

Nuevas soluciones para todo tipo de astigmatismo con lentes GP

Sergi Herrero Hernández. O.O.D Col. 11.961
 Servicios profesionales CONÓPTICA

El astigmatismo es el defecto refractivo que se manifiesta en la población con mayor frecuencia. Es fácil encontrarlo en grados bajos (0,25 a 0,75 dioptrías) y en ocasiones no es necesaria su corrección debido a una falta de sintomatología, es frecuente también que esté asociado a otro defecto refractivo como miopía o hipermetropía. El porcentaje de población con astigmatismo decrece a medida que éste aumenta siendo poco frecuente encontrar individuos con altos grados de astigmatismo¹. Según los estudios elaborados en 1975 por Holden, se pone de manifiesto la existencia de un astigmatismo de 0,25 dioptrías o más en un 76,5% de usuarios de lentes de contacto blandas y de 0,75 dioptrías o más en un 45% también en este tipo de usuarios². El astigmatismo afecta directamente a la calidad visual y puede ocasionar además problemas de astenopia⁴, como dolor de cabeza, enrojecimiento ocular, picor, etc. Cuando es necesario puede ser corregido de forma eficaz con gafas, lentes de contacto blandas o GP, siendo estas últimas muy apropiadas en casos de astigmatismos fuertes, pero también dando muy buen resultado en astigmatismos medios e incluso bajos. En el siguiente artículo se mostrará los diferentes tipos de astigmatismo y las posibilidades que existen de corrección a través de lentes de contacto GP.

ASTIGMATISMO

Al clasificar el astigmatismo puede ser dividido en dos grupos:

- Astigmatismo regular
- Astigmatismo irregular

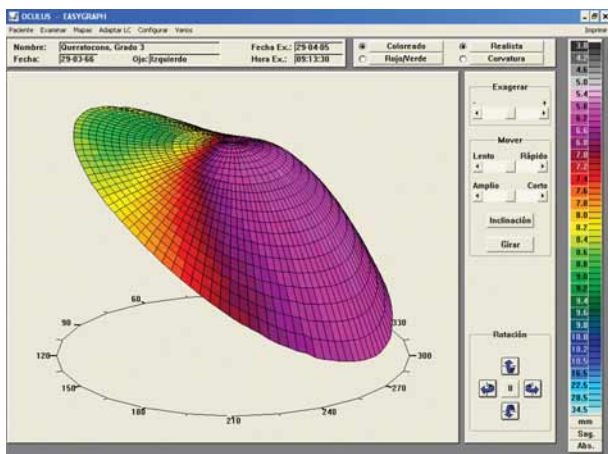


Fig. 1. Topografía tridimensional de un queratocono.

El astigmatismo irregular es ocasionado por deformaciones corneales anómalas o debido también a medios oculares internos refringentes que se encuentran alterados^{3,4}. En queratoconos, traumatismos oculares o úlceras corneales, por ejemplo, se suele producir una refracción corneal con algunas aberraciones ópticas de bajo orden (miopía, hipermetropía y astigmatismo regular) y un número de aberraciones monocromáticas de alto orden de importante cuantía en la mayoría de casos. La obtención de una refracción fiable es complicada debido a la dificultad de corregir dichas aberracio-

nes de alto orden con los medios que se disponen en una consulta optométrica, por tal motivo, se engloba y denomina como astigmatismo irregular a aquellas refracciones que no pueden ser corregidas de manera convencional. Mediante aberrómetros es posible medir tales aberraciones de alto orden, clasificarlas y estudiarlas mediante diversos programas informáticos que analizan y resuelven casi al instante complejas operaciones matemáticas, como por ejemplo, los polinomios de Zernike, utilizados para calcular las diferencias entre un frente de onda teóricamente perfecto y el que se mide realmente. Las series armónicas de Fourier, que muestran y aíslan la cantidad y el grado de irregularidad corneal (fig. 2) acompañan al software de algunos topógrafos corneales y junto con la capacidad de proceso de los actuales ordenadores hacen posible averiguar qué grado de astigmatismo irregular es debido a la córnea⁴.

