





---

**MONTAJE Y APLICACIONES  
DE LENTES OFTÁLMICAS**

---



Antonio Benito Galindo

Eloy A. Villegas Ruiz

---

**MONTAJE Y APLICACIONES  
DE LENTES OFTÁLMICAS**

---

UNIVERSIDAD DE MURCIA

2001



## PRÓLOGO

En el siglo XIII aparecen en Europa los primeros anteojos para compensar la presbicia. Desde entonces, la compensación de las ametropías visuales se ha realizado normalmente con lentes oftálmicas.

En las últimas décadas han aparecido otras alternativas, como las lentes de contacto y la cirugía refractiva, cada una con sus ventajas y sus inconvenientes. Las lentes de contacto normalmente se demandan por razones estéticas, pero pueden surgir problemas de alergias, edemas, erosiones, queratitis infecciosas, etc. La cirugía refractiva, aunque está consiguiendo buenos resultados, y desde el punto de vista estético y de la comodidad es una opción muy llamativa para la sociedad, no se debe olvidar que es un proceso irreversible que además tiene otros inconvenientes como mala visión nocturna, reducción del espesor corneal para posteriores intervenciones, no puede solucionar hoy por hoy el problema de la presbicia, etc.

A pesar de todo, las lentes oftálmicas montadas en gafas siguen siendo la principal alternativa para compensar cualquier ametropía, la presbicia, o incluso problemas binoculares. Es una solución no invasiva con la que se consigue una buena calidad visual en la mayoría de los casos, aunque no se deben olvidar los cambios del tamaño de imagen retiniana, sobre todo en grandes potencias, y la limitación del campo visual, más acentuada en potencias positivas altas. Por otra parte, las razones estéticas, sobre todo en usuarios de lentes de alta potencia, han hecho a las personas ser más reticentes al uso de las gafas, aunque con el tiempo ha aumentado la aceptación social de este tipo de compensación visual.

En los últimos años se han puesto a disposición de los usuarios nuevas lentes oftálmicas más ligeras, más finas y con más y mejores tratamientos. Además, los diseños con superficies esféricas permiten mejorar la comodidad

y la estética, además de la calidad óptica; como puede ser en el caso de las lentes progresivas, la alternativa más funcional para las personas presbitas.

Sucede algo similar con las monturas, cada vez más resistentes y ligeras. Además su aceptación es mayor gracias a que hoy en día las monturas, por ejemplo las de sol, se han convertido en un complemento más en el vestir, siguiendo los dictados propios de la moda.

Entre las gafas que se fabrican hoy en día son muy habituales las conocidas como *montadas al aire atornilladas*, en las que la lente se sujeta a las varillas y al puente mediante unos tornillos incluidos en la misma lente, o las *montadas al aire con semiaro*, en las cuales la parte inferior de la lente se sujeta con un hilo de plástico. Con este tipo de montajes se consigue que se aprecie muy poco la montura, permitiendo una apariencia más natural del rostro de la persona.

Desde el punto de vista comercial, las cifras que se manejan en el mercado de las lentes oftálmicas son astronómicas. Durante 1998 el sector óptico en España tuvo unas ventas aproximadas de 175.000 millones de pesetas. Gran parte de este negocio fue debido a la comercialización de las lentes oftálmicas, ya que durante 1999 el 51% de la población total europea precisaba compensación visual, de los cuales un 96% aproximadamente (unos 166 millones de personas) utilizaba gafas. En España las cifras fueron similares: en ese mismo año unos 17 millones de personas usaban gafas, lo que supone un 43 % de la población total (cifras obtenidas de la *Guía informativa de la Asociación de amigos de las Escuelas Universitarias de Óptica y Optometría*).

Dada la importancia tanto desde el punto de vista de la salud visual como comercial, los conocimientos tanto teóricos como prácticos sobre lentes oftálmicas son básicos en la formación del óptico-optometrista. Tradicionalmente, en los planes de estudio de las Diplomaturas en Óptica y Optometría de nuestro país, estos conocimientos se han incluido en las asignaturas denominadas con el epígrafe *Tecnología Óptica*. En el actual plan

de estudios de la Universidad de Murcia las asignaturas específicas sobre lentes oftálmicas son: *Óptica Oftálmica* y *Tecnología de Óptica Oftálmica*. En esta última se estudia el montaje y demás aspectos relacionados con la manipulación de las lentes oftálmicas en un taller y comercio óptico. Con el presente manual se pretende que los alumnos de la asignatura *Tecnología de Óptica Oftálmica*, así como profesionales del sector de la óptica o cualquier persona interesada, dispongan de una fuente de información amplia, detallada y actualizada sobre el montaje y las aplicaciones de las lentes oftálmicas.

Antes de comenzar el desarrollo de los capítulos se han establecido dos apartados, el primero sobre *Normas en el Taller*, en el que se establecen las normas de seguridad y las pautas que se deben seguir para el óptimo rendimiento de nuestro taller. En el segundo, *Aclaraciones y Definiciones previas*, se explican los conceptos básicos que se van a utilizar a lo largo del libro.

De cara al alumnado, se desarrolla un aprendizaje paulatino de las tareas propias de un taller de montaje de lentes oftálmicas, dividiendo cada capítulo en dos partes, una principal donde se explica detalladamente los conocimientos que se deben aprender, y otra, llamada *Aplicación práctica*, en la que se proponen tareas prácticas para aplicar lo tratado anteriormente.

En todo momento se ha intentado especificar los pasos a seguir, así como las posibles soluciones a los problemas que puedan surgir. Las explicaciones teóricas y técnicas que se incluyen, muchas veces utilizando la normativa vigente, buscan que el lector sepa qué y por qué hace las cosas.

Por último, se ha añadido un *Anexo* en el que se exponen algunas de las normativas europeas actuales que rigen las lentes oftálmicas, además de otras normas relacionadas y los organismos que las emiten.

El conjunto de este manual no es la unión de capítulos redactados separadamente por cada uno de los autores, sino que cualquier párrafo, hasta este mismo que están leyendo, ha sido fruto de la aportación conjunta de

ambos autores. Esto ha supuesto una mayor inversión de esfuerzo, tiempo y paciencia, pero creemos que ha servido para enriquecer el contenido de este manual.

Esperamos que el presente trabajo sea de la máxima ayuda en la formación de los alumnos y les sirva el día de mañana en su labor como ópticos-optometristas, como libro de consulta ante las dudas que les puedan surgir cuando ejerzan su profesión.

## ***AGRADECIMIENTOS***

Cuando comenzaron a impartirse los estudios de Óptica y Optometría en la Universidad de Murcia, las prácticas de montaje de lentes oftálmicas se englobaban en la asignatura *Tecnología Óptica II*. Por aquel entonces se entregaban a los alumnos unos guiones, cuyo desarrollo, enriquecimiento y ampliación han dado lugar al presente manual. Deseamos mostrar nuestro agradecimiento a M<sup>a</sup> Concepción González por la realización de esos primeros guiones y por sus aportaciones durante los años como profesora de las asignaturas relacionadas con la óptica oftálmica, así como a los alumnos de cursos anteriores por sus sugerencias e impresiones.

En el ámbito diario en que nos encontramos surgen preguntas y siempre hay alguien que te puede aportar una respuesta o una idea. Es por ello que hemos de agradecer a D. Pablo Artal, como responsable del equipo, y al resto de compañeros del Laboratorio de Óptica de la Universidad de Murcia (L.O.U.M.) la ayuda prestada, en especial a Pedro M. Prieto y a Juan M. Bueno por sus revisiones y sugerencias.

También es justo agradecer a los profesores y antiguos compañeros de taller que nos ayudaron a formarnos en este campo. Mención especial

merecen tanto D. Manuel Muñoz, así como Antonio, Pepe y los demás empleados y amigos de la empresa *Gran Óptica S.A.*, por sus aportaciones.

A Julián Pérez de *Óptica Carrefour (Murcia)*, amigo y profesional experimentado en el ámbito de la Óptica y la Optometría, por sus consejos y recomendaciones en la realización de este libro.

Agradecemos a las empresas *Indo S.A.*, *Essilor España S.A* y *LEP S.A.* permitirnos la publicación de imágenes y explicaciones de algunos de sus productos. Lógicamente, cada una de estas empresas comercializan otros modelos diferentes de los que mostramos en este libro, en algunos casos más sofisticados, como en el de las biseladoras automáticas.

Como siempre al final, pero no los últimos, a nuestras familias, por estar siempre ahí, apoyando de la manera más sincera y silenciosa, y en especial a Fuensanta por su amistad y certeros comentarios lingüísticos, y a M<sup>a</sup> Carmen por sus sugerencias y soporte diario.

*Los autores,  
Murcia, Julio de 2001*



# ÍNDICE

	Página
Normas en el taller	15
Aclaraciones y definiciones previas	18
<b>1.</b> Biselado manual.	<b>21</b>
<b>2.</b> Montaje en montura de pasta y en montura metálica. Componentes de las monturas.	<b>35</b>
<b>3.</b> Sistemas de medida de monturas. Montaje de una lente esférica según sistema <i>Boxing</i> .	<b>49</b>
<b>4.</b> Medidas faciales, descentramientos y diámetro mínimo	<b>59</b>
<b>5.</b> Control de tensiones mecánicas en lentes montadas	<b>83</b>
<b>6.</b> Manejo de herramientas de taller. Reparación de monturas	<b>93</b>
<b>7.</b> Montaje de lentes astigmáticas con descentramiento. Montaje de efectos prismáticos.	<b>105</b>
<b>8.</b> Montaje de lentes bifocales y trifocales	<b>117</b>
<b>9.</b> Montaje de lentes progresivas	<b>129</b>
<b>10.</b> Instrumentos complementarios de las biseladoras automáticas: plantilladora, centrador y módulo lector/centrador	<b>149</b>

<b>11.</b> Montaje con biseladora automática	<b>185</b>
<b>12.</b> Montaje de lentes "al aire"	<b>235</b>
<b>13.</b> Catálogos comerciales de lentes oftálmicas. Petición de lentes	<b>267</b>
<b>14.</b> Lentes de protección solar. Coloración de lentes orgánicas	<b>297</b>
Anexo 14A (Transmitancia luminosa, coeficiente de atenuación visual)	<b>324</b>
Bibliografía	<b>328</b>
Anexo (Normativa sobre lentes oftálmicas)	<b>333</b>

## NORMAS EN EL TALLER

Antes de empezar con el desarrollo del libro, vamos a exponer las normas de seguridad que se deben seguir obligatoriamente en cualquier taller de montaje de lentes oftálmicas, y por supuesto en nuestro taller de prácticas. A continuación también señalamos las normas que regirán el correcto funcionamiento de nuestro taller de prácticas. Siguiendo todas estas normas se conseguirá mayor agilidad, seguridad y orden en el desarrollo del trabajo.

### ***Normas de seguridad***

1. Es obligatorio hacer uso de gafas protectoras siempre que se vaya a desportillar o se utilice la biseladora manual.
2. Se debe llevar cuidado con los bordes y esquirlas del vidrio, pues son muy cortantes. Por ejemplo, cuando haya que quitarse los restos de vidrio de las manos se ha de hacer suavemente, bajo un chorro de agua y sin restregarlos contra la piel.
3. Cuidado con el agua y los enchufes. Es conveniente secarse muy bien las manos antes de manipular cualquier elemento conectado a un enchufe.
4. También es muy importante mantener las manos alejadas del punzón cuando esté en funcionamiento la plantilladora automática.
5. Cuando las biseladoras automáticas estén funcionando, se debe bajar la tapadera, y lógicamente no se deben introducir las manos en el espacio de biselado. Ante cualquier problema con el aparato, pulsad la tecla que interrumpe el proceso (p.e, STOP).
6. Resulta aconsejable para cualquier persona que trabaje en un taller óptico estar vacunado contra el virus del tétanos, dado el constante contacto con elementos que pueden estar contaminados por este virus.
7. Cuando se utilice el equipo de tintado de lentes orgánicas no se deben tocar los líquidos para evitar quemaduras y el equipo se debe colocar en

un lugar ventilado para evitar intoxicación por inhalación de productos tóxicos como los decolorantes.

8. Las herramientas, como destornilladores, alicates, punzones, etc. deben estar siempre colocados en un lugar seguro para evitar accidentes fortuitos. Por ejemplo, un destornillador mal situado se lo puede clavar una persona que no se haya dado cuenta de su posición.

### ***Normas para el correcto funcionamiento de nuestro taller de prácticas***

1. Todo el material (frontofocómetros, biseladoras, herramientas, etc.), es común y debe hacerse un buen uso de él, evitando acapararlo o estropearlo.
2. Si en algún momento se sufre cualquier tipo de accidente, por leve que este parezca, se debe avisar al profesorado.
3. Cuando no se utilicen las biseladoras manuales se deben apagar. También se debe cerrar el agua, para no hacer un gasto innecesario.
4. Cuando se termine de trabajar con la biseladora manual se deben limpiar con agua las muelas y la bandeja donde está situado el desagüe. Se apagará la biseladora y se cerrará el agua.
5. Cuando se finalice una práctica con la biseladora automática, se debe cerrar el eje sujeta-lentes, apagar la máquina y dejar la tapadera levantada para que se evapore el agua.
6. Al biselar policarbonato con la biseladora automática se acumulan tiras de plástico en la rejilla del desagüe que se deben retirar con la máquina apagada.
7. Al finalizar cualquier práctica, todo el material, herramientas y utensilios que se hayan utilizado se deberán dejar ordenados en el lugar que les corresponda.
8. El profesorado debe ser informado de cualquier rotura de material, o de cualquier deficiencia o anomalía que se observe en los aparatos o herramientas.

9. En el laboratorio se dispone de papel para limpiar las lentes. Se debe hacer un uso correcto del papel, sin desperdiciarlo, cogiendo únicamente la cantidad que se vaya a utilizar.

## ACLARACIONES Y DEFINICIONES PREVIAS

Antes de comenzar el desarrollo de los capítulos vamos a explicar el significado de algunos términos básicos que se utilizarán en este libro, así como algunas aclaraciones y/o consideraciones sobre ellos.

### 1. Biselar y bisel

Las lentes oftálmicas que proporcionan las casas comerciales, normalmente tienen forma circular. Sin embargo, los aros de las monturas tienen formas muy diversas, con lo cual las lentes se deben recortar hasta que se puedan insertar en los aros.

- *Biselar*. Recortar una lente hasta conseguir la forma y el tamaño que se desee, siguiendo los siguientes pasos: desbastar, afinar el borde y matar los cantos.
- *Bisel*. Forma del borde de una lente biselada. Puede ser plano, en forma de pirámide e incluso plano con una ranura para montaje al aire con semiaro.

### 2. Desbaste, afinado y pulido

El proceso de biselado de una lente se divide en tres pasos fundamentales: desbaste, afinado y matado de cantos. En algunos casos, también es recomendable el pulido de los bordes de la lente por razones estéticas. El *desbaste* consiste en quitar material de la lente dándole la forma deseada. Para ello se utilizan muelas diamantadas con una rugosidad considerable. A continuación se realiza el *afinado*, en el que se utiliza también una muela diamantada pero menos rugosa, para conseguir un borde más suave y menos blanquecino. Para dejar el borde de la lente todavía más suave y transparente, se puede pasar al proceso de *pulido*. Esto se realiza ,o bien con muelas de rugosidad muy baja, o bien con las pulidoras, máquinas con un eje que gira a gran velocidad con unos discos de tela. Se aconseja sobre todo en lentes

montadas al aire, aunque no es recomendable pulir el borde en demasía para no provocar reflejos acentuados que perjudiquen la visión del paciente. *Matar los cantos* consiste en eliminar las esquinas afiladas del borde.

### **3. Lentes minerales, orgánicas y de policarbonato**

En líneas generales, los materiales que se utilizan en la fabricación de lentes oftálmicas son: mineral y orgánico (inclusive el policarbonato). En este libro cuando hablemos de *lentes orgánicas incluiremos todas las fabricadas con material orgánico, excepto el policarbonato*, debido a que las casas comerciales hacen esta distinción por las características especiales de este material (termoplástico, a diferencia del CR-39 y derivados que son termoestables).

### **4. Talco y plantilla**

- *Talco*. Falsas lentes de plástico que traen montadas las monturas de fabrica.
- *Plantilla*. Cartulina o plástico con la forma y tamaño que se desea que tenga la lente una vez biselada.

### **5. Proyección del centro pupilar (P) y centro de montaje (CM)**

- *Proyección del centro pupilar*. Intersección de la línea principal de mirada con el plano frontal del aro.
- *Centro de montaje*. Punto referencia de la lente para realizar el montaje. En las lentes monofocales será el punto central marcado con el frontofocómetro (centro óptico si no se precisa prescripción prismática), en las lentes progresivas el centro de la cruz de montaje y en las lentes bifocales/trifocales el *Top* del segmento.



## 1. BISELADO MANUAL

Actualmente, en cualquier taller de montaje de lentes oftálmicas se utiliza la biseladora automática, maquina que recorta la lente según la forma del aro de la montura de forma automática. Sin embargo, este proceso también se puede llevar a cabo de forma manual. El biselado manual consta de los siguientes pasos: se realiza una plantilla con la forma del aro que se coloca sobre la lente (en una posición y orientación determinadas) y se marca su contorno. Para eliminar las zonas periféricas de la lente se pueden utilizar los alicates de desportillar, y cuando se esté próximo al tamaño definitivo se comienza a desbastar con la biseladora manual, consiguiendo ajustar la forma y el tamaño final, además de obtener un bisel determinado (normalmente en forma de “v”). Finalmente, se afina el borde y se matan los cantos. Como ayuda para realizar el desportillado más fácil y rápido se pueden utilizar las rulinas, que permiten marcar con surcos las lentes minerales en trozos, que son desprendidos fácilmente con los alicates de desportillar. Este proceso manual se llevaba a cabo para biselar las lentes oftálmicas antes de la aparición de las biseladoras automáticas.

Aunque en un principio nos pueda parecer que el biselado manual está obsoleto, cualquier persona que actualmente se dedique al montaje de lentes oftálmicas debe dominar esta técnica en determinadas situaciones, como para retocar manualmente el trabajo que ha realizado la biseladora automática o para adaptar una lente ya biselada a una nueva montura, además de para matar los cantos (tarea que realizan sólo las máquinas más avanzadas tecnológicamente).

Este primer capítulo es una introducción al biselado manual, con la utilización de alicates de desportillar y la rulina. Se explican las dos posibles formas del bisel (borde de la lente): plano (*bisel plano*) o en forma de “v”

(*bisel en pirámide o en "v"*). También se muestra cómo se matan los cantos.

Todos estos pasos se explican para los tres tipos de materiales utilizados actualmente en la fabricación de lentes oftálmicas: mineral, orgánico y de policarbonato.

### **1.- Realización de la plantilla y colocación sobre la lente**

Antes de iniciar el biselado manual se debe realizar una plantilla de cartulina con la forma del aro en el que se va a montar la lente. Esta forma se debe retrazar sobre lente con un rotulador de tinta indeleble, para que no se borre durante el biselado. La plantilla se deberá situar en una posición y con una orientación concreta sobre la lente como veremos en los sucesivos capítulos, pero de momento vamos a tratar simplemente la técnica de biselado manual y, por ello, consideramos que la plantilla se coloca aleatoriamente sobre la superficie cóncava de la lente. La plantilla se puede colocar sobre cualquiera de las dos superficies, pero, en general, es más recomendable situarla sobre la cara cóncava, ya que se más fácilmente el borde de toda la plantilla sobre la superficie. Sin embargo, si la lente es de alta potencia negativa, la superficie cóncava será demasiado curvada y al apoyar la plantilla se puede deformar demasiado, con lo cual en estos casos será más recomendable apoyarla sobre la primera superficie que será muy plana.

Es muy importante procurar que la plantilla no se estropee ni se rompa, pues es el modelo que se debe utilizar durante todo el proceso.

### **2.- Desportillado**

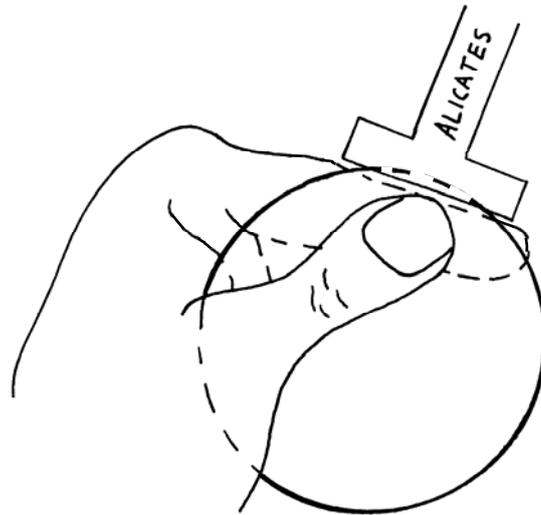
Consiste en ir desbastando (quitando trozos) el vidrio en las zonas donde no sea necesario, utilizando los alicates de desportillar. Este proceso se puede llevar a cabo en lentes minerales y orgánicas. En las lentes de policarbonato es más complicado debido a su gran resistencia a la rotura.

Se deben ir desprendiendo trocitos de vidrio por fuera de la línea trazada con el rotulador, hasta obtener una forma (*forma de la plantilla*) y un tamaño,

que debe ser superior aproximadamente en 3 ó 4 mm a dicha línea. Los pasos a seguir para desportillar correctamente son:

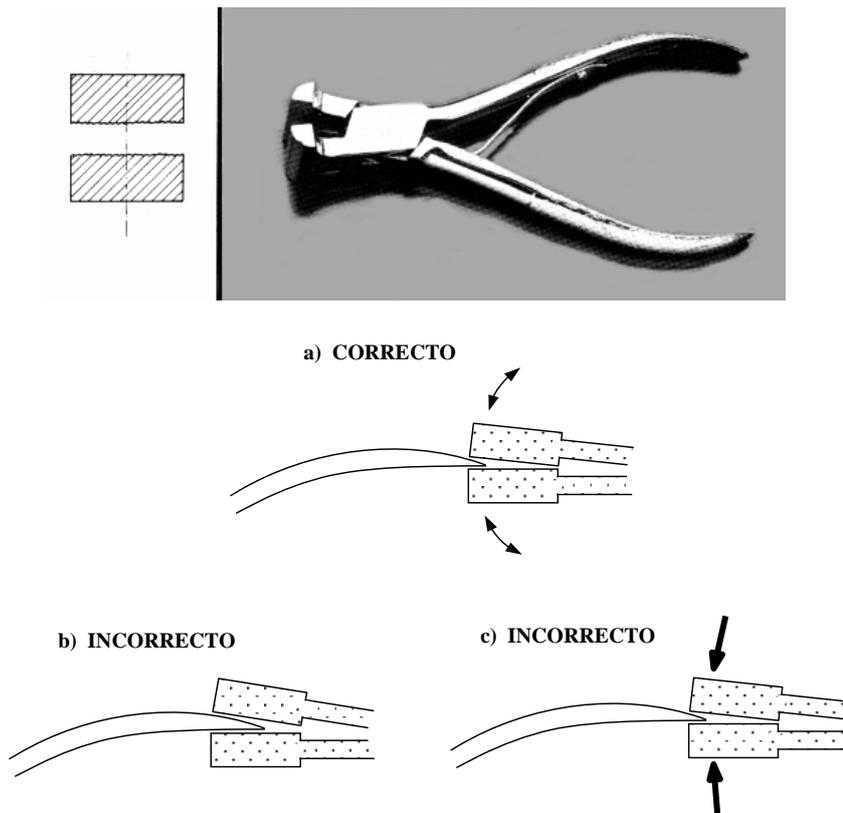
2.1.- **Sujetar la lente.** Es muy importante sujetar la lente como se muestra en la figura 1.1, es decir, entre el dedo índice (por abajo) y el pulgar (por arriba).

El dedo índice se utiliza como ayuda para la colocación de los alicates, ya que al poner la boca inferior de los alicates en contacto con este dedo se evita una penetración excesiva o irregular sobre la lente. Además esta posición facilita el movimiento de los alicates de desportillado sobre la lente. El dedo pulgar debe situarse lo más cerca posible de la zona de trabajo para reducir la tensión provocada por estos alicates, que podría romper la lente.



**Figura 1.1.** Forma de sujetar la lente al desportillar con los alicates.

2.2.- **Utilización de los alicates de desportillar.** Sin ejercer una gran presión, con la boca de los alicates se atrapan 1 ó 2 mm del borde de la lente y a continuación se realiza un movimiento de giro de muñeca de arriba-abajo (figura 1.2a); la consecuencia son tensiones de tracción y compresión que hacen que se desprendan trocitos de vidrio. Los errores más comunes que se cometen son pellizcar trozos demasiado grandes de vidrio provocando su rotura (figura 1.2b) y/o presionar excesivamente la lente con los alicates (figura 1.2c).



**Figura 1.2.** Parte superior: alicates para desportillar lentes. Parte inferior: posición correcta (a) y posiciones incorrectas de los alicates de desportillar (b,c).

Estos alicates pueden tener varias formas de "boca". Por lo tanto, su manejo dependerá de la forma de dicha "boca".

### 3.- Grabado con la rulina

El grabado con la rulina (figura 1.3) se realiza en vidrios minerales para agilizar el proceso de desportillado.

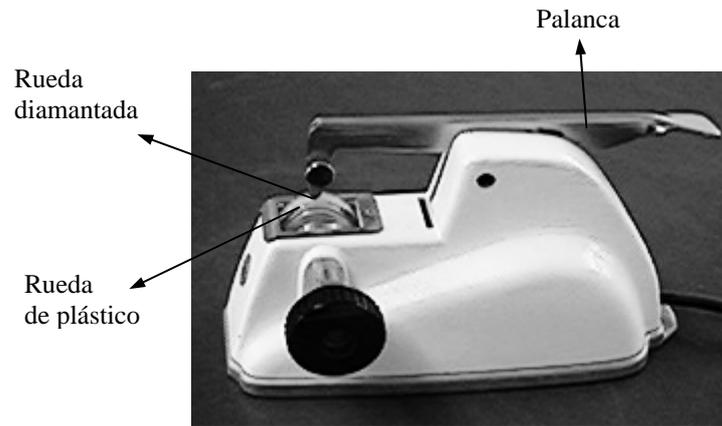


Figura 1.3. Rulina.

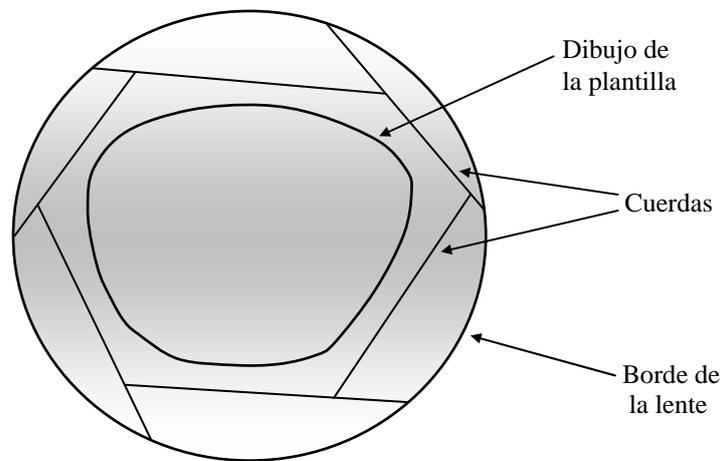


Figura 1.4. Forma de marcar la lente con la rulina.

Tal y como se muestra en la figura 1.4, las líneas grabadas deben ser cuerdas (líneas rectas que comienzan y acaban en el borde de la lente) que van siguiendo la forma final de la lente pero sin aproximarse demasiado a la forma dibujada con la plantilla (a 4 mm aprox.), pues aún se ha de desbastar y afinar *el bisel, que no se tuvo en cuenta al hacer la plantilla.*

Para grabar, con una mano se coloca la lente con superficie cóncava hacia arriba y aproximadamente perpendicular a la rueda diamantada, mientras con la otra se gira la rueda negra situada en el lateral de la rulina, la cual gira la rueda de plástico, que a su vez desplaza la lente, que va siendo marcada por la rueda diamantada. Si al grabar se encuentran zonas de diferente curvatura, hay que bascular la lente para que la superficie cóncava quede perpendicular a la rueda diamantada.

Después de grabar con la rulina cada cuerda, se debe desprender el trozo de vidrio con los alicates de desportillar. Hay que llevar cuidado, pues para desprender el trozo de vidrio se debe generar una tensión hacia arriba y hacia abajo en la lente con los alicates, pero sin forzarla ni intentar arrancar el trozo. Si no se puede desprender el trozo fácilmente se debe volver a grabar con la rulina.

*La rulina no debe utilizarse en lentes orgánicas ni de policarbonato.* La rulina rayará estas lentes, pero debido a la resistencia de éstas a la rotura, será muy complicado desprender con los alicates el trozo de lente marcado, sobre todo en las lentes de policarbonato.

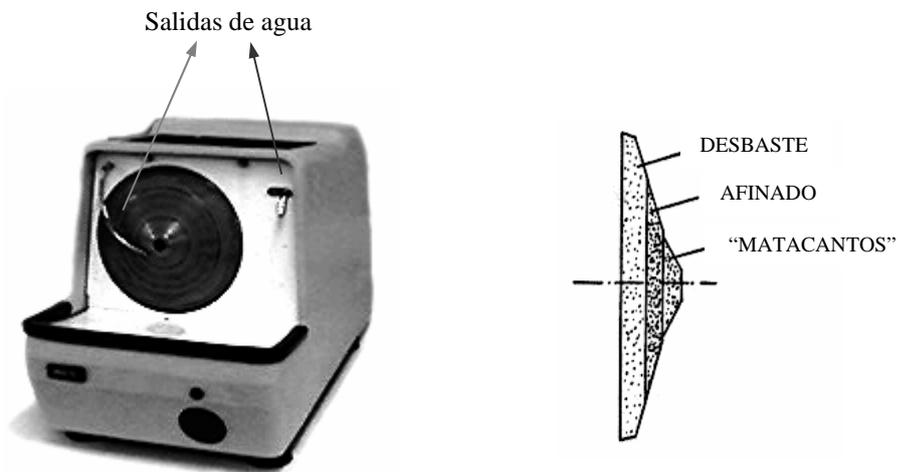
#### **4.- Biselado manual**

Para realizar el biselado manual, en nuestro taller disponemos de biseladoras manuales como la que se muestra en la figura 1.5. Esta biseladora posee tres muelas en forma de anillo.

- **Muela de desbaste.** Es el anillo más externo. Se trata de la muela más basta y rugosa, ya que posee el grano de diamante más grande, siendo por lo tanto la de mayor poder abrasivo. Desbasta más rápido, aunque

deja el borde de la lente muy rugoso. Se utiliza normalmente con lentes minerales y orgánicas. Si la lente es de *material orgánico se desbasta con mayor rapidez*.

El caso del *policarbonato* merece una mención especial. Este material es posible desbastarlo con esta muela, pero en seco; ya que usando agua, el desbaste se hace mucho más costoso. Durante el proceso de desbaste, el material eliminado queda en forma de polvo y rebabas. *¡Mucho cuidado! Si este material se intenta eliminar con agua se puede formar una pasta que atasque el desagüe de la biseladora.*



**Figura 1.5.** Izquierda, biseladora manual; derecha, las “muelas” de la biseladora manual *Frontal*, de la empresa *Indo*.

- **Muela de afinado.** Es el anillo intermedio y posee un grano más fino que la de desbaste. Se puede utilizar con lentes de material mineral y orgánico. El policarbonato se puede afinar en seco, aunque las últimas pasadas se deben hacer con agua para mejorar la suavidad del borde.

- **Muela “matacantos”**. Es un cono diamantado de superficie muy suave utilizado para matar los cantos del bisel ya terminado. Se utiliza para todo tipo de lentes.

Al utilizar la biseladora manual hay que vigilar que todas las muelas estén siempre cubiertas de agua, excepto si se va a desbastar policarbonato. Esto es muy importante dado que el agua ejerce una doble labor: por un lado enfría la muela, para evitar que la lente se deteriore por el calor, y por otro lado el agua limpia las muelas al arrastrar las minúsculas partículas desprendidas. La biseladora de la figura 1.5 tiene dos salidas de agua: una para humedecer las tres muelas, y un grifo en la parte superior derecha que se abre desplazándolo hacia la izquierda, que sirve para enjuagar la lente y así eliminar restos de vidrio y suciedad.

Se puede comprobar de manera sencilla que las muelas tienen agua, observando que la muela no se seca (no se *blanquea*) cuando se bisela la lente. Otro modo directo es tocar con cuidado las muelas con los dedos, sin hacer presión, para comprobar que está humedecida.

Para biselar se siguen estos pasos: desbaste, afinado y matar los cantos. Basándonos en la biseladora manual *Frontal*, el proceso a seguir será:

4.1.- **Desbaste**. Con la *muela de desbaste* se aproxima la forma de la lente a la forma geométrica deseada, pero con un tamaño ligeramente mayor al marcado con la plantilla, al mismo tiempo se va haciendo el bisel y trazando su recorrido. A continuación se explica los dos tipos de bisel: *bisel plano* y *bisel en "v"*.

- **Bisel plano**. Se consigue apoyando la lente perpendicular al plano de las muelas, no perpendicular al plano frontal de la biseladora.
- **Bisel en pirámide o en "v"**. El ángulo del pico del bisel que hay que conseguir es de aproximadamente unos 115° (ver figura 1.7). Si el ángulo del bisel es menor, aumenta el riesgo de que aparezcan lascas o esquirlas

(astillas de vidrio) que pueden suponer posteriormente la rotura del vidrio, y si es mayor la lente no se ajustará bien en el surco interno del aro con el peligro de que se caiga.

El *bisel plano* se utiliza únicamente para *montaje de lentes al aire*. El *bisel en forma de pirámide* se utiliza en el montaje de lentes en *aros convencionales*, pudiéndose encajar el borde de la lente perfectamente en el surco interno del aro de la montura, tanto metálica como de pasta.



**Figura 1.6.** Posición más cómoda para biselar con las biseladoras manuales de nuestro taller.

Para biselar con las biseladoras de que disponemos en nuestro taller (biseladora manual *Frontal* de *Indo*) la posición más cómoda para las personas diestras se consigue apoyando la mano izquierda sobre el borde de la biseladora con la palma hacia arriba, sujetando la lente con los dedos pulgar e índice de esta mano. Al mismo tiempo, con los dedos pulgar e índice de la mano derecha se coge la lente y se gira sobre la parte derecha de la muela, en

la parte donde no está el grifo, ejerciendo la presión necesaria (figura 1.6). Si la persona es zurda, se seguirá utilizando la misma parte de la muela, ya que en la parte contraria está el grifo, cada mano cambiará su función por la de la otra, acercándose el cuerpo (no la lente) más hacia el lado derecho de la mesa que la persona diestra, para conseguir una posición más cómoda.

Hay que ir comprobando frecuentemente que *la forma de la lente se ajusta a la plantilla, y el tamaño es ligeramente mayor a la plantilla ya que a continuación se debe afinar.*

4.2.- **Afinado.** Con la *muela de fino* se suaviza el bisel, además se ajusta la forma definitiva y el tamaño de la lente, a la vez que se concreta también la forma y el recorrido del bisel.

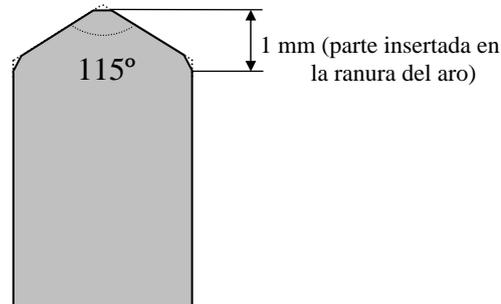
La lente se habrá biselado con el tamaño adecuado, cuando al superponer la plantilla sobre ella: en el caso de bisel plano, no se vea ninguna parte de la lente; y si el bisel es en “v” sobresalga solamente el bisel, aproximadamente 1mm (figura 1.7). Este valor dependerá de la profundidad de la ranura del aro, y en algunos casos, sobre todo en monturas metálicas finas este mayor deberá ser menor para que nos se vea la zona del bisel una vez montada la lente.

4.3.- **Matar cantos.** Consiste en eliminar las esquinas afiladas del bisel (figura 1.7). De esta forma se eliminan o suavizan las pequeñas irregularidades.

Con ello, en las lentes minerales se mejora la seguridad de la lente ante el peligro de rotura, y se evitan los brillos de los huecos que pueden quedar en las esquinas. En el caso de las lentes orgánicas y de policarbonato se eliminan las posibles imperfecciones en las aristas, sobre todo por la presencia de rebabas en éstas últimas.

La mejor forma de matar los cantos es enfrentar las esquinas del bisel con la *muela “matacantos”*, dando una pasada sin ejercer apenas presión; de tal modo que al mirar el reflejo de una luz en el borde, se perciba que entre las

dos caras hay una delgada línea brillante, o al mirar al trasluz, se observe una línea blanquecina.

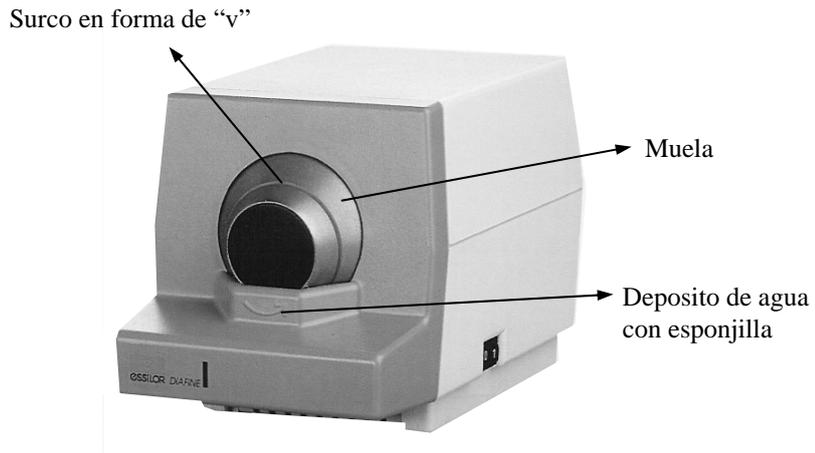


**Figura 1.7.** Bisel en "v" en una placa de vidrio plana, con los cantos matados.

### 5.- Biseladoras manuales con una sola muela

Además de la biseladora que se muestra en la figura 1.3, existen otros tipos de biseladoras manuales; pero la gran mayoría no sirven para desbastar, ya que poseen un única muela que se utiliza principalmente para matar cantos, aunque también se puede usar para retocar el bisel. Actualmente, en todos los talleres de montaje se utilizan biseladoras automáticas, y en algunos de ellos se considera que con una biseladora manual de este tipo es suficiente.

Es el caso de la biseladora que se muestra en la figura 1.8, *Diafine* de la empresa *Essilor*. En la parte inferior incorpora un depósito de agua con una esponjilla para lubrica las muelas, evitando la conexión de fontanería. La muela está dividida por un surco en forma de "v" que se puede utilizar para realizar el bisel en lentes de borde fino.



**Figura 1.8.** Biseladora manual *Diafine* de la empresa *Essilor*, con una única muela.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

Para una placa de vidrio y una lente oftálmica:

- Utilizar los alicates de desportillar y la rulina.
- Biselar (desbastar, afinar y matar los cantos) dándole una forma geométrica concreta.
- Realizar un bisel plano y otro en “v”.

### Material necesario

Placas de vidrio plano, lentes oftálmica, útiles de escritura (cartulina, compás, tijeras, rotulador de tinta indeleble, regla milimetrada, escuadra, cartabón, lápiz y goma), gafas de protección, alicates de desportillar, bandeja de desportillado, rulina y biseladora manual *Frontal de Indo*.

### Desarrollo de la práctica

De momento sólo nos interesa tomar el primer contacto con la técnica de biselado manual, con lo cual, para simplificar, en la plantilla no se anota nada. Primero se va a trabajar con una placa de vidrio para luego hacerlo con una lente oftálmica, en la cual no se va a marcar nada.

Primero con una placa de vidrio y después con una lente oftálmica se realizará lo siguiente:

1. Hacer una plantilla circular de cartulina de unos 55 mm de diámetro, para después trazar su forma con rotulador de tinta indeleble sobre la placa de vidrio o sobre la superficie cóncava de la lente.
2. Utilizar la rulina para marcar la lente o desportillar directamente con los alicates hasta aproximadamente 3 mm por fuera del tamaño final.
3. Con la biseladora manual, desbastar haciendo el bisel plano, afinando a continuación hasta dejar el bisel suave y el tamaño adecuado (55 mm).

4. Con una plantilla similar, pero de 45 mm de diámetro, dibujar otro círculo sobre la misma placa de vidrio.
5. Desbastar con la biseladora manual, haciendo el bisel en “v” (situando el pico centrado, figura 1.7), hasta 2 mm por fuera del tamaño de la plantilla.
6. Afinar el bisel, consiguiendo un tamaño final de 1 mm mayor con respecto la plantilla alrededor de toda la forma (diámetro 52 mm), ya que el bisel debe sobresalir de las superficies de la lente 1 mm, que será lo que se inserte en la ranura del aro en el caso de una lente.
7. Para terminar la lente, matar los cantos adecuadamente.

## **2. MONTAJE EN MONTURA DE PASTA Y EN MONTURA METÁLICA**

### **COMPONENTES DE LAS MONTURAS**

En este capítulo se va a tratar el montaje de cualquier lente oftálmica en monturas de pasta y en monturas metálicas, considerando que el biselado se va a realizar con una biseladora manual.

Para simplificar el montaje, en este capítulo no se va a considerar el componente óptico de las lentes (centro óptico, orientación, etc.), con lo que no hace falta marcarlas en el frontofocómetro, ni se va a anotar nada en la plantilla, excepto las letras N y S que corresponden a los lados nasal y superior, respectivamente. De esta forma, el proceso que se va a explicar comienza con la realización de la plantilla y la colocación de ésta sobre la lente. Opcionalmente se puede desportillar la lente con los alicantes de desportillar (con o sin el uso de la rulina) .

A continuación se bisela la lente, obteniendo un recorrido del bisel en “v” que permita la correcta inserción de la lente con la mayor estética posible. La inserción en el aro difiere en la forma de hacerlo si la montura es de pasta o metálica. En la de pasta se debe calentar la montura para facilitar la colocación de la lente, mientras en las metálicas se debe quitar un tornillo para abrir el aro.

Además, se van a tratar las consideraciones y cuidados especiales que se debe tener en la manipulación de lentes orgánicas y de policarbonato.

En la parte final de este capítulo se estudiarán los componentes de las monturas, tanto de pasta como metálicas.

## MONTAJE EN MONTURA DE PASTA Y METÁLICA

Una vez biselada la lente según la forma de la plantilla hay que introducirla en el aro de la montura.

Tradicionalmente, las monturas más utilizadas han sido las de aro completo, es decir, toda la lente queda dentro del aro. Éstas son las que comúnmente se llaman monturas de pasta o metálicas, fabricadas con materiales plásticos o metálicos, respectivamente. Actualmente, también se montan muchas *gafas al aire*, es decir, la totalidad del borde de la lente o parte no queda dentro del aro, sino que es sujeta por hilo (“nylon”) o por tornillos. El montaje en este tipo de monturas se verá en el capítulo 12, *Montaje de lente “al aire”*.

La forma de insertar la lente en la montura depende de si es de pasta o metálica, por ello se muestran dos apartados diferentes en los que se explican las características específicas que se deben tener en cuenta en cada una de ellas.

### 1.- Realización de la plantilla y colocación sobre la lente

Para hacer la plantilla del aro de la montura, se coloca el frontal sobre la cartulina con las varillas hacia arriba, intentando que el aro quede lo más pegado posible a la cartulina pero sin deformarlo. Se bordea con un lápiz con mucha punta o un portaminas el borde interior correspondiente al aro elegido, trazando así sobre la cartulina su forma. Es muy importante que la forma del aro que se dibuje corresponda con la forma real. Por otra parte, se debe tener en cuenta que la forma dibujada *no incluye la ranura del aro*, donde irá insertado el bisel de la lente.

En la plantilla se deben anotar las inscripciones N (Nasal) y S (Superior), para colocarla correctamente sobre la lente. Posteriormente, se recorta la cartulina siguiendo la forma dibujada. Por último, se debe comprobar que la plantilla tiene el mismo tamaño y forma que el aro de la montura, excluyendo la ranura.

También se puede comprobar que la plantilla obtenida vale para ambos ojos, ya que las monturas, salvo que sean defectuosas o que estén deformadas, deben ser simétricas respecto a su puente.

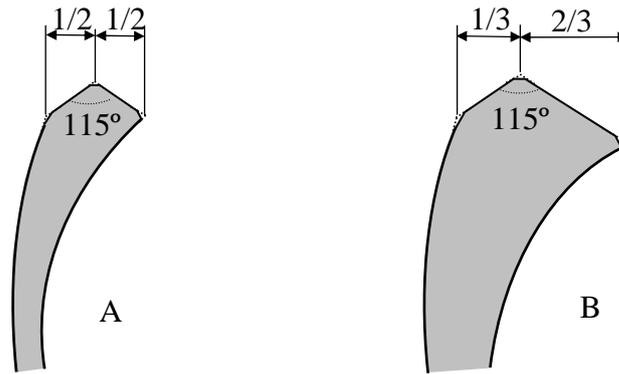
La plantilla de cartulina se coloca sobre la cualquiera de las superficies de la lente, preferentemente sobre la cara cóncava de la lente, de tal forma que la lente que se bisele corresponda con el ojo elegido, teniendo en cuenta que la cara cóncava debe quedar hacia el ojo. Para cerciorarse de la correcta colocación de la plantilla, se puede comprobar como quedaría la lente montada, es decir, si con la lente con la superficie cóncava hacia nuestro ojo, el lado nasal y superior de la plantilla coinciden con sus correspondientes en el ojo.

A continuación, se traza la silueta con el rotulador y se anotan sobre la lente las inscripciones N (Nasal) y S (Superior).

Lógicamente, antes de comenzar el proceso de montaje de cualquier lente oftálmica, lo primero que se debe hacer es localizar el centro de montaje y el resto de marcas necesarias, para colocarla correctamente en una posición y con una orientación determinadas con respecto la plantilla, como se verá en los siguientes capítulos. Por el momento vamos a obviar estos pasos, para centrarnos en el biselado manual y en el montaje.

## **2.- Biselado manual**

El proceso de biselado manual de una lente oftálmica se divide en los pasos ya indicados en el capítulo anterior: desbastar, afinar y matar los cantos. También se puede pulir el bisel para dejarlo más suave y brillante, sobre todo para montajes al aire.



**Figura 2.1.** Bisel en "v" en una lente menisco, con los cantos matados, en espesores de borde muy finos (A) y en espesores de borde medios (B)

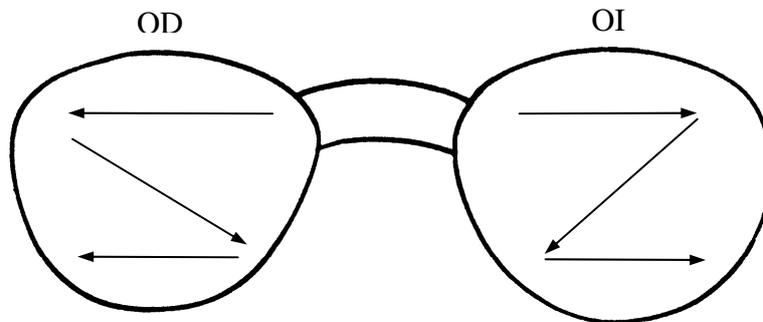
Sin embargo, cuando se bisela una lente para introducirla en una montura se debe realizar a su vez un recorrido del bisel determinado. El **recorrido que debe seguir el bisel**, es decir, si el pico debe estar más hacia la superficie cóncava o convexa, debe tener en cuenta dos objetivos fundamentales: que el *bisel quede perfectamente sujeto en la ranura del aro, sin que se deforme la montura*; y *el estético*, se debe procurar que el bisel se vea lo menos posible por la parte anterior de la montura. Para satisfacer estos objetivos, se suele considerar la siguiente norma: para *espesores de borde bajos* (hasta 2 mm aproximadamente) el pico del bisel se trazará *por medio del borde*, es decir, a 1/2 de la cara convexa y a 1/2 de la cóncava; y para *espesores de borde medios* (hasta alrededor de 4 mm), se recomienda que el pico se sitúe a 1/3 del espesor con respecto a la superficie convexa y a 2/3 con respecto la cóncava (ver figura 2.1). Esto es una norma general que no siempre es aplicable. Por ello, la elección definitiva del recorrido del bisel se debe hacer de acuerdo a la montura y la lente. Por ejemplo, si el espesor de borde es muy alto, estéticamente se recomendaría acercar lo máximo posible el pico del bisel a la superficie convexa, pero como contrapartida, tendremos problemas a la hora

de insertar la lente en el aro, y si se consigue, se deformará el aro. Para solucionar este problema, lo más adecuado es estudiar la forma del aro y los espesores de borde de la lente para alcanzar un compromiso entre la estética y la correcta inserción. Este punto se trata con más profundidad en el capítulo 10, Montaje con biseladoras automáticas, en el apartado 7 “Recorrido del bisel”.

### 3.- Montaje en montura de pasta

En general, las monturas de pasta en frío son algo flexibles, aunque también son quebradizas, sobre todo si está envejecida. Al calentar la montura se aumenta su flexibilidad, haciendo más fácil y segura la inserción de la lente. En el taller se pueden calentar los aros de las monturas bien con calentadores de arena, por inmersión de la montura en un “baño” de bolitas de vidrio calientes, o bien con ventiladores de aire caliente, también llamados “ventiletes”.

3.1.- **Inserción de la lente en la montura.** El aro de la montura de pasta se debe calentar de forma moderada hasta que adquiera cierta flexibilidad. Una vez calentado el aro, la lente se inserta por la parte frontal de la montura, encajando el bisel de la lente en la ranura que tiene el borde interno del aro.



**Figura 2.2.** Orden de inserción de las lentes en la montura de pasta.

La lente se debe introducir, tal como se indica en la figura 2.2, primero en la zona nasal-superior del aro, junto al puente, ya que es la parte de la montura más gruesa y por ello la menos flexible. Una vez hecho esto, se introduce en la zona temporal-superior, luego en la zona nasal-inferior y finalmente se introduce en la zona temporal-inferior, por ser generalmente la parte del aro más flexible.

### 3.2.- Advertencias sobre la inserción de la lente en monturas de pasta:

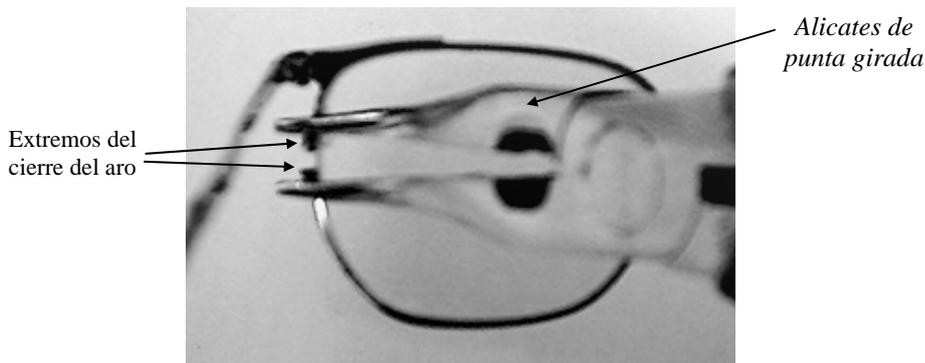
- Se debe tener cuidado de no calentar en exceso las monturas, ya que es muy fácil que se deformen y/o quemen por un exceso de temperatura. ¡Mucho cuidado con los calentadores de arena! Los aros quedan cubiertos por las bolitas de vidrio, por lo que resulta más fácil que si la temperatura de las bolitas de vidrio es muy elevada se queme la montura o incluso se queden pegadas. Por ello, conviene comprobar la temperatura de las bolitas antes de comenzar este proceso.
- Cuando se introduce la lente, hay que tener sumo cuidado tanto de no forzar la montura, para no deformarla ni romperla, como de no forzar la lente, con el fin de evitar que se desprendan esquirlas o incluso roturas.
- Se debe tener especial cuidado en la inserción de la lente en las zonas del aro donde menor sea el ángulo (es decir, donde la forma más se cierra o se estrecha), pues en esas zonas el riesgo de que la lente se lasque o rompa es mayor.

### 4.- Montaje en montura metálica

Para insertar una lente oftálmica en una montura metálica se debe abrir el aro quitando el tornillo del cierre. A continuación se inserta la lente en la ranura y se cierra el aro intentando juntar los dos extremos del cierre. Para ello nos podemos ayudar de un tipo de alicates *de punta girada* (figura 2.3). Otro tipo de alicates para este fin son los denominados *prueba lentes*, en los

que los extremos de la punta encajan en los agujeros del cierre del aro. La lente se retocará tantas veces como sea necesario, hasta que los extremos del aro se junten sin ejercer excesiva presión con los alicates, pero quedando bien sujeta la lente dentro del aro. Finalmente, se enrosca el tornillo hasta que quede completamente cerrado el aro.

Cuando se inserte la lente, se debe ser cuidadoso para *no desportillar el bisel con los bordes del aro sobre todo en la zona del cierre*, y más aún si las lentes son minerales.



**Figura 2.3.** Utilización de *alicates de punta girada* para comprobar que el aro cierra adecuadamente.

### **5.- Consideraciones en la manipulación de lentes orgánicas y de policarbonato**

La principal característica que se debe tener en cuenta durante todo el proceso de montaje de una lente orgánica o de policarbonato es su menor resistencia al rayado que la lente mineral, aun cuando estén tratadas con una capa de endurecimiento (todas las lentes de policarbonato llevan este tratamiento de serie) Por ello se deben tener las siguientes precauciones:

- En el frontofocómetro apoyar la lente con mucha suavidad sobre la concha de apoyo. Cuando se tenga que desplazar o girar la lente, se debe *levantar ligeramente la palanca que sujeta la lente*, separándola de la concha de apoyo antes de moverla.
- Cuando se deje la lente encima de la mesa, *siempre se debe apoyar por la cara donde está la superficie posterior (cóncava)*.
- Manipular las lentes con las manos limpias, para evitar tener que limpiarlas innecesariamente.
- Durante el biselado manual las lentes se deben limpiar frecuentemente con abundante agua para retirar los restos de la lente y evitar rayarla. En el caso de las lentes de policarbonato, recordemos que el proceso de desbaste y parte del afinado se hace deben hacer en seco, por lo tanto después de lavar la lente se debe secar.

Al montar una lente orgánica o de policarbonato en unas *gafas de pasta* no es necesario calentar tanto la montura como para una lente mineral. Esto es debido a que tenemos menos peligro de que la lente se desportille y/o que la montura se raye por el borde de la lente; además, podemos flexionar levemente la lente facilitando la inserción, y de esta forma conservamos en mejor estado la montura, que cuanto más se calienta más se deteriora. En *monturas metálicas* se debe tener mucho cuidado de no rayar la lente con los aros.

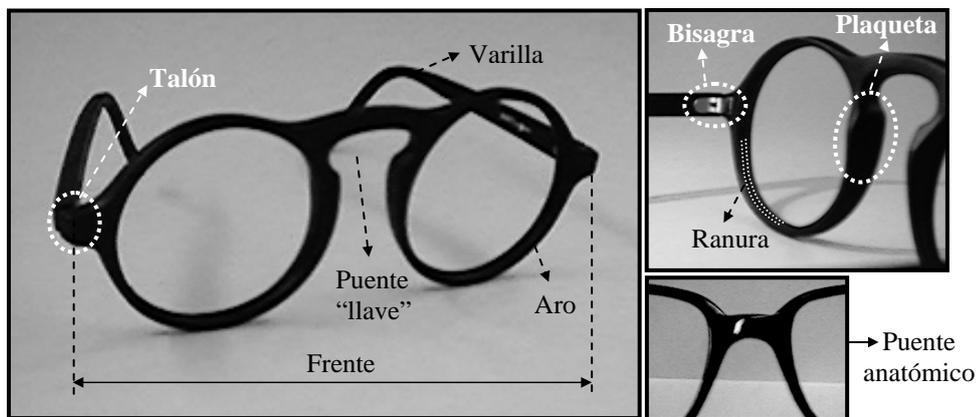
Por último, estas lentes se deben limpiar con abundante agua y jabón, nunca en seco, pues si no se retiran las partículas duras de la superficie, éstas pueden provocar la abrasión típica en este tipo de lentes.

## COMPONENTES DE LAS MONTURAS

A continuación se explican las partes y los componentes que forman las monturas de pasta y metálicas, que se muestran en las figuras 2.4 y 2.5.

### – Monturas de pasta.

- Puente anatómico, sigue la forma de la nariz. Es el más utilizado, por ser el más cómodo.
- Puente “llave”, en la parte superior no sigue la forma de la nariz. Muy poco utilizado.



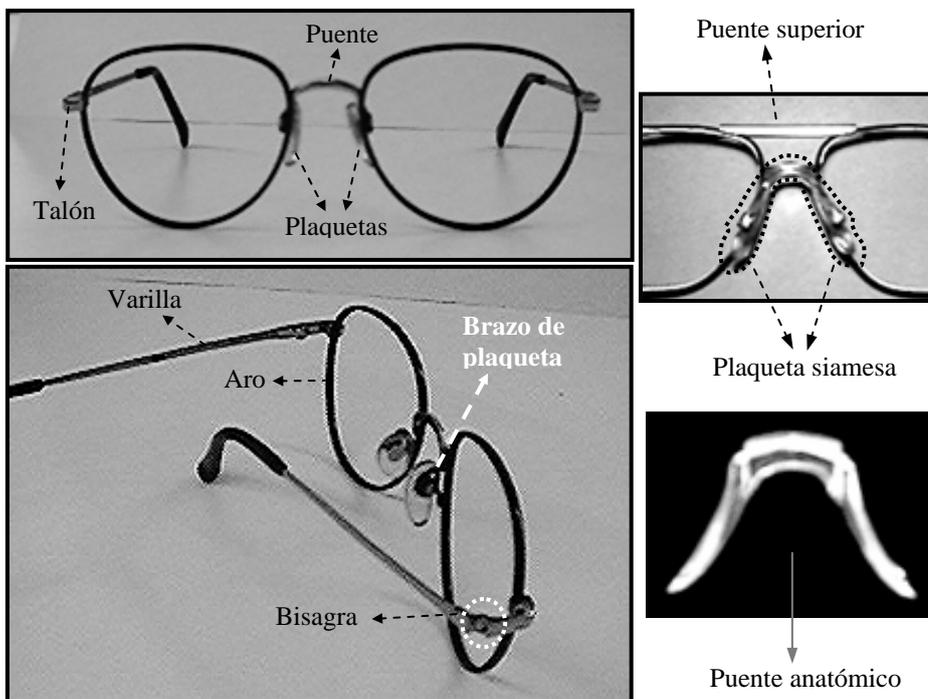
**Figura 2.4.** Componentes de las monturas de pasta.

### – Monturas metálicas.

- Cierre de aro (ver figura 2.3), zona donde se abre o se cierra el aro mediante un tornillo.
- Puente superior, en algunas monturas, segundo puente por encima del habitual. Su sentido es únicamente estético.
- Puente anatómico, puente de plástico que se acopla a la montura metálica, que sigue la forma de la nariz; resultando más cómodo que

las plaquetas, pero más antiestético. Recomendado sobre todo para lentes de alto peso. No se puede acoplar a monturas con plaquetas.

- Plaqueta, almohadilla de plástico, sujeta al aro por un brazo metálico, y que se apoya sobre la nariz. Es el sistema de apoyo más utilizado en las monturas metálicas. Si las gafas pesan mucho pueden provocar úlceras en los puntos de apoyo; en cuyo caso se puede optar por varias opciones posibles: adaptar una plaqueta siamesa, cambiar la montura por una con puente anatómico, o montar lentes más ligeras: orgánicas o de policarbonato.
- Plaqueta siamesa, ambas plaquetas unidas por la parte superior, formando una sola pieza, que se acopla al contorno de la nariz, repartiendo sobre ella el peso de la gafas. Se puede acoplar a monturas con plaquetas convencionales.



**Figura 2.5.** Componentes de las monturas metálicas.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Montar manualmente lentes minerales, orgánicas y lentes de policarbonato en monturas de pasta y metálicas.
- Identificar cada una de las partes y componentes de las monturas, tanto de pasta como metálicas.

### Material necesario

Lentes minerales, lentes orgánicas, lentes de policarbonato, montura de pasta, gafas de protección, ventilador de aire y/o calentador de arena, montura metálica, juego de destornilladores, alicates de *punta girada* o *prueba lentes* y útiles de escritura.

### Desarrollo de la práctica

En esta práctica sólo nos interesa tomar contacto con el montaje de lentes oftálmicas utilizando la biseladora manual, por ello la plantilla se colocará sobre la cara cóncava de la lente de forma aleatoria.

En resumen, el proceso de montaje manual que se debe seguir es:

1. Realización de la plantilla del aro de la montura.
2. Opcional: grabado de la lente con la rulina, y desportillado con los alicates.
3. Biselado de la lente, con bisel en “v”, y con el recorrido de bisel adecuado.
4. Inserción en el aro

A continuación se estudiarán las partes y componentes de las monturas:

- Tanto para una montura de pasta para una montura metálica: usando un juego de destornilladores de diversos calibres y una bandeja de plástico para no perder ninguna pieza ni tornillo, se desmontarán todos los

componentes posibles, anotando en un folio el nombre y la función de cada uno de ellos. Una vez hecho esto, se volverán a montar.

- Localizar entre las monturas de pasta disponibles en el laboratorio, una con puente “llave” y otra con puente anatómico.
- Entre las monturas metálicas disponibles en el laboratorio, encontrar una con plaqueta siamesa, y otra con puente anatómico.

### **3. SISTEMAS DE MEDIDA DE MONTURAS**

#### ***MONTAJE DE UNALENTE ESFÉRICA SEGÚN SISTEMA BOXING***

Los sistemas de medida de monturas nos permiten conocer, a partir de un criterio predeterminado, las dimensiones de las monturas, que serán necesarias para llevar a cabo la correcta colocación de la lente en el aro. En este capítulo se estudian los sistemas de acotación más importantes.

Basándonos en el sistema de medida más utilizado actualmente, sistema *Boxing*, se explicarán los pasos que se han de seguir en el montaje de una lente de potencia esférica. En este capítulo se considera que el centro óptico de la lente debe coincidir con un punto concreto del aro, con lo cual se deberá marcar en el frontofocómetro.

#### **SISTEMA DE MEDIDA DE MONTURAS DE GAFAS**

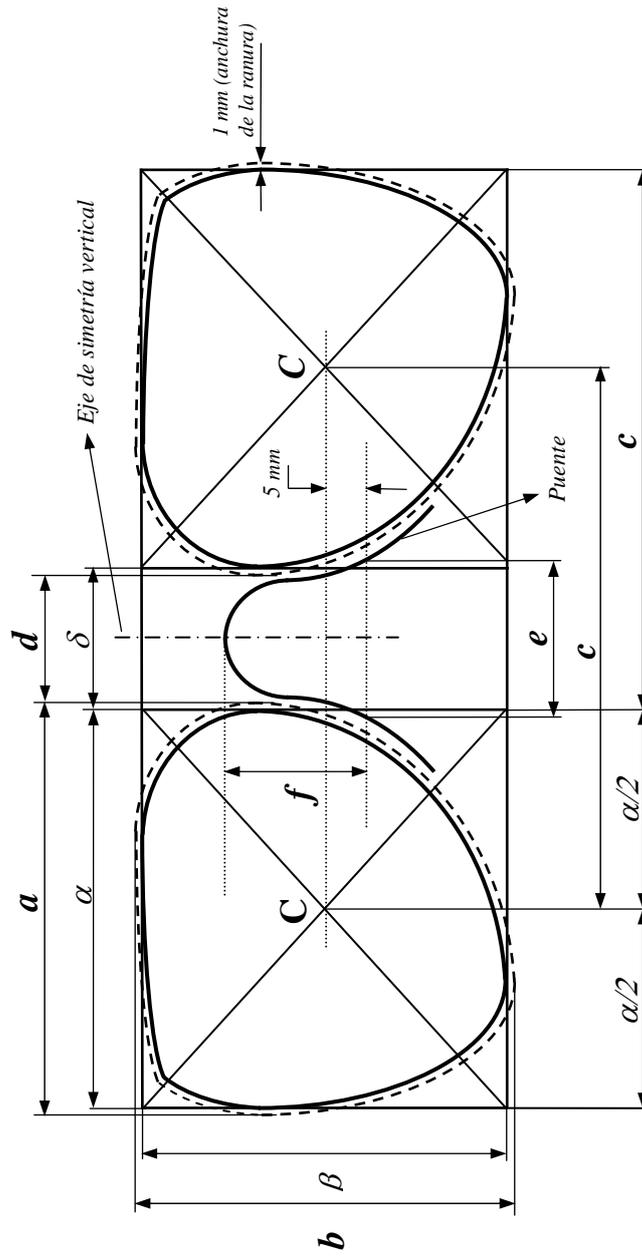
Los sistemas de acotación más comunes son: el sistema *Boxing* y el sistema *Datum*.

El sistema *Boxing* es el sistema de medida de monturas de gafas propuesto en la norma internacional UNE-EN ISO 8624 (año 1996). Se utiliza en Estados Unidos, Canadá y gran parte de Europa. Sin embargo, el *Datum* es más común en Inglaterra y en países de la Commonwealth, aunque en estos países también se está comenzando a implantar el sistema *Boxing* (en el libro *Practical Dispensing*, 2ªed. 1997, publicado por *The Association of British Dispensing Opticians*, se propone el sistema *Boxing* como sistema de medida de monturas).

El *GOMAC* fue un sistema de medida de monturas que se intentó instaurar como un compromiso entre el Boxing y el Datum. Este sistema fue promovido por un grupo de personas en representación de la Comunidad Económica Europea, que se hizo llamar Groupement des Opticiens du Marché Commun (*GOMAC*). Este sistema no tuvo éxito, ni siquiera en el seno de la CEE.

En este capítulo vamos a estudiar tanto el sistema Boxing como en el Datum. En ambos las medidas se realizan a partir de la forma interior de los aros, teniendo en cuenta la ranura (*cuya profundidad se supone de 1 mm, aunque este valor puede ser menor sobre todo en el caso de monturas muy finas*) donde va encajado el bisel de la lente; es decir, las dimensiones se consideran con respecto a las lentes montadas (líneas discontinuas de las figuras 3.1 y 3.2). Sin embargo, uno de los objetivos de este capítulo es aprender a obtener las dimensiones, según los dos sistemas, de una montura ya fabricada. En este caso sólo se pueden dibujar las formas interiores de los dos aros, *sin tener en cuenta la ranura*, apoyando la parte frontal de la montura sobre un folio con las varillas hacia arriba. Por ello, en las figuras 3.1 y 3.2 (representaciones de sistemas Boxing y Datum respectivamente) se han dibujado estas formas en trazo continuo, y se han obtenido los centros Boxing y Datum a partir de ellas; aunque debe quedar claro que estos puntos no varían si se calculan a partir de las formas de las lentes (formas discontinuas de figuras 3.1 y 3.2), ya que la forma y posición es la misma y el tamaño aumenta por igual, 1 mm, por todo el perímetro.

En los dos sistemas las medidas se consideran en milímetros. Por lo tanto, aunque no se especifiquen unidades, a partir de ahora, todos los valores se consideran en milímetros.



**Figura 3.1.** Esquema del sistema de medida Boxing.

### 1.- Sistema Boxing.

Para acotar según este sistema una montura ya fabricada, las formas de los aros que se han dibujado en el folio se deben encajar en un rectángulo (de ahí la denominación en inglés “Boxing”) de la siguiente forma: se unen los puntos superiores de los dos aros y los puntos inferiores, siendo paralelas las dos líneas trazadas, ya que los aros son simétricos respecto al puente. Trazando dos líneas perpendiculares a éstas que pasen por los puntos laterales extremos de cada aro, se obtendrán los paralelogramos que encierran ambos aros (figura 3.1).

Según la norma UNE-EN ISO 8624, las medidas que se deben considerar en el sistema Boxing son (ver figura 3.1):

- Centro Boxing o centro de la caja, C: es el centro de cada uno de los paralelogramos. Se puede obtener como la intersección de las diagonales de los cuadriláteros.
- Distancia entre los centros Boxing, c.
- Calibre horizontal, a: distancia entre los lados verticales del rectángulo que circunscribe la forma de la lente.
- Calibre vertical, b: distancia entre los lados horizontales del rectángulo que circunscribe la forma de la lente.
- Distancia entre lentes, d: distancia entre los extremos nasales de las lentes.
- Amplitud del puente, e: considerando la parte exterior de los aros, distancia entre los lados nasales de éstos, medida sobre una línea horizontal situada 5 mm debajo de los centros Boxing.
- Altura del puente, f: distancia vertical entre la línea que define la amplitud del puente, e, y la intersección del eje de simetría vertical con el borde inferior del puente.

La dimensión de los paralelogramos obtenidos a partir de las formas de los aros dibujados (líneas continuas) es  $\alpha \times \beta$ , como se muestra en la figura 3.1. Considerando que la profundidad de la ranura se supone 1 mm, las longitudes  $a$ ,  $b$  y  $d$  vienen dadas por:

$$a = \alpha + 2 \qquad b = \beta + 2 \qquad d = \delta - 2$$

En el montaje de cualquier lente oftálmica es imprescindible conocer la distancia entre los centros Boxing,  $c$ . Este valor se puede obtener por tres caminos diferentes (figura 3.1):

1. Dibujar los aros, obtener los centros Boxing,  $C$ , y medir la distancia entre ellos.
2. Midiendo con una regla directamente sobre la montura, la distancia entre el punto extremo temporal del interior de uno de los aros y el punto extremo nasal del interior del otro aro.
3. Tenemos que:  $c = \alpha + \delta$  ó  $c = a + d$

En muchas ocasiones, como se explica a continuación, las medidas  $a$  y  $d$  aparecen anotadas en las monturas.

En el sistema Boxing, el *calibre de la montura* se expresa de la siguiente forma (en milímetros):

$$a \square d$$

Esta medida puede aparecer anotada en una de las varillas o en el puente. Por ejemplo, la figura 3.1 corresponde a una montura con calibre **55 □ 17**, es decir, el calibre horizontal,  $a$ , es 55 mm y la distancia entre lentes,  $d$ , es 17 mm. Como se ha comentado, de estos datos se deduce que la distancia entre los centros Boxing,  $c$ , es 72 mm ya que  $c = a + d = 55 + 17 = 72$  mm.

Si las medidas se realizan utilizando una regla convencional de precisión 1 mm, al medir directamente sobre el dibujo la distancia  $c$  es posible que no dé exactamente ese valor; esto es debido, lógicamente, a los errores que hemos

acumulado en la medida de las distancias  $a$  y  $d$ , y en el propio error cometido al medir directamente la distancia  $c$ .

