

TEMA IV

LENTES ESPECIALES

ÍNDICE

- Tipos de lentes de focal corta.
- Lentes de alto índice de refracción.
- Lentes esféricas.
- Corrección clásica de los afáquicos.
- Corrección del astigmatismo en los afáquicos. Lentes atóricas.
- Lentes progresivas para afáquicos.

TIPOS DE LENTES DE FOCAL CORTA

Estas lentes especiales son necesarias utilizarlas generalmente en los casos siguientes:

- Corrección de altas miopías.
- Corrección de fuertes hipermetropías.
- Afaquia.

Clasificación:

1.- *Meniscos clásicos*, cuyo principal inconveniente es su peso y grosor en estas potencias. Estos meniscos están calculados para que el astigmatismo esté reducido en la periferia de la lente. La visión periférica es bastante buena.

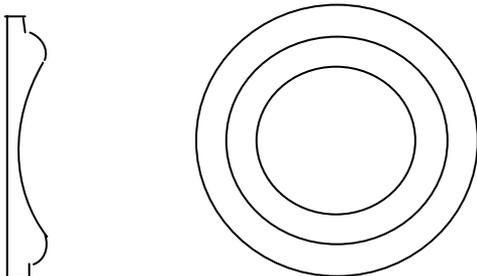
2.- *Lentes “puntuales”*. Como ya vimos en la elipse de Tcherning con potencias de + 8.00 a -25 dt podemos tener lentes sin astigmatismo oblicuo. Se obtiene una visión correcta en toda la lente. Aunque obligatoriamente éstas son más pequeñas que las anteriores su problema es el mismo: el peso y la gran falta de estética debido a su grosor.

3.- *Lentes esféricas y atóricas*. Para las potencias superiores a + 8.00 dt hay que recurrir a las lentes “esféricas” para las ametropías esféricas y a las lentes “atóricas” para las ametropías esferocilíndricas.

4.- *Lentes con microfacetas o lenticulares*. Aprovechando que en la periferia de la lente la nitidez de la imagen no es buena, se disminuye su espesor, con lo que se obtiene una lente aligerada llamada microfaceta o lenticular. Se consigue una disminución de peso pero el campo de visión nítido es pequeño ya que la superficie de la parte correctora de la lente es pequeña.

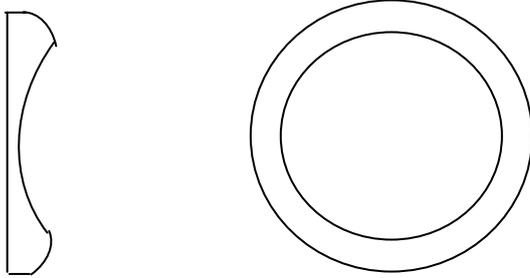
Tipos:

.- Microfaceta cóncava, borde plano



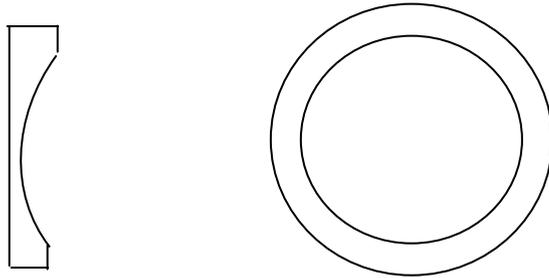
El diámetro de la faceta es de 30/35 mm. Se hace únicamente en vidrio mineral.

- Microfaceta cóncava, borde convexo



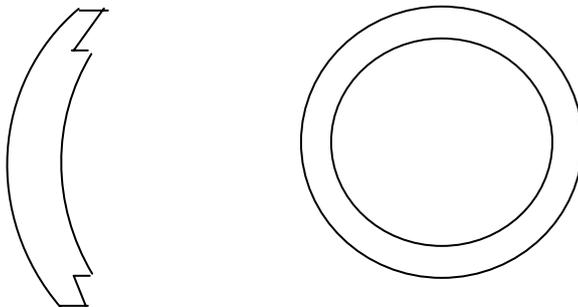
Faceta 30/35 mm

- Microfaceta cóncava, borde plano

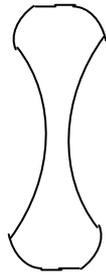


Faceta 30/35 mm

- Menisco cóncavo, Borde plano

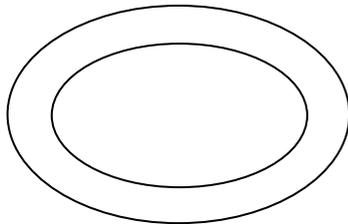


- Bicóncavas de faceta



con borde plano
o convexo

- Lentes de faceta oval. Están realizadas con una muela cilíndrica o tórica. Según el valor del cilindro o del toroide se obtiene una faceta más o menos oval.



Las dimensiones son del orden de 30 mm en la horizontal y 25 mm en la vertical.

Todas estas lentes se realizan bien en vidrio mineral bien en orgánico.

Las de faceta cóncava se suelen llamar lentes de microfacetas y las de faceta convexa lenticulares.