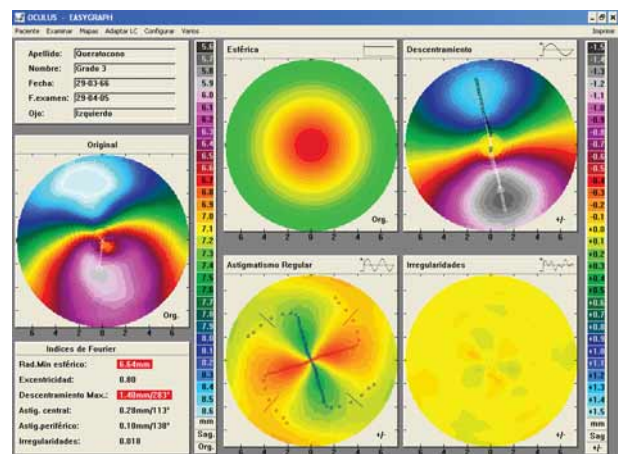


Fig. 2. Análisis de Fourier de una topografía corneal de un queratocono.

La corrección de este problema refractivo no se puede resolver de forma eficaz con lentes esféricas en gafas ni con lentes de contacto blandas. En la mayoría de ocasiones, es preferible el uso de lentes de contacto GP esféricas o tóricas si lo que se pretende es mejorar la calidad visual^{6,7}. Estas lentes están especialmente diseñadas para estas superficies corneales altamente complejas y es la película lagrimal quien minimiza tales irregularidades corneales y reduce las aberraciones de alto orden⁶.

El astigmatismo regular, es un fenómeno óptico que se produce cuando la luz refractada en una superficie refringente focaliza en dos planos focales distintos. Se encuentra dentro del grupo de aberraciones ópticas de bajo orden, las cuales, en un ojo no patológico son las que afectan más a la calidad visual⁸. En el globo ocular, puede deberse a una diferencia de curvatura entre los dos meridianos principales de la córnea y/o a los me-

diculares entre sí, dando lugar a dos focales. El astigmatismo puede estar asociado a hipermetropía o a miopía o simplemente ser puro. Si los dos planos focales se encuentran por delante o por detrás de la retina hablaremos de astigmatismo compuesto miópico o hipermetrópico respectivamente y si se halla un plano focal por delante de la retina y el otro por detrás tendremos un astigmatismo mixto. En los astigmatismos simples, uno de los dos planos focales coincide en la misma posición de la retina y dependiendo de la posición del otro plano focal, distante a la retina, hablaremos de astigmatismo simple; miópico o hipermetrópico⁴.

El astigmatismo se expresa en dioptrías y nos indica la diferencia refractiva entre ambos planos focales (focales de Sturm), puede calcularse en valores negativos o positivos pero siempre debe ir orientado en un eje que varía entre 0° y 180°, de manera que podemos conocer cuál es el meridiano de mayor o menor potencia refractiva.

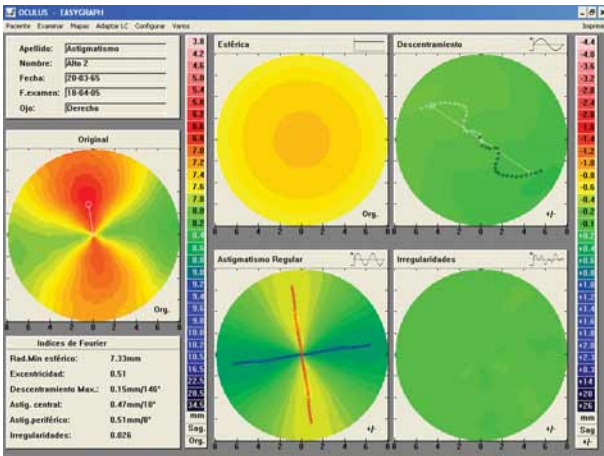


Fig. 3. Análisis de Fourier de una topografía corneal con astigmatismo alto.

dios internos, pero habitualmente se debe a ambos a la vez. Debido a este defecto de curvatura la refracción convergente de la luz al atravesar la córnea es mayor en uno de los dos meridianos principales, generalmente perpen-

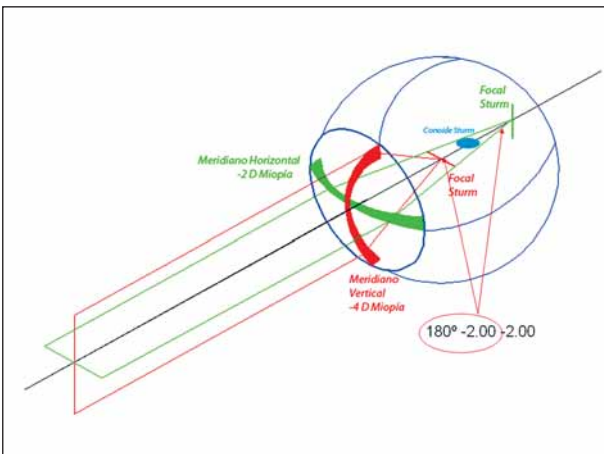


Fig. 4. Esquema de la marcha gráfica de un astigmatismo miópico.