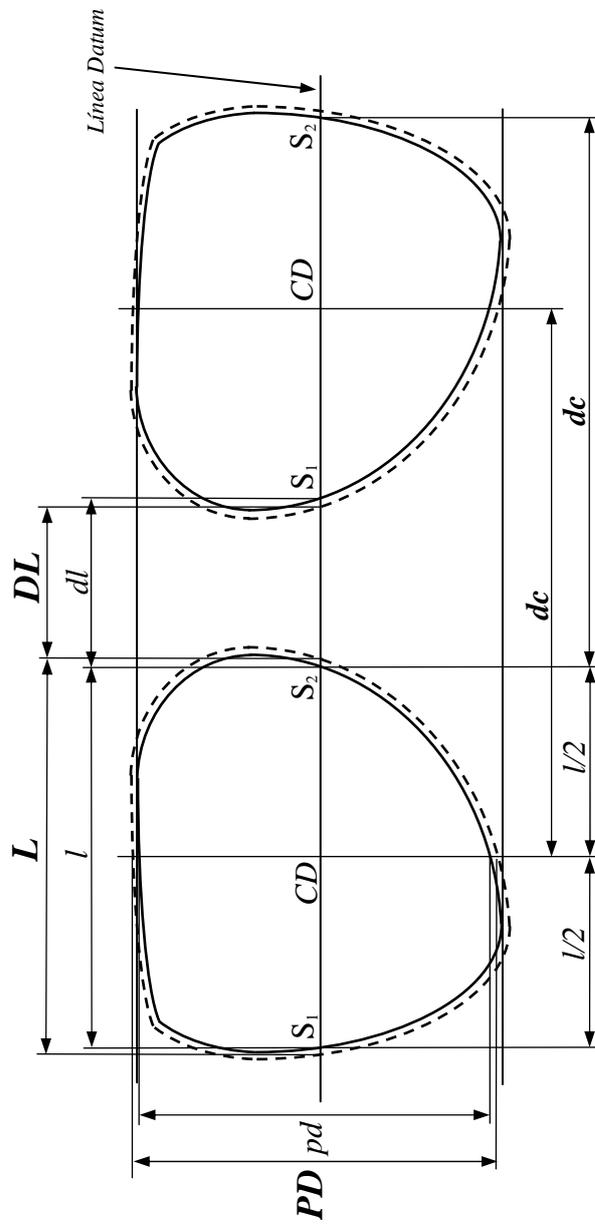


Figura 3.2. Esquema del sistema de medida Datum

## 2.- Sistema Datum.

Como en el sistema Boxing, para acotar una montura ya fabricada, se dibujan las formas interiores de los aros (líneas continuas de figura 3.2) y se unen mediante dos rectas paralelas los dos puntos superiores y los dos puntos inferiores de los aros. Se traza una línea paralela y equidistante de estas, la línea Datum. Esta línea se cruza con cada uno de los aros en dos puntos, determinando un segmento ( $s_1s_2$ , figura 3.2) cuyo punto medio es el centro Datum (CD).

La distancia  $s_1s_2$  más 2 mm (de la ranura) es la anchura del aro, que se denomina longitud Datum (L). Si se traza una recta perpendicular a la línea Datum que pase por el CD, las intersecciones de esta línea con el aro proporciona una distancia que sumándole 2 mm se denomina profundidad Datum (PD). La distancia entre lentes en sistema Datum, se denota por DL, y se mide sobre la línea Datum.

En la figura 3.2, las distancias que se miden directamente sobre los aros dibujados están en letras minúsculas, y las resultantes de considerar la ranura (bisel) se anotan en mayúsculas. Por tanto:

La distancia entre los centros Datum (dc) se puede obtener por los tres caminos ya explicados para hallar la distancia entre los centros Boxing,  $c$ . Para obtenerla directamente con una regla sobre la montura se debe situar la regla aproximadamente a la altura de la línea Datum y medir la distancia entre los puntos  $s_1$  ó  $s_2$  de ambos aros. Lógicamente:  $dc=L+DL$ ;  $dc=l+dl$ .

El calibre de la montura se expresa, según el sistema Datum, de la siguiente forma (en milímetros):

$$L \quad | \quad DL$$

Esta medida puede aparecer anotada en una de las varillas o en el puente. Por ejemplo, la figura 3.2 muestra la misma montura que la figura 3.1. Sin embargo, el calibre en sistema Datum es **53 | 20**, lo que quiere decir que la longitud Datum ( $L$ ) es 53 mm y la distancia entre lentes ( $DL$ ) es 20 mm. De

estos datos se deduce que la distancia entre los  $CD$ , ya que  $dc=L+DL=53+20=73\text{ mm}$ .

### **MONTAJE DE UNALENTE ESFÉRICA CENTRADA SEGÚN SISTEMA BOXING**

Como ejemplo de un montaje sencillo se va a considerar una lente monofocal esférica, haciendo estas dos consideraciones:

1. La proyección del centro pupilar en visión de lejos coincide con el centro geométrico del sistema Boxing.
2. En visión de lejos no se precisa prescripción prismática.

Para satisfacer estas dos condiciones, se ha de hacer coincidir el centro geométrico Boxing,  $C$ , con el centro óptico de la lente,  $CO$  (que este caso será el centro de montaje,  $CM$ ).

El proceso a seguir para realizar el montaje es:

- Primero se marca con el frontofocómetro el centro óptico de la lente.
- Se dibujan los dos aros sobre una cartulina. Se localiza el punto  $C$  (centro Boxing) de la lente que se quiere montar (para ojo derecho o izquierdo). Sobre la plantilla se escriben las iniciales N y S según corresponda.
- Una vez recortada la plantilla se realiza un agujero en el punto  $C$  para localizar este punto en ambas caras.
- Se coloca el revés de la plantilla (por la cara donde no se ha trazado el sistema Boxing), sobre la cara cóncava de la lente, teniendo en cuenta que la lente una vez montada quede con la superficie cóncava hacia el ojo. Se debe hacer coincidir el centro geométrico Boxing ( $C$ ) con el centro óptico ( $CO$ ), y se traza la forma de la plantilla sobre la lente con un rotulador indeleble.
- Se comprueba que el trazado de la forma del aro se ha realizado para montar la lente del ojo deseado.
- Una vez trazada la forma de la plantilla sobre la lente, *se bisela la lente y se inserta en la montura.*

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Acotar monturas según los sistemas Boxing y Datum.
- Montar lentes esféricas con su centro óptico,  $CO$ , coincidente con el centro geométrico del aro, según el sistema Boxing.

### Material necesario

Lente de potencia esférica, montura de pasta o metálica, frontofocómetro, biseladora manual, gafas de protección y útiles de escritura.

### Desarrollo de la práctica

Esta práctica se divide en dos partes que corresponden con los objetivos arriba citados.

Con respecto a la acotación de monturas:

1. Acotar una montura de pasta y otra metálica utilizando el sistema Boxing y el sistema Datum, de manera similar a las figuras 3.1 y 3.2.
2. Obtener el *calibre de las monturas* según los dos sistemas.

A continuación se llevará a cabo el montaje manual de lentes de potencia esférica, haciendo coincidir su centro óptico con el centro geométrico Boxing como se ha explicado anteriormente.



## **4. MEDIDAS FACIALES, DESCENTRAMIENTOS Y DIÁMETRO MÍNIMO DE LENTE**

En la parte final del capítulo anterior hemos considerado que la proyección del centro pupilar ( $P$ ), coincidía con el centro Boxing ( $C$ ). Pero esta no es la situación normal ya que  $P$  suele estar desplazado respecto al centro del aro. Las distancias vertical y horizontal desde el centro del aro ( $C$  en sistema Boxing y  $CD$  en sistema Datum) a  $P$  se les llama *descentramientos*. Para calcular estos descentramientos es necesario medir ciertos parámetros faciales.

En la primera parte se van a explicar las medidas faciales que se han de tomar para asegurar un correcto montaje de las lentes oftálmicas. Para situar la lente con respecto al ojo, es decir calcular los descentramientos, se necesita saber la posición relativa de los ojos con respecto a la línea media de la nariz (*distancias nasopupilares*) y la altura de la pupila con respecto al aro (que hemos llamado *altura Y*). También se va a estudiar la posición de la lente en el espacio, es decir la distancia al vértice corneal y el ángulo pantoscópico, de los cuales dependen factores tan importantes como el tamaño de la imagen retiniana, campo visual, etc. Se explica también cómo realizar las medidas si las lentes son para visión en cerca.

Posteriormente se trata cómo calcular los descentramientos vertical y horizontal.

Por último, cuando se conoce la prescripción de la persona, la montura que se va a utilizar y se saben los descentramientos, se debe calcular el *diámetro mínimo* de la lente que se precisa según la forma de la montura.

En el capítulo vamos a ver los procesos previos al montaje de una lente con descentramiento. En general nos referimos al montaje de lentes monofocales astigmáticas, aunque gran parte de lo explicado en este capítulo se puede aplicar a otros tipos de lentes como pueden ser las multifocales (bicales y trifocales), progresivas, etc.; las diferencias existentes respecto al montaje de estas lentes se explican más adelante.

El proceso resumido sería el siguiente:

1. *Marcar en la lente*, utilizando el frontofocómetro, los tres puntos que indiquen la posición del centro óptico o del punto de la lente con determinado efecto prismático, así como la orientación correcta de la lente según la prescripción solicitada.
2. *Adaptar la montura* a la cara del usuario.
3. *Tomar las medidas* necesarias para el cálculo de los descentramientos. Estas medidas son de dos tipos, según correspondan a la montura o al rostro del paciente:

- **Sobre la montura:** se miden la distancia entre los centros de los aros ( $c$ , en sistema Boxing;  $dc$ , en sistema Datum) y la altura del aro ( $b$ , calibre vertical en sistema Boxing;  $pd$ , profundidad Datum). Estas medidas ya se explicaron en el capítulo anterior. *De ahora en adelante se utilizará el sistema de medidas Boxing.*
- **Sobre el rostro del paciente con la montura:**
  - ♦ Posición de la lente en el aro: distancias nasopupilares y altura  $Y$ .
  - ♦ Posición espacial de la lente respecto al ojo: distancia al vértice corneal y ángulo pantoscópico.

Estas medidas se toman con una regla milimetrada, bien directamente con el usuario llevando puesta la montura, bien marcando la proyección del eje visual sobre los *talcos*, midiendo posteriormente las distancias.

4. Se calculan los descentramientos de la proyección del centro pupilar en visión de lejos  $P$ , con respecto al centro de referencia del aro, Boxing  $C$  o Datum,  $CD$ .
5. El diámetro mínimo de lente, muy importante para saber qué lente pedir a la casa comercial, se puede obtener directamente sobre la propia montura midiendo el valor de  $r$  (ver figura 4.7), o se puede calcular a partir de los datos de forma y tamaño de la montura, y de los descentramientos.

A continuación vamos a desarrollar cada una de las partes descritas.



**Figura 4.1.** Frontofocómetro de proyección. Existen otros modelos, como pueden ser los que tienen ocular (los más comunes), automáticos, etc.

### 1.- Marcaje de la lente con el frontofocómetro

Las lentes monofocales hay que marcarlas en un frontofocómetro, como el de la figura 4.1, según la prescripción indicada en la ficha optométrica.

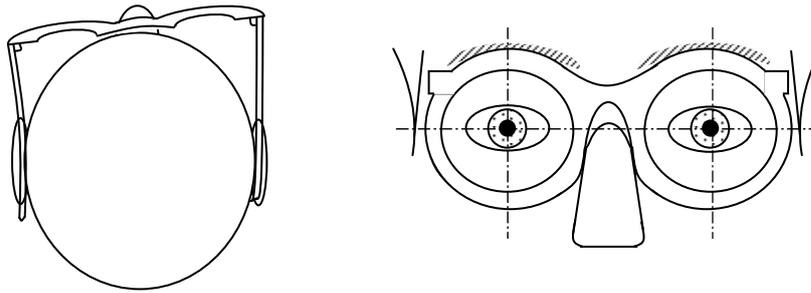
Además del punto de referencia para el montaje o centro de montaje (*CM*), que normalmente será el centro óptico (*CO*), en lentes astigmáticas hay que orientar la lente correspondiendo con la prescripción, ya sea según la orientación del eje del cilindro de la fórmula esferocilíndrica con cilindro positivo o bien la orientación del eje del cilindro de la esferocilíndrica con cilindro negativo. El punto central de los tres marcados con el frontofocómetro, que indica el centro de montaje de la lente, se remarca en forma de cruz con el rotulador indeleble y luego se une a los otros dos puntos estableciendo la línea horizontal de la lente una vez montada, no la orientación del eje.

## 2.- Medidas faciales

Estas medidas serán útiles para calcular los descentramientos y así situar la lente de forma correcta respecto del ojo. *Medir adecuadamente las distancias faciales es muy importante para garantizar un montaje óptimo. ¡Pero cuidado! Siempre antes de realizar cualquier tipo de medida se debe adaptar adecuadamente la montura al rostro del usuario.*

2.1.- **Adaptar la montura adecuadamente a cada persona.** La persona tendrá perfectamente adaptada la montura cuando los aros queden a la misma altura que los ojos del usuario y a una distancia similar respecto a las cejas. Además, el puente y las varillas no deben molestar a la persona:

- El frontal: debe situarse paralelo al plano frontal de la cara, no como en la figura 4.2, izquierda.
- Las varillas: deben estar aproximadamente paralelas, no como en la figura 4.2, izquierda.
- Los terminales de las varillas: deben rodear la oreja.
- No deben existir excesivos roces con la piel.



**Figura 4.2.** A la izquierda una montura girada respecto al plano de la cara. A la derecha, cómo debe quedar la montura una vez puesta.

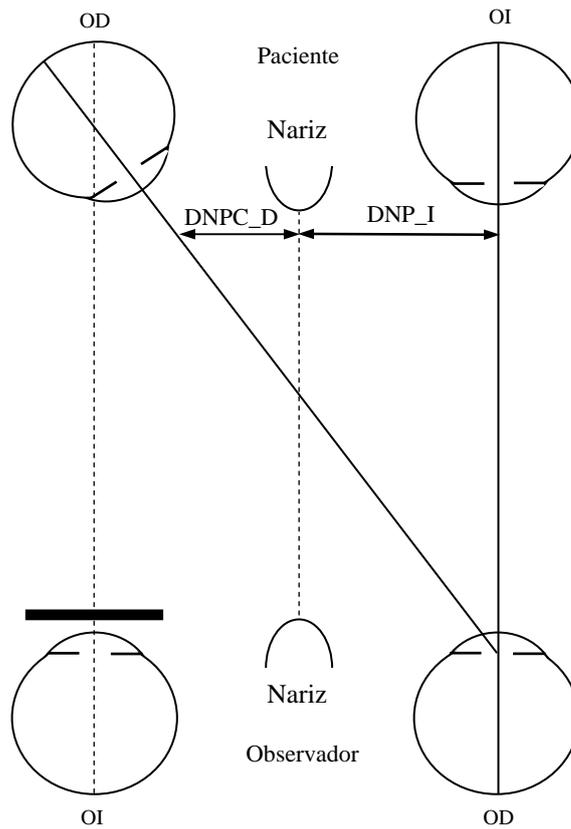
2.2.- **Medida de las distancias pupilares.** Antes de realizar cualquier montaje se deben medir las distancias nasopupilares ( $DNP_I$ , para el ojo izquierdo;  $DNP_D$ , para el ojo derecho) y la distancia interpupilar ( $DIP$ ) en visión de lejos, y de este modo poder comprobar que  $DNP_I + DNP_D = DIP$ . Hay diversos métodos para tomar estas medidas. Cualquier método en el que no se cometan grandes errores puede ser adecuado para medir las distancias pupilares.

Hay que asegurarse que se toman bien las medidas una vez que la montura está adaptada al futuro usuario. A continuación se describe un método para medir las  $DNP$ , tanto de lejos como de cerca (figura 4.3):

- *Nos situamos exactamente frente al sujeto, a unos 50 centímetros aproximadamente y a su misma altura.* De esta forma se evita cometer errores de paralaje, los cuales se tratan en el apartado 2.4.
- *Como se ve en la figura 4.4, se apoya una reglilla especial con su 0 justo en la mitad en la raíz de la nariz.*
- *Se le dice que fije la mirada en nuestro ojo derecho (OD).*
- *Se toma la  $DNP_I$  (la situación visual del ojo izquierdo del paciente corresponde con la posición primaria de mirada), midiendo la distancia*

desde el centro de la nariz al centro pupilar del ojo izquierdo (OI). Para ello es aconsejable tapar nuestro OI con la mano que no sujeta la regla, para evitar confusión visual a la hora de discernir las marcas de la regla.

- A continuación el paciente debe fijar la mirada en nuestro OI, y se repite el proceso para medir la  $DNP\_D$ .

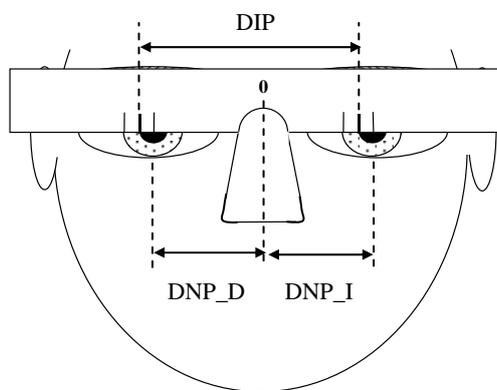


**Figura 4.3.** Esquema del corte horizontal de la medida de la  $DNP\_I$  y  $DNP\_c\_D$

Una forma alternativa de tomar las medidas es situar del mismo modo al paciente (figura 4.3), y marcar en el talco de cada ojo la posición de  $P$ . Las

medidas tanto nasopupilares como de *altura Y* se pueden medir directamente. Esto se trata más ampliamente el subapartado 2.5.

Para medir directamente la DIP en visión de lejos se le puede decir al paciente que fije un objeto lejano (a más de 6 metros), mientras el observador, agachado para que el paciente pueda mirar por encima de su cabeza, mide la distancia desde el borde nasal de una de las pupilas al borde temporal de la otra. Esta medida es la *DIP*, que debe coincidir con la suma de las dos *DNP*.



**Figura 4.4.** Colocación de la regla para medir distancias interpupilar y nasopupilares.

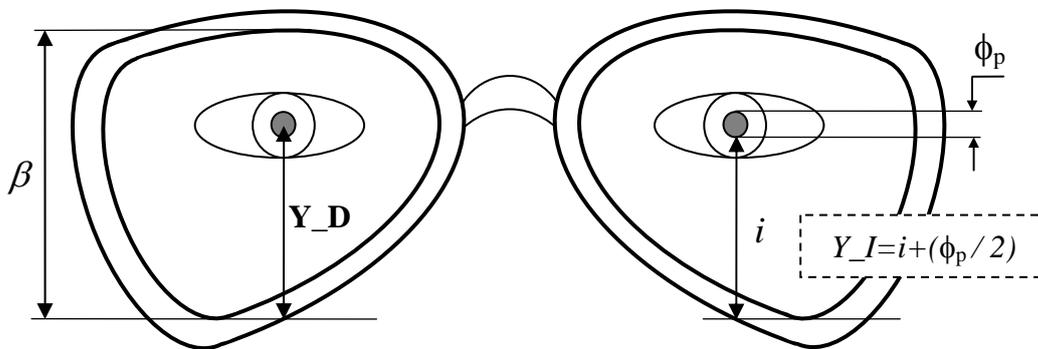
El método explicado para medir las *DNP* en visión de lejos, se puede utilizar igualmente para medir las distancias nasopupilares en visión de cerca (*DNP<sub>C</sub>*), considerando la distancia habitual de trabajo aproximadamente la mitad de la distancia entre el paciente y el observador. Si se observa la figura 4.3, si en esa situación el observador, con su OD, mide la distancia de la nariz al centro pupilar del OD del paciente, esa sería la *DNP<sub>C</sub>* para el ojo derecho

(DNP<sub>C-D</sub>). De igual forma se puede obtener la DNP<sub>C-I</sub>. La medida de estas distancias es fundamental en el montaje de lentes bifocales y trifocales, que veremos en el capítulo 8.

2.3.- **Medida de la altura  $Y$ .** Es la distancia desde el centro pupilar en visión de lejos al punto inferior interno del aro, sin considerar la ranura.

Esta medida se debe tomar cuando el ojo está fijando al infinito con la regla puesta sobre la montura. El método más sencillo se basa en la posición de la figura 4.3, el observador se coloca frente al sujeto a su misma altura y se mide la distancia  $Y$  del OD, mientras el paciente mira al OI del observador y viceversa. La distancia se mide desde el centro de la pupila a la parte inferior interna del aro de la montura, como se muestra en la figura 4.5 para el OD. Localizar el centro pupilar con exactitud es un problema. La medida más exacta sería medir la distancia hasta el borde inferior de la pupila y sumarle la mitad del diámetro pupilar (figura 4.5, OI).

Puede suceder que las distancias  $Y$  de ambos ojos difieran, por lo cual para distinguirlas se anota  $Y_D$ , para OD e  $Y_I$ , para el OI.



**Figura 4.5.** Medida de la distancia  $Y_D$  directamente en OD; y de  $Y_I$  considerando diámetro pupilar ( $\phi_p$ ) en OI.

*Medir Y en visión de cerca es algo más complicado*, pues en ese caso la persona debe observar un objeto cercano en una posición natural, mientras el observador se sitúa en su plano de mirada. Una solución puede ser hacer leer a la persona letras blancas de una lámina transparente; de ese modo, la persona puede adoptar una posición de lectura normal, y el observador puede medir la altura *Y* en visión cercana, mirando a través de la transparencia.

**2.4.- Errores en la toma de medidas.** Cuando se toman medidas sobre la cara de un sujeto, hay que ser muy cuidadoso con el método para evitar cometer errores. Uno de los errores más frecuentes es tomar las medidas faciales con la persona en posiciones de mirada que no son las habituales. Otra de las formas fáciles de cometer errores en la medida se deben al propio método: debido a su sencillez y a que la regla queda separada del ojo entre uno y dos centímetros, es fácil cometer errores de paralaje (figura 4.6).

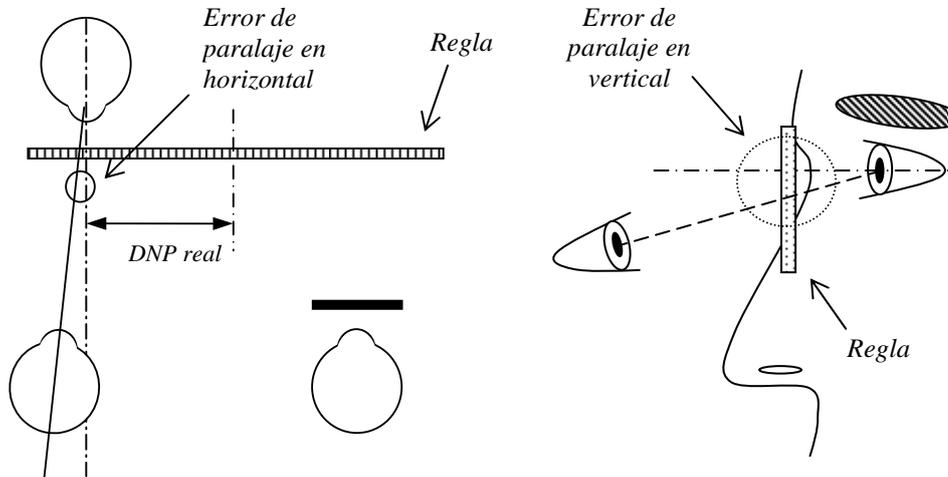
Antes de hacer ningún tipo de marcaje o medida de las distancias faciales es necesario que la persona esté relajada y con una postura habitual. Las distancias conviene tomarlas de pie, a la misma altura del sujeto. Pero debe ser el observador el que se mueva hasta situarse justo enfrente de la persona y no al revés.

Por otra parte, los errores de paralaje son comunes porque algunas de las formas para tomar medidas faciales se hacen sin que la persona nos mire directamente (figura 4.6, derecha). Como ejemplo podemos imaginar que si se miden las *DNP* con el sujeto mirándonos directamente, *si el observador se desplaza hacia un lateral la medida sería errónea*, siendo una de las medidas mayor a la real mientras la otra sería menor (figura 4.6, izquierda).

Al hacer las medidas conviene tener en cuenta que:

- *Cuando se toman medidas en horizontal (DNP y DIP) el eje visual del sujeto y del observador deben estar en un mismo plano vertical; por ejemplo, si el sujeto está fijando un objeto lejano, el ojo del observador debe situarse justo debajo de la línea de mirada del sujeto.*

- Para medir distancias verticales los ejes visuales del sujeto y del observador han de estar situados en un mismo plano horizontal, es decir, hay que ponerse a la misma altura que el sujeto.



**Figura 4.6.** Error al tomar las medidas faciales: a la izquierda, vista superior, medidas en *horizontal*; a la derecha, vista lateral, medidas en *vertical*.

#### 2.5.- Utilización de las lentes o los talcos para hacer medidas faciales.

Para situar la posición de *P* se puede marcar directamente con un rotulador la proyección del eje visual en el plano del talco, si es una montura nueva, o de la lente si es una montura ya utilizada. Para que el marcaje sea más sencillo se puede utilizar un rotulador de tinta blanca (por ejemplo un lápiz corrector) dado que se trabaja sobre la pupila.

Para hacer las medidas en los talcos hay que adaptar perfectamente la montura al paciente. Después, situándonos tal y como se ve en la figura 4.3 se marcan la posición de *P* en visión de lejos o de cerca:

- Nos situamos exactamente frente al sujeto, a unos 40-50 centímetros aproximadamente y a su misma altura, para evitar errores de paralaje.
- Debe fijar la mirada en nuestro OD, y así se marca el punto  $P$  del OI.
- Debe fijar la mirada en nuestro OI para marcar el punto  $P$  del OD.

A continuación, directamente sobre la montura se puede medir todas las referencias de posición del punto  $P$ : la altura  $Y$ , la DNP, etc.

### 3.- Cálculo de los descentramientos

Vamos a considerar como sistema de medida de la montura el Boxing, por ser el más utilizado. Para conocer la posición de  $P$  con respecto al centro geométrico  $C$  se calculan los *descentramientos horizontal* ( $d_H$ ) y *vertical* ( $d_V$ ):

$$d_H = (c/2) - DNP$$

$$d_V = Y - (\beta/2)$$

Si los descentramientos son para cerca, únicamente habría que utilizar la  $DNP_C$  y la distancia  $Y$  para cerca.

La distancia entre los centros Boxing ( $c$ ) se puede obtener de varios modos, tal y como se explicó en el capítulo 3. La distancia  $\beta$  une los puntos extremos de la forma interior en vertical, sin considerar la ranura (ver figura 3.1) y se puede medir directamente sobre la montura con una regla.

La dirección de los descentramientos depende de qué medida sea mayor de las dos que se restan. Por ejemplo, si al calcular el descentramiento horizontal DNP es menor que  $c$ , el descentramiento será nasal. Una vez que se tienen los descentramientos *se marca el punto P sobre la plantilla*.

A menudo los descentramientos son distintos en ambos ojos. Para el OD los denotaremos por  $d_{H_D}$ ,  $d_{V_D}$  y para el OI por  $d_{H_I}$ ,  $d_{V_I}$ .

**Ejemplo, cálculo de descentramientos en caso real de la figura 4.7:**

- *Medidas sobre la montura:*

$\alpha=50\text{ mm}$ ,  $\delta=25\text{ mm}$ , con lo cual  $a=50+2\text{ mm(ranura)}=52\text{ mm}$ ,  $d=25-2\text{ mm (ranura)}=23\text{ mm}$ .

El calibre en sistema Boxing es: **52 □ 23**

$c=75\text{ m}$ ,  $\beta=40\text{ mm}$ .

- *Medidas sobre el rostro:*

Las distancias DNP del rostro que se muestran no son iguales. Esto suele suceder con bastante frecuencia; de ahí la importancia de medir tanto la DNP como  $Y$  para ambos ojos. En este caso  $Y$  sí que es la misma.

$DNP_D=33\text{ mm}$ ;  $DNP_I=35\text{ mm}$ ;  $Y=25\text{ mm}$ .

**Para el OD:**

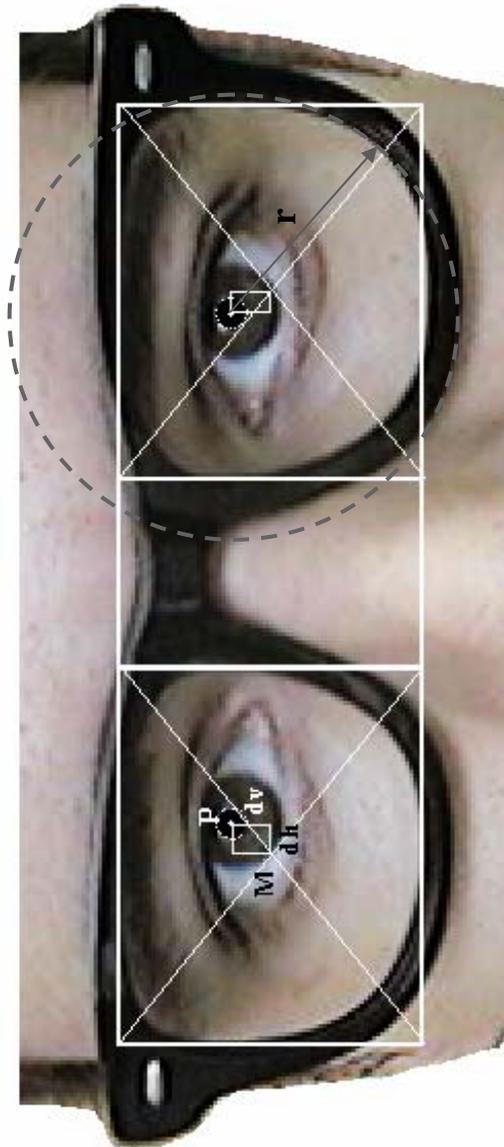
*Horizontal:*  $d_{H_D} = (c / 2) - DNP_D = (75 / 2) - 33 = 4.5\text{ mm}$ , hacia lado nasal (por ser  $DNP_D$  menor que  $c/2$ ).

*Vertical:*  $d_{V_D} = Y - (\beta / 2) = 25 - (40 / 2) = 5\text{ mm}$  hacia lado superior (por ser  $Y$  mayor que  $\beta/2$ ).

**Para el OI:**

*Horizontal:*  $d_{H_I} = (c / 2) - DNP_I = (75 / 2) - 35 = 2.5\text{ mm}$  hacia lado nasal (por ser  $DNP_I$  menor que  $c/2$ ).

*Vertical:*  $d_{V_I} = Y - (\beta / 2) = 25 - (40 / 2) = 5\text{ mm}$  hacia lado superior (por ser  $Y$  mayor que  $\beta/2$ ).



**Figura 4.7.** Ejemplo de descentramientos en un caso real.

#### 4.- Posición de la lente con respecto al eje principal de mirada

Para montar perfectamente una lente no es suficiente con situar el *CM* de la lente sobre la pupila, pues se debe tener en cuenta cuál es la distancia y la inclinación de la lente con respecto al ojo. Por lo tanto, y principalmente si la lente es esférica, en la fase de adaptación de la montura se deben controlar:

- *La distancia al vértice.*
- *El ángulo pantoscópico.*

Al diseñar las lentes oftálmicas más complejas, como pueden ser las progresivas o las esféricas, se utilizan sistemas de cálculo como por ejemplo el *ray tracing* (*trazado de rayos*). En este sistema de diseño de lentes se controlan las características de posición, potencia y geometría de las superficies, espesor, etc., de la lente y se obtienen las trayectorias de los rayos cuando atraviesan las diferentes zonas de la lente, controlando de manera global las características ópticas. De este modo se pueden calcular los parámetros de lentes antes de fabricarlas.

*Hay dos condiciones de diseño de partida, que en el montaje se deben respetar: uno, la distancia al vértice corneal es fija (aproximadamente 14 mm); dos, que el eje de referencia de la lente (usualmente el eje óptico), atraviese el centro de rotación del ojo. Si al montar la lente no se respetan estas condiciones de diseño, la calidad visual será menor que la esperada.*

En la mayoría de los casos, las lentes empleadas, monofocales de diseño sencillo de escasa potencia y leves modificaciones en su posición con respecto a la situación ideal (figura 4.8, caso c), no producen efectos significativos en la visión. Sin embargo, puede no ser así en un lente de elevada potencia o cuyo diseño sea más complejo, como pueden ser las lentes progresivas, las esféricas o las lenticulares. De hecho, la cruz de referencia para el montaje de las lentes progresivas está situada varios milímetros por encima del punto de referencia del diseño, donde además se controla el efecto prismático.

4.1.- **Distancia al vértice corneal.** El tamaño de la imagen retiniana de un ojo amétrope depende principalmente de la potencia de la lente compensadora de la ametropía y de su distancia al ojo. Si la compensación óptica es similar para ambos ojos, entonces la imagen retiniana se ve modificada de forma similar. Este cambio de tamaño de la imagen provoca un cambio en la percepción del tamaño, distancia y movimiento de los objetos, más pequeños en miopes y más grandes en hipermétropes.

La aniseiconia, diferencia en el tamaño de la imagen retiniana de cada ojo que entorpece la visión binocular, generalmente se debe a una anisometropía compensada mediante lentes oftálmicas. Cuanto más cerca se sitúa la compensación óptica del ojo, menor es el cambio en el tamaño de los objetos, y por tanto menor es la aniseiconia. La lente oftálmica no se sitúa más cerca del ojo para no impedir el parpadeo, luego al seleccionar la montura hay que tener en cuenta que la lente no moleste al parpadear.

Pero si las lentes quedan demasiado separadas de los ojos, la compensación óptica se desajustaría, y cambiarían el campo visual y el tamaño de la imagen retiniana, que en caso de anisometropía provocaría un aumento de la aniseiconia. Por otra parte, *en las lentes de diseño más complejo, como progresivas o esféricas, la calidad de imagen sería menor ya que en estos diseños las propiedades ópticas, entre las que se incluyen el astigmatismo periférico y otras aberraciones, se calculan para una posición concreta de la lente respecto al ojo.*

Al adaptar la montura al rostro del futuro usuario, se debe tener en cuenta a qué distancia de la córnea quedará más o menos el vértice posterior de la lente. Esta distancia se puede medir de manera aproximada con un regla, por el lateral de la montura.

3.2.- **El ángulo pantoscópico,  $\tau$ .** Se llama ángulo pantoscópico ( $\tau$ ) al que forman el plano perpendicular al eje óptico de la lente montada en las gafas y el plano perpendicular al eje primario de mirada, en visión de lejos.

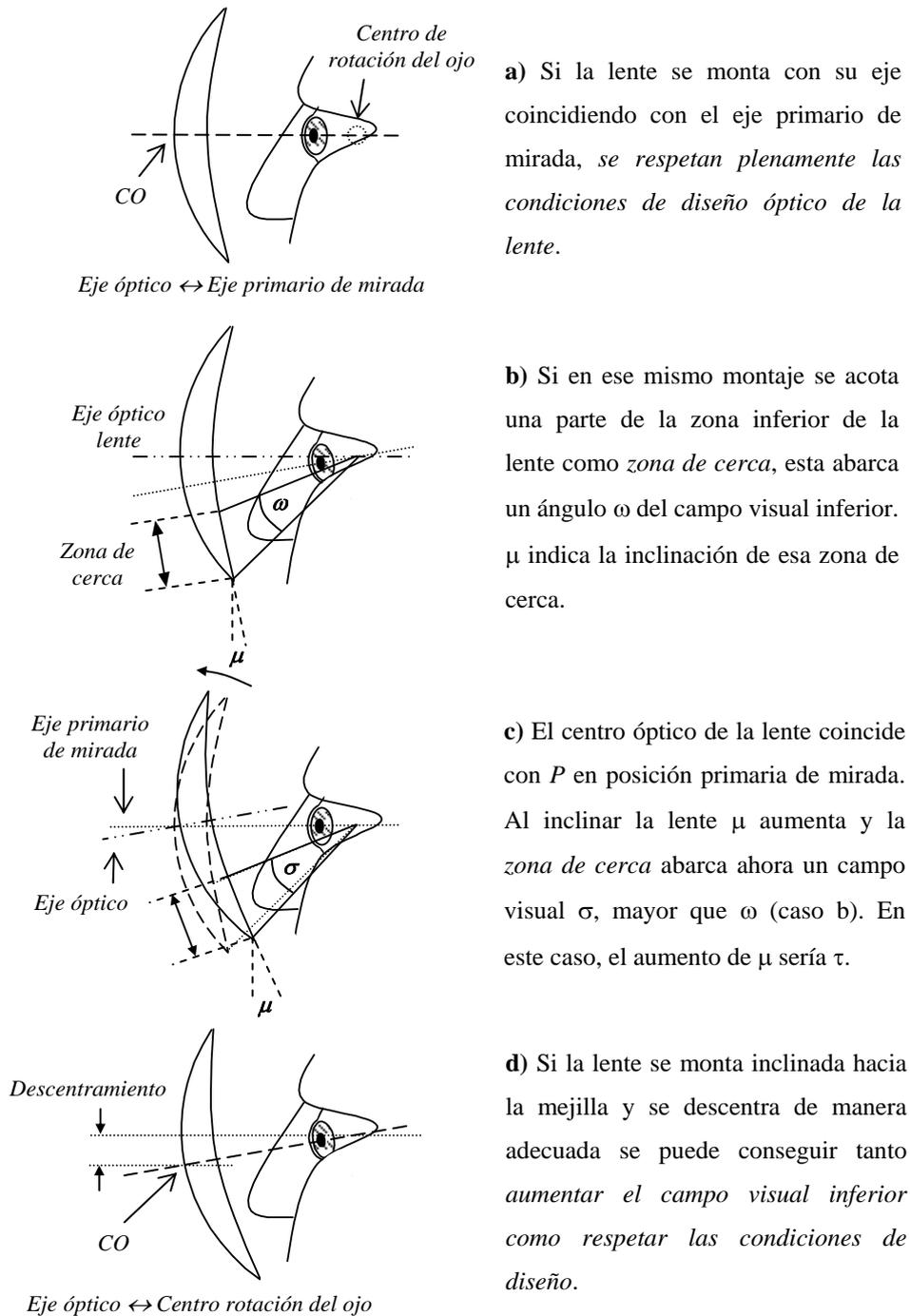
En la figura 4.8 se puede ver la lente perpendicular al eje primario de mirada (casos a y b), inclinada para mejorar la visión en cerca con el centro óptico de la lente sobre  $P$  (caso c), o con la lente girada hacia el pómulo y descentrada para respetar que el eje óptico de la lente coincida con el eje de fijación visual.

Para respetar las condiciones de diseño, el eje óptico de la lente debe atravesar el centro de rotación del ojo. De este modo, por un lado hay al menos una posición de mirada en la cual el eje óptico de la lente coincide con el eje de fijación visual, y por otro, para el resto de posiciones de mirada la lente posee una calidad óptica calculada en el diseño (figura 4.8, casos a y d).

Debido a la forma de la órbita y a la gran importancia de la parte inferior del campo visual, zona por donde por ejemplo se miran los objetos usualmente manejados con las manos, la lente se suele montar, mirándola de lado, inclinada hacia el pómulo con el fin de proporcionar un mayor campo visual en su zona inferior. En el caso c de la figura 4.8, se ve como si la lente está girada hacia el pómulo aumenta el ángulo que subtiende la zona de cerca de la lente ( $\mu$ ), y como el campo visual de cerca ( $\sigma$ ) es mayor que en el caso b ( $\omega$ ). Esto es una ventaja evidente si por ejemplo la lente es progresiva, en la que el campo visual de cerca está muy limitado. Ese giro de la lente es el ángulo pantoscópico de la lente.

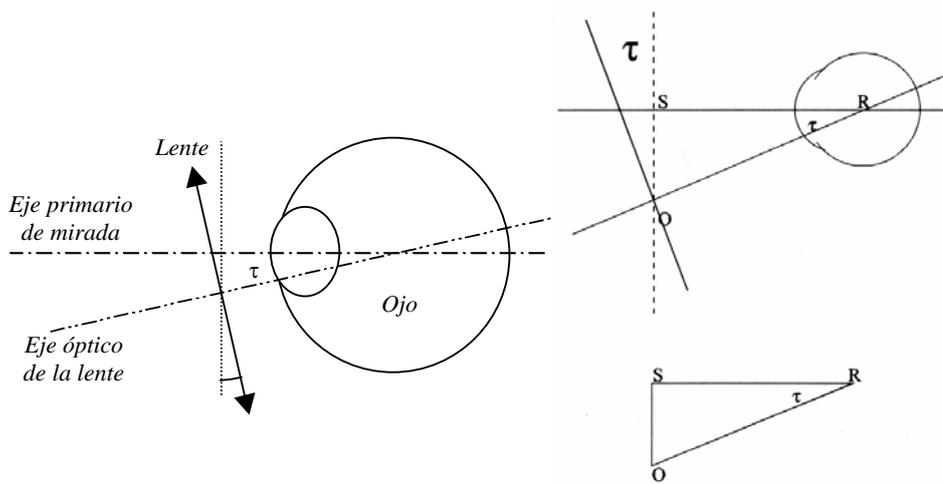
La única forma de conseguir aumentar el campo visual inferior con la lente y respetar las condiciones de diseño es montar la lente como en el caso d de la figura 4.8, añadiendo un descentramiento inferior según el giro de la lente, con respecto a la posición primaria de mirada.

Tal y como se ve en la figura 4.9, la lente se descentra según el valor del ángulo pantoscópico, el cual depende del giro que tenga el aro, que es donde va a ir montada la lente.



**Figura 4.8.** Posición relativa, en vertical, entre la lente y el ojo.

En *a* y *b*, lente recta; en *c* y *d*, lente girada hacia el pómulo.

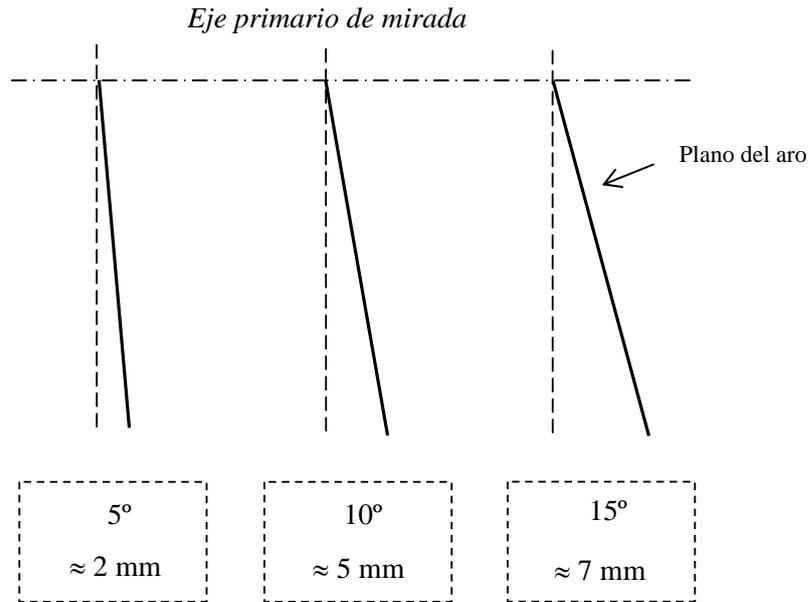


**Figura 4.9.** Esquema del montaje teniendo en cuenta el ángulo pantoscópico que forman el eje óptico de la lente y el eje primario de mirada, en visión de lejos.

Hay varias formas de saber el valor del ángulo pantoscópico:

Algunos sistemas comerciales para medir parámetros faciales y centrar las lentes, permiten fotografiar el perfil de la persona con la montura y así medir el valor de  $\tau$ . También existen reglas especiales, con un brazo giratorio y un transportador de ángulos.

*Una forma sencilla, aunque menos exacta, de medir este ángulo es confeccionar una transparencia con diferentes ángulos, como en la figura 4.10: situando la posición del eje primario de mirada, se pueden comparar varios ángulos hasta encontrar el que tiene la inclinación más parecida a la del aro.*



**Figura 4.10.** Ejemplo de esquema con tres ángulos y el valor aproximado del cambio en el descentramiento en cada caso.

Sabiendo el valor de  $\tau$ , si en la figura 4.9,  $SR$  mide unos 27 mm ( $SR = \frac{1}{2} \varnothing_{ocular} + dist. \text{ vértice corneal} \cong 27 \text{ mm}$ ), entonces el descentramiento del centro óptico de la lente en sentido inferior debido al ángulo pantoscópico,  $SO$ , respecto de la proyección pupilar será:  $SO = SR \cdot \text{arc tg } \tau$

Este descentramiento inferior se añade al descentramiento vertical calculado para la posición de la proyección del eje visual cuando el ángulo pantoscópico es distinto de cero. Sin embargo, *la mayoría de las veces no se tiene en cuenta la inclinación de la lente montándose directamente el centro óptico de la lente sobre la proyección del eje de fijación visual en posición primaria de mirada* (figura 4.8, caso c). En la mayoría de los montajes, lentes monofocales de baja o media potencia, el problema derivado no parece ser

muy importante. Pero esto no es así en lentes como las esféricas o las progresivas, cuyo diseño es mucho más complejo:

- *En la fabricación de las lentes progresivas se considera que la lente va a tener cierta inclinación una vez montada. La referencia para el montaje de las progresivas (ver capítulo 9, Montaje de lentes progresivas), se fabrica unos milímetros por encima del punto de control del efecto prismático.*
- *Pero las lentes esféricas, que no vienen marcadas, se deben descentrar debido al ángulo pantoscópico.*

*¡Mucho ojo! Al hacer este descentramiento hay que tener en cuenta si hay una elevada anisometropía, por ejemplo de 3 dioptrías, pues en este caso un descentramiento de unos 5 mm provocaría un desequilibrio prismático vertical aproximado de 1,5<sup>A</sup>, que podría causar molestias e incluso diplopia en posición primaria de mirada.*

Este descentramiento se añade al descentramiento vertical calculado para el montaje. Luego una vez montada la lente no se puede rectificar su posición, salvo que se abran o cierren las plaquetas o el puente de las gafas.

Dado que una lente inclinada sin descentrar puede inducir problemas visuales para determinadas lentes, se puede intentar compensar reduciendo la inclinación del aro.

### **5.- El diámetro mínimo de la lente descentrada**

El diámetro mínimo es el menor tamaño de lente circular que se puede montar para una forma de aro y unos descentramientos concretos. Conocer el diámetro mínimo de una lente es fundamental para pedir a la casa comercial la lente ideal, para cada caso concreto:

- Se debe tener en cuenta que si el diámetro de la lente es menor del mínimo la lente no cubriría todo el aro. La única solución en este caso sería pedir otra lente o montarla cambiando los descentramientos.

- Al montar una lente convergente de diámetro mayor al mínimo los espesores, tanto de centro como de borde, serán mayores de lo necesario. Además es posible que incluso el precio de esta lente sea mayor.
- Respecto a la estética y a la comodidad de las gafas (espesores y peso), en las lentes divergentes es indiferente que el diámetro de la lente sea mucho mayor del diámetro mínimo.

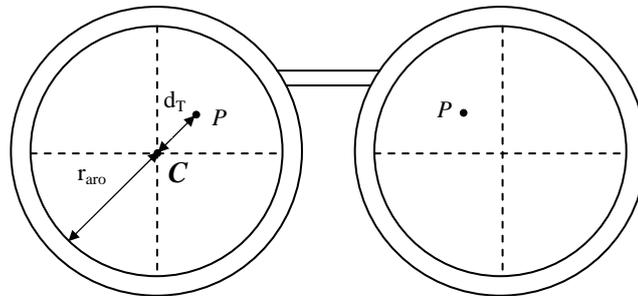
Nota: Esto explica por qué las casas comerciales disponen generalmente, para una misma lente y una misma potencia en valor absoluto, de lentes negativas de mayor diámetro que las positivas.

Para el *cálculo del diámetro mínimo*, en principio vamos a considerar el caso más habitual: que *el centro geométrico de la lente que nos manda la casa comercial coincide con el centro óptico* y que a su vez la lente se va a montar haciendo coincidir este punto con *P*. Todas las medidas se expresan en milímetros.

Si los aros son circulares (figura 4.11), el valor del diámetro mínimo se puede calcular de forma sencilla conociendo el calibre horizontal del aro (*a*) y el descentramiento total (*d<sub>T</sub>*) según la siguiente expresión:

$$\phi_{min} = 2 \cdot (r_{aro} + d_T) + 2 = a + 2 \cdot d_T$$

↙ del bisel



**Figura 4.11.** Diámetro mínimo en gafas de aros circulares.

Para cualquier forma de aro, el diámetro mínimo se puede obtener de varias formas: bien midiendo directamente la distancia  $r$  sobre la montura (como por ejemplo se puede hacer en la figura 4.7) o marcando  $P$  en los talcos, bien dibujando el tamaño mínimo de lente con un compás en un esquema de la plantilla de cartulina:

- *Midiendo la distancia desde  $P$  al punto más alejado del aro, multiplicándola por dos y sumándole 2 milímetros del bisel se obtiene el diámetro mínimo para cualquier montaje:*

$$\phi_{min} = 2 \cdot r + 2$$

En la figura 4.7 se muestra la distancia  $r$  y el borde de la supuesta lente de diámetro mínimo en trazo discontinuo, con un tamaño que es el doble de  $r$ , sin considerar el bisel. Conviene observar que *ninguna zona del aro queda sin cubrir por la lente*. En dicho ejemplo  $r=30$  mm, por lo tanto, el diámetro mínimo sería de 62 mm.

- Si la montura que se ha escogido no tiene los talcos se puede dibujar la forma de los aros, y con los descentramientos marcar sobre ella el punto  $P$ . Con un compás se dibuja el círculo mínimo que con centro en  $P$  cubra todo el aro. El diámetro de ese círculo más el bisel sería el diámetro mínimo.

Si la persona precisa una prescripción prismática por descentramiento de una lente monofocal (ver capítulo 7, *Montaje de lentes astigmáticas...*) o se va a considerar descentramiento por ángulo pantoscópico, entonces el punto de referencia para el montaje  $CM$ , no coincide con el  $CO$  de la lente.

Teniendo en cuenta que las lentes monofocales tienen forma circular, cuyo centro geométrico suele coincidir con el  $CO$  de la lente, para saber cuál es el diámetro mínimo en estos casos habría que conocer primero la posición del  $CO$  de la lente en el aro. *La posición del  $CO$  respecto de  $C$  se puede calcular*

teóricamente añadiendo a la distancia desde el *CM* al *CO* el descentramiento de *P* respecto de *C*. Después, situando el *CO* en una plantilla de cartulina se puede dibujar con un compás el círculo de diámetro mínimo.

Otra forma de obtener el diámetro mínimo de la lente descentrada podría ser calcular el descentramiento relativo del *CM* respecto del *CO*, añadirlo al descentramiento de la pupila, e introducir el resultado en el módulo centrador de la mayoría de las biseladoras automáticas (ver capítulo 10, *Instrumentos complementarios de las biseladoras...*).

Los fabricantes disponen para cada prescripción de unos diámetros de lentes concretos, que vienen especificados en los catálogos (ver capítulo 13, *Catálogos de lentes...*). Lo más común será que el diámetro mínimo de lente que necesitamos no coincida con ninguno de los que se fabrican. *Hay que pedir aquella lente de diámetro inmediatamente superior al mínimo que figure en el catálogo.* Por ejemplo, el diámetro mínimo para el OI de la figura 4.7 es de 62 mm. Si en catálogo, para la prescripción que se necesita, sólo se dispone de los diámetros 60, 65, 70 y 75 mm, habría que pedir a la casa comercial la lente de 65 mm.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Aprender a adaptar monturas metálicas y de pasta.
- Realizar correctamente las medidas necesarias para situar cualquier lente en el aro de una montura: medidas faciales, medidas de parámetros de las monturas y cálculo de descentramientos.
- Aprender a obtener el diámetro mínimo de lente, por diversos métodos.

### Material necesario

Monturas de varios tipos, reglillas especiales y útiles de escritura.

### Realización de la práctica

Lo expuesto en este capítulo se aplica en prácticamente cualquier montaje de lentes oftálmicas.

Se pueden practicar diversas tareas, como realizar la adaptación de los tipos más comunes de monturas (pasta y metal), al rostro de algún compañero, siguiendo las pautas explicadas. También conviene aprender con un/a compañero/a los métodos propuestos de medida de la posición de la proyección del centro pupilar  $P$ , así como la posición espacial de la lente, distancia al vértice e inclinación.

También se puede dibujar la forma de los aros de las monturas previamente adaptadas y realizar la acotación de los aros según sistema Boxing, así como calcular los descentramientos, tanto si se aplica el descentramiento debido a la inclinación de la lente (ángulo pantoscópico) como si se monta el  $CO$  directamente sobre  $P$ . Se pueden asimismo calcular los valores de diámetro mínimo de las lentes en esos dos casos de descentramiento.

## **5. CONTROL DE TENSIONES MECÁNICAS EN LENTES MONTADAS**

Las tensiones mecánicas que sufre una lente montada suponen un riesgo importante, ya que una lente mineral se vuelve más vulnerable a la rotura pues esta presión supone una reducción de su resistencia mecánica; esto significa un mayor riesgo de rotura si sufre un golpe en algún punto donde la presión de la montura sea elevada.

En lentes orgánicas, la presión puede producir ligeros cambios en la geometría de la lente y por tanto variar sus propiedades ópticas.

Por ello, una vez que las lentes están ya montadas, además de comprobar si la prescripción y el montaje son correctos, también es necesario *observar las tensiones que sufren las lentes*.

### **1.- Las tensiones en las lentes**

Las lentes están sujetas al aro de la montura gracias a la presión ejercida por este en la zona del bisel. Aunque esta presión es necesaria, una presión excesiva puede causar la deformación (en orgánicas), e incluso la rotura de la lente (en minerales) al reducir su resistencia al impacto.

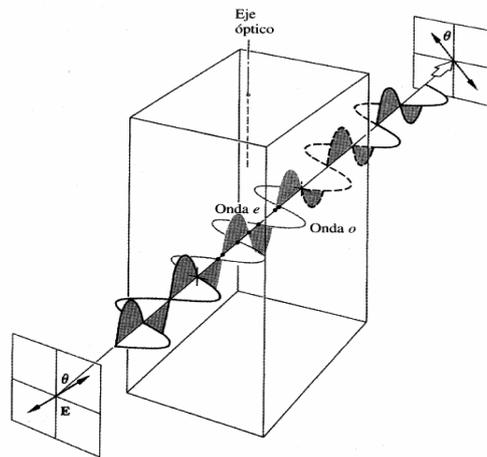
Aunque las lentes pueden sufrir tensiones en cualquier montura, suelen ser más importantes en *gafas metálicas*, y aparecen más frecuentemente cuando:

- *Las lentes son de un tamaño mayor al necesario.*
- *Hay algún cuerpo extraño en la ranura del bisel.*
- *La forma de la lente no corresponde exactamente con la forma del aro.*
- *En las monturas cuyos aros tienen formas angulosas.*

## 2.- Observación de las tensiones

En un taller óptico, las tensiones se observan con un instrumento llamado *tensiscopio*, que se basa en el principio de fotoelasticidad producida por una fuerza mecánica, y mediante el cual se puede estudiar la tensión que sufren las lentes montadas en las gafas.

2.1.- **Birrefringencia y retardo.** Un material se considera *ópticamente isótropo* cuando posee las mismas propiedades ópticas, independientemente de la dirección de propagación de la luz. En caso contrario el material se dice que es *anisótropo*. Tanto la birrefringencia como el retardo son dos propiedades de materiales anisótropos:



**Figura 5.1.** Ejemplo de lámina retardadora de media onda. El vector  $E$ , campo eléctrico, correspondiente al haz de entrada cambia en  $\pi$  radianes su orientación con respecto al de salida. Onda  $e$  asociada al haz extraordinario, onda  $o$ : asociada al haz ordinario. (*Óptica*. Hecht y Zajac).

- La birrefringencia. Si un haz de luz, con un estado de polarización dado, incide sobre un material birrefringente, se desdobra en dos haces con estados de polarización ortogonales: uno cuya onda de propagación del campo eléctrico se denomina onda *ordinaria* (onda *o*), y otra denominada *extraordinaria* (onda *e*). Estas ondas, debido a los índices de refracción distintos (de ahí el término *birrefringencia*), se propagan dentro del medio a velocidades diferentes.
- A la diferencia de fase entre la *onda o* y la *onda e* a la salida de la lámina se la denomina retardo. Esto produce un cambio en el estado de polarización del haz de luz emergente con respecto al de entrada (el vector *E* muestra este cambio de polarización en el ejemplo de la figura 5.1), que depende del tipo de material de la lámina y de su espesor. Evidentemente, si el material es isótropo no hay retardo.

2.2.- **Birrefringencia por tensión o fotoelasticidad**. Algunos materiales originalmente isótropos pueden presentar birrefringencia producida por una fuerza mecánica, como puede ser la presión del aro sobre la lente: se conoce como birrefringencia de esfuerzo, de tensión, o fotoelasticidad. Este fenómeno va a provocar un retardo en la luz que atraviese las zonas de tensión de la lente, cambiando su estado de polarización. Por lo tanto, estudiar la fotoelasticidad de las lentes ya montadas permite evaluar la distribución de tensiones mecánicas que sufren dichas lentes.

2.3.- **El tensiscopio (figura 5.2)**. Es un instrumento para el análisis de tensiones en medios transparentes. Se fundamenta en *la observación de la birrefringencia asociada a la presión mecánica en las lentes montadas situadas entre dos polarizadores lineales*. Un *tensiscopio* se compone básicamente de una fuente de luz natural y dos polarizadores lineales cuyos ejes de transmisión pueden situarse en cualquier posición entre las dos extremas: ejes de transmisión paralelos o perpendiculares. Para observar el

patrón de tensiones de una lente montada, ésta debe situarse entre los dos polarizadores.

Cuando se hace pasar luz natural a través de dos polarizadores *con sus ejes cruzados*, sin colocar ninguna lente entre ellos, cada polarizador extingue cada una de las componentes del campo eléctrico: *no sale luz del sistema* (en figura 5.3b, por fuera del aro). *Si los ejes de los polarizadores están paralelos*, entonces *la luz que atraviesa el sistema está linealmente polarizada* en la dirección del eje de transmisión de los polarizadores (figura 5.3a, por fuera del aro).



**Figura 5.2.** Tensiscopio del laboratorio, de Indo. La montura se debe situar entre los dos polarizadores lineales. El polarizador superior se puede girar 90°.

Como ya se ha comentado, la tensión ejercida por el aro en la periferia de la lente así como las tensiones propias de la lente, producen birrefringencia por tensión más o menos acusada.

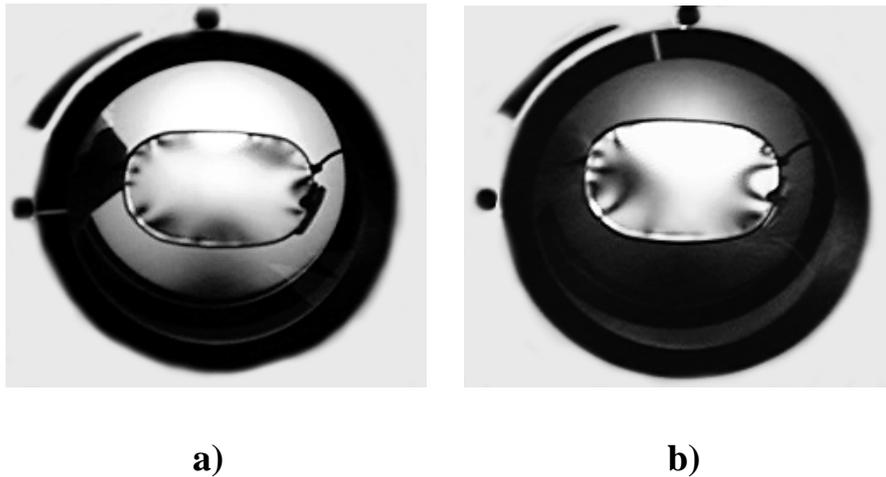
*En las zonas con tensión las componentes ortogonales del campo eléctrico de la luz sufren un retardo variable, el cual induce un cambio en su estado de polarización.* Como la luz que llega a la lente está linealmente polarizada, al

atravesarla el estado de polarización de la luz varía con la tensión, pudiendo quedar como: polarizada lineal, circular, elíptica... Dependiendo de este cambio inducido en la polarización y de la orientación del segundo polarizador, la luz atravesará o se extinguirá en él percibiéndose zonas iluminadas y zonas oscuras. Dependiendo de cuántas zonas claras y oscuras veamos, de su extensión y de la posición de unas con respecto a otras, se puede valorar cualitativamente cómo son las tensiones en las lentes.

Si hay una tensión elevada en una lente montada el retardo inducido, y por lo tanto el estado de polarización de la luz, van a variar de forma significativa según la zona de la lente considerada. El patrón de distribución de la intensidad de luz observada a través del tensiscopio depende del retardo inducido en cada punto de la lente:

- *Nulo*. No hay tensión y la iluminación es la misma que la del fondo.
- *De onda completa*. Hay tensión, pero no lo parece pues la iluminación es la misma que la del fondo.
- *De media onda*. En este caso, la iluminación es la contraria a la del fondo.
- *Intermedio*. En esos casos la luz será circular o elíptica, luego se verán siempre iluminadas, aunque si su intensidad varía al girar el segundo polarizador es que se trata de luz polarizada elíptica.

En la figura 5.3 se muestra un ejemplo de las tensiones de una lente orgánica montada en unas gafas metálicas. En el caso *a*, los polarizadores están paralelos y por lo tanto *si la lente fuese isótropa se debería ver todo uniformemente iluminado*. Sin embargo, en los bordes de la lente vemos unas zonas muy oscuras, debido a que en esos puntos la lente se comporta aproximadamente como una lámina de media onda, girando alrededor de  $90^\circ$  el sentido de vibración del campo eléctrico (ídem que en figura 5.1), con lo que la luz que ahora es lineal perpendicular a la primera, es anulada por el segundo polarizador.



**Figura 5.3.** Análisis de tensiones de una lente montada: a) polarizadores paralelos (hay luz de fondo); b) polarizadores cruzados (sin luz de fondo).

En el caso *b*, vemos la misma lente pero con polarizadores cruzados.

Como las tensiones son las mismas ahora se observa que las zonas antes oscuras, ahora el mismo retardo hace que se vean iluminadas. Hay que tener en cuenta que el retardo inducido por la lente en ambas imágenes es el mismo, de tal forma que las zonas que se observan iluminadas con los polarizadores en una posición determinada, se tornan oscuras al girar  $90^\circ$  uno de los polarizadores. De todos modos la visión de las franjas nunca será perfecta, pues el instrumento no está libre de errores.

### 3.- Evitar las tensiones en lentes ya montadas

Como se ha dicho, cuando la tensión en algún punto de la periferia de una lente mineral montada es elevada, su resistencia mecánica se ve reducida por esa fuerza de compresión, con lo cual resulta más fácil que llegue a romperse, mientras en las lentes orgánicas la presión puede inducir una deformación de la lente y la aparición de más aberraciones ópticas.

Es por esto por lo que al terminar un montaje, es muy conveniente observar las tensiones que sufren las lentes. La forma del patrón ideal de distribución de tensiones sería en forma de “Cruz de Malta”. Normalmente, y así lo vamos a considerar nosotros, una lente sin tensiones se ve en el tensiscopio uniformemente iluminada (figura 5.4). Cuando esto no ocurre se observa un patrón de zonas en el borde de la lente con máximos y mínimos de luz y zonas de luminosidad intermedia.

Si al mirar una lente por un tensiscopio se observan una gran cantidad de zonas de tensión, es conveniente marcarlas con un rotulador indeleble, retirar la lente del aro y retocarlas con la biseladora manual, para así reducir o incluso eliminar esas tensiones. También conviene limpiar el interior de la ranura por si está obstruido, así como comprobar que la forma de la lente corresponde con la forma del aro. Mediante este proceso tan sencillo se pueden evitar, por ejemplo, numerosas roturas fortuitas de lentes minerales ya montadas.

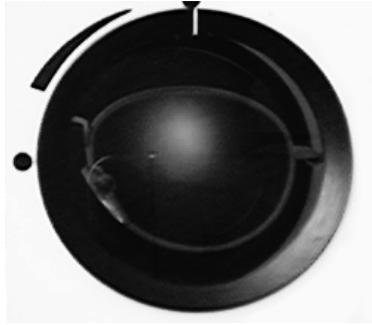
Resumiendo, en lo referente a las tensiones siempre se debe tener presente:

- *Las tensiones suelen ser mayores en las monturas metálicas.*
- *Evitar las tensiones en lentes minerales aumenta la seguridad del propio usuario, pues reduce las posibilidades de rotura por golpes fortuitos.*
- *En lentes orgánicas, aunque el riesgo de rotura es muy escaso, conviene eliminar las tensiones igualmente, dado que provocan ligeros cambios en la geometría de la lente y por tanto aberraciones ópticas que reducen la calidad óptica de las lentes en esas zonas.*

*Hay que tener presente que los tratamientos de endurecido, muy comunes en lentes orgánicas, producen por sí mismos tensiones en las lentes que no se pueden eliminar.*

En la figura 5.4 se observa una lente bifocal mineral montada, sin tensiones aparentes. Sin embargo, aunque en la imagen no se percibe, este tipo de lente de segmento fundido presenta una ligera tensión alrededor del

segmento de cerca, quizás debido al diferente comportamiento térmico de los dos materiales.



**Figura 5.4.** Una lente bifocal mineral sin tensiones.

## **APLICACIÓN PRÁCTICA**

### **Objetivos**

- Comprender el funcionamiento del tensiscopio visualizando y reduciendo las tensiones mecánicas en lentes ya montadas.

### **Material necesario**

Lentes montadas en monturas de pasta o metálicas, tensiscopio y rotulador de tinta indeleble.

### **Desarrollo de la práctica**

En cada montaje que se realice se deben observar las tensiones que sufren las lentes, principalmente si la lente es mineral y las gafas son metálicas. Si en alguno de los montajes se encuentra un patrón de tensiones peligroso, con numerosos máximos y mínimos de luz, se pueden marcar las zonas de mayor tensión con el indeleble, para después sacarla lente del aro y retocarla con la biseladora manual. Por último, tras volver a colocarla en el aro hay que volver a revisar las tensiones.

También se pueden observar, en lentes minerales multifocales, las tensiones producidas en los bordes del segmento.



## **6. MANEJO DE HERRAMIENTAS DE TALLER**

### **REPARACIÓN DE MONTURAS**

En este capítulo se van a tratar dos aspectos del trabajo en el taller óptico sencillos aunque al mismo tiempo muy habituales: el manejo de tres de las herramientas más comunes en el taller de óptica y las técnicas de reparación de monturas.

A menudo se necesita hacer modificaciones de la forma de la montura, de la posición de la lente, o de la situación de la montura sobre el rostro de su portador. Por ejemplo, en el capítulo 4, *Medidas faciales...*, se explica que antes de medir cualquier distancia para el montaje de unas gafas, hay que *acomodar la montura al sujeto*, ya que si esta adaptación se hace después del montaje, es probable que la lente quede desplazada.

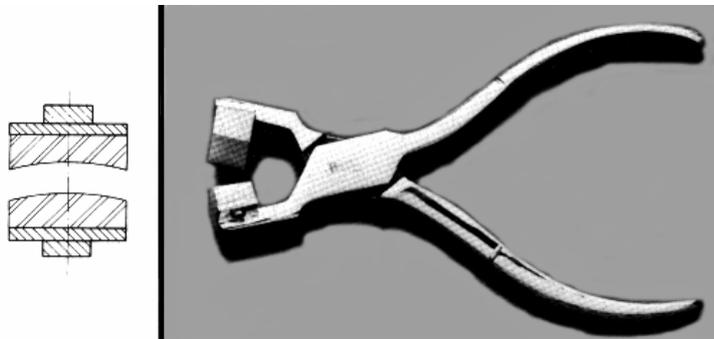
Hay una gran cantidad de herramientas auxiliares para el montaje y rectificado de monturas para gafas, y sería bastante largo describirlas todas. Por ello hemos optado por describir el uso de tres de las herramientas más utilizadas: los alicates para meniscar, los alicates para girar lentes, y los alicates para ajustar varillas.

#### **1.- Herramientas para modificar la posición del aro y de la lente**

El proceso de montaje de una lente en una montura a veces puede complicarse debido a pequeños factores. Es bastante frecuente tener que hacer pequeñas variaciones en las lentes y/o en la montura durante o después del montaje.

1.1.- **Los alicates para meniscar (figura 6.1).** El bisel de la lente debe encajar en la ranura del aro de la montura perfectamente. Si el recorrido de esta ranura es muy diferente al del bisel, puede suceder que o bien *parte del bisel quede fuera del aro de la montura*, lo que supone un claro riesgo de caída y rotura de la lente, o bien que *el aro se deforme intentando corresponder con ese bisel de curva poco usual*.

Para variar la forma de algunos de los componentes de las monturas se utilizan *los alicates para meniscar*, cuya principal función es modificar la forma de los aros de las monturas y proporcionarles *un recorrido más acorde con el del bisel de la lente que se desea montar*.



**Figura 6.1.** Alicates para meniscar aros.

Hay que tener en cuenta que cuando se sitúa una lente biselada en el aro de unas gafas, *va a ser el aro el que adapte su forma a la del bisel que tenga la lente y no al contrario*.

También se utilizan para *restablecer la forma de aros deformados* por efecto de golpes (p.e.: en monturas metálicas) o por efecto del calor (p.e.: durante la inserción de las lentes en unas gafas de pasta).

Antes de retocar una montura de pasta hay que calentarla moderadamente con el fin de que se flexibilicen las partes a modificar. La montura se ha de agarrar firmemente con una mano. Mediante los extremos plastificados de la meniscadora, se puede retocar la forma del aro como mejor convenga:

- *Lente con 1ª superficie muy curvada.* Esto suele suceder en lentes positivas de media o alta potencia, habitualmente de índice de refracción bajo. Se ha de curvar el aro de forma que se adapte al recorrido del bisel.
- *Lente con 1ª superficie muy plana.* Esto es común en lentes negativas de media o alta potencia. En estas lentes lo más lógico es que el bisel se sitúe cerca de la primera cara de la lente, de modo que el alto espesor de borde quede disimulado por la montura, resultando el montaje más estético. Para poder montar una lente así biselada se ha de aplanar el aro mediante la meniscadora.
- *Monturas deformadas.* Una montura que se ha deformado puede retocarse mediante los alicates de meniscar y otras herramientas, de modo que recupere, al menos en parte, su forma original.

1.2.- **Alicates para girar lentes (figura 6.2).** Al montar unas lentes en una montura, hay que comenzar orientando y marcando las lentes mediante el frontofocómetro, según la prescripción necesaria. El resto es un proceso (centrado, biselado, adaptación en la montura, etc.) durante el cual es posible que la lente quede girada con respecto a la orientación deseada originalmente. Los errores de la orientación de las lentes se corrigen fácilmente mediante *los alicates para girar lentes*, una herramienta con dos extremos circulares enfrentados, forrados con goma para no dañar la lente. Siempre que se gira una lente en una montura se ha de tener mucho cuidado de no aplicar demasiada fuerza a la herramienta con el fin de no dañar ni la lente ni la montura.



**Figura 6.2.** Alicates para girar lentes.

Cuando la lente es circular, girarla no supone ningún problema. Pero si se trata de una lente de formas angulosas, girar la lente resulta más complicado, ya que es muy fácil que parezca que uno de los aros está "torcido".

