen en ambas lentes en la misma dirección, con lo que los errores de cada lente se sumarán en la gafa por

*En lo sucesivo, hablaremos de Tolerancia Monocular cuando nos referimos a la tolerancia para no producir aberraciones y de Tolerancia Binocular cuando nos referimos a la tolerancia a la desviación de los ejes visuales (vergencia).

lo que es aconsejable trabajar cada lente considerando la mitad de la tolerancia total. Entonces al sumar los errores, no se superará esta tolerancia total. No se trabaja por tanto con las grandes tolerancias monoculares.

En algún caso particular, una ampliación de la tabla RAL permite una mayor diferencia en una lente si este error es compensado por la otra lente para no superar la vergencia tolerable. La ampliación estipula: "El error de centrado horizontal para una lente no debe ser mayor que la desviación total permitida de la dip". Para mayor sencillez se han tomado por tanto para la exactitud del centrado de cada lente las diferencias de medida permitidas para la dip. De esta ampliación resulta que para el montaje y el control:

1. Los valores de centrado reales de cada lente y de la gafa han de estar dentro de las tolerancias.

2. Las diferencias de medida permitidas para la gafa pueden estar distribuidas de cualquier manera entre ambas lentes.

3. Si una parte de la diferencia de medida permitida ha sido utilizada en una lente, para la otra sólo queda el resto de la tolerancia.

Tabla I. Tolerancias totales para la gafa terminada.

dpt	Horizontal	
	Dirección menos crítica	Dirección crítica
0,5	10	5
1,0	5	2,5
2,0	5	2,5
3,0	3,5	1,5
4,0	2,5	1,5
5,0	2	1
6,0	1,5	1
7,0	1,5	0,5
8,0	1,5	0,5
9,0	1	0,5
10,0	1	0,5

Ejemplo:

Prescripción: Lejos OD + 5.00 esf., OI + 5.00 esf.
Medidas nominales: $dnp_D p_D = 32$, $dnp_I p_I = 32$, $dip p = 64$ mm.

Tolerancia: Dirección menos crítica +2
Dirección crítica -1

Para evitar desviaciones molestas (tolerancia binocular), la distancia real entre los puntos de centrado ha de estar entre 66 y 63 mm. Para evitar aberraciones molestas (tolerancia monocular) la medida real de cada punto de centrado debe estar entre 34 y 31 mm pero la suma de ambas medidas ha de quedar entre 66 y 63 para no superar la tolerancia binocular.

Por tanto, serán correctas en la gafa terminada las siguientes combinaciones de medidas de la distancia real del punto de centrado al centro del puente de la gafa (dnp real):

P_D 33	p_I 33	p 66
o 34	32	66
o 34	31	65
o 32	31	63

Las siguientes combinaciones de valores de centrado serán incorrectas aunque las distancias del punto de centrado de cada lente o la distancia entre ambos puntos de centrado estén dentro de la tolerancia:

P_D 34	p_I 34	p 68
o 30	36	66

En el primer caso, cada lente por separado está dentro de la tolerancia, pero juntas superan el valor máximo de la

distancia de centrado. En el segundo caso, la distancia de centrado está dentro del límite de tolerancia, pero cada lente está demasiado descentrada.

En lentes con una tolerancia pequeña y cuando se bisele a mano, se recomienda efectuar un control intermedio después de biselar la primera lente. Se tiene así la posibilidad de compensar con la segunda algún error cometido.

Para cumplir ambas condiciones de tolerancia, se utiliza el siguiente esquema de trabajo:

1. Biselar la lente lo más exactamente posible según los datos facilitados por el adaptador. Cometer los errores inevitables en la dirección menos crítica.

2. Determinar la medida real del centrado y el error cometido.

3. Calcular la tolerancia restante para la segunda lente.

4. Biselarla de tal manera que el valor de centrado caiga dentro de la tolerancia restante.

Ejemplo:

Prescripción: Lejos OD - 1,00 esf., OI - 1,00 esf.

Medidas nominales: $p_D = 32$, $p_I = 32$

Tolerancia: + 2,50, - 5,00

Primero se termina la lente derecha y se monta. El control de centrado nos da:

Medida real de $p_D = 34,5$

Diferencia real: +2,50

Tolerancia residual: 0,00, - 5,00

Para la lente izquierda nos queda una tolerancia residual de - 5,00 mm. Todas las medidas reales de p_I comprendidas entre 32 y 27 mm nos dan una gafa que cumple las dos condiciones de tolerancia. Si se intenta montar la lente izquierda según el valor 32 mm, entonces cualquier error hacia fuera nos hará superar la tolerancia total. Por tanto, es aconsejable centrarla más hacia adentro, en dirección a la distancia entre centros correcta.

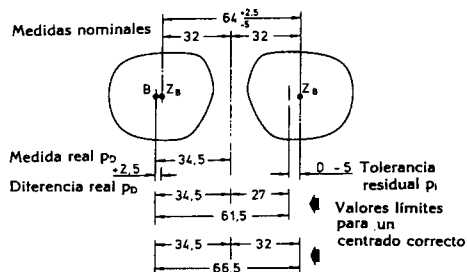


Fig. 3. Ejemplo de tolerancia

Control de centrado horizontal

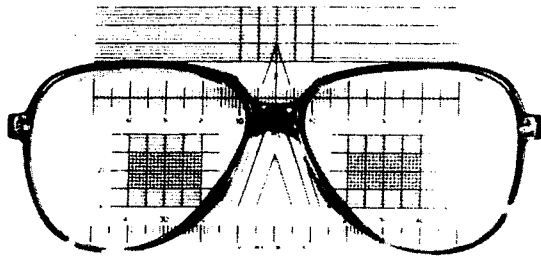
El control final del centrado horizontal debe ser sobre los tres valores de centrado. Se debe medir:

— Distancia real entre los dos puntos de referencia (dip total) para comprobar el cumplimiento de la tolerancia binocular.

— Distancia de cada punto de referencia al centro del puente de la montura (dnp) para comprobar el cumplimiento de la tolerancia monocular: inexistencia de aberraciones.

Para la medición de la dnp o dip parcial lo mejor es utilizar las plantillas de centrado que han desarrollado muchos fabricantes de lentes progresivos. Todavía es mejor el centrador de bifocales de la casa Essilor.

ZEISS



Plantilla de centrado Zeiss Gradat

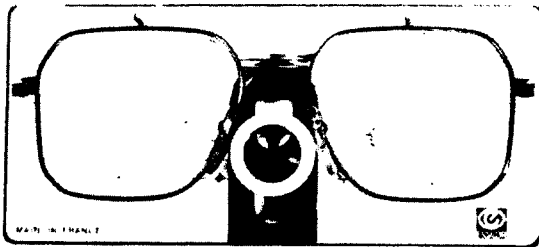


Fig. 4. Centrador de bifocales Essilor

Aplicación en el centrado vertical

En el centrado vertical, las normas de calidad diferencian entre las tolerancias a la vergencia (binoculares) y las tolerancias a las aberraciones (monoculares), cada una con sus correspondientes tablas. Estos valores de la tolerancia son válidos tanto para gafas de lejos como para cerca y tanto para lentes positivas como negativas.

Tabla II. Tolerancias verticales para la gafa terminada

dpt	Tolerancia monocular Referente a la altura de centrado dada		Tolerancia binocular Diferencia de las desviaciones de la lente derecha e izquierda	
	mm		cm/m*	mm
0,5	+5	-10	0,25	5
1	+2,5	-5	0,25	2,5
2	+2	-4	0,25	1
3	+2	-3	0,25	1
4	+2	-3	0,25	0,5
5	+2	-3	0,25	0,5
6	+2	-3	0,25	0,5
7	+1	-2	0,5	0,5
8	+1	-2	0,5	0,5
9	+1	-2	0,5	0,5
10	+1	-2	0,5	0,5

*cm/m = dioptría prismática (V)

La primera columna da la diferencia de medidas permitidas para la tolerancia monocular. El punto de referencia de cada lente en la gafa terminada, puede variar, de la altura de centrado dada, dentro de estos límites. La segunda columna nos da el prisma vertical máximo que debe producirse debido a un error de centrado vertical. En la tercera columna, los valores vienen en mm y nos dan la diferencia permitida entre la altura de centrado de la len-

te derecha y la izquierda. Estas diferencias de medida permitidas son muy pequeñas y por tanto exigen una máxima exactitud en el montaje. A partir de 4,00 dpt. la diferencia permitida para la tolerancia binocular es de tan sólo 0,50 mm.

Ejemplo:

Prescripción: Lejos: OD + 2,00 esf., OI + 2,00 esf.

Medida nominal: Altura: $y_D = 25$, $y_I = 25$

Diferencia de medidas: Tolerancia monocular: + 2, - 4 mm

binocular: 0,25 cm/m, 1 mm

Para evitar aberraciones molestas, las medidas reales para los valores de la altura «y», deben estar entre 21 y 27 mm. Para tener una desviación vertical menor de 0,25 cm/m, la diferencia máxima entre las alturas de los puntos de referencia derecho e izquierdo puede ser de 1 mm. Serán por tanto correctas las siguientes combinaciones de las alturas de ambos puntos de centrado:

y_D 27	y_I 26
24	25
22	21

En el centro vertical es por tanto esencial el centrado correcto de una lente respecto a la otra. También aquí se puede deducir para el montaje un esquema de trabajo:

1. Biselar una lente lo más exactamente posible según los valores de centrado. Las desviaciones tienen que caer dentro de la tolerancia monocular.

2. Biselar la otra lente correctamente respecto a la anterior, independientemente de la medida nominal. El error en la altura respecto a la primera debe caer dentro de la tolerancia binocular. Biselar respecto a la primera lente significa montarla a la misma altura, según la prescripción. Es decir, si las indicaciones de altura en la prescripción son distintas para ambas lentes, deberá mantenerse esta misma diferencia de altura.

Ejemplo:

Prescripción: Lejos: OD + 2,00 esf., OI + 2,00 esf.

Medidas nominales: Altura pupilar OD: $y_D = 25$, OI: $y_I = 22$

Diferencias tolerables: Tolerancia monocular: + 2; - 4 mm. binocular: 1 mm.

Después de montada la lente derecha, se mide la altura de su punto de referencia y es de 22 mm lo que representa una diferencia de altura de -3 mm. La lente izquierda también se deberá biselar con una diferencia de altura de -3 mm, esto es, con una altura del punto de centrado de 19 mm. La tolerancia binocular no se supera si se monta a 20 o 18 mm. Si se montara la lente izquierda con una altura $y_I = 22$ mm., independientemente de la medida real de la lente derecha, la gafa tendría para el cliente una desviación prismática de 0,6 V (dpt. pr.) y estaría por tanto fuera de tolerancia.

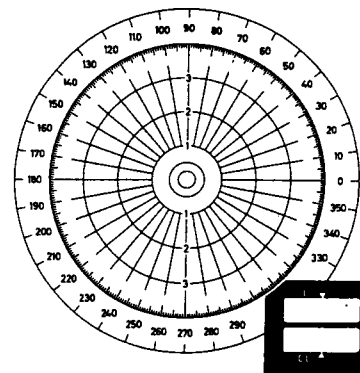


Fig. 5. Escala de potencias prismáticas en el frontofocómetro Rodenstock/Zeiss

Control del centrado vertical

El control final del centrado vertical se deberá efectuar sobre tres valores de centrado. Se mide:

Altura de ambos puntos de referencia (centros de montaje) para comprobar que cada una cumple con la tolerancia monocular.

Posición de un punto respecto al otro, es decir, la diferencia de las alturas derecha e izquierda para comprobar que está dentro de la tolerancia binocular.

Este último control se podría hacer midiendo directamente la diferencia de efectos prismáticos en el frontofocómetro, con ayuda de la escala de lectura de dioptrías prismáticas. Para esto la escala debería tener anillos de 0,25 y 0,50 cm/m (V), como en el caso del frontofocómetro de proyección de Rodenstock/Zeiss y la mayoría de frontofocómetros.

Tolerancias de centrado en anisometropías

En las gafas para anisométricos, a partir de una diferencia entre ambas lentes de aproximadamente 2,00 D., hay que conseguir un centrado monocular sobre los puntos principales de mirada lo más exacto posible, para evitar desviación en la dirección principal de mirada. Por esto hay unas reglas especiales para estas tolerancias:

Centrado horizontal

Cada lente por separado se ha de centrar lo más exactamente posible según su correspondiente valor de centrado. Como diferencias de medida permitidas serán entonces solamente válidas la mitad de los valores de las tablas de tolerancia. En el control final no se deberá sobrepasar la mitad de la diferencia de medida total tolerable.

Ejemplo:

Prescripción:	Lejos/OD esf. + 2,00	OI esf. + 4,00
Medidas nominales:		
Dirección menos crítica	0,5 cm/m BT (temporal) + 2,50 mm	0,5 cm/m BT + 1,25 mm
Dirección crítica	0,25 cm/m BN (nasal) -1,25 mm	0,25 cm/m BN -0,62 mm

Centrado vertical

Solamente son válidas las tolerancias de vergencia binocular tanto para el cumplimiento de la altura de centrado como para la diferencia de alturas entre la lente derecha y la izquierda.

En el control de la diferencia de altura entre las lentes con la escala del frontofocómetro, se obtienen distintos prismas verticales, según la lente en la que se ha medido la diferencia.

Como ejemplo, tomamos otra vez la gafa OD + 2,00, OI + 4,00. Estas lentes se montan con una diferencia de altura de 1 mm. Si se centra la lente derecha y se mide el error de altura en la lente izquierda, se obtiene un prisma vertical de 0,4 cm/m (V) y la gafa no estará dentro de los límites de tolerancia. Al revés, sólo se obtiene un prisma vertical de 0,2 V en la lente derecha.

Por esto se debería medir el error vertical siempre en la lente de mayor potencia y es en esta donde no se deberían superar los valores de la tolerancia.

Control de centrado en lentes multifocales

Según las normas de calidad, los multifocales con una potencia para lejos superior a 4,00 D. se han de controlar para ver si cumplen con las tolerancias de centrado óptico. Se deben realizar por tanto, los mismos controles de centrado que en las gafas monofocales. Se controla la distancia entre los puntos de centrado para lejos y el prisma vertical.