ASTIGMATISMO TOTAL O REFRACTIVO

Es el astigmatismo encontrado al realizar los exámenes refractivos oportunos y con el cual el paciente consigue su mejor agudeza visual conjuntamente con el valor esférico de su refracción. Es la suma del astigmatismo corneal y del astigmatismo interno

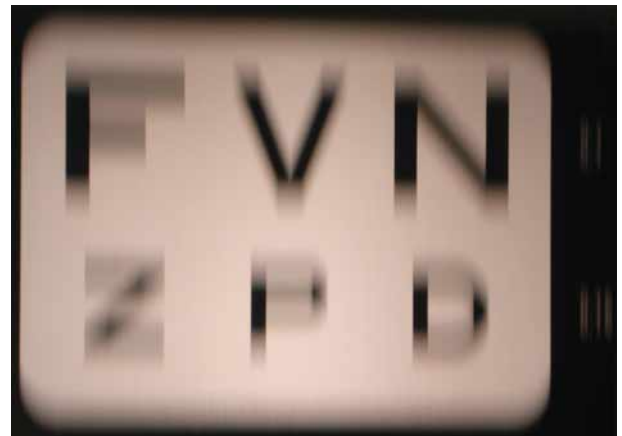


Fig. 5. Visión de un paciente con 4 dioptrías de astigmatismo simple miópico a favor de la regla.

Astigmatismo total = astigmatismo corneal + astigmatismo interno

Puede clasificarse según se encuentre el eje del astigmatismo (en valor negativo):

Entre: 0° - 15° y 165° - 180°.

Mayor potencia en el meridiano vertical
Astigmatismo directo o a favor de la regla

Entre: 75° -105°.

Mayor potencia en el meridiano horizontal
Astigmatismo inverso o contra la regla

Entre: 15 - 75° y 105° - 165 °

Astigmatismo oblicuo

ASTIGMATISMO INTERNO

Se debe a los medios internos del globo ocular, toricidad de la cara interna de la córnea, inclinación del cristalino o también por la forma de la retina⁹. Se puede medir de forma indirecta una vez conocidos el astigmatismo total y el astigmatismo corneal. Suele ser un astigmatismo inverso en la mayoría de ocasiones contrarrestando parte del astigmatismo corneal y raras veces supera las dos dioptrías³.

TORICIDAD CORNEAL

La córnea posee una serie de características distintas y propias de cada individuo; diámetro total, excentricidad, espesor, curvatura y **toricidad**.

Para entender mejor a qué nos referimos cuando hablamos de superficies tóricas, es de gran utilidad imaginar un toroide (fig. 6) como el que se muestra en la imagen, las superficies tóricas tienen, como se puede apreciar, un radio mayor y uno menor perpendiculares entre sí. La toricidad corneal la podemos medir restando el valor del radio más cerrado al más plano de los meridianos principales. Los radios centrales los podemos conocer mediante las lecturas queratométricas que proporcionan el queratómetro o el topógrafo corneal, con este último, medimos al mismo tiempo la periferia de la córnea y podemos saber como la toricidad se incrementa, se reduce o bien se mantiene igual respecto al centro.

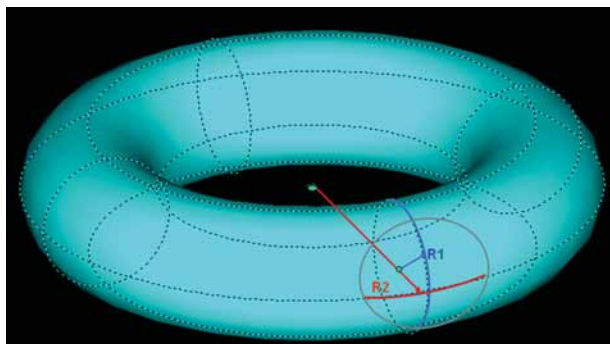


Fig. 6. Toroide.