Para girar una lente ya montada deben seguirse estos pasos:

- *Antes de mover la lente dentro del aro hay que reducir la presión que este ejerce con el fin de darle a la lente cierta libertad facilitando el giro y reduciendo el riesgo de rotura.* Para aflojar la presión sobre la lente, en monturas metálicas se afloja el tornillo de cierre del aro mientras en monturas de pasta se calienta ligeramente el aro de la montura.
- Después, cogiendo con una mano la montura, con la otra se sitúan los dos extremos almohadillados en cada una de las superficies de la lente, *atrapando la lente con decisión, se le confiere un movimiento de giro suave pero decidido* en la dirección deseada.
- *Se ha de comprobar la prescripción en el frontofocómetro después de cada giro hasta conseguir la orientación de la prescripción.* Después se aprieta el tornillo de la montura metálica hasta fijar bien la lente o se deja enfriar la montura de pasta.

## 2.- Adaptación de monturas

En el capítulo 4, *Medidas faciales...* se explica que antes de comenzar el proceso de montaje hay que ver cómo queda estabilizada la montura en la cabeza de su portador, ya que *una mala situación de la montura puede provocar graves problemas de disconfort visual o la aparición de ulceraciones cutáneas porque la montura roza en exceso la piel.*

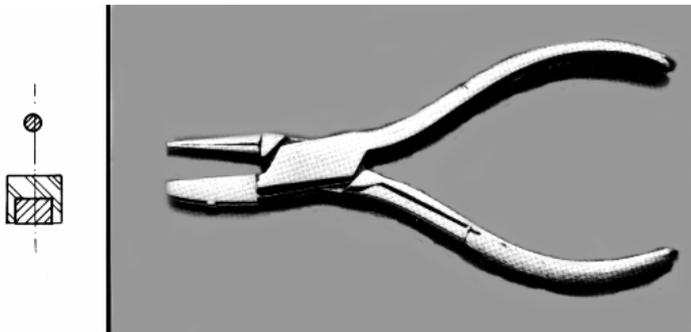
La adaptación de las gafas también se hace tras un tiempo de uso, con el cual es común tener que hacer retoques en la posición de sus componentes, sobre todo las varillas.

**2.1.- Prevención y corrección de ulceraciones cutáneas.** Para situar correctamente una montura sobre el rostro de una persona se deben tener muy en cuenta las zonas de apoyo de ésta, *controlando cuidadosamente la situación de las plaquetas y de los terminales de las varillas*, que apoyan respectivamente en la nariz y en las orejas. La montura posee un peso determinado que hay que distribuir de manera equilibrada entre estos puntos de apoyo:

- Las plaquetas. Son las que soportan la mayor parte del peso de las gafas, pues sirven de apoyo al frontal. Lo ideal es que se sitúen en pleno contacto con la piel de la nariz, pues de este modo la presión se distribuye uniformemente sobre ambas plaquetas y la posible molestia (las típicas zonas enrojecidas) es menor.
- Los terminales de las varillas. Deben estar curvados de modo que perfilen la forma de la oreja pero sin llegar a presionarla, pues aparecería una molesta rozadura. La parte final del terminal debe aproximarse a la apófisis mastoides del temporal (la protuberancia ósea situada detrás del pabellón auditivo), pero al igual que ocurre con las plaquetas, no han de llegar a presionar la piel en exceso.

2.2.- **Ajuste de varillas.** Con frecuencia se producen desajustes en la posición de las varillas. Unas varillas desajustadas en vertical pueden provocar una posición errónea del frontal de la montura sobre el rostro, provocando además una rotación de los meridianos de la lente montada que derivan en disconfort visual. Un desajuste en horizontal, es decir, unas varillas *abiertas* o *cerradas*, conllevan en el primer caso una bajada de las gafas sobre la nariz y en el segundo caso suelen aparecer rozaduras en la piel.

Los alicates para ajuste de varillas (figura 6.3) poseen un terminal cónico fino de metal y otro terminal de plástico más grande, para evitar arañar el esmalte de la montura. Para ajustar una varilla sin deformarla ni romperla se suele debe ajustar en el *talón*, codo que une el frontal a la varilla y donde se atornilla la varilla. Para ello primero hay que aflojar el tornillo de la varilla, para evitar que se rompa, y sujetar con fuerza la parte temporal de la lente de ese lado, para evitar que al forzar el talón se lasque. Después se sitúa el terminal metálico de los alicates por la parte interna del talón y el terminal de plástico por la parte externa. Una vez que tenemos el talón bien cogido podemos girar los alicates para cambiar el ángulo que forman el frontal y la varilla. *Hay que tener mucho cuidado de no forzar demasiado los componentes.*



**Figura 6.3.** Alicates para ajustar varillas.

*La posición de las varillas se debe controlar apoyando la parte superior de la montura, con las varillas extendidas, sobre una superficie plana. En esta posición se puede observar si ambas varillas están a la misma altura (sin desajuste vertical) así como si ambas se sitúan paralelas (sin desajuste horizontal).*

*Nota: El ajuste de varillas se realiza cuando hay un problema evidente de mala posición de la montura sobre el rostro. Pero conviene no olvidar que las varillas pueden quedar ligeramente torcidas al ajustarlas al rostro del usuario, tal y como se explicó en el capítulo 4, Medidas faciales...*

**2.3.- Corrección de la posición de la montura.** Una montura mal situada en el rostro puede ser origen de pequeñas heridas así como de incomodidad visual y/o estética. Aunque se puede dar el caso, la causa no suele ser que la montura sea defectuosa, sino que no está compensando alguna asimetría facial.

Independientemente de cómo sea la montura, muy a menudo la posición de la nariz, por ejemplo, no es medial entre los ojos por lo que *las gafas quedan caídas hacia uno de los lados y levantadas hacia el otro*, desviándose de la línea horizontal establecida por las cejas. Del mismo modo, las orejas también pueden estar situadas a diferentes alturas entre sí, provocando asimismo una *descompensación en la posición de la montura*.

También es muy usual que por la posición relativa entre la nariz y las orejas o por la propia montura, esta quede muy levantada o muy baja, por lo que varía el ángulo de inclinación del frontal, lo que puede afectar a la visión, principalmente al mirar por la zona de cerca de lentes multifocales y progresivas.

*Las plaquetas y los terminales de las varillas han de compensar esa mala posición de las gafas buscando el máximo confort y la adecuada estética. Se debe personalizar la posición de la montura:*

- *Se pueden mover los anclajes de las plaquetas de modo que apoyen completamente en la nariz. Primero se sitúa una de las plaquetas para después mover la otra hasta situarlas en pleno contacto con la nariz. También separando o acercando las plaquetas se puede situar más alto o bajo el frontal, y por tanto las lentes.*
- *Cuando un usuario de gafas tiene las orejas a diferentes alturas, lo más usual es que al ponerse unas gafas con las varillas alineadas queden torcidas con respecto a la línea de las cejas. Para poder rectificar esta situación anómala se ajusta la posición de los terminales de las varillas de modo que compensen esa pequeña diferencia anatómica.*

### **REPARACIÓN DE MONTURAS**

Las monturas se suelen clasificar por su composición en monturas de pasta (orgánicas) o monturas metálicas (puras o aleadas).

*La reparación de monturas tiene cada vez menos demanda en los talleres de óptica; esto se le puede achacar a dos factores relacionados entre sí:*

- *La principal causa es la composición de los materiales para las nuevas monturas ópticas, tanto orgánicas como metálicas, que rara vez permiten la reparación. Ejemplos pueden ser el *Optyl* en orgánico o el acero y el titanio en metálico.*
- *Las gafas han dejado de ser un componente ortopédico, para pasar a convertirse en un complemento estético más. Al reparar una montura es muy difícil evitar que no se note dicha reparación, y es quizás por ello que actualmente sea poco usual ver gafas reparadas.*

*A pesar de todo, la reparación de monturas es una opción de gran utilidad para emergencias, como puede ser mientras se recibe el repuesto de la montura, o mientras llegan unas lentes de encargo.*

### 3.- Reparación de monturas de pasta

Aunque la mayoría de las monturas de pasta, entre las que se incluyen las más modernas, son difíciles de reparar, es posible hacerlo pegando la zona de montura rota: concretamente, se suelen utilizar adhesivos cianoacrílicos para gafas de pasta en general; también hay pegamentos especiales para monturas hechas de Optyl o inyectadas, debido a que en estos casos la reparación es bastante más complicada.

Pero muy comúnmente, la reparación no consigue más que aplazar el problema durante algún tiempo. Sin embargo, algunas de las monturas más comunes y económicas, las compuestas por *acetato de celulosa*, son fáciles de soldar mediante un sencillo tratamiento químico.

*Pegar monturas de acetato de celulosa.* El uso de las monturas de acetato de celulosa es corriente hoy día, gracias a que su costo es muy bajo. *Otra gran ventaja del acetato de celulosa es que se disuelve en acetona sin gran dificultad, recuperando la rigidez al evaporarse la acetona.* Esto permite pegar zonas de la montura que se hayan roto.

Las partes más comunes por las que se suelen romper las monturas son el puente, cuya reparación es sencilla, y los aros, cuyo arreglo deja peores resultados. Para realizar esta reparación se ha de hacer:

- Primero se prepara una pequeña cantidad de *acetato de celulosa disuelto en acetona para que haga de adhesivo*. La forma más sencilla de hacerlo es extraer trocitos de acetato de barras de este material preparadas a tal efecto o de monturas inservibles habilitadas para este menester. Esos trocitos de acetato, dispuestos en un recipiente (por ejemplo la cara cóncava de una lente muy curvada), se empapan y se disuelven con acetona hasta formar una masa pastosa.
- Una vez hecho esto, sin dejar que se seque el acetato ya disuelto, en otro recipiente parecido se vierte acetona y *se sumergen las partes de la*

*montura que se desea soldar.* Tras unos segundos, las partes sumergidas se reblandecen.

- Se unen las partes a pegar ejerciendo una ligera presión para que se adhieran bien. Se ha de tener mucho cuidado con que la forma en que la montura queda pegada sea la más parecida a la original, pues conforme se va secando el material se vuelve rígido. Hay que esperar un par de minutos para que la zona de unión se seque un poco.
- Por último se distribuye alrededor de la zona recién pegada el acetato disuelto en la primera fase del proceso con el fin de reforzar la unión, dejando secar la montura al menos media hora. La zona de unión debe quedar disimulada y el material lo más distribuido posible, con el fin de evitar que la zona reparada sea muy visible.
- La acetona se evapora rápidamente, aunque lo mejor es esperar algunas horas para estar seguros de que la montura ha adquirido su máxima rigidez. Antes de terminar *se pueden eliminar, con sumo cuidado, las imperfecciones más evidentes que queden en la zona pegada*, pasando un trapo impregnado de acetona para reblandecerlas y después pulirlas con una lima o similar.

#### **4.- Reparación de monturas metálicas**

Aunque en la aplicación práctica de este capítulo no se alude a la reparación de monturas metálicas, parece conveniente dar algunas normas básicas de su realización.

La reparación de monturas de material metálico se conoce vulgarmente en el argot de taller como *soldar* o *hacer soldadura*. Se trata simplemente de calentar los extremos a pegar bien mediante un pequeño soplete de gas, o bien con una pinza eléctrica, añadirle una pequeña cantidad de estaño fundido, que hará las veces de pegamento, y unir las partes. Generalmente, las partes de las monturas metálicas más susceptibles de romperse son el puente, los talones y los anclajes de las plaquetas.

Al igual que sucede con las monturas de material orgánico, no todas las monturas metálicas se pueden reparar de esta forma. Normalmente los componentes de las monturas que se pueden soldar suelen estar fabricadas mediante aleaciones de metales, entre los que se incluyen el cobre, zinc, níquel, etc., que se sueldan fácilmente con el estaño. Sin embargo, las monturas de metales puros como las compuestas de aluminio, acero o titanio, no se pueden reparar por este procedimiento.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Manejar algunas de las herramientas más importantes en un taller óptico: los alicates para meniscar, los alicates giralentes y los alicates para ajustar varillas.
- Aprender técnicas sencillas de reparación de monturas.
- Aplicar las técnicas de reparación de monturas de acetato de celulosa.

### Material necesario

Monturas de pasta y metálicas, alicates para meniscar, alicates giralentes y alicates de ajuste de varillas, acetona y cuencos para depositar la acetona.

### Realización de la práctica

En el laboratorio hay muchas monturas que por el uso se han deformado, tanto metálicas como orgánicas. En esta práctica es muy importante que el alumnado practique el uso de estas herramientas e intente dar una forma adecuada a estas monturas.

Por otra parte, también hay monturas de pasta que además de estar deformadas presentan roturas en los aros o en el puente. Esto es muy habitual en monturas de pasta envejecidas o debido a accidentes.

Utilizando unas lentes de curva anterior muy pronunciada, se puede poner en ellas acetona para por un lado sumergir las partes a unir (ya sea el aro o el puente), y por otro para limar trozos de acetato, disolverlos en acetona con lo que se hace una pasta que servirá para reforzar la zona pegada.

## **7. MONTAJE DE LENTES ASTIGMÁTICAS CON DESCENTRAMIENTO**

### **MONTAJE DE EFECTOS PRISMÁTICOS**

La lente astigmática es la más ampliamente utilizada hoy en día. En el capítulo 4, *Medidas faciales...* se trató la manera de obtener la información necesaria para el montaje de lentes oftálmicas. En este capítulo se van a sistematizar los pasos necesarios para realizar el montaje de una lente astigmática descentrada, según lo explicado en ese capítulo, añadiendo otros aspectos del montaje como son la selección previa de la montura y la comprobación de dicho montaje, que no sólo se aplican a las lentes monofocales, sino al montaje de cualquier otro tipo de lentes.

En la última parte del capítulo se incluye una sección sobre montaje de efectos prismáticos, tanto lentes prismáticas como lentes monofocales descentradas.

El montaje no comienza cuando se bisela una lente; de hecho, un montaje comienza en el mismo momento en que una persona con un problema visual decide utilizar lentes oftálmicas: es decir comienza con la prescripción optométrica. Antes del biselado de las lentes, hay que adaptar la montura a la persona y realizar una serie de medidas en las cuales no se deben cometer errores. Tras el montaje, que se trata ampliamente en los primeros capítulos de este manual, se debe comprobar que ha sido adecuado para asegurar que se ha respetado la prescripción original.

## **PROCESO PREVIO AL MONTAJE**

La prescripción refractiva es el principal factor que va a solucionar o disminuir un determinado problema visual. Hay ocasiones en que la persona no obtiene los beneficios deseados debido a que la prescripción ha sido errónea o mal utilizada. Sin embargo, en numerosas ocasiones, el fracaso de una compensación óptica se debe a otros factores, entre los cuales los más comunes son los errores en la medida de parámetros y en el montaje de las lentes. Por ello, resulta de gran interés tratar de manera global los pasos previos al montaje, para reducir al mínimo la posibilidad de cometer errores de medida o montaje.

### **1.- Selección de la montura**

La selección de la montura ha de hacerse tras realizar el examen visual y obtener la prescripción, que se desea montar en unas gafas. La selección de la montura debe hacerse según criterios de imagen personal del usuario, ya que las gafas actuales se han convertido en un complemento estético más y su uso está ampliamente difundido en la sociedad.

Pero es muy importante que al seleccionar la forma de los aros de la montura y su tamaño, se tengan en cuenta factores como, por ejemplo, la prescripción (para lejos, para cerca, bifocales, progresivas), para asegurar que la lente proporciona campos visuales apropiados, o también para buscar una forma de aro que disimule más el espesor de borde de la lente. Otro ejemplo es que si la prescripción es para una miopía elevada conviene recomendar unas gafas de aros pequeños, para por un lado reducir el espesor de borde de la lente, y por otro poder acercar la lente al ojo lo más posible.

### **2.- Adaptación de la montura al sujeto**

Aunque se ha visto anteriormente, conviene recordar que es muy importante adaptar la montura a la persona antes de hacer cualquier tipo de medida de la montura con respecto al rostro de la persona.

Se debe comprobar que la montura está en buenas condiciones, es decir, no está deformada ni estropeada.

Las características de forma y posición de la nariz o de las orejas son factores importantes en la posición final de la montura sobre la cara del usuario. Por ello, una vez elegidas las gafas, se deben adaptar para que queden adecuadamente situadas utilizando los alicates para ajustar las varillas y los alicates para meniscar (ver capítulo 6, *Manejo de herramientas...*).

### 3.- Medida de parámetros faciales y descentramientos

Una de las cosas más importantes antes de realizar el montaje es medir los parámetros faciales así como saber la posición espacial de la montura respecto de los ejes de fijación visual, tal y como se trataron en el capítulo 4, *Medidas faciales...* Conviene recordar que al realizar las medidas faciales es muy importante no cometer errores sistemáticos por utilizar métodos incorrectos de medida. En concreto hay que recordar que para medir distancias en horizontal (nasopupilares e interpupilar), cada ojo del observador debe situarse en el mismo plano vertical que el del sujeto; para medir distancias en vertical el ojo del observador debe estar en el mismo plano horizontal que el del paciente.

Los descentramientos son las diferencia de posición entre el centro geométrico del aro,  $C$ , utilizado como referencia, y la proyección del centro pupilar en el plano de las lentes,  $P$ . Son un dato muy importante pues indican en qué posición hay que montar las lentes en los aros.

Los descentramientos se pueden calcular sin necesidad de hacer el esquema Boxing de los aros: el descentramiento horizontal ( $d_H$ ) se obtiene de restar la distancia nasopupilar y la mitad de la distancia entre centros ( $c$ ) de la montura, que como se explicó en el capítulo 3, *Sistemas de medida de monturas...*, se puede obtener de diversas formas. El descentramiento vertical ( $d_V$ ) se calcula al restar la *altura Y* a la mitad del calibre vertical del aro sin bisel ( $\beta$ ). Tanto la distancia  $c$  como el calibre vertical  $\beta$  son fáciles de medir con una regla milimetrada.

Recordad la importancia que en determinados casos como al montar lentes esféricas, puede tener el descentrar la lente unos milímetros en dirección inferior para compensar su inclinación. Como referencia, el centro óptico debe descentrarse 0.3 mm hacia abajo por grado.  $\tau$  suele tener valores entre 7 y 15°, aunque se da como valor medio 10°, pues si es mayor de 10° aumenta el campo visual de cerca así como la rotación necesaria para mirar por la zona inferior del campo visual, mientras que si es menor de 10°, se produce el efecto inverso, disminuyendo la rotación a costa de reducir también la amplitud del campo visual en cerca.

#### **4.- Cálculo del tamaño mínimo de lente**

El cálculo del tamaño mínimo de lente es muy importante para evitar que tras el montaje la lente quede pequeña o mal centrada, además permitimos seleccionar la lente convergente con el menor espesor posible.

#### **5.- Marcado de la lente en el frontofocómetro**

Algunas lentes, como pueden ser la multifocales (bifocales, trifocales) o las progresivas no necesitan ser marcadas en el frontofocómetro. Sin embargo, sí es necesario marcar la posición del centro óptico de las lentes monofocales, así como su orientación si además son astigmáticas. *Los tres puntos marcados indican cuál debe ser la posición de la lente con respecto a la horizontal de la montura.*

Para facilitar el centrado, el biselado y la comprobación del montaje, resulta útil marcar con una cruz el centro óptico de la lente y trazar una línea que pase por esos tres puntos.

*¡Mucho cuidado! Conviene marcar las lentes solamente cuando se vayan a montar, pues si las lentes fotocromáticas orgánicas las dejamos con las marcas y expuestas a la luz durante muchas horas, tras montarlas y limpiarlas suelen quedar durante horas o incluso días las huellas de las marcas debidas a la desigual activación del pigmento.*

## 6.- Realización de la plantilla

La plantilla es una imagen de la forma del aro donde se desea montar una lente. La plantilla puede ser de diversos tipos:

- En montaje manual se utiliza una cartulina donde se dibuja directamente la forma del aro (ver capítulo 3).
- En las biseladoras automáticas se utilizan dos sistemas (ver capítulo 10):
  - Una plantilla de plástico en las máquinas más antiguas.
  - En las biseladoras más modernas se utiliza una imagen electrónica de la forma del aro, obtenida mediante el *módulo lector/centrador*.

## BISELADO Y COMPROBACIÓN DEL MONTAJE

Respecto al montaje, hay que tener dos cosas en cuenta:

- Primero, cuando los aros son simétricos sólo es necesario utilizar una plantilla para biselar ambas lentes. En caso contrario se debe hacer una plantilla para cada lente.
- Otra cosa obvia pero muy importante es controlar que la plantilla está situada en la posición correcta para el ojo que se desea montar.

## 7.- Biselado y colocación de la lente en la montura

Ya se ha comentado que el biselado se puede hacer de forma manual o automática. En el biselado manual la plantilla se dibuja sobre la lente para facilitar el biselado. Mientras se bisela hay que comprobar frecuentemente la forma, el tamaño, la orientación y la posición del *CM* de la lente.

En el biselado automático se debe obtener un recorrido de bisel que asegure que la lente queda bien sujeta y estética, y además de controlar que el tamaño de la lente es adecuado. En caso contrario se utiliza la función de retoque.

Las diferencias entre el montaje en montura de pasta y montura metálica, así como entre montar lentes minerales, orgánicas o de policarbonato, se explicaron en los primeros capítulos.

## 8.- Comprobación del montaje

Una vez montada la lente se debe comprobar que el montaje es correcto. Para ello, conviene controlar primero la prescripción y después el montaje en sí mismo.

8.1.- **Control de la prescripción.** Primero hay que controlar la potencia de vértice posterior con el frontofocómetro, obteniendo la prescripción de la lente montada para compararla con la que se pretendía obtener originalmente. Si la lente está girada, caso bastante frecuente, se puede rectificar la posición de los meridianos de la lente utilizando los alicates giralentes. No existe una regla sobre los grados que se puede girar una lente montada, ya que depende tanto de la forma del aro (no se debe deformar), como del descentramiento introducido (no se deben introducir efectos prismáticos indeseables). Como pista para saber cuánto se puede girar una lente, hay que tener en cuenta que cuanto más redondeado sea el aro y más próximo esté el punto  $P$  de  $C$ , menos problemas habrá para girar la lente.

Por otro lado, se debe comprobar que el  $CM$  coincide con  $P$ . Hay que observar que en el  $CM$  o no existe efecto prismático, es decir coincide con  $CO$ , o si hay efecto prismático que sea el debido a un efecto prismático por descentramiento o por un descentramiento que compense la inclinación de la lente.

*¡Mucho ojo! Si se trata de una lente bifocal o progresiva, una pequeña diferencia en la posición de la lente una vez montada puede mermar la calidad visual de la persona.*

8.2.- **Control del montaje.** Es muy importante controlar que el montaje sea correcto, teniendo en cuenta los factores de estética y seguridad de las gafas montadas.

*La situación ideal de un par de lentes montadas se produce cuando quedan perfectamente situadas en su aro, sin que se vean huecos de ningún tipo ("ventanas"), y sin que los aros se hayan deformado visiblemente.*

- Cuando hay alguna *ventana* en algún punto del borde de la lente, es conveniente valorar cuán visible es e intentar eliminarla biselando ligeramente las zonas adyacentes a dicha ventana. Después se compensa la falta de tamaño de la lente introduciendo una cinta de plástico especial, con forma de "v" conocida como *cyrex*. Si no se puede arreglar adecuadamente, se debe comenzar de nuevo con otra lente.
- Conviene observar cómo quedan ambos aros conjuntamente. Durante la inserción de las lentes es muy común que la lente o la montura queden giradas. Si la lente se ha girado, se detectará al controlar la prescripción; el giro de la lente se corrige mediante los alicates giralentes, cuyo uso se explicó en el capítulo 6, *Manejo de herramientas...*

Se pueden dar dos casos:

- Que la lente se haya girado al adaptarla a la montura, sobre todo si las gafas son de pasta, ya que los aros se reblandecen con calor. En ese caso, al corregir la posición de la lente girada la forma de los aros vuelve a ser simétrica.
- Que tras controlar y adecuar la posición de la lente a la prescripción los aros quedan asimétricos, lo que indica que la lente se ha girado durante el marcaje o el centrado de al menos una de las lentes. En este caso, la solución es más difícil, aunque se puede girar la lente, sobre todo si es esférica o con baja potencia de cilindro; si la lente es monofocal astigmática, multifocal o progresiva, la calidad visual de la persona va a ser claramente peor. Por eso es importante considerar cuánto hay que girar la lente y cómo afectaría a la visión del usuario. Otra solución para reducir la asimetría de los aros podría ser girar ligeramente (nunca más de unos pocos grados) ambas lentes. Si el giro necesario es grande, entonces habría que biselar una nueva lente.

Para la seguridad del montaje hay que tener en cuenta la sujeción de la lente al aro, así como las tensiones mecánicas que puede sufrir:

- *La lente debe quedar bien sujeta al aro.* Para comprobarlo, se puede coger la lente firmemente con dos dedos e intentar girarla y sacarla del aro. Si se puede girar la lente, hay que asegurar el montaje, por ejemplo introduciendo entre la lente y el aro una tira de *cyrex*, cuyo tamaño debe ser el necesario para impedir que la lente gire en el aro. Tras poner el *cyrex* se comprueba que no gira; si no es el caso, habría que biselar una nueva lente. *Cuando al intentar girar la lente se sale fácilmente del aro,* hay que comprobar si se debe a que el aro está deformado. En caso contrario, si la lente no se puede asegurar con *cyrex*, habría que empezar de nuevo con otra lente.
- Por último, *conviene inspeccionar que las lentes, sobre todo las minerales, no se vean sometidas a grandes tensiones.* El caso más problemático podría ser el de una lente mineral, de espesor bajo, que sufra muchas tensiones mecánicas (capítulo 5, *Control de tensiones...*).

## **MONTAJE DE EFECTOS PRISMÁTICOS**

Los prismas son elementos ópticos muy utilizados en instrumentación óptica, bien para desviar la dirección de los haces de luz, bien para dispersar las diferentes longitudes de onda, por ejemplo en los espectrógrafos.

Aunque existe mucha controversia sobre la utilidad de los prismas en visión, algunos autores defienden su utilidad para el tratamiento o compensación de problemas visuales. Como referencia se puede consultar el libro *Prismas ópticos. Aplicaciones clínicas* de Susan A. Cotter, editorial Mosby, 1995. Los prismas utilizados en visión, en forma de lentes oftálmicas, se aplican de dos formas diferentes:

- *Utilizando una lente prismática.* Es una lente cuyas superficies anterior y posterior están giradas un ángulo  $\alpha$  entre sí. Este giro provoca que en el

centro geométrico de la lente no se sitúe su centro óptico lo que produce un efecto prismático inducido por el giro según la fórmula:

$$P^A = 100 \times \operatorname{tg} (n-1) \alpha$$

donde  $P^A$  es la potencia prismática y  $\alpha$  es el ángulo de refracción.

- Descentrando la lente. Las lentes con potencia óptica inducen un cambio en la dirección de los rayos incidentes, excepto en su centro óptico. Entonces, salvo cuando se mire a través del centro óptico de la lente, las lentes inducen un cambio en la posición de la imagen respecto al objeto según el efecto prismático que induzca la lente, el cual depende según la expresión de Prentice:

$$P^A = x \times P_{VP}$$

donde  $P^A$  es la potencia prismática,  $P_{VP}$  la potencia de vértice posterior de la lente, y  $x$  el desplazamiento en centímetros desde el  $CO$  de la lente.

Hay que tener en cuenta que se pueden fabricar lentes prismáticas, cuyas superficies están giradas entre sí un ángulo  $\alpha$  independientemente de que sea monofocal esférica o esférica, así como multifocal o progresiva.

Sin embargo, el efecto prismático por descentramiento no puede realizarse en lentes multifocales ni progresivas, pues se inducirían problemas por el cambio de posición de las zonas de visión. Tampoco parece adecuado, dada su especial geometría, descentrar una lente esférica. En estos casos, habría que solicitar que la lente incluya el prisma, es decir una lente prismática.

Nota: hay que tener en cuenta que el descentramiento que induce un efecto prismático ( $x$ ) no se debe confundir con el descentramiento de  $P$  respecto de  $C$ , que se realiza para situar el  $CM$  de la lente sobre la proyección de la pupila.

El montaje de la lente con prisma:

- Las medidas faciales y el cálculo de descentramientos es igual.
- Para calcular el diámetro mínimo de lente se tiene en cuenta que:
  - Si es una lente prismática, el diámetro mínimo se obtiene de la misma forma que para cualquier lente monofocal astigmática, pues su centro geométrico coincide aproximadamente con el punto de efecto prismático deseado (CM).
  - Pero si se desea producir un *efecto prismático por descentramiento*, hay que tener en cuenta cuánta distancia hay desde el centro geométrico de la lente al centro de montaje, y el tamaño del aro donde va a ir montada. La obtención del diámetro mínimo se explica en el apartado 5 del capítulo 4, *Medidas faciales...*
  - *Marcado en el frontofocómetro*. La obtención de la orientación de los meridianos es igual que en el resto de lentes aunque esta vez, tras orientar los meridianos hay que desplazar la lente para marcarla en el punto donde se obtenga el efecto prismático deseado, que como se ha dicho será el CM.

A diferencia de la orientación de los meridianos, *los efectos prismáticos no poseen simetría 180° sino 360°*, con lo cual es necesario indicar cuál es la posición exacta de la lente, por ejemplo marcando como referencia en la zona superior de la lente una S.

- *El centrado se hace teniendo en cuenta que CM debe coincidir con P.*
- Durante el biselado y montaje hay que tener en cuenta que tanto si la lente es prismática como si ha sido descentrada, *la relación de espesores va a verse muy alterada*, pues el espesor de borde va a ser mucho mayor en la zona de la lente donde se sitúe la base del prisma, provocando un aumento en el espesor de borde en algunas zonas aunque la potencia dióptrica de la lente no sea muy elevada. Esto puede suponer un doble problema:

- En las lentes prismáticas, *un considerable aumento de peso*. Se recomienda utilizar lentes de material orgánico y/u optimizadas (ver capítulo 13, *Catálogos de lentes...*).
  - *Un problema estético*, principalmente si el efecto prismático es base temporal pues es la posición en la cual el borde de la lente queda más visible. Esto es menos evidente si la montura es de pasta.
- Finalmente, en la fase de comprobación de la prescripción, hay que asegurarse que en el punto *P* se produce el efecto prismático deseado.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Aplicar el método propuesto para el montaje de una lente monofocal astigmática siguiendo todos y cada uno de los apartados.
- Montar una lente monofocal con efecto prismático por descentramiento.

### Material necesario

Lentes astigmáticas orgánicas o minerales, monturas de pasta o metal, gafas de protección, útiles de escritura, calentadores, destornilladores, biseladora manual y automática, tensiscopio y herramientas de taller.

### Realización de la práctica

Como sujeto se puede coger a cualquier compañero/a y se hacen todos los pasos aquí indicados, comenzando por la adaptación de la montura.

Se van a montar dos lentes monofocales astigmáticas:

- Una lente en la que las marcas del frontofocómetro, situadas sobre el  $CO$  de la lente, queden descentradas en dirección inferior respecto de  $P$  (0.3 mm por grado), para compensar la inclinación de la lente.
- La segunda lente marcadla en el frontofocómetro allí donde se induzca un efecto prismático determinado.

Antes de biselar ambas lentes hay que calcular el diámetro mínimo y proponer el *diámetro que se pediría a la casa comercial*, considerando que ésta comercializa para las prescripciones en diámetros 60, 65, 70 y 75 mm.

Antes de dar por terminado el proceso se debe controlar que las lentes no sufren grandes tensiones.

## **8. MONTAJE DE LENTES BIFOCALES Y TRIFOCALES**

Desde el punto de vista de la óptica oftálmica, para personas presbitas, los dos tipos de lentes que permiten la compensación refractiva, tanto en visión de lejos como en visión de cerca con una misma lente son: las lentes multifocales (bifocales y trifocales) y las progresivas. En los últimos años, las mejoras en el diseño de las lentes progresivas han desplazado a las lentes bifocales. A pesar de ello, estas últimas con respecto a las primeras siguen siendo la opción que mejor calidad óptica proporciona, tanto en visión de lejos como en visión de cerca, y además, la más económica. Como contrapartida, nos encontramos con la estética: la mayoría de las lentes multifocales que se comercializan en la actualidad son fáciles de detectar, porque se ve el contorno de la zona de visión de cerca (segmento), delatando la edad del sujeto. Otro problema que no podemos olvidar es el salto de imagen. Además, en estadios avanzados de presbicia, las lentes bifocales no permiten la visión nítida en distancias intermedias (una solución temporal son las lentes trifocales).

No se debe olvidar que otra opción para compensar la presbicia con lentes oftálmicas es el uso de lentes monofocales para visión de cerca, y para visión de lejos si la persona es amétrope.

Lo que diferencia a las lentes bifocales o trifocales de las monofocales es el segmento, zona por la que debe mirar el paciente en visión de cerca. Lo más importante en este tipo de montajes es que esta zona se sitúe correctamente, para proporcionar al paciente una visión cómoda, sin entorpecer la de lejos. Esta es la razón por la que se utiliza como punto de referencia para el montaje: el punto superior y central del segmento (Top o punto T). Normalmente, este punto se debe situar de tal forma que el

segmento quede en la zona inferior-nasal del aro, ya que hacia esa zona se desplaza el centro pupilar al pasar de mirar de lejos a cerca. Con respecto al centro óptico en visión de lejos, el punto *T* queda situado hacia abajo, *caída* (5 mm aprox., 2 mm aprox. en lentes trifocales) y hacia el lado nasal, *inserción* (2.5 mm aprox.) con respecto este punto *T*. Estos valores pueden variar ligeramente entre casas comerciales, e incluso entre distintos modelos de una misma empresa; pero son valores promedios que estiman dónde va a quedar situado la proyección del centro pupilar, *P*, en visión de lejos con respecto al punto *T*. Lógicamente, va a ser muy difícil que una vez situado el segmento en el lugar más idóneo, el centro óptico coincida con *P* en visión de lejos, con lo cual, es habitual que los usuarios de lentes bifocales tengan que soportar pequeños efectos prismáticos en visión de lejos. Sin embargo, esto no suele ser un inconveniente en el montaje de lentes bifocales, a no ser que se produzcan desequilibrios prismáticos binoculares (sobre todo verticales) importantes, como puede ser en el caso de anisometropías.

Durante este capítulo se va a explicar cómo se montan las lentes bifocales *manualmente*. En el capítulo 10, *Instrumentos complementarios de las biseladoras...*, se muestran las pautas que se deben seguir en la utilización del *centrador* y módulo *lector/centrador* para montar estas lentes con las *biseladoras automáticas* (capítulo 11).

En el presente capítulo hemos reservado un apartado para tratar las circunstancias que condicionan la altura del segmento al montar un bifocal, dependiendo de la utilización de la compensación óptica y la ergonomía.

Lógicamente, las lentes multifocales se deben montar sin eliminar excesiva zona de visión de cerca, por lo tanto tendrán que tener un tamaño vertical en la zona nasal mínimo. La elección de la montura se trata el primer apartado de este capítulo.

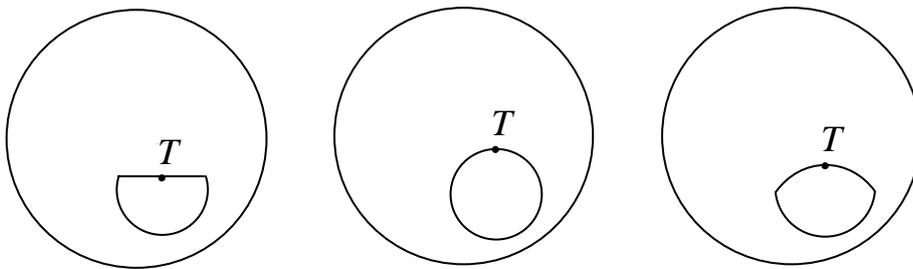
En el último apartado se explica en lo que se diferencia el montaje de una lente trifocal con respecto las bifocales.

### 1.- Elección de la montura

Una de las diferencias más importantes en el montaje de lentes multifocales y progresivas con respecto a la lentes monofocales para visión de lejos, es la elección de la montura, que debe ser lo suficientemente grande en la dirección inferior-nasal para no cortar excesivamente la zona de visión de cerca (como sucede en la figura 9.3 del capítulo 9, *Montaje de lentes progresivas*).

### 2.- Cálculo de descentramientos

Como ya se ha dicho, el punto *superior y central del segmento* (*Top* o punto *T*), es el que se toma como *referencia para el montaje de las lentes bifocales*. En la figura 8.1 se muestra el punto *T* en diferentes tipos de segmento.



**Figura 8.1.** Punto *T* en diferentes tipos de segmentos.

En las lentes monofocales, cuando no se precisan efectos prismáticos, se toma como punto de referencia sobre la lente para el montaje el centro óptico, y sobre el ojo se considera el centro pupilar. Para montar las lentes multifocales, como puntos de referencia se consideran: el punto *T* sobre la lente y, en el ojo, como veremos más adelante, se utiliza el punto inferior del iris. En las lentes monofocales se calculan los descentramientos de la

proyección del centro pupilar,  $P$ , con respecto al centro Boxing,  $C$ , y luego se hace coincidir este punto con el centro óptico de la lente (si no se precisan efectos prismáticos). En el caso de las lentes multifocales, se debe calcular en qué posición debe quedar el punto  $T$  con respecto a  $C$  una vez montada la lente; para ello se calculan los descentramientos del punto  $T$  con respecto a  $C$ . Se sitúa el punto  $T$  en la plantilla, y se hace coincidir con el punto  $T$  de la lente, como se explicará más adelante.

- El descentramiento horizontal de  $T$  respecto al centro  $C$  ( $d_{ht}$ ) se calcula a partir de la distancia nasopupilar de cerca ( $DNP_C$ ) y la distancia entre los centros de los aros,  $c$ . Cómo medir la  $DNP_C$  se explicó en el capítulo 4. Esta distancia se deberá tomar para ambos ojos, ya que normalmente los rostros de las personas no son totalmente simétricos; y si los valores son diferentes, el valor  $d_{ht}$  se deberá calcular para cada ojo.

$$d_{ht} = (c/2) - DNP_C$$

Si la  $DNP_C$  es menor que la distancia  $c/2$ , habrá que desplazar  $T$  hacia el lado nasal. En caso contrario habrá que desplazar  $T$  hacia el lado temporal.

- El descentramiento vertical de  $T$  respecto del centro  $C$  ( $d_{vt}$ ) se calcula a partir de la altura vertical del aro sin tener en cuenta el bisel ( $\beta$ , ver capítulo 3) y la altura a la cual se debe situar el segmento ( $K$ ). La altura del segmento  $K$  se define como la distancia desde el punto  $T$  al punto más bajo del borde interno del aro, sin considerar la ranura (esta medida corresponde con la altura,  $h$ , definida en la práctica “Lentes Bifocales y Trifocales” del *Manual de Prácticas de Óptica Oftálmica*, menos 1 mm del bisel, es decir,  $K=h-1$  mm). Si la distancia  $K$  es diferente en ambos ojos, entonces se deberá calcular  $d_{vt}$  para cada ojo

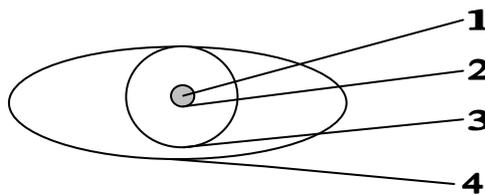
$$d_{vt} = K - (\beta/2)$$

Si  $K$  es menor que  $\beta/2$ , hay que desplazar  $T$  hacia abajo. En caso contrario hay que desplazar  $T$  hacia arriba. En general,  $T$  se sitúa en sentido inferior respecto de  $C$ , ya que normalmente las personas precisan la zona de visión de cerca en la parte inferior del aro.

### 3.- Medida de la altura del segmento, $K$

Como se ha visto, para calcular el descentramiento vertical se debe conocer la altura  $K$  a la que hay que situar el  $T$ . Para ello, hay que situar  $T$  respecto a algún punto de referencia del ojo. Como referencia se puede elegir cualquiera de los que a continuación se detallan (ver figura 8.2), aunque se debe tener en cuenta que todos presentan algún inconveniente:

1. *El centro pupilar*: es difícil situarlo con exactitud.
2. *El punto inferior de la pupila*: depende del diámetro pupilar, y por tanto, de la intensidad de luz ambiente.
3. *El punto inferior del iris*: normalmente está tapado por el párpado inferior.
4. *El borde del párpado inferior*: es muy variable, depende de cada individuo y del momento.



**Figura 8.2.** Posibles puntos de referencia sobre el ojo para la medida de  $H$ .

Recomendamos el *punto inferior del iris (I)* (punto 3 de figura 8.2) por ser la referencia más estable, aunque en algunos sujetos se deba bajar ligeramente el párpado inferior para poder observarlo (ver figuras 8.6a y 8.6b).

Antes de determinar cómo se mide la altura  $K$ , tenemos que establecer la distancia a la que se debe situar el punto  $T$  por debajo del punto  $P$  en visión de lejos.

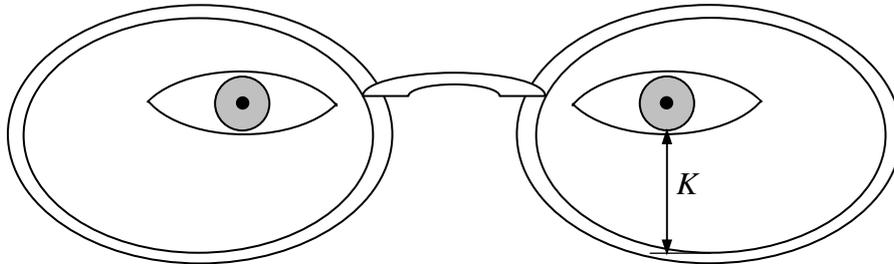
Los movimientos oculares más comunes para pasar de observar objetos lejanos a objetos cercanos son la convergencia (los ejes visuales convergen hacia la nariz) y la infraducción (a distancias cortas los objetos se suelen observar en posición de mirada inferior), con lo que en estos casos un segmento situado en posición ínferonasal proporciona el mayor campo visual posible en visión de cerca. Además el segmento no debe molestar en visión de lejos. Estos dos objetivos se consiguen situando el punto  $T$  varios milímetros por debajo de  $P$  en visión de lejos.

Existe gran disparidad entre el valor adecuado para esta distancia que dan diferentes autores. El rango va desde 3 hasta 7 mm. Para personas que utilizan con frecuencia ambas zonas de visión y tiene una fisonomía aparentemente normal, se va a considerar un valor medio entre 5 y 6 mm, porque con 3 ó 4 mm se puede entorpecer la visión de lejos, y con 7 mm se puede entorpecer la visión de cerca en personas que bajan poco la mirada en visión próxima.

De todas formas esta distancia puede variar sobre todo dependiendo de las necesidades que tenga el paciente en visión de lejos y de cerca.

La distancia entre  $P$  en visión de lejos y el punto  $I$  varía muy poco entre sujetos y se sitúa entre 5 y 6 mm (normalmente corresponde aproximadamente con la mitad del diámetro corneal), valor que coincide con la distancia considerada entre  $T$  y  $P$ . Por lo tanto, en general, se debe hacer coincidir el punto  $T$  con el punto  $I$ . Para que esto suceda la altura  $K$  será la distancia entre el punto inferior del iris  $I$  y el punto más bajo del borde interno del aro, sin considerar la ranura (ver figura 8.3), con los ojos en posición primaria de mirada. Esta distancia se puede medir fácilmente de la misma

forma que se explicó la medida de la altura  $Y$  en el capítulo 4, *Medidas faciales...* Se recomienda esta altura  $K$  no sea mucho menor que la profundidad del segmento, para evitar cortar gran parte de la zona de visión de cerca.



**Figura 8.3.** Medida de  $K$  con respecto al punto  $I$  (punto inferior del iris).

Los valores que se obtengan de los descentramientos ( $d_{vt}$  y  $d_{vi}$ ) sirven tanto para montaje manual como para montaje con las biseladoras automáticas (ver capítulo 10, *Instrumentos complementarios de las biseladoras automáticas...*, y capítulo 11, *Montaje con biseladora automática*).

En el caso de *montaje manual*, los pasos a seguir son similares a los explicados en los capítulos anteriores, pero existen diferencias en algunos de ellos: en la realización de la plantilla y en la colocación de la misma sobre la lente.

Independientemente del método utilizado para biselar (manual o automático), no es necesario marcar las lentes, ya que la situación y orientación de la lente vienen dadas por la correcta colocación del segmento. Por ello, una vez finalizado el montaje se deberá comprobar tanto la orientación como la posición del segmento sobre el rostro de la persona.

#### 4.- Realización de la plantilla manual

- Se traza la forma del aro y se obtiene el punto  $C$  (ver figura 8.4a).
- Se marca la posición del punto  $T$  a partir de los descentramientos horizontal  $d_{ht}$  y vertical  $d_{vt}$  respecto de  $C$ , y se traza una línea paralela a las líneas horizontales de la caja Boxing que pase por  $T$  (línea  $L$ , figura 8.4a).
- Se recorta la plantilla.
- Se agujerea la plantilla por el punto  $T$  y se retraza la línea anterior (línea  $L$ ) por el revés de la plantilla (ver figura 8.4b).

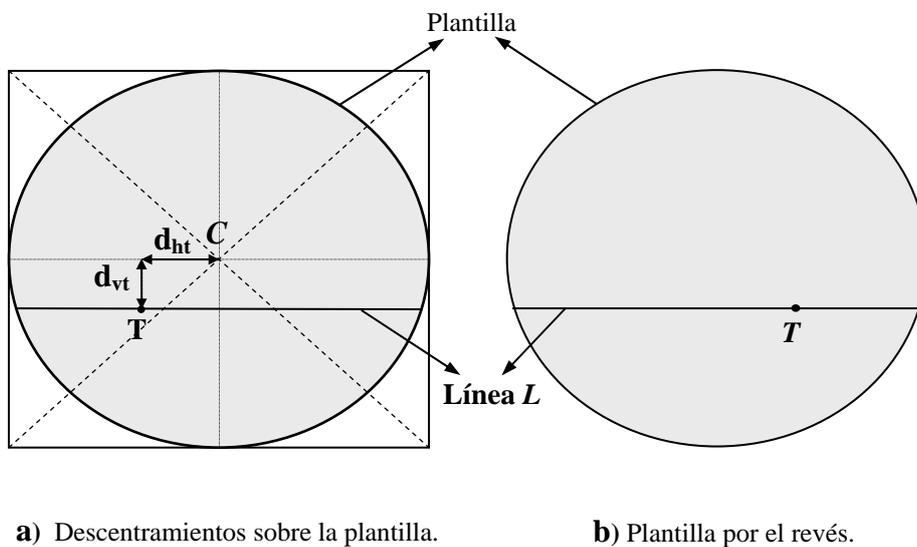


Figura 8.4. Realización de la plantilla.

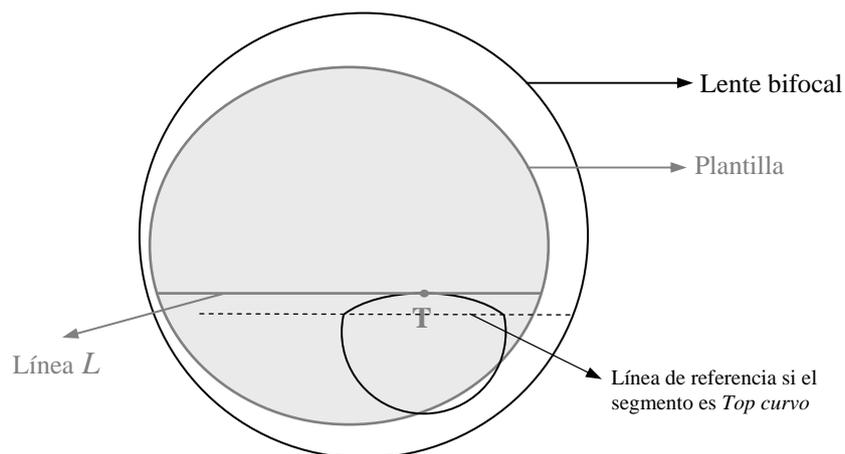
#### 5.- Colocación de la plantilla sobre la lente.

Igual que en capítulos anteriores, se coloca el revés de la plantilla sobre la cara cóncava de la lente. Lógicamente el punto  $T$  de la plantilla debe coincidir

con su correspondiente en la lente (punto superior-central del segmento). Si el borde superior del segmento *tiene forma curva*, la línea *L* debe situarse *tangente a ese borde curvo en el punto T* (ver figura 8.5). Si el borde del segmento *es una línea recta*, la línea *L* debe coincidir con ella. En el caso de segmentos con *Top curvo* (como el de la figura 8.5) se puede considerar como línea de referencia en la lente la que une los dos puntos extremos horizontales, que tendrá que colocarse paralela a la línea *L* de la plantilla.

Si el segmento es *redondo* entonces será más complicada su colocación. En el apartado 2.3 del capítulo 10, *Instrumentos complementarios de las biseladoras automáticas...*, se trata la colocación de este tipo de lentes bifocales en el centrador.

Una vez colocada la plantilla sobre la lente se traza la forma de la plantilla, y se bisela. *No hay que olvidar matar los cantos*.

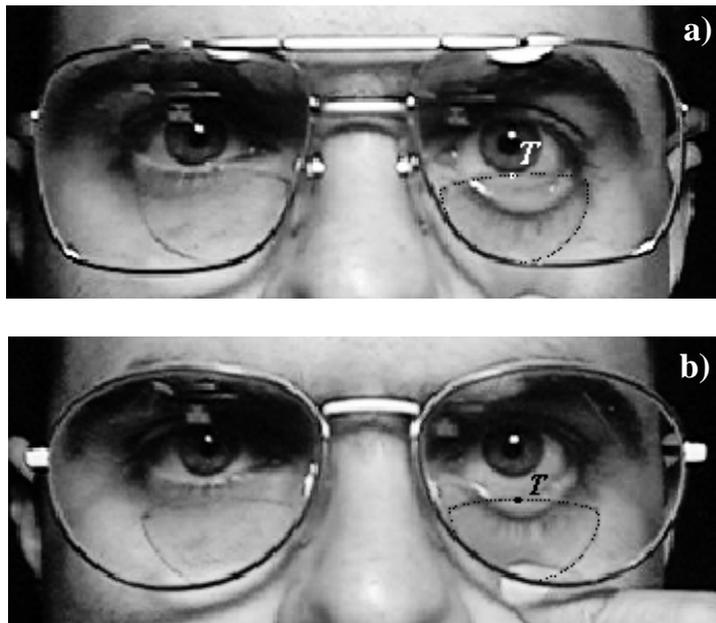


**Figura 8.5.** Colocación de la plantilla sobre la lente. Los trazos grises corresponden a la plantilla, y los trazos negros a la lente.

### 6.- Comprobación del montaje

Cuando esté montada la lente bifocal, se comprueba que el punto  $T$  del segmento coincide con el punto  $T$  de la plantilla, y que el segmento no está girado. Colocando las gafas al paciente, se comprueba que el punto  $T$  del segmento está a 5 ó 6 mm, aproximadamente, por debajo del punto  $P$  en visión de lejos (es decir, coincide con el punto inferior del iris), y que el borde del segmento no le molesta ni en visión de lejos ni en visión de cerca.

En la figura 8.6a se muestra un bifocal correctamente montado para un sujeto que utilice las dos zonas (visión de lejos y visión de cerca) frecuentemente. En la figura 8.6b se muestra una lente bifocal montada con el segmento demasiado bajo, a no ser que por alguna de las circunstancias que se exponen en el apartado 7 se haya optado por esta posición. De todas formas para subir el segmento en este caso, se podría cerrar un poco las plaquetas. Tanto en la figura 8.6a como en la 8.6b se considera que el sujeto está en posición primaria de mirada.



**Figura 8.6.** Lente bifocal montada con el punto  $T$ : coincidente con el punto  $I$  (a) y por debajo de  $I$  (b).

Nota: antes de montar unos bifocales es recomendable trazar una *línea horizontal con la altura  $K$  sobre los talcos que traen las gafas* y probar con las gafas puestas si al paciente le molesta la línea al mirar de lejos o de cerca.

### **7.- Factores que condicionan la altura del segmento $K$**

Cuando se monta una lente bifocal, en algunas ocasiones se deben tener en cuenta factores que pueden provocar un cambio en la altura del segmento de cerca, con respecto a la que se ha dado como convencional (punto  $T$  coincidente con el  $I$ ). Normalmente estos factores están relacionados con la utilización de la compensación óptica y la ergonomía. Por ejemplo, si el usuario de bifocales desea hacer un uso muy frecuente de la zona de cerca o desea trabajar con objetos cercanos situados más altos que la posición de mirada habitual en cerca, la visión puede resultar más cómoda si se sitúa el segmento un poco más alto. Por el contrario, si la persona hace un uso más bien esporádico de la zona de visión cerca o si necesita una gran amplitud de la zona de visión de lejos (por ejemplo, conductores), entonces resulta más cómodo montar el segmento algo más bajo.

### **8.- Montaje de una lente trifocal**

Si la zona intermedia del trifocal tiene una altura de 7 ú 8 mm se recomienda situar el punto  $T$ , que en este caso es el punto superior-central del borde que divide la zona de visión de lejos con la zona de visión intermedia, 3 ó 4 mm por encima del punto considerado para montar lentes bifocales. Por lo tanto, la altura  $K$  será 3 ó 4 mm mayor que en el caso de las lentes bifocales (valor recomendado en el libro "*Essentials of Dispensing*" de A.H. Tunnacliffe, ver Bibliografía). Esto provoca que el segmento interfiera con el campo visual en visión de lejos, lo que supone uno de los mayores inconvenientes de las lentes trifocales.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Medir las distancias necesarias para calcular la posición del segmento.
- Montar una lente bifocal o trifocal:
  1. Con biselado manual.
  2. Con la biseladora automática (ver capítulo 10 y 11)
- Aprender los factores a tener en cuenta para situar correctamente el segmento de cerca.

### Material necesario

Lentes bifocales, monturas, biseladora manual, biseladora automática (con sus instrumentos complementarios), útiles de escritura y gafas de protección.

### Desarrollo de la práctica

En el desarrollo de esta práctica se va a proceder al montaje de una lente bifocal manualmente y otra con la biseladora automática. Independientemente de la forma de biselado, lo primero que se debe hacer es *calcular los descentramientos del punto superior y central del segmento con respecto al centro Boxing*. Como paciente se escogerá a un compañero.

Si se va a realizar el montaje de *forma manual* estos serán los pasos a seguir: realización de la plantilla de cartulina, colocación de ésta sobre la lente, biselado e inserción en aro.

Si el montaje se realiza con *biseladora automática*, tendremos dos posibilidades: utilizar una biseladora que funcione *con plantilla* o una conectada al *módulo lector/centrador* (ver capítulos 10 y 11).

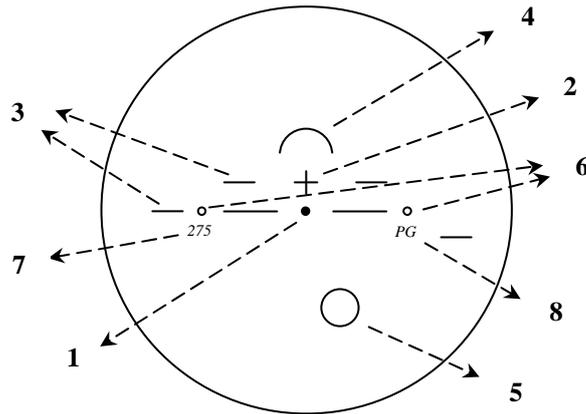
## **9. MONTAJE DE LENTES PROGRESIVAS**

El montaje en sí de una lente progresiva es incluso más sencillo que el de una lente monofocal, dado que la lente se monta respecto a unas marcas auxiliares pensadas a tal efecto. En este capítulo se van a ver las características del montaje de estas lentes, pero sobre todo se va a explicar cómo controlar dicho montaje una vez realizado. Por último, en este capítulo se ha incluido un apartado para tratar algunos de los problemas que suele sufrir el usuario de estas lentes, así como posibles soluciones y formas de prevenirlos. También se incluyen algunas pautas muy útiles en la prescripción, montaje y adaptación de este tipo de lentes.

Una de las cosas que primero llama la atención de las lentes progresivas es que no es necesario hacer ningún tipo de marcado de la misma, pues los fabricantes las envían con una serie de marcas auxiliares, las cuales facilitan enormemente el centrado y control del montaje de estas lentes. Estas marcas son de dos tipos: marcas indelebles o permanentes, que identifican el tipo y orientación de la lente progresiva, y marcas no permanentes, necesarias para el montaje y control de las progresivas. Por tanto, es necesario conocer cómo localizar y en su caso recuperar estas marcas especiales.

El montaje es a priori más sencillo que el de cualquier otro tipo de lente oftálmica, gracias a las marcas no permanentes que tienen (ver figura 9.1). Pero debido a su especial diseño hay que ser muy cuidadoso por las razones que se irán viendo.

En el *Manual de lentes progresivas* editado por Indo, se hace una descripción detallada de diversos aspectos del montaje de este tipo de lentes, los posibles problemas derivados de su adaptación y algunos consejos útiles sobre su montaje y control.



- |  |   |
|--|---|
| (1) Centro de referencia de la lente para la medición del efecto prismático. | (5) Zona de control de potencia de cerca.       |
| (2) Cruz de referencia para el montaje.                                      | (6) <i>Círculos de referencia grabados.</i>     |
| (3) Eje horizontal.  | (7) <i>Adición grabada en el lado temporal.</i> |
| (4) Zona de control de la potencia de lejos.                                 | (8) <i>Marca comercial en la zona nasal.</i>    |

**Figura 9.1.** Marcas de las lentes progresivas. En cursiva, las marcas indelebles.

El resto son unas marcas no permanentes, que sirven para el montaje.

### 1.- Identificación y marcado de lentes progresivas

Es muy habitual ver lentes progresivas a la que se le han borrado las marcas no permanentes, generalmente porque ya están montadas en unas gafas. Estas lentes se conocen como *progresivas sin marcar*.

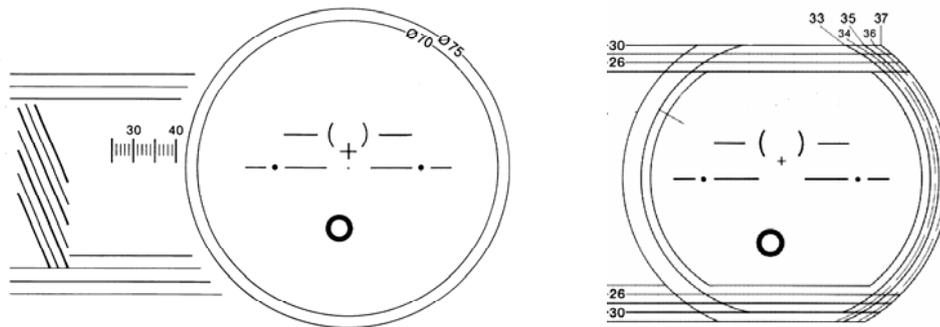
Las lentes progresivas sin marcar se pueden distinguir de dos formas:

- Si se observa algún objeto a través de una progresiva, resulta fácil ver la deformación típica que producen sus diferentes zonas ópticas. Pero esto sólo no permite identificar que es una lente progresiva.
- *La lente progresiva posee unas marcas indelebles* (marcas 6, 7 y 8 en figura 9.1), micrograbadas con láser en lentes minerales, resaltes en lentes orgánicas, que *son la referencia tanto para volver a trazar todas*

las marcas no permanentes de la lente progresiva, como para saber la adición y el modelo de cada lente.

- Para localizar las marcas indelebles en una lente que aparentemente puede ser progresiva, se puede situar la lente bajo una fuente de radiación ultravioleta o se puede mirarla al trasluz. Estas marcas difunden ligeramente la luz con lo cual si se sitúa la lente bajo una fuente de luz y se mira contra un fondo oscuro es más fácil observarlas.

Para remarcar una lente progresiva, el primer paso que se ha de realizar es reconocer de qué tipo de lente se trata para *utilizar su tarjeta de remarcado específica*, pues cada lente, incluso del mismo fabricante, puede tener las zonas de visión en diferentes posiciones. Después de identificar la lente, hay que señalar con tinta la situación de las referencias de marcado (marcas 6 en figura 9.1), que en este caso son dos puntos. Estos puntos de referencia se sitúan sobre unas referencias similares dibujadas en la plantilla. Así se fija una posición de referencia de la lente progresiva, siendo el punto de partida para remarcar el resto de las marcas no permanentes.



**Figura 9.2.** Dos ejemplos de tarjeta de remarcado. Se pueden ver las líneas de referencia tanto para el puente como para la horizontal de la montura.

Cuando la lente ya está montada, además de poder recuperar las marcas no permanentes, se puede controlar que las lentes estén bien montadas. En las tarjetas de remarcado hay unas referencias para fijar la horizontal del frontal (ver líneas de referencia en figura 9.2). Después, observando la posición de las marcas horizontales de la lente respecto a las marcas de la tarjeta, se puede controlar exactamente si la orientación de las lentes es correcta.

## **2.- Consideraciones previas al encargo y montaje de lente progresivas**

Antes de pedir unas lentes progresivas, hay que asegurarse de que las gafas donde se van a montar son adecuadas y están adaptadas al rostro del usuario, teniendo en cuenta los condicionantes que se van a ver en este apartado.

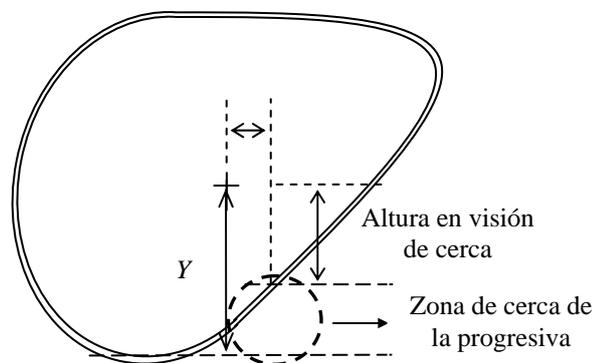
Aunque el montaje de unas lentes progresivas no es muy complicado, sí debe ser cuidadoso, pues un mal montaje puede producir una serie de problemas visuales al usuario que pueden dificultar su adaptación a este tipo de lentes.

### **2.1.- Consideraciones previas al encargo de las lentes:**

- Antes de nada, hay que seleccionar *una montura cuyo tamaño y forma de los aros permitan tener una amplitud de zonas ópticas adecuada:*
  - Aunque depende enormemente del diseño de la lente progresiva, en general se considera que la *altura Y* (centro pupilar en visión de lejos a punto inferior del borde interno del aro), al montar lentes progresivas *debe ser como mínimo de 21 mm*, para no reducir demasiado la zona de visión de cerca. Este valor depende de la longitud del pasillo de visión intermedia y de cómo sea la distribución de la adición. Actualmente la tendencia es a diseñar lentes progresivas que permitan un montaje a menor altura, para utilizar monturas de menor calibre vertical de manera que la lente no parezca de presbicia. *Por ejemplo, algunos modelos actuales de progresivas poseen alrededor del 85 % de su adición a sólo 12 mm de la cruz de montaje.*

Pero se debe tener en cuenta que *conviene dejar suficiente zona de visión de cerca para que el trabajo a corta distancia sea confortable*. Con el frontofocómetro se puede controlar la amplitud de la zona de visión de cerca, pues fuera de sus límites el test se enturbia.

- Como  $Y$  se mide desde la parte inferior del aro, puede darse el caso de monturas cuyos aros tengan un calibre  $\beta$  aparentemente adecuado, pero cuya zona íferonasal que es al fin y al cabo la más importante, esté muy limitada por la forma del aro, como en el ejemplo de la figura 9.3.



**Figura 9.3.** Aro en forma de "pera", desaconsejable para lentes progresivas. Si se monta una lente progresiva en este aro, la zona de cerca queda reducida.

- *Adaptar las gafas al futuro usuario, asegurándose que el frontal, y por tanto los aros, quedan horizontales y que a la persona no le molestan las gafas.*
- *Medir tanto la altura  $Y$  como la DNP de ambos ojos. Marcar  $P$ .*
- *Obtener los descentramientos y el diámetro mínimo de lente.*

- *Considerar la posición de la lente respecto al ojo (ángulo pantoscópico y distancia al vértice).* Aunque en cualquier montaje es recomendable considerar la posición relativa entre lente y ojo, en el montaje de lentes progresivas es decisivo, pues la situación y amplitud de los diferentes campos visuales dependen de la posición en que se monten:

- Respecto a la inclinación de la lente (ángulo pantoscópico), en estas lentes el centro de referencia para el montaje se sitúa unos milímetros por encima del centro de control del efecto prismático, que en este caso puede considerarse como centro referencia en el diseño. En ese caso, se debe adecuar el ángulo pantoscópico a esa distancia, girando  $1^\circ$  el frontal hacia el pómulo por cada 0.3 mm.

Hay que recordar que al inclinar la lente se mejora la visión en la parte inferior del campo visual, que en estas lentes corresponde al campo de visión de cerca. Pero si el ángulo es muy grande, aunque el campo visual en cerca sea mayor, es necesaria una mayor rotación del ojo. Si el ángulo es pequeño entonces la rotación del ojo es menor, aunque a costa de un menor campo visual en cerca.

- *La distancia de la lente al vértice corneal debe ser de unos 14 mm.* Esta es la distancia aproximada entre lente y vértice corneal tomada en cuenta durante el diseño de la lente, y por ello conviene que la lente quede montada a esa misma distancia. Para comprobarlo, es preferible que la montura lleve los talcos ya que puede medir esa distancia y comprobar que la lente no choca con las pestañas de la persona al parpadear. Si la distancia al vértice es mayor de 14 mm los campos visuales son menores, mientras que si la distancia al vértice es menor ha de aumentar la rotación del ojo al mirar objetos cercanos.

- Es muy importante que *cada lente se centre de forma independiente*, aunque queden en diferente posición tanto horizontal como verticalmente. Hay que tener en cuenta que en el diseño de las lentes

progresivas se considera que cada lente se centra de forma individual, para respetar al máximo la visión binocular.

**2.2.- Control previo al montaje.** Aunque en la fábrica se suelen hacer controles de calidad exhaustivos a las lentes progresivas, el fallo es posible. Por ello, *conviene revisar las lentes progresivas antes de montarlas:*

- Observar la lente al trasluz para detectar manchas, rayas, grietas, etc.
- Ver la posición relativa de las marcas indelebles respecto a las marcas no permanentes, para evitar que cualquier error en el marcado provoque un error en el montaje.
- Controlar la prescripción, tanto la esfera como el cilindro (potencia y eje), así como la adición por la cara posterior de la lente según la norma En-ISO 8980-2 de 2000: apoyando la lente por su superficie progresiva (normalmente la cara anterior), se mide la potencia de la lente en la zona de cerca (marca 5, figura 9.1) y en la zona de lejos (marca 4, figura 9.1) y la adición se obtiene de restarle a la primera la segunda.

### **3.- El montaje de lentes progresivas**

El montaje de las lentes progresivas es sencillo, ya que las marcas no permanentes facilitan enormemente el trabajo al no tener que orientarla ni marcarla:

- La cruz de referencia del montaje debe situarse sobre P.
- Las líneas horizontales que la lente tiene marcadas (marcas 3 en figura 9.1), deben quedar paralelas a la horizontal del frontal de la montura y paralelas a las marcas de la lente para el otro ojo.

### **4.- Inadaptación a las lentes progresivas: soluciones**

*Aunque entre el público persiste aún la idea de que es difícil adaptarse a las lentes progresivas, eso no es cierto.* Estas lentes tienen ciertas particularidades que las diferencian mucho de las lentes monofocales: por

ejemplo, tienen varias zonas ópticas diferenciadas (de lejos, intermedia, de cerca, de aberración lateral) de un tamaño limitado aunque sin bordes entre sí, que obligan a la persona a realizar constantes movimientos de cabeza y de ojos para observar los objetos situados a diferentes distancias. También obliga al usuario a adquirir nuevos hábitos y posturas que en algunas personas producen quejas como pueden ser dolores cervicales. Por otro lado, la calidad óptica en general, en particular en las zonas laterales en particular, es claramente menor que en otros tipos de lentes como pueden ser las bifocales.

Por todo ello, el usuario de lentes progresivas suele pasar por un periodo, conocido como *tiempo de adaptación*, durante el cual la persona debe aprender a "utilizar" adecuadamente sus lentes progresivas, adaptándose tanto a la visión estática (p.e, leer, ver televisión, etc.), como a la visión dinámica (p.e, conducir, pasear, etc.). Es arriesgado decir cuánto dura este tiempo de adaptación, ya que depende en cierto modo del usuario. Algunos fabricantes aceptan como normal que una lente de diseño actual tenga un periodo de adaptación aproximado de una semana, durante el cual es común que la visión sea un tanto inestable. Transcurrido ese plazo, la persona debe obtener una calidad visual aceptable. Cuando no es así, hay que investigar cuál es la causa del fallo en la adaptación a la lente. Pueden ser debidos a numerosas causas como por ejemplo a errores de fabricación o a la incapacidad del sujeto para adaptarse a las exigencias de utilizar estas lentes, pero este porcentaje es pequeño. Un gran número de veces *los problemas de adaptación* (según el *Manual de lentes progresivas* de Indo en un 60 % de los casos) *se deben a un mal montaje*.

No hay que tener miedo al uso de estas lentes, pues proporcionan una gran comodidad al presbita, ya que le permiten ver objetos nítidamente desde distancias lejanas, hasta donde le permita la combinación entre adición de la lente y acomodación. *Siempre hay que tener en cuenta que algunos de los problemas que se achacan a estas lentes son inevitables al ser inherentes a su*

diseño, como por ejemplo el tamaño de las zonas de visión. En cada nuevo diseño se intentan reducir el impacto de los hándicaps propios de estas lentes.

*Nota:* según la norma UNE-ISO 13666, *zona de visión* de una lente progresiva es aquella parte de la lente con una potencia óptica determinada. Por ejemplo, la zona de visión de lejos es aquella cuya potencia es la necesaria para compensar la ametropía (potencia de lejos).

**4.1.- Causas y soluciones de los problemas de adaptación.** Si tras un periodo razonable la persona no consigue unos resultados visuales aceptables, se deben identificar las causas del problema. Vamos a ver cuáles pueden ser las causas de inadaptación, y los pasos que debe seguir un óptico-optometrista para identificarlas:

- *Error en la anamnesis: las progresivas no se aconsejan en estrabismos, problemas de convergencia, personas con agudeza visual reducida, anisometropías elevadas (según la fuente, varía entre las 2.5 y las 4 dioptrías), problemas cervicales, nistagmus, etc.*
- *Comprobar el montaje: debido a la complejidad de su diseño, estas lentes pueden causar problemas visuales aun con pequeños errores de montaje. Por eso su control ha de ser exhaustivo:*
  - *Hay que comprobar que la montura no ha cambiado ni su forma ni su posición en el rostro de manera ostensible. Si es así, conviene darle forma de nuevo y comprobar el resultado con el usuario. A menudo el problema de adaptación se debe a que las gafas están caídas, giradas, con un ángulo pantoscópico incorrecto, etc.*
  - *La cruz de montaje se debe situar sobre P. Los errores en el centrado más frecuentes y sus consecuencias son:*

*Mayor altura Y  $\Rightarrow$  En lejos: la visión empeora.*

*El campo visual se reduce.*

*Menor altura Y  $\Rightarrow$  En cerca: se reduce el campo visual.*

*Aumenta la rotación del ojo.*

*Los movimientos de cabeza son mayores.*

*Posición lateral errónea  $\Rightarrow$  La visión tanto a distancias intermedias como cercana empeora, al utilizar las zonas donde las aberraciones son mayores. Pueden aparecer giros de cabeza al intentar mirar por la zona de cerca de menor astigmatismo.*

- *Las referencias horizontales de ambas lentes (marcas 3 en figura 9.1) deben quedar paralelas entre sí y con la horizontal del frontal. La orientación de las referencias se hace apoyando la parte superior del frontal de las gafas sobre una superficie plana; las marcas de la lente deben quedar paralelas a dicha superficie.*

Cuando alguna de las lentes progresivas está girada, además de no compensar adecuadamente el astigmatismo prescrito, sus zonas de visión quedan igualmente giradas, cambian de posición dificultando tanto la visión monocular (en cerca, por uno de los laterales), como la visión binocular (las imágenes de ambos ojos pierden similitud).