Faceta convexa, borde plano
borde convexo

Forma plano-convexa

Faceta convexa,



Forma menisco convexo

Borde plano

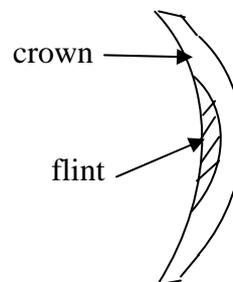
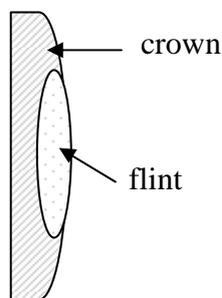


Borde convexo

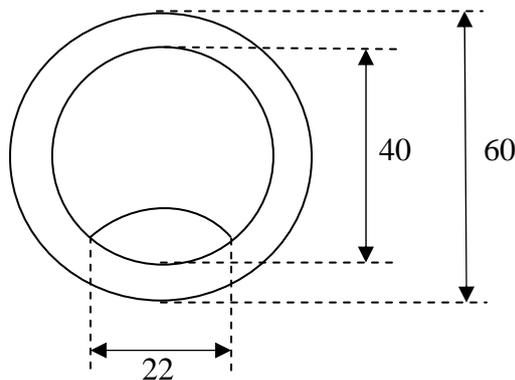


Lenticulares fusionadas de potencia positiva

Se obtienen de la misma manera que las bifocales, es decir por fusión de un disco de vidrio flint en la cavidad preparada en la cara convexa o en la cara cóncava de una lente de vidrio crown. Solamente la visión a través del disco flint está corregida de astigmatismo oblicuo. La única ventaja de estas lentes sobre las anteriores es que no presentan discontinuidades en la superficie y por lo tanto son un poco más estéticas que las lenticulares normales.



Las lenticulares realizadas con vidrio orgánico se realizan también bifocales.



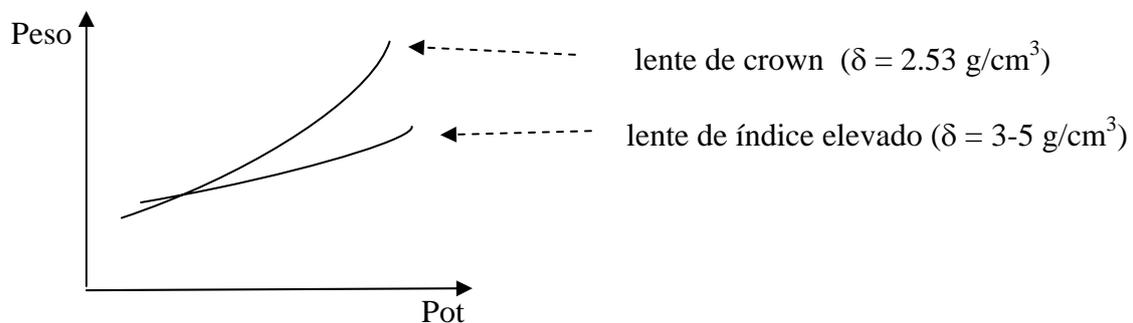
Lentes de alto índice de refracción

El uso de vidrios de índice de refracción elevado ($n=1,7$ a $1,9$) permite obtener a partir de ciertas potencias (ya que la densidad de estos vidrios es grande) lentes menos gruesas y menos curvadas que las lentes de crown.

Siendo generalmente más ligeras, estas lentes permiten montajes más estéticos y de gran diámetro.

El uso de vidrio de índice elevado provoca una reflexión más grande de la luz en las caras de la lente. Para reducir esta reflexión es muy conveniente hacer un tratamiento antirreflejante.

La curva típica peso/potencia es:



Normalmente este tipo de vidrio lleva en su composición titanio.

El gran problema de este tipo de vidrios es que presentan un nº de Abbe pequeño ($v=35$) y por lo tanto la dispersión cromática es alta, esto hace que en visión periférica sobretodo se haga sensible la aberración cromática.

Este tipo de lentes sólo es recomendable para correcciones a partir de $7/8$ dt y siempre teniendo en cuenta sus dos inconvenientes:

- 1 – Aberración cromática
- 2 – Necesidad de un tratamiento antirreflejante

Además su costo suele ser bastante elevado.

Lentes esféricas

Consideraciones generales

Para la corrección de la visión sólo se han utilizado durante mucho tiempo lentes correctoras con superficies esféricas convergentes o divergentes (al principio plan-cx; plan cc., bi-cx, bi-cc y luego con la forma de menisco). Esto se debía fundamentalmente a que no se sabía realizar en la práctica más que superficies planas o esféricas.

Fue al final del siglo XIX cuando la realización mecánica de superficies ópticas cilíndricas en condiciones rentables para emplearse en corrección se generalizó permitiendo la corrección del astigmatismo. A principios del siglo XX se realizaron industrialmente las superficies tóricas dándole a la óptica de corrección el impulso que conocemos.

Sin embargo, a parte de esas dos superficies no esféricas (cilindro y toroide) la superficie óptica más utilizada era y es todavía la superficie esférica.

De todas maneras Tscherning había fijado con el cálculo el límite de empleo de las superficies esféricas sin poder dar una mejor solución sobretodo por la ausencia en la época de los medios tecnológicamente adecuados (el gran problema era la obtención de lentes positivas de alta potencia sin aberraciones). Desde entonces se han hecho grandes progresos en el dominio de la realización de superficies ópticas que han permitido desde hace unos años obtener sistemáticamente y de manera rentable superficies asféricas (distintas del cilindro y del toroide) susceptible de ser utilizadas para mejorar la calidad óptica de las lentes correctoras.

Las superficies asféricas se pueden clasificar en dos familias:

1.- Las superficies de revolución (se generan por una curva girando alrededor de un eje de simetría o de revolución). La generatriz es una cónica (elipse, parábola, hipérbola) o incluso una curva de grado superior (curvas polinómicas).

2.- Las superficies que no son de revolución cuya aplicación más espectacular es como hemos visto la lente progresiva. Curiosamente fue la realización de lentes progresivas la que dio el impulso tecnológico a la realización de superficies asféricas. De todas maneras se suele reservar el término de lente asférica para las primeras.