La posición del centro óptico de la zona de lejos respecto a la de cerca es un valor fijo del multifocal que viene dado por el fabricante. Si no se cumple esta constancia, cuando se efectúa un centrado respecto al centro geométrico de la pieza de cerca, se da lugar a desviaciones en la visión a través de la zona de lejos y de cerca que han de estar dentro de los límites tolerables.

Control de centrado con frontofocómetros computarizados

Los frontofocómetros automáticos computarizados son capaces de medir el efecto dióptrico, es decir, esfera, cilindro y su eje y prisma con su base, en cualquier punto de la lente. Este efecto medido ha de coincidir con la prescripción. Errores de centrado producen una variación del efecto prismático en el punto de centrado. La mayoría de las prescripciones tienen un prisma «cero» y el prisma medido en el punto de centrado así como el prisma total resultante ha de estar dentro de las desviaciones prismáticas permitidas.

Un dispositivo especial en la escala del instrumento Humphrey permite medir la distancia del punto de centrado al centro del aro correspondiente y la altura de centrado. El «Lens-Analyser» determina no sólo el efecto de cada lente sino que además suma los dos efectos prismáticos, obteniendo el prisma total resultante. Los valores se pueden leer en indicación digital o impresos. Se obtienen así sobre el papel todos los valores de control de una gafa.

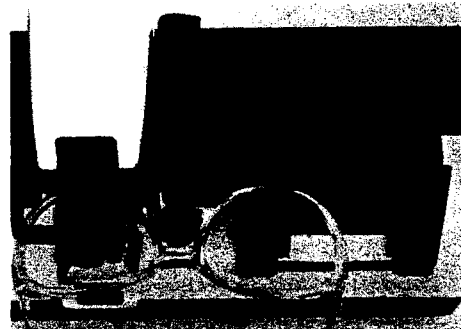


Fig. 6. Medición del centrado en la escala del Lens-Analyser de Humphrey

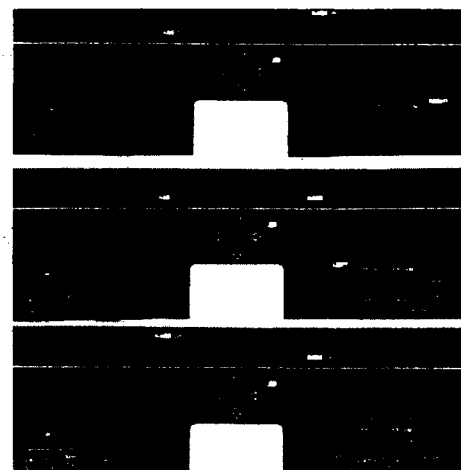


Fig. 7. Indicación digital del prisma debido a un error de centrado. Arriba: Lente derecha Centro: Lente izquierda Abajo: Prisma total resultante

Técnica de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y aceptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

Centrado de lentes astigmáticas

Para lentes monofocales astigmáticas son válidas las mismas condiciones de centrado que para las lentes esféricas. Ambos puntos de referencia han de coincidir en la gafa terminada con los puntos de centrado indicados al caso. Pero las lentes astigmáticas tienen en los puntos de referencia diferentes efectos dióptricos según la dirección del meridiano que consideremos.

Indicación del efecto dióptrico en el punto de referencia

La corrección del astigmatismo ocular se realiza mediante una lente que tiene un efecto corrector total para cada meridiano amétrope y tiene por tanto, potencias distintas en dos meridianos perpendiculares entre sí. La potencia de vértice posterior (Pvp) de estos dos meridianos principales, y sus direcciones, son características del efecto astigmático de la lente correctora. Al especificar el valor de la potencia se debe indicar una dirección que deberemos considerar durante el centrado.

Pero la prescripción no indica los efectos en los meridianos principales, ni sus direcciones. Según las normas DIN, la indicación del efecto viene dado como una combinación esfero-cilíndrica con cilindro positivo (Norma DIN 58.202) y con la indicación del eje del cilindro según el esquema TABO (Norma DIN 58.201).

Ejemplo:

Indicación según DIN

esf +1.00 cil +2.00.90° pr 0.0B...*

Efecto en el punto de referencia B

en la dirección 90° +1.00 dpt

en la dirección 180° +3.00 dpt

prisma 0.0V

La lente deberá tener este efecto en el punto de centrado óptico Z_B de la gafa terminada, si queremos que corrija al astigmatismo. En lentes sin corrección prismática, el punto de referencia coincide con el centro óptico de la lente.

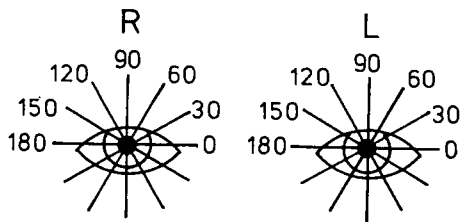


Fig. 1. Esquema TABO según la Norma DIN 58.201.

Marcado en el frontofocómetro

El frontofocómetro óptico presenta en las lentes astigmáticas dos particularidades frente a las lentes esféricas:

—Existen dos posiciones de la escala dióptrica del frontofocómetro, para las que se ve nítido el test, correspondiendo a los valores en los dos meridianos principales.

—La imagen del test se forma según el «Conoide de Sturm». Para cada posición correspondiente a un meridiano principal, los puntos del test se convierten en líneas que son perpendiculares al meridiano principal de la lente para la cual está enfocado el test.

En los frontofocómetros ópticos actuales se utilizan principalmente dos sistemas de test que compararemos.

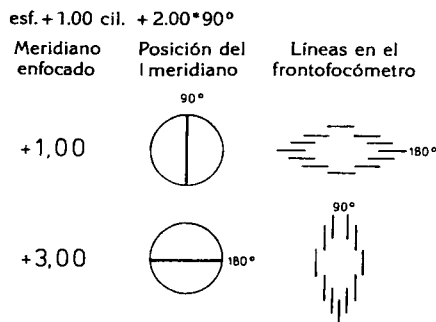


Fig. 2. Meridianos principales y líneas focales.

Test fijo (test de corona)

Este test consta, la mayoría de las veces, de unos puntos que forman un círculo. Con una lente astigmática se forma de este test una imagen parecida a la de la figura 2. Para el marcado de la lente se ajusta una cruz de centrado en la dirección del eje prescrito, estando la lente con

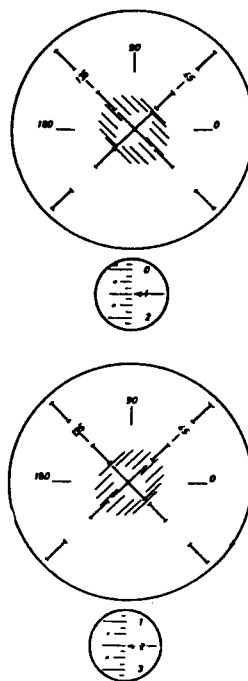


Fig. 3.

*Normalmente la fórmula esfero-cilíndrica se suele poner en la forma más simple: +1.00 (+2.00*90°) entendiéndose que la primera potencia es la esférica y la potencia entre paréntesis es la cilíndrica y el eje)

En España se sigue utilizando la forma: 90°+2.00+1.00 que está fuera de Norma y que debería eliminar.

el eje en posición correcta cuando las líneas focales del test sean paralelas a la correspondiente línea de la cruz de centrado. El único criterio de ajuste para la exactitud en la orientación del eje es este paralelismo. Si la potencia cilíndrica es muy pequeña o muy grande es difícil de enfocar.

Test móvil (test de cruz)

La mayoría de los frontofocómetros actuales trabajan con este sistema pues se consiguen las siguientes ventajas:

—Una forma distinta del test en los dos meridianos principales, que puede ayudar a evitar errores entre éstos y por tanto evitar un posible error de 90° en la orientación del eje.

—Por medio de una estudiada disposición de líneas y puntos se consigue una mejora de los criterios de ajuste para la exactitud de la orientación del eje y del valor de la potencia cilíndrica de gran utilidad en el caso de efectos cilíndricos pequeños y grandes. Según el valor del cilindro, se puede ajustar y medir el eje de las siguientes maneras:

Paralelismo entre las líneas focales formadas a partir de los puntos y las líneas del test.

Coincidencia de las líneas focales del test de cruz con la dirección de la cruz del retículo.

Simetría entre las líneas focales del test y la cruz de centrado del retículo y nitidez de las líneas focales del test.

—El ajuste y la medición del eje también es posible fuera del centro del círculo de centrado lo que es especialmente ventajoso en la medición del eje de la pieza de visión próxima en las lentes multifocales y en el ajuste del eje en las lentes prismáticas y progresivas.

El marcado se realiza con tres puntos siendo el punto central el de referencia de la lente y debe coincidir con el punto de centrado indicado en la prescripción. Los dos puntos exteriores nos dan la referencia del eje al que está montada la lente y deben coincidir con la horizontal de la montura.

A pesar de tener mucho cuidado se producen casos de inversión de la orientación del eje de 90° . Para evitar estos errores se debería comprobar la lente una vez marcada en el frontofocómetro. Existen tres posibilidades de control, que también pueden ser utilizadas para conocer la posición aproximada del eje de unas lentes desconocidas montadas en una gafa.

—Control de giro. Al girar el eje en un cilindro positivo, la imagen de líneas situadas en la dirección del eje giran en dirección contraria a la dirección de giro.

—Control de espesor. El espesor de borde de una lente sin biselar de cilindro positivo es mayor en la dirección del eje que en la del contraeje.

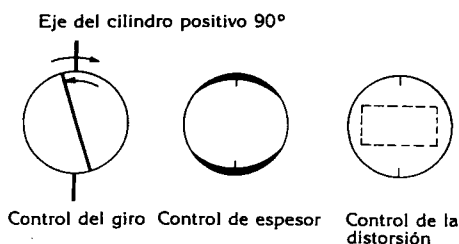


Fig. 4. Control de marcado.

*Actualmente todas las lentes astigmáticas, salvo alguna excepción, se fabrican con cilindro negativo (cilindro cóncavo) por lo que estas normas de control serán al revés: giran en la misma dirección, el espesor de borde en el eje es menor y la imagen más grande.

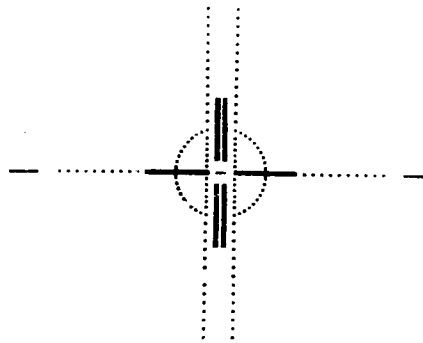


Fig. 5. Test de cruz del frontofocómetro Rodestok

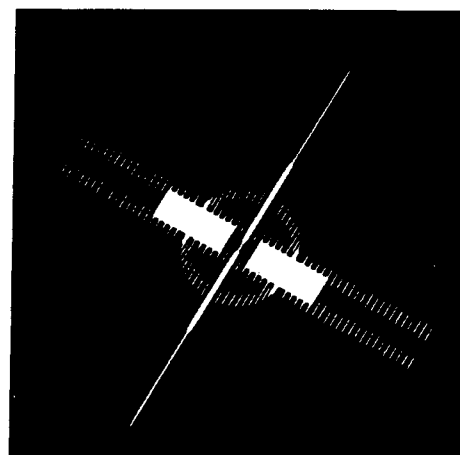
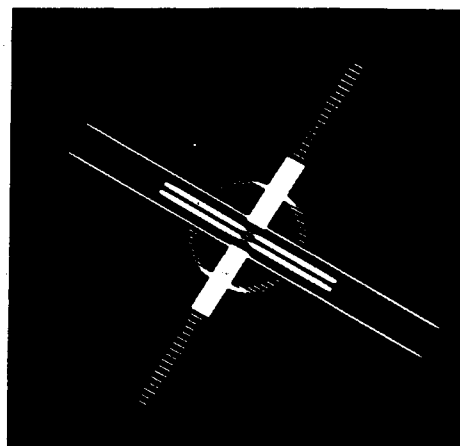


Fig. 6. Imagen de las líneas focales de los meridianos principales para una posición del eje a 45° .

—Control de la distorsión. La imagen es más pequeña en la dirección del eje de un cilindro positivo. La imagen de un cuadrado es un rectángulo, y de un círculo es una elipse.*

Tolerancias para gafas astigmáticas

Durante el montaje de lentes astigmáticas se pueden producir dos clases de errores. Por un lado, el punto de referencia puede estar desplazado horizontal y verticalmente (error de centrado). Por otro lado, el eje puede estar girado (error de eje). Ambos errores tienen distintas consecuencias y unas condiciones de tolerancia propias.

1. Tolerancias de centrado

Si en la gafa terminada, el punto de referencia de la lente y el punto de centrado no coinciden, se produce para el portador de las gafas un efecto prismático adicional, que ha de ser compensado por vergencia. Para lentes astigmáticas son válidas según RAL, las mismas tolerancias binoculares que para lentes esféricas (tabla I).

Tabla I. Desviaciones prismáticas permitidas según RAL-RG-915

dpt.	Desviaciones prismáticas permitidas en cm/m(V)		
	horizontal		vertical Diferencia prismática (respecto a la prescripción)
	Dirección menos crítica Lejos Base Temp Cerca Base Nasal	Dirección más crítica Lejos Base Nas. Cerca Base Temporal	
0,25- 1,00	0,5	0,25	0,25
1,25- 6,00	1,0	0,5	0,25
6,50-12,00	1,0	0,5	0,5
sobre-12,00	1,5	1,0	0,5

Los efectos prismáticos debidos a error, indicados en la tabla I no deben ser sobrepasados en la gafa terminada. Para el montaje y el control de la gafa se deberán calcular las desviaciones tolerables a partir de los datos de la tabla. Para esto se dividen las prescripciones en dos grupos según la posición del eje:

—Lentes oftálmicas con el eje recto (a 90° o 180°).

La magnitud de la desviación prismática depende del efecto de la lente en los meridianos horizontal y vertical.