Estos errores suelen aparecer por:

- Una deficiente toma de las medidas faciales.*
- Retoques en la posición de las gafas después de montar las lentes.*
- Gira de la lente durante el centrado previo al biselado.*

Si se detecta un error en el montaje que se identifica como la causa del problema de adaptación, hay que intentar rectificarlo girando la lente o variando la posición de las plaquetas; si resulta imposible rectificarlo, se pide y se monta de nuevo la lente o lentes defectuosas.

- *Comprobar la refracción. A veces la prescripción optométrica es errónea, siendo estos errores más comunes en la potencia de la adición:*

- *A veces la adición no se prescribe según las características de la persona, sino que se pide en función de la edad de la persona.*
- *A veces se prescribe una adición mayor a la necesaria, para que las lentes "duren más tiempo". Esto reduce las posibilidades de adaptación, pues cuanto mayor es la adición, peor calidad óptica presenta le lente progresiva.*

*Lo mejor es prescribir la adición atendiendo a la reserva acomodativa que posea la persona y a la distancia de trabajo que utilice para las tareas que desea realizar con las lentes.* Existen ciertas reglas de prescripción de la adición:

- Prescribir una adición tal que, para la distancia de trabajo habitual quede 1/3 de reserva acomodativa.
- Prescribir una adición que deje la mitad de la reserva acomodativa para la distancia de trabajo habitual.

Hay que tener en cuenta que una lente de menor adición posee una mejor calidad óptica, pero compensará la presbicia durante menos tiempo. Al prescribir una adición mayor ocurre justamente lo contrario. *Lo más importante es comprobar que con la adición prescrita la persona se siente cómoda y además le permite trabajar adecuadamente a las distancias cercanas que desea.*

Si hay un error en la prescripción para lejos considerable, conviene pedir un nuevo par de lentes progresivas con la refracción correcta, para poder descartar que haya sido esta la causa del problema.

- *Comprobar la calidad de las lentes.* La calidad de las lentes puede verse afectada porque se han estropeado con el uso o porque tienen algún defecto. Aunque las casas comerciales tienen unos controles de calidad muy exhaustivos, garantizados por normas europeas, es posible que puntualmente haya algún error por parte del fabricante. En la lente hay que comprobar:

- La calidad de las superficies. Hay que observar que la lente no esté estropeada, como por ejemplo una lente endurecida que se ha rayado. También conviene comprobar que no tiene irregularidades en sus superficies.
- Si la potencia de la lente no es la prescrita es normal que aparezcan problemas visuales. En ese caso, hay que comprobar que el pedido de las lentes se hizo correctamente. Independientemente de si el error se cometió en el pedido o en el envío, hay que solicitar inmediatamente un nuevo par de lentes. Las diferencias máximas que pueden existir entre la potencia solicitada (prescripción) y la realmente obtenida, y por tanto los indicadores de que una lente está mal fabricada, se recogen en la norma *UNE-EN-ISO 8980-2*:
  - ◆ *Tolerancia de potencia de la esfera*. Medida en la zona de control de la potencia para lejos (marca 4 en figura 9.1), unos milímetros por encima de la cruz de montaje (marca 2, figura 9.1). Para potencias entre 0 y  $|6.0|$  dioptrías se permite una diferencia de  $\pm 0.12$  D, mientras para potencias entre  $|6.0|$  y  $|12.0|$  dioptrías la tolerancia aumenta hasta  $\pm 0.18$  D.
  - ◆ *Tolerancia de potencia del cilindro*. En este caso, la tolerancia no sólo depende de la potencia del cilindro, sino también de la potencia de la esfera. De ese modo, para combinaciones de esfera y cilindro de baja potencia la tolerancia en la potencia del cilindro es de  $\pm 0.12$  D, mientras para la mayoría de potencias esféricas (de 0 a  $|12.0|$  dioptrías) y potencias cilíndricas (de 0 a  $|4.0|$  dioptrías) la tolerancia de potencia cilíndrica sube a  $\pm 0.18$  D.
  - ◆ *Tolerancia en la orientación del eje de cilindro*. Se admiten diferencias de  $\pm 7^\circ$  en el eje de cilindros inferiores a  $|0.50|$  D,  $\pm 5^\circ$  para potencias entre  $|0.50|$  y  $|0.75|$  D,  $\pm 3^\circ$  para cilindros entre  $|0.75|$  y  $|1.50|$  D, y  $\pm 2^\circ$  para el resto de potencias.

- ◆ *Tolerancia en la adición.* Hasta  $|4|$  D se tolera un error de  $\pm 0.12$  D. Esta norma establece que la adición se debe medir de forma similar a como se explicó en lentes bifocales, apoyando la superficie convexa de la lente en la concha de apoyo del frontofocómetro.
- ◆ *Tolerancia de potencia prismática.* Sólo se toleran efectos prismáticos residuales de  $\pm 0.25^\Delta$  para prismas de hasta  $2.0^\Delta$ , y  $\pm 0.50^\Delta$  para prismas de entre  $2.0^\Delta$  y  $10.0^\Delta$ . Hay que tener en cuenta que en la cruz de montaje (marca 2, figura 9.1) el efecto prismático suele ser mayor que en el punto de control de la potencia prismática (marca 1, figura 9.1).

Si el error en la lente servida por el fabricante supera estos márgenes, se considera que el fallo es suyo y por lo tanto hay que remitirle las lentes para que las comprueben y envíen otra nueva.

- *Problemas por el propio diseño de la lente.* De forma genérica el aumento de potencia algebraica de la primera superficie de la lente, la que es genuinamente progresiva, con una zona superior con la potencia de lejos, un pasillo para potencias intermedias, zona de transición donde la potencia va cambiando en unos pocos milímetros desde la zona de lejos a la zona de cerca situada en la parte ínferonasal. Pero esta superficie de curvatura cambiante produce numerosas aberraciones ópticas en las zonas laterales al pasillo de variación de potencia, entre las cuales la más importante es el astigmatismo.

Pero las aberraciones laterales no son la única fuente de problemas. El propio diseño de la lente puede impedir una buena adaptación visual: por ejemplo, el usuario de lentes progresivas ha de adaptarse a la visión que obtiene en cada una de las zonas de visión, entre las cuales el pasillo para distancias intermedias suele ser el más problemático, ya que en esta zona

la geometría de la lente, y por tanto su potencia, va cambiando de forma paulatina, por lo cual la calidad de imagen es menor que en las otras dos zonas de visión de la lente. Si se desea comprobar *la variación de potencia en la zona de visión intermedia* con el frontofocómetro, debido al amplio diámetro de la concha de apoyo el test se verá en esta zona algo desenfocado, pues el haz atraviesa zonas de potencia variada. Se puede reducir este efecto utilizando una concha de apoyo con un orificio de menor tamaño, por ejemplo el utilizado para lentes de contacto.

Hay una gran variedad de lentes progresivas comerciales, clasificadas en *generaciones*, donde las más actuales son las de quinta generación. Pero en el mercado sobreviven lentes cuyo diseño es simple o antiguo, como a menudo son algunas de las "lentes progresivas de oferta". Estas lentes suelen ser de una calidad óptica menor y por lo tanto producen mayores problemas de adaptación visual.

- *Incapacidad del sujeto para adaptarse a la visión con progresivas.* A veces, tras haber hecho todas las comprobaciones anteriores es posible que persistan los problemas de adaptación. En determinados colectivos es más frecuente que en otros, como por ejemplo las personas mayores, aunque siempre depende de múltiples factores, principalmente psicológicos, como pueden ser el nerviosismo, la desconfianza hacia las progresivas. Otro factor podría ser el grado de dependencia de la compensación óptica; un presbita miope con una pequeña refracción tiene menos dependencia visual en cerca y por tanto será más propenso a no adaptarse ya que puede ser que no utilice sus gafas tan habitualmente como un hipermetrope o un astigmata moderado.

#### **4.2.- Casos comunes de problemas de adaptación a las progresivas.**

Aunque los casos que se pueden presentar son muy variados, algunos de ellos son más frecuentes y por tanto merecen una mayor atención.

- A menudo, si el problema de inadaptación no tiene causas refractivas, ni de montaje, ni ópticas, es posible que la persona no haya conseguido todavía acostumbrarse a la visión que estas lentes le proporcionan, tal y como se trata en los dos puntos finales del anterior subapartado. *En este caso, se puede insistir en el uso durante un periodo extra de uso, sobre todo si la persona está decidida a seguir intentándolo.*
- Algunas veces, *el problema de adaptación a la lente progresiva puede verse agravado por el uso de las gafas en sí mismo.* Muchas personas con aparente buena visión que no han utilizado compensación óptica nunca, suelen someterse al primer examen visual cuando perciben los primeros síntomas de la presbicia. Con mucha frecuencia, además de problemas de visión cercana aparecen errores refractivos como pueden ser pequeñas hipermetropías o astigmatismos. En ocasiones a estas personas que todavía gozan de una aceptable visión tanto en lejos como en cerca, les puede resultar incómodo tener que acostumbrarse por un lado al hecho de llevar gafas, por otro lado a que las lentes sean progresivas, con las ventajas e inconvenientes ya explicados, y además tener que acostumbrarse a utilizar una compensación óptica para lejos. Hay que tener en cuenta que muy comúnmente tienen malos hábitos, como por ejemplo las personas con baja hipermetropía, que tienden a acercarse con las lentes progresivas.

Cuando una persona de mediana edad acude a hacerse una revisión por que cree tener un problemas en visión de cerca, suele presentar realmente un problema en visión lejos como pueden ser ligeras o medias hipermetropías. En esos casos, la simple utilización de una compensación para la ametropía acaba con el problema visual en cerca y el uso de lentes progresivas debe aplazarse hasta que exista realmente un problema visual en cerca.

En las lentes progresivas *las soluciones nunca son universales y dependen siempre de la situación personal.*

- En cualquier caso conviene hacer hincapié en que la adaptación al uso de lentes progresivas es más fácil cuanto antes se intente, pues por un lado al ser la adición menor, la calidad óptica de la lente es sensiblemente mejor y todos los efectos perniciosos son limitados, e incluso estéticamente son la mejor de las soluciones para la presbicia dentro del abanico de lentes oftálmicas. Además, la predisposición psicológica a los cambios inducidos por las progresivas es mejor.
- A veces nos podemos encontrar con gente con problemas de adaptación que utiliza lentes prescritas por otro profesional. Antes de descalificar la praxis optométrica realizada por otra persona conviene hacer una consulta previa, pues como hemos visto los problemas de adaptación no se deben únicamente a una mala práctica optométrica.

### **5.- Consejos prácticos para la prescripción y uso de lentes progresivas**

Para finalizar, hay algunas cosas que pueden ser tenidas en cuenta cuando se prescriben lentes oftálmicas progresivas:

- Conviene prescribir *lentes con tratamiento antirreflejante* para evitar, por ejemplo, los desdoblamientos de focos durante la conducción nocturna.
- Cuando una persona piensa en utilizar lentes progresivas por primera vez *es necesario "vacunar la venta", es decir, se deben comentar tanto sus beneficios como sus inconvenientes*. Pero está claro que no es muy adecuado asustar innecesariamente a la gente sino dando consejos prácticos para su utilización dejando claro lo que se puede esperar de estas lentes.
- *Aunque se debe alentar a llevar las lentes progresivas constantemente y desde el primer momento, no conviene agobiar a la persona*. Una forma paulatina de adaptarse a las lentes progresivas, por ejemplo *cuando la persona va a utilizar progresivas por primera vez o tiene antecedentes de fracasos anteriores*, es empezar a utilizarlas poco a poco, en lugares conocidos como en casa y realizando tareas estáticas como pueden ser

leer, ver la televisión, etc. Posteriormente conviene ir aumentando las horas de uso abarcando tareas más dinámicas y complejas como puede ser salir a la calle, siendo lo último las tareas más delicadas como la conducción.

- Cuando transcurrido un tiempo de uso la lente progresiva ha de cambiarse por estar deteriorada o por haber cambiado la prescripción (como puede ser un aumento de la adición), suele existir un pequeño proceso de readaptación. Por ejemplo, aunque la montura sea la misma, si se cambia la adición se está cambiando la distribución de potencias en el pasillo. *Si la persona ha tenido problemas previamente con las lentes progresivas, no conviene que haya un cambio muy brusco en la potencia de lejos ni en la adición.* Además, es recomendable *abandonar totalmente el uso de las lentes progresivas anteriores*, pues en caso contrario pueden surgir las comparaciones típicas: con la nueva prescripción seguramente ve mejor en cerca, pero puede ser que le cueste adaptarse a las lentes y opte por las que utilizaba antes por sentirse más cómodo...

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Identificar lentes progresivas sin marcar.
- Recuperar las marcas no permanentes con tarjetas de remarcado.
- Montar lentes progresivas:
  1. Manualmente.
  2. Con biseladora automática.
- Detectar y afrontar algunos de los problemas derivados de la adaptación a las progresivas.

### Material necesario

Lentes progresivas marcadas y sin marcar, tarjetas para remarcado lentes progresivas, útiles de escritura, monturas, biseladoras manual y automática, etc.

### Realización de la práctica

Para un mejor aprovechamiento de lo explicado, se puede hacer un montaje de dos lentes progresivas en una montura. La primera de las lentes con las marcas provenientes de fábrica y la otra lente progresiva sin marcar. Como sujeto se puede utilizar a un/a compañero/a. El proceso sería el siguiente:

Si la lente está sin marcar, lo primero es localizar las marcas grabadas, y recuperar las marcas no permanentes mediante las tarjetas de remarcado de lentes progresivas.

Después se toman las medidas necesarias para el montaje. En esto hay que ser muy cuidadoso, pues gran parte de las posibilidades de éxito del montaje de estas lentes dependen de que no se comentan errores durante las fases del montaje: adaptación de la montura, toma de medidas, centrado y montaje.

Por último hay que comprobar que el montaje ha sido correcto con la persona que ha servido de modelo. Si la prescripción en lejos de la lente progresiva utilizada no difiere mucho de la prescripción de la persona, se puede estudiar qué posibles problemas nota así como las posibles soluciones.



## **10. INSTRUMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LAS BISELADORAS AUTOMÁTICAS: PLANTILLADORA, CENTRADOR Y MODULO LECTOR/CENTRADOR**

Hoy en día, en cualquier taller de montaje de lentes oftálmicas se dispone de una biseladora automática. La mayoría de estas máquinas consisten en: un eje que sujeta la lente (*eje sujeta-lentes*), que gira a la vez que incide sobre una muela, describiendo la forma del aro (ver figura 11.1).

Para que la biseladora pueda realizar correctamente su trabajo, se le debe *transmitir la información sobre la forma del aro y colocar la lente sobre el eje según los descentramientos deseados*. Para alcanzar estos dos fines, se debe llevar a cabo un proceso previo, utilizando los instrumentos que se van a estudiar en este capítulo.

La información de la forma del aro se puede transmitir al *eje sujeta-lentes* de dos maneras:

- Mediante plantilla: la máquina lee la forma del aro de la montura directamente de una plantilla, que representa la forma que debe tener la lente una vez biselada. Normalmente la plantilla la proporciona el fabricante; pero si no es así, tendremos que realizarla nosotros, bien de forma manual o usando una *plantilladora automática*.
- Sin plantilla: a la biseladora se le adapta un aparato llamado *módulo lector/centrador*, que es a la vez lector digital de formas y centrador de lentes. El aparato hace una lectura directa de la forma que debe tener la lente, ya sea a partir del aro, de la plantilla o del talco. Esta información es transferida a la biseladora automática, que mueve el *eje sujeta-lentes* según la forma leída.

Para poder colocar la lente en la biseladora automática se debe *bloquear*: unir en la superficie anterior una pieza de plástico (que llamamos *útil de bloqueo*), que encaja en uno de los extremos del *eje sujeta-lentes*. Lógicamente, dependiendo del lugar y la orientación en que se coloque el *útil de bloqueo* sobre la lente así serán los descentramientos y la orientación que se obtendrán, respectivamente. Por ello, antes de bloquear la lente se debe *centrar*: situar el centro de montaje en el lugar adecuado, así como orientar adecuadamente la lente si es monofocal astigmática, multifocal o progresiva. Si se utiliza un *módulo lector/centrador*, este instrumento mostrará en una pantalla la forma leída del aro y el descentramiento. Sobre esta pantalla se centrará la lente y se bloqueará. Sin embargo, si se utiliza una *plantilladora*, también se debe disponer de un *centrador*, que es un instrumento que nos permite centrar y bloquear la lente.

En este capítulo, vamos a estudiar la utilización de una plantilladora automática (*Indoform* de la empresa *Indo*) y un centrador (*Indobloc* de *Indo*), instrumentos necesarios para trabajar con biseladoras automáticas que funcionan con plantilla.

A continuación, se explicará el funcionamiento de un módulo lector centrador (*Indoform CNC* de *Indo, S.A.*), necesario para trabajar con las biseladoras que funcionan sin plantilla.

## **PLANTILLADORA Y CENTRADOR**

En este apartado se va a tratar el proceso previo a la realización del biselado con una *biseladora automática que utiliza plantilla*. El proceso consta de los siguientes pasos:

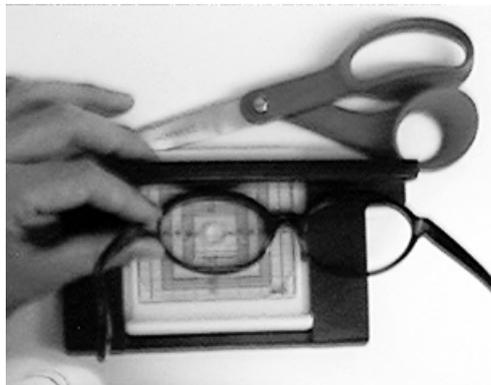
1. Se adapta la montura, se miden las distancias faciales y se calculan los descentramientos, así como el diámetro mínimo de lente.
2. Una vez que tenemos la lente, si no disponemos de la plantilla, se debe hacer una, bien de *forma manual* o con la *plantilladora automática*.

3. Si la lente es monofocal, se marca con el frontofocómetro según la prescripción necesaria (incluyendo el efecto prismático, si lo hubiere).
4. Se centra en el centrador.
5. Se comprueba que el diámetro de lente sea suficiente para cubrir toda la plantilla.
6. Por último, se bloquea la lente por su superficie anterior mediante un útil de bloqueo. La lente queda lista para ser introducida en la biseladora automática.

### 1.- Realización de la plantilla

Se puede realizar con la plantilladora manual o con la automática:

- Para realizarla de *forma manual*, nos podemos ayudar de una plantilladora como la que se muestra en la figura 10.1. Esta consiste en un retículo sobre el que se encaja la plantilla de plástico. Encima de ésta se coloca el aro, que se centra con respecto al centro del retículo según el sistema de acotación que se utilice (Boxing o Datum). Se dibuja el contorno del aro, se recorta la plantilla con unas tijeras y se limpia el borde con una lima.



**Figura 10.1.** Plantilladora manual.

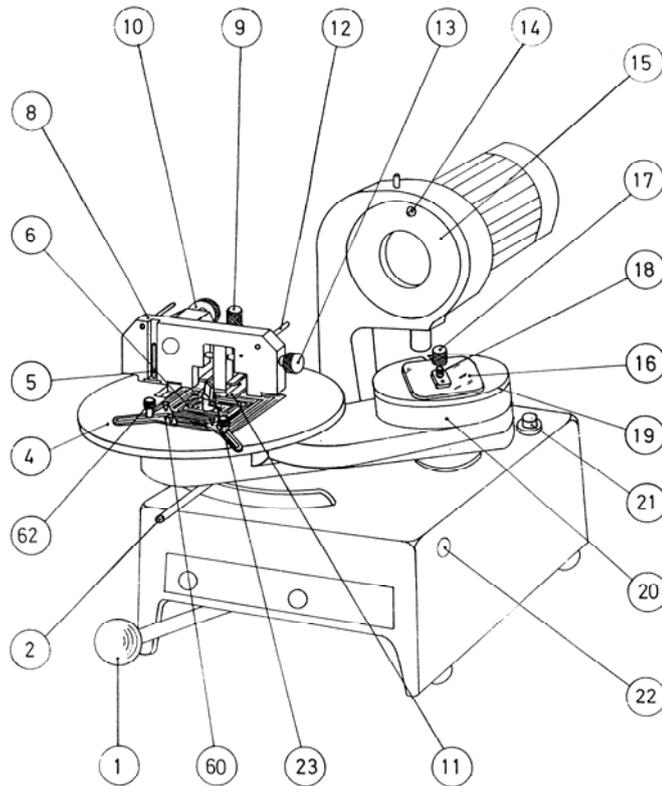
- La otra forma de hacer la plantilla es con una *plantilladora automática* (figura 10.2). En los apartados 1.1 y 1.2, detallamos su funcionamiento, siguiendo el esquema de la figura 10.3.



**Figura 10.2.** Plantilladora automática *Indoform*.

#### 1.1.- Centrado de la montura en la plantilladora:

- *Antes de conectar el aparato a la red eléctrica, se sitúa la palanca (1) en el punto rojo, que es la posición de "parado".*
- *En todo momento se debe evitar que la plataforma se desplace, pues si lo hace, el punzón se pone en marcha con el consiguiente peligro.*
- *Se gira la mesa (4) en el sentido de las agujas del reloj hasta situar el retículo hacia el usuario. La plantilla (16), situada sobre la mesa (20), debe girar simultáneamente.*
- *Se gira la palanca (2) hasta hacer coincidir los dos retículos, formando un único retículo que se utiliza para centrar el aro.*



**Figura 10.3.** Esquema de la plantilladora automática *Indoform*.

- Se sitúa la montura sobre la mesa (4) con las varillas hacia arriba, apoyando la parte superior sobre el regle (8) y sujetando el aro izquierdo mediante el pasador (5). También es posible hacer la plantilla para el aro izquierdo, pero apoyando su parte inferior en el regle.
- Se introduce el aro derecho de la montura entre la pinza (11), que se cierra con la tuerca (9).
- Se centra el aro con respecto al centro del retículo (que coincide con la posición del palpador) según el sistema de acotación (Boxing o Datum) que se utilice:

- Si se gira el tornillo (10) se desplaza el regle (8), y por lo tanto la montura se mueve en vertical, realizando el *centrado vertical*.
- Al girar el tornillo (13) se desplaza la pinza (11), a la que va sujeta la montura, hacia derecha e izquierda, realizando el *centrado horizontal*.
- Una vez centrada la montura, se colocan las horquillas (60) contra el aro, *procurando no presionarlo ni deformarlo*. Una vez situadas, se fijan por medio de las tuercas (62).
- Se deslizan los pasadores (12) hacia la montura para evitar que las varillas se cierren. *Hay que comprobar que la montura queda muy bien sujeta*.

### 1.2.- Recortado de la plantilla:

- *Se coloca la plantilla (16) en su alojamiento (18) con su parte más plana apoyada en la mesa (20). Se fija con la tuerca (17).*
- El motor del punzón que recorta la plantilla se pone en marcha al girar la plataforma. Se debe desplazar *muy lentamente*, con una mano, la palanca (1) de la posición de paro (punto rojo) a la de trabajo (punto verde), a la vez que con la otra mano *se introduce la punta del palpador (23) en la ranura del aro*. Si se continúa girando la palanca (1), en un determinado punto del recorrido se pone en marcha automáticamente el motor del punzón y el de giro de las mesas (4 y 20), donde están la montura y la plantilla.
- Antes de comenzar a recortar la plantilla, conviene que el palpador dé una vuelta completa en la ranura del aro, para comprobar que en ningún momento se salga del mismo.
- *Hay que evitar que la plantilla choque con brusquedad con el punzón, pues se rompe con facilidad. Para ello, se desplaza con cuidado la palanca (1), hasta que la plantilla (16) entre en contacto con el punzón, empezando así el recorte. El punzón entrará en la plantilla hasta llegar a un tope, donde comenzará a girar. Entonces, se puede soltar la palanca.*

- *La plantilla se irá recortando siguiendo la forma del aro de la montura, que viene dado por el recorrido del palpador. ¡Mucho cuidado! Hay que vigilar que en el palpador no se salga de la ranura del aro.*
- *Al completar el recorrido de una vuelta entera, con una mano se pulsa el botón (21) que detiene el motor (¡Ojo, el motor permanece parado sólo si se mantiene pulsado!), mientras con la otra se devuelve la palanca (1) a la posición de parada (punto rojo).*
- *Una vez finalizado el ciclo se gira manualmente la mesa (4) en el sentido de las agujas del reloj hasta alcanzar la posición inicial.*
- *Se retira la plantilla ya recortada y se repasa el borde con una lima. ¡Ojo, la tuerca (17) debe devolverse al pasador situado sobre el motor!*
- *Es muy importante marcar alguna referencia de la posición relativa entre plantilla y aro: por ejemplo, marcando con una *N* y con una *S* los lados nasal y superior respectivamente de la plantilla.*
- *Finalmente se extrae la montura.*

***¡ADVERTENCIA!:***

*Mantened la palanca (1) en la posición del punto rojo mientras no se recorte la plantilla. No acerquéis las manos al punzón cuando esté en marcha.*

## **2.- El centrador**

Una vez que tenemos la plantilla con el perfil de los aros de la montura en forma de plantilla, hay que situar cada lente respecto al aro, para después bloquearla. *El centrador* (figuras 10.4 y 10.5) permite visualizar a la vez la plantilla, la lente ya marcada y un retículo con el cual medir los descentramientos de la lente (ver figura 10.5 dcha.). Las tareas que se realizan con este instrumento son: *centrar la lente, comprobar que el diámetro de la lente es suficiente* y, finalmente, *bloquear la lente*.



**Figura 10.4.** Centrador de lentes *Indoblock*. A la derecha, un esferómetro.

2.1.- **Centrado de la lente.** La explicación de este apartado va a estar referida a lentes monofocales. Las consideraciones específicas que se deben tener en cuenta para lentes bifocales y progresivas se tratarán en el subapartado 2.3.

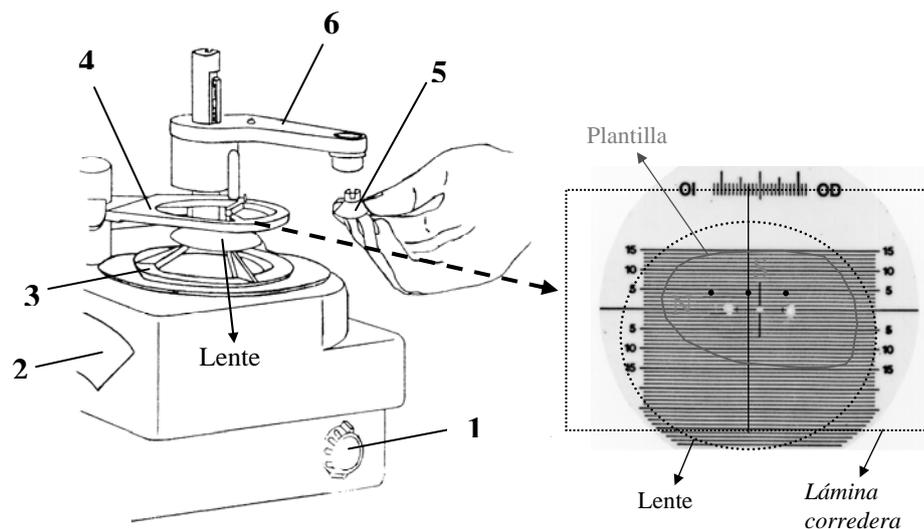
Antes de comenzar el proceso de centrado, la lente debe estar marcada según la prescripción. A continuación, se calculan los descentramientos horizontal ( $d_H$ ) y vertical ( $d_V$ ) del punto  $P$  con respecto al centro del aro (es más utilizado el centro Boxing,  $C$ ). Los pasos que hay que seguir para centrar una lente en el centrador son (ver figura 10.5):

- Se gira el selector (1) hacia la derecha (hay cinco posiciones) para seleccionar el nivel de iluminación. Esta luz ayuda durante el centrado.
- Se presiona la palanca (2) con la mano izquierda, mientras con la derecha se sitúa la lente entre el soporte (3) y la plataforma (4), con la superficie anterior hacia arriba. Si se sube la palanca (2), la lente queda sujeta.
- El retículo está sobre la plataforma (4). Posee unas líneas horizontales paralelas, separadas 1 mm, para medir los descentramientos verticales y situar la línea horizontal de la lente. Sobre el retículo hay acoplada una *lámina corredera* con una línea vertical central, que se desplaza en

dirección horizontal y nos permite situar el descentramiento horizontal en una regla situada en la parte superior del retículo.

Es fundamental tener clara la posición nasal y temporal de ambos ojos sobre el retículo. La posición de la plantilla se puede determinar imaginando que al mirar el centrador estamos mirando las gafas de frente, parte superior hacia arriba, así como parte nasal a la derecha para OD y a la izquierda para OI (ver ejemplo en figura 10.5). En la zona superior del retículo pone *OD* y *OI*, indicando dónde colocar la parte nasal del ojo derecho y ojo izquierdo, respectivamente. Para insertar la plantilla en el centrador, hay que situar sus agujeros en los pivotes que hay encima del retículo. Se baja la lupa, para facilitar el centrado.

- Para desplazar la lente entre el soporte (3) y la plataforma (4), y situarla según el descentramiento, se debe soltar la lente pulsando ligeramente la palanca (2).



**Figura 10.5.** Izquierda, esquema del centrador *Indoblock*; derecha, retículo del centrador, con un ejemplo de lente marcada y descentrada, y una plantilla situada para el OI.

(Si la lente es para OI: 3 LN, 4 LS; si la lente es para OD: 3 LT, 4 LS)

(Nota: LN, lado nasal; LT, lado temporal; LS, lado superior; LI, lado inferior. Los valores de los descentramientos se suponen en milímetros, si no se dice lo contrario)

- A continuación se centra la lente: se desplaza con respecto al retículo hasta situar el *CM* en el lugar deseado según los descentramientos, a la vez que se orienta adecuadamente: en el caso de las lentes monofocales astigmáticas, las tres marcas del frontofocómetro deben estar alineadas con las líneas horizontales del retículo, para mantener la orientación de los meridianos principales.
- Tras centrar la lente, es muy aconsejable *comprobar que todo el perfil de la plantilla queda inscrito dentro de la proyección del borde de la lente*, por si hubieramos cometido un error en la petición del diámetro o la casa comercial no nos hubiera enviado el correcto. *Si no se tiene suficiente tamaño de lente se debe pedir un diámetro mayor.*
- Finalmente, soltando suavemente la palanca (2), la lente queda sujeta. Si al comprobar el centrado, no es correcto, se presiona ligeramente la palanca (2) y se desplaza y/o gira la lente.

2.2.- **Bloqueo de la lente.** Para continuar explicando el proceso de bloqueo nos seguimos basando en la figura 10.5:

- Se retiran el retículo milimetrado y la lupa, desplazándolos hacia la izquierda.
- Si es necesario, bien porque lo necesite la biseladora automática o bien por la elección del útil de bloqueo, se mide con el esferómetro la potencia de la primera superficie de la lente.
- Hay dos tipos de *útiles de bloqueo* (5): el tipo más común se adhiere mediante una pegatina especial, con la que se bloquea cualquier lente; otras se adhieren por presión.

Entre los útiles de bloqueo del primer tipo las más comunes son las universales, que suelen estar hechas bien de plástico bien de una combinación de metal y goma; se utilizan con cualquier lente. Pero también hay útiles de bloqueo específicos para unos rangos de potencia de la primera superficie; como ejemplo, algunas de las útiles de bloqueo

de nuestro laboratorio son de este último tipo, y se escogen de la siguiente manera: potencias de entre -2 D y +2 D, *útil de bloqueo amarillo*; de entre +2 D y +7 D, *útil de bloqueo blanco*; para potencias mayores de +7 D, *útil de bloqueo negro*.

- El útil de bloqueo (5) se encaja en el extremo del brazo móvil (6), observando que quede bien sujeta. Si el útil de bloqueo se adhiere mediante pegatina, hay que coger una de un rollo y adherírsela.
- El brazo móvil (6) se gira según las agujas del reloj hasta llegar a un tope. Entonces se baja hasta que toque la lente, asegurándonos que el útil de bloqueo queda bien adherida a la lente.
- El brazo móvil se devuelve a su posición original.
- Levantando la plataforma (4) mediante la palanca (2), se extrae la lente del centrador con el útil de bloqueo adherida.

Tras todo este proceso, la lente ya está centrada y lista para ser introducida en la biseladora automática.

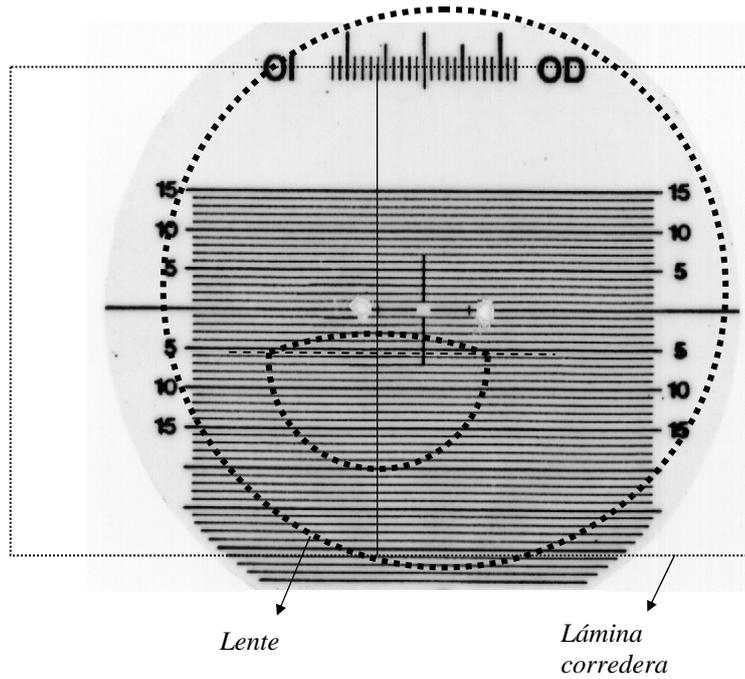
### 2.3.- Consideraciones para el uso del centrador con lentes bifocales y progresivas.

#### 2.3.1.- Lentes multifocales (bifocales/trifocales)

Como punto de referencia (centro de montaje) se utiliza el *Top* del segmento (punto *T*), que se debe desplazar con respecto al centro del retículo según los descentramientos calculados ( $d_{vt}$  y  $d_{vt}$ ), orientando la lente de tal forma que el segmento no quede girado. Si el segmento es un *top curvo*, se debe recordar que se puede utilizar como línea de referencia la que une los dos extremos horizontales (ver figura 10.6).

Sin embargo, si la forma del segmento es circular, es más complicado detectar el *Top* y orientar la lente correctamente. Por ello, si la lente es bifocal

astigmática, es aconsejable marcar la lente según la prescripción, para que los tres puntos nos sirvan como referencia horizontal. Pero en el caso en que la potencia de la lente sea esférica, es aconsejable marcar el centro óptico en visión de lejos, y cuando se sitúe la lente en el centrador, para que el segmento tenga la orientación adecuada, la distancia vertical desde el centro óptico marcado al punto *T* debe ser igual al valor de la caída.

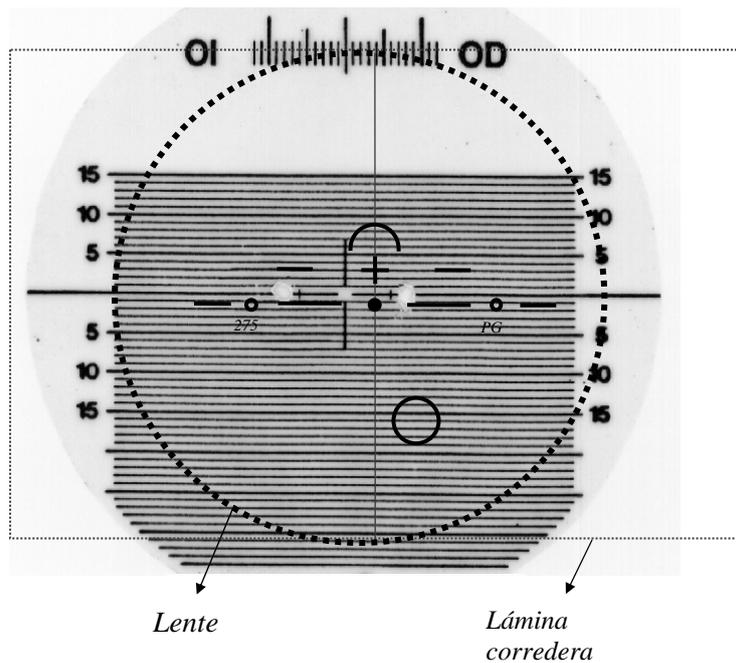


**Figura 10.6.** Lente bifocal para el ojo izquierdo en el centrador, con el punto *T* descentrado 6 mm lado nasal y 3 mm lado inferior.

Es muy aconsejable situar la plantilla en el centrador, no sólo para comprobar si tenemos suficiente tamaño de lente, sino también para observar si se recorta parte del segmento.

2.3.2.- Lentes progresivas

En este tipo de lentes el centro de montaje, *CM*, es el centro de la *cruz de montaje* y las *marcas horizontales* deben quedar alineadas con las líneas horizontales del retículo (ver figura 10.7). Una vez montadas estas lentes, el centro de la cruz de montaje debe coincidir el punto *P* en visión de lejos. Por ello, el *CM* se deberá situar de acuerdo con los descentramientos ( $d_H$  y  $d_V$ ) del punto *P* con respecto al centro del aro.

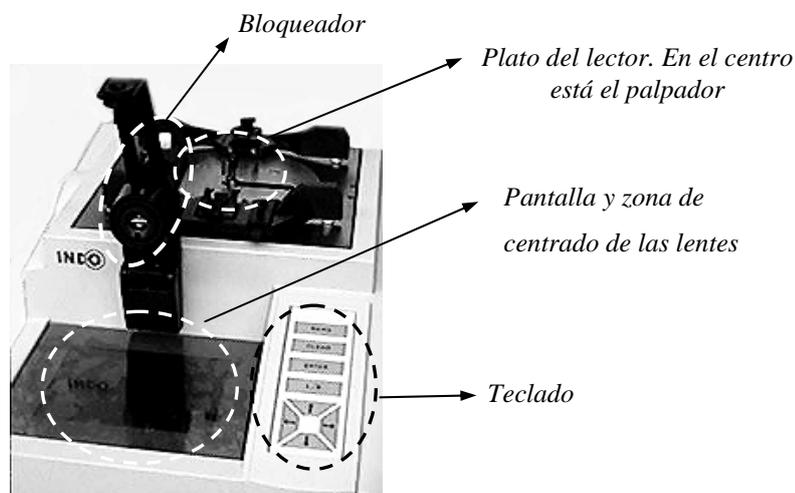


**Figura 10.7.** Lente progresiva para el ojo derecho en el centrador, descentrada 4 mm lado nasal y 3 mm lado superior.

## LECTURA DIRECTA DE LA FORMA DEL ARO:

### MÓDULO LECTOR/CENTRADOR

La otra forma de que la biseladora automática lea la forma que debe dar a las lentes es mediante una lectura electrónica directa. El módulo lector/centrador (ver figura 10.8) es un sistema electrónico que combina los sistemas de lectura de la forma del aro con el centrado y bloqueo de la lente. La lectura de las formas se realiza mediante un palpador (ver centro de figura 10.9), el cual se desliza siguiendo el perfil del aro, plantilla o talco, y generando una imagen electrónica que se representa en una pantalla.



**Figura 10.8.** Partes principales del módulo centrador *Indoform CNC*: plato del lector, pantalla, teclado y bloqueador.

Las formas que se suelen leer son las de los aros, aunque también se pueden leer las plantillas que normalmente envían los fabricantes con cada montura, para manipularla lo menos posible durante el proceso de montaje,

cuidándola de posibles deterioros. También es útil leer la forma de una plantilla cuando se crea una nueva forma de lente para una montura al aire.

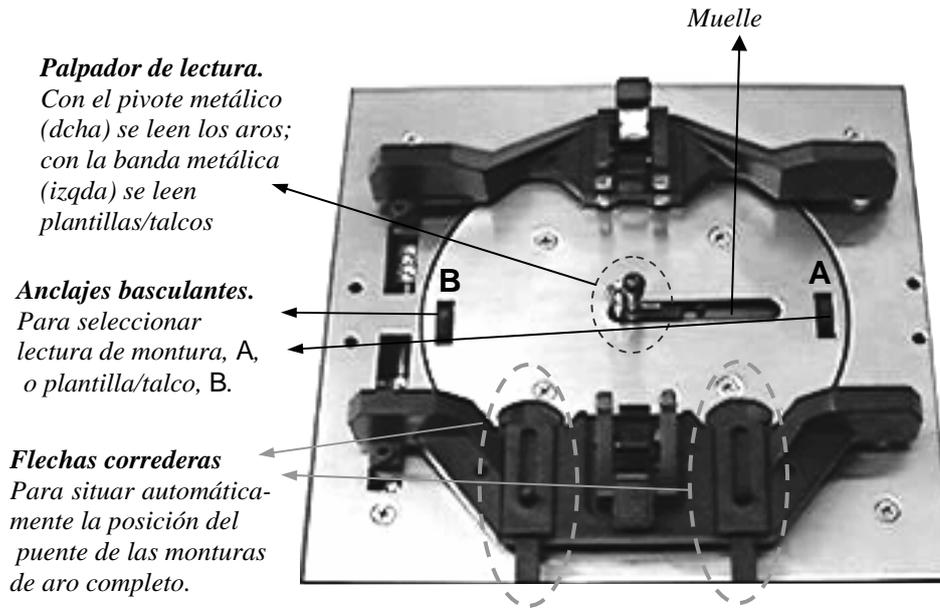
La lectura de los talcos (lentes falsas que traen las monturas de fábrica) es procedimiento común al realizar montajes al aire, ya que este tipo de monturas o no tienen aros o están incompletos. En algunas ocasiones también interesa poder leer la forma de una lente ya montada, por ejemplo en el caso de una montura al aire a la que con el paso del tiempo la persona decide cambiar las lentes y no se dispone de los talcos.

Existen muchos modelos de módulo lector/centrador, cada uno con características diferentes. En este capítulo se va a describir el funcionamiento del módulo *Indoform CNC* de *Indo*.

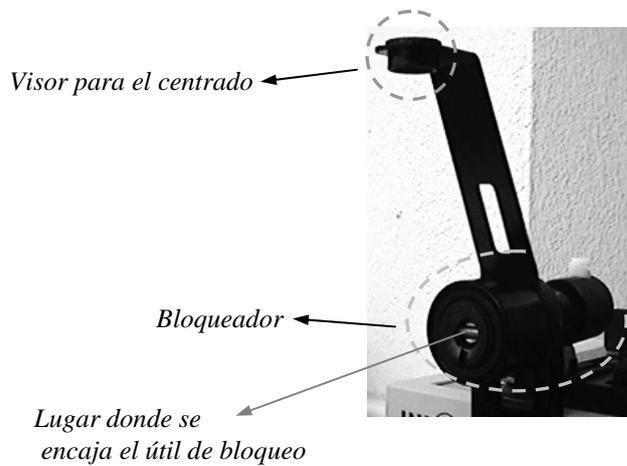
## **2.- Componentes principales del módulo lector/centrador**

Las partes principales del módulo centrador de nuestro taller son:

- *Plato del lector* (figura 10.9). Es la plataforma donde se colocan la montura, la plantilla o el talco para realizar la lectura electrónica. La lectura se realiza mediante un palpador, que recorre el perfil de las formas que se leen.
- *Teclado* (ver tabla 3). En el que se introducen y modifican los datos a tener en cuenta antes de la lectura y durante el centrado.
- *Pantalla*, donde se controlan la lectura y el centrado mediante dos menús: *Menú de trabajo* (tabla 1) y *Menú de descentramientos* (tabla 2 y figura 10.11). Este último muestra la forma leída con el descentramiento marcado, lo que permite centrar la lente situándola sobre la pantalla.
- *Bloqueador* (figura 10.10). Una vez centrada la lente se baja sobre la pantalla para unirle el útil de bloqueo. En el extremo del brazo hay un visor, que sirve para observar mejor el centrado.



**Figura 10.9.** Plato del lector del módulo lector/centrador.



**Figura 10.10.** Bloqueador.

Campos	Opciones
COPIA DE	<b>Montura, Plantilla, Lente/Talco</b>
LECTURA DEL OJO	<b>Derecho, Izquierdo</b>
IDENT TRABAJO	<b>01</b> (Sólo cambia si se tiene el accesorio de 10 memorias, del cual no se dispone en nuestro taller)
ACTIVAR LECTOR	<b>No, Sí</b> (Con la opción "Sí" y [ENTER] el palpador se pone en funcionamiento)
TIPO LENTE	<b>Monofocal, Bifocal, Progresivo, Lectura*</b> (*se refiere a gafas de "media luna")
CENTRAJE LENTE OJO	<b>Derecho, Izquierdo, Pareja</b> (Al escoger "Pareja" se duplican los campos "Naso pupilar lejos" y "Altura pupila", uno para cada ojo)
NASO PUPILAR LEJOS	<b>Se varía con las flechas horizontales</b>
PUENTE	<b>Auto o valor elegido con flechas horizontales</b> (Es la mínima distancia que separa lentes montadas. Si se lee el aro de una montura, se puede utilizar la opción "Auto" siempre y cuando se centre el puente como se explica en el punto 5.1. También se puede seleccionar de forma manual con las flechas del teclado. Si la forma que se lee es una plantilla o lente/talco no aparece la opción "Auto")
ALTURA PUPILA	<b>Se cambia con las flechas horizontales</b> (Es la distancia vertical entre centro pupilar y punto más bajo del aro considerando la ranura., es decir, Y+profundidad ranura. Si no se varía el valor inicial, 0.0 indica que el centro pupilar está a la misma altura que el centro geométrico del aro C)

**Tabla 1.** Menú de trabajo.

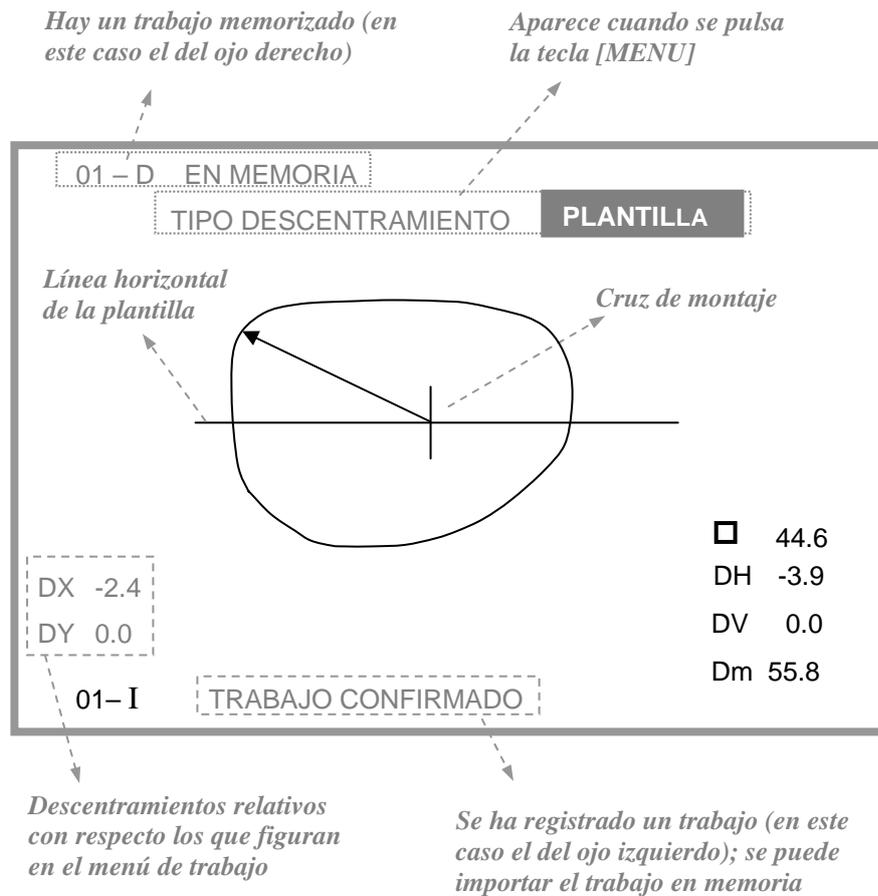
#### 4.- Menús y opciones en pantalla

El teclado, situado a la derecha de la pantalla, permite acceder a las diferentes opciones. La máquina trabaja con dos menús: el *Menú de trabajo* (tabla 1), donde se presentan los datos del trabajo en curso, y el *Menú de descentramientos* (tabla 2 y figura 10.11), donde se muestra la lectura electrónica del aro, junto con otros datos como los descentramientos, diámetro mínimo, etc.

<b>Parámetros que aparecen en el <i>Menú de descentramientos</i></b>
<p><input type="checkbox"/> <i>Calibre horizontal en sistema Boxing</i></p> <p><b>DH</b> <i>Descentramiento horizontal del centro de montaje con respecto al centro geométrico del aro</i></p> <p><b>DV</b> <i>Descentramiento vertical del centro de montaje con respecto al centro geométrico del aro</i></p> <p><b>Dm</b> <i>Diámetro mínimo de la lente necesario para poder realizar el montaje</i></p>
<p><b>(*) TIPO DESCENTRAMIENTO.</b> <i>Dos opciones: PLANTILLA o LENTE</i></p> <p>- PLANTILLA: <i>la plantilla se desplaza sobre la cruz de montaje. La lente se bloquea en su centro de montaje.</i></p> <p>- LENTE: <i>la cruz de montaje se desplaza sobre la plantilla. La lente se bloquea sobre el centro del aro.</i></p> <p><i>Para cambiar la opción utilizad las flechas horizontales.</i></p>

**Tabla 2.** Información y opciones en el *Menú de descentramientos*.

(\*) Aparece al pulsar la tecla [MENU].



**Figura 10.11.** Menú de descentramientos. La fecha que aparece en el interior de la forma indica el punto más alejado del centro de montaje (radio mayor). Los trazados continuos y en negro aparecen siempre en este menú. Las leyendas encajadas en recuadros de trazo discontinuo aparecen cuando se realizan las acciones que se detallan.

Tecla	<i>Menú de trabajo</i>	<i>Menú de descentramientos</i>
<b>[ENTER]</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite entrar en el <i>Menú de trabajo</i> cuando se pone en marcha el aparato.</li> <li>• Si <u>no ha leído ninguna forma</u>, desde cualquier campo salta al “Activar lector”. Si elegimos “Sí” y pulsamos otra vez [ENTER], se pone en marcha el palpador.</li> <li>• Si <u>ha leído alguna forma</u> y la opción del campo “Activar lector” es “No”, pasa al <i>Menú de descentramientos</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registra el trabajo, dándolo por finalizado. Unos segundos después debe aparecer en la parte inferior de la pantalla el mensaje “<i>Trabajo confirmado</i>”.</li> <li>• Si se activa el campo “Tipo descentramiento”, mediante [MENU], confirma la opción elegida.</li> </ul>
<b>[CLEAR]</b>		Vuelve al <i>Menú de trabajo</i> , borrando los datos introducidos en el <i>Menú de descentramientos</i> .
<b>[MENU]</b>	Da paso a una pantalla en la que se pueden cambiar algunas opciones que aparecen por defecto en <i>Menú de trabajo</i> , y el idioma. Para retroceder pulsad [MENU] otra vez, pero <i>todos los datos que se habían introducido anteriormente habrán desaparecido</i> .	Activa el campo “Tipo descentramiento”.
<b>[L/R]</b>	Si el campo “Centraje lente ojo” es “ <i>Pareja</i> ” pasa, en los campos “Naso pupilar lejos” y “Altura pupila”, de un ojo a otro.	Cambia el dibujo de la forma obtenida considerándola para el otro ojo.
<b>[↑ ↓]</b>	Pasa por los diferentes campos.	Desplaza la plantilla o cruz de montaje en vertical.
<b>[← →]</b>	Se cambian los parámetros en los diferentes campos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite seleccionar en “Tipo descentramiento” entre “<i>Lente</i>” y “<i>Plantilla</i>”.</li> <li>• Desplaza la plantilla o cruz de montaje en horizontal.</li> </ul>

Tabla 3. Funciones del teclado

Al poner el aparato en marcha aparece un mensaje que nos recuerda que el palpador se debe situar en la posición central. Una vez hecho esto, pulsando la tecla [ENTER] se muestra el *Menú de trabajo*, en el que aparecen unos campos sobre los que nos podemos mover con las flechas verticales y cuyas opciones se pueden observar pulsando las flechas horizontales.

Después de que el palpador lea la forma del aro, la pantalla muestra el *Menú de descentramientos*, donde aparece la forma del aro leída, los valores de los descentramientos obtenidos y otros datos. En la tabla 2 y la figura 10.11 se muestra y explica con detalle el contenido de este menú.

### **5.- Funciones del teclado**

En general, las teclas poseen doble función dependiendo de si se está en el *Menú de trabajo* o en el *Menú de descentramientos*. En la tabla 3 se muestran las funciones de cada tecla en ambos menús.

### **6.- Posiciones del palpador**

Para llevar a cabo las explicaciones de este apartado nos basamos en las enumeraciones de la figura 10.12 y en la figura 10.9.

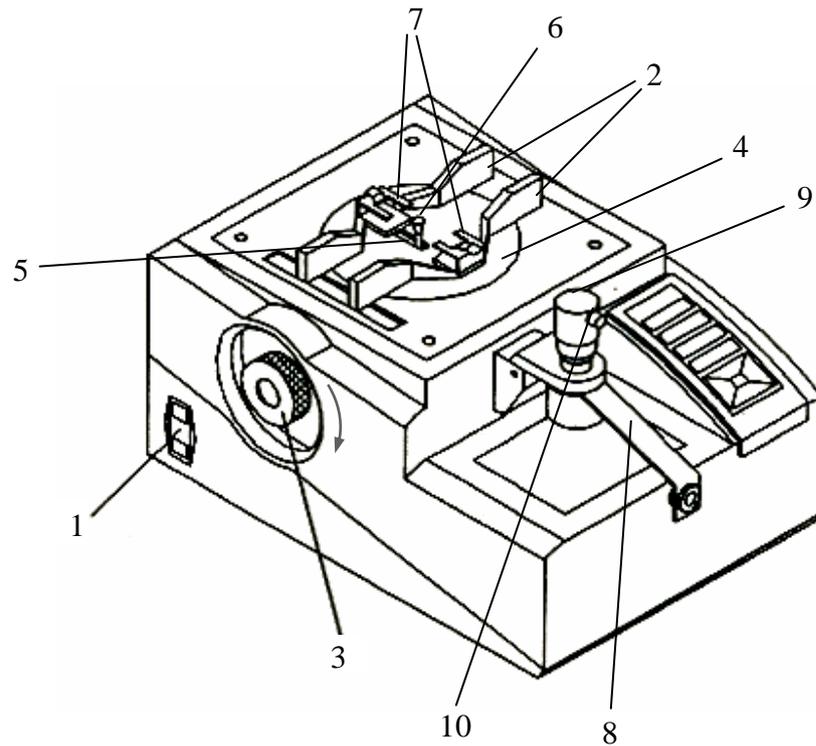
Como ya se ha comentado, el palpador del módulo lector/centrador permite leer tanto monturas como plantillas, lentes o talcos. Tiene dos partes, un *pivote* que se encaja en la ranura de los aros y una banda metálica que recorre el borde de la platilla, talco o lente. Su posición depende de lo que se vaya a leer, para leer aros el pivote se debe introducir en la ranura, con lo cual a la vez que gira debe hacer fuerza hacia fuera; mientras que para leer plantillas o similares debe hacer fuerza hacia dentro para que la banda metálica esté en contacto con el borde.

El palpador está situado sobre un soporte escondido debajo del plato (4), que posee dos muelles internos. Cada muelle se puede enganchar en uno de los anclajes basculantes situados a ambos lados del plato (A y B, figura 10.9) dependiendo de lo que se vaya a leer.

Para saber si el palpador está preparado, se debe comprobar así: para la lectura de monturas, el palpador debe estar anclado en el centro, y al levantarlo ligeramente, el muelle debe arrastrarlo hacia fuera. En el caso de la lectura de plantillas, talcos o lentes, el palpador debe estar anclado en el extremo periférico de la hendidura ancha (5), y al levantarlo debe ser arrastrado hacia el centro.

Si el palpador no está preparado para lo que queremos leer, el proceso a seguir será:

1. La hendidura ancha (5) debe estar paralela a los regles (2), como se muestra en la figura 10.9. Si no es así (como en la figura 10.12), se debe girar el plato (4), que sólo gira en un sentido, hasta dicha posición.
2. No debe haber ningún muelle enganchado. Si lo hubiera, soltarlo situando los anclajes basculantes separados del símbolo (dibujo de una montura y de un aro en los anclajes A y B, figura 10.9, respectivamente).
3. Anclar el palpador en el extremo de la hendidura que corresponda con el símbolo de lo que se va a leer, es decir, en el anclaje A si se lee un aro, y en el anclaje B si se lee una plantilla, lente o talco.
4. Bascular ese anclaje hacia el símbolo para enganchar el muelle.
5. Desplazar y anclar el palpador en el extremo contrario de la hendidura, que será: en el centro para la lectura de aros y en periferia para lectura de plantillas, lentes y talcos.



**Figura 10.12.** Esquema del módulo centrador *Indoform CNC* de *Indo*.

### 7.- Colocación de las monturas, plantillas y talco/lente.

Dependiendo del elemento que se pretenda leer, se deberá preparar el plato del lector de una forma u otra. A continuación (basándonos en las figuras 10.12 y 10.13) se especifican los pasos que se deben dar para colocar en el módulo lector/centrador monturas, plantillas y lentes o talcos.

#### 7.1.- Colocación de las monturas:

- El palpador debe estar en el centro del *plato* (6) y preparado para leer aros, es decir, al desencajar el palpador este tiende a ir hacia el borde del plato.

- La montura se coloca sobre el plato del lector con las varillas hacia arriba y la parte inferior del aro hacia nosotros, de tal modo que el palpador quede dentro del aro que se va a leer.
- Se gira suavemente la rueda (3) en el sentido que muestra la flecha de la figura 10.12, para soltar los regles y desplazarlos hacia la montura hasta que hagan contacto con la parte superior e inferior de los aros. Se bloquean girando a tope la rueda (3) en el mismo sentido.
- Se debe centrar correctamente el puente, para que la lectura automática, (opción "Auto" del campo "Puente" del *Menú de trabajo*) sea correcta. Para ello se debe desplazar la montura lateralmente, de tal forma que al sacar la flecha corredera (ver figura 10.9) que corresponde con el puente, toque las partes nasales de ambos aros.
- Finalmente se sujetan los aros con las *pinzas* (7), y se sitúa la punta del palpador en la ranura del aro.

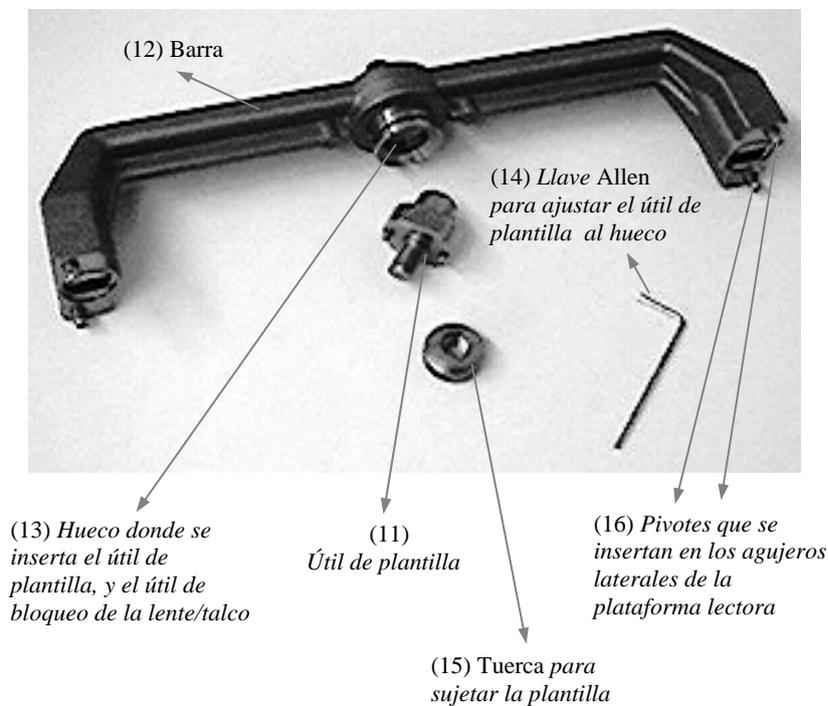
7.2.- **Colocación de plantillas.** Para leer la forma de una plantilla con el *Indoform CNC* se necesita una barra especial, que sujeta tanto las plantillas como las lentes o los talcos sobre el centro plato del lector (figura 10.13).

*¡Cuidado! Cuando se lee la forma de un aro, debido a las varillas, al leer el ojo derecho su parte nasal queda hacia la izquierda y la temporal hacia la derecha. Sin embargo, al leer la forma de una plantilla o talco, se está considerando justamente lo contrario, es decir, es como si estuviéramos mirando a la persona de frente, con lo cual se lee la forma de la plantilla para el ojo derecho si la zona nasal queda a la derecha, mientras para el ojo izquierdo es justamente al revés.*

Los pasos a seguir en la colocación de la plantilla son (ver figura 10.13):

- El *útil de plantilla* (11) debe estar unido a la *barra* (12), y sujeto mediante un tornillo "Allen" por la parte exterior-superior del *hueco* (13); ese tornillo se aprieta con su *llave* (14).

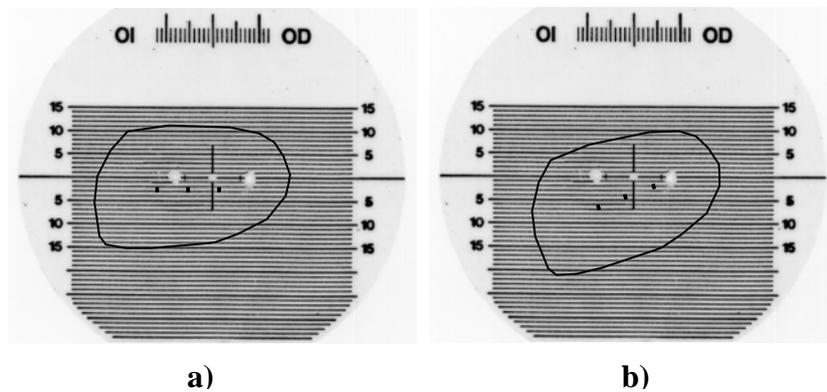
- Se encaja la plantilla en el *útil de plantilla* (11), teniendo en cuenta que cuando se coloque la barra (12) sobre el plato, la plantilla *debe tener su parte inferior hacia la pantalla* y las partes nasal y temporal dependiendo del ojo que se considere en la lectura. Se enrosca la *tuerca* (15) al *útil de plantilla* para sujetarla.
- Se coloca la barra (12) sobre el plato, insertando los *pivotes* (16) en los agujeros laterales de la plataforma.
- A continuación se levanta el palpador y se pega su banda metálica a la plantilla.



**Figura 10.13.** Accesorios para la lectura de plantillas, lentes y talcos.

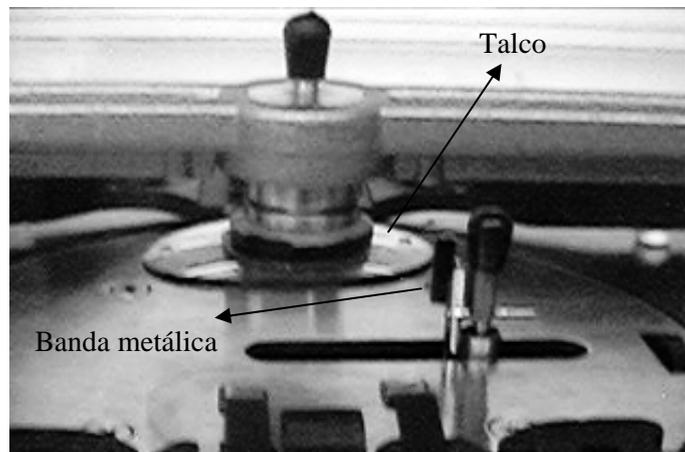
7.3.- **Colocación de talcos o lentes.** De igual forma que para el caso de las plantillas se necesita la barra especial, donde se coloca la lente o el talco.

- Para situar correctamente la orientación de una lente o talco (por ejemplo de gafas al aire) conviene antes de nada *apoyar la montura en el soporte del frontofocómetro y marcar la referencia horizontal de la montura.* Después, para bloquear esta lente o talco y evitar que se gire, en el módulo lector/centrador se lee una forma cualquiera para que nos aparezca en pantalla el dibujo con la línea horizontal de referencia. Se coloca el talco/lente sobre la pantalla de tal forma que los tres puntos marcados con el frontofocómetro queden alineados con la línea horizontal de la pantalla. Lógicamente también se puede utilizar el centrador, utilizando como líneas horizontales de referencia cualquiera de las del retículo, tal y como se ve en las figura 10.14a.
- En la figura 10.14 se muestran una lente o talco *colocado correcta* (a) e *incorrectamente* (b), *en el centrador.* Si el talco/lente son tan pequeños que no se apoyan en el soporte del centrador, se puede poner debajo una lente sin biselar para que haga de apoyo.



**Figura 10.14.** Posición correcta (a) de una lente biselada o de un talco en el centrador, para ser bloqueada, y posteriormente leída con el módulo centrador. En (b) se muestra una posición incorrecta.

- No es necesario marcar el centro geométrico de la lente o talco, ni hacerlo coincidir con ningún punto en concreto (como el centro del retículo en el caso del centrador) ya que cuando el módulo lector/centrador lee la forma de la lente o talco sitúa automáticamente el centro Boxing.
- Tanto si se utiliza el módulo lector/centrador como si se usa el centrador, a continuación se debe bloquear el talco o lente con un útil de bloqueo.
- Hay que quitar el *útil de plantilla* (11) si está unido a la barra aflojando el tornillo con la llave “Allen” (14), para insertar el útil de bloqueo, con el talco o lente, en el hueco (13), y volver a enroscar el tornillo.
- Da igual que la forma leída corresponda a la lente de uno u otro ojo, puesto que, al igual que al leer plantillas, en el *Menú de trabajo* y/o *Menú de descentramientos* al pulsar [L/R] pasa a la otra lente. *Lo que sí es muy importante es recordar que se está leyendo la forma de la lente mirándola desde el frente.* Ejemplo: se está leyendo la forma de la lente para el ojo derecho si la parte nasal del talco o lente queda a nuestra derecha.



**Figura 10.15.** Lectura de un talco.

- A continuación se levanta el palpador y se pega su banda metálica al talco o lente, como se muestra en la figura 10.15.

### **8.- Proceso completo: lectura, centrado y bloqueado.**

En este apartado se explica (basándonos en las enumeraciones de la figura 10.12), el proceso completo que se debe seguir en la utilización del módulo lector/centrador *Indoform CNC*.

El aparato se pone en marcha con (1). Después, tras poner el palpador anclado en el centro, se pulsa [ENTER]. Los regles (2) deben estar separados. Si no lo están, girar la *rueda* (3) en sentido contrario al que indica la flecha de la figura 10.12.

A continuación se sitúa el palpador en su posición correcta dependiendo de lo que se vaya a leer, como se ha explicado en el apartado 6. Entonces se coloca sobre el plato lector el elemento que se vaya a leer. En el apartado 7 se ha explicado minuciosamente el proceso que se debe seguir en la colocación de cada uno de ellos.

Seguidamente se introducen los datos en el *Menú de trabajo* de esta forma:

- En el campo “Copia de”, se debe especificar el elemento que se va a leer: “*Montura*”, “*Plantilla*” o “*Talco/lente*”
- En “Lectura del ojo”, se elige el ojo que corresponda con el aro que se va a leer.
- En “Tipo de lente”, se selecciona entre “*Monofocal*”, “*Bifocal*”, etc. Vamos a considerar el caso de una lente monofocal. Las modificaciones en el centrado del resto de tipos de lentes se verá en el apartado 10.
- En “Centraje lente ojo”, se selecciona si con la lectura que se haga se quieren centrar las dos lentes o sólo la derecha o izquierda.
- En “Naso pupilar lejos”, se introduce la distancia nasopupilar. Si hemos seleccionado centrar la pareja, se cambia de ojo mediante la tecla [L/R].

- El campo “Puente” se refiere a la distancia mínima entre las lentes ya montadas. En la opción “Auto”, el aparato va a calcular la distancia entre el centro Boxing,  $C$ , y el punto central del puente, teniendo en cuenta que hemos ajustado la posición del puente mediante las flechas correderas. De esta forma calcula directamente los descentramientos.
- En "Altura pupila" hay dos opciones: si no se toca el valor original (0.0), el aparato considera que la altura de la pupila es la misma que la del centro Boxing (o sea  $\beta/2$ ); si se modifica este valor, se considera que el valor dado es la distancia desde  $P$  al punto más inferior del aro incluyendo la ranura (*altura  $Y$ + profundidad de la ranura*).

Para comenzar la lectura en el campo “Activar lector” se elige la opción “Sí” y se pulsa [ENTER].

Tras leer la forma del aro, aparece el *Menú de descentramientos*, donde se muestra la forma leída y el lugar donde se debe situar del centro de montaje de la lente, según los datos introducidos anteriormente. En la parte inferior-izquierda, aparece “01-D” o “01-I”, indicando qué ojo se está centrando, mientras en la parte inferior-derecha aparecen el calibre horizontal ( $\square$ ), los descentramientos ( $DH$  y  $DV$ ) del  $CM$  con respecto al centro Boxing,  $C$ , y el diámetro mínimo de lente ( $Dm$ ). Como ejemplo se puede ver la figura 10.11. Desde este menú también se pueden hacer algunas modificaciones importantes que se muestran en el apartado 9.

Para realizar el centrado y bloqueado, se sitúa la lente sobre la pantalla (ver figura 10.11) con la segunda superficie hacia abajo, haciendo coincidir  $CM$  de la lente sobre el centro de la cruz de montaje de la pantalla manteniendo la orientación de la lente en el caso de monofocales astigmáticas, bifocales y progresivas. En el caso de lentes monofocales astigmáticas los tres puntos marcados con el frontofocómetro deben estar alineados con la línea horizontal de la plantillas. Para facilitar esta operación se dispone de un visor (figura 10.10).