ASTIGMATISMO CORNEAL REGULAR

A nivel refractivo, la córnea tórica posee dos focales distintas en sus meridianos principales, para conocer la potencia de la cara anterior, debemos pasar los radios expresados en mm a dioptrías mediante el índice de refracción de la córnea (n: 1,376).

El astigmatismo corneal total será la suma del astigmatismo corneal anterior y el astigmatismo corneal posterior. La dificultad que supone medir los radios corneales internos de la córnea ha conducido, en la práctica diaria, a prescindir de esta medición tratando a ambos medios (córnea y humor acuoso) como si

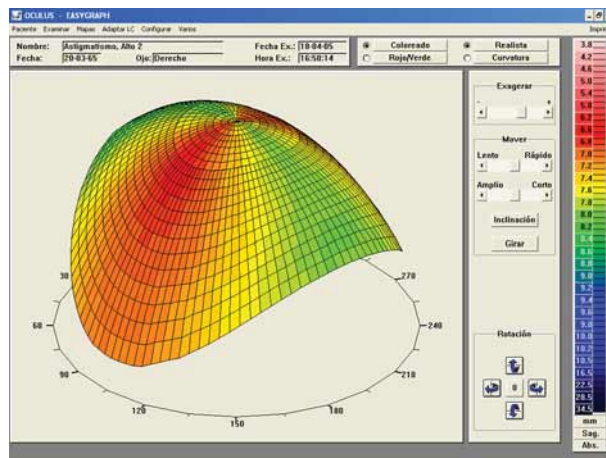


Fig. 7. Topografía tridimensional de una córnea.

fueran uno solo, de este planteamiento surgen las transformaciones de radios a potencias^{10,11} que nos ofrecen prácticamente todos los queratómetros y topógrafos corneales, la mayoría calibrados con una esfera de radio 7,50 mm que equivale a 45 dioptrías con lo que se obtiene un índice de refracción de 1,3375 y se puede hallar la potencia total de la córnea y su astigmatismo¹¹.

Ejemplo de la transformación de radios (en mm) a dioptrías y cálculo del astigmatismo corneal:

$$\begin{aligned} \text{Queratometría (Qx)} &= 8,20 \times 7,90 & n &= \text{aire (1)} \\ P &= 1000 (n' - n) / R & n' &= 1,3375 \end{aligned}$$

$$P_{180} = \frac{1000 (1,3375 - 1)}{8,20} = 41,15 \text{ dp}$$

$$P_{90} = \frac{1000 (1,3375 - 1)}{7,90} = 45,60 \text{ dp}$$

$$AC = 41,15 - 45,60 = -4,45 \times 180^\circ$$

Orientación del astigmatismo corneal

El astigmatismo corneal debe anotarse en valor negativo y el eje corresponde siempre al eje en el cual se encuentra el meridiano más plano de la córnea.

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Queratometría} & 180^\circ \times 8,15 \text{ y a } 90^\circ \times 8,00 \\ AC &= 180^\circ \times -0,75 \end{aligned}$$

Cálculo aproximado del astigmatismo corneal (0,05 -> 0,25 dpt)

A partir de los radios obtenidos en la queratometría puede calcularse el astigmatismo corneal de una forma más ágil pero menos exacta que la descrita en el apartado anterior; por cada 0,05 mm de diferencia entre los meridianos principales de la córnea equivale a 0,25

dioptrías de astigmatismo corneal. Es una aproximación válida cuando las diferencias entre radios corneales no es muy alta y además se encuentra entre valores no muy extremos (radios muy planos o muy cerrados no serían tan válidos) tal como se muestra en la gráfica (fig. 8).

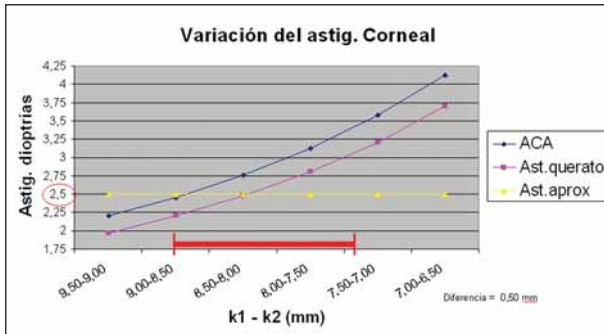


Fig. 8. Comparación entre el método aproximado (0,05 -> 0,25 dpt), astigmatismo corneal anterior y astigmatismo corneal Qx (calculado o medido directamente de la escala del queratómetro).