Ejemplo:

Prescripción: lejos D e l esf.+1.00 cil.+2.00 a 90°

Si en esta gafa existe un error de centrado de 1 mm tanto horizontal como verticalmente, se producen los siguientes efectos prismáticos:

horizontal: $S' = +3.00$, $c = 1$ mm. $P = 0,3$ V

vertical: $S' = +1.00$, $c = 1$ mm. $P = 0,1$ V

Un mismo error de centrado produce efectos prismáticos distintos, porque las potencias en los dos meridianos son distintas, por eso las tolerancias de trabajo, que se calculan a partir de las variaciones prismáticas permitidas, han de considerar las potencias en los meridianos principales.

Son válidas en cada caso las tolerancias de trabajo correspondientes a la potencia del meridiano, horizontal o vertical, que se considere.

Ejemplo:

Prescripción: lejos D e l esf.+1.00 cil.+2.00 a 90°

Horizontal: +3.00 dpt.

Desviación prismática tolerable en la dirección menos crítica 1.00

Desviación tolerable 3.33 mm

Desviación prismática tolerable en la dirección crítica 0.50 V

Desviación tolerable 1.66 mm

Vertical: +1.00

Tolerancia de aberraciones +2—3 mm

Tolerancia de vergencia

Desviación prismática tolerable 0.25 V

Desviación tolerable 2.5 mm.

Todas las prescripciones que tengan el eje a 90°+20°, o 180°+20° se pueden trabajar según esta regla de tolerancia sin cometer grandes errores. Estas posiciones de ejes son: 0°-20°, 70°-110° y 160°-180°.

Aproximadamente un 90 % de todas las prescripciones tienen el eje en estas posiciones.

Lentes oftálmicas con el eje oblicuo

Con un error de centrado en una sola dirección (horizontal o vertical) se produce simultáneamente un prisma vertical y uno horizontal, es decir, el portador de la gafa tendrá que compensar con una vergencia tanto horizontal como vertical.

La dirección del error de centrado ya no coincide con uno de los dos meridianos principales. La lente tiene en la dirección del error, una potencia correspondiente a la media de las dos potencias de los meridianos principales. El prisma producido viene determinado por la potencia en ese meridiano.

Además se produce un prisma perpendicular a la dirección del error de centrado. Este prisma se debe al cilindro de la lente astigmática. Su magnitud depende del error de centrado, del efecto cilíndrico y del eje de la lente. La base de esta prisma siempre está, respecto Z_B , en dirección al eje del cilindro positivo. Es aquí donde el vidrio es más grueso (ver fig. 7).

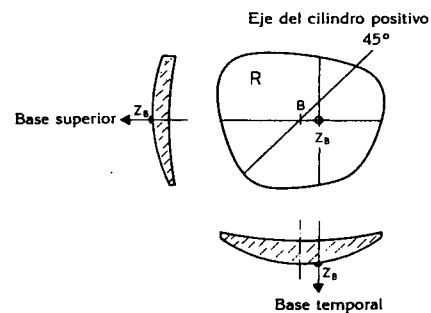


Fig. 7. Proyección: Lente cilíndrica con el eje del cilindro positivo a 45° a través del punto de centrado óptico.

Ejemplo:

Prescripción D esf.+1.00 cil.+2.00 a 45°

Error de centrado horizontal: 5 mm. hacia afuera

Prisma en Z_B : 1.00 V Base temporal-exterior

0.50 V Base superior

Horizontalmente, es decir en dirección del error de centrado, esta lente tiene un efecto de +2.00 dpt. El error de centrado de 5 mm. hacia afuera causa por tanto un prisma de 1 V BT. Y aunque no exista ningún error de centrado vertical, se produce en el punto de centrado óptico un prisma vertical de 0.5-VS (tabla II).

Tabla II.

Prisma en dirección del error de centrado	Prisma perpendicular al error de centrado
$P_F = \frac{CS + Z \cdot \sin^2 \alpha}{10}$	$P_Z = \frac{C \cdot Z \cdot \sin A \cdot \cos A}{10}$
P_F = Prisma en dirección del error de centrado	P_Z = Prisma del cilindro perpendicular a la dirección del error de centrado
c = error de centrado (mm)	c = error de centrado (mm)
S = Esfera	Z = Cilindro
Z = Cilindro	A = Eje
α = ángulo que forma el eje con la dirección del error de centrado	

Este prisma adicional perpendicular a la dirección del error de centrado (tabla III), es tanto mayor, cuando más alejado esté el eje de 180° o 90°. El máximo para una dirección del eje de 45° o 135°. Para el efecto de este pris-

ma sobre la visión binocular también se ha de considerar la dirección del eje de la otra lente.

Especialmente importante para el centrado es el prisma vertical, que se produce por errores de centrado horizontales, por que aquí las tolerancias son especialmente pequeñas. Si la posición de los ejes de ambas lentes es simétrica una respecto a la otra, entonces se produce en ambos lados un prisma con la base en la misma dirección. Los prismas pueden así compensarse parcial o totalmente. Si las direcciones de los ejes son paralelos se producen prismas con las bases opuestas. Estos prismas se suman.

Tabla III. Prisma perpendicular a la dirección del error de centrado para un error de centrado de 1 mm

Posición del eje	Potencia cilíndrica				
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
10/80 100/170	0,017	0,034	0,051	0,068	0,085
20/70 110/160	0,032	0,064	0,096	0,128	0,161
30/60 120/150	0,043	0,087	0,130	0,173	0,216
40/50 130/140	0,049	0,098	0,148	0,197	0,246
45	0,050	0,100	0,150	0,200	0,250

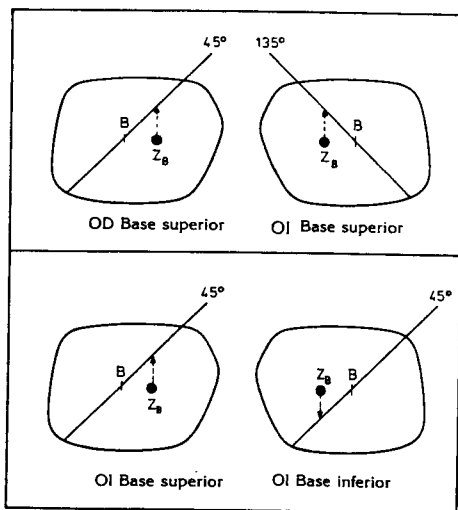


Fig. 8. Dirección de la base derecha e izquierda

De aquí se obtiene como regla de trabajo para lentes con ejes oblicuos: Cuanto mayor es el cilindro, más exacto deberá ser el centrado horizontal. El prisma vertical resultante, que es debido tanto a los errores de centrado verticales como a los horizontales, ha de caer dentro de las tolerancias RAL (0,25 y 0,5 V). En determinados casos se ha de prescindir de la utilización de las tolerancias horizontales. Daremos dos ejemplos:

Prescripción: Lejos D esf. +2.00 cil.+4.00 a 45°
I esf. +2.00 cil.+4.00 a 45°

En la horizontal esta gafa tiene un efecto de +4.00 dpt. En la dirección menos crítica resulta para un prisma tolerable de 1 V BT, una tolerancia de 2,5 mm. hacia afuera.

Si esta tolerancia es aprovechada totalmente, realmente se produce un prisma horizontal tolerable de 1 V BT. Pero además se produce un prisma vertical de 0,5 V, con lo que la gafa ya no está dentro de las tolerancias RAL.

2-Ejemplo:

Prescripción: Lejos D esf. -1.00 cil. +4.00 a 30°
I esf. -1.00 cil. +4.00 a 30°

En la dirección horizontal esta gafa tiene un efecto de 0.00 dpt. Esto puede inducir a descuidar el centrado horizontal y utilizar un Ø de lente lo menor posible. Si por el calibre de la gafa se puede tener así un error de centrado horizontal de aproximadamente 8 mm, en ambos puntos de mirada principales no habrá efecto prismático horizontal, pero el prisma vertical será de 1,40 V.

También para el control final en el frontofocómetro de la gafa terminada es importante tener conocimiento de este prisma vertical. Por regla general, se controla el prisma vertical en ambos centros ópticos con ayuda de la escala vertical del fronto. Pero aquí sólo se puede medir el prisma producido por errores de centrado verticales. Para calcular el prisma total resultante, se ha de medir la diferencia prismática en los puntos de centrado.

Para esto se marcan los puntos de centrado sobre las lentes y se coloca la lente alineada con el eje del frontofocómetro. Según el desplazamiento del test se conocen los prismas de cada lente, sumándolos se obtiene el prisma total.

2. Tolerancias de los ejes

Una lente astigmática sólo tendrá un efecto de corrección total, cuando sus meridianos principales coincidan exactamente con los del cilindro ocular. Debido a un error de eje se produce para el ojo un cilindro incorrecto, que lleva a una disminución de la agudeza visual. Este cilindro es tanto mayor.

- cuanto mayor sea la desviación del eje y
- cuanto mayor sea el cilindro correctivo

Si una lente con un efecto cilíndrico de 4.00 dpt. se gira 3°, el ojo tendrá una ametropía astigmática de 0,42 dpt.

Tabla IV. Fórmula, según Diepes, para el cálculo del cilindro debido a un error de eje

$Z_F = 2 Z_K \sin \alpha$
Z_F = Cilindro debido a error de eje
Z_K = Corrección cilíndrica de la prescripción
α = Error de eje

Tabla V. Potencia cilíndrica debida a un error de eje

Z_F	Error de eje		
	1°	3°	5°
1,00	0,03	0,10	0,17
2,00	0,07	0,21	0,35
3,00	0,10	0,31	0,52
4,00	0,14	0,42	0,70
5,00	0,17	0,52	0,87
6,00	0,21	0,63	1,05

La disminución de la agudeza visual debida a un error de eje sólo se nota a partir de un determinado valor del error. Fijando en 0.12 dpt el límite permitido de este cilindro, se obtiene la desviación permitida para la orientación del eje del cilindro corrector. La tabla de tolerancias RAL ha redondeado estos valores a 2,5° y 5°, porque en aquella época las escalas Tabo de los frontofocómetros sólo poseían divisiones de 5°. Los frontofocómetros actuales tienen divisiones de 1° por lo que hoy en día, se podrían redondear las tolerancias a 1°.

En la tabla VI se ve, que para cilindros grandes, las desviaciones permitidas son muy pequeñas por lo que se ha de intentar evitar cualquier error en la orientación del eje durante todos los pasos del trabajo y en todos los útiles y máquinas utilizadas en ellos.

Tabla VI. Tolerancias de eje para el montaje

Cilindro	Tolerancia de eje Según RAL-RG-a15	
	1,00	3,4
2,00	1,7	1,25
3,00	1,1	1,25
4,00	0,9	1,25
5,00	0,7	1,25
6,00	0,6	1,25

Control de un posible error de eje en el frontofocómetro

1. Paralelismo entre el desplazamiento vertical de la lente y la escala Tabo.

Este control se puede realizar, según la Norma DIN 58.206, con ayuda de una lente rectangular plano-cilíndrica, ajustándose el test del frontofocómetro al segundo meridiano principal de este lente cilíndrica. Se desplaza la imagen del test con ayuda del mando de desplazamiento vertical de tal manera que la línea horizontal del test pase por el centro de la escala Tabo. La desviación del eje se puede medir en el arco graduado de la escala Tabo. El error de ángulo no debe ser mayor que 5°.

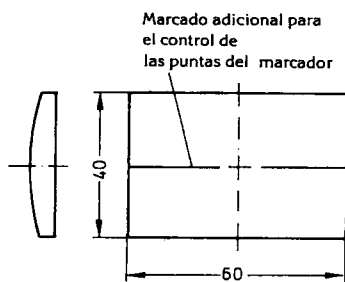


Fig. 9. Lente plano-cilíndrica según la norma DIN 58.206

2. Alineación de las puntas exteriores del marcador.

Primero deberá existir paralelismo entre el desplazamiento vertical y la escala Tabo (1). El control de las puntas del marcador se efectúa con una lámina rectangular (se puede utilizar también la misma lente plano-cilíndrica del control anterior). Se coloca la lámina sobre el soporte que efectúa el desplazamiento vertical y se marcan los tres puntos del marcador. Se da la vuelta a la lámina y se vuelve a marcar, estando apoyado siempre el mismo lado de la lámina en el soporte de apoyo del frontofocómetro. Las dos

líneas de puntos deberán ser paralelas. Una desviación señalará el doble del error de ángulo de las puntas del marcador.

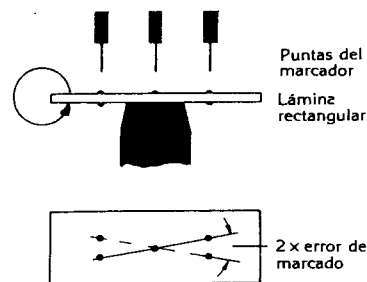


Fig. 10. Control de los puntos del marcador

Control de un posible error del eje en la biseladora automática

Se ha de controlar en la automática, si el eje en el punto de sujeción de la ventosa (o adhesivo coincide con el eje en el punto de sujeción de la plantilla. Para ello se utilizan dos láminas de vidrio rectangulares con la línea central grabada, y se biselan según la forma de una plantilla que sea lo más rectangular posible, obteniéndose una lente derecha y una izquierda. La línea central grabada ha de estar exactamente a 0-180°. Si ambas lentes se colocan una encima la otra de manera que coincidan en forma, también deberán coincidir las líneas centrales de ellas. Las desviaciones, como en el caso anterior, nos indican el doble del error de eje de la automática.

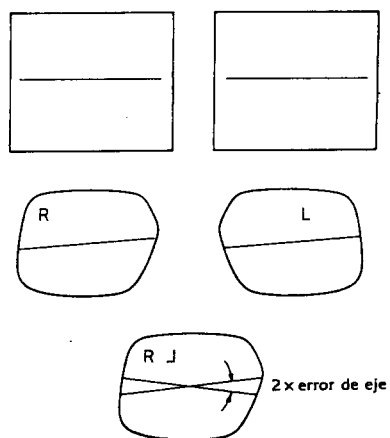


Fig. 11. Control de los ejes. Exactitud de la automática

NOTA EDITORIAL

Referida a la nota sobre la colaboración en VER Y OIR del GRUPO BARCELONA DE CONTACTOLOGÍA, publicado en el número anterior de esta revista, hemos recibido dos notas aclaratorias que a petición de los interesados insertamos a continuación.