A continuación se encaja el útil de bloqueo en el bloqueador (ver figura 10.10), y se le pone una pegatina. Se baja el *brazo* (8) sobre la pantalla, y se pulsa hacia abajo el *mando* (9), sujetando la lente para que no se desplace, hasta que el útil de bloqueo se adhiera a la lente. Después se levanta el brazo y se pulsa el *botón* (10) para liberar la lente ya bloqueada. La lente está lista para ser introducida en la biseladora automática.

Si solamente se va a centrar una lente, tras centrarla y bloquearla se pulsa [ENTER] para que el trabajo sea confirmado y quede en memoria, listo para transmitirlo a la biseladora. Si se ha elegido centrar una pareja de lentes, hasta que no se confirman ambas lentes no se puede transmitir ninguna forma a la biseladora: tras bloquear la primera lente, al confirmarla con [ENTER], aparece el mensaje "Trabajo confirmado", y pasa al centrado de la otra lente. Si tras centrar y bloquear esta segunda lente se pulsa de nuevo [ENTER], se confirma este trabajo quedando ambos en espera para ser solicitados desde la biseladora.

*¡Mucho ojo! Hay que recordar que este módulo centrador sólo almacena un trabajo en su memoria, luego mientras no se llamen los trabajos desde la biseladora no se debe leer ninguna otra forma.*

## **9.- Opciones de centrado de las lentes.**

Desde el *Menú de descentramientos* se pueden modificar los valores de los descentramientos, y también el tipo de descentrado, según el cual varía la posición del útil de bloqueo sobre la lente.

**9.1.- Cambios en los descentramientos.** Según los procesos descritos anteriormente, la introducción de los valores de los descentramientos se realiza directamente desde el *Menú de trabajo* poniendo los valores de los campos "*Naso pupilar lejos*" y "*Altura pupila*". Sin embargo, existe una opción para cambiar el descentramiento desde el *Menú de descentramientos*.

Si en este menú se pulsán las flechas del teclado, se cambian los valores de  $DH$ ,  $DV$  y por tanto de  $Dm$ . En la parte izquierda aparecen  $DX$  y  $DY$ , que son los descentramientos relativos respecto a los datos que se han especificado anteriormente en el *Menú de trabajo*.

Esta opción puede ser interesante en algunos casos: por ejemplo para ver cómo varía el diámetro mínimo de la lente al cambiar los descentramientos; *¡pero cuidado! En este caso, al cambiar el descentramiento se está induciendo un efecto prismático no deseado, que puede no ser tolerado.*

De todas formas, siempre se pueden anular las variaciones que se hayan hecho en este *Menú de descentramientos* pulsando la tecla [**CLEAR**], con lo que se retorna a la pantalla de *Menú de trabajo* con los datos iniciales que habíamos introducido.

**9.2.- Tipo de centrado.** Generalmente, los módulos lectores/centradores suelen tener dos opciones de centrado: *situar el útil de bloqueo sobre el CM de lente, descentrando la plantilla* (tipo descentramiento: PLANTILLA), o *situando el útil de bloqueo donde se sitúe el centro Boxing de la forma leída* (tipo descentramiento: LENTE) como en el caso del centrador *Indobloc*. La primera opción es la forma más segura de trabajar, pues reduce el riesgo de rotura de la lente debido al descentramiento de ésta. En la otra opción la lente se bloquea en el punto más alejado de su borde una vez biselada, y en el caso de que el *CM* quede cerca de dicho borde, el riesgo de que el *eje sujeta-lentes* golpee las muelas es mucho menor.

Si en el *Menú de descentramientos* se pulsa la tecla [**MENU**] aparece en la parte superior-derecha el campo “Tipo descentramiento”, que tiene dos opciones (“*Plantilla*” o “*Lente*”) que se pueden elegir con las flechas horizontales; la elección se confirma con [**ENTER**]. Si se trabaja con la opción “*Plantilla*” los valores  $DH$  y  $DV$  corresponden al descentramiento del centro geométrico con respecto a la cruz de montaje. Estos valores serán positivos si el centro geométrico está a la derecha o hacia arriba con respecto

a la cruz de montaje y negativos en caso contrario. Si la opción elegida es “Lente” los signos de  $DH$  y  $DV$  serán los contrarios (ver figura 10.11).

## 10.- Consideraciones para los diferentes tipos de lentes

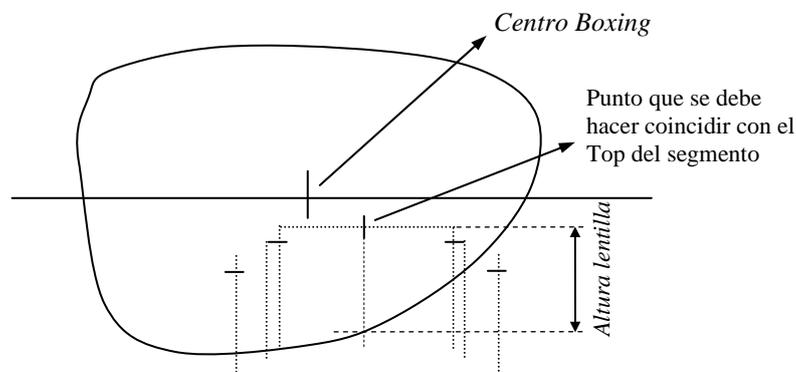
Hasta ahora, las explicaciones se han llevado a cabo considerando que las lentes a montar eran monofocales. Sin embargo, para los otros tipos de lentes (bifocal, progresiva, de lectura) que se pueden elegir en el *Menú de trabajo* hay que tener en cuenta algunas particularidades, que a continuación detallamos.

### 10.1.- Lentes bifocales:

- En el capítulo 8, *Montaje de lentes bifocales y trifocales*, se explica que para el centrado de estas lentes no se toma como referencia la posición del centro óptico de lejos, sino la posición del punto superior e intermedio del segmento conocido como *Top* del segmento o punto *T*. Por eso, cuando se elige este tipo de lente, en el *Menú de trabajo* los campos “Naso pupilar lejos” y “Altura pupila” cambian por “Naso pupilar cerca” y “Altura lentilla”, respectivamente:
  - “Naso pupilar cerca”: es la distancia nasopupilar en visión de cerca ( $DNP_C$ ). Esta distancia establece cuál va a ser la posición, en horizontal, del *Top* del segmento.
  - “Altura lentilla”: es la distancia, en vertical, desde el punto más bajo del aro (incluyendo la ranura) y el punto *T*, es decir, es la distancia *K* del capítulo 8 más la profundidad de la ranura (ver figura 10.16).
- En el *Menú de descentramientos*:
  - Los valores  $DH$  y  $DV$  muestran los descentramientos del *Top* del segmento con respecto del centro Boxing del aro.
  - La tecla [MENU] no da paso al “Tipo descentramiento”.
  - Al pulsar las teclas horizontales o las verticales *se desplaza la forma* sobre el resto del esquema (descentramiento tipo PLANTILLA), sin

cambiar los valores de  $DH$  ni de  $DV$ , sólo cambian  $DX$  y  $DY$ . Por lo tanto lo más recomendable para cambiar la posición del *Top* del segmento sobre el esquema electrónico es ir al *Menú de trabajo* pulsando [CLEAR], y cambiar los campos “Naso pupilar cerca” y “Altura lentilla”. Al pasar al *Menú de descentramientos* el punto correspondiente al *Top* del segmento se habrá desplazado respecto al centro Boxing y los valores  $DH$  y  $DV$  habrán cambiado.

- A la hora de centrar una lente bifocal se debe hacer coincidir su *Top* con el punto que se indica en la figura 10.16. Las líneas punteadas del esquema electrónico sirven como referencia para no colocar torcido el segmento.



**Figura 10.16.** Forma electrónica que se muestra en el *menú de descentramientos* cuando se elige el tipo de lente “Bifocal”.

10.2.- **Lentes progresivas.** En el campo “Tipo de lente” se selecciona “Progresivo”. El proceso que se debe seguir para las lentes progresivas es similar al de las monofocales. Lo único que se debe tener en cuenta es que

cuando se centre la lente, *la cruz de montaje de la lente progresiva debe hacerse coincidir con la cruz de montaje en la pantalla*. Además, en estas lentes es muy importante que *no queden torcidas*: las líneas que definen la posición horizontal de la lente deben alinearse con las referencias horizontales (líneas punteadas) que aparecen en el *Menú de descentramientos*.

10.3.- **Lentes de lectura o de "media luna"**. Estas lentes no son un tipo de lente especial, como pueden ser las bifocales o progresivas, sino que son lentes monofocales. El montaje de estas gafas es especial por el tipo de montura: las gafas de lectura, también conocidas como medias lunas, tienen una forma estrecha y alargada, siendo el calibre vertical bastante más pequeño que el horizontal. Esto aumenta el riesgo de que el eje *sujeta-lentes* llegue a tocar las muelas

Cuando en el campo "Tipo de lente" se selecciona la opción "*Lectura*", la única diferencia con respecto a la opción "*Monofocal*" es que el centrado se hace obligatoriamente desplazando el centro de montaje de la lente (tipo descentramiento: LENTE), y la lente se bloquea donde se sitúa el centro Boxing. En el *Menú de descentramientos* no se tiene acceso al "Tipo descentramiento", ya que la tecla [MENU] no responde.

En el esquema electrónico aparecen unas referencias horizontales por si es necesario. Si no se tiene suficiente diámetro de lente se puede pedir un diámetro mayor, o se puede desplazar el centro óptico con respecto a la cruz de montaje del dibujo, siempre y cuando el desequilibrio prismático binocular que se induzca sea tolerable.

El útil de bloqueo que se utiliza tiene un tamaño vertical menor que los habituales. Además también habrá que cambiar los extremos del *eje sujeta-lentes* de la biseladora automática por otros más pequeños en esa misma dirección.

## 11.- Mensajes de interés

En la pantalla del módulo centrador pueden aparecer mensajes cuyo significado es imprescindible conocer:

- “**CAMBIAR BLOQUE PLASTICO Rm \_ \_ . \_** “. Este mensaje aparece cuando la distancia de la cruz de montaje al extremo más cercano del borde de la lente es igual o inferior a 13.5 mm: el valor *Rm* (*radio mínimo*) muestra esta distancia. En ese caso conviene cambiar el útil de bloqueo y los extremos del *eje sujeta-lentes* de la biseladora por los especiales para lentes de lectura, que son más pequeños en dirección vertical.

Si el radio mínimo de la lente es menor de 11 mm entonces aparecerá el mensaje "*Rm < 11*".

- “**Rm < 11**”. El borde de la lente queda muy cerca del útil de bloqueo, luego no es posible realizar el biselado porque las muelas golpearían el eje y el útil de bloqueo.

Estos mensajes aparecen cuando en el *Menú de descentramientos*, en el campo “Tipo descentramiento”, se selecciona la opción “*Plantilla*”.

Si se opta por la opción “*Lente*” y el aro no es muy pequeño, al bloquear la lente donde se sitúa el centro geométrico del aro, no deben aparecer estos mensajes. Como ya se ha explicado, es lo mismo que si en el *Menú de trabajo* se escoge como tipo de lente “*Lectura*”.

- “**Rm < 0**”. El centro de montaje queda fuera del aro. Esto se debe posiblemente a un error al poner los datos de distancia nasopupilar y de altura.
- “**¡ATENCIÓN COPIA DEFECTUOSA!**”. Se ha detectado alguna anomalía en el proceso de lectura de la forma. Conviene comprobar que el aro está en condiciones, así como la posición del palpador durante la lectura.
- “**PREPARE PALPADOR PARA COPIA**”. El palpador no está situado en la ranura del aro o en el borde de la plantilla, de la lente o del talco.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Manejar los instrumentos complementarios necesarios para utilizar las biseladoras automáticas:
  1. Con plantilla: plantilladora y centrador.
  2. Sin plantilla: módulo lector/centrador.

### Material necesario

Monturas, talcos, lentes, plantilladoras manual y automática (*Indoform*), plantillas, centrador (*Indobloc*), módulo lector/centrador (*Indoform CNC*), útiles y pegatinas de bloqueo, y útiles de escritura.

### Realización de la práctica

Recortar plantillas para diferentes monturas, y centrar y bloquear lentes para montarlas en biseladoras automáticas que funcionan con plantillas (en nuestro taller la *Perfil S* de *Essilor* y la *Línea XXI* de *Indo*).

Leer con el módulo lector/centrador *Indoform CNC* aros de monturas, plantillas y talcos o lentes, eligiendo diferentes tipos de lentes (monofocales, bifocales y progresivas) y bloquearlas.

## 11. MONTAJE CON BISELADORA AUTOMÁTICA

Actualmente el montaje de lentes oftálmicas en los talleres ópticos se realiza utilizando biseladoras automáticas, gracias a su rapidez y fiabilidad. Éstas permiten desbastar la lente y realizar el bisel de forma automática, leyendo la forma del aro a partir de una plantilla o de la transferencia de datos desde un módulo lector/centrador.

En este capítulo vamos a tratar los principios en que se basa el funcionamiento de estas máquinas, así como las opciones de que disponen (biselado de diferentes materiales, diferentes formas de hacer el bisel, cambiar el tamaño de la lente...). A continuación se explicará el funcionamiento de los modelos de biseladoras que tenemos en nuestro laboratorio de prácticas.

### FUNCIONAMIENTO DE LAS BISELADORAS AUTOMÁTICAS

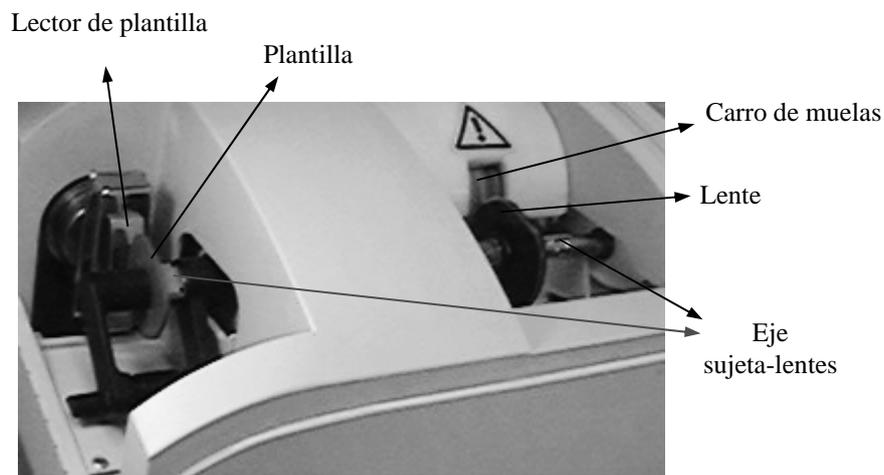
Antes de comenzar a trabajar con cualquier tipo de biseladora automática nos será muy útil entender el fundamento y las opciones generales con que trabajan este tipo de instrumentos.

#### 1.- Fundamento de las biseladoras automáticas

Las biseladoras automáticas necesitan información de la forma que han de dar a la lente para poder biselarla. Como se ha comentado esta información puede obtenerse a través de una *plantilla* o de la lectura electrónica proporcionada por el *módulo lector/centrador*, con el que también se centra y se bloquea la lente.

Por lo general, las biseladoras automáticas se fundamentan en un principio muy sencillo que explicamos a continuación (ver figura 11.1). En la parte central de un eje metálico, que llamamos *eje sujeta-lentes*, se sitúa la lente centrada y bloqueada. Si la biseladora funciona *con plantilla*, ésta se encaja en

un extremo del eje, frente al *lector de plantilla* (superficie sobre la que se apoya el borde de la plantilla durante el biselado). Una vez que se inicia el biselado, el eje se desplaza hacia la muela de desbaste, apoyándose el borde de la plantilla sobre el lector de plantilla. Al girar el eje, éste se desplazará aproximándose y alejándose de el lector de plantilla, dependiendo del punto de la plantilla que se esté apoyando. De esta forma la lente va incidiendo más o menos sobre la muela, describiendo la forma de la plantilla (ver figura 11.6). Si la biseladora funciona con *módulo lector/centrador*, el lector de plantilla moverá el eje en cada punto dependiendo de los datos que se han transferido.



**Figura 11.1.** Fundamento de las biseladoras automáticas con plantilla.

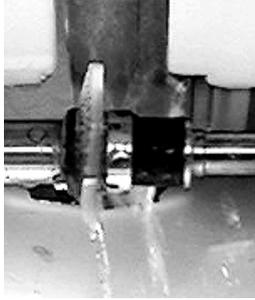
(Imagen de la biseladora automática *Línea XXI de Indo*)

## 2.- Biselado

El proceso de biselado de lentes oftálmicas con biseladoras automáticas se lleva a cabo principalmente en dos pasos (ver figuras 11.2, 11.3 y 11.4): desbaste, y realización del bisel con afinado. En algunas ocasiones también puede ser conveniente pulir el borde, utilizando una muela especial o una

pulidora. Después de todo esto, nunca se debe olvidar matar los cantos, si la máquina no lo hace.

### 2.1.- Desbaste

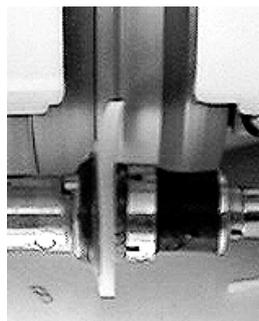


**Figura 11.2.** En el desbaste se elimina rápidamente material de la lente, trazando la forma final, pero con un tamaño algo mayor, dejando suficiente espacio para realizar el bisel.

### 2.2.- Realización del bisel y afinado



**Figura 11.3.** Tras el desbaste, se pasa al proceso de realización del bisel, con un tipo de muela que a la vez afina el borde. Si el bisel es en “v” puede elegirse la realización de su recorrido de forma automática (bisel automático) o manualmente (bisel guiado)



**Figura 11.4.** El bisel guiado, a su vez, se puede realizar de diferentes formas. Prácticamente, todas las biseladoras disponen del tipo de bisel guiado por puntos, en el que la máquina va situando los puntos del borde más importantes frente a la muela, para que seleccionemos manualmente la posición del bisel.

### 3.- Muelas

Comúnmente, las biseladoras automáticas tienen al menos tres muelas: una para desbastar material orgánico (que puede ser de dos tipos dependiendo si sirve o no para policarbonato), otra para desbastar mineral, y otra para realizar el bisel y el afinado. Esta última tiene un surco en forma de “v” y es común para todos los materiales. Algunas biseladoras tienen dos tipos de muela de bisel: la convencional y otra con el surco más estrecho (mini-bisel). Otra muela que se puede incluir es la de pulido.

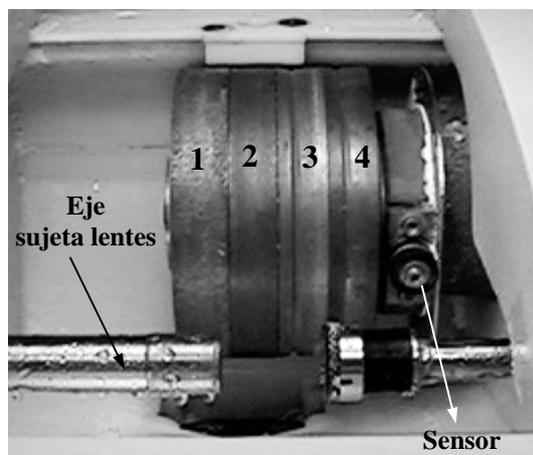
Todas ellas van sujetas a un eje denominado *carro de muelas*, que las desplaza lateralmente y les transmite el movimiento giratorio. A continuación se exponen las propiedades de uso de cada una de estas muelas:

- Muela de desbaste mineral. Aunque se puede utilizar con material mineral, orgánico y policarbonato, se recomienda no emplearla en exceso con estos dos últimos ya que se puede deteriorar la muela por la adherencia de estos materiales a la superficie de la muela, lo que reduce su poder abrasivo.
- Muela de desbaste orgánico. Sólo se puede utilizar con material orgánico, ya que con mineral se deteriora. Tampoco se puede utilizar con policarbonato, ya que es un material termoplástico (a diferencia del material orgánico, CR-39 y derivados, que son termoestables), que con el calor del proceso de desbaste se reblandece y deja restos adheridos a la muela, haciendo que pierda poder abrasivo.
- Muela de desbaste policarbonato. Se utiliza para lentes de policarbonato y de cualquier otro material orgánico, como el CR-39. Se diferencia de la de orgánico, en que las partículas de diamante están más espaciadas, permitiendo la evacuación del policarbonato para que no se quede pegado a la muela.
- Muela de bisel convencional. Este tipo de muela tiene un hendidura (3 mm de ancho aprox.) con perfil en forma de “v”, que sirve para realizar

el bisel, a la vez que lo afina. Es común para cualquier material de los que se utilizan actualmente en la fabricación de lentes oftálmicas. Más información sobre esta muela se muestra en el apartado 6.

- Muela de mini-bisel. Algunas biseladoras automáticas disponen de este tipo de muela, que se caracteriza por tener una hendidura algo más estrecha (unos 2 mm) y por fuera de esta zona la muela es totalmente plana. Se recomienda su uso en monturas metálicas, ya que la ranura suele ser más estrecha y con menos profundidad que en las de pasta. También se utiliza para lentes de cualquier material.
- Muela de pulido. Es una muela muy suave que se utiliza para pulir los bordes terminados de las lentes orgánicas y de policarbonato.

Cuando se bisela policarbonato, nunca se debe olvidar que el desbaste y parte del afinado se deben realizar en seco y, además, la biseladora debe tener preparado su desagüe, de diámetro grande y cubierto con una rejilla, para evitar que se atasque.



- 1** Muela de desbaste policarbonato.
- 2** Muela de desbaste mineral.
- 3** Muela de bisel convencional
- 4** Muela de pulido

**Figura 11.5.** Muelas de la biseladora automática *Elite XXI* de *Indo*.

En la figura 11.5 se muestran, como ejemplo, las muelas de que dispone la biseladora *Elite XXI de Indo* que tenemos en nuestro taller.

Normalmente, las muelas se componen de un disco de acero circular cuyo borde está recubierto por un revestimiento metálico con pequeñas partículas de diamante. La concentración más alta de diamante que se puede encontrar en el revestimiento de este tipo de muelas es de un 25%. Según la forma de unir el revestimiento, las muelas son de dos tipos: *impregnadas* y *electrometálicas*. En las muelas impregnadas se mezclan las partículas de diamante con metal en polvo, que se adhiere al borde del disco de acero, fundiendo el metal y enfriándolo a continuación. Las muelas electrometálicas se consiguen depositando por electrólisis el material metálico sobre los discos, adhiriendo a su vez las partículas de diamante.

Son *muelas impregnadas* las de *desbaste mineral* y, por regla general, la *muela de bisel* (tanto la convencional como la de mini-bisel). También lo son, normalmente, las muelas de las biseladoras manuales. Las muelas de *desbaste orgánico* y *desbaste policarbonato* son muelas *electrometálicas*. A simple vista la diferencia entre un tipo de muela y el otro, es que, al tacto, *las impregnadas tienen una superficie considerablemente más suave que las electrometálicas*.

Con el uso, las partículas diamantadas de las muelas impregnadas se redondean perdiendo capacidad de desbaste, con lo que aumenta el tiempo de biselado. Para recuperar esta capacidad se utilizan unas barras abrasivas, compuestas a menudo de óxido de aluminio o de carburos de silicona, que desprenden las capas más superficiales, surgiendo nuevas partículas diamantadas entre el metal. A este proceso se le denomina Avivado de muelas. Existen diferentes tipos de barras abrasivas, que se identifican por diferentes colores: las de grano más grueso se utilizan para la muela de desbaste y las más finas para las muelas de bisel. *Este tipo de barras abrasivas no se pueden utilizar en muelas electrometálicas*, ya que se pueden dañar seriamente. Se

debe tener en cuenta que un uso abusivo de este proceso produce un desgaste prematuro de las muelas.

Después del proceso de *Avivado de muelas* quedan al descubierto capas más abrasivas, luego es aconsejable utilizar un tipo de desbaste en el que la presión de la lente sobre la muela sea menor, para evitar la aparición de esquirlas importantes. También es útil elegir un tamaño de lente mayor al habitual, por si se tuviera que repetir el bisel.

#### **4.- Tamaño relativo de la lente**

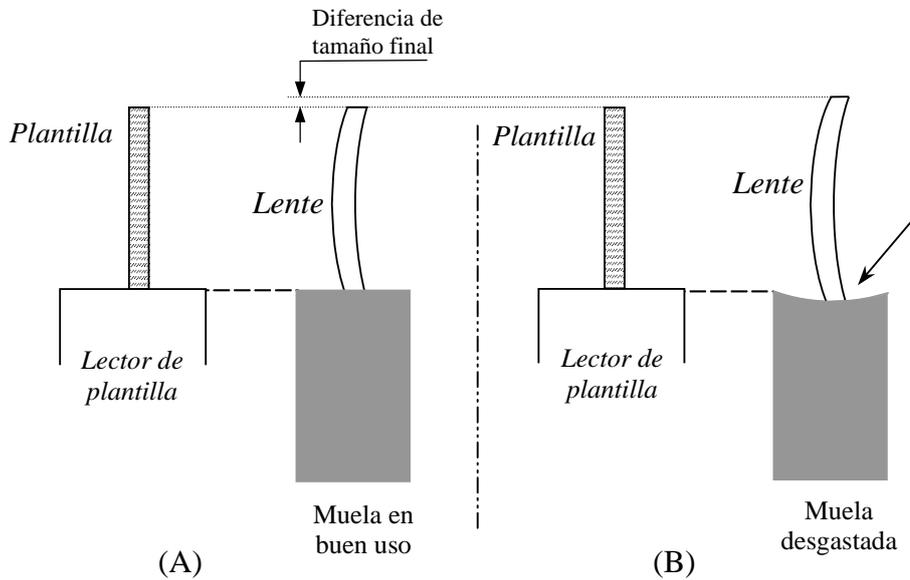
El objetivo final de cualquier proceso de biselado es alcanzar el tamaño de lente idóneo con la posición de bisel más adecuada, según las características de la montura y la lente. Por ello, toda biseladora automática permite variar el tamaño relativo de la lente con respecto a la plantilla, así como elegir el modo de realizar el bisel entre automático o guiado, como se verá en el siguiente apartado.

Las biseladoras automáticas permiten variar el tamaño de la lente respecto a la plantilla en dos momentos del proceso de biselado, al inicio, y al final, con la opción conocida como *retoque*:

- *Antes de iniciar el biselado.* Generalmente, las biseladoras automáticas, en su configuración interna, permiten establecer el tamaño de la lente biselada respecto al de la plantilla. Además, en la configuración previa que se hace en cada proceso de biselado se puede cambiar el tamaño (cuyo valor aparece en una pantalla), pero con referencia al valor introducido en la configuración interna. Por ejemplo, si en la configuración interna se establece que la lente sea 1 mm más grande que la plantilla y en la pantalla mantenemos el valor cero, el tamaño de la lente debe salir 1.0 mm mayor que el de la plantilla. Sin embargo, si introducimos, por ejemplo, un valor de  $-0.7$  mm, la lente que obtendremos será  $1.0+(-0.7)=0.3$  mm mayor que la plantilla. La configuración interna se debe dejar de tal forma que al aparecer en

pantalla cero, la lente que se obtenga tenga el mismo tamaño que la plantilla, o en su caso ligeramente mayor para evitar en cualquier caso que la lente quede pequeña.

La configuración interna del tamaño de la lente sirve para corregir diferencias sistemáticas en el tamaño de las lentes biseladas. Por ejemplo, cuando las *muelas* de una biseladora automática *se desgastan*, se produce un pequeño *desajuste entre la posición del borde de la plantilla sobre el lector de plantilla y la posición del borde de la lente sobre la muela*, con lo que la máquina comete un error sistemático con el tamaño de la lente (ver figura 11.6). Por lo tanto, cuando las muelas están desgastadas, se cambian o se avivan, se debe reconfigurar internamente el tamaño relativo de la lente.



**Figura 11.6.** Posición de la plantilla con respecto a la lente, con una muela de desbaste en buen uso (A), y con otra desgastada (la flecha señala la zona desgastada.) con la que se obtiene un tamaño de lente mayor al deseado (B)

- Variar el tamaño final en el retoque. Si una vez biselada la lente, su tamaño es mayor al necesario, éste se puede reducir mediante la función *retoque*. Esta función también permite en algunas máquinas cambiar recorrido del bisel, lógicamente siempre que la reducción del tamaño sea suficiente.

## 5.- Tipos de desbastes

En este apartado vamos a tratar la forma en que la lente incide sobre la muela de desbaste. Por lo general, las biseladoras automáticas disponen de diferentes tipos de desbastes, que se diferencian en las vueltas que da la lente y/o en la presión de la lente sobre la muela. Cuantas menos vueltas dé la lente, más agresivo será el tipo de desbaste, ya que la lente girará a menor velocidad y durante más tiempo continuado se estará ejerciendo presión sobre una misma zona. También será más agresivo, cuanto mayor sea la presión que la lente ejerce sobre la muela.

Cuanto más agresivo es el desbaste, menos tiempo se consume en el proceso, pero más posibilidades tiene la lente de romperse.

Los tipos de desbaste más agresivos se pueden utilizar para lentes de espesor de centro medio y alto, con pequeños descentramientos. Los desbastes más suaves se deben usar en lentes con peligro de rotura, es decir, en lentes muy finas, y/o con descentramientos grandes y/o con diferencias bruscas en el espesor de borde (lentes de alta potencia astigmática).

Se debe tener en cuenta también el material de la lente, por ejemplo, las lentes minerales son mucho más frágiles que las de policarbonato.

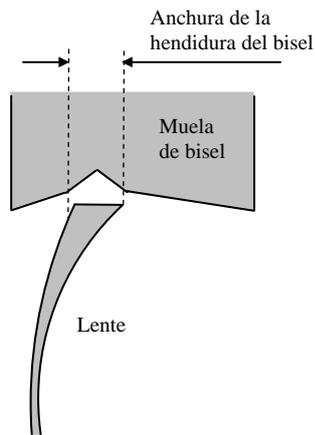
## 6.- Formas de realizar el bisel

Normalmente, las biseladoras automáticas disponen de dos opciones principales para realizar el bisel en “v”: de forma automática, o con intervención del usuario, también denominado guiado.

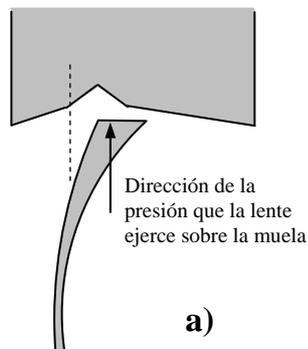
- **Bisel automático.** Tras el desbaste, al pasar de la muela de desbaste a la de bisel, el *carro las muelas queda suelto* en una posición predeterminada (en algunas biseladoras esta posición depende de la introducción del dato "curva base", que se refiere a la potencia de la primera superficie medida con el esferómetro) quedando el borde de la lente enfrentado aproximadamente con la *hendidura del bisel de la muela* (figura 11.7). A continuación, la lente golpea la muela. Si la posición del borde de la lente era inadecuada (figura 11.8a), *por efecto de la presión, la muela se desplaza, rectificando ligeramente* su posición (figura 11.8b) hasta que el borde de la lente encaje perfectamente en la hendidura de la muela (figura 11.8c).

El tipo de muela que se habilita para este tipo de bisel es la muela de bisel convencional, la cual está dividida en dos partes por el ápice de la hendidura, que corresponden a las dos pendientes que moldearán el bisel en forma de "v". *La parte coincidente con la superficie anterior de la lente tiene menos poder abrasivo que la de la superficie posterior.* De esta forma, para espesores similares al *ancho de la hendidura* (2-4 mm aprox.), el bisel obtenido será del tipo  $1/3+2/3$ , es decir, el pico del bisel se sitúa aproximadamente a un tercio del espesor desde la arista anterior de la lente, favoreciendo la estética del montaje, ya que la parte más gruesa de la lente queda atrás. Si el espesor es inferior a 2 mm el pico del bisel se sitúa sobre el centro del borde, es decir, del tipo  $1/2+1/2$ .

Si el espesor de borde es superior al *ancho de la hendidura*, el pico del bisel que se obtenga también estará bastante desplazado hacia la cara anterior. Esto se consigue gracias a que la pendiente de la parte posterior que está fuera de la hendidura es menor que la de la parte anterior (figura 11.7). El resto del borde que no entre dentro de la hendidura no se quedará totalmente plano, sino ligeramente inclinado por la pendiente de la superficie de la muela. De todas formas, esta manera de realizar el bisel no es aconsejable en los casos de gran espesor de borde.

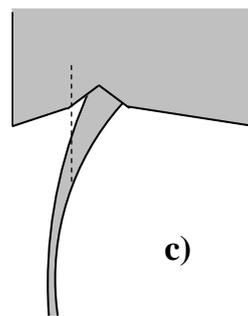
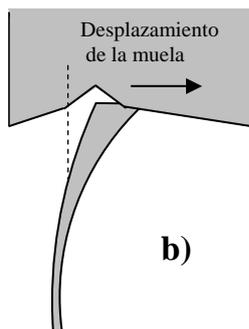


**Figura 11.7.** Corte transversal de la lente y la muela de bisel convencional. El borde de la lente está enfrentado con la hendidura de la muela de bisel.



**Figura 11.8.** Rectificación de la posición de la muela. En este ejemplo consideramos que la posición inicial que toma la biseladora (a) es distinta a la mostrada en la figura 11.7.

El eje sujeta-lentes se desplaza hacia la muela, incidiendo el borde de la lente como se muestra en (a). Como el carro de las muelas está suelto, al comenzar el biselado, la presión de la lente desplaza la muela (b) hasta que el borde queda encajado en la hendidura (c).



- **Bisel guiado.** El usuario de la máquina puede decidir en mayor o menor medida, dependiendo del tipo de biseladora y el tipo de bisel guiado elegido, el recorrido del bisel sobre el borde de la lente.

En el siguiente apartado se estudiará qué tipo de bisel y qué recorrido es el más adecuado dependiendo de la lente y de la montura.

## 7.- Recorrido del bisel

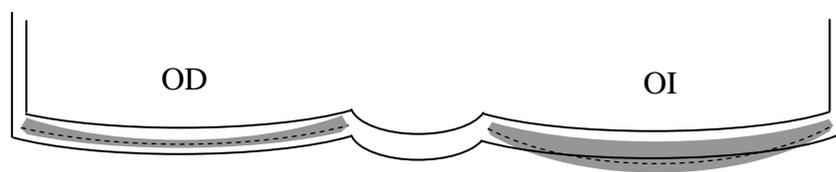
Recordemos que cuando hablamos de recorrido del bisel, nos referimos a su posición (más hacia la superficie anterior o hacia la posterior) a lo largo del borde de la lente. En muchas ocasiones se hace referencia a la curvatura del bisel, también denominada meniscado, para hablar de la curva que sigue el bisel en una vista superior del borde. De esta forma, si los extremos horizontales y verticales están contenidos en un mismo plano vertical la curvatura será nula; sin embargo, conforme más se acerquen los extremos horizontales hacia el rostro con respecto a los verticales, más curvado será el bisel. En la figura 11.9, se observa una curvatura del bisel (un meniscado) mayor para la lente del OI que para la del OD. Este mismo concepto de curvatura o meniscado se aplica a la forma del aro.

Para la elección del recorrido del bisel se deben tener en cuenta dos objetivos fundamentales: que el bisel quede perfectamente insertado en la ranura del aro, sin que éste se deforme, y el estético, intentando que el borde de la lente sobresalga lo menos posible por la parte anterior del frontal de la montura.

Los montajes que con más frecuencia se realizan son:

- Lentes con moderada curvatura de la primera superficie, y unos espesores de borde no muy grandes, es decir, potencia de lente igual o inferior a: 4.00 D aprox. (para índice de refracción igual o superior a 1.6) ó 2.50 D aprox. (para índice de refracción 1.523 e inferiores).

- Astigmatismos y descentramientos no muy elevados.
- Aros cuyo tamaño horizontal es mayor al vertical (ovalados, rectangulares, o similares) curvados ligeramente en el plano horizontal siguiendo el perfil del rostro.



**Figura 11.9.** Vista superior de una montura de frontal ligeramente curvado.

Las zonas sombreadas muestran el borde de la lente, y la línea discontinua el recorrido del ápice del *bisel automático*. En el OD el meniscado del bisel se acopla perfectamente al del aro. En el OI la curvatura de la primera superficie es muy grande y el meniscado del bisel no se acopla al del aro.

7.1.- **Utilización del bisel automático.** La utilización del biselado automático en estos montajes más frecuentes da buenos resultados, ya que la lente se adapta al aro sin provocar deformaciones, y el borde de la lente no se ve mucho por la parte anterior. Si las lentes tienen poco espesor de borde, el bisel va por el centro del borde ( $1/2+1/2$ ), obteniéndose una ligera curvatura de bisel (producida por el mayor tamaño horizontal) que se adapta bien a la del aro. Si el espesor de borde es medio (2-4 mm) el tipo del bisel será  $1/3+2/3$ . En este caso si la lente es positiva, el pico del bisel automático se sitúa más alejado de la arista anterior en los extremos verticales (que al ser donde está el menor tamaño de lente, es donde mayor es el espesor de borde) que en los extremos horizontales, pero a su vez, la primera superficie es lo suficientemente curvada para que el recorrido del bisel se adapte también al aro. Si las lentes son negativas, ocurre lo contrario, el bisel automático se

acerca más al ojo en los extremos horizontales, compensando la curvatura más plana de la primera superficie (ver OD de figura 11.9), y consiguiendo un meniscado parecido al del aro.

7.2.- **Utilización del bisel guiado.** Sin embargo, también se presentan casos en los que realizar el bisel de forma automática no es lo más adecuado. Consideremos montajes con las características enumeradas anteriormente, correspondientes a los montajes más frecuentes, pero suponiendo *lentes de alta potencia* y con bajo índice de refracción. Estas lentes tienen la primera superficie muy plana (lentes negativas) o muy curvada (lentes positivas), lo que conlleva, generalmente, un *bisel automático* con un meniscado muy plano o muy curvado respectivamente, no correspondiendo con el meniscado moderado del aro. Con esto, la lente no se podrá montar y si se hace se deformará el aro. Además, en las lentes de alta potencia negativa, el espesor de borde en la parte posterior del aro puede llegar a ser tan grande, que tropiece con las plaquetas. En este tipo de montajes es aconsejable realizar un **bisel guiado**, adaptando el recorrido del bisel a la forma del aro.

En la figura 11.9, OI, una lente con la primera superficie muy curvada y con el bisel realizado de forma automática no puede encajarse en ese aro, salvo deformándolo.

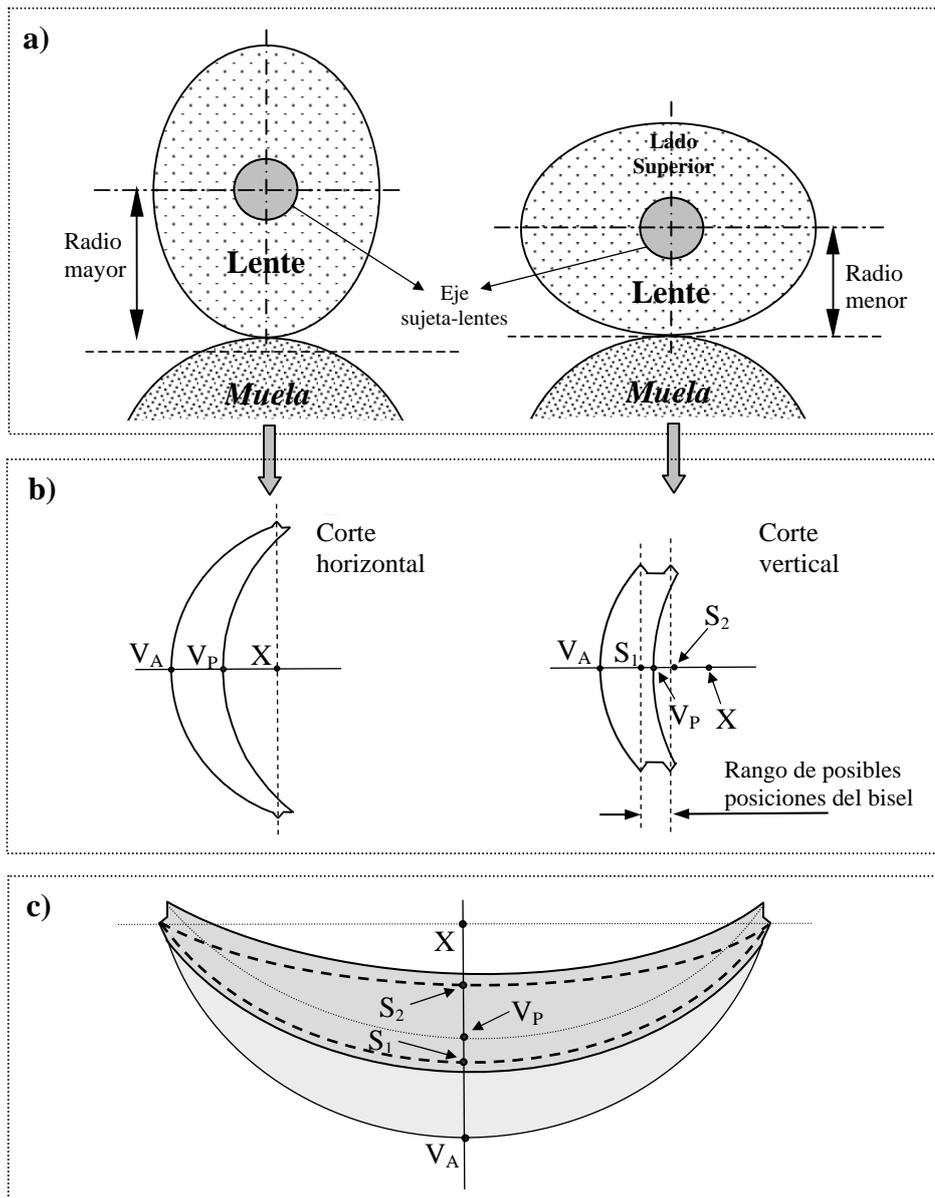
En la selección del recorrido del bisel en montajes habituales con lentes de alta potencia será muy difícil conseguir un montaje muy bueno estéticamente (sin que se vea el borde anterior) junto con una adaptación perfecta de la lente en el aro sin deformarlo ostensiblemente, ya que si se realiza el bisel pegado a la primera superficie (para que no se vea el borde por delante), el meniscado del bisel sería muy plano en lentes negativas, o muy curvado en lentes positivas, sin que se pueda adaptar al meniscado de los aros de las monturas convencionales (monturas con meniscado moderado). Por esta razón, cuando se selecciona el recorrido del bisel guiado es muy importante establecer correctamente la posición del bisel en los puntos extremos correspondientes al

diámetro mínimo (radio menor) y máximo (radio mayor) de la forma de la lente, que normalmente corresponden con los diámetros vertical y horizontal, respectivamente. A continuación se explica cómo elegir la posición de estos puntos del pico del bisel en lentes de alta potencia positiva y negativa con bajo índice de refracción:

- Lentes de alta potencia positiva. Por razones estéticas, en los puntos de radio mayor (normalmente en dirección horizontal), hay que situar el bisel lo más cerca posible de la primera superficie. En el punto de radio menor, donde se localiza el máximo espesor, conviene situarlo más hacia la segunda superficie. Este desplazamiento del bisel debe ser el que reduzca el meniscado del bisel y permita la correcta inserción de la lente en el aro. Se puede considerar la posibilidad de aumentar ligeramente el meniscado del aro (por ejemplo, con los alicates de meniscar) para desplazar menos el bisel hacia dentro, quedando el montaje más estético, ya que de esta forma se ve menos el espesor de la lente aunque el aro quede más curvado.

En la figura 11.10 se muestran las posibles posiciones del bisel en una lente positiva de alta potencia y bajo índice de refracción, considerando la posición en los puntos correspondientes al diámetro mayor lo más próxima posible a la superficie anterior (*posición X*). Las dos posiciones extremas que se pueden conseguir son:

- *Posición S<sub>1</sub>*. Corresponde al mayor meniscado del bisel que se puede obtener.
- *Posición S<sub>2</sub>*. Es la posición de menor meniscado.



**Figura 11.10.** Ejemplo de posiciones del bisel en una lente de alta potencia positiva, con forma ovalada y sin descentramiento. a): Vista frontal de la lente incidiendo sobre la muela en los puntos de mayor y menor diámetro. b): Corte transversal de la lente a lo largo del mayor (horizontal) y menor (vertical) diámetro. c): Vista superior de la lente, mostrando el recorrido de los dos biseles extremos (líneas discontinuas), a escala 2:1 con respecto figuras a) y b).  
 $V_A$ ,  $V_P$ : Vértice anterior y posterior. X: Posición de bisel en los puntos de mayor radio.  
 $S_1$ ,  $S_2$ : Posiciones de meniscado máximo y mínimo en los puntos de radio menor.

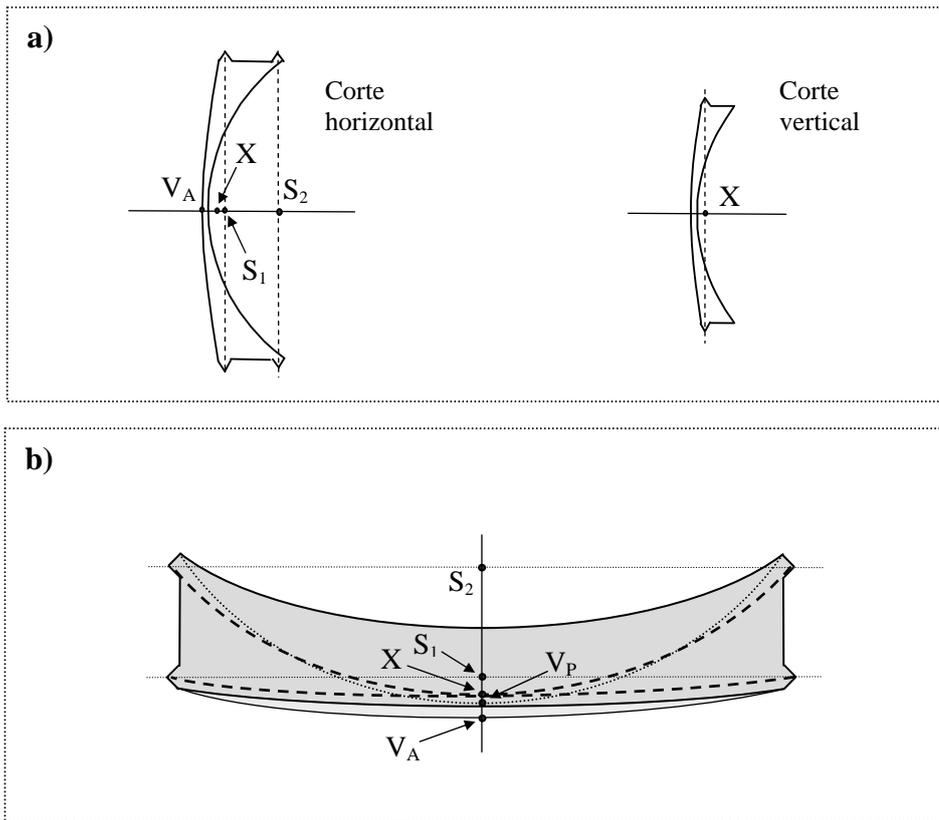
Para una montura convencional, se evitará elegir la posición  $S_1$ , puesto que nos proporcionará un recorrido muy curvado que no se adaptará al meniscado del aro. Por lo tanto, el recorrido seleccionado dependerá del meniscado del aro; intentando evitar también, por razones estéticas, posiciones próximas a  $S_2$ .

- Lentes de alta potencia negativa. En los puntos de radio menor (normalmente en dirección vertical) conviene situar el bisel cerca de la cara anterior, para que el borde de la lente sobresalga lo menos posible por la parte anterior del aro. En los puntos de radio mayor, donde se localiza el máximo espesor, conviene situarlo más hacia la segunda superficie, para conseguir un meniscado similar al del aro. Si el aro tiene un meniscado muy pronunciado (cosa poco usual), se puede intentar aplanar un poco con los alicates de meniscar, para que el montaje quede más estético.

En la figura 11.11 se muestran las posibles posiciones del bisel en una lente de alta potencia negativa de bajo índice de refracción, considerando la posición en los puntos correspondientes al radio menor lo más próxima posible a la superficie anterior (*posición X*). En este caso las posiciones extremas que se pueden conseguir del bisel son:

- *Posición  $S_1$ .* Corresponde al menor meniscado del bisel que se puede obtener.
- *Posición  $S_2$ .* Es la posición de mayor meniscado.

Para una montura convencional, por norma general, se evitará elegir la posición  $S_1$ , puesto que nos proporcionará un recorrido demasiado plano que se adaptará con dificultad a la curvatura del aro. El recorrido del bisel seleccionado dependerá del meniscado del aro; intentando evitar también, por razones estéticas, posiciones próximas a  $S_2$ .



**Figura 11.11.** Ejemplo de posiciones del bisel en una lente de alta potencia negativa, con forma ovalada o similar y sin descentramiento. a): Corte transversal de la lente a lo largo del mayor (horizontal) y menor (vertical) diámetro. b): Vista superior de la lente, mostrando el recorrido de los dos biselados extremos (líneas discontinuas), a escala 2:1 con respecto figura a).

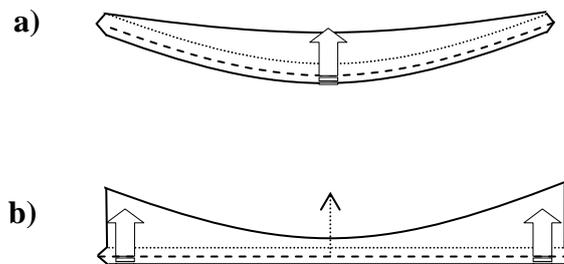
$V_A$ ,  $V_P$ : Vértice anterior y posterior. X: Posición bisel en los puntos de mayor diámetro.

$S_1$ ,  $S_2$ : Posiciones de meniscado máximo y mínimo en los puntos de radio mayor.

Resumiendo, a la hora de realizar el bisel guiado en lentes de alta potencia para los casos más convencionales (es decir, astigmatismos y descentramientos no muy elevados, y aros cuyo tamaño horizontal es mayor al vertical, ovalados, rectangulares, o similares, curvados ligeramente en el plano horizontal siguiendo el perfil del rostro), como norma general, tanto si

la curvatura de la primera superficie de la lente es muy elevada como si es muy baja, conviene separar el bisel de la cara anterior en las zonas donde el borde es más grueso. En la figura 11.12 se ve como quedaría un bisel con un meniscado paralelo a la superficie anterior; y las flechas que se muestran indican la zona en la que hay que desplazar el bisel y la dirección de dicho desplazamiento.

Ahora bien, si se utiliza una montura de pasta con los aros anchos, y en la lente biselada el espesor de borde mínimo es mayor al ancho del bisel, conviene introducir también ligeramente el bisel hacia dentro en esa zona (como indica la flecha punteada de la figura 11.12b). Así se evita que la parte anterior del aro sobresalga por delante de la lente con respecto a las zonas de mayor espesor, consiguiéndose una mejor apariencia estética.



**Figura 11.12.** Vista superior del borde de una lente de alta potencia positiva (a) y negativa (b), con curvatura del bisel similar a la de la primera superficie (las líneas discontinuas indican el ápice del bisel y las punteadas la anchura del bisel). Las flechas señalan en las zonas en las que se debe variar el recorrido del bisel para poder adaptarlo al meniscado habitual de los aros.

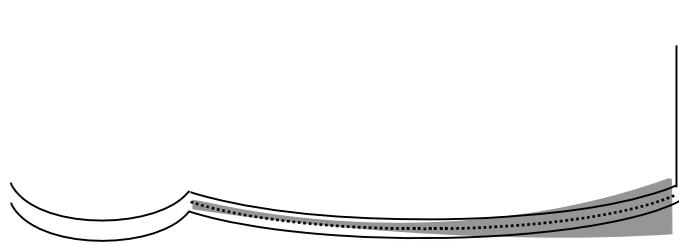
Actualmente, para llevar a cabo esto, es muy común encontrarse biseladoras automáticas que nos permiten realizar un *bisel guiado por*

*curvatura*, en el cual se pueden cambiar tanto *el meniscado del bisel* como *su posición*, más alejado o más próximo a la primera superficie. Si la biseladora no dispone de esta opción se puede hacer un *biselado guiado por puntos*, en el que se puede elegir la posición del ápice del bisel en varios puntos del borde.

- *Otros casos (alto astigmatismo, elevado descentramiento)*. Hasta ahora hemos estudiado los casos más habituales que nos podemos encontrar a la hora de elegir el recorrido del bisel, sin considerar *astigmatismos y/o descentramientos muy altos*. Considerando estos dos parámetros, podemos encontrarnos con otros nuevos casos, en los que habría que estudiar el recorrido de bisel más adecuado, e incluso si es posible un correcto montaje. Como ejemplo, vamos a estudiar dos casos: uno con astigmatismo alto y otro con descentramiento elevado. Por simplificar el problema, seguimos considerando monturas convencionales (aros cuyo tamaño horizontal es mayor al vertical, ovalados, rectangulares, o similares, curvados ligeramente en el plano horizontal siguiendo el perfil del rostro).

- Ejemplo 1: *Lente con alta potencia esférica negativa y un alto astigmatismo con eje del cilindro negativo a 180° se pretende montar en una montura de pequeño tamaño*. La primera superficie de la lente va a ser muy plana, y además, se va a producir una disminución de los espesores de borde en los extremos horizontales debido a la potencia cilíndrica. Por lo tanto, no vamos a tener posibilidad de desplazar el recorrido del bisel hacia el ojo en esos extremos horizontales. De esta forma, el meniscado del bisel será demasiado plano, y la única forma de que la lente se pueda insertar, sería intentar aplanar el aro.
- Ejemplo 2: *Lente de alta potencia negativa con un descentramiento horizontal muy grande*. El espesor de borde en uno de los extremos horizontales va a ser muy pequeño, con lo cual no nos va a permitir adaptar el meniscado del bisel al de la ranura del aro. En la figura

11.13 se muestra este caso. El meniscado del bisel más adecuado correspondería al de la ranura; pero como se puede observar, por algunas zonas parte del bisel quedaría fuera del borde, y además, desde el punto de vista estético, se vería mucho por delante del aro el borde temporal de la lente. La posible solución sería intentar aplanar el aro



**Figura 11.13.** Vista superior del borde de una lente de alta potencia negativa con un gran descentramiento horizontal (sombreado) y del aro izquierdo de la montura en la que se pretende montar. La línea punteada corresponde al ápice de la ranura del aro.

Los casos que hemos estudiado corresponden a montajes en monturas convencionales. Pero en alguna ocasión podemos encontrarnos con formas de aro extrañas. En estos casos se deberá estudiar cuál es el recorrido del bisel más adecuado, atendiendo al espesor de borde que quedará en cada punto, procurando, como en todo montaje, llegar a un compromiso entre la estética y la correcta inserción de la lente en el aro.

## 8.- Retoque

Las biseladoras automáticas tienen la opción de *retoque*. Una vez finalizado el biselado, y habiendo comprobado como queda la lente en la montura, esta opción nos permite retocar la lente, es decir, disminuir el

tamaño de la lente, e incluso en algunas biseladoras también desplazar todo el bisel hacia delante o hacia atrás, manteniendo la máquina los datos que se han introducido durante el biselado (material, bisel....)

Recordar que si al poner la lente en el aro queda un poco suelta, se puede intentar meter entre la lente y la ranura del aro tiras de *cyrex*, pero si no queda bien ajustada se debe optar por biselar una nueva lente.

### **9.- Colocación de la plantilla**

En las biseladoras automáticas que trabajan con plantilla, se debe tener claro como colocarla en el extremo del *eje sujeta-lentes* (ver figura 11.1).

En el mercado se pueden encontrar varios tipos de útiles de bloqueo. En general, se caracterizan por tener varios resaltes para poder encajarlos correctamente en el brazo del centrador y, posteriormente, en el eje sujeta-lentes de la biseladora automática. Cuando la lente se bloquea la posición fija de los resaltes hace que el útil de bloqueo quede siempre en una misma posición sobre la lente, y al pasarla a la biseladora automática no haya posibilidad de cambiar la posición ni la orientación de la lente.

La plantilla se debe colocar en el extremo del eje sujeta-lentes, de tal forma que su orientación coincida con la del útil de bloqueo encajado en la parte central del eje sujeta-lentes y teniendo en cuenta el ojo que se va a biselar.

Por ejemplo, hay un tipo de útil de bloqueo que tiene un resalte situado hacia el lado superior de la lente. Por lo tanto, la parte superior de la plantilla se debe colocar en el mismo sentido que ese resalte. Las partes temporal y nasal de la plantilla se colocarán en una posición o en la contraria, dependiendo del ojo que se vaya a montar, siempre teniendo en cuenta que la superficie cóncava de la lente debe quedar hacia el ojo.

## LAS BISELADORAS AUTOMÁTICAS DEL LABORATORIO

Hasta ahora hemos visto las características generales que comparten la gran mayoría de las biseladoras automáticas. En el mercado se pueden encontrar diferentes modelos, que se diferencian fundamentalmente en las opciones para realizar el bisel, las muelas disponibles, y en el grado de automatización.

En nuestro taller de prácticas hay disponibles tres tipos diferentes de biseladoras automáticas, la *Línea XXI* y la *Élite XXI* de la empresa *Indo*, y la *Profil S* de la empresa *Essilor*. Todas ellas pueden funcionar con plantilla, pero además, la *Élite XXI* y la *Línea XXI* también pueden funcionar con el módulo lector/centrador *Indoform CNC*.

Primero se va a explicar el funcionamiento de la *Línea XXI* y de la *Élite XXI*, por ser más similares entre sí, para pasar después al funcionamiento de la biseladora *Profil S*.

Estas tres máquinas se pueden dividir en tres partes principales: zona de lector de plantillas, zona de biselado (muelas y eje sujeta-lentes), y teclado.

Para cada máquina se van a estudiar las distintas muelas que tienen, tipos de desbastes, las diferentes formas de realizar el bisel, tanto en modo guiado como automático, la colocación de la plantilla y como se lleva a cabo el retoque; y finalmente, se mostrará el procedimiento de biselado completo, indicando cada uno de los pasos que se deben seguir.

Cuando se estudien los tipos de bisel de cada biseladora, procuraremos en todo momento llamarlos según el nombre genérico (automático o guiado). Si en el manual de instrucciones de estas máquinas se les da otro nombre, éste se especificará entre paréntesis.

### 10. BISELADORA AUTOMÁTICA LÍNEA XXI

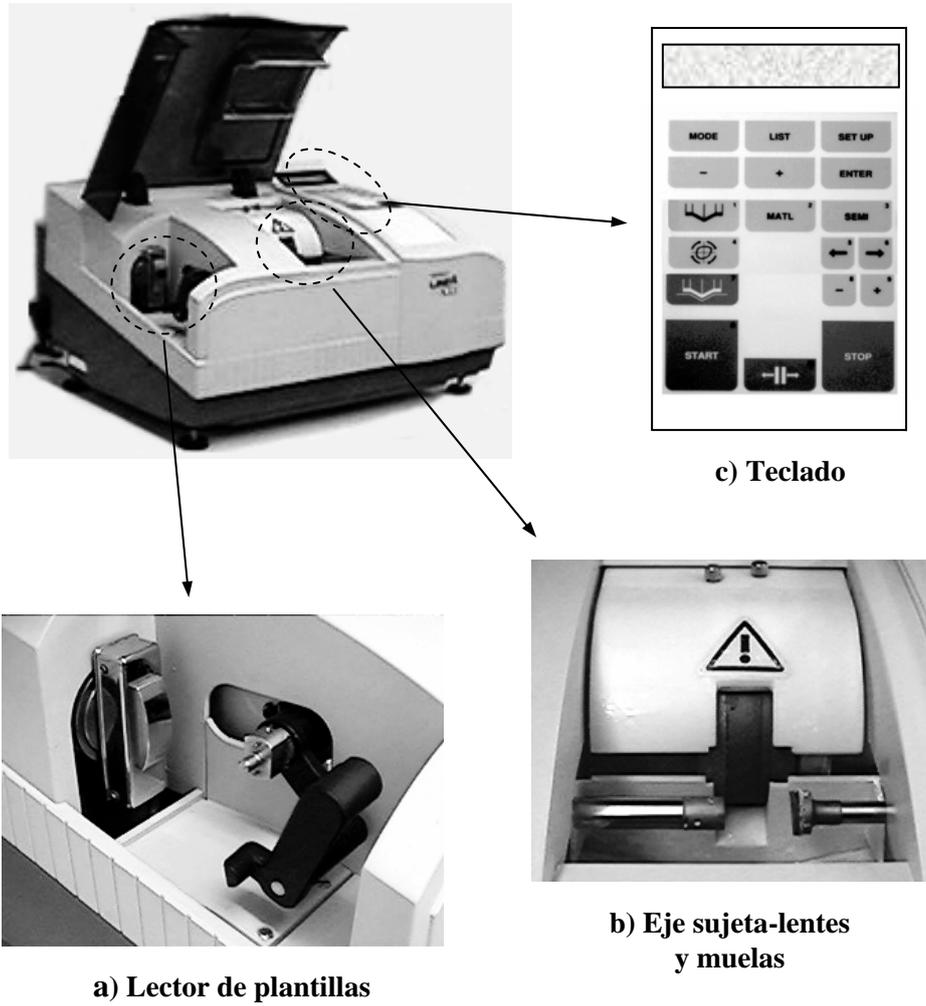
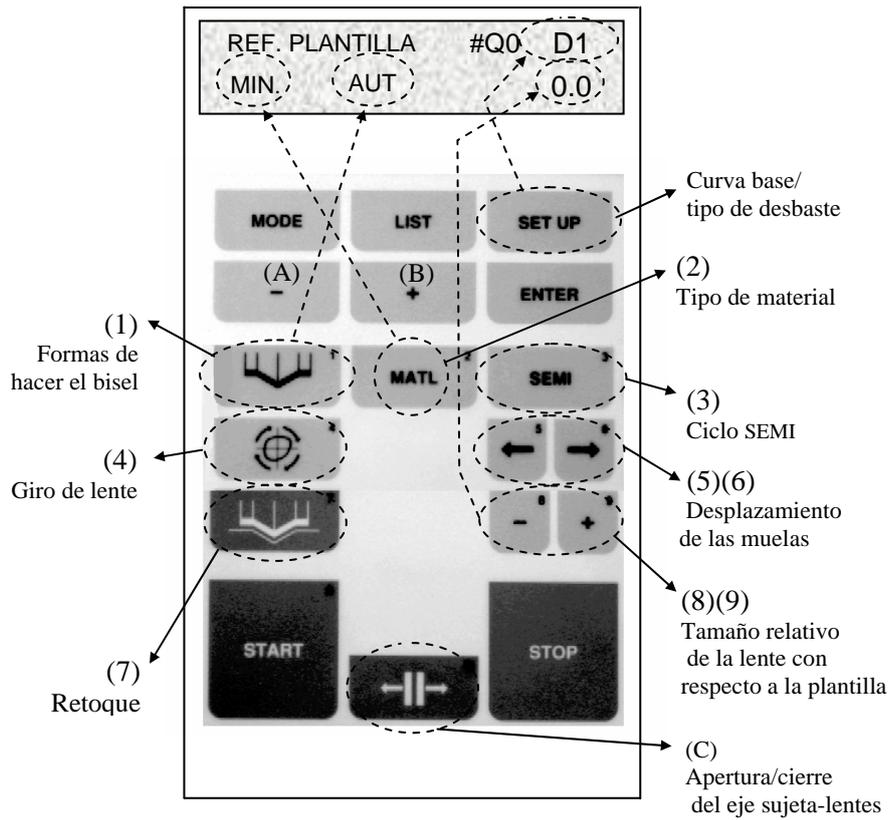


Figura 11.14. Biseladora Línea XXI.



**Figura 11.15.** Teclado de la biseladora *Línea XXI*.

(Las flechas con línea discontinua indican el dato que se modifica sobre la pantalla al pulsar la tecla de donde parten)

Esta máquina posee las tres muelas básicas de una biseladora automática (desbaste orgánico, desbaste mineral y bisel convencional), sin que permita el biselado de policarbonato ni el pulido de los bordes. Las teclas a las que vamos a hacer referencia durante las explicaciones de la biseladora *Línea XXI* se muestran en la figura 11.15.

10.1.- **Muelas.** Esta biseladora posee una muela para *desbaste mineral* y otra de *desbaste orgánico* (no para policarbonato). La tecla [MATL] tecla (2) sirve para seleccionar la muela de desbaste:



En la pantalla aparece *MIN*, mineral, o, *CR39*, orgánico. Si se selecciona este último las letras *CR39* parpadean esperando la confirmación de que la lente es orgánica. Si se está seguro, se pulsa [ENTER] y la rueda de muelas se mueve hasta enfrentar la muela correspondiente con el borde de la lente.

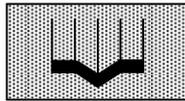
Dispone de una muela de *bisel convencional*, con la que se realizan todos los tipos de bisel que permite realizar.

10.2.- **Tipos de desbaste.** En esta biseladora automática son posibles tres tipos de desbaste (D1, D2, D3). Para cambiar el tipo de desbaste se pulsa dos veces la tecla [SET UP], seleccionándolo con las teclas (A) y (B), y se confirma con la tecla [ENTER].

- D1 (Desbaste en vaivén). Recomendado para lentes con espesor de centro medio o alto, con descentramientos normales. La muela desbasta la lente prácticamente en su totalidad por zonas, con movimiento en vaivén. Es el tipo de desbaste más rápido, pero es el más agresivo, siendo mayor el peligro de rotura de las lentes.
- D2 (Desbaste en vaivén con protección). Es un tipo de desbaste también por zonas, pero la lente gira con mayor rapidez, con lo cual se produce menos desbaste por cada vuelta, siendo menos violento que el anterior. Se recomienda para lentes con bajo espesor de centro, así como en descentramientos moderados.
- D3 (Desbaste en modo continuo). Como su propio nombre indica es un tipo de bisel continuo, es decir, no por zonas. La lente va girando a

mayor velocidad, dando lugar al desbaste más suave de los tres, aunque también es el más lento. Recomendado en lentes con muy bajo espesor de centro, o con descentramiento muy alto y/o elevada potencia astigmática.

10.3.- **Tipos de bisel.** La tecla 1 permite seleccionar los siguientes tipos de bisel:



- Bisel automático (autocentrante). En la pantalla aparece *AUTO*. La máquina realiza el bisel de forma automática, dejando las muelas sueltas. La colocación del borde de la lente cuando incide sobre la muela de bisel viene determinada por el valor que hayamos introducido de *curva base (potencia de la primera superficie medida con el esferómetro)* La curva base se introduce antes de comenzar, pulsando una vez [*SET UP*] y seleccionando mediante las teclas (A) y (B), siendo el margen de selección de entre 0 y 9.5 D, en pasos de 0.5 D, y se confirma con la tecla [*ENTER*].
- Bisel semi-automático (semi-autocentrante). En la pantalla aparece *SEMI AUTO*. Se selecciona eligiendo como tipo de bisel el *Automático* y pulsando la tecla [*SEMI*]. Se diferencia del anterior en que antes de realizar el bisel, el borde de la lente queda enfrentado a la muela del bisel y con las teclas (5) y (6) se puede variar la posición de incidencia.
- Bisel guiado. En la pantalla aparece *GUID*, al pulsar [*START*] aparece *SEMIGUID*. Tras el desbaste, la lente se va a enfrentar a la muela del bisel (ver figura 11.4) en varios puntos del borde. El primero va a ser el

correspondiente al mayor o menor diámetro, apareciendo en la pantalla *H* o *L*, respectivamente. Se puede modificar la posición del bisel en este primer punto desplazando las muelas con las teclas (5) y (6). Una vez seleccionada esta posición se acepta con la tecla (4); la lente girará, parando en el otro punto (*H* o *L*). Se repite la operación, seleccionando la posición del bisel en este punto. Si creemos que con la selección de estos dos puntos es suficiente, pulsaremos [*START*]. Si no, pulsando la tecla (4) la biseladora pasa a otro punto (punto 0) repitiéndose el proceso con varios puntos significativos que la máquina selecciona. Cuando la biseladora emite tres pitidos significa que no mostrará más puntos nuevos para definir el recorrido del bisel, quedándose enfrentada en el punto 0. Pulsando de nuevo la tecla (4) nos vuelve a mostrar los demás puntos significativos que podemos volver a cambiar. Se pulsa [*START*] y comienza el biselado.

- *Bisel plano*. En la pantalla aparece *PLA*. Efectúa automáticamente un bisel plano aunque ligeramente inclinado, debido a que utiliza la zona derecha de la muela de bisel, que como se ve en la figura 11.7 tiene una ligera pendiente.

10.4.- **Retoque**. Se selecciona con la tecla de *retoque* (7). De esta forma se conservan los datos introducidos durante el biselado, como por ejemplo los datos del bisel guiado. Con las teclas (8) y (9) se modifica el tamaño, y con las teclas (5) y (6) se cambia la posición del bisel.

Si el bisel es *Guiado*, en el retoque no se puede variar el recorrido del bisel, sino únicamente situar todo el bisel más hacia delante o hacia atrás. Se debe tener en cuenta que si se programa *un nuevo biselado*, se pierde la *información del guiado anterior*.

Lógicamente, sólo se puede modificar la posición del bisel cuando se reduce sensiblemente el tamaño de la lente, pues de otro modo lo único que se conseguiría sería eliminar parte del bisel.

Si el bisel escogido es *Guiado*, pulsando las flechas (5) y (6) aparecen los milímetros que se desplaza el bisel en la parte inferior de la pantalla, pero las muelas no se mueven hasta pulsar [START]. Si el bisel es *Automático* el retoque permite la elección de la posición de incidencia del borde sobre la muela del bisel como si se tratase de un *Semi-Automático*.

**10.5.- Colocación de la plantilla.** La plantilla se sitúa en el lateral izquierdo de la biseladora (ver figura 11.14a), enfrentada al lector de plantilla, encajada en los tres pivotes (uno central grueso y dos laterales finos).

La plantilla se coloca con su parte superior hacia el lector de plantilla (para que coincida con el resalte del útil de bloqueo que indica este lado). La cara posterior de la lente está hacia al teclado, por lo tanto es como si se mirasen las gafas de lado, con las varillas hacia el teclado y la parte inferior hacia nosotros. Por ello, para el *ojo derecho* la *parte nasal de la plantilla (N)* se sitúa hacia arriba; y para el *ojo izquierdo* hacia abajo.

*Es muy importante acordarse de cambiar de posición la plantilla cuando se termina de biselar la lente de un ojo y se desea biselar la lente del otro, pues de otro modo repetiríamos la lente para el primer ojo.*

**10.6.- Procedimiento de biselado automático con Línea XXI.** Los pasos que hay que seguir en la utilización óptima de la biseladora automática *Línea XXI* son:

1. Colocar la plantilla en el extremo del eje sujeta lentes (figura 11.14a).
2. Colocar la lente con el útil de bloqueo, en el eje sujeta-lentes (figura 11.14b).
3. Seleccionar el material de la lente, tecla (2)
4. Seleccionar el tipo de bisel, tecla (1). Pulsar tecla [SEMI] sólo para bisel semi-automático, ya que el semi-guiado es lo mismo que el guiado. Si se elige bisel automático, introducir el valor de la curva base (pulsando [SET UP] y seleccionándolo mediante las teclas (A) y (B)).