Para centrar el problema de estas lentes y el porqué de su uso vamos a recordar algunos puntos referentes al diseño de lentes:

- Las dos aberraciones más importantes en la compensación visual con lentes (que se situarán en una montura) son el astigmatismo oblicuo (cuya solución dio Tscherning para lentes con superficies esféricas), y la curvatura de campo. La distorsión sería la tercera en importancia pero sólo debemos empezar a preocuparnos de ella cuando tengamos solucionado el problema de las otras dos.

Mientras el ojo y la lente forman un sistema centrado no existen problemas en la corrección. Ahora bien cuando el ojo gira con respecto al eje óptico de la lente recibe un haz oblicuo que después de la refracción presenta principalmente dos aberraciones:

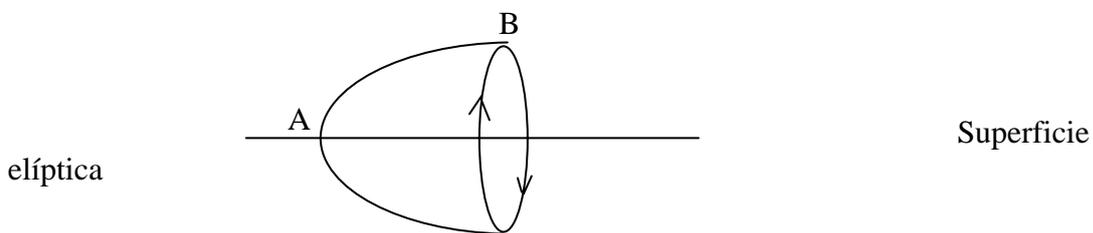
- astigmatismo, el haz después de la refracción presenta dos focales T_1 y S_1 , tangencial y sagital, de manera que la mejor imagen que es el círculo de menor confusión ya no es puntual.
- Curvatura de campo; como el rayo refractado para que vaya a parar a la fovea debe pasar por el centro de rotación del ojo, y hay un cambio de espesor en los diferentes puntos de la lente, la potencia de la lente no es constante, las imágenes se irán formando en una superficie curva que es la superficie de Petzval (ptos F_1), la curvatura de esta superficie no coincide en general con la esfera de

puntos remotos (o próximos si es visión cercana) del ojo, esto se traduce en una imagen retineana deformada y borrosa.

Si materializamos en el espacio los puntos $T_1, S_1, y F_1$ son tres superficies de revolución tangentes en F_0 en el eje xy de la lente y que se llaman superficie focal tangencial, sagital, y superficie focal de menor confusión F son los puntos de la esfera remota de radio ρ .

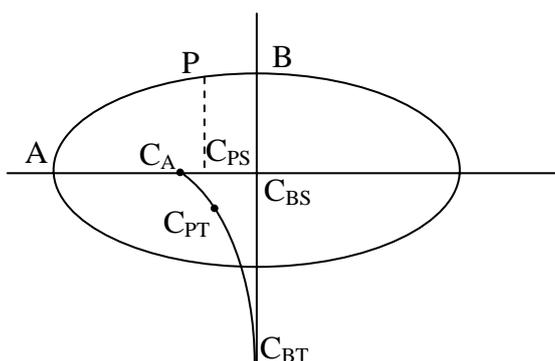
Descripción de las superficies asféricas

Una de las superficies esféricas más utilizadas es el elipsoide obtenido al hacer girar una elipse alrededor de su eje mayor



Supongamos que situamos un esferómetro en esta superficie elíptica apoyando la pata central en A(vértice). La lectura dada por el esferómetro en esta posición dependerá de la ságitas de la curva existente entre los puntos de contacto y la móvil. Como la curva es simétrica si el punto A permanece en contacto con la pata móvil un giro del esferómetro no produce ningún cambio en la lectura dada. Si la separación entre las patas del esferómetro es pequeña podemos medir la potencia de la superficie en su vértice. El radio en el vértice r_0 es constante en todos sus meridianos. Si ahora apoyamos la pata móvil en el punto B (eje menor del elipsoide) es obvio que la lectura dada por el esferómetro será menor (es más plana) que la dada en A. Además el radio de curvatura en B varía de un meridiano a otro. Entre los puntos A y B de una superficie elíptica los radios tangencial y sagital crecen hacia el radio de vértice A (donde son iguales) y la diferencia máxima ocurre en B. El radio tangencial crece más rápido ---- el sagital. Las potencias tangenciales y sagitales de la superficie elíptica decrecen cuando nos movemos desde el vértice en cualquier dirección. En cualquier punto de la superficie que no sea el vértice la superficie es astigmática.