Habiendo aparecido en el N.º 29 de la Revista «Ver y Oír», correspondiente a los meses de noviembre y diciembre de 1987 el anuncio de la colaboración con dicha Revista del denominado

«Grupo Barcelona de Contactología»

esta Dirección, una vez hechas las averiguaciones pertinentes, se ve en la obligación de hacer las puntualizaciones siguientes:

1. Ni en la actualidad, ni mucho menos en la fecha en que fue enviado a la Revista el borrador de dicho anuncio, el Dr. Oriol Vallis Planells era, ni es, Director de la Escuela de Óptica Oftálmica y Acústica Audiométrica.

2. Tampoco la Dra. M^a Luisa García era en aquellas fechas profesor titular de Físico-Química, ya que fue propuesta para dicho puesto docente con fecha 20 de noviembre de 1987, sin que hasta la fecha haya tomado posesión, requisito indispensable para ostentar el título.

3. Por lo que se refiere a Dn. Santiago Andrés Magallón y Dn. Javier Valero Barlabé, hay que hacer constar lo siguiente: la figura de «investigador» no existe en la Escuela de Óptica. Ambos tienen solicitada y están realizando un trabajo de investigación para optar al grado de Doctor, lo cual no quiere decir que tengan «el estatus» jurídico de investigador. De lo anterior se desprende que tampoco se ajusta a la realidad el título de Doctor que se atribuye a Dn. Santiago Andrés Magallón.

Todo lo cual se hace constar en honor de la verdad, y por mantener el prestigio de esta Escuela.

Fdo: S. García, Director de la Escuela
de Óptica Oftálmica
y Acústica Audiométrica

Con relación al texto aparecido en la página 65 del número 29 de esta publicación, el Grupo Barcelona de Contactología desea aclarar los siguientes puntos:

1. El Dr. D. Serafín García Fernández (Catedrático jubilado con fecha 30 de septiembre de 1987) sigue ejerciendo como Director de la Escuela de Óptica Oftálmica y Acústica Audiométrica de la Universidad de Barcelona, en tanto no se haga efectivo el nombramiento de nuevo director propuesto por unanimidad por la Junta de la Facultad de Farmacia con fecha 9 de noviembre de 1987.

2. La Dra. M^a Luisa García López ganó el concurso para la plaza de Profesor Titular de Universidad con fecha 20 de noviembre de 1987, estando pendiente, en la fecha de aparición de la nota de presentación del Grupo, de la toma de posesión de su cargo.

3. Este Grupo considera como investigadores de la Escuela de Óptica Oftálmica y Acústica Audiométrica a todas aquellas personas que dedican sus esfuerzos a promover la investigación y desarrollo de la Óptica Oftálmica, realizando trabajos de investigación bajo la dirección de Profesores de esta Escuela, como es el caso de los señores D. Santiago Andrés Magallón y D. Javier Valero Barlabé, que están preparando su Tesis Doctoral sobre estos temas. De ahí se desprende que, en el caso de D. Santiago Andrés, donde ponía doctor debería decir doctorando.

Fdo: Grupo Barcelona de Contactología

Técnica de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología optométrica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa

Centrado de lentes bifocales

(Lentes bifocales con la pieza de visión próxima desplazada hacia la nariz)*

Desde el punto de vista del centrado no ha habido variaciones en la gafa bifocal desde los primeros bifocales tipo Franklin. Sigue siendo una lente con dos zonas de visión o gafa doble, una para visión de lejos y una para visión próxima, unidas en una sola montura. En la «gafa de lejos» falta tener todo el campo de lejos, la zona ocupada por las piezas de visión próxima (lentilla de cerca), siendo borrosa la visión de lejos a través de esta zona. La «gafa cerca» la constituyen solamente las pequeñas zonas de la lentilla. Las zonas de visión de lejos dan una imagen borrosa de los objetos cercanos. Para las reglas de centrado de estas gafas, se han de tener en cuenta estos aspectos, además de las exigencias de centrado ya conocidas para las lentes monofocales.

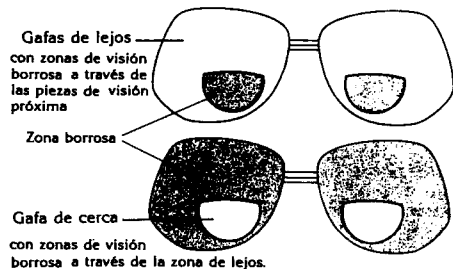


Fig. 1. Zonas de visión en gafas bifocales.

En gafas monofocales se han de cumplir las siguientes exigencias de centrado, que también son válidas para gafas bifocales:

- En la visión a través de las zonas de lejos y de cerca no deben ser necesarias vergencias debidas a errores de centrado.
- Las piezas de lejos y de cerca han de estar centradas de tal manera que se mantengan de forma óptima la corrección de las aberraciones.

De estas normas resultan las siguientes exigencias de centrado de la posición de las zonas de visión de cerca y de lejos

- En la visión de lejos, la pieza de cerca no debe molestar.
- Las piezas de visión próxima han de estar centradas de tal manera que se puedan realizar todas las tareas de cerca con una posición de la cabeza y del cuerpo normal.

No siempre es posible que se cumplan simultáneamente todas las exigencias de centrado. Qué exigencias tienen

*En todo el texto, utilizaremos indistintamente los términos: lentilla de cerca o lentilla, segmento de cerca o segmento, pieza de visión próxima, zona de visión próxima, para determinar la posición de la lente bifocal utilizada para visión próxima.

preferencia depende de la tarea visual a realizar, del tipo de lentilla de cerca y de la potencia de las lentes. Aquí sólo se expondrán las reglas básicas.

Reglas de centrado horizontal

Para obtener las normas de centrado horizontal se parte del hecho que la «gafa de cerca» de lentes bifocales se reduce al tamaño de las piezas de visión próxima. Los límites de la pieza de visión próxima se convierten así en los diafragmas del campo visual para la visión a esta distancia. El centrado de cada lentilla de cerca, es decir, su posición delante del ojo, determina los límites laterales de la zona de visión próxima nítida del ojo correspondiente. Los límites de nitidez hacia adelante y hacia atrás dependen de la adición de cerca y de la acomodación. Así se forma para cada ojo, para la visión a través de la lentilla, una zona de visión nítida de forma cónica truncada.

Se obtiene un aprovechamiento óptimo del ancho de la lentilla cuando las zonas de visión nítida a través de la derecha y la izquierda se superponen para la distancia de trabajo habitual por lo que es necesario un centrado geométrico correcto en cuyo caso se habla del cumplimiento de la norma de uniformidad del campo visual. Así pues, esta norma se cumple si el par de lentes, en este caso las lentes de cerca, están centradas de tal manera respecto a los ojos que los campos visuales se superponen a la distancia deseada.

En la figura se ve que esto se consigue cuando el centro geométrico de la pieza de visión próxima coincide con el punto de mirada principal para visión próxima. Análogamente el caso de lentes monofocales, se puede decir:

El punto de centrado para la lente bifocal es el punto de mirada principal en visión próxima cuando se mira a un punto situado a la distancia deseada.
El punto de referencia de la lente bifocal es el centro geométrico de la lentilla de cerca.
Lente centrada: $B = Z_B$
Lente bifocal centrada: $G_c = H_{Bc}$

Si se cumple esta condición de centrado, se solapan ambos campos visuales formando en el plano de enfoque un campo visual binocular lo mayor posible.

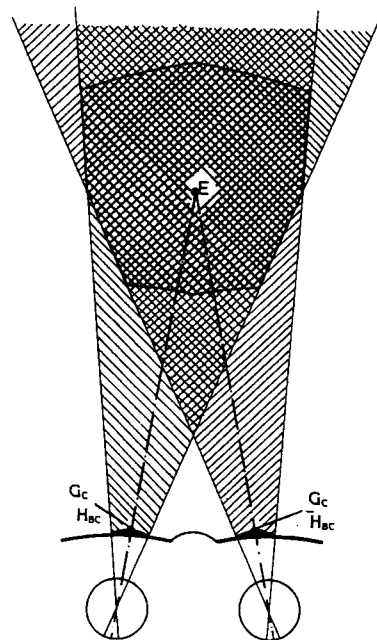


Fig. 2. Normas del campo visual.

Indicación de la posición del punto de centrado según DIN

Las denominaciones de las distancias de centrado para la determinación de la posición de los centros de las piezas de cerca corresponden a las de las gafas monoculares

q_D, q_I = Distancia los centros de las piezas de cerca
Distancia del punto de mirada principal derecho (izquierdo) a la mediatriz de la montura, para la visión a la distancia de trabajo.

$$q_D + q_I = z_C$$

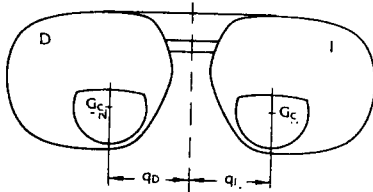


Fig. 3. Distancia entre los centros de las piezas de cerca según DIN

Las coordenadas x y los descentramientos u son las distancias correspondientes desde el punto de mirada principal de cerca al borde interior del rectángulo que circunscribe al aro y al centro de la plantilla, respectivamente.

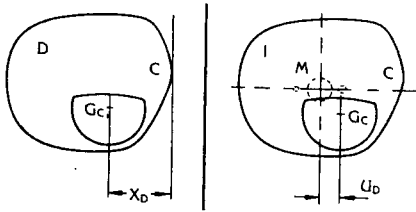


Fig. 4. Coordenadas y descentramiento.

Tabla I. Descentramiento nasal monocular de los puntos de mirada principal de cerca en función de la distancia de vértice a la córnea, distancia interpupilar (dip) de lejos y distancia de trabajo

Distancia de vértice	dip lejos	Descentramiento nasal monocular de los puntos de mirada de cerca para una distancia de trabajo de:		
		400 mm	333 mm	250 mm
12	72	2,2	2,7	3,6
15		2,4	3,0	4,0
18		2,7	3,3	4,5
12	68	2,1	2,6	3,4
15		2,4	2,9	3,8
18		2,6	3,2	4,2
12	64	2,0	2,4	3,2
15		2,2	2,7	3,6
18		2,5	3,0	4,0
12	60	1,9	2,3	3,0
15		2,1	2,5	3,4
18		2,3	2,8	3,7
12	56	1,8	2,1	2,8
15		2,0	2,4	3,1
18		2,2	2,6	3,5

En la mayoría de los casos se determinan los datos de centrado de la pieza de visión próxima a partir de los datos de centrado para lejos. La diferencia entre el punto de centrado de lejos y de cerca depende de tres factores:

— Distancia de trabajo

Cuando menor es la distancia de trabajo, tanto mayor es el descentramiento de la pieza de visión próxima hacia adentro.

— Distancia interpupilar de lejos (dip)

Cuanto menor es la dip de lejos, menor es el descentramiento nasal de la lentilla de cerca.

— Distancia de vértice de la córnea (D_v)

Cuanto menor es la distancia de vértice, menor es el descentramiento nasal en la lentilla.

En el cálculo del descentramiento nasal de la lentilla de cerca se presupuso que la pieza de lejos no tenía ningún efecto prismático horizontal en el centro geométrico de la pieza de visión próxima, pero esto sólo ocurre para una potencia de la lente de lejos de 0.00 dpt. Si la lente de lejos tiene potencia en el meridiano 180°, se produce en G_c un efecto prismático que hay que tener en cuenta al centrar la lentilla de cerca para que se superpongan los campos visuales monoculares en el plano de enfoque. Al mirar a través de los centros de las lentillas de cerca, las líneas de fijación se deberán cruzar delante de la lente, en el punto de enfoque.

De la tabla se deduce que sólo es necesaria una variación del descentramiento de la lentilla de cerca para potencias de lejos elevadas. Para una potencia de lejos de 10.000 dpt., el valor del descentramiento es de 0.5 mm.

Tabla II. Descentramiento monocular nasal considerando la potencia de lejos

Potencia de lejos a 180°	Descentramiento nasal monocular para una distancia de trabajo: 400 mm Distancia interpupilar de lejos: 64 mm Distancia de vértice: (D_v) ← 15 mm
+10.00 dpt.	2,8
+ 5,00 dpt.	2,4
0,00 dpt.	2,2
- 5,00 dpt.	1,9
-10.00 dpt.	1,7
-15.00 dpt.	1,5
-20.00 dpt.	1,4

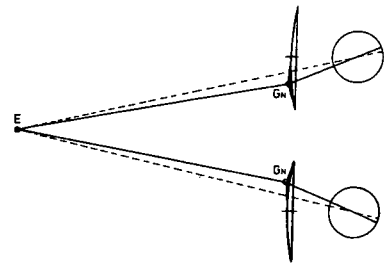


Fig. 5. Descentramiento de la lentilla de cerca considerando una potencia de lejos positiva.

Tolerancias de centrado

Si los centros geométricos de las piezas de visión próxima no coinciden con los puntos de mirada principales de cerca, entonces los dos campos visuales monoculares no se sobrepone completamente en el plano de enfoque y el campo visual binocular será menor. El portador de la gafa notará, durante la lectura, los límites laterales del campo visual debidos a la pieza de visión próxima. Por esto, los efectos de los errores de centrado son especialmente molestos en el caso de lentillas de cerca pequeñas.

Las normas de calidad RAL-RG-915 fija las siguientes desviaciones para la gafa terminada:

Distancia total entre los centros de las lentillas:	$\pm 1.5 \text{ mm}$
Distancia parcial del centro de la lentilla de cerca:	$\pm 1.0 \text{ mm}$

Reglas de centrado vertical

Verticalmente también se ha de centrar geoméricamente según las exigencias del campo visual. Solamente que aquí, tienen importancia los diafragmas de campo correspondientes a ambas piezas, es decir, la pieza de lejos y la de cerca. El borde superior de la pieza de visión próxima (línea de separación del segmento), separa verticalmente el campo visual de lejos del campo visual de cerca. La posición correcta de la línea de separación influye de forma importante sobre la comodidad de utilización de la gafa bifocal. El adaptador ha de determinar esta posición respecto a la montura, de tal manera que las zonas de lejos y de cerca no interfieran negativamente entre sí. Esta condición debe cumplirse tanto mono como binocularmente.