5. Ajustar el tamaño relativo de la lente con respecto a la plantilla con las teclas (8) y (9).
6. Elegir tipo de desbaste (pulsando dos veces la tecla [SET UP], y seleccionándolo con las teclas (A) y (B))
7. Se puede modificar la zona de incidencia de la lente sobre la muela de desbaste con las teclas (5) y (6), para evitar un desgaste desigual.
8. Tapar la máquina con la cubierta de plástico para evitar que salga agua y trozos de lente.
9. Poner en marcha la máquina pulsando [START]. Si el tipo de bisel es semi-automático o guiado, para reanudar el proceso después de la selección de la posición del bisel también se pulsa [START]. Si en algún momento se desea detener el proceso pulsar [STOP].
10. Al finalizar cualquier proceso la biseladora emite dos pitidos. Entonces se puede abrir el eje sujeta-lentes y retirar la lente.
11. Se comprueba que el tamaño y la posición del bisel son adecuadas para insertar la lente en el aro. Si no es así se recurre al proceso de retoque.
12. Antes de montar la lente se deben matar los cantos.
13. Una vez montada, comprobar la orientación y el centrado. También comprobar las tensiones, sobre todo si es una lente mineral en una montura metálica.

### 11. BISELADORA AUTOMÁTICA ÉLITE XXI



Figura 11.16. Biseladora Élite XXI y módulo lector/centrador Indoform CNC.

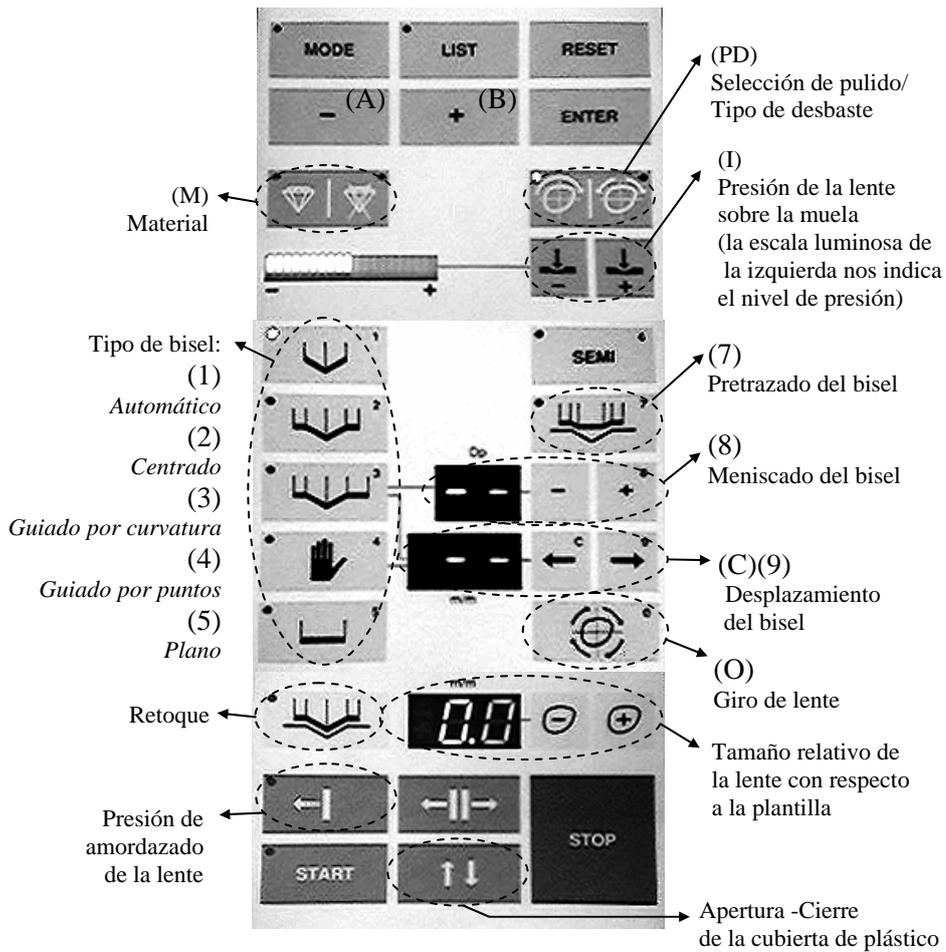
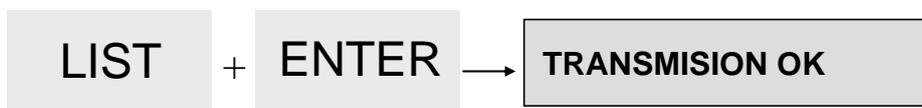


Figura 11.17. Teclado de la biseladora *Élite XXI*.

La *Élite XXI* es una biseladora más completa que la *Línea XXI*, ya que pertenece a una gama superior. Por ejemplo, permite biselar policarbonato, realizar el pretrazado del recorrido del bisel, pulir los bordes de las lentes orgánicas y de policarbonato, y dispone de un sensor que le permite conocer la geometría del borde de la lente, y así realizar otros tipos de bisel.

Además, en nuestro laboratorio esta máquina está conectada al módulo lector/centrador *Indoform CNC* (ver capítulo 10). Este módulo realiza la lectura electrónica del aro, y con esa imagen del aro en la pantalla, permite centrar y bloquear la lente. A continuación desde la biseladora automática se debe solicitar la transferencia de datos desde el módulo lector/centrador. Para ello, se pulsa la tecla [LIST], apareciendo en pantalla la referencia de la lectura realizada, *I-D* ó *I-I*, bien si es ojo derecho o izquierdo. Se selecciona la referencia con las teclas (A) y (B). Pulsando [ENTER] comienza la transmisión de los datos. Esta transmisión será correcta si en la pantalla aparece *TRANSMISION OK*:



Si al pulsar [LIST] aparece el mensaje *NO EXISTE TRABAJO*, se debe comprobar que se ha confirmado el trabajo en el módulo lector/centrador. Si en el campo “*Centraje lente ojo*” del módulo se elige “*Pareja*”, la transferencia de los datos no se puede producir hasta que no se confirmen los trabajos de ambos ojos.

Este sistema es más rápido, sencillo y exacto que el sistema de lectura mediante plantillas.

A continuación se van a estudiar las opciones y el funcionamiento de la biseladora automática *ÉLITE XXI*. Como se puede observar en la figura 11.17 algunas teclas son similares a las de la *LÍNEA XXI*, en cuyo caso no las volveremos a explicar.

11.1.- **Muelas.** Posee cuatro muelas que se muestran claramente en la figura 11.5: de *desbaste policarbonato* (también para material orgánico

termoestable, por ejemplo CR-39), *desbaste mineral*, *muela de bisel convencional* y *muela de pulido*.

El *pulido* sólo se puede realizar en lentes orgánicas y de policarbonato. Se activa pulsando la tecla derecha de las teclas (PD), encendiéndose el *led* de está tecla. Se desactiva pulsado la tecla izquierda.

La selección del tipo de material se realiza pulsando la tecla derecha de la teclas (M) apareciendo en pantalla *MIN* (mineral), *CR-39* (orgánico) y *POLY* (policarbonato). Si se selecciona *CR-39* ó *POLY* aparecerán parpadeando en la pantalla esperando la confirmación con la tecla [*ENTER*].

11.2.- **Tipos de desbaste.** Son los mismos que los explicados en la *LÍNEA XXI*. Para acceder al menú de tipos de desbaste, se pulsa de forma continuada la tecla izquierda de las (PD). En pantalla parpadean las letras *D1*, *D2* ó *D3*. Se pueden seleccionar con las teclas (A) y (B). Se confirma con la tecla [*ENTER*].

Además, esta biseladora permite modificar la *presión de incidencia de la lente sobre la muela* con las teclas (I). Cuanto mayor sea la presión más rápido será el desbaste, pero a su vez aumentará la posibilidad de rotura.

11.3.- **Tipos de bisel. Sensor.** Después del desbaste, la máquina lleva a cabo una medición automática de la situación de las aristas del borde de la lente. Para ello, posee un *sensor* circular (que se puede ver claramente en la figura 11.5) que permite localizar la posición de las aristas anterior y/o posterior en varios puntos significativos del borde. Basándose en este sistema de medición, esta biseladora automática nos permite elegir entre estos tipos de bisel:

- *Bisel automático.* La posición de incidencia sobre la muela de bisel viene determinada por la medición del sensor. Se trata del bisel automático convencional que hemos considerado hasta ahora. Se selecciona con tecla (1).

- Bisel centrado. Se selecciona con la tecla (2). El sensor detecta la posición de las aristas anterior y posterior del borde de la lente, y por lo tanto el espesor de borde en varios puntos. A partir de estas medidas el bisel se realiza de forma automática, situando el pico a la misma distancia de ambas superficies, es decir, en el centro del borde. Por ello también se le conoce como bisel 50-50 ó  $1/2+1/2$ .

Una variante de este tipo de bisel se denomina bisel proporcional. Se selecciona con las teclas (2) y [SEMI]. Después del proceso de medida del sensor, la muela de bisel se detiene enfrente del borde de la lente, en la posición de bisel centrado. En la pantalla junto a las teclas de desplazamiento, teclas (C) y (9), se muestra en milímetros la posición del ápice del bisel en el punto de menor espesor de borde con respecto a la arista anterior. Este valor lo podemos cambiar con las teclas (C) y (9). La máquina recalcula la posición del bisel en los demás puntos de borde de forma proporcional respecto al espesor de borde. De esta forma, se puede variar el recorrido del bisel, desde ser paralelo a la arista anterior (valor 0.0 mm) hasta ser paralelo a la arista posterior (valor doble del mostrado en un principio).

- Bisel guiado por curvatura (bisel guiado). Se elige con la tecla (3). Este tipo de bisel permite *cambiar la curvatura del bisel y su posición*, más alejado o más próximo a la arista anterior.

Por defecto, si no se introduce ningún dato, después del desbaste, el sensor realiza una lectura de la arista anterior de la lente, y pasará automáticamente a realizar un recorrido del bisel paralelo y pegado a la primera superficie. Por el contrario, antes de comenzar el proceso de desbaste, se puede desplazar la posición del bisel hacia la superficie cóncava, con las teclas (C) y (9), apareciendo el valor en la pantalla anexa. A su vez, también se puede variar la curvatura del bisel pulsando la tecla (8), mostrándonos en la pantalla anexa la curvatura introducida en dioptrías.

Pulsando únicamente la tecla (3), la biseladora desbastará y pasará directamente a realizar el bisel según los datos que le hemos introducido, sin poder observar como queda el bisel. Esta opción es muy arriesgada, puesto que es difícil, sobre todo si no se tiene experiencia, acertar directamente con los datos de curvatura y desplazamiento. Por ello, *es muy recomendable elegir este tipo de bisel pulsando también la tecla [SEMI]*. De esta forma, el proceso se detiene después del desbaste, y se puede observar el recorrido del bisel pulsando la tecla (0). Si no es correcto, podemos cambiarlo antes de que comience el proceso de realización del bisel, modificando la curvatura, tecla (8) y/o desplazándolo, teclas (C) y (9), pudiendo comprobar cuantas veces queramos el recorrido seleccionado, pulsando la tecla (0).

- *Bisel guiado por puntos (bisel manual)*. Se elige con la tecla (4). Es similar al bisel guiado explicado en la *LÍNEA XXI*.

Como en el bisel guiado por curvatura, el sensor lee la arista convexa y se enfrenta a la muela de bisel, que estará programada en un principio para realizar un bisel paralelo y pegado a la primera superficie. Para modificar este recorrido, con las teclas (C) y (9) se sitúa el bisel manualmente en el primer punto del borde enfrentado con la muela. Al pulsar la tecla (0), giro de lente, la lente nos presentará otro punto que debemos seleccionar. Tras elegir la posición del bisel en varios puntos significativos, la máquina emite tres pitidos indicando que se ha completado el giro completo. Si se mantiene pulsada la tecla (0) durante unos instantes, la lente da una vuelta para que observemos por donde va a realizar el recorrido del bisel; y poder modificarlo en su caso.

En los tipos de *bisel proporcional, guiado por curvatura (con [SEMI]) y guiado por puntos* se puede *observar cómo queda el bisel pulsando unos segundos la tecla (0), giro de lente, y variar su recorrido* si lo creemos oportuno. Otra opción de que disponen estos tipos de bisel

es el *Pretrazado*, pulsando la tecla (7). El *Pretrazado* marca ligeramente el recorrido del bisel en el borde de la lente. Sólo se puede realizar una vez. Si después de realizar el *Pretrazado*, se desea a variar el recorrido del bisel, sólo se puede observar cómo queda pulsando la tecla (0), para girar la lente; ya que si se vuelve a utilizar el *Pretrazado*, éste se superpondrá al anterior, sin que podamos observar el último recorrido seleccionado.

- *Bisel plano*. Se selecciona con la tecla (5). Efectúa automáticamente un bisel plano utilizando la zona derecha de la muela de bisel. Si se programa la máquina para que realice el pulido del borde, éste se lleva a cabo en la zona derecha de la muela de pulido.

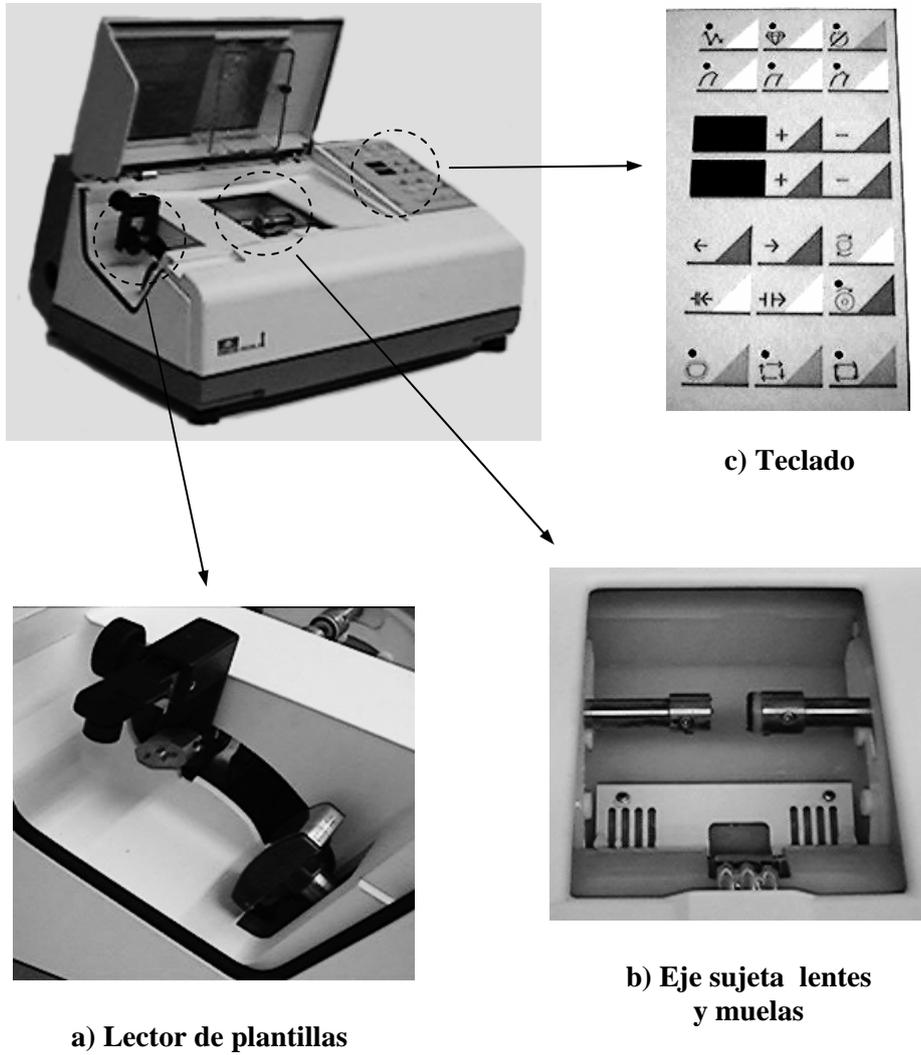
11.4.- **Retoque**. Proceso similar al de la *LÍNEA XXI*. Al terminar el desbaste, en la pantalla aparece el mensaje “*FINALIZADO-REPASAR?*”. Si se pulsa la tecla *retoque*, aparece el mensaje “*REPASO BISEL*”. Entonces, se puede reducir el tamaño relativo de la lente y la posición del bisel (más hacia fuera o hacia dentro) pero no su recorrido.

11.5.- **Procedimiento de biselado automático con *Élite XXI***. Los pasos que hay que seguir en la utilización óptima de la biseladora automática *Elite XXI* conectada al módulo lector/centrador *Indoform CNC* son:

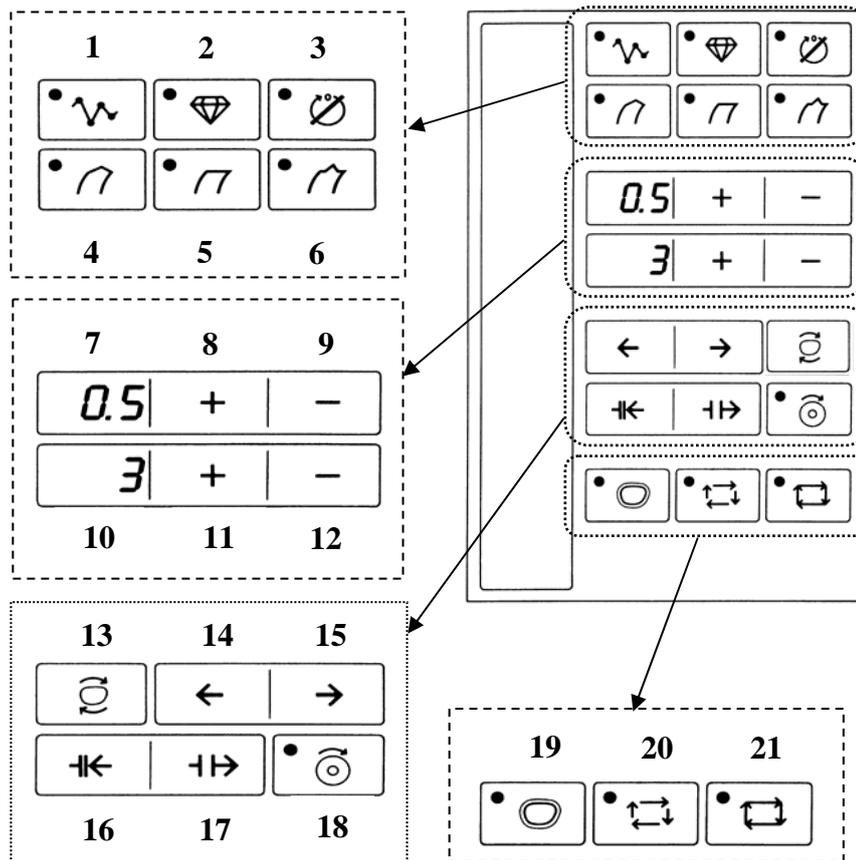
1. Transferir los datos del módulo lector/centrador a la biseladora.
2. Colocar la lente bloqueada en el eje sujeta-lentes.
3. Seleccionar el material de la lente, tecla (M). Si la lente es de *policarbonato*, abrir el grifo del agua para arrastar el material *desbastado* (ver figura 11.16a). Comprobar también que hay una rejilla en el desagüe para evitar que las tiras residuales de este material lo atasque, aunque sea de un diámetro grande.
4. Seleccionar el tipo de bisel.

5. Ajustar el tamaño relativo de la lente con respecto la plantilla.
6. Elegir tipo de desbaste, y presión de la lente sobre la muela.
7. Se puede modificar la zona de incidencia de la lente sobre las muelas de desbaste con las teclas (C) y (9), para evitar un desgaste desigual.
8. Tapar la máquina con la cubierta de plástico para evitar que salga agua y trozos de lente. Cuando la cubierta está abierta, puede tener dos posiciones: levantada del todo o en un posición intermedia. Si está situada en esta última posición, antes de comenzar el desbaste, se cierra automáticamente. Si está levantada del todo, la tendremos que bajar manualmente.
9. Poner en marcha la máquina pulsando [START]. Si en algún momento se desea detener el proceso pulsad [STOP].
10. Si el tipo de bisel es *proporcional, guiado por curvatura (habiendo pulsado [SEMI])* o *guiado por puntos*, una vez seleccionado el recorrido del bisel, *se puede realizar el Pretrazado de éste pulsando la tecla (20)*, o simplemente observarlo pulsando unos segundos la tecla (0).
11. Al finalizar el biselado la biseladora da dos pitidos. Entonces se puede abrir el eje sujeta-lentes y retirar la lente.
12. Se comprueba que el tamaño y la posición del bisel son adecuados para insertar la lente en el aro. Si no es así se recurre al proceso de retoque.
13. Antes de montar la lente se deben matar los cantos.
14. Una vez montada, comprobar la orientación y el centrado. También comprobar las tensiones, sobre todo si la lente es mineral y la montura metálica.

## 12. BISELADORA AUTOMÁTICA *PROFIL S*



**Figura 11.18.** Partes principales de la biseladora *Profil S*.



1. Material orgánico.
2. Material mineral.
3. Puesta a cero/Parar.
4. Bisel libre.
5. Bisel plano.
6. Bisel guiado.
7. Tamaño relativo lente/  
Potencia cara anterior.
- 8-9. Variar (7).
10. Tipo de presión de desbaste.
- 11-12. Variar (10).
13. Rotación de la lente/validación test
- 14-15. Desplazamiento de las muelas.
16. Cierre del eje sujeta-lentes.
17. Apertura del eje sujeta-lentes.
18. Rotación/parada de muelas.
19. Retoque.
20. Ciclo semi-automático.
21. Ciclo automático.

**Figura 11.19.** Teclado de la biseladora *Profil S*.

Como ya se ha dicho, aunque las tareas fundamentales que realizan las biseladoras automáticas y los principios en los que se basan son muy parecidos, las formas de ejecución son diferentes según el modelo. En este apartado vamos a explicar el funcionamiento de otra de las biseladoras automáticas de nuestro taller, la *Profil S*, de la empresa *Essilor*.

Esta biseladora no permite biselar policarbonato, ni pulir el borde de las lentes. Sin embargo, posee una muela de mini-bisel, con el que se realizan los biseles guiados, y también permite llevar a cabo el *Pretrazado* en algunos tipos de bisel. Las explicaciones que a continuación se van a dar sobre esta máquina están basadas en la numeración de la figura 11.19. Además entre las explicaciones se intercalan los dibujos de las teclas a las que se hace referencia para facilitar la ejecución de las tareas.

12.1.- **Muelas.** Esta biseladora posee cuatro muelas. Para desbastar tiene las dos muelas convencionales: de *desbaste orgánico* (no para policarbonato) y de *desbaste mineral*. Para realizar el bisel dispone de dos muelas, *muela de bisel convencional* (también llamada *muela de bisel libre*), y *muela de mini-bisel*.

12.2.- **Tipos de desbaste.** Esta biseladora puede realizar el desbaste de tres formas, que son numeradas del 1 al 3. La diferencia entre ellas es la presión de incidencia de la lente sobre la muela. La presión más débil corresponde al tipo 1, se ejerce una presión media con el tipo 2 y la presión más fuerte se consigue con el tipo 3. Por ello, para las lentes más frágiles se debe utilizar el tipo 1.

Se selecciona con los botones (11) y (12), apareciendo en la pantalla (10) el número que corresponda.

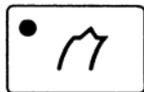
12.3.- **Tipos de bisel.** Esta biseladora también dispone de varias alternativas para realizar el bisel. La primera diferenciación que se puede hacer es según la muela de bisel que se utilice:

a) Si se elige la muela de bisel convencional (*libre*), con tecla (4):



se puede realizar el bisel de dos formas: *bisel automático* (*libre*), y *bisel semi-automático* (*semi-libre*).

b) Con la muela de mini-bisel, tecla (6):

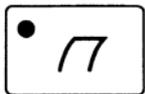


se pueden elegir diferentes tipos de bisel guiado: *bisel guiado con selección de dos puntos*, *bisel guiado con selección de curvatura* y *bisel guiado con selección de varios puntos*.

Combinando las teclas (4) ó (6), con las teclas (20) ó (21), se obtienen todas las formas de realizar el bisel que se han citado.

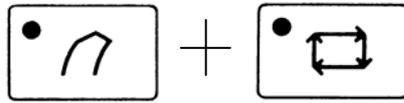
*Las últimas teclas que se deben pulsar antes de comenzar el desbaste son la (20) o la (21) ya que éstas son las que ponen en marcha el proceso.*

Si lo que se quiere es un bisel plano se debe pulsar la tecla (5):



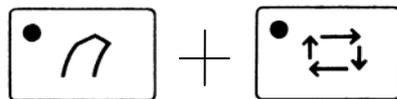
A continuación describimos los tipos de bisel de esta máquina:

- Bisel automático (libre). Se selecciona pulsando la tecla (4) más la (21).

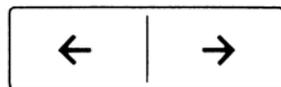


Con esta opción la máquina realiza el bisel dejando las muelas sueltas. La colocación del borde de la lente cuando incide sobre la muela de bisel es siempre la misma, independientemente de la curvatura de la primera superficie de la lente. La muela da varias pasadas por el punto de incidencia hasta llegar a la cota de diámetro pedida, invirtiendo el sentido de giro de la lente para evitar forzar la lente tanto en su anclaje como en su punto de incidencia.

- Bisel semi-automático (semi-libre). Se deben pulsar las teclas (4) y (20).

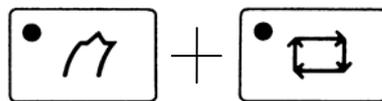


Se diferencia del automático en que antes de comenzar a realizar el bisel, el borde de la lente se enfrenta a la muela, permitiéndonos seleccionar con las teclas (13) y (14) la posición de incidencia de la lente.



A continuación se pone en marcha el proceso pulsando la tecla (20).

- Bisel guiado con selección de 2 puntos. Se selecciona mediante los botones (6) y (21)



En este proceso, una vez que ha terminado el desbaste de la lente, el eje la sitúa en la posición de *radio mayor* (máxima distancia del eje al borde de la lente), frente a la muela de biselado. Con las teclas de movimiento de la muela (13) y (14), se selecciona la posición del bisel en ese punto.



Pulsando la tecla de rotación (15), la máquina busca el *radio menor* de la lente y lo sitúa frente a la muela de bisel. Se elige la posición del bisel como en el radio mayor, desplazando las muelas con las teclas (13) y (14).

La máquina une estos dos puntos seleccionados mediante una curva, que corresponde con la curvatura del bisel.

Para comenzar el biselado se pulsa la tecla de ciclo automático (21).

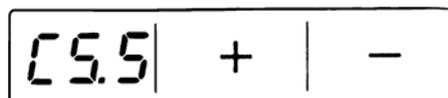
- Bisel guiado por curvatura. Al igual que en el guiado con selección de dos puntos, se pulsan las teclas (6) y (21)

Una vez finalizado el desbaste, se *pulsa de nuevo la tecla (6)*.

La lente habrá quedado enfrentada a la muela de bisel en la posición de *radio mayor*. Con las teclas (13) y (14) se selecciona la posición del bisel en ese punto.

En la pantalla (7) se observa la letra *C* y un número que indica el valor de la *curvatura del bisel*. Con las teclas (8) y (9) se selecciona este valor.

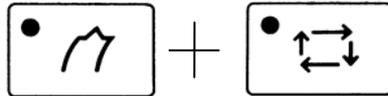
Si se pulsa la tecla de rotación (15), la lente gira moviéndose al unísono las muelas, mostrando el recorrido del bisel. Si no es el adecuado se puede cambiar la curva base hasta ajustar el recorrido correcto.



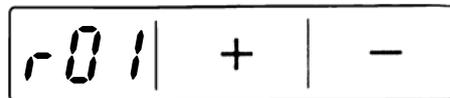
Si el bisel se realiza de esta forma, permite la opción de *Pretrazado*, pulsando la tecla (20). Esta opción realiza el bisel marcándolo ligeramente, para observar como quedará definitivamente.

Por último, se vuelve a pulsar (21) para que se realice el bisel.

- Bisel guiado con selección de varios puntos. Se selecciona mediante las teclas (6) y (20)



Después de desbastar la lente queda enfrentada a la muela de bisel guiado, y en la pantalla (7) aparece *r01*, correspondiente al primer punto en el que tenemos que situar el bisel con las teclas (13) y (14). Pulsar tecla (15) para que la lente se enfrente en el segundo punto, *r02*, y volver a situar el bisel. Repetir el proceso para el resto de los puntos que nos muestre la biseladora, hasta volver otra vez al punto *r01*. Se puede revisar la situación del bisel en cada punto con la tecla *vuelta* (15) y modificarla si es necesario.



Esta forma de hacer el bisel también tiene la opción de *Pretrazado*, pulsando la tecla (20).

Finalmente, para poner en marcha la realización del bisel se pulsa (21).

12.4.- **Retoque.** Una vez que se ha llevado a cabo todo el proceso de biselado, se comprueba si la lente encaja perfectamente en el aro de la

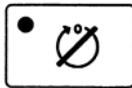
montura. Si no es así se puede modificar el tamaño con las teclas (8) y (9), y a continuación la tecla de retoque (19).



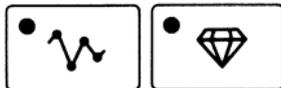
12.5.- **Colocación de la plantilla.** Como en cualquier biseladora automática que trabaje con plantilla, nos debemos de fijar en cómo queda colocada la lente en el eje sujeta lentes, y para hacer corresponder los lados de ésta con los de la plantilla.

12.6.- **Procedimiento de biselado con la *Profil S*.** El proceso que se debe seguir para biselar una lente con esta máquina es:

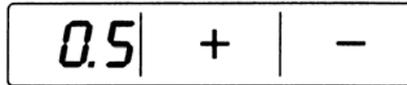
1. Cuando se enciende la biseladora, con el interruptor situado en la parte trasera, el piloto de la tecla (3) debe parpadear y emite un pitido intermitente. Si se pulsa esa tecla, la máquina se inicializa y queda preparada para trabajar. Esta misma tecla es la que se debe pulsar para detener el proceso en cualquier momento.



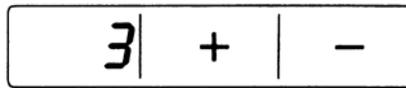
2. Se encaja la plantilla en el lector de la biseladora (figura 11.18a).
3. Se coloca la lente previamente fijada con el útil de bloqueo, abriendo y cerrando el eje con las teclas (16) y (17).
4. Se selecciona el material, con las teclas (1), orgánico (no para policarbonato) y (2), mineral:



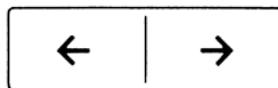
5. Se selecciona el tipo de bisel.
6. En la pantalla (7) se muestra el tamaño relativo de la lente, que puede ser modificado mediante las teclas (8) y (9). Cuando se cambia este valor se puede observar como se mueve el lector de plantilla.



7. Elegir la presión de desbaste. En la pantalla (10) aparece el tipo de desbaste seleccionado mediante los botones (11) y (12).

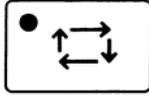


8. Antes de comenzar el proceso se puede variar la zona de la muela que se utilice para el desbaste, con las teclas (13) y (14), y evitar así un desgaste desigual de las zonas de las muelas de desbaste.



9. Tapar la máquina con la cubierta de plástico, para evitar que salga agua y trozos de lente. Cuando la cubierta está abierta, puede tener dos posiciones: levantada del todo o en un posición intermedia. Si está situada en esta última posición, antes de comenzar el desbaste, se cierra automáticamente. Si está levantada del todo, la tendremos que bajar manualmente.
10. Para comenzar la realización del bisel se pulsa la tecla (20) en el bisel semi-automático y tecla (21) para el resto de tipos de bisel.

11. Después del desbaste, si la forma de realizar el bisel es *guiada con selección de curva o guiada con selección de varios puntos*, una vez seleccionado el recorrido del bisel, *se puede realizar el Pretrazado pulsando la tecla (20)*.



12. Se comprueba que el tamaño es el adecuado para insertar la lente en el aro. Si no es así se recurre al proceso de retoque.
14. Antes de montar la lente se deben matar los cantos.
15. Una vez montada, comprobar la orientación y el centrado. También comprobar las tensiones, sobre todo si es una lente mineral en una montura metálica.

## **APLICACIÓN PRÁCTICA**

### **Objetivos**

Montar cualquier tipo de lente (monofocal, bifocal, progresiva, de media luna...etc) de cualquier material (mineral, orgánico o policarbonato) en cualquier tipo de montura (pasta, metálica o al aire) usando las biseladoras del taller.

### **Material necesario**

Lentes, monturas, biseladoras automáticas, módulo lector/centrador, plantilladoras automática o manual, plantillas, centrador, esferómetro, útiles y pegatinas de bloqueo, gafas de protección y útiles de escritura.

### **Desarrollo de la práctica**

Montaje con las biseladoras automáticas según los procedimientos descritos.



## 12. MONTAJE DE LENTES “AL AIRE”

En este tipo de montaje especial de gafas al aire, no hay aro o si lo hay no cubre todo el borde de la lente (semiaro). El resto de los componentes de la montura son similares a los de las monturas de aro completo, con puente, plaquetas y varillas.

Aunque su origen se remonta a hace varias décadas, las gafas al aire han experimentado un auge importante a finales del siglo pasado, gracias posiblemente a la estética y también a la aparición de una mayor variedad de lentes orgánicas. La importancia que ha cobrado la estética en el uso de ayudas visuales ha favorecido el auge de este tipo de montura, ya que son más discretas que las de aro completo por la combinación de la pérdida parcial o total del aro, con el uso en la montura de materiales que permiten hacer los componentes con secciones muy finas, haciéndolas una muy buena opción para aquellas personas que desean unas gafas más discretas y ligeras que las comunes de aro completo. Si se combinan con lentes orgánicas, sobre todo policarbonato, se consiguen unas gafas muy cómodas y seguras.

Por el contrario, este tipo de gafas se desaconsejan, igualmente por estética, cuando el borde de la lente va a quedar muy visible.

El montaje al aire tiene ciertas particularidades que lo hacen especial y sin lugar a dudas complicado.

### 1.- Monturas y lentes para montaje al aire

Como se puede ver en la figura 12.1, *hay dos tipos fundamentales de monturas al aire:*

El tipo de *montura atornillada* (figura 12.1 izquierda) no tiene aro, siendo sus únicos componentes las lentes, el puente y las varillas. Estos componentes

se sujetan entre sí gracias a unos orificios hechos en la lente, en los cuales se introduce un tornillo apretado con una tuerca que sujeta el extremo del puente o las varillas que llamaremos soporte.

En el otro tipo de montura al aire, las *gafas de semiaro o con hilo de nylon* (figura 12.1 derecha), las lentes se apoyan por una parte en un aro incompleto, mientras el resto del borde se sujeta únicamente con un trozo de hilo transparente. Por la parte interior del semiaro la lente se sujeta gracias a un hilo plástico, normalmente de nylon, que va metido en un surco hecho en el borde de la lente conocido como *ranura*.



**Figura 12.1.** Los dos tipos de montura al aire que existen son la montura atornillada, izquierda, y la montura con semiaro o hilo de nylon, derecha.

Como se a dicho, *las lentes que se recomiendan son las orgánicas*, sobre todo policarbonato, por ser lentes más seguras y ligeras que las minerales. Concretamente, montar lentes minerales en gafas atornilladas supone un gran riesgo de rotura puesto que las lentes soportan muchas tensiones mecánicas, principalmente en los orificios donde se atornillan el puente y las varillas, además del peligro de desportillado de los bordes. Para reducir riesgos se utilizan taladros especiales y que las lentes estén sumergidas en líquido.

## 2.- Biselado de las lentes

Cuando se biselan las lentes con biseladora automática, para obtener la lectura de la forma que han de tener las lentes se pueden utilizar o la plantilla que se suministra con cada montura o los talcos que lleva la propia montura. En las monturas atornilladas se puede utilizar incluso una plantilla con una forma y tamaño inventados (ver subapartado 6.2).

*A las lentes montadas en gafas al aire se les hace un bisel plano por ser el menos visible, y por tanto el más estético. Dentro de este borde plano es donde se realiza la ranura para montar las gafas con hilo de nylon.*

Hay que tener sumo cuidado tanto al medir las distancias, como en el centrado y en el montaje. Como estas monturas suelen ir con los talcos montados, *la mejor manera de calcular los descentramientos es ponerle las gafas a la persona y marcar las proyecciones pupilares directamente sobre los talcos.*

### MONTAJE DE GAFAS DE SEMIARO O CON HILO DE NYLON

Esta montura puede ser de pasta o de metal, aunque esto último es lo más frecuente. Las varillas y el puente se unen mediante un semiaro, de forma similar a las monturas de aro completo.

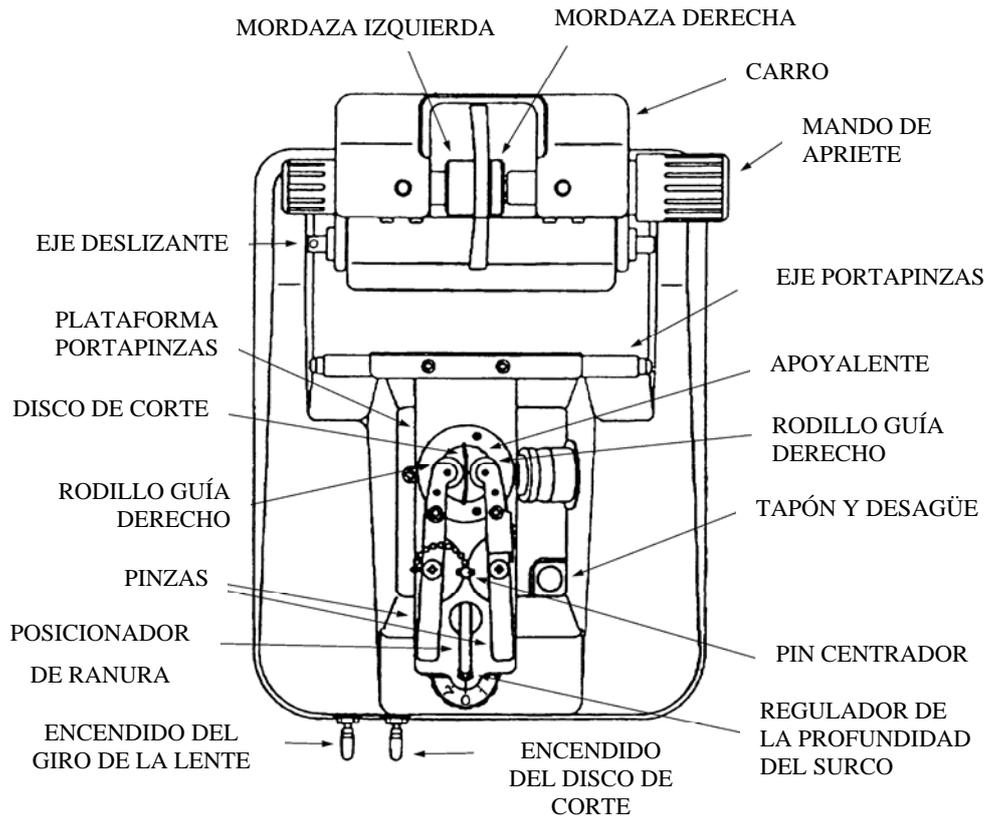
La montura de semiaro más común no posee la parte inferior del aro, quedando la lente sujeta por dos partes:

- En el parte interior del semiaro hay un hilo de plástico transparente que sirve de apoyo a la lente.
- El borde libre se sujeta al semiaro mediante otro hilo que recorre la ranura y que se ajusta en los extremos del semiaro.

Una vez que se ha biselado la lente con el borde plano, y con un *tamaño y forma idénticos a los del talco*, hay que realizar una ranura en su borde donde posteriormente se situarán los hilos que sujetan la lente. Para ejemplificar un montaje en gafas de semiaro vamos a describir el uso de *la ranuradora*

automática R-50 de Indo (ver figura 12.2), que básicamente es una sierra refrigerada con agua, que traza el surco en el borde de la lente.

Las ranuradoras automáticas generalmente se pueden utilizar con lentes minerales, orgánicas tipo CR-39 u orgánicas de policarbonato. En éstas últimas, la ranura es mejor hacerla en seco.



**Figura 12.2.** Esquema de la ranuradora automática R-50 de Indo.

### 3.- Características especiales del montaje de gafas con semiaro

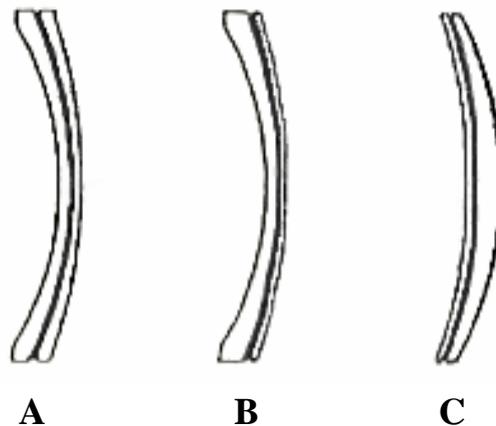
- *Dimensiones de la ranura.* La profundidad de la ranura puede variar entre 0 y 0.7 mm. Depende tanto del grosor del hilo como de cuánto queramos que se introduzca en la lente. Por otra parte, la anchura de la ranura es aproximadamente de unos 0.6 mm y debe cumplir dos requisitos:
  - El surco no debe "tocar" ninguna de aristas del borde del bisel, pues en ese caso el hilo se saldría de la ranura. Por ello, se recomienda *un espesor de borde mínimo de la lente de 1.5 mm.*
  - Como las pinzas tienen una holgura limitada, *el espesor de borde máximo de la lente no puede ser mayor de 11 mm.*
- *Debido a las dimensiones reducidas del aparato,* la distancia desde el borde de la lente al centro del eje de apriete (parte superior de la figura 12.2), debe estar entre los 14 (*'radio mínimo'*) y los 35 mm (*'radio máximo'*).
- *La posición de la ranura* depende del tipo de lente, como se verá más adelante. Es importante que el trazado de la ranura respete el meniscado del aro, de forma similar a como se explicó en el apartado 7, *Recorrido del bisel*, del capítulo 11, *Montaje con biseladora automática...*

### 4.- Ranurado y montaje (según figura 12.2)

- La profundidad de la ranura se modifica con el *regulador de la profundidad del surco*, que durante todo el proceso previo al ranurado debe estar situado en cero, para no rayar el bisel.
- Al ser el hilo que hay en el borde libre de la lente quien principalmente la sujeta, *un recorrido adecuado de la ranura es vital para que el montaje sea seguro.* Existen varios tipos de ranura según el tipo de lente. La posición de la ranura depende de dos elementos: *la configuración de ranura* elegida (*tipos A, B o C*), hace que la ranura discurra paralela a una de las aristas o equidistante a ellas, y mediante *el posicionador de ranura*

se puede cambiar la posición de todo el recorrido de la ranura en el borde, desplazándolo hacia adelante o hacia atrás.

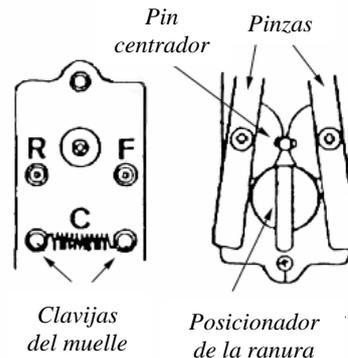
Los tipos de ranura (figura 12.3) dependen del tipo de sujeción que las pinzas hacen sobre las caras de las lentes. Se configuran cambiando la posición de un muelle situado en la parte posterior del *portapinzas*, así como situando o retirando el *pin centrador*. Los tres tipos de ranura disponibles, casos A, B y C de la figura 12.3, se eligen según la lente y según la forma y el meniscado del semiaro.



**Figura 12.3.** Posición de la ranura en el bisel. *Tipo A*, o ranura al centro; *tipo B* o paralelo a arista anterior; *tipo C* o paralelo a arista posterior.

- I. El tipo A o ranura al centro. En este caso, la trayectoria de la ranura es equidistante a las aristas de los bordes. Se utiliza en la mayoría de las lentes (media y baja potencia) ya que es en el tipo de ranura en el que hay menor riesgo de que toque cualquiera de las aristas del borde, con el riesgo de que el hilo se salga. Para seleccionarlo:

- Se sitúa el muelle de la parte posterior de la plataforma portapinzas *uniendo las dos clavijas inferiores (C, en figura 12.4).*
- Se sitúa *el posicionador de ranura* en el centro, sin tocar las pinzas.
- Se sitúa *el pin centrador* entre las pinzas. Esto hace que los rodillos vayan solidarios, empujando de forma similar las caras de la lente y por lo tanto trazando la ranura en el centro del borde.



**Figura 12.4.** Esquema del posicionador de la ranura. Cada clavija tiene una letra indicando la posición relacionada: *R* (*rear*, posterior), *F* (*front*, anterior), o *C* (*center*, central).

II. *El tipo B o ranura a cara externa.* Este tipo de ranura es adecuado para lentes de potencia negativa media, así como para lentes biseladas con una gran diferencia entre los espesores de borde máximo y mínimo, como por ejemplo una lente de potencia cilíndrica considerable. *La ranura va a discurrir paralela a la cara externa de la lente, haciendo que el espesor de la lente vaya hacia atrás y quede algo disimulado su borde. Recordad que la curva de la ranura, de forma similar a como ocurre con el bisel, debe ser lo más similar posible a la curva de meniscado del semiaro.* Por

eso no es recomendable en lentes de cara anterior plana (elevada potencia negativa). Se selecciona:

- Se saca el pin centrador pues en este caso las pinzas no deben ir solidarias.
- Se sitúa entre las pinzas la zona de menor espesor de la lente.
- Tras situar el muelle de la plataforma portapinzas uniendo las clavijas *C* izquierda y *F* (figura 12.4), al girar el posicionador de ranura en contra de las agujas del reloj, empuja a *la pinza de cara anterior situándola a una distancia fija de la sierra de corte.*

III. El tipo C o ranura a cara interna. Este tipo de ranura es poco común pues muestra por delante de la montura casi la totalidad del borde de la lente. Este tipo de ranura se utiliza cuando en la superficie anterior de la lente hay un cambio brusco en el espesor, como pueden ser en *los bifocales orgánicos*, bifocales sólidos con segmento en cara anterior, como los tipo "Ejecutivo". Si la pinza de cara anterior se apoyase en ella, saltaría por el cambio del espesor, provocando un salto en el recorrido de la ranura lo que impediría que la lente se sujetase. Se selecciona:

- Se saca el pin centrador pues en este caso las pinzas no deben ir solidarias.
- Se sitúa entre las pinzas la zona de menor espesor de la lente.
- Tras situar el muelle de la plataforma portapinzas uniendo las clavijas *C* derecho y *R* (figura 12.4), al girar el posicionador de ranura a favor de las agujas del reloj empuja a *la pinza de cara posterior situándola a una distancia fija de la sierra de corte.*
- La pinza de cara anterior no debe apoyarse en la lente para evitar un salto brusco de la ranura.

4.1.- **Utilización de la ranuradora (figura 12.2).** Para utilizar correctamente la ranuradora, el proceso que hay que seguir es el siguiente.

- La lente biselada con bisel plano se bloquea con *el mando de apriete*. Si el aparato se mira de frente, la cara anterior de la lente debe quedar hacia la derecha. Lo ideal es bloquear la lente en su centro geométrico, para no rebasar los límites de tamaño del aparato antes especificados.
- Se elige el tipo de ranurado entre los tres disponibles (figura 12.3), atendiendo a lo explicado anteriormente.
- Se selecciona la posición de la ranura. Antes de hacer el trazado definitivo de la ranura, es recomendable hacer un pretrazado seleccionando una profundidad muy baja del surco.
- Se baja con cuidado el carro, hasta que la lente se apoye sobre el portapinzas. Cada pinza debe quedar a un lado de la lente.
- Se pone en marcha la rotación de la lente.
- Se enciende el motor de corte, se hace el pretrazado y si es correcto se realiza el ranurado definitivo.
- Para comprobar si la ranura queda en una posición adecuada, se puede mirar el borde de la lente mientras esta gira.
- Si al hacer el pretrazado de la ranura el recorrido es adecuado, con cuidado se aumenta la profundidad del surco, hasta el valor deseado.
- Mientras esté haciendo la ranura se oirá el ruido típico de la sierra. Cuando ese ruido se apague, indicará que la ranura ya está hecha.
- Una vez que ha completado la ranura, se detiene la máquina, parando primero el motor de corte y después el de giro de la lente.

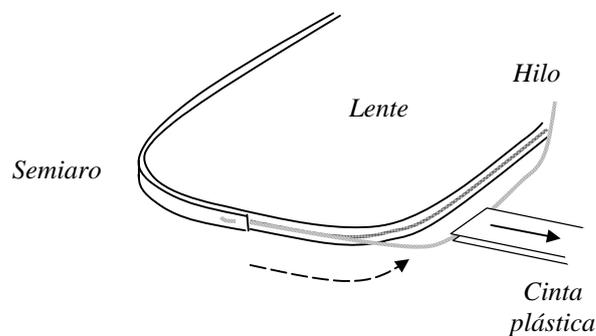
Notas importantes:

- \* *La sierra debe estar húmeda para ranurar cualquier lente*, excepto si es de policarbonato. Para ello, la esponjilla situada en el depósito, debajo la sierra, debe estar siempre en contacto con agua. Rellenad el depósito cuando sea necesario.
- \* Si se ranura una lente de policarbonato se quita la esponjilla.
- \* Hay que asegurarse que *la mordaza está bien apretada*.

\* Para ranurar una lente muy dura, por ejemplo una lente mineral de alto índice de refracción, lo mejor es hacer primero un primer ranurado con la mitad de la profundidad para una vez completada esa primera ranura y sin detener la máquina, situar la profundidad total.

4.2.- **Inserción del hilo de sujeción en la ranura.** Una vez que la lente está biselada y ranurada, hay que introducirla en el semiaro, insertando el hilo en el borde libre de la lente. El procedimiento es el siguiente:

- Encajar el borde correspondiente de la lente en el hilo del semiaro.
- Para insertar el hilo del borde libre se puede utilizar un gancho especial. Pero si no se dispone de él se puede utilizar una cinta de plástico resistente. Otra forma de insertar la lente es encajar primero en la ranura el hilo del borde libre para después meter el resto de la lente en el semiaro.
- En la figura 12.5 se ve cómo estirando el hilo del borde libre y empezando desde uno de los extremos del semiaro, se puede ir encajando en la ranura del borde de la lente.
- Una vez que el hilo está metido, se puede sacar la cinta tirando de ella.



**Figura 12.5.** El hilo del borde libre se sujeta fuertemente con una cinta de plástico y se va encajando en la ranura de la lente.

## MONTURAS ATORNILLADAS

Este tipo de montura está compuesta únicamente por las lentes, las varillas y el puente. Llama la atención el sistema de sujeción del puente y las varillas a las lentes, compuestas normalmente por un tornillo largo y una tuerca. Dentro del orificio se colocan unas "camisas" de plástico, las cuales se cubren por fuera con unas arandelas.

Los dos grandes problemas que tienen las gafas al aire atornilladas son:

- Han de montarse muy cuidadosamente, porque *la apariencia final de la montura depende enormemente del montaje* (figura 12.8). La fase del montaje más delicada es perforar la lente para insertar los soportes.
- Tanto el riesgo de rotura de las lentes por los puntos de sujeción de las varillas y del puente, como el riesgo de desportillado del borde de las lentes es elevado. Por ello, se aconseja montar lentes orgánicas, sobre todo policarbonato, a la vez que se recomienda al usuario *llevar más cuidado que con las de aro completo*.

El metal usado en la fabricación de los componentes de estas gafas conviene que sea muy resistente mecánicamente, debido a la ausencia de aro y a que las secciones de los componentes de estas monturas suelen ser muy finas para pasar lo más inadvertidas posibles. Estas dos razones hacen que estas monturas se fabriquen muy frecuentemente *en metales altamente resistentes como el acero o el titanio*.

También se intenta dotar a estas monturas de una mayor flexibilidad que las haga menos propensas a la rotura, utilizando muelles en las varillas, o usando materiales que además de resistentes sean flexibles, como el ya mencionado titanio. Esta es otra causa que apoya el uso sistemático de *lentes orgánicas* o de *policarbonato*, que ofrecen una muy buena resistencia mecánica y una mayor flexibilidad.

### 5.- Características especiales del montaje de gafas atornilladas

Como se ha comentado, la fase más delicada del montaje es hacer los agujeros en los cuales se van a sujetar tanto las varillas como el puente. Para ello se utiliza un taladro con brocas especiales (figura 12.6). La correcta posición y dirección de la broca al hacer los agujeros es vital para asegurar un buen montaje.

Antes de pensar en montar unas lentes en unas gafas atornilladas, se tienen que tener muy en cuenta tanto las características geométricas de la lente como las dimensiones y posición de los tornillos.



**Figura 12.6.** Taladradora de lentes *M-100* de Indo.

**5.1.- El espesor de borde de la lente.** Cuando se selecciona una lente para realizar el montaje en unas gafas atornilladas, el espesor de borde debe estar entre unos límites:

- *El espesor de borde máximo de la lente en las zonas a taladrar está limitado por la longitud de los tornillos.* En el caso de que la lente biselada sea demasiado gruesa, la longitud del tornillo puede ser insuficiente, con lo cual se deben buscar tornillos más largos o pedir una lente más fina o si esto no es posible, debe optarse por una montura de aro completo.
- *Al montar lentes de borde fino es muy probable que durante el montaje o por el uso se rompan por las zonas de sujeción, ya que son las partes de la lente que soportan más tensiones.* Por ello, suele considerarse 1.8 mm (software *Opsys Presize* de Essilor) como espesor de borde mínimo, por debajo del cual sería desaconsejable realizar este montaje. *El espesor de borde mínimo para taladrar se debe medir en los casos más conflictivos como pueden las lentes de baja potencia, en la zona nasal de las lentes negativas y en la zona temporal de las lentes positivas, así como y en las lentes optimizadas.*

Para controlar el espesor de borde de una lente antes de montarla hay varias opciones. Se puede dibujar la forma del talco en la lente, teniendo en cuenta los descentramientos y la orientación de los meridianos, y después medir de forma aproximada con un espesímetro o incluso un "Pie de rey" el espesor en el borde de la lente una vez biselada. Otra posibilidad es la que ofrece algún modelo de biseladora automática, que lee el espesor en el borde antes de biselar la lente. Por último, algunos programas informáticos como el *Opsys Presize* de Essilor, calculan el espesor de borde y de centro de distintos tipos de lentes, para diversas formas y tamaños.

**5.2.- Características especiales de la montura atornillada.** Un aspecto fundamental del montaje de este tipo de gafas es que la posición final de cada

uno de los elementos de estas gafas (lentes, varillas y puente), va a depender de cómo se realicen los taladros. Es por ello que *la fase de taladrado de las lentes es la parte más delicada del montaje*, pues no es difícil cometer errores tanto en la posición como en la dirección de los orificios. Un error al taladrar suele provocar que las lentes queden giradas o desplazadas entre sí (figura 12.8, abajo).

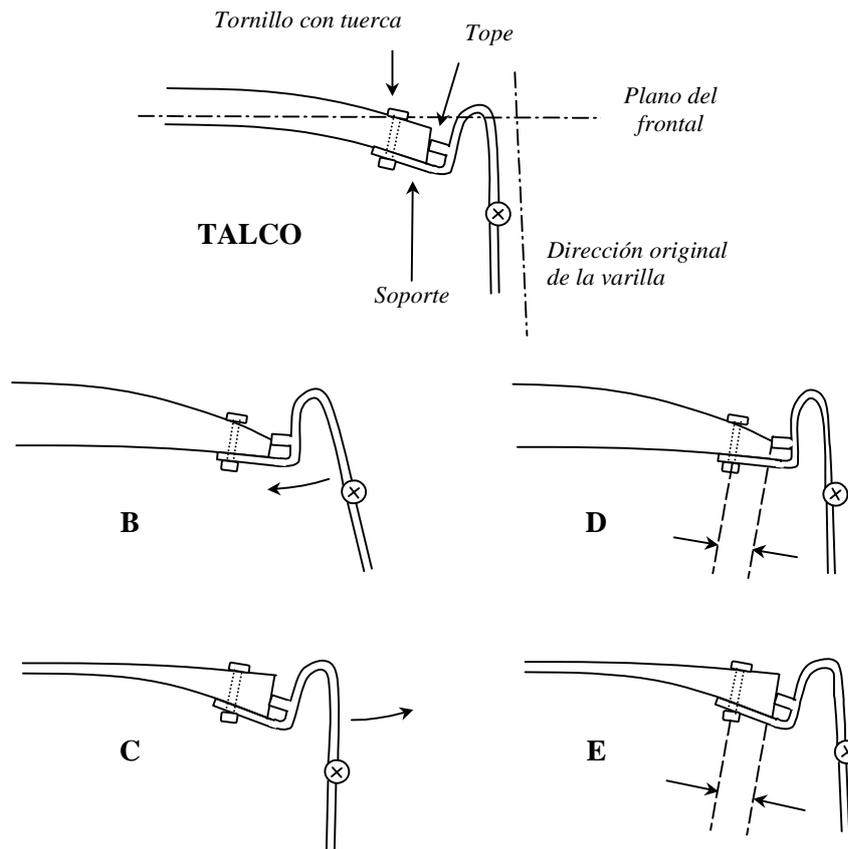
Dado que en unas mismas gafas se pueden montar lentes con diversos espesores y curvaturas de superficie, para que el montaje sea correcto las componentes deben poder adaptarse a esa variedad de parámetros de las lentes. En la figura 12.7 se puede ver un ejemplo en el que el soporte, el saliente metálico donde se atornilla y fija la lente, en este caso a la varilla, se apoya en la segunda superficie de la lente. Se puede ver como la varilla original queda torcida en los casos B (lente convergente) y C (lente divergente), respecto al *talco*. Si como es usual, la varilla posee cierta flexibilidad, se puede adaptar a diferentes curvaturas de las lentes y quedar como se ve en los casos D y E, con la varilla en la dirección adecuada.

En la misma figura se ve como además de compensar la curvatura de la superficie girando la varilla, se mantiene la misma distancia entre el tope del talón (que como se puede ver en las figuras 12.7 y 12.11 es la zona de apoyo de las varillas y del puente en el borde de la lente) y el agujero para el tornillo. *Si no se cumple esta condición podrían ocurrir dos cosas:*

*Que la distancia del borde de la lente al agujero sea menor que la del tope al tornillo, en cuyo caso la varilla quedaría suelta*

*Que la distancia del borde de la lente al agujero fuera mayor que la del tope al tornillo, y entonces la varilla no podría atornillarse salvo que se redujese el tamaño de la lente en esa zona.*

Para entenderlo, podemos ver que esto dos casos son los que se darían si en la figura 12.11 situamos los taladros más cerca o más lejos del borde de la lente.



**Figura 12.7.** Vista superior de una montura al aire con soporte posterior. En B y C, la posición de varilla es errónea, respecto al talco (A). Girándola un poco, la varilla queda adaptada (D y E). La distancia del tope al tornillo es constante.

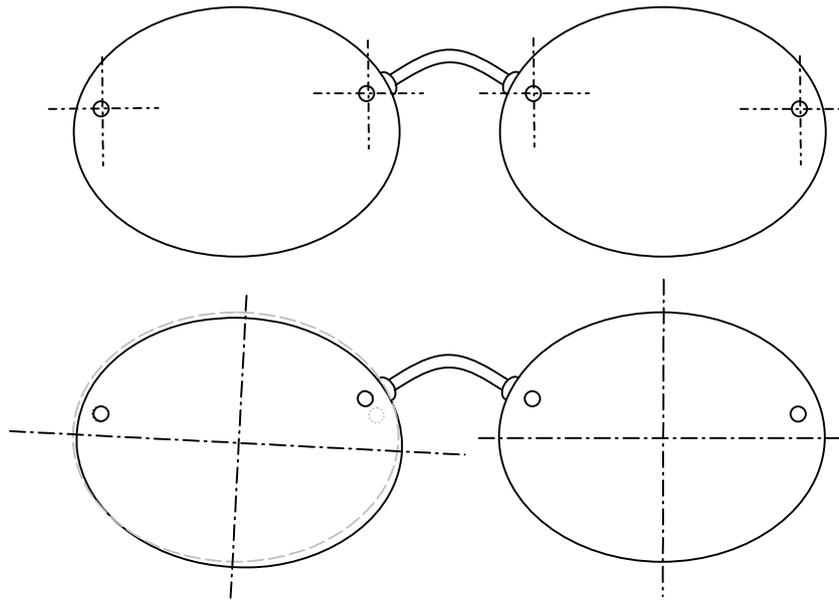
5.3.- **Forma de la lente.** Tal y como se explicó en el apartado 2, la forma de las lentes se obtiene a partir del talco que llevan las gafas de fábrica y su lectura es diferente al caso de las monturas de aro completo. En este caso, es fundamental tener una referencia de la posición correcta de la lente. Luego antes de desmontar el talco para hacer la plantilla es muy importante *marcar una referencia de la orientación de la lente en la montura*, como por

ejemplo marcando los talcos tras apoyar las gafas en el soporte de lentes del frontofocómetro: esos tres puntos trazan la línea de referencia de la horizontal de la montura.

5.4.- **El taladrado.** Como se ha explicado, en este tipo de gafas el papel que juegan las lentes en la estructura es fundamental. Dado que los nexos de unión entre los componentes de estas monturas son los orificios, es muy importante llevar cuidado al hacerlos, para evitar que la lente se estropee o que la montura quede asimétrica (figura 12.8, abajo).

- *No todas las lentes se pueden montar en gafas atornilladas.* Hay que comprobar que el espesor de borde de la lente, por demasiado grande o pequeño, impida hacer los orificios. Además debe verificarse que la curvatura de las superficies de la lente no impide situar correctamente las varillas o el puente.
- *El posicionamiento de los orificios debe ser preciso.* Como se puede observar en la parte inferior de la figura 12.8, la forma final de las gafas depende de cómo se hagan los taladros: en ese ejemplo, el orificio nasal de la lente para el ojo derecho se ha desplazado algo hacia arriba, luego al montar las gafas esa lente queda girada, y el montaje asimétrico.

Tras biselar la lente hay que situar los puntos para hacer los taladros. Una manera fácil de situar los puntos para taladrar, si la lente se ha biselado con la misma forma y tamaño del talco, es situar el talco por la cara anterior de la lente para después marcar su posición con tinta indeleble. Si la forma o el tamaño cambian, entonces se puede marcar y taladrar la lente sin utilizar el talco (ver apartado 6).

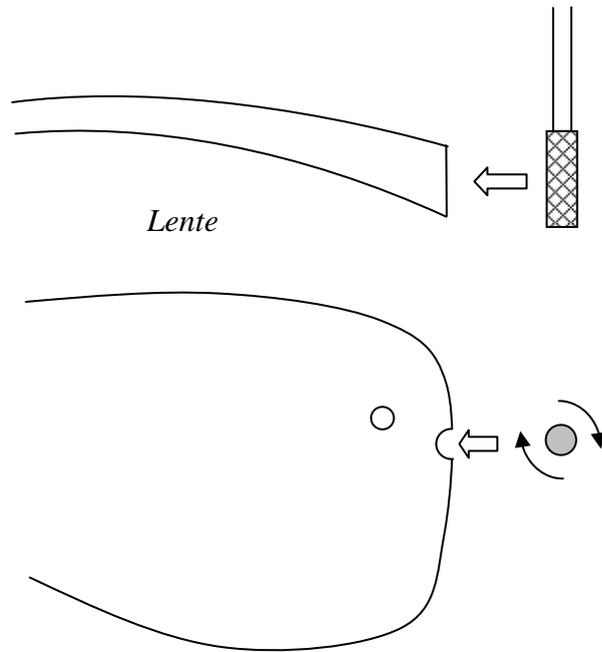


**Figura 12.8.** Arriba, un montaje perfecto: las lentes quedan simétricas; abajo, sólo con hacer mal uno de los taladrados, las lentes quedan asimétricas.

El taladro (figura 12.6) suele tener un juego de brocas de varios tamaños así como varias velocidades de giro. Antes de comenzar a taladrar, conviene elegir la broca y la velocidad adecuadas, puesto que si el taladro se hace descuidadamente se desprenden esquirlas en los bordes de estos orificios que afean el montaje. También es común la aparición de unos pequeños anillos concéntricos que distorsionan la zona alrededor del taladro. Una forma de reducir estos problemas es seleccionar primero una broca más pequeña de lo necesario y hacer un primer orificio, para después ampliar el taladro con otra broca del tamaño adecuado. Para aumentar el calibre de los orificios existen también unas herramientas con mango y una punta metálica, llamadas *escairadores* (ver las imágenes del apartado 7).

Los orificios se pueden hacer de diversas formas:

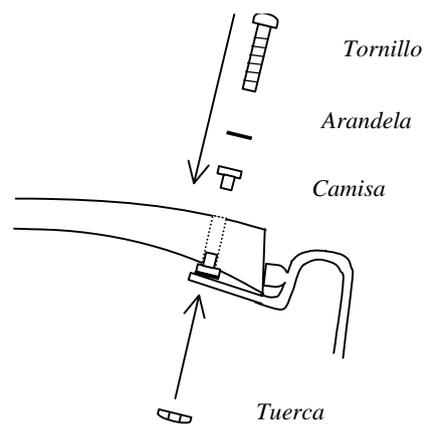
- La forma más utilizada es, tal y como se ve en el apartado 7, poner el talco sobre la lente y sujetarlos con una presilla o cinta adhesiva y hacer los agujeros siguiendo a través de los del talco.
- Otra posible manera de hacer los orificios es situar la lente bajo la broca ligeramente inclinada, de tal forma que *la dirección del orificio sea paralela al borde de la lente*, manteniendo así una distancia fija con las aristas de ambas caras. Este es el sistema que utilizan los llamados taladros tridimensionales.
- En algunos montajes al aire es necesario hacer una muesca en el borde de la lente para sujetar el puente y/o las varillas. Hacer estas muescas con una broca normal es bastante complicado, por lo que suelen emplearse unas brocas especiales que taladran por sus bordes (ver figura 12.9).



**Figura 12.9.** Cuando es necesario hacer muescas en el borde de la lente, se utiliza una broca especial.

*¡Mucho cuidado! Como el policarbonato es un material muy vulnerable químicamente a disolventes orgánicos, tras taladrar lentes de policarbonato hay que tener mucho cuidado de no limpiar los orificios con alcohol, acetona o similares. Sólo se puede utilizar agua y jabón.*

**5.5.- Sujeción del puente y las varillas.** Para montar las lentes una vez que están taladradas, hay que anclarles las varillas y el puente. Aunque puede haber diferencias entre los modelos de gafas, lo más común es que dentro del orificio se inserten las camisas de plástico que suelen estar protegidas en su parte externa por una arandela. A través de este conjunto se introduce el tornillo y se sujeta al soporte mediante la tuerca (figura 12.10). *Conviene tener mucho cuidado al desmontar todos estos elementos, pues al ser tan pequeños se pierden muy fácilmente.*

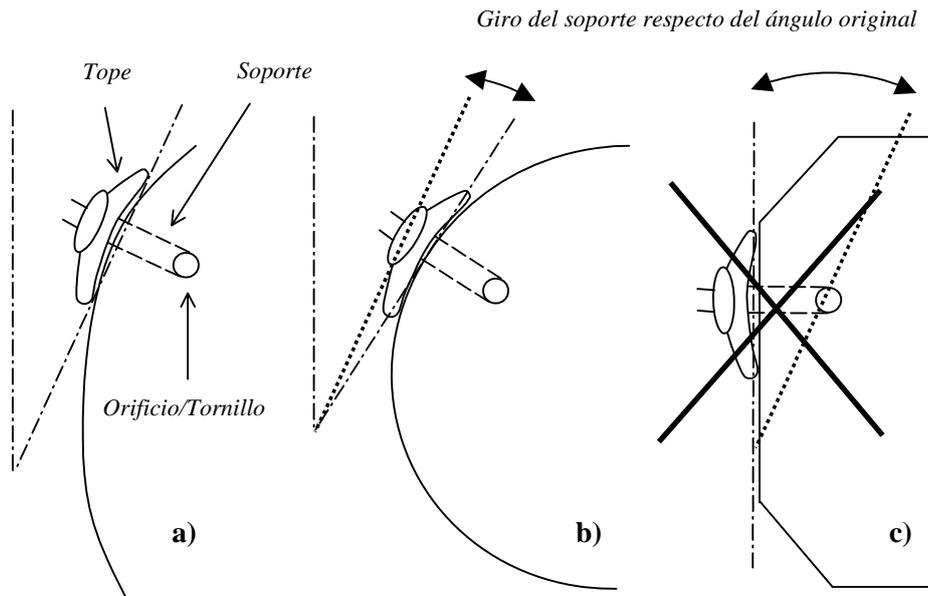


**Figura 12.10.** Vista superior del anclaje de la varilla. Además del soporte, de cara posterior, están el tornillo, la tuerca, las camisas de plástico y las arandelas.