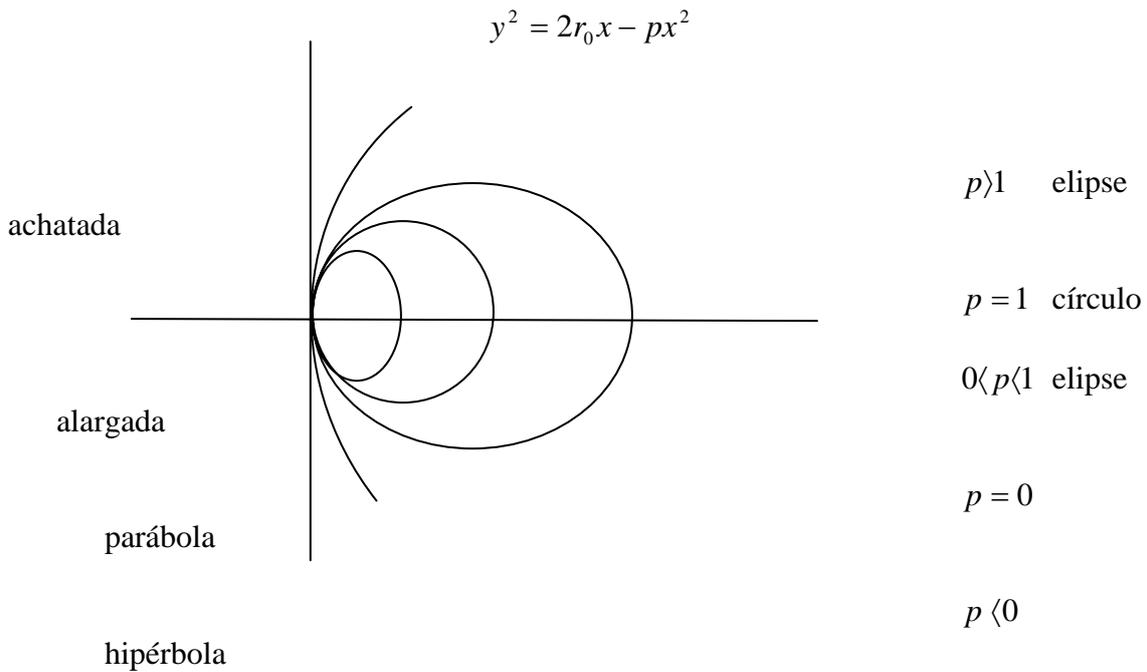
Esto puede verse si analizamos los centros de curvatura del elipsoide (el papel es la sección tangencial).



Este astigmatismo es el que nos puede servir (si es igual y de signo contrario) para corregir el astigmatismo oblicuo.

Al igual que la elipse, el círculo es miembro de una familia de curvas planas conocidas por secciones cónicas. La familia incluye la parábola y la hipérbola. Cuando estas curvas giren alrededor de su eje de simetría producen sólidos de revolución: la esfera, el elipsoide el paraboloides y el hiperboloides.

- Cuando el vértice de la curva coincide con el origen de coordenadas, la ecuación de una sección cónica es



Conforme decrece el valor de p , la curva se aplanas. En la figura todas las cónicas tienen el mismo radio de vértice (r_0) y por lo tanto la misma potencia.

Lentes con superficies esféricas (para potencia esférica)

las lentes esféricas más comunes hoy día usan superficies elípticas convexas para eliminar el astigmatismo oblicuo en el rango de altas potencias positivas. En la tabla se comparan los resultados obtenidos con una lente de 12.00 dt en el caso de usar superficie esférica (S) o asférica (elíptica convexa) (E) para 30° y una base de -3.00, espesor en el centro de 10 mm – (la asférica sería un poco más delgada)

$n = 1,498$

	F_T	F_S	OAE	MOP	MOE	TCA	DIST
E (p=0.6)	11,11	11,26	-0,15	11,19	-0,81	0,33Δ	6,88%
S	13,30	11,93	1,37	12,61	0,61	0,35Δ	10,22%

(p=1)

El astigmatismo oblicuo con la lente esférica ha prácticamente desaparecido. La distorsión es significativamente menor y el cromatismo transversal también se ha reducido. El principal inconveniente es el aumento del error oblicuo medio (MOP-F), al lente está mal corregida en casi 1 dt en el borde del campo (curva de campo). Hay que tener en cuenta que el astigmatismo que produce la superficie elíptica compensa prácticamente el producido por la incidencia oblicua.

El uso de una superficie esférica introduce una nueva variable en la mejora de las aberraciones. Un pequeño incremento del valor de p, $p=0,645$ produce en la misma lente el siguiente efecto.

$p=0.645$

F'T	F'S	OAE	MOP	MOE	TCA	DIST
11.33	11.33	0	11.33	-0.67	0.33	7.22%

El astigmatismo ahora está anulado, la curvatura ha disminuido pero la distorsión ha aumentado.

La nueva variable que aparece con la lente asférica p, permite eliminar el astigmatismo oblicuo para cualquier potencia de la lente sin estar restringido a los límites de Tcherning. En general, para eliminar el astigmatismo podemos escoger una forma plana con alto grado de asfericidad o una forma más curvada con menor grado de asfericidad. Son razones mecánicas las que determinan la elección. En las lentes para afáquicos se suele elegir la forma más plana ya que es más fácil de hacer y es más estética que la forma más curvada aunque tiene ligeramente más distorsión. Normalmente tomando valores de p que anulen el astigmatismo oblicuo se obtienen valores de curvatura de campo similares aunque en función de la potencia de la cara esférica, lo que cambia es la distorsión.

En visión próxima se pueden realizar cálculos similares y se obtienen en general 2 soluciones también.

También existen lentes con superficies elípticas cóncavas (Zeiss Katral) y lentes con superficies hiperbólicas (en la superficie mayor).

Estas superficies se emplean no sólo para todo el diámetro sino también en facetas.

Además de las cónicas, con la implantación de los ordenadores y las técnicas de tallado de superficie controladas numéricamente casi todas las formas son ahora posibles. En la década de los 80 se han empezado a introducir las llamadas curvas polinómicas que responden a ecuaciones del tipo

Sólo con potencias pares de y dada la simetría axial el diseño de estas superficies se hace por métodos iterativos buscando una optimización global \Rightarrow función de mérito.

Hoy en día se tiende a que para todas las potencias se utilicen lentes esféricas que mejoren las características de las lentes.