— Monocularmente la línea de separación ha de colocarse de forma que proporcione una buena distribución del campo visual de lejos y de cerca.

— Binocularmente, ambas líneas de separación deben estar a la misma altura, apareciendo al mismo tiempo al bajar la línea de mirada.

El cumplimiento de estas normas determina la posición del punto de referencia de la lente bifocal para el centrado vertical.

El punto de referencia de la lente bifocal, para el centrado vertical, es el extremo de la línea de separación T

El punto de centrado vertical no se puede fijar de forma única para todos los casos de centrado, sino que debe ser determinado por el adaptador de forma individual según las necesidades visuales al portador de la gafa.

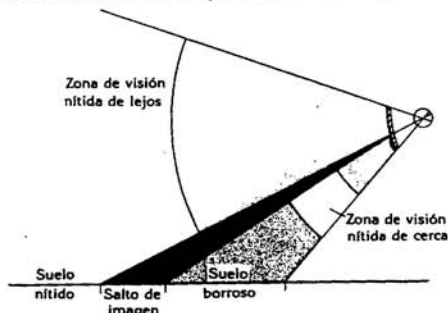


Fig. 6. Distribución vertical de las zonas de visión nítida en una gafa bifocal

Indicación de los puntos de centrado según norma DIN

Según la norma DIN 58208, la altura del bifocal se debe dar según el sistema Boxing

h_D, h_I = Altura de la lentilla = altura del bifocal
Distancia entre el punto extremo T derecho (izquierdo) de la línea de separación, y la línea inferior del rectángulo Boxing que circunscribe la plantilla

v_D, v_I = Distancia entre el punto extremo (T) de la línea de separación y el centro de la plantilla (M)

En la práctica, no en todos los países, (como en España, por ejemplo), se dan las distancias según el sistema Bo-

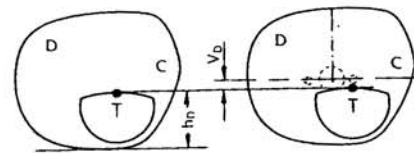


Fig. 7. Indicación de la altura del bifocal.

xing, seguramente porque tomar medidas en la montura según este sistema, trae dificultades al adaptador. En muchas Ópticas, se mide la altura del bifocal desde la línea de separación (punto T) al borde inferior de la lente, medida sobre esta vertical. Para el montaje, el método de determinar la altura del punto T respecto a la montura es de poca importancia siempre que utilice el mismo sistema el adaptador y el taller, de manera que no se produzcan distintas interpretaciones de las medidas, y con ello, errores de montaje. En los centradores actuales se puede centrar sin dificultad según ambos sistemas.

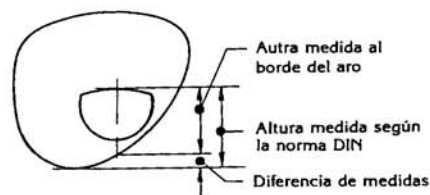


Fig. 8. Tolerancia de centrado.

Las condiciones de exactitud en el montaje en el taller son en este tipo de lente especialmente elevadas, y las tolerancias muy pequeñas porque la exactitud en la medida de la altura del bifocal es decisiva para que la gafa bifocal pueda ser utilizada. Los errores de centrado son generalmente los responsables de que no se cumplan con exactitud las medidas para la correcta posición de la línea de separación de la pieza de visión próxima.

— Consecuencias monoculares

Una variación de la altura del bifocal causa un desplazamiento de los campos visuales para lejos y cerca. Especialmente desfavorable para la visión de lejos es una línea de separación demasiado alta pues, en este caso, el punto más cercano que todavía se puede ver por encima de la línea, estará situado más lejos y para poder observar, a través de la zona de visión lejana, objetos situados más cerca, se tendrá que bajar la cabeza.

Ejemplo

Si el borde superior de la pieza de visión próxima está situado 6 mm por debajo del centro pupilar, será posible ver, por encima de la línea de separación, un punto situado en el suelo a 7 mm de distancia. Si el bifocal se monta 1 mm más alto, este punto más próximo visible estará a 8.3 m.

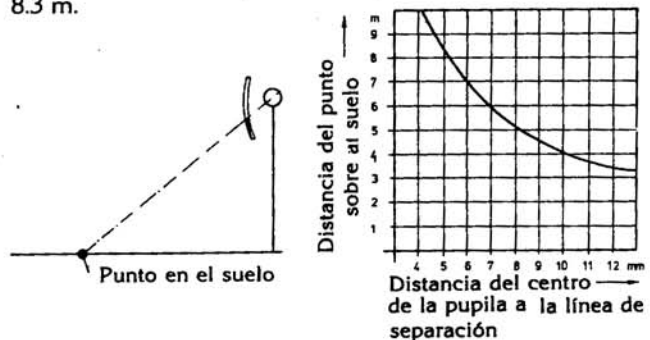


Fig. 9. Influencia de la altura bifocal a la posición del punto visible en el suelo más próximo.

Especialmente desfavorable para la visión próxima es una línea de separación demasiado baja pues, para remediar este error, el portador de la gafa deberá levantar la cabeza para leer y trabajar.

Generalmente es más molesto un aumento de la zona de visión borrosa sobre el suelo, en visión lejana, que tener que subir la cabeza en visión próxima. Por esto, las tolerancias para la posición de la línea de separación del bifocal son menores hacia arriba (bifocal alto) que hacia abajo (bifocal bajo)

— Consecuencias binoculares.

Si el error cometido en la altura del bifocal del ojo derecho es distinto que el del izquierdo, las líneas de separación se verán dobles. Además, se produce un prisma vertical en la zona de visión de lejos y de cerca, que se ha de compensar con una vergencia vertical.

La norma RAL-RG-915 fija las siguientes tolerancias para la altura del bifocal:

Altura del bifocal	+0.5, -1.0 mm
Diferencia de altura del bifocal	± 0.5 mm

Regla de centrado para la horizontalidad de la línea de separación del bifocal

En lentes bifocales, además del centrado horizontal y vertical existe otra dirección de centrado: asegurar la horizontalidad de la línea de separación.

La horizontalidad de separación de la lentilla de cerca ha de coincidir con la horizontalidad de la montura (la tangente a la línea de separación ha de ser paralela a la línea Datum de la montura), y en principio, también con la horizontalidad de la cara.

Para que se cumpla esta condición de centrado no existen tolerancias pero se puede decir que no debe ser perceptible, por el usuario de la gafa, ninguna inclinación de la lentilla.

Proceso de centrado

Podemos resumir diciendo que el óptico en el taller ha de centrar una lente bifocal según tres direcciones. Los puntos y distancias sobre la lente correspondiente a estas tres direcciones son:

Horizontal=centro geométrico de la lentilla de cerca G_c

Vertical=Punto extremo de la línea de separación T

Eje de montaje=Horizontalidad del segmento de cerca.

El centro geométrico de la pieza de visión próxima y el punto extremo de la línea de separación se centran según las mismas reglas que el punto de referencia de las lentes monofocales.

El centro geométrico de la lentilla de cerca no está marcado sobre la lente y por esto, hay que marcarlo a mano sobre la lente con ayuda de sencillos centradores, antes del centrado. Los centradores con una escala móvil (ver Técnicas de Centrado 3) tienen un test simétrico que permite centrar la lentilla de cerca sin necesidad de marcar previamente la lente.

Para el cálculo del descentramiento v del punto extremo de la línea de separación, se ha de medir la altura de la línea central de la pantalla respecto al punto, para el cual está dada la altura del bifocal. Es decir:

— si la medida es según el sistema Boxing, se mide respecto al punto más bajo de la montura

— si el dato viene dado referido a la vertical del centro de la lentilla, se mide en aquel punto de la plantilla que corresponde con el centro de la lentilla.

La mayoría de centradores permiten un ajuste directo de la altura del bifocal con ayuda de la plantilla. En el ejem-

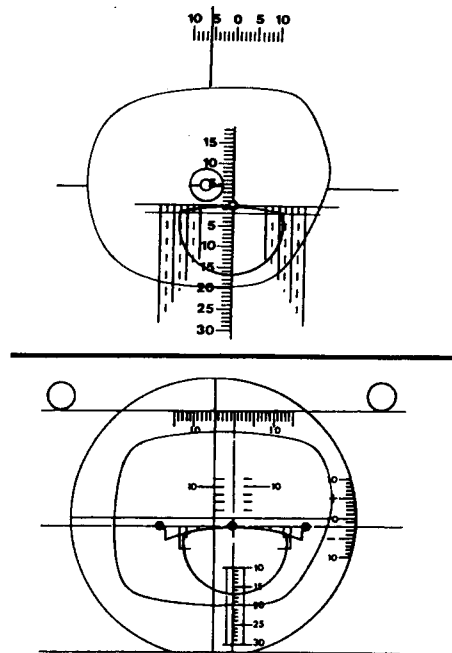


Fig. 10. Proceso de centrado. a) Centrado Briot; b) Centrado Essilor

plo de centrado mostrado (figura 10) la altura del bifocal es de 20 mm mediados en la vertical del centro de la plantilla.

Control de la gafa bifocal terminada

El control final del centrado de una gafa bifocal comprende los siguientes puntos:

1. Distancia total entre los centros de las lentillas de visión próxima.

Generalmente se mide la distancia entre las esquinas correspondientes de las lentillas.

2. Distancia parcial del centro de la lentilla

Se mide desde G_c al centro de la montura. Para esto es necesario marcar en la lente los centros de la lentilla. También se podría medir desde la esquina exterior de la plantilla y restarle la mitad de la distancia entre esquinas.

3. Altura derecha e izquierda del bifocal

Se mide en el punto de la lente indicado por el adaptador.

4. Horizontalidad del bifocal.

Se comprueba el paralelismo entre la lentilla y la línea Datum de la montura.

5. Centrado horizontal

La distancia entre los centros ópticos de lejos ha de coincidir, dentro de las tolerancias, con la distancia interpupilar de lejos (dip).

6. Prisma vertical en visión de lejos y de cerca.

Los tres primeros controles aseguran el cumplimiento de las normas referidas al campo visual. Los dos últimos controles aseguran el cumplimiento de las normas de centrado óptico, pero efectos prismáticos no deseados en los puntos principales de mirada también contribuyen de forma importante a la no tolerancia de la gafa bifocal.

Cumplimiento de las condiciones de centrado óptico

Las gafas bifocales se centran bajo aspectos geométricos, pero las normas de centrado óptico se deben seguir teniendo en cuenta, evitando producir efectos prismáticos molestos.

Centrado horizontal - Zona de visión de lejos

El centrado horizontal de la zona de visión de lejos se consigue normalmente porque en la fabricación del bifocal, el centro óptico de la lentilla de cerca, G_c , está desplazado generalmente 2,5 mm hacia la nariz respecto al centro óptico de lejos B_L lo que corresponde a la desviación de la línea de mirada al converger, para un valor medio de la distancia interpupilar dip, la distancia de vértice D_v y la distancia de trabajo. Las siguientes diferencias respecto a estos valores medios darán lugar a desviaciones en el centrado, que deberán ser compensadas por el usuario mediante vergencias horizontales:

1. Desviaciones del valor medio de la dip y de la distancia de trabajo.

Usuarios de gafas con una dip de lejos muy pequeña, y a una distancia de trabajo muy grande no necesitan tanta desviación de la línea de mirada por lo que tienen, si centramos el bifocal respecto al centro de la lentilla G_c , el centro de lejos B_L descentrado hacia afuera.

Usuarios de gafas con una dip, de lejos muy grande y a una distancia de trabajo pequeña, tiene el centro óptico de lejos descentrado hacia adentro.

2. Desviaciones de la medida de fabricación.

El descentramiento de la lentilla de cerca respecto al centro de lejos indicado en el catálogo del fabricante (p. ej. 2,5 mm.) es una medida teórica pues puede ocurrir que en el montaje de la lentilla de cerca en el bloque de lejos, durante el proceso de fabricación del bifocal, se produzcan desviaciones que den lugar, para un centrado sobre G_c , a descentramientos de lejos.

3. Desviaciones del valor medio 2,5 mm.

Lentes que por error de fabricación tienen un descentramiento del centro de la lentilla de cerca G_c hacia adentro mayor de 2,5 mm producen, para los valores medios, un descentramiento del centro de lejos B_L hacia afuera lo que es especialmente desfavorable en los casos de miopía, porque el error de centrado es en la dirección crítica.

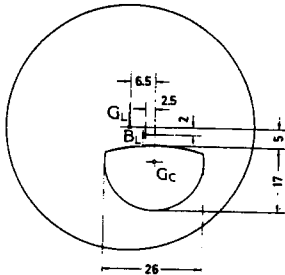


Fig. 11.

4. Desviaciones de los datos de centrado.

Nos referimos en este apartado a los errores de centrado producidos en el taller. Los errores de centrado horizontal no sólo disminuyen el campo visual binocular, sino que además pueden producir efectos prismáticos adicionales, que pueden ser molestos, sobre todo, en visión lejana. La tolerancia para la distancia entre centros de las lentillas de cerca hemos visto que era de 1.5 mm. Un error de centrado de 1.5 mm causa, para una potencia de:

- ± 2.00 dpt. un prisma de 0.30 cm/m (V)
- ± 5.00 dpt. un prisma de 0.75 cm/m (V)
- ± 10.00 dpt. un prisma de 1.50 cm/m (V)

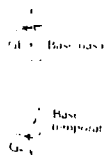


Fig. 12. Variación de convergencia en la visión a través de la lentilla de cerca.

Por estos motivos, la norma RAL-RG 915 prescribe que a partir de una potencia de lejos de ± 4.00 dpt., no sólo se debe efectuar un centrado geométrico según los centros de las piezas de visión próxima, sino que también se ha de mantener el centrado óptico de la zona de lejos dentro de las tolerancias impuestas por la norma RAL.