## 6.- Variación del tamaño y de la forma de las lentes atornilladas

Como hemos dicho, el tamaño y la forma de las lentes suele ser igual al talco, que asimismo se utiliza para hacer los agujeros en los lugares precisos. Sin embargo, estas monturas presentan una propiedad única y es que al no estar prefijadas por un aro, *tanto el tamaño como la forma de las lentes puede cambiarse*. Al hacer debe tenerse en cuenta que:

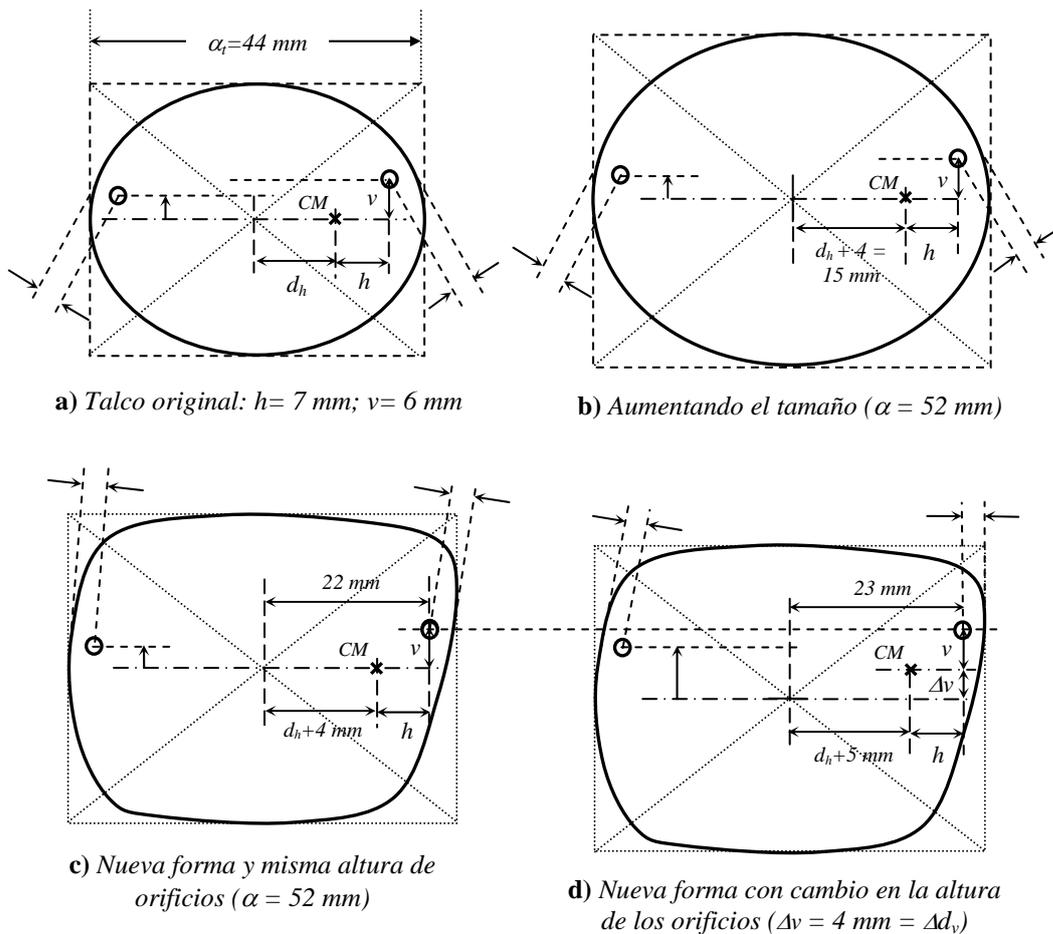
- Debe ser posible *hacer los orificios* en los lugares adecuados y se puedan *insertar correctamente los soportes* tanto de las varillas como del puente. *El perfil del borde de la lente donde se apoya el tope del soporte en la nueva plantilla debe ser similar al borde del talco* puesto que, como se ve en el caso c de la figura 12.11, si el tope queda muy girado respecto a su posición original (figura 12.11a), el soporte quedaría asimismo girado: si pertenece a la varilla, ésta quedaría girada; pero si el soporte pertenece al puente, sería la lente la que quedaría girada. En los casos b y c de la figura 12.11 el soporte queda girado, pero en el caso b el giro es pequeño y puede que no impida el montaje.
- *Si al cambiar la forma y/o el tamaño de las lentes de una montura atornillada, cambia la posición de los centros Boxing de las lentes, hay que volver a calcular los descentramientos:*
  - *La altura de las lentes respecto al eje de mirada depende de dónde quedan el puente y las varillas, es decir, la lente quedará más alta o más baja dependiendo de la altura a la que se sitúen los soportes.*
  - *Cuando cambia el calibre horizontal, el descentramiento horizontal también cambia.* Por ejemplo, si aumenta sólo el tamaño relativo de la lente (figura 12.12b) el centro boxing de la lente se desplaza en dirección temporal respecto del centro de montaje (CM), ya que la anchura del puente y por lo tanto la distancia entre los orificios nasales es invariable.



**Figura 12.11.** Vista frontal de un montaje al aire en tres casos: **a** es el talco original; **b** y **c** son dos formas de plantilla inventadas.

Una forma directa de situar la posición del *CM* en la nueva plantilla es la siguiente: tras poner las gafas al sujeto, marcar en los talcos la posición de *P*, para así poder situar la posición del *CM* en el talco. Después se sitúa sobre la plantilla el talco con el *CM* marcado, con cuidado de que las referencias horizontales de la nueva plantilla y del talco sean paralelas, y que los orificios nasales coincidan y de este modo se puede marcar la posición del *CM* en la nueva plantilla puesto que coincide con el *CM* del talco. Hay que tener en cuenta que el único punto que queda fijo, al cambiar la forma o el tamaño de las lentes atornilladas, es la posición del orificio nasal. Luego las distancias de este agujero al *CM*, representada en la figura 12.12 por los parámetros *h* y *v*, es fija.

6.1.- **Variación del tamaño de las lentes atornilladas.** Cuando se selecciona la montura es muy frecuente que se elija una cuyo tamaño sea inadecuado, por ejemplo para montar lentes progresivas, o que no se ajuste al tamaño que la persona desea. Cambiar solamente el tamaño es muy fácil si se biselan con una biseladora automática, programándola antes de comenzar el biselado.



**Figura 12.12.** Ejemplo de variación de parámetros de una lente atornillada para OD. *a* es el talco; en *b* se cambia sólo el tamaño; en *c* se cambian el tamaño y la forma; en *d* la plantilla es la misma que en *c*, pero cambiando la posición vertical de los orificios.

En el caso b de la figura 12.12, se cambia sólo *el tamaño de la lente respetando la forma y la posición relativa de los orificios respecto al talco*, de manera que el orificio nasal queda en la misma posición horizontal ( $h$  es constante), y por lo tanto sólo se desplaza el orificio temporal, cambiando el valor de  $d_H$ , añadiéndole o sustrayéndole la mitad del aumento de tamaño:

- Si se aumenta el tamaño de la lente,  $c$  se desplaza hacia la parte temporal,  $d_H$  aumenta si es nasal o disminuye si es temporal.
- Si se reduce el tamaño de la lente,  $c$  se sitúa más hacia la parte nasal que en el talco, luego aumenta el  $d_H$  si es temporal o disminuye si es nasal.

En el caso b de la figura 12.12, al aumentar el calibre horizontal en 8 mm ( $\alpha - \alpha_t = 52 - 44 = 8 \text{ mm}$ ), aumenta el descentramiento nasal en 4 mm.

**6.2.- Variación de la forma de las lentes atornilladas.** Como se ha dicho anteriormente, se puede variar la forma de la lente atornillada sin que por ello se impida hacer el montaje. Al cambiar la forma suelen cambiar los calibres horizontal y vertical de la lente así como la posición de los orificios, haciendo que las lentes queden montadas más altas o más bajas y haciendo que cambien los descentramientos. Esto se debe a que el puente queda fijo en su posición mientras no cambie su posición en la nariz. Por lo tanto, el orificio nasal está situado a una distancia fija del  $CM$  ( $h$  y  $v$ , figura 12.12). Por eso, una forma de facilitar el cálculo de los nuevos descentramientos sería utilizar las distancias del  $CM$  al orificio nasal como referencia respecto al talco (figura 12.13):

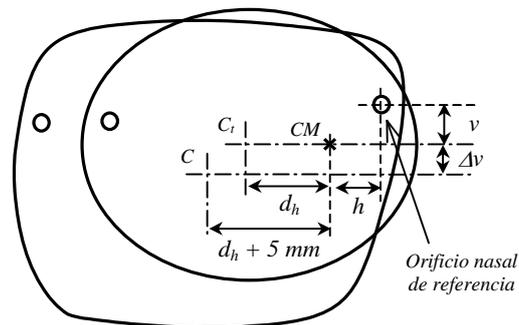
- El  $d_H$  respecto al talco cambia de forma similar a como hemos explicado en el anterior subapartado: *si al cambiar la forma aumentamos el calibre horizontal, entonces aumenta el descentramiento nasal o disminuye el temporal; si disminuimos dicho calibre, ocurre justamente lo contrario.*
- Si además de cambiar la forma de la lente se cambia la posición vertical de los orificios (figura 12.12d), como la distancia de éstos al borde debe ser constante, es posible que se desplacen también horizontalmente cambiando el  $d_H$ . En el caso c de la figura 12.12, la distancia horizontal

desde  $C$  hasta el agujero nasal es de 22 mm, pero al cambiar la posición vertical de los orificios, el agujero nasal se aleja de  $C$  y dicha distancia pasa a ser 23 mm.

- En el caso d de la figura 12.12, como los orificios quedan más altos respecto de  $C$  que en el talco, la lente se sitúa más baja respecto del puente y las varillas. Si la altura de los agujeros cambia ( $\Delta v$ , figura 12.12d) respecto a la altura que tiene en el talco, cambia también el descentramiento vertical ( $d_v$ ). Aunque en el caso c de la figura 12.12 la forma es la misma que en el caso d, como la altura relativa del orificio nasal es la misma que en el talco el descentramiento vertical no cambia.

El cambio en el  $d_v$  depende de:

- Si la altura de los orificios desde  $C$  es mayor, el descentramiento superior ( $d_s$ ) aumenta o el descentramiento inferior ( $d_i$ ) disminuye.
- Si la altura de los orificios desde  $C$  es menor, el  $d_i$  aumenta o el  $d_s$  disminuye.



**Figura 12.13.** Variación de los descentramientos al cambiar la forma y la posición de una lente atornillada. Utilizando como referencia el orificio nasal,  $CM$  queda fijo en el mismo sitio en ambos casos.

**6.3.- Creación de una nueva forma de lente atornillada.** Una forma de facilitar el cambio en la forma de las lentes es hacer manualmente una plantilla de plástico con la nueva forma, en la cual se incluyan los orificios para los soportes. Con la plantilla hecha, además de facilitar la lectura y biselado de la forma, podemos comparar con respecto al talco, tal y como se ve en la figura 12.13. Incluso se puede perforar y montar la plantilla con los soportes y ver que el montaje con esa nueva forma de las lentes es posible. El proceso sería el siguiente:

- Normalmente,  $CM$  se marca sobre el talco. *Se mide la distancia a la arista más cercana para cada uno de los orificios del talco.*
- Con el frontofocómetro se marca la horizontal de la montura en el talco, cuya forma se dibuja sobre una hoja de papel. Sobre este dibujo se puede acotar y obtener la posición de  $C_i$  (figura 12.13), que a su vez se puede señalar sobre el talco. Se puede marcar la posición de los taladros en el dibujo para medir las distancias  $h$  y  $v$  desde el orificio nasal.
- En una cartulina se dibuja la forma que se desea que tengan las lentes, se señala la referencia horizontal, se acota y se marca  $C$  (figura 12.13). Los orificios se sitúan a la altura que se desee, *respetando la diferencia de altura entre ellos así como la distancia desde cada orificio a la arista más cercana que tenían en el talco.* Por ejemplo, estas dos premisas se cumplen en los casos b, c y d de la figura 12.12.
- Para obtener los descentramientos se puede situar la posición del  $CM$  sobre la plantilla de cartulina gracias a las distancias  $h$  y  $v$  medidas anteriormente (figura 12.12d:  $d_H=16$  mm *nasal*;  $d_V= 4$  mm *superior*). Otra forma sencilla de calcular los descentramientos es situar el talco sobre la plantilla de cartulina de tal forma que los orificios nasales coincidan y sus referencias horizontales sean paralelas. Se marca la proyección del  $CM$  y se miden los descentramientos.
- La plantilla de cartulina se dibuja sobre una plantilla de plástico nueva, apoyándola por su cara lisa y haciendo que sus referencias horizontales

coincidan. Después se recorta manualmente la plantilla de plástico, que ahora sirve de modelo para biselar las lentes.

- Opcionalmente, se puede taladrar la plantilla, y montarle el puente y la varilla para ver *in situ* cómo queda la forma ya montada.

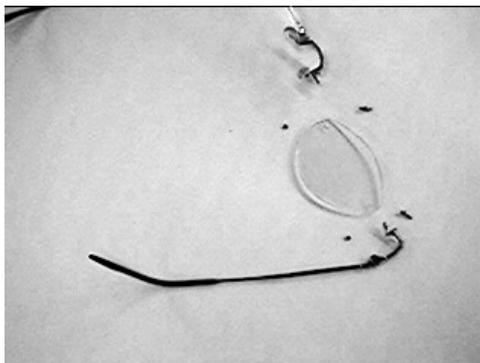
### 7.- Montaje gráfico de una montura atornillada

En este apartado se muestra una serie de imágenes con texto explicativo, con un ejemplo de montaje de una lente en una montura al aire atornillada con la misma forma y tamaño que el talco.

Se incluyen todas las fases: desmontar uno de los talcos, leer su forma y biselarla con la biseladora automática *Máxima* de Indo, taladrar la lente y montar los componentes. En el capítulo 10, *Instrumentos complementarios de las biseladoras automáticas...*, se hace una descripción la lectura del talco con el módulo lector/centrador *Indoform CNC*.

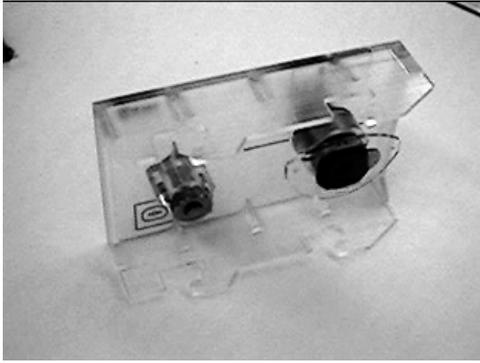
Los taladros se hacen a través de los orificios del talco, que se sujeta a la lente con una presilla. También se pueden hacer directamente sobre la lente.

Una fase importante del montaje que no está representada pero que se trata ampliamente en el apartado 8, es el pulido de las lentes, que en las lentes atornilladas es obligatorio.



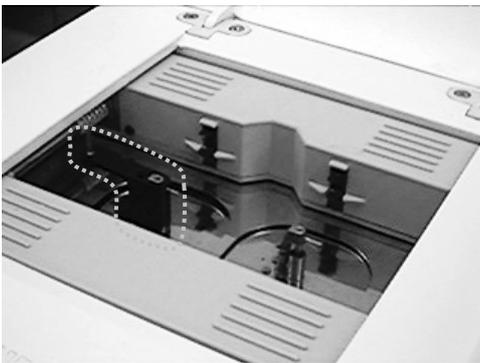
Primero, si se desea que la lente tenga la forma del talco, hay que desmontar uno de ellos. Las tuercas de la parte posterior del soporte de la lente se quitan con un destornillador para tuercas.

*¡Mucho cuidado!* no conviene perder ningún componente, pues los tornillos, tuercas, etc. suelen ser exclusivos de cada montura.



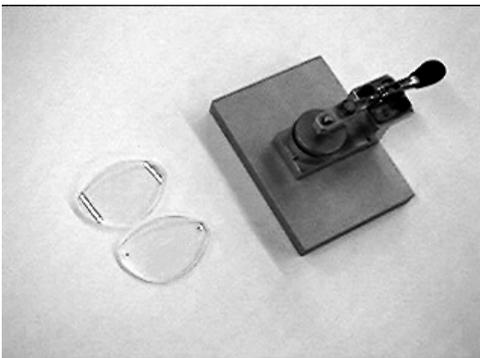
Para el biselado con la biseladora automática se hace una lectura de la forma del talco tras bloquearlo y situarlo en un adaptador especial.

*Hay que tener mucho cuidado de bloquear el talco respetando su orientación, para que tras el montaje los meridianos de la lente no queden girados.*

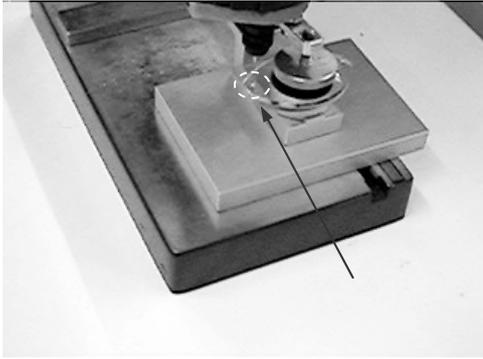


En la imagen se señala el útil del palpador de la biseladora para poder leer talcos, lentes o plantillas. Situando el adaptador con el talco sobre el palpador se obtiene en imagen digital la forma del talco, gracias a la cual se bisela la lente.

*¡Recordad que la lente se bisela con bisel plano!*

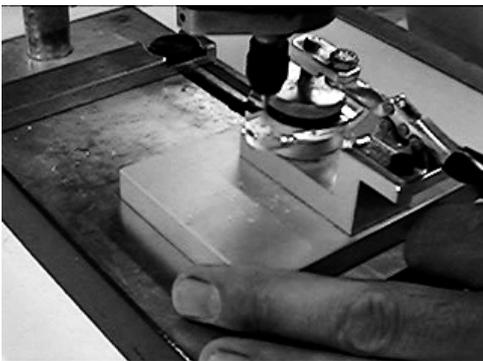


En la imagen se ve la lente ya biselada (arriba) y el talco. Para taladrar la lente se puede sujetar la lente al talco mediante una presilla, (imagen), o con cinta adhesiva. Los taladros se pueden entonces hacer utilizando los agujeros del talco. *Pero hay que tener mucho cuidado de que la lente esté situada justa debajo del talco.*



Al principio conviene elegir una broca de diámetro menor al del tornillo para agrandarlo después con una broca mayor y así evitar que el borde del orificio se desportille.

Antes de comenzar a taladrar se comprueba, con el motor parado, si la posición y dirección de la broca son las adecuadas.



*¡Hay que tener mucho cuidado al perforar la lente!* Una alta velocidad de giro de la broca permite perforar suavemente la lente, pero los bordes del orificio se suelen astillar si se golpea bruscamente. La broca no hay que bajarla bruscamente sobre la lente.



Es normal que se desprendan virutas blancas.

La broca debe traspasar todo el espesor de la lente.

Es muy común que aparezcan unos "anillos" alrededor del orificio, que si son pequeños van a quedar cubiertos por el soporte.

Este mismo proceso se repite en el otro orificio.



Para agrandar y limpiar el orificio, se puede usar una broca de mayor sección o utilizar un escairador (imagen). Al taladrar lentes de policarbonato suelen quedar restos de material en el borde del orificio, que hay que quitar con mucho cuidado para no rayar la lente.



Antes de montar las gafas, conviene pulir el borde de la lente. Después se colocan en orden los componentes de la sujeción: camisas de plástico, arandelas, tornillo, el puente (imagen) o la varilla, y por último se aprieta la tuerca con un destornillador especial.



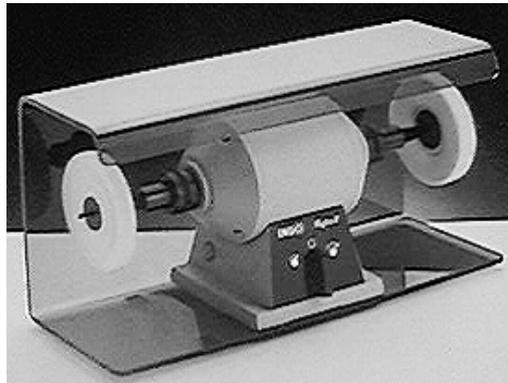
Finalmente, se atornillan las tuercas, quedando la lente montada. En la imagen se observa la diferencia entre el talco pulido (derecha) y la lente sin pulir (izquierda).

Por último, tras montar ambas lentes, se comprueba tanto la posición relativa de las lentes como del puente y las varillas.

### 8.- Pulido de las lentes

Una vez que las lentes han sido biseladas, tanto si las lentes se van a montar en unas gafas con semiaro como si se montan en gafas atornilladas, se suele pulir su borde para mejorar el aspecto estético de las lentes. Esto es muy interesante sobre todo si las lentes se van a montar en gafas atornilladas.

*El pulido de borde consiste en pasar el bisel de la lente por un disco de tela suave untada con pulimentos especiales y conectada a un motor giratorio (ver figura 12.14).*



**Figura 12.14.** Pulidora de lentes *Reflex-2* de Indo, con dos muelas de pulido.

Gracias al pulido, se elimina la rugosidad del bisel de la lente, con lo cual éste queda mucho más suave y brillante, mejorando la estética del montaje. Un ejemplo de pulidora es el modelo *Reflex-2* de Indo, que cuenta con dos discos de pulido, un *disco de tergal* más abrasivo y un *disco de franela* más suave, y dos pastas abrasivas, una de color marrón oscuro y otra de color blanco, que aplicadas sobre los discos sirven para pulir (la marrón) y para el acabado (la blanca).

El disco de tergal se utiliza para eliminar imperfecciones y rayas del borde de la lente. Puede trabajar con los dos tipos de pasta abrasiva.

El disco de franela trabaja sólo con la pasta menos abrasiva (la pasta blanca), sirve para el acabado y abrillantado del borde.

La utilización de la pulidora es sencilla, sólo hay que tener cuidado de que el disco de pulido no raye ninguna de las caras de la lente ni provoque que se desprendan los tratamientos en capas. Una forma de evitarlo es cubriendo las superficies cerca de los bordes con cinta adhesiva.

Actualmente, algunas biseladoras automáticas incorporan una muela para pulir cualquier tipo de lente orgánica.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Montar gafas al aire en monturas con semiaro.
- Montar gafas al aire en monturas atornilladas.
- Pulir las lentes con la pulidora.

### Material necesario

Monturas al aire de semiaro y atornilladas, ranuradora, taladro especial, destornilladores para tuercas, lentes orgánicas, pulidora, útiles de escritura, biseladoras manual y automática, plantillas.

### Realización de la práctica

1. Montar lentes orgánicas tanto en una montura al aire con semiaro como en una atornillada. Los descentramientos se calculan a partir de las marcas hechas sobre los talcos que se tomen para un/a compañero/a. Las lentes se pueden centrar según una prescripción aleatoria.
2. Hacer una plantilla de forma manual cambiando la forma original de las lentes de las gafas atornilladas utilizadas en el ejercicio anterior, y realizar el montaje según esa nueva forma calculando los nuevos descentramientos.

Las lentes se pueden biselar con la biseladora automática o manualmente. *Pero es muy importante recordar que en esta ocasión el bisel ha de ser plano.*

Recordad que tras hacer tanto el surco de la lente ranurada como los agujeros de la lente atornillada, hay que pulir el borde de la lente con la pulidora: primero se cubren sus superficies anterior y posterior con cinta adhesiva para evitar que se desprendan los tratamientos de superficie; luego se pasan primero por el disco de tergal con la pasta marrón y después por el disco de franela con la pasta blanca.

## **13. CATÁLOGOS COMERCIALES DE LENTES OFTÁLMICAS**

### ***PETICIÓN DE LENTES***

Una de las actividades más comunes en los comercios de óptica es la venta de lentes oftálmicas montadas para la compensación de ametropías. Las casas comerciales disponen de una amplia variedad de tipos de lentes, tratamientos adicionales y suplementos, además de ofrecer generalmente información técnica sobre sus productos. Para un profesional de la óptica oftálmica es muy importante saber qué información puede obtener de los catálogos de lentes comerciales y cómo se pueden saber los precios de los productos que ofrecen. Lógicamente también se incluye cómo pedir lentes a las casas comerciales, incluidas las diferentes opciones como por ejemplo el tamaño optimizado o *precalibrado*.

En este capítulo hemos intentado dar una visión global del formato propio de los diferentes catálogos de lentes oftálmicas. Pero la amplia gama de casas comerciales hace que esta labor siempre sea incompleta.

Además de los catálogos de precios de lentes oftálmicas, existen algunas guías en las que se incluyen no sólo los fabricantes de lentes sino también distribuidores de maquinaria de taller, monturas ópticas, forniture, etc. Como ejemplo de guía sobre casas comerciales y profesionales relacionados con el comercio óptico está el *Anuario español de óptica y audiometría*, conocido como "*Guía Puntex*" perteneciente a *Publicaciones nacionales técnicas y extranjeras S.A.*, que además cuenta con una página web para consultas: [www.puntex.es](http://www.puntex.es). Se puede obtener información muy diversa sobre nombres de fabricantes, direcciones y teléfonos de contacto.

## CATÁLOGOS DE LENTES COMERCIALES

Aunque la principal función de las casas comerciales de lentes oftálmicas es fabricar y servir lentes, también suelen mantener informados a los profesionales sobre la gama de productos ópticos (lentes, tratamientos, etc.) que ofrecen, así como sus características técnicas.

### 1.- Información aportada por los catálogos de lentes oftálmicas

Los catálogos de las casas comerciales de lentes oftálmicas proporcionan información de dos tipos sobre sus productos: información general sobre tipos de lentes, tratamientos, etc., e información más concreta de cada tipo de lente.

- a) Información general. Habitualmente suele haber un apartado donde se ofrece información general que pueda ser de utilidad: por ejemplo información sobre diferentes tratamientos (antirreflejantes, endurecidos, etc.), nuevos materiales, tipos de geometrías, así como tarjetas de remarcado de lentes progresivas, plantillas de precalibrado o datos sobre otros productos ópticos como ayudas para baja visión.
- b) Información particular de las características de cada tipo de lente. En un apartado común o en el espacio reservado a cada tipo de lente:
  - Información técnica. Se explican las características ópticas de cada lente, aportando datos básicos como índice de refracción, número de Abbe, transmitancia, punto de corte del ultravioleta, etc. También se ofrecen datos generales como la densidad del material (que determina su peso), recomendaciones de uso y montaje, etc.
  - Potencias y diámetros disponibles. Dadas las limitaciones físicas de fabricación de lentes y la estrategia comercial de cada casa comercial es importante indicar para cada tipo de lente qué potencias y diámetros se fabrican, así como los tratamientos disponibles. A veces las casas fabrican lentes de características especiales, por encargo, aunque no aparecen en los catálogos, por ser poco utilizadas.

## PETICIÓN DE LENTES A LA CASA COMERCIAL

A continuación se muestra cómo pedir lentes comerciales. Durante esta explicación se van a utilizar nombres ficticios así como datos y precios igualmente inventados.

Cuando se piden lentes a una casa comercial, se especifican una serie de parámetros, tanto ópticos como geométricos, que varían dependiendo del tipo de lente, al igual que los tratamientos o las características especiales deseadas.

Dado que son bastantes los datos que hay que facilitar, los proveedores de lentes oftálmicas crean una serie de nombres comerciales a modo de resumen de los tipos de lentes: esto provoca que una misma lente tenga para cada fabricante un nombre distinto. Pero esto que a priori parece complicado, hace que *a la hora de hacer el pedido de las lentes resulte más rápido y cómodo indicar las características de una lente con un simple nombre comercial*: por ejemplo, es más rápido y cómodo decir que quieres una lente *Alfa*, en vez de pedir una lente orgánica asférica, de índice 1.56, con antirreflejante multicapa y tratamiento endurecido. Normalmente en el nombre comercial de una lente se incluye la información de carácter general de dicha lente:

- *Material*.- Orgánico o mineral.
- *Índice de refracción*.- Variable, desde el 1.49 del CR39 hasta el 1.9 del flint pesado de lantano.
- *Tipo de lente*.- Monofocal esférica o asférica, multifocal (bifocal), progresiva... El nombre comercial también se utiliza para caracterizar algunos tipos especiales de lentes: por ejemplo, en las lentes progresivas incluye el tipo de diseño, si es asimétrica, asférica, etc.
- *Suplementos de serie*:
  - Tratamientos de tintado.
  - Antirreflejante.
  - Endurecido, en lentes orgánicas.

## 2.- Información necesaria para solicitar lentes monofocales

Las lentes monofocales son sencillas de pedir, pues no es necesario indicar si es para un ojo o para el otro, ya que se pueden montar indistintamente. Además, en las lentes astigmáticas tampoco es necesario indicar el eje a que se necesita que estén orientados los meridianos. *Se indica el tipo de lente mediante el nombre comercial, el diámetro y potencia necesarios y los posibles suplementos, que no vienen de serie.*

Conviene indicar que los nombres comerciales de las lentes monofocales no diferencian entre si la potencia es esférica o astigmática.

En cada ejemplo se indica primero la prescripción, después aparecerá en una tabla el orden en que deben expresarse los datos de dicha prescripción, y por último la forma literal de pedir las lentes.

2.1.- **Lente monofocal esférica.** Tras el nombre comercial se indica el diámetro; después, para indicar que la potencia pedida es esférica se utiliza la palabra «menisco» y por último se anota dicha potencia. Aquí vemos un par de ejemplos de lentes esféricas de potencias -5.25 D y +4.0 D:

Nombre comercial	Tipo	Ø	P <sub>esfera</sub>
<i>Sigma</i>	Mineral 1.7	65	-5.25
<i>Delta</i>	Orgánica 1.49	55	+4.00

La primera se pediría: “*Sigma* en 65 mm, menisco de -5.25 D”.

La segunda sería: “*Delta* en 55 mm, menisco de +4.00 D”.

2.2.- **Lente monofocal astigmática.** Al solicitar lentes astigmáticas, además de indicar el nombre comercial y el diámetro, se utiliza el término «tórica» antes de anotar la potencia del cilindro de la *fórmula esferocilíndrica positiva*, y por último la potencia de la esfera correspondiente a dicha fórmula.

Las casas comerciales ponen los precios a las lentes según la fórmula esferocilíndrica con cilindro positivo. Aunque aceptan que se pidan las lentes con cilindro negativo, el precio que cobran es el de su equivalente con cilindro positivo, luego es mejor acostumbrarse a utilizar esta fórmula para evitar errores en el precio.

A modo de ejemplo, las prescripciones  $(-1.25)(-2.25)165^\circ$ , y  $(+6.50)(+2.25)20^\circ$ , se piden en dos tipos de lentes:

Nombre comercial	Tipo	$\emptyset$	$P_{\text{cilindro}}$	$P_{\text{esfera}}$
<i>Sigma</i>	Mineral 1.7	70	-2.25	-1.25
<i>Omega</i>	Orgánica 1.6	65	+2.25	+6.50

La primera se pediría: “*Sigma* en 70 mm, tórica de +2.25, -3.50”.

La segunda se pediría: “*Omega* en 65 mm, tórica de +2.25, +6.50”.

El nombre comercial de la primera lente (*Sigma*) no cambia respecto al ejemplo del subapartado anterior a pesar de que sea astigmática. Otra característica de la petición de lentes monofocales astigmáticas es que no se especifica la orientación de meridianos: esto se debe a que las lentes vienen con forma circular y pueden montarse con cualquier orientación. Una excepción sería si las lentes incluyen una potencia prismática en su centro geométrico (*lente prismática*), entonces es necesario indicar la orientación de los meridianos de la lente así como la cantidad y orientación de potencia prismática deseada. A modo de ejemplo, para la prescripción  $(-3.25)(-0.75)65^\circ$ , en lente *Sigma*, se pide:

- "Sigma en 65 mm, tórica de +0.75, -4.00 dioptrías".
- Si queremos que esta lente tenga para el ojo derecho un prisma base externa de  $2^\Delta$ , habría que pedir: "Sigma, OD en 65 mm, tórica a  $155^\circ$  de +0.75, -4.00 D, con 2 dioptrías prismáticas base inferior (ó  $270^\circ$ )".

Después, una vez recibidas las lentes astigmáticas se comprueba que en el centro geométrico se ha incluido el efecto prismático deseado, para

posteriormente marcarla en el frontofocómetro según la orientación que se indique en la prescripción. En este caso, tras situar en el frontofocómetro el eje positivo a  $155^\circ$ , en el centro geométrico de la lente debe observarse una desviación del test correspondiente a  $2^\Delta$  a  $270^\circ$ .

### 3.- Parámetros necesarios para solicitar lentes multifocales y progresivas

Estas lentes son algo más complejas de pedir. Al igual que para las monofocales, lo primero que se debe indicar es el nombre comercial de la lente deseada, lo que implica el tipo de progresivo o de multifocal (bifocal o trifocal), así como características más concretas como tipo de diseño de lente progresiva, tamaño y forma del segmento de la multifocal, etc. La única diferencia entre pedir una lente progresiva con respecto a una bifocal, radica en los nombres comerciales.

Sin embargo, la petición de estas lentes es distinta al caso de las monofocales en varios puntos, teniendo que especificar:

- *Ojo*. A diferencia de las lentes monofocales, debido a la presencia de una zona de cerca que debe situarse en la zona ínferonasal del aro, estas lentes sólo se pueden montar para uno de los ojos.
- *Diámetro ( $\emptyset$ )*. La forma de pedir el diámetro suele ser distinta, ya que en la mayoría de lentes progresivas y multifocales, la cruz de montaje en las primeras y el centro óptico de lejos en las segundas *no queda justo en el centro geométrico de la lente, sino que suele estar ligeramente descentrado en sentido nasal*, pues normalmente es necesario que la lente sea más grande por su parte temporal. Por ello, se piden los diámetros nasal y temporal. Por ejemplo, 70/75 indicaría un tamaño en dirección nasal de 35 mm y en dirección temporal de 37.5 mm respecto a la cruz de montaje si la lente es progresiva, o al centro óptico de lejos si es multifocal.
- *Eje del cilindro*. Debido a que estas lentes *poseen una zona de visión de cerca que debe quedar en la zona ínferonasal* respecto al eje primario de

mirada, la lente no puede girarse una vez fabricada, luego es necesario fabricarla con la orientación de cilindro de la prescripción.

- *Adición*. Se indica la diferencia de potencia entre las zonas de visión de cerca y de lejos, que se denomina *adición*. Hay que recordar que se considera que es una esfera positiva.

En el ejemplo vemos que para pedir una lente multifocal o progresiva se indica primero el nombre comercial, después se especifica el ojo para el que se va a montar, el diámetro de lente, la prescripción (si se trata de una lente esférica, sólo se indica la potencia esférica, mientras que si es una lente astigmática, primero se anota la orientación del eje del cilindro positivo, después la potencia de dicho cilindro y por último la de la esfera), y para terminar se indica la adición deseada.

Si se quiere pedir una bifocal mineral ( $n=1.523$ ) de segmento plano de 28 mm, cuyo hipotético nombre comercial fuera *Bifocalis*, con la prescripción  $(-2.00)(-1.25)15^\circ$ , adición 1.25 D, sería:

Nombre	Ojo	$\emptyset$	Eje	$P_{\text{cilindro}}$	$P_{\text{esfera}}$	Adición
<i>Bifocalis</i>	OD	65/70	a $15^\circ$	-1.25	-2.75	1.25

Se pediría: “*Bifocalis* para OD, en 65/70, tórica con eje a  $105^\circ$ , de +1.25, -4.00 dioptrías, con adición de 1.25 D”.

Si la lente que se desea pedir es trifocal, la adición que se indica es la de cerca, siendo la adición intermedia, aunque no se indica, la mitad de ese valor.

#### 4.- Tratamientos y suplementos

Al pedir lentes a una casa comercial es posible pedir también características adicionales (ver *Suplementos* en la parte inferior de la tabla 13.3) a las que pueda tener de serie:

- Tratamientos antirreflejantes. Los diferentes tipos de tratamientos antirreflejantes se suelen diferenciar por el tanto por ciento de luz que

transmite la lente, así como por la coloración del reflejo residual. *Este tratamiento es muy recomendable pues evita los reflejos que pueden molestar al usuario de gafas, además de reducir enormemente los reflejos antiestéticos que cubren los ojos de la persona.*

- Tratamiento de endurecido, se recomienda para evitar que las lentes orgánicas se rayen con mucha facilidad. No evita que la lente se estropee debido al uso, pero alarga el tiempo de vida de estas lentes.
- Prismas, si se desea que la lente tenga un determinado efecto prismático en su centro geométrico, es decir, queremos pedir una lente prismática.
- Tintado y filtros ópticos. Pueden ser tanto coloreados uniformes, degradados o fotocromáticos, como filtros especiales, por ejemplo para bloquear el UV o algunas longitudes de onda concretas (ver capítulo 14, *Lentes de protección solar...*).
- Otros, como graduaciones especiales (p.e. 1/8 de esfera), potencias cilíndricas elevadas, etc.

Además de estos suplementos, merecen una explicación aparte los suplementos encaminados a reducir el espesor de las lentes sin cambiar de material ni de geometría: son el *diámetro intermedio* (recordad que los diámetros de las lentes se sirven normalmente en pasos de 5 mm), el *diámetro inferior al estándar* (servidos en pasos de 5 mm), y el *optimizado o precalibrado*.

### **5.- Ajustar el espesor de las lentes montadas**

Una cuestión que siempre plantea problemas al seleccionar el tipo de lente a utilizar en un montaje es el espesor en el borde una vez biselada y si la lente se va a ver por fuera de las gafas. Existen diversas formas para conseguir que la lente quede lo más fina y bonita posible. Una de las formas tradicionales de reducir el espesor, aunque no necesariamente el peso, de las lentes es utilizar materiales de elevado índice de refracción:

- *En lentes negativas la combinación de un material de índice de refracción elevado con una montura de aros pequeños puede ser una buena opción, con independencia del diámetro que se pida a la casa comercial, siempre y cuando sea mayor del mínimo necesario. Las lentes negativas de la misma potencia pero diferente diámetro tienen el mismo espesor de centro.*
- *Pero en las lentes de potencia positiva hay una enorme relación entre el diámetro de la lente que se pide y sus espesores en el centro y en los bordes una vez que esté montada: el espesor de centro de estas lentes depende del diámetro en que se piden.*

**5.1.- Ajuste del diámetro de la lente monofocal esférica positiva.** En estas lentes el espesor, y por tanto el peso de la lente una vez montada va a depender de su diámetro original. Por tanto, es muy importante que el diámetro pedido sea el menor posible, pero siempre por encima del mínimo necesario (ver capítulo 4, apartado 5). Dado que las casas venden sus lentes con unos diámetros fijos, generalmente en pasos de 5 mm (p.e. 60, 65 y 70 mm), cuando el diámetro mínimo necesario no coincide con los que la casa comercial ofrece, para poder ajustar al máximo el espesor de la lente, las casas comerciales suelen ofrecer unos suplementos para cambiar el diámetro, partiendo del diámetro de serie de la lente. Vamos a tratar dos de ellos, los suplementos denominados *diámetro inferior al estándar* y *diámetro intermedio*:

- Un ejemplo de lente pedida con diámetro inferior al estándar sería: imaginemos una lente esférica de +5.00 D, que queremos montar en un tipo de lente que sólo se fabrica de serie en 70 mm, mientras que el diámetro mínimo que necesitamos es 53 mm. En este caso, se puede pedir esa lente por encargo en diámetro 55 mm, reduciendo de forma notable el espesor y el peso sin cambiar el tipo de lente.

- Un ejemplo de utilización del diámetro intermedio sería: si en el ejemplo anterior, el diámetro mínimo fuera 66 mm, una lente de 65 mm sería insuficiente y una lente de 70 mm sería mayor de lo necesario. En este caso se podría pedir una lente de diámetro intermedio un poco mayor, por ejemplo 67 mm, para dejar un espesor en el borde mínimo y mantener los mismos descentramientos.

Con estos dos suplementos se reducen el espesor y el diámetro de la lente esférica positiva de manera uniforme.

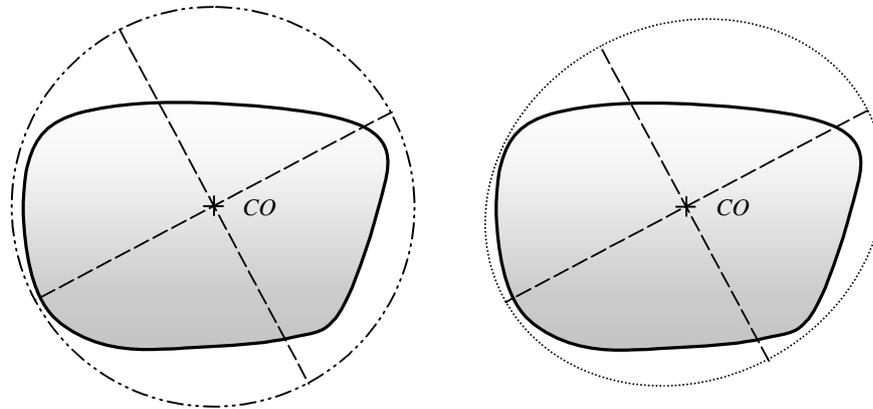
**5.2.- Precalibrado u optimización.** Al cálculo y fabricación de la lente de mínimo tamaño que se pueda montar en un aro de forma definida y con unos descentramientos dados, es lo que se conoce como *precalibrado* u *optimizado*. Las casas comerciales ofrecen este sistema de cálculo y fabricación de la forma de cualquier lente para obtener el mínimo espesor una vez biselada, el cual es considerado en las tarifas como un suplemento aparte (parte inferior, tabla 13.3). Este suplemento merece ser tratado con detalle dada su efectividad en la reducción del espesor y del peso de diversos tipos de lentes oftálmicas, mejorando la comodidad y la estética de las gafas.

El cálculo del diámetro mínimo de una lente monofocal esférica es de por sí un optimizado de esa lente. Pero cuando la lente es astigmática, multifocal, progresiva o prismática, el cálculo es más complejo pues entran en juego otros factores. Por ejemplo, si la lente es monofocal astigmática el tamaño con que debe fabricarse no sólo depende de la potencia de la lente o de la forma de los aros, sino también de la posición de los meridianos principales de la lente.

Al solicitar esta opción, se calcula cuánto se pueden acercar las superficies de la lente ya montada, partiendo de la forma del aro y de la posición del centro de montaje, con la única condición de que la lente cubra siempre todo el aro, respetando un espesor de borde mínimo. Al ir acercando las superficies para que quede un espesor de borde mínimo, se obtiene una reducción del volumen de la lente. Los datos de forma del aro y posición del *CM* que el

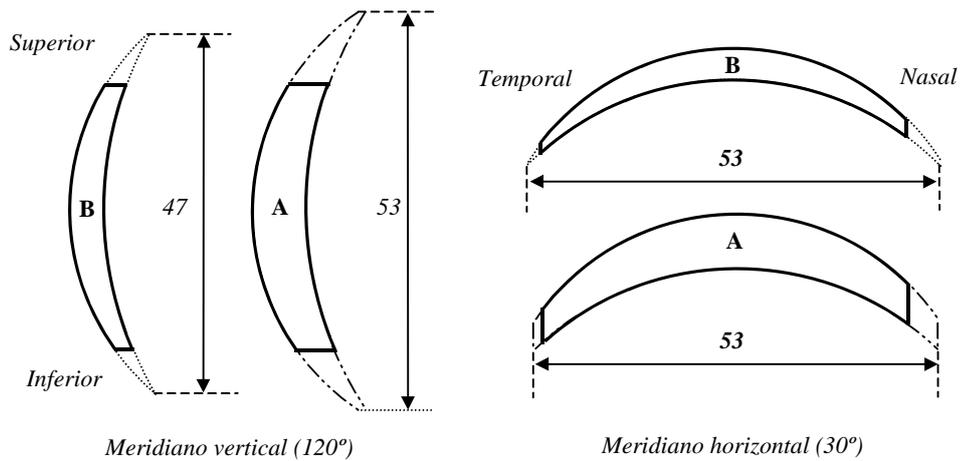
fabricante necesita se le proporcionan mediante las llamadas *tarjetas de precalibrado*. El precalibrado tiene sentido en los siguientes casos:

- En lentes monofocales esféricas positivas. El precalibrado en este caso es el cálculo del diámetro mínimo de lente.



A) Lente de diámetro mínimo;  $e_c = 7 \text{ mm}$

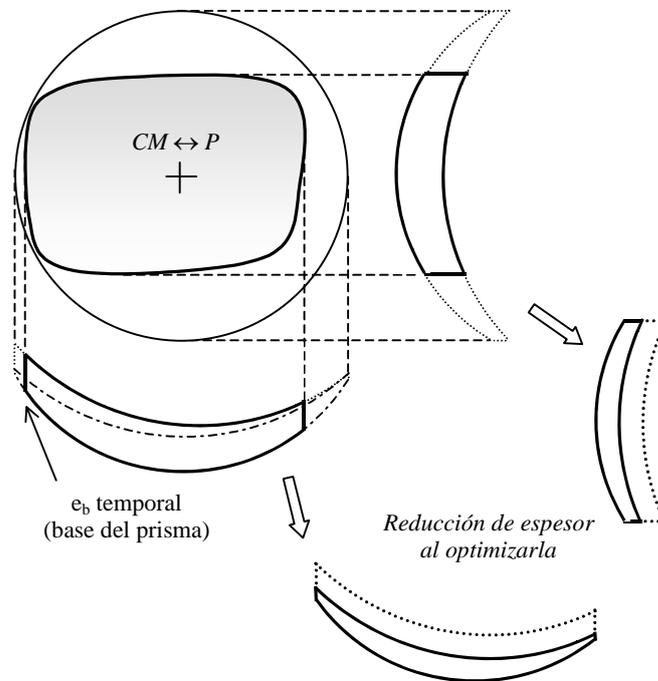
B) Lente optimizada:  $e_c = 4 \text{ mm}$



**Figura 13.1.** Optimización de una lente convergente con eje de cilindro positivo a  $30^\circ$ .

Se puede ver cómo el espesor de centro cambia significativamente: A) es la lente circular de diámetro mínimo; B) es la lente precalibrada, de forma elíptica. La línea continua es el perfil de la lente ya biselada.

- En lentes monofocales astigmáticas positivas, sobre todo si el astigmatismo es inverso, o sea el eje del cilindro positivo compensador queda horizontal, como en el ejemplo de la figura 13.1: aun eligiendo la lente circular de diámetro mínimo, el espesor de borde de la lente biselada va a ser importante. Si el eje del cilindro positivo se sitúa cerca de la zona de radio mayor de la plantilla, normalmente estará situado en la horizontal, se puede reducir el espesor global de la lente sin por ello impedir el biselado de la lente.
- En cualquier lente prismática, principalmente si la base es temporal. El prisma se obtiene por giro de la segunda superficie respecto de la primera. Este giro depende de la potencia prismática deseada y de su orientación.

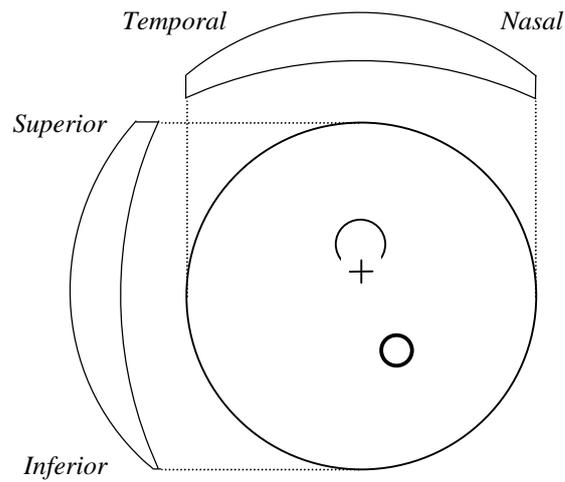


**Figura 13.2.** Arriba una lente monofocal esférica con prisma temporal para el ojo derecho y la plantilla. Debido al prisma, aumenta el espesor de la lente, sobre todo en la parte temporal, y esto permite reducir los espesores con el precalibrado.

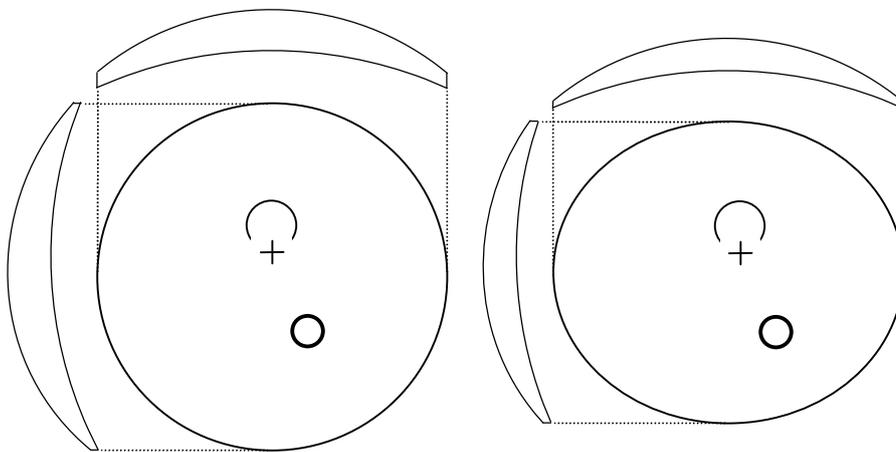
Si observamos el meridiano horizontal de la lente sin optimizar de la figura 13.2, vemos que la lente con prisma (línea punteada) tiene un mayor espesor que la misma lente sin prisma (puntos y rayas), más acusado en el borde temporal (base del prisma), salvo en la zona nasal donde el espesor de borde es el mismo (vértice del prisma). Por ello, si al incorporar un prisma aumenta el espesor de la lente en las zonas donde el espesor tras biselarla iba a ser menor, es posible optimizar la lente y reducir de forma notable los espesores de la lente prismática.

Si la lente es astigmática, para hacer el optimizado hay que tener en cuenta los factores de reducción del tamaño de la lente debidos a la diferente curvatura de los meridianos (figura 13.1), y la situación de la base del prisma. De forma genérica se puede decir que en lentes monofocales tiene sentido hacer un optimizado si tanto el eje del cilindro positivo como la base del prisma se sitúan en torno al punto más alejado del centro de montaje.

- *Para las lentes multifocales se puede aplicar el mismo criterio que para las lentes monofocales: lente de diámetro mínimo si es esférica y precalibrado si es astigmática.*
- *En lentes progresivas con potencia de lejos positiva. Este caso es especial pues suelen ser optimizadas de serie. Como se puede observar en la figura 13.3a, en la zona inferior de una lente progresiva hipotética el radio de curvatura es menor y por lo tanto esta lente tiene aproximadamente el mismo espesor de borde en las zonas superior y laterales, mientras el espesor es menor en la parte inferior de la lente. En la fabricación de lentes progresivas se realizan dos tipos de optimizado: incluir un prisma de base inferior para reducir la diferencia de espesores en vertical (*lente progresiva circular*, figura 13.3b), o además de incluir un prisma vertical, reducir el tamaño vertical de la lente, disminuyendo asimismo el espesor global de la lente, que queda con forma elíptica (*lente progresiva elíptica*, figura 13.3c).*



a) Diseño básico de lente progresiva



b) Lente progresiva circular con prisma base inferior

c) Lente progresiva elíptica

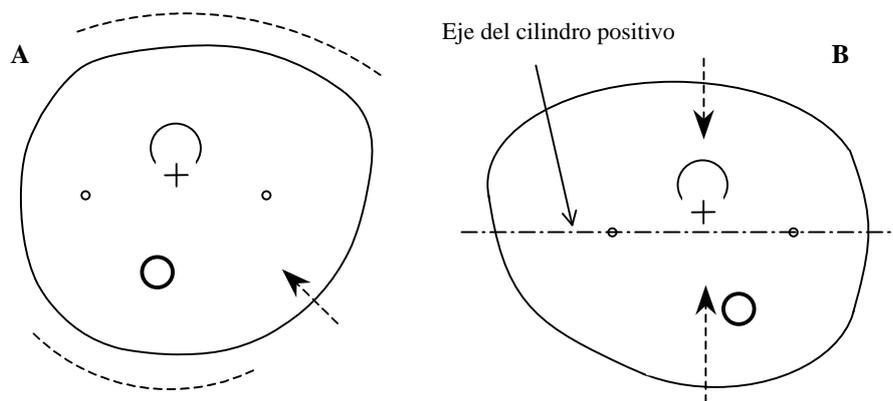
**Figura 13.3.** Tres tipos de diseño de la misma lente progresiva.

- b) Si se gira la segunda superficie de la lente se puede generar un prisma de base inferior. De este modo se puede reducir el espesor global de la lente.
- c) Como el espesor horizontal de la lente b es mayor, se puede reducir aún más el espesor si reducimos el tamaño vertical de la lente y que adquiere forma elíptica.

Independientemente de que la lente progresiva sea circular o elíptica, se puede optimizar para una forma de aro y posición de  $P$  determinados. En este caso la optimización es mucho más compleja y tiene que tener en cuenta tres factores:

- La compensación para lejos puede ser astigmática.
- Como se acaba de decir, para compensar la diferencia de espesor en el borde inferior, suelen incorporar un prisma.
- *Por la diferencia de curvaturas entre las mitades superior e inferior de la lente* (figura 13.4B).

Ejemplificar cómo es la lente progresiva precalibrada es por ello bastante complicado. Imaginemos que en la lente de la figura 13.3c seguimos acercando las superficies: al reducir el espesor de borde, pronto comienza a disminuir el tamaño de la lente en la periferia; en la figura 13.4A se ve que la lente es más curvada en el borde inferior que en la zona superior, debido a las diferencias de curvatura en la superficie anterior. Si la lente es además astigmática (figura 13.4B), el tamaño se reduce más acusadamente en la dirección del eje del cilindro negativo.



**Figura 13.4.** Dos lentes progresivas optimizadas. La forma de estas lentes es más difícil de interpretar, ya que sus formas son asimétricas: en la zona íferonasal la forma es más curvada que en la parte superior(A); si es astigmática, su tamaño se reduce en la dirección del eje del cilindro negativo (B).

*El precalibrado u optimizado es un sistema de cálculo y fabricación de lentes para que una vez biseladas tengan el mínimo espesor posible, atendiendo a la forma y tamaño del aro y a la posición del CM. Esto se obtiene reduciendo la distancia entre las superficies, hasta obtener ese espesor de borde mínimo necesario para poder realizar el montaje, que el software Opsys Presize de la empresa Essilor estima en 0.6 mm para lentes montadas en gafas de aros completos y 1.8 mm si la lente se va a montar al aire.*

La optimización de una lente se aconseja cuando la reducción del espesor global que se obtiene es de al menos 0.5 mm (según el catálogo de lentes Zeiss del año 2001).

Para poder calcular, y en su caso fabricar la lente optimizada, la casa comercial necesita conocer con precisión la forma y el tamaño del aro, y la posición del centro de montaje de la lente. Esta información se incluye en unas hojas que proporcionan los fabricantes llamadas *tarjetas de precalibrado*. En ellas se dibuja la forma de los aros, se marca la posición de los centros de montaje y se completa una ficha, que varía según cada casa comercial, conteniendo información diversa como descentramientos, prescripción, etc.

La efectividad del precalibrado en reducir el espesor se puede ejemplificar con la figura 13.1. Se puede ver una lente astigmática con el eje de cilindro positivo a 30°, de forma circular y con el diámetro mínimo que para la forma de aro y descentramientos es de 53 mm. El meridiano donde se encuentra el eje del cilindro positivo es donde el espesor de borde es máximo, mientras que los bordes de mínimo espesor están en las zonas superior e inferior. El espesor de centro es de unos 7 mm. Conforme se acercan las superficies se reduce todo el espesor. En las zonas de mínimo espesor (meridiano vertical) pronto el espesor de borde se hace 0 y comienza a reducirse el tamaño de la lente, adquiriendo esa forma ovalada, hasta dejar en las zonas de radio mayor de la plantilla un espesor de borde mínimo. La reducción del espesor total de la lente es de unos 3 mm.

## 6.- Utilización de los márgenes de fabricación y de las tablas de precios

La obtención del precio de venta al público de una lente es una de las cosas más importantes que hay que aprender al comenzar a usar un catálogo de lentes oftálmicas. Al comenzar a trabajar con los catálogos, lo primero que se ha de hacer es conocer los diferentes nombres comerciales y características técnicas de las lentes que cada casa comercial ofrece. Esto es muy importante para poder recomendar el montaje de una lente o de otra según el caso. *Muchas veces, la mejor lente que se puede montar no tiene por qué ser la más cara.* Generalmente, para un mismo montaje suele haber varias opciones de lentes disponibles: mineral/orgánica, esférica/asférica, con/sin antirreflejante, etc. Una vez que se ha elegido el tipo de lente que mejor se adecúa a un montaje determinado, se ha de obtener el precio final.

Saber el precio de venta al público de una lente consta de dos pasos:

- El primero, es mirar si para el tipo de lente elegida se fabrica la prescripción con el diámetro que queremos, comprobándolo en unas tablas que indican cuáles son las lentes que se fabrican, llamados también *márgenes de producción.*
- Después, *tras comprobar que se fabrica la lente se mira su precio de venta al público utilizando las tarifas.*

A modo de ejemplo vamos a utilizar unas tablas de márgenes de producción (13.1 y 13.2) y de precios (13.3 y 13.4), de lentes de nombres y características inventadas, utilizando formatos parecidos a los comerciales.

**6.1.- Potencias disponibles: los márgenes de fabricación.** Los márgenes de fabricación, también llamados de producción, suelen ser o bien unas tablas coordenadas donde se puede ver de un vistazo si la lente se puede fabricar, o bien en márgenes numéricos, indicando los rangos de potencia fabricados.

En estas tablas suele indicarse asimismo el diámetro o diámetros, de lente disponibles para cada prescripción. *Por eso, antes de elegir definitivamente el tipo de la lente o mirar cuál es su precio, hay que comprobar que se fabrica*

con un tamaño igual o mayor al mínimo necesario. Como se ha tratado anteriormente, hay dos limitaciones respecto al tamaño que afectan de forma diferente si la lente es convergente o divergente. Como en las lentes divergentes el tamaño no influye en los espesores de borde de la lente biselada, se suelen fabricar en diámetros mayores que sus equivalentes convergentes.

**MARGEN DE PRODUCCIÓN DE LENTES SIGMA blanco Y AR (-)**

*Sigma blanco / Sigma AR*

ESFERA -	CILINDRO +											
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0			
0.0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
0.5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3.0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3.5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4.0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5.0												
6.0												

Ø 65 - 70

**Tabla 13.1.** Margen de producción (potencias negativas) del tipo de lente mineral *Sigma* en blanco (sin tratamientos) y AR (antirreflejante), en diámetros 65 y 70 mm.

El sombreado indica las lentes en stock. Conviene resaltar que las potencias cilíndricas está en positivo, y que a partir de -4.0 D de esfera los pasos son de 0.5 D.

**MARGEN DE PRODUCCIÓN DE LENTES OMEGA blanco (+)**

*Omega*

ESFERA +	CILINDRO +												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0				
0.0													
0.5													
1.0													
1.5													
2.0													
2.5													
3.0													
3.5													
4.0													
4.5													
5.0													
5.5													
6.0													
6.5													
7.0													

x

**Tabla 13.2.** Margen de producción (potencias positivas) del tipo de lente orgánica *Omega*, en diámetros 60 y 65 mm. En este caso destaca que a partir de +4.0 D de esfera las lentes sólo se fabrican en diámetro 60 mm.

Comprobar en las tablas de márgenes de fabricación que una lente se fabrica es muy sencillo. Simplemente se mira la columna con la potencia de cilindro correspondiente, y después se va bajando en la tabla hasta llegar a la potencia esférica indicada en la prescripción. Cuando la potencia es muy elevada, es muy corriente que la lente no se fabrique. Por ejemplo, según la tabla 13.2 no se fabrica ninguna lente *Omega* en cuya esfera sea mayor de +7.0 D ni la suma de potencia cilíndrica y esférica sea mayor de +8 D.

Normalmente las potencias indicadas van en pasos de 0.25 D para potencias bajas y de 0.5 D para potencias más elevadas, como por ejemplo ocurre en la tabla 13.1 a partir de -4 D, y en la tabla 13.2 a partir de +6 D. Las filas y columnas intermedias, en las cuales no se indica potencia alguna, representan las potencias intermedias. Aquí vemos un detalle interesante, y es que algunas potencias, por ejemplo los de cuartos de dioptría a partir de cierta potencia, no están en el cuadro pero puede que sí se fabriquen:

- Para potencias elevadas (entre -4.0 y -6.0 D en la tabla 13.1, y entre +6.0 y +7.0 D en la tabla 13.2), los pasos cambian de ser de 0.25 D a 0.50 D, pero esto no significa que no se fabriquen las lentes de potencia "\*.25" ó "\*.75" D, sino que es muy posible que, como ocurre para la lente *Sigma* (tablas 13.1 y 13.3) al pedir potencias de esfera por ejemplo -4.25 ó -5.75 D, se añada al precio de la lente correspondiente un coste suplementario, que en este caso y mirando los *Suplementos* de la tabla 13.3 es de 10.2 €
- Tampoco suelen aparecer otras potencias que es muy posible que se fabriquen, como es el caso de astigmatismos elevados. Por ejemplo, en la parte inferior de la tabla 13.3, vemos que se pueden fabricar lentes *Sigma* de potencia cilíndrica hasta 6 D, pagando un recargo de 12.8 € si la potencia del cilindro es mayor de 4.25 D.

Frecuentemente los márgenes de fabricación de algunas lentes, sobre todo las convergentes de potencias más altas, se fabrican en diámetros menores que el resto de lentes de menor potencia, como se puede ver en la tabla 13.2, donde a partir de +4 D de esfera las lentes *Omega* sólo se fabrican en 60 mm.

Como ejemplo de uso de márgenes de fabricación, vamos a ver si la lente *Omega* del subapartado 2.2 se fabrica, según las tablas 13.1 y 13.2:

Lente *Omega* en 65 mm, tórica de +2.25, +6.50. Para saber si una lente se fabrica, hay que mirar las coordenadas de potencia esférica (filas) y cilíndrica (columnas), hasta encontrar la esfera de +6.50 D y el cilindro de +2.25 D. La cruz (parte inferior de la tabla 13.2) indica que no existe el recuadro correspondiente a dicha prescripción, luego no se puede fabricar; sólo se fabrican las combinaciones que tengan un cilindro más esfera menor o igual a 8 dioptrías. Además, para potencias tan elevadas sólo se fabrica en diámetro 60 mm, luego para poder realizar el montaje habría que buscar otra lente que, además de fabricarse con esa prescripción, tuviese un diámetro de al menos 65 mm.

Cuando no hay ningún tipo de lente con el tamaño necesario, lo cual es muy usual en prescripciones de alta potencia que no sean lenticulares, lo mejor es elegir otra montura en la cual el diámetro mínimo necesario para el montaje sea menor del máximo que se fabrique para la prescripción.

**6.2.- Manejo de las tablas de precios.** En las tarifas de venta al público de las lentes se pueden consultar los precios de cualquier lente con una potencia esférica o astigmática determinada. En las tablas 13.3 y 13.4 se indica:

- Diámetro. El diámetro a que se refieren los precios. A menudo aparecen varias columnas o incluso tablas aparte para diferentes diámetros (tabla 13.4). También hay que tener en cuenta que estos diámetros no son los únicos disponibles, pues como se ha visto se pueden fabricar diámetros menores, en pasos de 5 mm, e incluso diámetros intermedios, por el que se paga normalmente un recargo (ver *Suplementos* en la tabla 13.3).
- Tipos de lentes. Cada tarifa de precios está pensada para un tipo de lente con un material, geometría y tratamientos de serie determinados. También suelen aparecer las mismas lentes con tratamientos extra, como por ejemplo coloraciones, etc. Por ejemplo, en la tabla 13.3 están los

precios de la lente *Sigma* en *blanco* (es decir, sin tratamiento alguno), con *AR* (tratamiento antirreflejante), o con color en *Tono A* (ver capítulo 14, *Lentes de protección solar...*). Mientras, en la tabla 13.4, la lente de tipo *Omega Asfer* es una lente hecha con material orgánico *Omega*, pero con geometría esférica.

- Lentes en stock. En algunas tarifas se señalan, sombreados, potencias de lentes que están en stock. Esto supone que el tiempo de envío y/o el precio son menores. Si no está señalada, indica que la lente es de encargo y por lo tanto debe fabricarse. Por ejemplo, en la tabla 13.3 las lentes *Sigma* y *Sigma AR* están en stock las lentes esféricas de potencia hasta  $\pm 4$  D, y las astigmáticas cuya potencia de cilindro esté entre 0 y +2 D y la potencia de esfera hasta  $\pm 4$  D de esfera. Esto coincide con el rango sombreado de la tabla 13.1.
- Precio de las lentes. En las tarifas se suelen separar los precios de las lentes esféricas y los de las lentes astigmáticas. La ordenación de los precios suele ser:
  - *Columnas*. Dado que *cada tipo de lente* puede tener diversos diámetros o tratamientos, en cada columna se disponen los precios de una lente de características concretas.
  - *Filas*. Cada fila muestra los precios de cada tipo de lente para un determinado rango de potencias esféricas o combinaciones de potencias cilindro + y esfera:
    - ◆ En la tabla de precios de las lentes esféricas se suelen clasificar las potencias en "*a X*" dioptrías, indicando para qué potencias se aplica el precio correspondiente. Por ejemplo, si una fila indica potencias "*a 2*", ese precio sería para lentes con potencia entre 0 y  $\pm 2$  D. Si después hubiese otra que fuera "*a 4*", incluiría las potencias esféricas entre +2.25 y +4 D, y entre -2.25 y -4 D.

- ◆ Las potencias astigmáticas se expresan mediante dos números, el primero es el cilindro y el segundo la esfera. Si por ejemplo en una fila pone "2 a 4", los precios de dicha fila se aplican a las lentes astigmáticas cuyo cilindro esté comprendido entre 0 y +2 D, y la esfera entre 0 y  $\pm 4$  D.
- ◆ Como caso especial, en algunas tarifas (p.e. Essilor) en las filas sólo aparecen valores de esfera, "a 2", "a 6", etc. Esto se debe a que para cada rango de potencias cilíndricas (p.e., "*cilindro de +0.25 a +2.00*", etc.) se indican en las filas los precios de las lentes según su potencia esférica. Por ejemplo, si una lente se fabrica entre  $\pm 6$  D esfera y +4 D de cilindro, habría una tabla de precios para las lentes esféricas entre 0 y  $\pm 6$  D, otra tabla para lentes astigmáticas con potencia cilíndrica entre +0.25 y +2.00, en la cual las filas indicarían el precio para las potencias esféricas entre 0 y  $\pm 6$  D, y por último habría otra tabla para las lentes astigmáticas de potencia cilíndrica entre +2.25 y +4.00 D, en la cual las filas indicarían el precio para las potencias esféricas entre 0 y  $\pm 6$  D.

*¡Mucho ojo! Las casas comerciales siempre facturan las lentes con el precio de la lente en cilindro positivo, luego, independientemente de cuál sea la prescripción, el precio se debe obtener a partir de la fórmula esferocilíndrica con cilindro positivo.*

**TABLA DE PRECIOS DE LA LENTE MINERAL SIGMA**

Diámetros 65 - 70	<b>Sigma</b>	<b>Sigma AR</b>	<b>Sigma Tono A</b>
<b>Esferas</b>			
a 2	20.3	42.5	28
a 4	23.5	45.7	30.7
a 6	27.1	49	32.3
<b>Astigmáticas</b>			
2 a 2	25.8	50.4	34
2 a 4	29.5	55.8	37.3
4 a 2	36.9	61.5	44.2
4 a 4	39.7	66.5	49.4
4 a 6	42.3	69.9	53.2

**SUPLEMENTOS**

Prisma hasta 8 dioptrías:	20.2
Graduaciones especiales:	
Pot. de cilindro de 4,25 a 6,00 D.	12.8
¼ de esfera a partir de 4,00 D	10.2
Diámetro inferior al estándar:	8
Precalibrado:	10.6

**Tabla 13.3.** Tarifa de precios para la lente mineral *Sigma*, en sus dos tamaños posibles, 65 y 70 mm. En el cuadro inferior, se muestran los posibles suplementos y sus precios, que se añaden al precio que tenga la lente en la tabla superior.

## TABLA DE PRECIOS DE VARIAS LENTES OMEGA

	<i>Omega blanco</i> Ø60	<i>Omega blanco</i> Ø65	<i>Omega Asfer</i> Ø65	<i>Omega Asfer AR</i> Ø65
<i>Esféricas</i>				
<i>a 2</i>	60.2	60.2	72.8	84.9
<i>a 4</i>	63.6	63.6	76	89.7
<i>a 8</i>	65.8 (+)	—	—	—
<i>Tóricas</i>				
<i>2 a 2</i>	70.8	70.8	78.5	91.9
<i>2 a 4</i>	72.5	72.5	81.8	93.7
<i>4 a 4</i>	77.2	77.2	86.1	99.6
<i>4 a 8</i>	84.6 (+)	—	—	—

*Endurecido de serie en todas las lentes.*

**Tabla 13.4.** Ejemplo de tarifa de precios para la lente *Omega*. A veces, como en este caso, vienen anotaciones importantes al pie de la tabla.

Como se observa en la tabla 13.4, es muy común que en las tablas de precios aparezcan signos en los recuadros, como puede ser que esté vacío o con el símbolo (—) indicando que no se dispone de ese rango de potencias, o con un signo + ó -, indicando que ese rango sólo incluye lentes de potencia positiva o negativa respectivamente.

Por ejemplo, en la tabla 13.4 se indica con un guión que no se fabrican ni las lentes *Omega* en 65 mm, ni las *Omega Asfer*, ni las *Omega Asfer AR*, para potencias esféricas mayores de  $\pm 4$  D y en potencias astigmáticas aquellas con potencia esférica mayor de  $\pm 4$  D. Mientras, el signo (+) para la lente *Omega blanco* en 60 mm, en los rangos de esfera "a 8" y de astigmatismo "4 a 8", indica que los precios sólo se aplican a potencias positivas. *Pero hay que tener mucho cuidado, pues que en la tarifa aparezca el precio de una lente no significa que se fabrique.* Por ejemplo en la tabla 13.4 el rango de precios

incluye lentes esféricas hasta +8 D de potencia. Sin embargo, en el margen de producción de la lente *Omega blanco* (tabla 13.2) sólo se fabrica hasta +7 D.

**6.3.- Obtención del precio final de las lentes.** Ya hemos visto que saber cuál es el precio de una lente no es fácil al principio, pues *hay que seguir unas pautas para no prescribir una lente que no existe o cometer un error en el precio estimado*. Recordad que muy fácil cometer errores como olvidar añadir los recargos que tienen algunas lentes específicas, como puede ser el suplemento por potencias de cilindro elevadas.

Saber el precio de una lente es sencillo si se sabe cuál es el tipo de lente que se desea y cuál es la casilla que le corresponde en la tabla de precios. El precio final es el indicado en la casilla correspondiente de las tablas de precios, más los posibles suplementos que pueda llevar la lente. *Los suplementos* son recargos que tienen las lentes con unas determinadas características de diámetro, geometría, tratamientos, coloraciones, etc. *En la tabla 13.3, hay un ejemplo de varios suplementos reales:*

- *Prisma hasta 8 dioptrías.* Todas las lentes que se piden no tienen potencia prismática en su centro geométrico o de control del efecto prismático. Si se desea pedir una lente con un prisma incorporado (lente prismática), se añade al precio de la lente la cantidad indicada, que en la tabla 13.3 es de 20.2 €
- *Potencia de cilindro entre 4.25 y 6.0 dioptrías.* Permite pedir lentes que no aparecen en los márgenes de fabricación pero que sí se pueden fabricar aunque con el consiguiente recargo, en este caso de 12.8 € Por ejemplo, si queremos una lente *Sigma AR* de +4.75 cilindro, +2 esfera, para hallar el precio se mira el rango que incluya esa misma potencia esférica (2 D) y el máximo cilindro, en este caso sería la fila "4 a 2", que sumando el suplemento hacen un total de:  $61.5 + 12.8 = 74.3$  €
- *1/4 de esfera a partir de 4.0 D.* Este suplemento se aplica a lentes cuyos decimales de la potencia esférica sean 1/4 ó 3/4 de dioptría (es decir, la

potencia de la esfera es " $*.25$ " ó " $*.75$ " D). Como en el caso anterior, estas lentes no están incluidas en los rangos de fabricación y sin embargo se fabrican, añadiendo un suplemento de 10.2 €

- *Diámetro inferior al estándar / Diámetro intermedio.* Estos suplementos son muy útiles sobre todo el pedir lentes esféricas positivas para conseguir el menor espesor posible, tal y como se ha explicado en el subapartado 5.1. Aunque lo más normal es pagar un suplemento, es posible encontrar algunas casas que cambian fabrican lentes de tamaños diferentes sin ningún recargo.
- *Precalibrado u Optimizado.* Tratado ampliamente en el subapartado 5.2, es un sistema de cálculo y fabricación de la lente que menor espesor tendrá una vez biselada. Los casos en que se recomienda son al pedir lentes positivas ya sean monofocales con astigmatismo inverso, multifocales, progresivas o prismáticas, sobre todo si es base temporal.