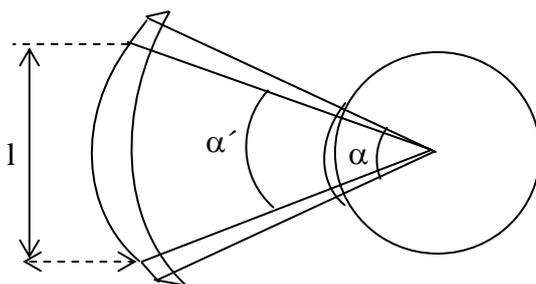
CORRECCIÓN CLÁSICA DE LOS AFÁQUICOS

La corrección de los afáquicos encuentra problemas concretos en los cuales es necesario buscar un compromiso entre ellos ya que son inherentes a la potencia elevada utilizada. Los principales problemas son:

- peso
- cromatismo
- grosor
- astigmatismo olícuo
- curvatura de campo
- escotoma anular
- estética

(La solución que minimiza considerablemente estos problemas es la implantación intraocular o las lentes de contacto, sobre todo en el caso de afáquia monocular).

- Peso y cromatismo. Estos dos inconvenientes se atenúan seriamente con la utilización de vidrio orgánico. Se elimina la opción vidrio mineral.
- Grosor. Para el mismo diámetro y potencia una lente orgánica es más gruesa que una mineral (ya que su n es menor). Esto incide negativamente en la estética. Se busca disminuir este espesor disminuyendo el diámetro exterior (útil). Esta manera de proceder que es una buena solución para este problema dista de ser estética y además provoca el efecto túnel.



Este efecto es debido a que una reducción del campo útil conlleva una reducción del ángulo visual que implica una limitación del campo de visión del usuario y por lo tanto la impresión de mirar por un tubo.

De todas formas la opción lenticular, permite por una parte un diámetro de lente mayor \Rightarrow más monturas posibles y además un montaje más sencillo debido al borde delgado, pero la estética no es terrible y se reduce el campo de visión. Actualmente la utilización de superficies esféricas permite obtener una sensible reducción del espesor manteniendo un campo útil relativamente grande.

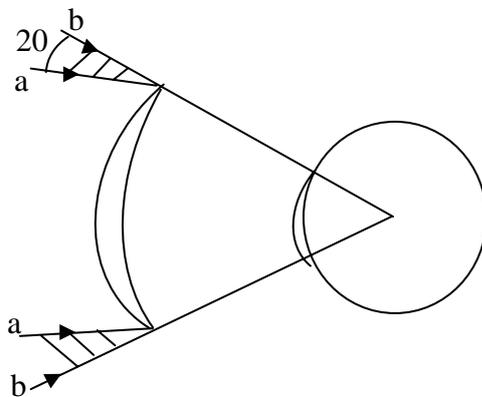
- Astigmatismo y curvatura de campo. Podemos hablar conjuntamente de estas dos aberraciones ya que siendo nulas cuando el ojo mira a través del centro óptico de la lente varían en función de la inclinación de la mirada con respecto al centro óptico.

Uno de los factores que condicionan la agudeza visual, y por lo tanto la nitidez de la imagen percibida por el ojo, es el tamaño de la imagen de un punto sea cual sea su posición en el campo de visión. Cuando el ojo gira la fóvea describe una esfera cuyo centro está confundido con el centro de rotación del ojo.

Si la imagen de un punto objeto dada por una lente es un punto en esa esfera, la lente se dice que es puntual. Esto no se realiza rigurosamente jamás (la resolución de un sistema siempre está limitada por la difracción) y en la práctica siempre nos encontraremos las dos aberraciones citadas. La forma y el tamaño de la mancha objeto obtenida –dejando al margen la difracción– dependen de los valores del astigmatismo y la curvatura de campo.

Numerosos trabajos demuestran que el tamaño de la mancha aceptable correspondiente al poder separador del ojo es del orden de 10 μm . Si ésta es más grande la agudeza visual disminuye. Por lo tanto es necesario no sobrepasar esas dimensiones en todo el diámetro útil de la lente.

- Escotoma anular. Este fenómeno es debido al ángulo muerto situado alrededor de este tipo de lentes. Está presente en todas las lentes positivas pero sólo es verdaderamente perceptible (y molesto) para las de alta potencia.

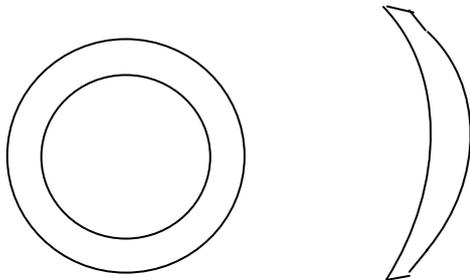


Esto es consecuencia del efecto prismático existente en el extremo de la lente. Como el efecto prismático es función de la potencia de la lente, el escotoma solo puede reducirse disminuyendo la potencia de la lente en el extremo.

En una lente clásica para afáquico el efecto prismático en el extremo de la zona óptica es del orden de 20 a 25 Δ . El rayo luminoso a que incide en el extremo de la lente sufre una fuerte desviación y no puede penetrar en el ojo. Por el contrario el rayo b que ya no pasa por la zona óptica no es desviado y sí penetra. En consecuencia los rayos comprendidos entre estos dos no pueden penetrar en el ojo, de ahí el nombre de ángulo muerto, su valor es de unos 20°. Un afáquico que mira recto delante suyo hay objetos, en visión periférica, que no puede ver (de ahí el nombre de escotoma anular). Esta es la primera dificultad pero hay otra todavía más molesta:

Una solución actual a estos problemas son los llamados lenticulares sin línea de separación (línea de separación invisible).