Centrado horizontal. Zona de visión de cerca

Si se centra la pieza de visión próxima de manera que sus centros geométricos coincidan con los puntos principales de mirada de cerca, la adición de cerca no tendrá efecto prismático, lo que significa que el usuario de las gafas, cuando mira a través del centro de la lentilla, G_c , tendrá el mismo efecto prismático que en una gafa sólo de lejos cuando mira a través de los mismos puntos de la lente monofocal: en caso de miopía tendrá en la pieza de cerca disminución de la convergencia y en el caso de hipermetropía tendrá aumento.

Los cuatro errores de centrado citados anteriormente harán variar estos valores de convergencia porque en estos casos existirá un efecto prismático debido a la adición que modificará el efecto prismático total en el punto de lectura.

Centrado vertical. Zonas de visión próxima y lejana

Debido a que las vergencias verticales tienen un efecto especialmente molesto, las gafas bifocales no deben producir, ni en visión lejana, ni en visión próxima, prismas verticales no deseados. Estos prismas verticales se producen, si no se considera el caso de la anisometropía, principalmente por dos errores de centrado:

1. Errores de fabricación de la lente.

La altura indicada del centro de lejos desde la línea de separación (la caída del segmento: 3 mm. en el diagrama del bifocal), es una medida teórica, que puede variar debido a errores de fabricación. Se debe evitar, principalmente, que los valores de la lente derecha e izquierda sean distintos.

2. Errores de centrado en el taller.

Las vergencias verticales se deben a una distinta altura del bifocal en las dos lentes. La máxima diferencia tolerada entre ellas está determinada en 0,5 mm que corresponde al valor de tolerancia más pequeño para evitar vergencia verticales en lentes monofocales. Por lo tanto, si se cumplen las tolerancias para bifocales, las posibles variaciones de vergencia también caerán dentro de su tolerancia.

Nota del traductor: En todo este capítulo, el autor en ningún momento indica cuál debe ser la altura del bifocal aconsejable debido a la cantidad de factores que influyen en ella. Como dato orientativo, en la Escuela de Óptica aconsejamos montar el bifocal entre 4 y 5 mm. Por debajo del centro de la pupila, tomada sobre la gafa ya ajustada a la cara y en visión a infinito. Que sean 4 o 5 mm. depende principalmente de:

- la altura del sujeto: a personas altas se deben montar los bifocales más bajos y a bajas, más altos;
- la utilización principal de las gafas: las gafas que se utilizan principalmente de cerca se deben montar más altos y las de lejos, más bajos;
- la posición normal de la cabeza del usuario: según ande el usuario con la cabeza erguida o bajada, se montarán los bifocales más bajos o altos;
- su antigua altura: a un sujeto que ya utiliza bifocales, se aconseja montar los nuevos a la misma altura que los anteriores siempre que con ellos esté cómodo aún cuando consideremos que sean altos o bajos y siempre que no exista un efecto prismático que lo desaconseje.

En cualquier caso, el adaptador debe determinar la altura a la que se deben montar las bifocales y en ningún caso se deben montar los bifocales con la línea de separación tangente al parpado inferior como a veces se hace.

En caso de gafas metálicas, es un buen recurso utilizar gafas de plaquetas para poder modificar la altura del bifocal si es necesario.

Técnica de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología óptica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria Óptica de Terrassa.

Lentes bifocales con lentilla de cerca giratoria

Formas de suministro

Pertenecen a este tipo de bifocales orientables, todas las lentes cuya pieza de visión próxima es redonda o se puede completar formando un círculo. Estas se suministran de muchos tipos adecuados para determinadas tareas visuales y casos de corrección especiales. Es muy frecuente su utilización como lente bifocal para la corrección de operados de catarata.

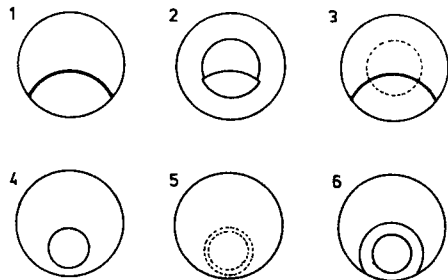


Fig. 1.

1. Lente bifocal monobloque. Bifocal tallado sobre un bloque de vidrio crown, con un diámetro de la lentilla de 52 mm. Se fabrica también sin salto de imagen en cuyo caso la línea de separación es una recta y tiene un escalón muy marcado. Se suministra también en material orgánico CR 39 con una línea de separación casi invisible y diámetro de la lentilla de 38 mm.

2. Lente bifocal lenticular cóncava con pieza de visión próxima tallada y libre de salto de imagen.

3. Lente lenticular convexa con lente de bario soldada y pieza de visión próxima tallada, libre de salto de imagen.

4. Lente bifocal con pieza de visión próxima redonda. Se fabrica con la pieza fundida en un bloque de crown o en material orgánico CR 39. Tiene el borde de la pieza de cerca ligeramente visible y distintos diámetros (22,24,28 mm.)

5. Lente bifocal con pieza redonda y bordes fusionados por lo que la línea de separación del bifocal es invisible.

6. Lente trifocal con lentilla de cerca e intermedia redonda.

Normas de centrado

En principio son válidas las mismas normas de centrado que en las lentes bifocales con lentilla de cerca descendida.

Centrado horizontal

En el centrado horizontal es posible cumplir simultáneamente con dos normas de centrado:

Técnicas de centrado 29

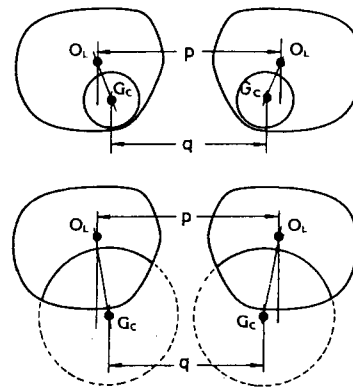


Fig. 2. Condiciones de centrado

1. El centro óptico de lejos se puede centrar según la distancia interpupilar de lejos.

$$O_L = Z_B \text{ de lejos}$$

2. La condición del campo visual en la zona de visión próxima se cumple, si el centro geométrico de la pieza de cerca está centrado sobre el punto de centrado óptico de cerca.

$$G_C = Z_B \text{ de cerca}$$

Este segundo centrado se consigue girando la pieza de visión próxima, o más exactamente, girando el centro geométrico de cerca, alrededor de O_L . La lentilla de cerca se gira de tal manera hacia adentro, que su centro geométrico coincide con los puntos principales de mirada de cerca, quedando, después del giro, desplazado hacia adentro respecto al centro óptico de lejos. La magnitud del ángulo de giro depende de los siguientes factores:

Desplazamiento hacia adentro necesario de G_C respecto a O_L : Cuanto menor ha de ser el desplazamiento nasal de la pieza de visión próxima, menos habrá que girarla. Este desplazamiento se puede determinar con ayuda de la tabla. Depende de la distancia de trabajo, de la distancia interpupilar de lejos, de la distancia de vértice de la córnea y del prisma en G_C .

Distancia entre O_L y G_C :

Cuanto menor sea la distancia $O_L G_C$, más habrá que girar la lentilla hacia adentro. Esta distancia está formada por la suma de la caída del segmento (t) (desplazamiento en altura de la línea de separación del bifocal respecto a O_L) y el radio de la circunferencia de la lentilla (r). Por esto, piezas de cerca pequeñas han de girarse más que piezas grandes.

φ de la lentilla	Distancia de trabajo		
	400 mm (e=2,2 mm)	333 (e=2,7 mm)	250 mm (e=3,6 mm)
22 mm	9°	11°	15°
38 mm	7°	8°	11°
52 mm	4°	5°	7°

Fig. 3. Ángulo de giro para: DIP de lejos 64 mm
Distancia de vértice 15 mm
Caída del segmento 3 mm

En el taller de óptica sólo se pueden girar según los valores de la figura las lentes esféricas. Las lentes astigmáticas o con efecto prismático se fabrican con la lentilla gira-

da, siendo generalmente este ángulo de giro de 10° (depende del fabricante). Si es necesario otro ángulo de giro, deberá pedirse al fabricante.

Otros valores del ángulo de giro pueden ser necesarios si la distancia de trabajo o la potencia de la lente implican una variación del desplazamiento de la lentilla. Es especialmente importante un buen centrado en gafas par operados de catarata. Por una parte, las lentillas son muy pequeñas, generalmente sólo miden 22 mm, y por otra parte, el campo visual ha disminuido debido al fuerte efecto positivo. Para una potencia de cerca de 15.00 dpt., el campo visual es de tan solo $2/3$ del tamaño del campo visual de un emélope. Como ejemplo: un operado de catarata con una lentilla de 22 mm tiene un campo visual igual al de un emélope con una lentilla de 15 mm. A esto se le suma el desplazamiento de los campos visuales monoculares debido al efecto prismático horizontal en el centro de la pieza de cerca, que hace necesario un mayor desplazamiento del centro de la lentilla hacia adentro.

Las gafas para operados de catarata deben ser adaptadas con una distancia de vértice de la córnea lo menor posible, para obtener un campo visual más grande. Por esto consideramos, para la comparación de los ángulos de giro, una distancia de vértice de 12 mm. A pesar de las pequeñas distancias de vértice, son necesarios, para lentes bifocales con lentilla de 22 mm, unos ángulos de giro $3^\circ - 5^\circ$ mayores.

Tabla I

Distancia de trabajo	cerca +3.00 d	cerca +15.00 d
400 mm	e=2,2 mm w=8°	e=2,6 mm w=12°
333 mm	e=2,4 mm w=10°	e=3,1 mm w=14°
250 mm	e=3,2 mm w=13°	e=4,0 mm w=18°

Comparación del desplazamiento y giro de la lentilla de cerca para una lentilla de 22 mm y distintas potencias de cerca (DIP de lejos=64 mm, $D_v=12$ mm)

La ventaja de las lentes bifocales de lentilla giratoria es que se puede ajustar el centrado de la pieza de cerca a las necesidades individuales del portador de las gafas, pero manteniendo, al mismo tiempo, un centrado óptico correcto para la visión de lejos.

Centrado vertical

En el centrado vertical se procede como con las lentes bifocales de lentilla desplazada, montándose el punto más alto de la lentilla de cerca a la altura de bifocal indicada por el adaptador.

Ejemplo de centrado

El centrado de estas lentes para la biseladora automática se muestra con ayuda de un ejemplo de centrado.

Lentes	Lejos +12.00	
	Cerca +15.00	
Montura	18 - 52x44	
Centrado	$P_D 31.5$	$P_r 31.5$
	$h_D 20$	$h_r 20$

Para una distancia de trabajo de 400 mm y una distancia de vértice (D_v) de 12 mm, se obtiene en la tabla un desplazamiento de la lentilla de cerca de 2.5 mm hacia adentro. Los ángulos de giro serán por tanto: 5° para un diámetro de 52 mm y 12° para uno de 22 mm.

La distancia entre los centros de cerca será de 29 mm para cada lente.

Valores de centrado para el centrador:

$U_L = -2.5$ mm (hacia adentro respecto a M)

$U_C = -5.0$ mm (hacia adentro respecto a M)

$V_C = -2.0$ mm (hacia abajo respecto a M)

Pasos de trabajo:

1. Marcar O_L (centro óptico de lejos) con ayuda del fronto.

2. Girar la pieza de visión próxima sobre la plantilla TABO.

Se coloca la lente de tal manera sobre la plantilla TABO, que O_L caiga sobre el centro de la circunferencia y que los bordes de la pieza de visión próxima sean simétricos respecto a las líneas que marcan los grados. Entonces se marca una horizontal girada 5° (12°)

3. Centrado en el centrador

Se centran los puntos de la lente según los siguientes valores:

En horizontal: $O_L = 2.5$ mm hacia adentro (U_L)

Altura: Punto más alto de la lentilla = 2.5 mm hacia abajo (U_C) y la horizontal marcada. Con esto se ha realizado el centrado lateral de la lentilla de cerca.

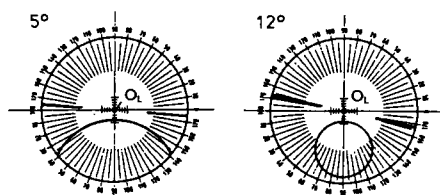


Fig. 4.

Los bifocales con pieza de cerca pequeña y redonda (22 mm) también se puede centrar en el centrador como bifocales de lentilla descentrada. Para esto, se ha de descentrar O_L y G_C en la horizontal según los datos indicados por el adaptador, ajustándose el centrador según U_C y V_C . Entonces se centra la lentilla de cerca redonda, horizontal y verticalmente, con ayuda del test. El centrado de la pieza de lejos se obtiene a continuación girando O_L hacia afuera, hasta que se obtiene el valor U_L .

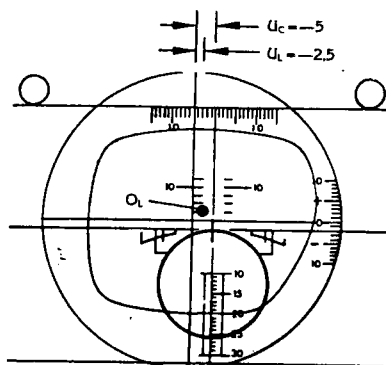


Fig. 5.

Tolerancias

Para las lentes bifocales con la lentilla giratoria son válidas las mismas tolerancias que para las lentes monofocales y para las lentes bifocales con lentilla desplazada.

Pieza de lejos: Cumplimiento de la DIP de lejos según las tolerancias de las gafas monofocales.

Pieza de cerca: Cumplimiento de la distancia entre centros de cerca y de la altura del bifocal según las tolerancias para gafas multifocales.

De esto, se obtiene para el ejemplo anterior los siguientes valores de tolerancia:

DIP de lejos +1 -0.5

Distancia entre centros de cerca ± 1.5

Altura del bifocal +0.5 -1

Los errores de giro hacen variar la distancia entre centros de cerca. Partiendo la tolerancia para esta distancia

se obtiene, para una desviación tolerable de 0,75 mm, una tolerancia de giro de 1.5° para lentillas de 0=52 mm y 3° para lentillas de 22.