Los errores que pueden cometer los fabricantes en potencias, orientación, prisma, etc., están comprendidos en la norma EN ISO 8980-1.

Aquí sólo tratamos algunos de los posibles suplementos que pueden existir, ya que hay muchos más suplementos, principalmente tratamientos y coloraciones, fáciles de entender y de aplicar.

Para terminar, y a modo de ejercicio práctico, se pueden ver algunos ejemplos de obtención del precio final de las prescripciones pedidas en los subapartados 2.1 y 2.2, suponiendo que se han revisado los márgenes de fabricación y que todas las lentes se pueden fabricar. Los precios para cada una de ellas, mirando las tablas 13.3 y 13.4, serían:

- Lente *Sigma* de 65 mm, menisco de -5.25 D. Como se ha visto, se mira en la fila "*a 6*" de la tabla 13.1, en la columna *Sigma*. El precio es de 27.1 € ¡Pero ojo! En la tabla de suplementos vemos que el cuarto de dioptría, a partir de -4 D supone un recargo de 10.2 € es decir, el precio total serían 37.3 €.

- Lente Sigma en 70 mm, tórica de +2.25, -3.50. En este caso, hay que mirar en la fila "4 a 4" de la tabla 13.1, en la columna *Sigma*. El precio de la lente sin tratamientos es de 30.9 €. Si esa misma lente se pide con tratamiento antirreflejante (AR), su precio sería 56.5 €.
- Lente Omega en 60 mm, tórica de +2.25, +6.50. El precio de esta lente orgánica está en la fila "4 a 8" de la tabla 13.2, en la columna *Omega blanco 60 mm*, y es 84.6 €. Si el eje del cilindro positivo de esta prescripción queda horizontal, sería buena candidata para solicitar un precalibrado. En ese caso tendríamos que rellenar la tarjeta de precalibrado y enviarla a las casa comercial, que cobrará el suplemento correspondiente. Por último, no conviene olvidar que esta lente un tratamiento endurecido de serie, con lo cual va incluido en el precio.
- Lente Sigma, OD en 65 mm, tórica a 155° de +0.75 cil, -4.00 esf, con 2 dioptrías prismáticas base 180°. El precio de la lente base es el de la fila "2 a 4" en la columna *Sigma*, es decir 29.5 €. Por el prisma, se añade un suplemento de 20.2 euros, por lo que *el precio total es de 49.7 €*.

## **APLICACIÓN PRÁCTICA**

### **Objetivos**

- Obtener información técnica de varios tipos de lentes pertenecientes a catálogos comerciales de lentes oftálmicas reales.
- Solicitar los distintos tipos de lentes (monofocales, progresivas, etc.) a una casa comercial.
- Utilizar los márgenes de producción y obtener los precios reales para varias lentes.

### **Material necesario**

Material de escritura, catálogos comerciales de diversas casas comerciales, lentes oftálmicas.

### **Realización de la práctica**

- Buscar en varios catálogos reales la información técnica sobre varios tipos de lentes.
- Identificar varias lentes monofocales, multifocales y progresivas, y con sus datos reales de potencia, diámetro y tratamientos, identificar y obtener el precio de la lente más parecida en al menos tres catálogos comerciales reales.
- Inventar algunas prescripciones de todo tipo (lentes monofocales, lentes multifocales y lentes progresivas), incluyendo el diámetro de lente, así como los tratamientos y/o coloraciones, y tras comprobar que la potencia entra en los márgenes de fabricación, encontrar la lente de precio más bajo en al menos dos catálogos diferentes.



## **14. LENTES DE PROTECCIÓN SOLAR**

### ***COLORACIÓN DE LENTES ORGÁNICAS***

Muchas personas utilizan las “gafas de sol” (gafas con lentes de protección solar) por razones puramente estéticas, y por comodidad ante el deslumbramiento. Sin embargo, desconocen en muchas ocasiones las recomendaciones básicas de uso de estas lentes, así como el efecto protector que deben ejercer sobre sus ojos de radiaciones tan peligrosas como las ultravioleta. El no uso de lentes de protección solar o el uso de filtros inadecuados, puede acarrear problemas visuales importantes, que incluso pueden desembocar en daños oculares graves.

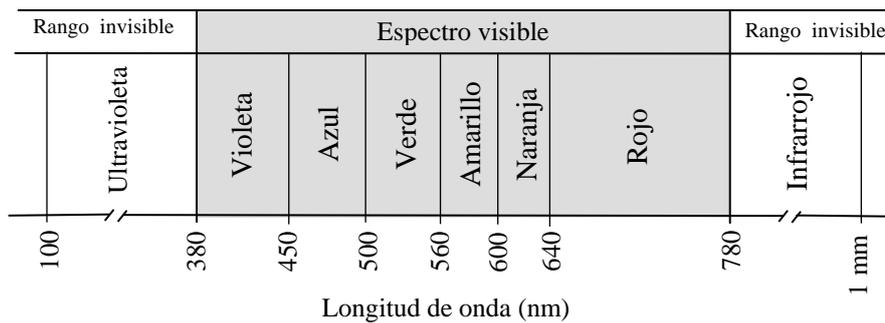
Ante la falta de información, e incluso la información confusa, que en muchas ocasiones se observa en la sociedad actual sobre este tipo de lentes, el óptico-optometrista debe tener la formación necesaria para poder dar información verídica, y aconsejar adecuadamente a cualquier paciente. Por esta razón, el presente capítulo se divide en dos partes bien diferenciadas, en la primera, “Lentes de protección solar”, se tratan los aspectos fundamentales relacionados con las lentes de protección solar. En la segunda, “Coloración de lentes orgánicas” se exponen los pasos que se deben seguir para tintar lentes orgánicas con un equipo de tintado.

Además de la radiación solar, existen otras fuentes que tienen una alta emisión de radiación ultravioleta que puede ser muy perjudicial para la salud ocular de las personas, como pueden ser los soldadores de arco eléctrico, lámparas terapéuticas, fuentes láser industriales y médicas, lámparas germicidas..., que no trataremos en este capítulo.

## LENTES DE PROTECCIÓN SOLAR

### 1.- Radiación solar y el ozono

La radiación electromagnética que llega a la superficie terrestre, según norma UNE-ISO 13666, está comprendida entre las longitudes de onda,  $\lambda$ , 200 nm y 2000 nm (figura 14.1); aunque la radiación comprendida entre los intervalos 200-280 nm y 900-2000 nm es muy tenue debido a la absorción de la atmósfera.

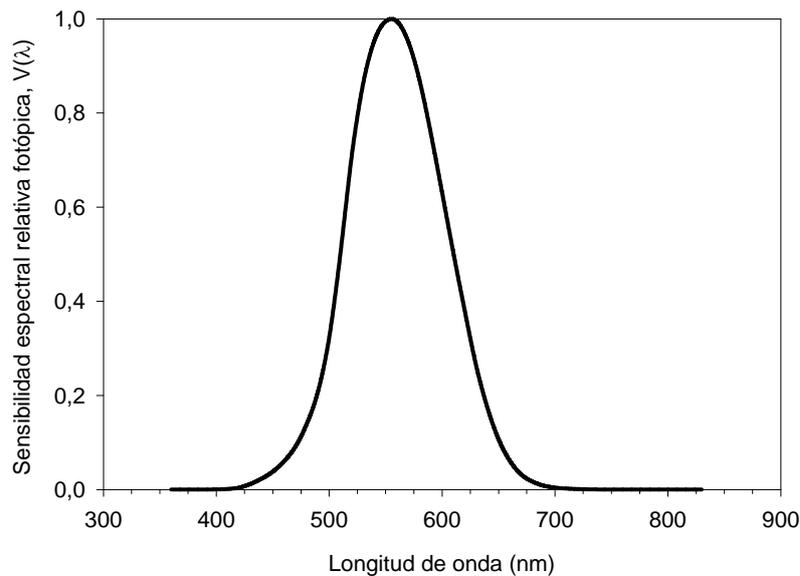


**Figura 14.1.** Radiación solar.

El intervalo que delimita la radiación ultravioleta (UV) es 100-380 nm, que a su vez se divide en tres tipos: UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) y UVA (315-380 nm).

El espectro visible, intervalo para el cual el sistema visual humano es sensible, se extiende entre 380 y 780 nm. Este rango a su vez se divide en otros intervalos según el color asociado a ellos, como se muestra en la figura 14.1. Se debe recordar que el ojo humano no es igual de sensible a todas las longitudes de onda, como se muestra en la figura 14.2 para visión fotópica.

La radiación infrarroja (IR) comprende las longitudes de onda entre 780 nm y 1 mm.



**Figura 14.2.** Sensibilidad espectral relativa del ojo humano patrón en visión fotópica,  $V(\lambda)$ ; según la CIE.

La capa de ozono, situada en la estratosfera, absorbe casi en su totalidad, la radiación UVC. Además sólo deja que llegue a la superficie terrestre el 5% de la radiación UVB solar. Sin embargo, el 95% de la radiación UVA llega hasta nosotros. Además, el ozono también absorbe gran parte de la radiación IR.

En la Antártida y en el Ártico se han detectado agujeros en la capa de ozono, que han sido producidos por la emisión a la atmósfera de los gases: bromuro de metileno (fumigante agrícola), y los CFC y similares (utilizados en frigoríficos y máquinas de aire acondicionado). Esto da lugar a una mayor exposición a las radiaciones UVC y UVB, lo que conlleva a un aumento en el número de casos de cáncer de piel, posible disminución de la eficacia de nuestro sistema inmunológico y aumento del riesgo de patologías oculares como cataratas, degeneración macular senil, queratitis...etc. En el sur de Argentina se han encontrado rebaños de ovejas, focas y pingüinos, y también seres humanos, con problemas oculares debido a la mayor exposición a

radiación ultravioleta por el deterioro de la capa de ozono en esa región. De hecho, en los últimos veinte años se ha producido un aumento de los niveles de la radiación UVB (sobre todo en primavera) del 130 % en el Antártico y del 22% en el Ártico. El deterioro del ozono ha llegado incluso a producir un aumento de esta radiación en las latitudes medias del hemisferio norte en el mismo periodo (del 7% en invierno y primavera, y un 4% en verano y otoño).

## **2.- Complicaciones oculares por la radiación solar**

La radiación solar puede resultar muy molesta por la fuerte intensidad de la luz que llega a los ojos, produciendo deslumbramiento y una gran incomodidad.

Por otra parte, la radiación ultravioleta puede provocar complicaciones oculares de diversa gravedad. Estas complicaciones las vamos a tratar según si se producen por la exposición a la radiación solar durante varias horas en un mismo día o por el efecto acumulador de estar expuesto a esta radiación durante años.

Una alta exposición a la luz solar, en especial a la radiación UV, durante varias horas, puede llegar a quemar la conjuntiva, produciendo síntomas muy molestos, que aparecen varias horas después, sobre todo por la noche: picor de ojos, exceso de lágrima, hiperemia, fotofobia e hinchazón de la conjuntiva. Se puede producir incluso la quemadura del epitelio corneal, dando lugar a la “ceguera de la nieve” ya que se suele dar en lugares nevados con alta exposición a la luz solar, que se manifiesta con un dolor ocular intenso y blefarospasmo, además de los síntomas antes citados. Normalmente, los tejidos se recuperan con el paso de los días sin dejar secuelas. Sin embargo, continuas quemaduras de este tipo sin tratar pueden desembocar en infecciones oculares, e incluso en úlceras corneales, cuyas cicatrizaciones pueden acarrear a la pérdida de visión por opacificación de la cornea. Esto suele suceder en el Ártico.

La continua exposición a la radiación UV durante años puede llevar a la aparición de:

- *Queratitis actínica*, por el daño progresivo de las capas profundas de la cornea. El 14% de los esquimales padecen esta enfermedad de forma crónica.
- *Pterigion, pingüecula o tumores en la conjuntiva*. Aunque los estudios epidemiológicos que se han realizado hasta ahora no confirman la relación de estas patologías con la radiación UV, con frecuencia se observan estas anomalías en personas expuestas habitualmente a la radiación solar, como los agricultores.
- *Cataratas*. El cristalino es el medio ocular que más radiación UV absorbe, por debajo de 310 nm cuando es joven, pero con el paso de los años el intervalo que absorbe aumenta pudiendo llegar a absorber gran parte de las radiaciones UVA, e incluso radiación visible. Aunque en un principio se pensaba que la radiación UVB era la causante de este tipo de cataratas, estudios recientes no descartan la posibilidad de que la radiación UVA, e incluso la radiación visible, estén involucradas en la génesis de esta anomalía.
- Se sospecha que puede existir una pérdida de elasticidad del cristalino, pudiendo causar una *presbicia temprana*.
- Se cree que la radiación UV puede estar implicada en la *DMS* (degeneración macular senil), primera causa de ceguera en los países desarrollados; aunque en un estudio realizado por West SK y colaboradores (1989) no se encuentra esa relación.

No se debe olvidar que mirar directamente al sol, por ejemplo en los eclipses, aunque sea poco tiempo (incluso menos de 1 minuto) puede producir lesiones maculares irreversibles. La radiación infrarroja (IR), a diferencia de la UV, produce en el mismo momento del exceso de exposición, una sensación de calor que alerta del riesgo de quemadura.

La radiación IR es sobre todo muy peligrosa en los hornos de fundición, siendo muy común la aparición de cataratas (“cataratas del vidriero”) entre los trabajadores.

### 3.- Parámetros que caracterizan las lentes de protección solar

Con lo visto hasta ahora, los dos fines fundamentales que deben cumplir las lentes de protección solar son:

- Disminuir la intensidad de luz solar para minimizar el deslumbramiento y aumentar la comodidad.
- Absorber la radiación ultravioleta.

Pero no deben provocar distorsión de los colores, para evitar confusión en la interpretación de éstos, como por ejemplo en los semáforos.

A continuación se van a definir los conceptos más frecuentes que se utilizan en la caracterización de las lentes de protección solar:

- Transmitancia espectral,  $\tau$  : relación entre el flujo radiante espectral transmitido por el material y el flujo espectral incidente para una determinada longitud de onda,  $\lambda$ .
- Curva de transmitancia: gráfica que representa la función  $\tau(\lambda)$ . Para su obtención se usa el espectrofotómetro.
- Transmitancia media, T : transmitancia espectral media en el espectro visible.
- Punto de corte del ultravioleta: menor longitud de onda para la cual la transmitancia espectral es del 1 %.
- Transmitancia luminosa,  $\tau_v$  (ver ANEXO 14A): porcentaje de luz transmitida en el espectro visible, teniendo en cuenta la sensibilidad espectral fotópica del ojo humano.
- Coefficiente de atenuación visual, Q (ver ANEXO 14A): coeficiente utilizado para medir la distorsión de los colores.

- Absorción, reducción del flujo radiante durante su paso a través de un medio (por ejemplo una lente), sin considerar la reflexión.
- Color de la lente, color predominante que se observa a través de la lente considerando una fuente de luz acromática, es decir, blanca.
- Filtro, elemento que cambia la intensidad de luz e incluso podría variar la distribución espectral que pasa a través de él.
- Densidad óptica, logaritmo en base 10 de la inversa de la transmitancia.

#### 4.- Material, color, transmitancia luminosa y coeficiente de atenuación visual

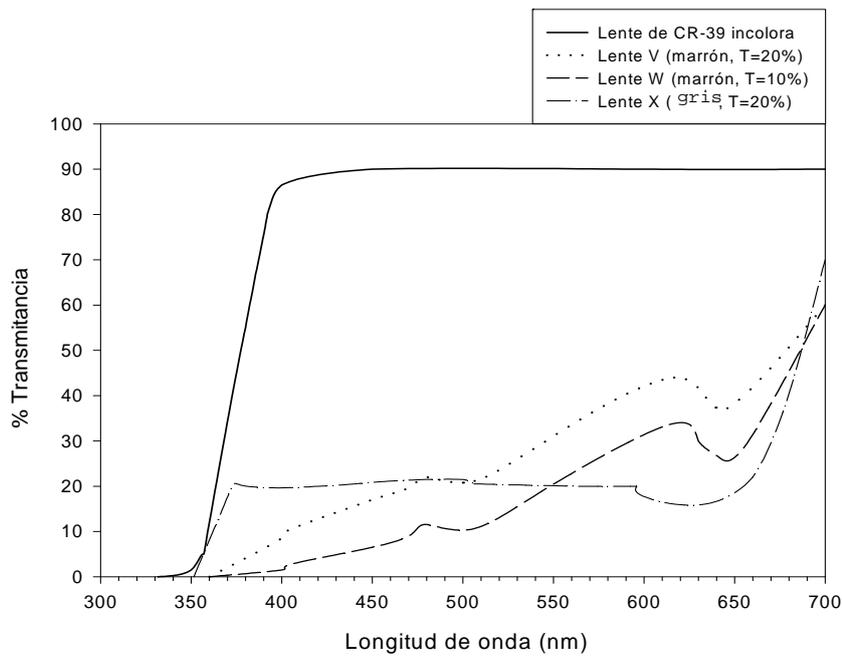
4.1.- **Material.** El grado de absorción de la radiación UV depende principalmente del material de la lente. Los materiales más utilizados en la actualidad en la fabricación de lentes oftálmicas son: mineral, orgánico y policarbonato. Si consideramos lentes incoloras, el punto de corte del UV (longitud de onda,  $\lambda$ , para la cual la transmisión es del 1 %) resulta ser:

- Mineral Crown (índice de refracción( $n_d$ )=1.523 , n° de Abbe( $v$ )=59), para un espesor de 2 mm, es de 280 nm (según la empresa Corning, Francia). Sin embargo, algunas de las principales casas comerciales especifican en sus catálogos actuales, que sus lentes minerales Crown están fabricadas con un material, cuyo corte del UV es 330 nm, aproximadamente.
- Carbonato de dialildietilenglicol (comercialmente CR-39) ( $n_d$ =1.49,  $v$ =58). Según los catálogos de las casas comerciales, el punto de corte de UV para el CR-39 es aproximadamente 350 nm.
- Policarbonato ( $n_d$ =1.590,  $v$ =32). El corte del UV se sitúa sobre los 380 nm, según catálogo de lentes (1999) de la empresa “Essilor”.

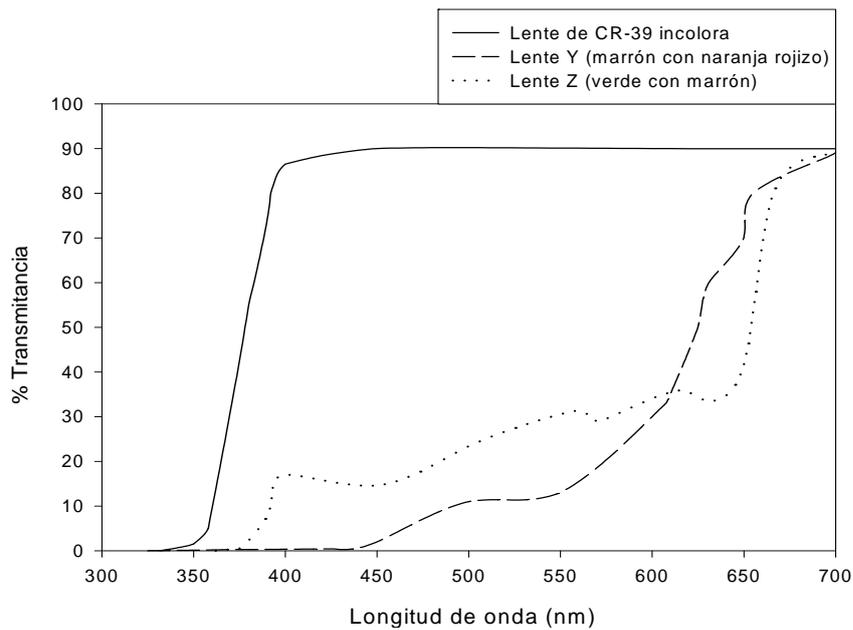
Por lo tanto, las lentes de policarbonato son las que más absorben la radiación UV, seguidas de las orgánicas y, por último, las que más UV dejan pasar son las minerales. Actualmente, tanto en el caso de lentes minerales

como en las orgánicas están apareciendo nuevos materiales con mayores índices de refracción, lo que provoca a su vez una variación del valor del punto de corte del UV, aunque por lo general cumplen lo explicado hasta ahora. De todas formas, en los catálogos de lentes de las casas comerciales es habitual poder consultar el punto de corte del UV de los tipos de lentes que comercializan.

4.2.- **Color de la lente.** El color de la lente depende de la transmitancia espectral para las longitudes de onda del espectro visible, y no de la transmitancia en la zona UV, a la que es insensible el sistema visual humano. Sin embargo, las sustancias que se utilizan para colorear las lentes, además de reducir la transmitancia en el espectro visible, también la pueden disminuir en la radiación UV.



**Figura 14.3.** Curvas de transmitancia de lentes de CR-39 tintadas.



**Figura 14.4.** Curvas de transmitancia de lentes de CR-39 tintadas especiales: lente Y, para esquiar; lente Z, para practicar el golf.

Por ejemplo, supongamos cinco lentes orgánicas de CR-39 tintadas por inmersión (este método de coloración se explica más adelante) con diferentes tintes, cuyas curvas de transmitancia han sido obtenidas del catálogo de 1997 de la empresa de tintes *BPI*, y se muestran en las figuras 14.3 (lentes V, W y X) y 14.4 (lentes Y y Z). En ambas gráficas se representa también la curva correspondiente a una lente de CR-39 incolora, según folleto informativo “Tratamiento Sulvi” (1986) de la empresa *Indo*.

Las lentes X y V son lentes de coloración gris y marrón que se comercializan como lentes solares convencionales. Podemos observar en la figura 14.3, como aún teniendo la misma transmitancia media (20% aprox.), la lente V, de color marrón, absorbe mayor UV que la lente Y, tintada en gris.

Lógicamente, ambas lentes transmiten menos luz en todo el espectro (incluyendo el UV) que la lente del mismo material incolora, sin embargo, se observa poca variación en el punto de corte del UV.

Las lentes Z e Y son de coloración marrón-verde y marrón-naranja rojizo, respectivamente, que se recomiendan para el desarrollo dos actividades deportivas específicas: el esquí (lente Y) y el golf (lente Z). En ambas lentes el tinte empleado proporciona una curva de transmitancia que mejora las condiciones visuales para la práctica de cada deporte: la lente Y anula toda la radiación UV, muy intensa y perjudicial en lugares nevados, además de reducir la radiación violeta y azul de la nieve y el cielo, lo que aumenta la sensibilidad al contraste. La lente Z aumenta el contraste de la pelota con respecto al cielo y al campo de golf, y anula la radiación UV por debajo de 375 nm.

Sin embargo, lo que debe quedar claro, es que el profesional no debe evaluar la absorción de UV por el color de la lente (que depende únicamente de la transmitancia en el espectro visible), sino que debe conocer el valor del punto de corte del UV, o mejor aún, la curva de transmitancia de cualquier lente de protección solar que comercialice.

Existen tratamientos especiales para disminuir la transmitancia de la radiación ultravioleta. Por ejemplo, una lente mineral tratada convenientemente, siendo prácticamente incolora, puede pasar a tener un punto de corte de UV de 400 nm, e incluso de 465 (en este caso se apreciará un ligero color amarillento).

**4.3.- Transmitancia luminosa.** Para un mismo color de lente, su valor nos va a indicar si la lente es más oscura o más clara. Lógicamente, este parámetro está directamente relacionado con la transmitancia media, T. En un principio no influye en el punto de corte del UV. Ahora bien, para un mismo color de lente, cuanto más oscura sea la lente, más bajará la curva de transmitancia en

el espectro visible y, por lo general, también se eliminará mayor radiación UV; pero a su vez, más se dilata la pupila del ojo, permitiendo pasar mayor radiación de todo tipo, lo cual amortigua la aparente mayor absorción de radiación UV. En la figura 14.3 se muestran dos lentes orgánicas tintadas con el mismo color marrón pero con diferente transmitancia luminosa: lente V con  $T=20\%$  y lente W con  $T=10\%$ . Como se puede observar la lente más oscura transmite menos en todo el espectro. Pero debe quedar claro que no es correcto afirmar que para cualquier situación, cuanto más oscura es una lente más protege de la radiación UV. Además, *reducir de forma drástica la luz visible puede ser perjudicial en ciertas ocasiones, como al atardecer o al amanecer, o en días muy nublados*, ya que provocamos el paso de visión fotópica a mesópica, e incluso escotópica, en las que disminuye la agudeza visual y la interpretación de los colores. Por ejemplo, las lentes V ( $T=20\%$ ) se recomendarán para actividades cotidianas con luz solar (conducir, pasear...), sin embargo, la persona que porte las lentes W ( $T=10\%$ ), normalmente, desarrollará actividades con mayor exposición solar (esquí, deportes náuticos, etc.) y, por lo tanto, aunque sus lentes absorban mayor radiación UV, sus ojos estarán expuestos a mayor cantidad de esta radiación, por lo cual, es más recomendable utilizar lentes de mayor protección ultravioleta, como por ejemplo, la lente Y de la figura 14.4.

De todas formas, volvemos a insistir, que para que el profesional *evalúe de forma correcta una lente de protección solar, es imprescindible disponer de la curva de transmisión o, en su caso, del punto de corte del UV, para cualquier material, color o transmitancia luminosa.*

Dependiendo de la transmitancia luminosa,  $\tau_v$  (ver ANEXO 14A), según norma ISO 8980-3 (año 2000), se ha establecido la clasificación de las lentes oftálmicas que se expone en la tabla 14.1.

Filtro	Transmitancia luminosa	Recomendaciones de uso
0	Entre 80 y 100 %	En interiores y exteriores poco soleados. Conducción diurna y nocturna.
1	Entre 43 y 80 %	Luminosidad solar baja (días nubosos). Conducción diurna, NO nocturna.
2	Entre 18 y 43 %	Luminosidad solar media (días soleados). Conducción diurna, NO nocturna.
3	Entre 8 y 18 %	Luminosidad solar alta (días muy soleados). Conducción diurna, NO nocturna.
4	Entre 3 y 8 %	Luminosidad solar excepcional. NUNCA CONDUCIR

**Tabla 14.1.** Clasificación de las lentes oftálmicas según la transmitancia luminosa.

Esta clasificación sustituye a la antigua, que de mayor a menor transmitancia luminosa era: A (100-80%), AB (80-58%), B (B1=58-43%, B2=43-29%), C (29-18%) y D (18-8%).

#### 4.4.- Coeficiente de atenuación visual

Se debe tener en cuenta que las lentes solares de uso cotidiano, es decir, no específicas para una actividad en concreto, no deben provocar una distorsión excesiva de los colores, para así evitar confundirlos, como en el caso de los semáforos. Para ello, el *coeficiente de atenuación visual*, Q (ver ANEXO 14A) según norma UNE EN-ISO 14889 (año 1997) no debe ser inferior a: 0.8 para el rojo; 0.8 para el amarillo (ámbar); 0.6 para el verde; 0.4 para el azul.

### **5.- Lentes solares polarizadas**

En ocasiones resulta muy molesta la luz reflejada en superficies como el mar, asfalto, nieve, salpicaderos de los coches...

La mayor parte de la luz reflejada en estas superficies vibra en dirección horizontal (paralela al suelo).

Para atenuar estos reflejos se pueden usar lentes solares con filtro polarizador, ya que este filtro deja pasar la luz que vibra paralela a su eje de transmisión, eliminando la luz que vibra perpendicular a este eje. Por lo tanto, el filtro polarizador se debe montar con su eje de transmisión vertical. La transmitancia luminosa de estos filtros es aproximadamente del 50%.

El diseño de estas lentes es en forma de sándwich, es decir, el filtro polarizador se sitúa entre dos láminas de material oftálmico (mineral, orgánico o policarbonato). Las primeras lentes de este tipo que se fabricaron se separaban con relativa facilidad, pero las técnicas de unión de las láminas han mejorado en la actualidad. No se recomienda limpiar estas lentes con acetona, ya que se pueden dañar los bordes del filtro. Tampoco se aconsejan taladrar ni ranurar.

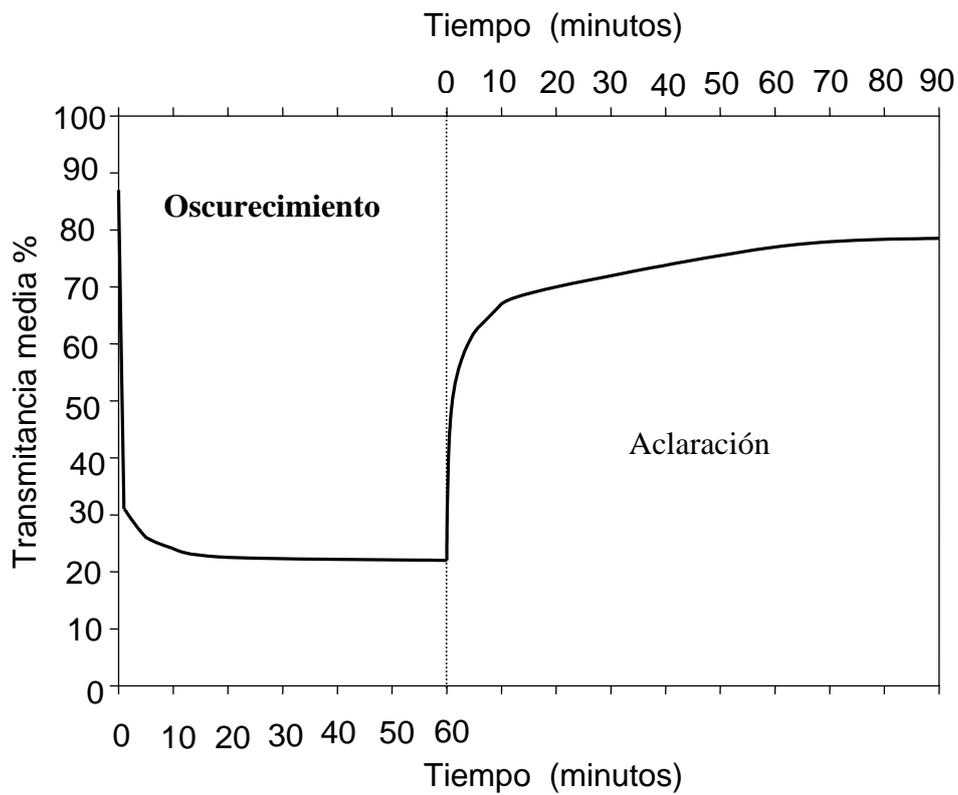
Actualmente, las lentes solares polarizadas se pueden encontrar tanto sin potencia como con graduación, aunque estas últimas todavía no están muy introducidas en el mercado español. Ahora bien, resultan más caras que las lentes solares convencionales.

### **6.- Lentes fotocromáticas**

Las lentes fotocromáticas son aquellas que se oscurecen cuando se exponen a la radiación solar (más concretamente la radiación UV de larga longitud de onda) y recuperan su estado original se clarean en ausencia de ésta. De esta forma las personas amétropes utilizan sólo unas gafas, tanto para lugares interiores como exteriores.

En este tipo de lentes es imprescindible evaluar el grado de oscurecimiento (fotocromatismo activado por la luz solar) y aclaración (desactivado), en

función del tiempo. Para ello, se utiliza un tipo de gráfica como la que se muestra en la figura 14.5. En ella se puede observar como varía la transmitancia media, en función del tiempo de exposición a la luz solar, y en ausencia de ella, de una lente mineral gris (según folleto informativo “Indo/Cromic” (1987) de la empresa *Indo*). Sobre todo es muy importante fijarse en la recuperación de transmitancia en ausencia de luz solar (por ejemplo, al entrar un conductor en un túnel), porque durante dicho periodo de recuperación, la visión es defectuosa por falta de luz.



**Figura 14.5.** Transmitancia media para una lente fotocromática, en función del tiempo de oscurecimiento y de aclaración.

Actualmente se comercializan tanto en material mineral como en orgánico. Se pueden encontrar lentes fotocromáticas minerales con una capa polimerizada fotosensible sobre una de las superficies, aunque normalmente se fabrican en masa, es decir, en la misma masa vítrea se encuentran los halogenuros de plata que hacen posible el fotocromatismo. Las lentes orgánicas fotocromáticas se pueden encontrar fabricadas tanto en masa como con una capa de moléculas fotosensibles sobre la superficie anterior.

### **7.- Información de interés, relacionada con las lentes de protección solar**

- Hoy en día los parabrisas de los automóviles están provistos de un tratamiento contra la radiación UV.
- Para conducir en días de niebla, se recomienda un filtro con alta transmitancia de color amarillo o anaranjado, para aumentar la sensibilidad al contraste.
- Los pacientes afáquicos (sin cristalino) deben llevar la máxima protección contra la radiación UV, para evitar retinopatías solares, ya que no tienen el principal filtro contra esta radiación.
- Se debe proteger a los bebés y niños de poca edad de altas exposiciones a la radiación solar, ya que sus cristalinos transmiten mayor radiación ultravioleta.
- Las lentes de protección solar para deportistas deben tener una alta resistencia al impacto, por ello se recomiendan que sean orgánicas y si es posible de policarbonato (ver apartado 9).
- Es recomendable usar lentes de protección solar siempre que la intensidad de luz en el exterior lo requiera, aunque esté nublado o la estación no sea verano.
- Para personas amétropes que normalmente llevan su compensación en gafas, existen tres posibles soluciones:

1. Dos gafas, unas con lentes sin colorear y otras de protección solar coloreadas.
2. Lentes fotocromáticas.
3. Unas gafas con lentes sin colorear, y acoplar, cuando se quiera, una montura accesorio o suplemento con filtros afocales que reducen la intensidad de luz solar. El acople puede ser mediante sujeción magnética, o por presión (con anclajes o con pinza)

### **8.- Lentes de protección solar con degradado**

Son lentes coloreadas, cuya absorción se va reduciendo hacia la parte inferior, es decir, en visión de lejos (parte superior) la lente es más oscura y se clarea progresivamente hacia la parte inferior. Estas lentes atenúan más la radiación solar que incide por la parte superior, que a su vez es la más intensa. Son recomendadas en situaciones en las que se necesita una protección a la alta radiación solar en visión de lejos que no se precisa en visión de cerca. Por ejemplo, conducir un automóvil un día nublado, en visión de lejos la persona se siente cómoda, y al mirar el salpicadero no tendrá problemas por falta de luminosidad.

El “gradiente” es un aparato que se puede acoplar al equipo de tintado, que nos permite tinter lentes orgánicas con degradado por inmersión.

### **9.- Procesos de coloración de lentes de protección solar**

El proceso de coloración de las lentes solares depende del material:

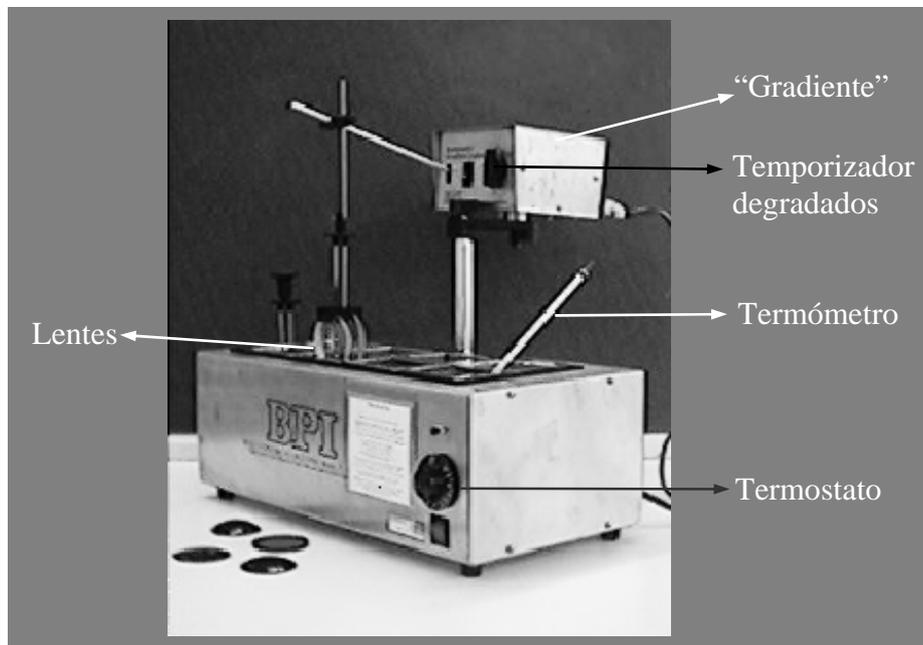
- Mineral. Se pueden utilizar dos procedimientos:
  - *Coloración en masa*. A la masa vítrea se añaden óxidos metálicos. Un inconveniente a tener en cuenta, es que en una misma lente aparecen diferentes tonos dependiendo del espesor de cada zona, es decir, a mayor espesor más oscura.

- *Deposición en alto vacío.* Se depositan sobre las superficies óxidos metálicos en una campana de alto vacío, formando una capa coloreada.
- *Orgánico.* El tinte del color elegido se disuelve en agua destilada. Estas lentes se colorean por inmersión en esta disolución, la cual penetra unas micras en las superficies de la lente. La disolución debe estar a una temperatura entre 93 y 99°C. La transmitancia luminosa de la lente se controla con el tiempo de inmersión, es decir, a más tiempo más oscura. Es un método barato y sencillo.
- *Policarbonato.* Las capas antirrayado que precisan las lentes de policarbonato para aumentar la resistencia al rayado, son muy resistentes a ser tintadas por inmersión. Estas capas vienen incorporadas de serie, por lo cual estas lentes no se pueden tinter en nuestro taller. Hoy en día las principales casas comerciales de nuestro país no comercializan lentes de policarbonato coloreadas ya que no se obtienen buenos resultados al aplicar el endurecimiento después del tintado. En el mercado se pueden encontrar lentes de policarbonato tintadas, pero con baja resistencia al rayado.

### **COLORACIÓN DE LENTES ORGÁNICAS**

El equipo que se necesita para el tintado de lentes orgánicas es muy sencillo. Lo único que se necesita son unos recipientes para contener la disolución del tinte con el agua destilada y otros líquidos, y una fuente de calor para calentar estos recipientes, permitiendo controlar la temperatura con facilidad y exactitud. Por ejemplo, los recipientes pueden ser simples cazos y las fuentes de calor los hornillos de una cocina, y la temperatura se puede controlar con un termómetro convencional. Existen casas comerciales que disponen de equipos de tintado con esta filosofía que resultan bastante económicos.

En el laboratorio disponemos de un equipo de tintado algo más complejo de la empresa *BPI*, que es comercializado en España por la empresa *LEP* (ver figura 14.6). Consiste en un recipiente metálico, en cuya parte inferior hay una resistencia, que deber ser cubierta por un líquido transmisor del calor (*HTF-90*). Este líquido (no tóxico, no corrosivo y no volátil) está compuesto a base de siliconas, y permite mantener la temperatura constante en todo el recipiente. Los tanques (con capacidad de ½ l) deben quedar sumergidos entre 3 y 4 cm en el *HTF-90*. Los tanques contienen: la disolución del tinte con el agua, el líquido preparador y otros líquidos complementarios.



**Figura 14.6.** Equipo de tintado del laboratorio  
*MINI TANK 8* de la empresa *BPI* (comercializado por *LEP*)

Nota: Cuando en el texto se hace referencia a los líquidos usados en el equipo de tintado del laboratorio (MINI TANK 8 de la empresa BPI) se especifica entre paréntesis el nombre con el que comercialmente lo denomina la empresa BPI. De esta forma, se le facilita al alumno la identificación de los botes que contienen los líquidos.

### 10.- Tintado de lentes orgánicas

Para llevar a cabo el tintado de las lentes orgánicas, se deben preparar los tanques con las disoluciones tinte-agua según las coloraciones que deseemos, y un tanque con el líquido preparador (*Lens Prep*). El resto de tanques pueden contener otros líquidos para tratamientos complementarios. Los tanques sobrantes, sin ningún líquido, es recomendable llenarlos de agua para evitar que asciendan cuando se caliente el *HTF-90*. La pareja de lentes para una misma montura se deben tintar a la vez en el mismo tanque, para evitar diferencias de transmitancia luminosa.

La preparación de los líquidos en los tanques se realiza de la siguiente forma:

– Tanque de tinte:

- La proporción de tinte/agua destilada es de 1/10.
- Es aconsejable utilizar agua destilada, ya que el cloro deteriora el tinte.
- Los pasos a seguir son:
  - ◆ Llenar la mitad del tanque de agua destilada y calentada hasta  $140^{\circ}\text{F}$  ( $60^{\circ}\text{C}$ ). Controlar la temperatura introduciendo el termómetro en el tanque.  
Nota.  $T(^{\circ}\text{C})=(T(^{\circ}\text{F})-32)/1.8$
  - ◆ Agitar muy bien el bote del tinte y echar en el tanque 1.5 onzas (50 ml) de tinte.  
Nota. 2 tapones del envase *Lens Prep*=1 onza=33.33 ml.
  - ◆ Completar con agua destilada hasta el nivel superior del tanque.

- ◆ Aumentar la temperatura de forma gradual hasta 200-210°F (93-99°C). No pasar de 100°C, puesto que el agua hierve.
  - Con una misma disolución tinte/agua se pueden tintar hasta 50 parejas de lentes. Con el calentamiento lo que se evapora es el agua, quedando el tinte en el tanque; por lo tanto, se debe echar agua destilada para mantener el tanque siempre lleno, sin olvidar controlar la temperatura.
- Tanque del líquido preparador (Lens Prep):
- La proporción *Lens Prep*/agua destilada es de 1/32.
  - Los pasos a seguir son:
    - ◆ Llenar el tanque de agua destilada.
    - ◆ Echar al agua 1 tapón de *Lens Prep* (15 ml. aprox.) y mezclar.
    - ◆ Calentar hasta 200-210°F (93-99°C)

El proceso de tintado es el siguiente:

- a) Limpiar las lentes con agua y jabón.
- b) Colocar la pareja de lentes en el soporte específico para introducirlas en los tanques.

*¡No someter a presión las lentes! Cualquier deformación de la forma o curvatura de la lente se hará permanente al someterla al calentamiento.*
- c) Sumergir las lentes durante unos segundos en el líquido preparador, para limpiar e ionizar las superficies para un tintado más rápido y uniforme.
- d) A continuación, sumergir en la disolución tinte-agua. La transmitancia luminosa de la lente dependerá de los tiempos de inmersión. Algunas empresas comercializan unos instrumentos denominados fotómetros o espectrómetros que nos pueden dar una idea aproximada de la intensidad de luz transmitida en el espectro visible, e incluso en la radiación UV.

- e) Sacar las lentes y aclarar con agua del grifo para eliminar el tinte que halla quedado sobre las superficies.

*Nota.* Las disoluciones de tinte-agua deben agitarse frecuentemente con un palito, para evitar que el tinte se deposite en el fondo del tanque.

### **11.- Degradados**

Para conseguir este tipo de coloración, se utiliza un aparato denominado “gradiente”, que se acopla al equipo de tintado (ver figura 14.6). Tiene una varilla, en cuyo extremo se inserta el soporte que sujeta la pareja de lentes. Esta varilla sube y baja de forma mecánica, de tal forma que unas partes de la lente permanecen más tiempo sumergidas que otras, dando lugar al degradado. Mediante un temporizador podemos controlar el tiempo que está funcionando el gradiente, y por tanto, el tono final del degradado.

### **12.- Líquidos complementarios**

Además de los líquidos propios para el tintado de las lentes orgánicas, existen otros con diferentes funciones, como: decolorar lentes previamente tintadas, acelerar el proceso de tintado, eliminar tonos rojizos, aumentar la protección UV e incluso depositar sobre las superficies capas de endurecimiento.

A continuación se describe como se utiliza el decolorante y el líquido para atenuar tonos rojizos, que utilizamos en nuestro equipo de tintado.

#### **12.1.- Decoloración de lentes orgánicas tintadas**

Para ello se utiliza un decolorante. El que utilizamos en el laboratorio (*Neutralizer*) sólo sirve para lentes orgánicas sin capa de endurecimiento, ya que para lentes con este tratamiento se debe utilizar otro líquido.

**¡¡ OJO, MUCHO CUIDADO!!!**

**EL DECOLORANTE (NEUTRALIZER) ES  
MUY TÓXICO Y COMBUSTIBLE**

- \* **NO FUMAR**
- \* **NO APROXIMAR FUENTES DE CALOR: Cerillas, mecheros...**
- \* **SE DEBE UTILIZAR EN LUGARES VENTILADOS**
- \* **Si cae *Neutralizer* sobre los ojos LAVADLOS CON ABUNDANTE AGUA y si no remiten las molestias, acudid al médico.**

Los pasos a seguir para decolorar las lentes orgánicas son:

- a) Echar en un tanque el decolorante en estado puro, directamente de la botella.
- b) Calentar sin sobrepasar de 210°F (99°C)
- c) Sumergir las lentes en Neutralizer II hasta quitar alcanzar la transmitancia luminosa deseada.

Cuanto más tiempo está sumergida la lente, más se decolora. Normalmente, la mayor decoloración que se puede conseguir es hasta una transmitancia media máxima del 80% aprox.

- d) Sacar las lentes del tanque y aclarar con abundante agua del grifo.
- e) Pasar al tanque del líquido preparador si se desea iniciar un nuevo ciclo de tintado.

#### 12.2.- Eliminación de tonos rojizos

Se puede utilizar un líquido (*Red out*) que atenúa los reflejos de tono rojizo que aparecen en las lentes tintadas de color gris y marrón oscuro. Los pasos a seguir para la utilización de este líquido son:

- a) Echar medio tanque de agua destilada y calentad hasta aproximadamente 140°F.
- b) Agitar el bote de Red Out muy bien y echad 2 onzas (66.666 ml) en el tanque.
- c) Completar el tanque con agua destilada.
- d) Calentar la disolución hasta 200-205°F.
- e) Si se acaban de sacar las lentes del tanque de tinte, eliminar el tinte sobrante con agua del grifo sin calentar, e introducidlas directamente en el tanque del *Red Out*.

Si las lentes fueron tintadas anteriormente, limpiarlas completamente, por ejemplo con agua del grifo y jabón, aclarar muy bien e introducidlas directamente en el tanque del *Red Out*.

- f) Las lentes se deben tener sumergidas durante unos segundos. Cuanto mayor sea la tonalidad de la lente mayor será el tiempo de inmersión.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

### Objetivos

- Aprender a informar correctamente a cualquier paciente sobre:
  - Los peligros de las radiaciones solares.
  - Las características y ventajas de las lentes de protección solar.
  - La lente de protección solar más aconsejable en cada caso.
- Tintar y decolorar lentes orgánicas.
- Conocer los líquidos que se pueden utilizar y sus funciones en un equipo de tintado de lentes orgánicas: preparadores para la coloración, protectores ultravioleta, atenuador de tonos rojizos...
- Manejar el “gradiente” para conseguir degradados.

### Material necesario

Lentes orgánicas, equipo de tintado de lentes orgánicas, agua destilada, termómetro, tintes, líquido preparador y líquidos opcionales para realizar otras funciones.

### Desarrollo de la práctica

En primer lugar, cada alumno deberá estudiar la primera parte de este capítulo, “Lentes de protección solar”, y contestar de forma individual a las cuestiones que se proponen a continuación.

En segundo lugar, se harán grupos de dos o tres personas, y se deberá:

1. Tintar dos lentes orgánicas. Una de color gris o marrón, y la otra de cualquier otro color.
2. Observar el reflejo rojizo de la lente tintada en gris o en marrón. A continuación atenuar este reflejo con el *Red Out*.
3. Decolorar lo más posible la otra lente que se ha tintado.
4. Tintar de cualquier color una tercera lente con degradado.

## CUESTIONES

**1.-** A partir de los datos técnicos de los catálogos de lentes de dos casas comerciales (A y B), obtened la evolución del punto de corte del UV en función del índice de refracción ( $n$ ), tanto para lentes minerales, como orgánicas, sin considera el policarbonato. Indicar los resultados en las siguientes tablas, y representarlos según los gráficos que se muestran.

### CASA COMERCIAL A

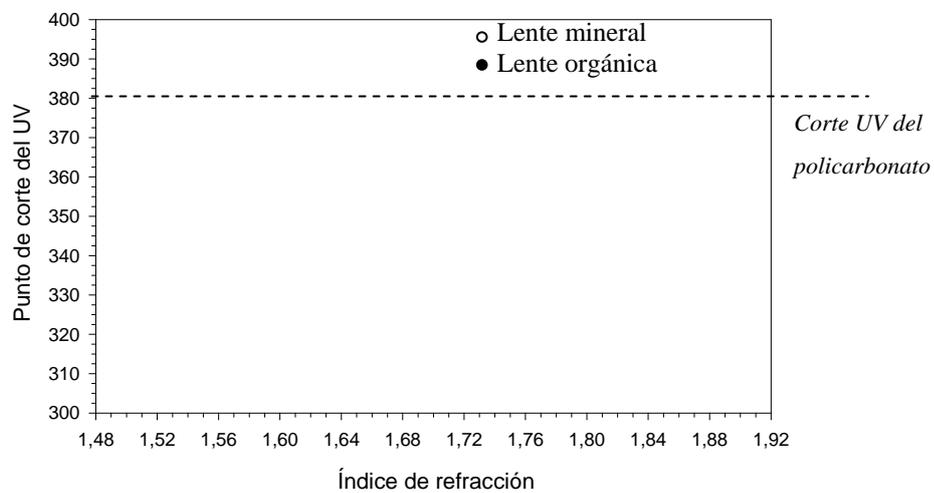
#### Lentes minerales

Índ. de refrac.					
Corte UV					

#### Lentes orgánicas

Índ. de refrac.					
Corte UV					

**Gráfica para representar punto de corte de UV en función de  $n$  tanto para lentes orgánicas como minerales de la casa comercial A**



**CASA COMERCIAL B**

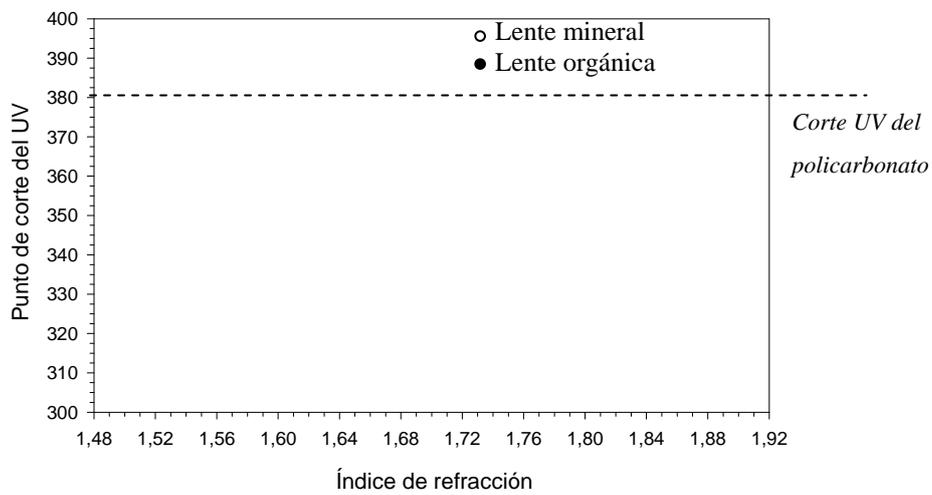
**Lentes minerales**

Índ. de refrac.					
Corte UV					

**Lentes orgánicas**

Índ. de refrac.					
Corte UV					

**Gráfica para representar punto de corte de UV en función de n tanto para lentes orgánicas como minerales de la casa comercial B**



2.- Suponed un paciente de profesión camionero de 55 años. La persona es emétrope pero en visión de cerca la presbicia le impide ver nítidamente el salpicadero. Además, es muy sensible a la luz solar, pero se debe tener en cuenta que conduciendo atraviesa túneles con muy poca luz. ¿Qué solución o soluciones le propondrías? ¿Por qué? Y si le molestan excesivamente los reflejos del asfalto y el salpicadero.

**3.-** Suponed que estáis trabajando en una óptica. Vendéis unas lentes solares polarizadas a un paciente. Estas lentes vienen montadas de la casa comercial. El paciente vuelve después de unos días, quejándose de que la intensidad de luz reflejada en la superficie del mar, que percibe con sus gafas, es mucho mayor, que con otras gafas similares, que tiene un amigo suyo. ¿Cuál es el posible error que se ha cometido, teniendo la certeza de que las lentes son polarizadas?

**4.-** ¿Cuál es el problema que se puede presentar si no se tintan a la vez y en el mismo tanque las dos lentes de una misma montura?

**5.-** ¿Por qué los ojos afáquicos (sin cristalino, ni lente intraocular que lo sustituya) precisan una máxima protección UV?

**6.-** ¿Por qué para conducir con niebla es recomendable llevar lentes con una ligera coloración amarillenta?

**7.-** ¿Por qué en el sur de Argentina es todavía más recomendable utilizar las gafas de protección solar que en España?

**ANEXO 14A**

La **transmitancia luminosa**,  $\tau_v$ , (según ISO 13666:1998) se define como el cociente entre el flujo luminoso\* transmitido por la lente coloreada y el flujo luminoso incidente:

$$\tau_v = 100 \times \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{D65}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) \cdot S_{D65}(\lambda) \cdot d\lambda} \% \quad \text{ec. A1}$$

siendo,

- $\tau(\lambda)$  La transmitancia espectral de la lente solar.
- $V(\lambda)$  Sensibilidad (o eficacia luminosa) espectral del ojo humano patrón para visión fotópica (Norma ISO/CIE 10527).
- $S_{D65}(\lambda)$  Distribución espectral del iluminante patrón D65\*\* (Norma ISO/CIE 10526).

\*Flujo luminoso: potencia de radiación emitida por una fuente luminosa, percibida y evaluada según la sensibilidad espectral del ojo humano patrón.

\*\*Iluminante D65: iluminante aproximadamente acromático con el que se intenta simular la luz solar sobre la superficie terrestre.

El **coeficiente de atenuación visual**,  $Q$ , (según ISO 13666:1998) se define como el cociente entre la transmitancia luminosa de una lente coloreada para la distribución espectral de potencia de la luz emitida por una señal luminosa,  $\tau_{Señal}$ , y la transmitancia luminosa de la misma lente para el iluminante D65 ( $\tau_v$ ), es decir;

$$Q = \frac{\tau_{Señal}}{\tau_v} \quad \text{ec. A2}$$

$$\tau_{\text{Señal}} = 100 \times \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau(\lambda) \cdot \tau_s(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_A(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} \tau_s(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_A(\lambda) \cdot d\lambda} \% \quad \text{ec. A3}$$

siendo,

- $S_A(\lambda)$  Distribución espectral del iluminante A (Norma ISO/CIE 10526).
- $\tau(\lambda)$  y  $V(\lambda)$  Mismos parámetros que en ecuación ec. A1.
- $\tau_s(\lambda)$  La transmitancia espectral de la señal luminosa. Los valores del producto  $S_A(\lambda) \times V(\lambda) \times \tau_s(\lambda)$ , para  $\tau_s(\lambda)$  correspondiente a las señales de tráfico (ámbar, verde, rojo y azul) se encuentran tabulados en la norma UNE EN-ISO 13666:1998.

*Más información sobre estos parámetros en la normas UNE EN-ISO:*

*13666:1998; 14889:1997; 8980-3:1999*



**BIBLIOGRAFÍA**

BROOKS, C.W.: *Essentials for Ophthalmic Lens Work*. Professional Press Books, 1986.

TUNNACLIFFE A.H.: *Essentials of Dispensing*. The Association of British Dispensing Opticians (A. B. D. O), Londres. 1995.

GRIFFITHS A.I.: *Practical Dispensing*. A. B. D. O., Londres. 1997.

JALIE, MO: *Ophthalmic lenses & Dispensing*. BH Optician, Oxford, 2000.

JALIE, M.: *The principles of Ophthalmic Lenses*. A. B. D. O., Londres. 1992.

KEENEY A.H., et al.: *Dictionary of Ophthalmic Optics*, Butterworth-Heinemann, 1995.

SALVADÓ J. et al.: *Tecnología óptica. Lentes oftálmicas, diseño y adaptación*. Ediciones UPC (Universidad Politécnica de Cataluña), 1997.

VILLEGAS E.A. y BENITO A.: *Manual de prácticas de Óptica Oftálmica*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia, 1999.

ARTIGAS J.M., y cols.: *Óptica Fisiológica. Psicofísica de la visión*. Interamericana McGraw-Hill, 1995.

BOIX Y PALACIÁN, J.M.: *Lentes progresivas. Evolución científica hasta la quinta generación*. Ed. Complutense S.A. (2000).

HART, W.M.: *Fisiología del ojo. Aplicación clínica*. Mosby/Doyma (1994).

LE GRAND, Y.: *Óptica Fisiológica. Tomo I: la dióptrica del ojo y su compensación*. Sociedad Española de Optometría (1990).

RIVAS, M.J y cols.: *Fenómenos de polarización y fotoelasticidad en el taller de Tecnología Óptica*. Ver y Oír nº73, Marzo 1993.

*Manual de lentes progresivas*. INDO Internacional (1999).

*Manual de instrucciones de la plantilladora automática "IndoForm"*. INDO (Dpto. Maquinaria/ Instrumentos). Barcelona.

*Manual de instrucciones del centrador "IndoBloc"*. INDO (Dpto. Maquinaria/Instrumentos). Barcelona.

*Manual de instrucciones del módulo centrador "Indoform CNC"*. INDO (Dpto. Maquinaria/Instrumentos). Barcelona.

*Manual de instrucciones de la biseladora automática "Biseladora Línea XXI"*. INDO (Dpto. Maquinaria/Instrumentos). Barcelona.

*Manual de instrucciones de la biseladora automática "Biseladora Elite XXI"*. INDO (Dpto. Maquinaria/Instrumentos). Barcelona.

*Manual de instrucciones de la biseladora automática "Biseladora Profil S"*. ESSILOR. Créteil Cedex (Francia)

*Catálogos de lentes de las empresas:* Indo, Essilor, Zeiss, Galileo, CIO.

**Acción por el ozono.** Edición 2000. PNUMA (programa de las naciones unidas para el Medio Ambiente). Secretaría del ozono.

**Instrucciones de funcionamiento del sistema de tintado BPI para lentes orgánicas.** LEP, s.a.

*Catálogo de tintes y equipos de tintado BPI.*

**Sunglass Guide.** European Sunglass Association (ESA).

Folleto informativo “Indo/Cromic” (1987) de la empresa INDO.

Folleto informativo “Tratamiento Sulvi” (1986) de la empresa INDO.

LINTON, D.: **Polarized lenses: The future of sunglasses.** Vision Magazine, May-June 1999. The Opticians Association of Canada, OAC.  
[www.opticians.ca/pdf/visionju.pdf](http://www.opticians.ca/pdf/visionju.pdf)

**Normas UNE-EN ISO a las que se hace referencia, editadas por AENOR..**

[www.puntex.com](http://www.puntex.com)

[www.sola.com](http://www.sola.com)

[www.indo.es](http://www.indo.es)

[www.rodenstock.on.ca](http://www.rodenstock.on.ca)

[www.essilor.es](http://www.essilor.es)

[www.presbyopia.org](http://www.presbyopia.org)

[www.zeiss.com](http://www.zeiss.com)

[www.polycarb.org](http://www.polycarb.org)

[www.ioh.es](http://www.ioh.es)



## **ANEXO:**

### **NORMATIVA SOBRE LENTES OFTÁLMICAS**

#### **DIRECTIVA EUROPEA 93/42 (Real Decreto 414/1996)**

Desde el 14 de junio de 1993 la Directiva Europea 93/42 establece las condiciones que deben reunir los productos sanitarios para su comercialización y utilización. En España, el Real Decreto 414/1996 transpone a nivel nacional lo expuesto en esta Directiva comunitaria. Este Real Decreto tiene completa vigencia desde el 14 de junio de 1998, fecha en la que quedan derogadas las anteriores reglamentaciones.

Según el artículo 3 de este Real Decreto, se consideran “productos sanitarios”, entre otros, cualquier dispositivo o artículo destinado por el fabricante a ser utilizado en seres humanos con fines de diagnóstico, control, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia. Las lentes oftálmicas son artículos que se adaptan a las personas para compensar deficiencias visuales, y por tanto son considerados “productos sanitarios”.

Según el artículo 4 del Real Decreto, los productos sanitarios se clasifican en clases I, IIa, IIb y III. La clase I incluye a los productos no invasivos (Producto invasivo: producto que penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal). Por lo tanto las lentes oftálmicas están incluidas en esta clase.

En el artículo 6 (y en el Anexo I) del Real Decreto se exponen los requisitos esenciales que deben cumplir los productos sanitarios. Con respecto a las lentes oftálmicas estos son los puntos más importantes que hemos extraído:

- No deben comprometer el estado clínico, la salud ni la seguridad de los pacientes cuando se empleen en las condiciones y con las finalidades previstas.
- Deben ofrecer las prestaciones que les haya atribuido el fabricante.

- Sus características y prestaciones no se deben alterar durante el almacenamiento y transporte, teniendo en cuenta la instrucciones y datos facilitados por el fabricante.
- Deberán diseñarse y fabricarse con especial atención a la elección de los materiales utilizados, especialmente en lo que respecta a la toxicidad e inflamabilidad, y la compatibilidad recíproca entre los materiales utilizados y los tejidos biológicos.
- En el envase o etiqueta deben incluirse los siguientes datos:
  - Nombre y apellidos o la razón social y la dirección del fabricante.
  - Información estrictamente necesaria para que el usuario (en este caso el óptico-optometrista o persona cualificada que manipule la lente para su montaje) pueda identificar el producto y el contenido del envase.
  - Las condiciones específicas de almacenamiento y/o conservación.
  - Las instrucciones especiales de utilización.
  - Cualquier advertencia y/o precaución que deb adoptarse.

Dentro de la Comunidad Económica Europea, sólo pueden comercializarse productos sanitarios que estén identificados con el símbolo “CE”. Esta distinción sólo se puede otorgar a los productos que hayan demostrado que cumplen los requisitos esenciales del artículo 6 del Real Decreto 414/96. Esta marca “CE” debe colocarse de manera visible y legible en el producto o, si no fuera posible en el envase exterior.

Dentro del marco de las especificaciones técnicas, para demostrar que los productos sanitarios cumplen los requisitos esenciales, es de gran utilidad hacer uso de las normas armonizadas (normas EN, elaboradas por el Comité Europeo de Normalización) o de la transposición de estas a normas nacionales (en España normas UNE-EN, elaboradas por AENOR).

Los procedimientos para demostrar que los productos de la clase I cumplen con la Directiva comunitaria pueden realizarse, generalmente, bajo la exclusiva responsabilidad de los fabricantes, dado el bajo grado de vulnerabilidad del cuerpo humano asociado a estos productos. Los fabricantes antes de la comercialización de lentes oftálmicas, para obtener el marcado “CE”, deberán efectuar la *declaración CE de conformidad* que se muestra en el Anexo VII del Real Decreto 414/96. En esta declaración el fabricante asegura y declara que los productos cumplen con lo dispuesto en el Real Decreto. Además se deberá tener a disposición de cualquier inspección la documentación técnica con descripción del producto, dibujos de diseño, métodos de fabricación..., así como una lista de las normas EN, o en su caso UNE-EN, que se hayan utilizado para demostrar el cumplimiento de los requisitos esenciales.

### **NORMAS UNE-EN SOBRE LENTES OFTÁLMICAS**

Las normas UNE-EN en que las empresas se basan para poder marcar sus productos con el símbolo “CE”, son principalmente :

*Nota.* El último número que se especifica en las normas nos indica el año de publicación.

- **UNE-EN ISO 14889:1998.** *Lentes para gafas. Requisitos fundamentales para lentes terminadas sin biselar.*

Establece las condiciones que deben cumplir los materiales utilizados con respecto a la compatibilidad fisiológica y la inflamabilidad. También expone la normativa sobre resistencia mecánica de las lentes, y las especificaciones de transmitancia y de atenuación de los colores para lentes destinadas a la conducción de automóviles. Por último, propone los métodos de ensayo que se deben utilizar para evaluar la inflamabilidad y la resistencia mecánica.

- **UNE-EN ISO 8980-1:1998.** *Lentes terminadas sin biselar para gafas. Parte 1: Especificaciones para lentes monofocales y multifocales.*

Trata los requisitos ópticos de lentes monofocales y multifocales (bifocales y trifocales). Muestra las tolerancias: en la potencia de las lentes monofocales; y en la potencia de visión de lejos, adición, eje del cilindro...etc. de las lentes multifocales. Así como tolerancias geométricas: tamaño de lentes, espesores; y dimensiones del segmento en lentes bifocales y trifocales. Expone los métodos de ensayo para la medida en lentes multifocales de: la dirección del eje del cilindro, la potencia de la adición y del tamaño del segmento.

Además, muestra la información que se debe adjuntar en el envase de la lente o en un documento adjunto para identificar correctamente cualquier lente. Para todas las lentes se debe especificar: potencia dióptrica (en dioptrías), tamaño de la lente indicado por el fabricante (en milímetros), color (si es coloreada), tratamientos que incorpora, nombre comercial del material o índice de refracción, marca comercial del fabricante o suministrador, y potencia prismática si se da el caso. Además, en el caso de lentes multifocales se debe anotar: potencia de la adición (en dioptrías), dimensiones del segmento (milímetros), indicación del ojo (en algunos casos, como en las bifocales “executive” no es necesario), prisma del segmento (si procede) y denominación del modelo o marca registrada. El fabricante o el distribuidor deben tener a disposición de los clientes: espesor de centro o de borde (milímetros), curva base (potencia de la superficie anterior en dioptrías), número de Abbe, transmitancia espectral y prisma de reducción de espesor (si procede).

- **UNE-EN ISO 8980-2:1998.** *Lentes terminadas sin biselar para gafas. Parte 2: Especificaciones para lentes progresivas.*

Establece los requisitos ópticos y las tolerancias geométricas para lentes progresivas. Así como métodos de ensayo para medir la dirección del eje del cilindro, la posición de la base del prisma, la adición y la calidad del material y la superficie. También se expone cual debe ser el marcado permanente y el no permanente. Por último indica que la información que debe aparecer en los envases o en documento adjunto es similar que el de las lentes multifocales (bifocales y trifocales). El fabricante debe tener a disposición del cliente la plantilla de centrado para la reconstrucción de las marcas no permanentes, además de lo especificado para lentes multifocales.

- **UNE-EN ISO 8980-3:2000.** *Lentes terminadas sin biselar para gafas. Parte 3: Especificaciones de transmitancia y métodos de ensayo.*

Clasifica las lentes solares por la transmitancia luminosa en el espectro visible e impone los valores máximos de radiación ultravioleta permitidos. Dispone los requisitos que deben cumplir las lentes fotocromáticas y polarizadas. Así como los métodos de ensayo para determinar la transmitancia luminosa, atenuación visual relativa (atenuación de los colores), transmitancia en el ultravioleta, y para evaluar las lentes fotocromáticas y polarizadas.

Además de estas normas, existen otras relacionadas con las lentes oftálmicas y las monturas de gafas que son de gran utilidad si se tiene voluntad de trabajar con conceptos y procesos normalizados:

- UNE-EN ISO 13666. *Sobre vocabulario y definición de términos de Óptica Oftálmica.*
- UNE-EN ISO 8624:1996. *Sistema de medidas de monturas.*

- UNE-EN ISO 12870:1998. *Monturas de gafas. Requisitos generales y métodos de ensayo.*
- UNE-EN ISO 7998: 1996. *Monturas para gafas. Vocabulario y lista de términos equivalente.*
- UNE-EN ISO 8598:1999. *Frontofocómetros.*
- UNE-EN ISO 9342:1999. *Lentes patrón para la calibración de los frontofocómetros.*

## ORGANISMOS DE INTERÉS

### – **Organización Internacional de Estandarización (ISO)**

En las normas citadas aparecen las siglas UNE-EN (UNE: una norma española, EN: norma europea) e ISO. Esto quiere decir que es una norma nacional traspuesta de una norma europea, pero que a su vez es traspuesta de una norma de la Organización Internacional de Estandarización.

Esta Organización es una federación mundial de organismos nacionales de normalización, de unos 130 países, entre ellos AENOR como organismo de normalización español. Se trata de una organización no gubernamental, cuya misión principal es promover la normalización y las actividades relacionadas a nivel mundial con el fin de facilitar el intercambio de bienes y servicios, y desarrollar la cooperación en los ámbitos intelectuales, científicos, tecnológicos y económicos. Tiene sede en Ginebra (Suiza) y se creó en 1947.

### – **Comité Europeo de Normalización**

Su principal misión es promover la armonización técnica en Europa en colaboración con organismos internacionales, como la ISO.

Fue creada en 1973, y tiene su sede en Bruselas. Como parte fundamental de su estructura se encuentran las organizaciones nacionales de normalización y certificación que son: Austria (ON), Bélgica (IBN/BIN), República Checa (CSNI), Dinamarca (DS), Finlandia (SFS), Francia (AFNOR), Alemania (DIN), Grecia (ELOT), Islandia (STRÍ), Irlanda (NSAI), Italia (UNI), Luxemburgo (SEE), Países Bajos (NEN), Noruega (NSF), Portugal (IPQ), España (AENOR), Suecia (SIS), Suiza (SNV) y Reino Unido (BSI).

– **AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)**

Es una entidad española, privada e independiente, sin ánimo de lucro, reconocida en los ámbitos nacional, comunitario e internacional, que contribuye, mediante el desarrollo de las actividades de normalización y certificación (N+C) a mejorar la calidad en las empresas, sus productos y servicios, así como proteger el medio ambiente y, con ello el bienestar de la sociedad.

Fue designada por Orden del Ministerio de Industria y Energía (26 de febrero de 1986) de acuerdo con el Real Decreto 1614/1985, como entidad para desarrollar las actividades N+C; y reconocida como Organismo de Normalización y para actuar como Entidad de Certificación por el Real Decreto 2200/1995.

Entre otras organizaciones, es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y del Comité Europeo de Normalización (CEN).

## **CERTIFICACIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD**

Es la certificación que obtienen las empresas por un organismo reconocido, por ejemplo AENOR, por la que se reconoce el cumplimiento de la reglamentación que regula la *gestión de la calidad*. Se trata de una

certificación voluntaria (recordar que la certificación del marcado “CE” es obligatoria).

Actualmente, son las normas ISO 9000, ISO 9001 (en la que se integran las anteriores ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003) e ISO 9004 las que se deben utilizar como base para conseguir la certificación de sistemas de calidad. La mayor parte de la información de estas normas trata sobre asuntos puramente comerciales. Por ejemplo, algunos de los temas que exponen son: responsabilidad de la Dirección de la empresa, gestión de recursos, satisfacción del cliente, interacción entre procesos, formación del personal en la red de ventas...

#### **REFERENCIAS (del Anexo):**

*Real Decreto 414/1996, del 1 de Marzo, por el que se regula los productos sanitarios.* Ministerio de Sanidad y Consumo. BOE 99/1996 (pag. 14670).  
Fecha de publicación: 24-4-1996.

*Normas UNE-EN ISO a las que se hace referencia en este Anexo.*

Páginas web de:

*AENOR* → <http://www.aenor.es>

*Comité Europeo de Normalización (CEN)* → <http://www.cenorm.be>

*Organización Internacional de Estandarización (ISO)* → <http://www.iso.ch>

*Catálogo general de lentes 2000 de INDO.*

*Catálogo general de lentes 1999 de ESSILOR.*