Una lente lenticular normal tiene una apertura que contiene la zona óptica rodeada por una zona de baja/nula potencia.

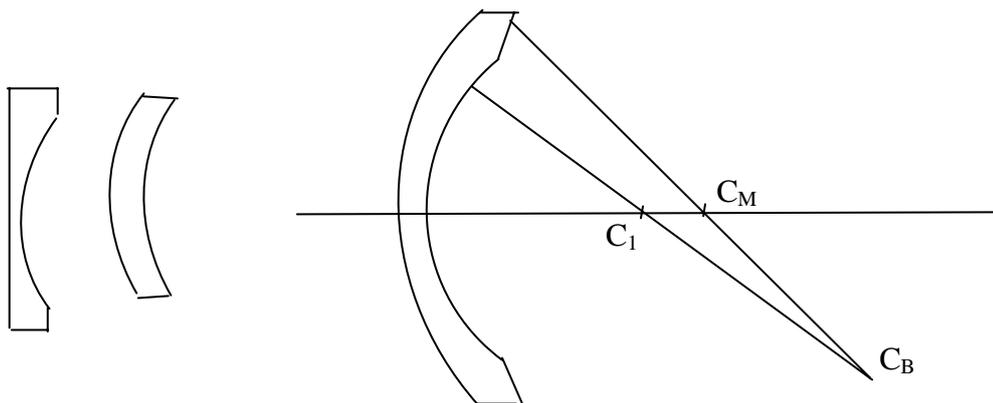


Naturalmente una buena visión foveal sólo es posible cuando el sujeto mira a través de la zona óptica, si además ésta es esférica solo cuando el eje visual coincide con el eje de la lente. Fuera del eje como hemos visto hay fuertes aberraciones. El margen debería permitir algún conocimiento de los objetos y movimientos para evitar el escotoma que marca la línea divisoria. La visión periférica es importante sobre todo en casos de movimiento.

Desde 1970 muchos investigadores en el campo de diseño de lentes para afáquicos se han cuestionado ¿la línea divisoria es necesaria?. Su eliminación supondría, no sólo mejorar la apariencia de la lente, sino además incrementar el campo de visión sin que aparezca el escotoma anular asociado al brusco cambio de potencia.

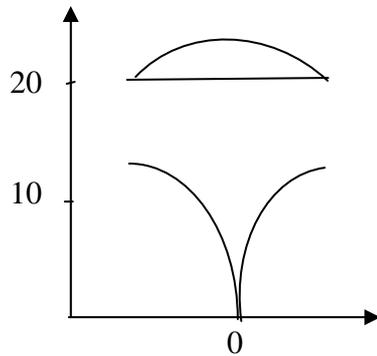
Consideremos la lente de la figura, supongamos que la curva de la apertura es de 14 dt y la curva marginal de 10.00 dt. Asumiendo una segunda superficie de potencia nominal -4.00 dt la lente tendría una potencia de 10.0 a través de la apertura pero sólo 6.00 en el borde. Si la lente está hecha en CR-39 la lente se podría fabricar entre los dos moldes.

Consideremos el molde de la superficie mayor

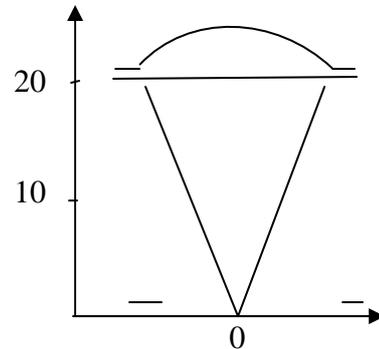


C_1 es el centro de curvatura de la apertura (+14.00) y C_M el de la zona marginal (+10.00). Si escogemos un punto próximo a la línea divisoria y otro de la zona marginal y trazamos sus normales a través de sus centros de curvatura, la intersección de estas normales, C_B , representa el centro de curvatura de la zona combinada si las dos zonas fuesen continuas. En efecto, la curva que aparece si

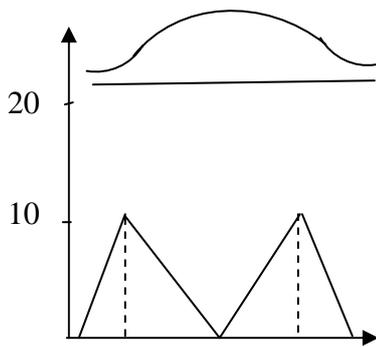
hacemos desaparecer la línea produce una curva continua que en el centro de la superficie tiene (en el molde) -24.00 dt y en el borde -10.00 dt.



Multidrops y asférica



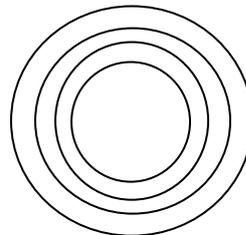
Lenticular clásica (no esférica)



Lenticular esférica invisible

Lentes multidrops

Supongamos ahora que en lugar de una zona combinada cada zona difiere en 1.00 dt de la zona adyacente y cada zona tiene 5 mm de ancho. La zona central tiene un diámetro de 24 mm y una potencia de 14.00 y se requiere para la combinación 2 mm a cada lado de la línea de separación.



Para la zona central $y_{\mu} = 14mm$, $y_A = 10mm$, $F_{\mu} = 13dt$ $F_1 = 14dt$ y $F_B = 10,50dt$.

Para la zona adyacente $y_{\mu} = 19mm$, $y_A = 15mm$, $F_{\mu} = 12dt$, $F_1 = 13dt$ y $F_B = 8,25dt$.

Este proceso puede repetirse y cada curva combinada tendrá 2,25 dt menos que la curva combinada anterior.