Lentes bifocales con la pieza de visión de lejos giratoria

Algunos fabricantes también suministran lentes bifocales con la zona de visión próxima grande y la pieza de visión de lejos giratoria. Estas lentes han de cumplir las siguientes condiciones de centrado para el centrado horizontal:

1. El centro óptico de la zona de visión próxima se centra según la DIP de cerca.

$$O_C = Z_B \text{ de cerca}$$

2. Para la pieza, normalmente menor, de visión lejana, se ha de cumplir la condición del campo visual para lo que se centra, por giro, el centro geométrico de lejos según la DIP de lejos.

$$G_L = Z_B \text{ de lejos}$$

Los ángulos de giro son los mismos que en las lentes con la lentilla de cerca giratoria.

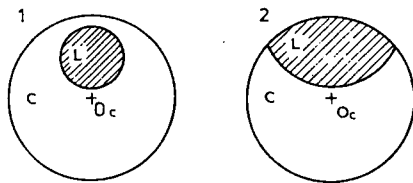


Fig. 6

Lentes progresivas

Como el centrado de las lentes progresivas se realiza según distintos métodos, sólo se comentaran aquí los pasos en común más importantes del trabajo de taller.

Puntos de medida y marcado

Las dificultades empiezan por la, a menudo, distinta posición y significado de los puntos y líneas de las lentes. Pero como los datos de centrado del adaptador se refieren a estos puntos, y el control del centrado y de los valores de la prescripción se realizan según ellos, ha de ser conocido el significado de cada una de las marcas.

Puntos de referencia de lejos (B_L)

En este punto en el centro del círculo de control se ha de medir la potencia dióptrica de la zona de visión de lejos, refiriéndose la medida sólo al efecto esférico y cilíndrico de la lente y no al prismático. El punto de referencia está colocado de tal manera que en la marcha de rayos del frontofocómetro el resultado de la medida no sea alterado ni por la progresión ni por la modulación.

Cruz de centrado de lejos

En muchos métodos de adaptación los datos de centrado se refieren a esta cruz de centrado. La línea vertical de la cruz es la línea de referencia para la DIP de lejos, la línea horizontal es la referencia para el centrado vertical.

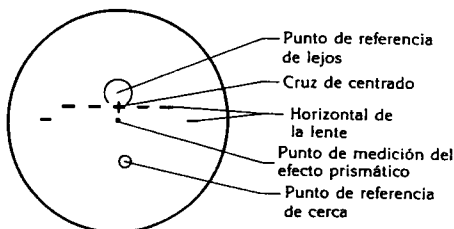


Fig. 7. Puntos de medida y marcas de una lente progresiva.

Horizontal de la lente

En la mayoría de las lentes la horizontal de la lente nos da el eje de montaje y sólo en algunos tipos de lentes se ha de girar, antes del centrado, la horizontal marcada en la lente.

Punto de medición del efecto prismático

En prescripciones prismáticas se mide la componente prismática de la lente en el centro geométrico de la misma. En las lentes progresivas con prisma de reducción de espesor se obtiene en este punto el prisma resultante de la reducción y de la prescripción. Los valores de la medición en este punto vienen dados por el fabricante.

Punto de referencia de cerca (B_C)

En este punto es donde mejor se puede medir la potencia esférica y cilíndrica de cerca. Fuera de este punto el resultado de la medida está alterado por el astigmatismo oblicuo y por la modulación. En la adaptación según los puntos principales de mirada de cerca, los datos de centrado horizontal se refieren a este punto.

Normas de centrado

Las normas de centrado en las tres direcciones de centrado (centrado horizontal, vertical y eje de montaje) vienen determinadas por las características de la lente y por las consecuencias de los errores de centrado para el portador de las gafas.

Una lente progresiva esta dividida para el portador de las gafas en tres zonas de utilización: zona de visión lejana, canal de progresión (zona de visión intermedia) y zona de visión próxima.

En una gafa con lentes progresivas bien centrada, las líneas de fijación de ambos ojos siempre recorren zonas de las lentes de igual potencia. Desde el punto de vista del centrado, una lente progresiva corresponde a una lente bifocal con una pieza de cerca giratoria. En canal de progresión y el punto de referencia de cerca están girados por el fabricante hacia el lado nasal.

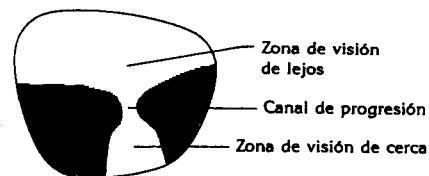


Fig. 8. Zonas de utilización.

Tolerancias

Para las lentes progresivas no existen valores de tolerancia determinados para la exactitud del centrado. Pero debido a las características de progresión de estas lentes, las exigencias al trabajo de taller son muy elevadas. Las tolerancias prismáticas según RAL no deben ser utilizadas y se considera lo máximo tolerable las desviaciones de 0.5 mm del valor nominal.

Debido a errores de centrado de los tres tipos (desplazamiento horizontal, vertical y rotación de la lente) se desplazan los campos visuales de lejos, del canal de progresión y de cerca por lo que entran en el campo visual del portador de las gafas, zonas de aberración no deficiente calidad de imagen lo que lleva a una disminución de la A.V. y por tanto, a la intolerancia de la lente.

Técnicas de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología óptica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvado de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

Centrado de lentes prismáticas

Se prescriben lentes prismáticas para la corrección de estrabismo y forias (defectos en la dirección de la mirada).

Indicación del efecto prismático

El efecto prismático se indica especificando dos componentes: la magnitud de la desviación y la dirección de la misma.

— La desviación viene dada en dioptrías prismáticas (∇) cuya unidad es cm/m según DIN 58204.

— La dirección de la desviación viene caracterizada por la posición de la base B del prisma, indicándose según la circunferencia de 360° del arco graduado TABO. Para posiciones de la base de 0° - 90° - 180° - 270° también se utilizan las indicaciones base nasal (o interior), superior, temporal (o exterior), e inferior.

BN = Base nasal	Tabo derecho	0°	izquierdo	180°
BT = Base temporal		180°		0°
BS = Base superior		90°		90°
BI = Base inferior		270°		270°

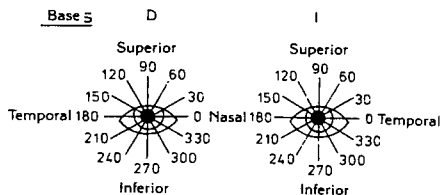


Fig. 1. Esquema TABO según DIN 58201 con indicaciones de la base

Deducción de las reglas de centrado

Para la deducción de las reglas de centrado dividiremos las lentes prismáticas en dos grupos, según su potencia.

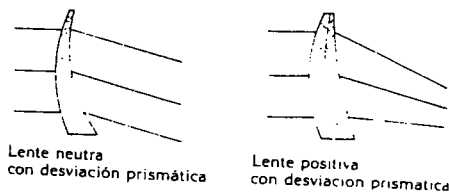


Fig. 2. Diferenciación de las lentes prismáticas para la deducción de las reglas de centrado.

1. Lentes neutras con efecto prismático

esf. — cil. — * — pr. $5 \nabla B \cdot 180^\circ$

Estas lentes tienen en todos sus puntos la misma potencia prismática por lo que no es posible marcar en el frontofocómetro ningún punto de referencia. El centrado se hace exclusivamente según la dirección de la base. Un desplazamiento de la lente hacia los lados o hacia la vertical (siempre que no se gire la lente) no hace variar el efecto prismático.

2. Lentes esféricas o cilíndricas con efecto prismático

— Lente esférica con efecto prismático:

esf. + 3.00 cil. — * — pr. $3.5 \nabla B \cdot 90^\circ$

— Lente astigmática con efecto prismático:

esf. + 3.00 cil. + 2.00 * 45° pr. $8 \nabla B \cdot 270^\circ$

Podemos considerar estas lentes como una combinación de dos lentes, una lente esférica o astigmática para la corrección de la ametropía y una lente prismática para la corrección de la desviación. En la lente esférica o astigmática, la potencia prismática aumenta con la distancia al centro óptico y tiene por tanto un efecto prismático distinto en cada punto de la lente. La lente prismática, como hemos visto anteriormente, tiene en todos los puntos la misma potencia. Los prismas de ambas lentes se suman y debido a ello, el efecto prismático sólo corresponderá al de la prescripción en un punto de la lente que será el punto de referencia de la lente prismática.

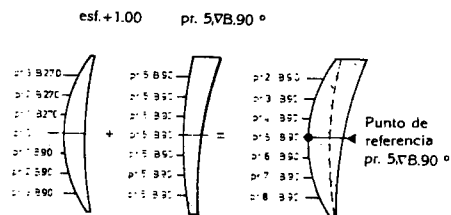


Fig. 3. Efectos prismáticos en una lente esf. +1.00 pr. $5 \nabla B, 90^\circ$.

Punto de referencia B de una lente prismática: En el punto de referencia, la lente prismática tiene la potencia prismática prescrita en la dirección de la base indicada.

Por esto también es válida para lentes prismáticas la regla general del centrado: La lente ha de estar montada de tal manera que en la gafa terminada, el punto de referencia coincida con el punto de centrado indicado. Partiendo de la consideración de la combinación de dos lentes, deberán cumplirse también dos condiciones de centrado:

- La lente no prismática hace variar el efecto prismático total en Z_b si la gafa está descentrada horizontal o verticalmente por lo que es necesario el cumplimiento del centrado horizontal y vertical.
- La lente prismática hace variar el efecto prismático total si se gira la lente por lo que se ha de cumplir exactamente la dirección de la base indicada.

División de los prismas delante de los ojos

En la prescripción se suele indicar el prisma sólo para un ojo. La gafa se suele montar de tal manera que la po-

tencia prismática se reparta en ambas lentes de forma que el efecto prismático total de la gafa en los puntos de centrado se mantenga.

Regla básica: En el ojo indicado en la prescripción, la base se mantiene. En el otro ojo, la base se gira 180°.

Ejemplo 1

Prescripción: OD pr. 8 BN
 Distribución: OD pr. 4 BN = Tabo 0°
 OI pr. 4 BN = Tabo 180°

Ejemplo 2

Prescripción: OI pr. 6 BS
 Distribución: OD pr. 3 BI = Tabo 270°
 OI pr. 3 BS = Tabo 90°

Marcado con el frontofocómetro

Para la orientación y marcado de lentes prismáticas existen distintos métodos según el tipo de frontofocómetro.

1. Desplazamiento del test

Para el ajuste de la potencia prismática, el retículo del ocular del frontofocómetro posee unos anillos graduados o una cruz con líneas divisorias graduadas en cm/m (∇). La dirección de la base se puede leer en el medidor de ángulos Tabo, estando la base del prisma en aquella dirección en la que en el test aparece desplazado respecto al centro.

Se ha de alinear la lente de tal manera que en el test enfocado aparezca desplazado el número de divisiones equivalentes a la potencia prismática deseada y en la dirección de la base exigida.

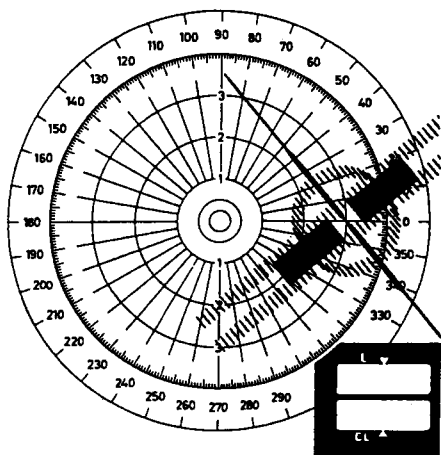


Fig. 4. Frontofocómetro Rodenstock con test móvil (test de cruz). Desplazamiento del test para una lente con cil. 30° y pr. B.O°

No es necesario tener en cuenta que las direcciones de desplazamiento son distintas para lentes positivas o negativas mientras el test aparezca desplazado en la dirección de la base deseada. Para ello, habrán que desplazarse las lentes positivas en la misma dirección de la base y las lentes negativas en dirección contraria a la base.

Generalmente los anillos prismáticos de los frontos sólo alcanza hasta 5 ∇ por lo que no es posible marcar prismas

de potencia mayor. Para ampliar el margen de medida, algunas firmas suministran prismas adicionales de 6 ∇, que se colocan en el frontofocómetro con la base en la dirección deseada.

En los frontofocómetros con test móvil (test de cruz), también es posible ajustar exactamente el eje de la lente astigmática fuera del centro de la escala prismática. Más difícil es el ajuste del eje astigmático en los frontofocómetros de test fijo (test de corona) sobre todo cuando los meridianos principales y la dirección de la base no coinciden. En este caso, las instrucciones de uso de Zeiss recomiendan el siguiente método de trabajo:

Ejemplo

Prescripción: Lejos OD-8,50+1,00*35° pr. 3,5∇B*330°
 — Primero se ajusta la potencia prismática. Para ello, se alinea la cruz del retículo con la dirección de la base y se desplaza el centro de la lente tantas divisiones como dioptrías prismáticas indica la prescripción.

— En el ejemplo, orientamos la cruz a 330° y desplazamos el test 3,5 V (divisiones de la cruz).

— Entonces se ajusta la dirección de la cruz a la dirección del eje del astigmatismo (35°) y por giro de la lente ajustamos la dirección del eje buscando el paralelismo entre las líneas del test y la dirección de la cruz del retículo. Debemos prestar atención a girar la lente sin desplazarla pues en este caso modificaríamos la potencia prismática.

En este último paso se puede colocar el prisma adicional para ajustar el eje siempre que sólo giremos la lente sin desplazarla.