La lente tendrá una apertura esférica de 20 mm de diámetro. En la unión de la primera curva combinada (10.50) y la curva central la potencia será de 14.00 (-3.50) ya que la potencia tangencial es 10.50 dt y la sagital es de 14.00 dt. En el otro extremo de este combinado la potencia será de 13.00 (-2.50) ya que la potencia tangencial es 10.50 y la sagital 13.00 dt.

La superficie tiene ahora un anillo de 1 mm de ancho de 13 dt. En la unión siguiente la potencia es 13.00 (-4.75) ya que la potencia tangencial es 2,25 y la sagital 13.00.

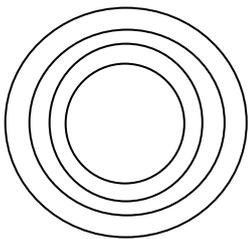
Hay que darse cuenta que estamos viendo sólo las potencias de la superficie no la potencia oblicua de vértice que el ojo encuentra cuando mira a través de la lente.

Una posibilidad más racional de estas lentes para hacer más suaves los cambios de la potencia tangencial es hacer la combinación de la apertura central con la 1ª zona y después la combinación de esta curva con la siguiente zona y así sucesivamente.

Estos tipos de lenticulares combinadas han sido llamadas esféricas zonales.

La primera esférica zonal o lenticular combinada fue introducida en 1973 por Robert Welsh que fue una de las primeras personas en reconocer las ventajas de la apertura plena (en la corrección de la afaquia)

Conocida como Esférica Welsh 4-Drop, la potencia cambia 4.00 dt desde el centro hasta el borde y fabricada por Armorlite Inc. (USA) y hecha también en forma bifocal con un pequeño segmento recto de tamaño 22x11 mm. La apertura central era de 24 mm y el segmento muy pequeño para poder incluirlo en la zona central. Welsh era consciente que los usuarios de la lente 4-Drop sólo obtendrían buena visión a través de la zona esférica central y deberían girar sus cabezas (en vez de sus ojos) para obtener una buena agudeza para los objetos situados lateralmente. Como quiera que la lente tiene una potencia central por ejemplo de 10.00 dt, la potencia periférica es sólo de 6.00, así el usuario puede tener un campo mayor. El diseño de Welsh es conocido ahora como lente Múltiple-drop de Armorlite.



Un diseño similar fue introducido en 1974 por la Siquet Optical Corporation y comercializado con el nombre de Hyperaspheric con un salto mayor en potencia

Algunos consejos para el montaje en general de equipamiento para afáquicos.

- La lente se debe colocar lo más cerca posible del ojo ya que se aumenta el campo de visión, se disminuye el efecto lupa (el ojo del afáquico se ve tanto más grande como grande es la distancia), se disminuye el aumento de los objetos ($1 + R\delta$), se aumenta la convergencia en V.C. en el caso de bifocales.

- Cuando pueda ser es preferible elegir una “distancia montura” lo más próxima a la distancia interpupilar para evitar suplementos de grosor.
- Hay que tener cuidado con las monturas utilizadas para mantener la distancia ojo-lente.

Lentes atóricas

Los afáquicos desde el punto de vista de su ametropía se pueden considerar a la vez como muy fuertes hipermétropes y présbitas totales. Por lo tanto tienen los inconvenientes de las compensaciones de los dos defectos.

- como fuertes hipermétropes deben ser corregidos con lentes de potencia positiva muy elevada (generalmente superior a 10.00) y sufrir las aberraciones inherentes a estas lentes (astigmatismo y curvatura de campo).
- Como présbitas totales (no tienen cristalino) incluso si recurren a ser corregidos con bifocales además de las mismas aberraciones que con las monofocales sufren el inconveniente de tener un “hueco” entre su V.C. y su V.L.

Además en estos présbitas suele quedar un astigmatismo a consecuencia de la operación que debe ser corregido. Hemos visto hasta ahora la utilización de superficies esféricas en lentes de potencia esférica. Si en una lente con, por ejemplo una superficie elíptica, se debe incluir una corrección cilíndrica ésta debe incorporarse en la otra superficie de la lente. Si la lente tiene una superficie convexa elíptica el cilindro debe incorporarse como un toroide interno en la 2ª superficie, sin embargo si la lente tiene una superficie elíptica cóncava el cilindro es externo. Bajo estas circunstancias el valor de p elegido para el elipsoide sólo puede ser apropiado para uno de los meridianos principales de la lente.

LENTE PROGRESIVA PARA AFÁQUICOS

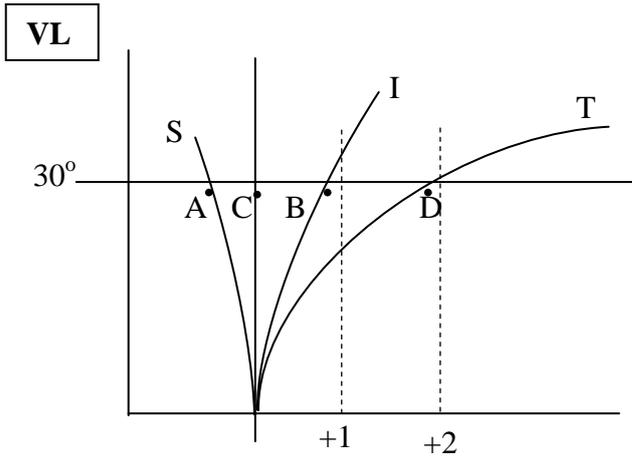
Una lente progresiva corregida de las aberraciones inherentes a la elevada potencia de las lentes para afáquicos permitiría resolver al mismo tiempo el doble problema de los afáquicos.