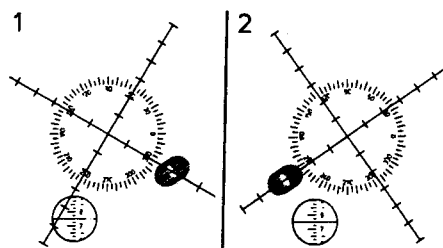


Fig. 5. Frontofocómetro Zeiss de test fijo (test de corona).
 1. Ajuste de la potencia prismática pr. 3,5 V B.330°
 2. Ajuste de la dirección del eje de astigmatismo a 35°

2. Prisma compensador

El prisma compensador permite el ajuste y marcado de las lentes prismáticas manteniendo el test en el centro del retículo de la escala del frontofocómetro lo que ofrece las siguientes ventajas para el centrado:

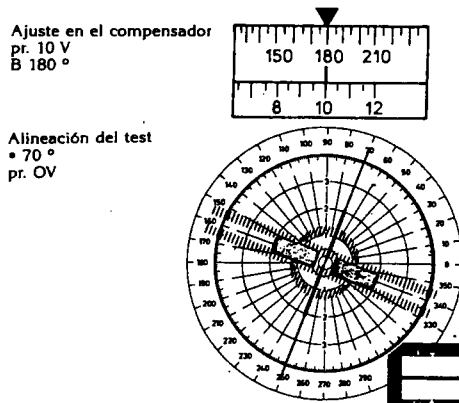


Fig. 6. Prisma compensador e imagen del retículo de la escala para una lente con cil. 70° y pr. 10 V B.180°.

— La exactitud del centrado es mayor en el centro del retículo de la escala, pudiendo ser determinados más exactamente valores intermedios como p. ej. 4,5 V.

— El eje de las lentes astigmáticas también es más fácil de ajustar en el centro de la escala.

Además con el prisma compensador se aumenta el margen de medida de la potencia prismática. En el frontofocómetro de Rodenstock se amplía 12 V que junto con la escala fija da un margen de medidas de 17 V. Todos los frontofocómetros deberían ir equipados con un prisma compensador.

En el prisma compensador se ajusta la potencia prismática y la dirección de la base. Sin la lente, nos aparecerá el test desplazado las dioptrías prismáticas ajustadas en dirección contraria a la base. Creando la potencia prismática adecuada por desplazamiento de la lente, el test vuelve a ocupar el centro de la escala y podremos centrar la lente y ajustar la orientación del eje como si fuera una lente no prismática.

3. Desplazamiento

Este método sólo se utilizará si el margen de medición del frontofocómetro no es suficiente para la potencia prismática prescrita. En este caso, se puede determinar el punto de referencia por cálculo de la distancia de descentramiento aplicando la fórmula de Prentice, suponiendo que la lente tenga suficiente diámetro para que sea posible marcar sobre la lente el centro óptico y la horizontal de montaje. Pero como estas lentes de potencia prismática muy grande se piden al fabricante con el prisma incluido, el punto de referencia coincide con el centro geométrico de la lente sin biselar y el centro óptico está descentrado.

Método de trabajo

1. Marcar el centro y la horizontal de la lente. Para esto, la lente debe estar apoyada lo más exactamente posible en el frontofocómetro según la base indicada.

2. Determinar el punto de referencia manteniendo la horizontal marcada de la lente. La posición relativa de los puntos O (centro óptico) y B (punto de referencia) depende del efecto prismático y de la dirección de la base.

Lentes positivas: O respecto a B en dirección de la base
B respecto a O en dirección contraria a la base

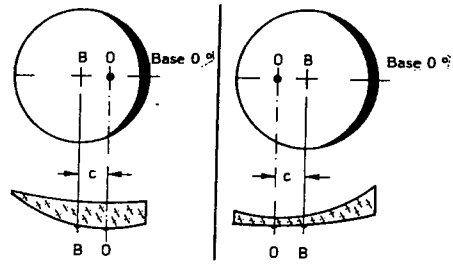


Fig. 7. Posición del punto de referencia y del centro óptico en lentes positivas y negativas.

Lentes negativas: O respecto a B en dirección contraria a la base
B respecto a O en dirección de la base

Este método de descentramiento se puede modificar de la siguiente manera. En el frontofocómetro se marca parte de la distancia de descentramiento y se añade al prisma total. Este método es apropiado para lentes astigmáticas con prescripción prismática, en las que la dirección de la base no coincide con la de ninguno de los meridianos principales. Como es sabido, en estas lentes la dirección del descentramiento no coincide con la dirección de la base

Método de trabajo

1. Marcar en el fronto el centro óptico y el eje de montaje
2. Centrar parte del efecto prismático (hasta el límite de medida del frontofocómetro) y marcarlo en la lente.
3. Completar hasta el efecto prismático total marcando la distancia entre centros que hemos calculado en la dirección de los centros marcados anteriormente.

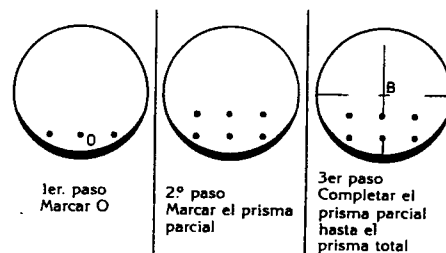


Fig. 8. Pasos de trabajo para el marcado parcial del prisma.

Técnica de centrado

Wolfgang Schulz

Traducido y adaptado a la terminología óptica castellana por Ingrid Pascual y Joan Salvadó de la Escuela Universitaria de Óptica de Terrassa.

Combinación de efectos prismáticos

Si existe tanto estrabismo horizontal como vertical, en la prescripción se indican generalmente dos prismas, separados en un prisma horizontal y un prisma vertical. Pero en la mayoría de los frontofocómetros, sólo se puede ajustar una sola dirección de base. Por eso es necesario obtener de ambos prismas, uno sólo resultante. Esto se puede hacer por ejemplo, por cálculo. Muchas calculadoras ya tienen programado este cálculo ($R \rightarrow P$):

Tabla I. Cálculo del prisma resultante

$P_R = \sqrt{P_H^2 + P_V^2}$	$\tan \alpha = \frac{P_V}{P_H}$
P_R = Prisma resultante P_H = Prisma Horizontal P_V = Prisma Vertical α = Ángulo entre P_H y P_V	

Ejemplo

Lejos D esf+3,00 pr 5 B 180° pr 3 B 270°

Por cálculo se obtiene un prisma resultante de 5,8 Δ.

Como ángulo se obtiene 31°; Estos 31° se refieren desde la base del prisma indicado en el denominador de la fórmula del ángulo. En el ejemplo sería desde el prisma horizontal P_H . Por tanto se obtiene como base resultante $180+31=211°$

Resultado: lejos D esf+3,00 pr 5,8 B 211°.

Si el frontofotómetro posee un compensador prismático, se puede uno ahorrar este cálculo, porque el frontofotómetro dispone entonces de dos sistemas de ajuste (compensador y escala fija), que pueden ser utilizados independientemente para ambos valores prismáticos (fig. 1).

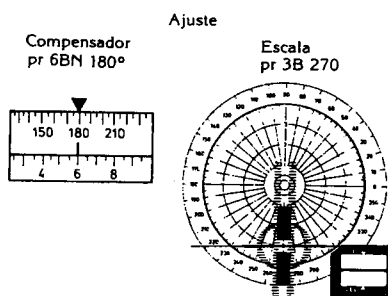


Fig. 1. Ajuste con compensador y escala a pr 6B 180° y pr B 270°

Pasos de trabajo

1. Se ajusta con el compensador prismático la magnitud y la base del prisma mayor (en el ejemplo pr 6 B 180°)
2. Entonces se centra la lente, de tal manera, que el test aparezca desplazado por el valor prismático y la base del 2º prisma (en el ejemplo pr 3 B 270°)

55 VER Y OIR 34

La lente tendrá entonces la posición correcta en el frontofotómetro para ambas indicaciones prismáticas. Con el compensador prismático se puede hallar a continuación el prisma resultante de ambos componentes. Girando el anillo de ajuste del prisma y de la base se puede llevar el test al centro de la escala. En el compensador prismático se puede leer el prisma resultante (en el ejemplo pr. 6,7 B 206,5°). Esto muestra otra ventaja del compensador prismático.

Indicación digital continua en frontofocómetros electrónicos

Si se coloca la lente sobre el apoyo y se conecta por pulsación de la tecla Layout, aparecerán en la pantalla, el eje y los valores prismáticos con base del punto de medición. Un desplazamiento de la lente provoca una variación continuada de los valores indicados.

Las lentes prismáticas se alinean con ayuda de esta indicación continua. La lente se desplaza, hasta que en la pantalla se lean los valores prismáticos exigidos en la dirección de la base deseada. La indicación continua trabaja con ambos componentes prismáticos: superior-inferior y nasal-temporal.

Una conmutación a coordenadas polares es posible.

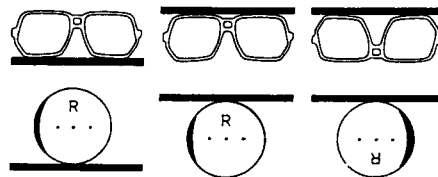


Fig. 2.

Marcado de posición

El marcado de la lente se realiza otra vez con tres puntos: el punto central es el punto de referencia y se ha de centrar en el centrador según los datos de adaptación. Los dos puntos exteriores nos determinan el eje de montaje, que ha de respetarse también en lentes prismáticas neutras y en lentes esfero-prismáticas.

Pero para centrar una lente prismática sin error, es necesario otro dato de referencia sobre la lente. Las lentes con efecto prismático no deben girarse por 180°. Por eso se ha de tener en cuenta la posición de la montura respecto al frontofotómetro. Esta posición determinada por el fabricante del instrumento, también se ha de respetar en la lente sin biselar. Por desgracia, esta posición relativa no es la misma para todos los instrumentos.



Prisma D base 180°

Fig. 3. Posibilidades de posición de la gafa y la lente en el apoyo del frontofotómetro.

En frontofocómetros oculares, se coloca la parte inferior de la montura y de la lente sobre el apoyo. Entonces las direcciones de las bases, ajustadas según el desplazamiento del test, serán correctas.

Para frontofocómetros electrónicos y de proyección, no existe ninguna regla normalizada. Según el modelo, se apoya la parte inferior o la parte superior de la montura o de la lente, en el apoyo. Para evitar giros de 180° durante el

ción. Para esto se ha de tener en cuenta que la gafa se centra en el frontofocómetro, con la superficie cóncava (lado del ojo) sobre el apoyo. La lente tendrá entonces una posición inclinada en el frontofocómetro. Si se coloca la lente en una posición recta, se medirán sólo las variaciones entre ambas marchas de rayos (ojo-frontofocómetro), pero no el cilindro correctivo. El óptico no posee datos suficientes sobre las variaciones de la marcha de los rayos.

— Cuando se montan las lentes en la gafa, se ha de mantener la posición calculada por el fabricante, es decir, la base ha de salir de la montura por el lado del ojo. Si no es posible debido a causas anatómicas o técnicas, se ha de indicar esta circunstancia cuando se piden las lentes.
— Si se pide una lente de recambio, según el valor medido en el frontofocómetro, se ha de indicar al fabricante que se trata del valor de medida, si no, la lente se hará tomando el valor medido como el de la posición de uso, y por cálculo se obtendrá un nuevo valor de medida. La lente entregada no corresponderá a la lente medida.

Lentes multifocales con prisma de corrección

El efecto prismático desplaza los bordes de la pieza de visión próxima en dirección a la base. Por eso no se cumple la exigencia del campo visual en la distancia de trabajo deseada, los campos visuales de cerca se solapan binocularmente.

— Centrado horizontal

La componente horizontal del prisma correctivo produce un desplazamiento lateral del campo visual monocular. Para volver a obtener la solapación de ambos campos visuales, se ha de variar los valores de desplazamiento nasal de las piezas de visión próxima, respecto de este tipo de lentes, pero sin el efecto prismático. La variación es de 0,25 mm por cada de corrección. La variación se hace en dirección contraria a la base, es decir, para una BT hacia adentro, y si la base es nasal, hacia afuera.

Ejemplo:

Prescripción: D pr 4 B 0° (BN)
I pr 4 B 180° (BN)

dip - lejos: 64 mm
distancia de trabajo: 333 mm
desplazamiento monocular de la pieza de vidrio próxima sin prisma: 2,4 mm por lente
variación: $0,25 \cdot 4 = 1\text{mm}$
desplazamiento monocular de la pieza de vidrio próxima con prisma: 1,4 mm por lente.

Para un descentramiento de la pieza de vidrio próxima, de 1,4 mm por lente, ambos campos visuales se solaparán de cerca binocularmente para una distancia de trabajo de 333 mm: la condición del campo visual se cumple.

Altura del bifocal

Teóricamente se tendría que considerar en la altura de bifocal, la componente vertical del prisma correctivo, si no, ambos bordes superiores aparecerán uno después del otro, o se verán dobles al bajar la mirada. Pero como al mismo

tiempo se variará el centrado óptico vertical, y por tanto se desplazarían los puntos de referencia, no es posible llevar a cabo esta corrección en el taller. Se tendrá que considerar el prisma vertical en la fabricación.

Valores prescritos

Son los valores de prescripción obtenidos en la determinación de la refracción.

Nuestras lentes se calculan y fabrican de tal manera que, su efecto delante del ojo del portador de la gafa corresponda a estos valores prescritos.

Valores de medida

Son los valores obtenidos por mediación de una lente con el frontofocómetro.

La marcha de rayos de esta medida varía en muchos aspectos de aquella de la utilización de la lente delante del ojo. Por eso suelen diferenciarse los valores de medida de los valores prescritos.

Para hacer posible el control de nuestras lentes con el frontofocómetro, indicamos los valores de medida.

Valores de medida

Meridianos principales

F 6.26	6.81 15°	P 10.8 15°
--------	-------------	---------------

Marcado

Superior (negro)

Eje de Montaje (verde)

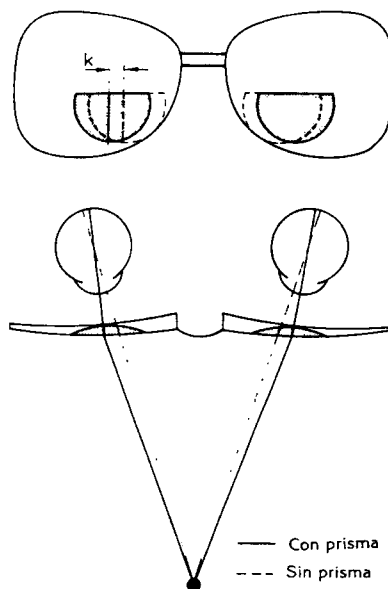


Fig. 8. Influencia de un prisma de corrección, base nasal, sobre el centrado de piezas de visión próxima (K = corrección necesaria del centrado de la pieza de visión próxima).