El equipamiento de afáquicos con bifocales presenta gran interés. Las superficies esféricas de revolución han sido utilizadas desde su aparición para fabricar bifocales.

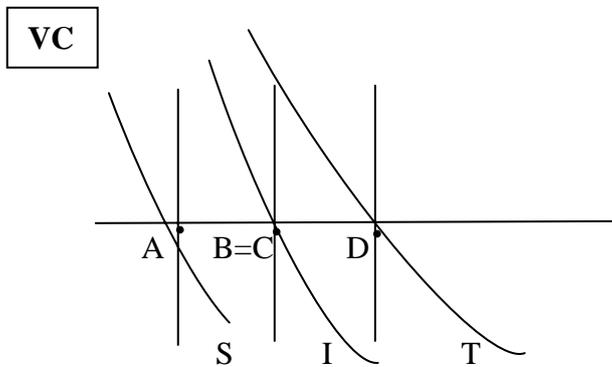
Sin embargo estas bifocales están limitadas por dos motivos

- Sólo la V.L. se beneficia de la corrección de las aberraciones.
- Para los afáquicos hay un “hueco” entre la V.C. y la V.L.

Los resultados obtenidos desde el punto de vista de las aberraciones para una bifocal clásica.

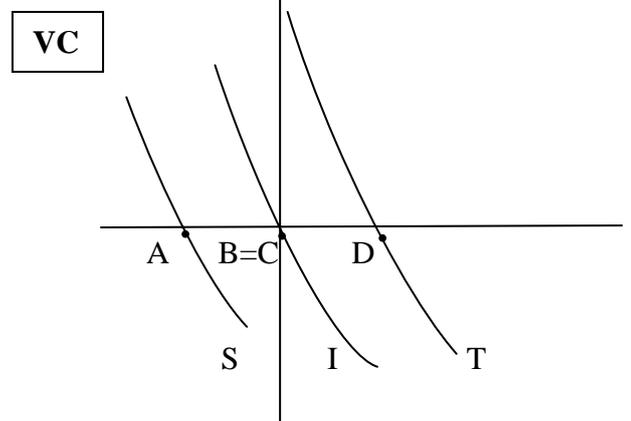
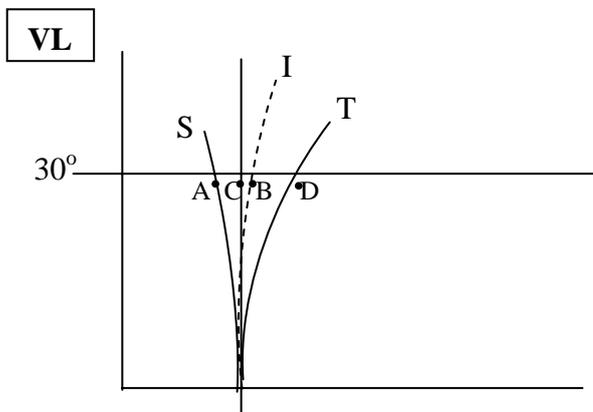


I \equiv curva que representa el lugar de los círculos de menor confusión. C curvatura de campo.



C en el centro de la pastilla

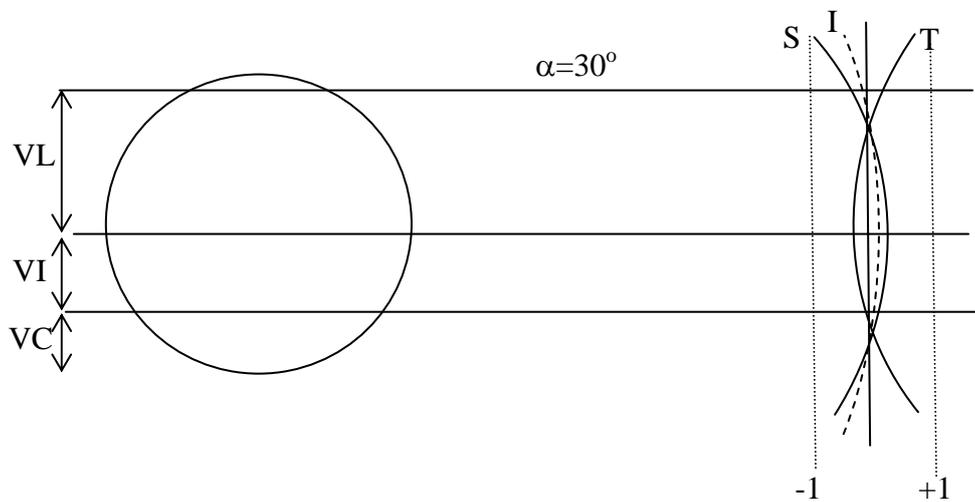
Sin embargo si se trata de una bifocal esférica



Mientras la corrección de aberraciones en la V.L. es satisfactoria en V.L. en V.C. es prácticamente inexistente.

La concepción de una lente progresiva que asegura una continuidad de la visión entre V.L y V.C. es ya satisfactoria para resolver el “hueco” de visión de los afáquicos. Si le asociamos una superficie del tipo atórica, se obtendría, en el momento actual, la mejor corrección posible.

Los resultados obtenidos son



En V.L. la corrección de las aberraciones es bastante satisfactoria. En V.I. las curvas están prácticamente superpuestas indicando que a lo largo del meridiano la corrección es casi total y simultánea. En V.C. la corrección es bastante buena.

En estas lentes la superficie progresiva está corregida con la superficie atórica. Hay que tener cuidado en el montaje porque los efectos prismáticos horizontales en V.C. pueden no ser despreciables