LENTE ESFÉRICA (ROTACIÓN SIMÉTRICA) Y CórNEA TÓRICA

Bajo la condición de que la lente de contacto GP de rotación simétrica no flexe, la lágrima que se encuentra justo debajo de la lente esférica formará una lente esférica (fig. 9), copiando la forma de lente esférica y de la córnea tórica, y prácticamente corregirá el 100% del astigmatismo corneal Qx puesto que ambos índices de refracción, lágrima e índice del queratómetro, son muy similares.

Podemos adaptar este tipo de lentes cuando aseguremos un correcto centrado y una buena interacción entre la lente y la córnea, en el punto en que la toricidad corneal sea tal que comprometa la adaptación debemos pensar en una geometría interna tórica para ali-

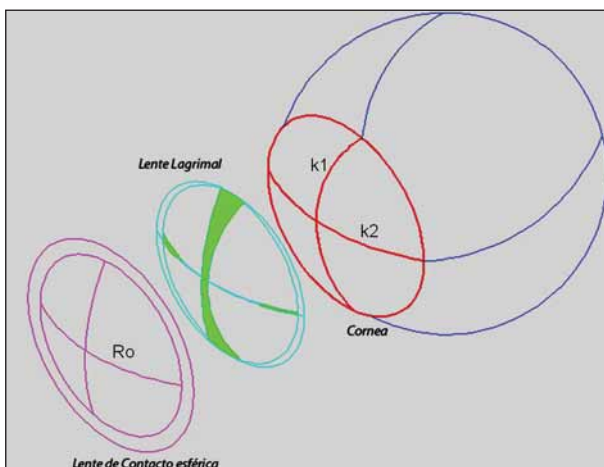


Fig. 9. $n(\text{material})$ 1,432 $n(\text{lágrima})$: 1,336 $n(\text{keratómetro})$: 1,3375.

near mejor ambos meridianos corneales. Generalmente, los astigmatismos corneales directos pueden tolerar una adaptación con lentes esféricas mayor que los astigmatismos corneales inversos, puesto que en estos últimos, la lente tiende a descentrarse en dirección nasal o temporal.

LENTE DE CONTACTO TÓRICA INTERNA (RT) Y ASTIGMATISMO INDUCIDO

Las lentes tóricas internas (RT) son lentes con dos radios diferentes perpendiculares entre sí en su superficie interna y un radio único en su superficie frontal, se seleccionan acorde con la adaptación que se está realizando y no tiene sentido, por ejemplo, escoger este diseño cuando la toricidad corneal no lo requiere. Este tipo de lentes presenta dos potencias distintas, una en cada meridiano principal, una de estas dos potencias, la menos negativa, es establecida por el adaptador. Las potencias principales de estas lentes se pueden medir con la ayuda del frontofocómetro, no obstante, la potencia cilíndrica de la lente variará una vez se emplace en la córnea debido al medio que separa ambas superficies, que por supuesto ya no será aire ($n=1$), sino lágrima ($n=1,3336$). El cilindro de la lente que mediríamos en esta situación sería igual al astigmatismo inducido que dependerá de la diferencia entre los radios internos y del índice de refracción del material de la lente.

Bajo la condición de que los meridianos internos de la lente (radio plano y cerrado) se adapten a los meridianos principales de la córnea tórica (k plano y k cerrado), el uso de lentes tóricas internas compensarán totalmente el astigmatismo corneal, como lo haría una lente esférica, y además lo sobrecorriges con un valor igual el astigmatismo inducido.

Un método que nos puede ser útil para calcular aproximadamente el astigmatismo inducido en este tipo de adaptaciones es que por cada 0,10 mm de diferencia entre radios de curva interna se genera un astigmatismo inducido de -0,25 dioptrías en dirección del eje más plano de la lente¹¹.

Ejemplo:

Radios internos de LC GP tórica 8,00 x 7,20 (diferencia 0,80 mm)

El astigmatismo inducido será de -2,00 dioptrías (aproximando cada 0,10 -> 0,25) en dirección del meridiano más plano. Si tenemos una queratometría 180° 7,95 x 7,00 (AC queratométrico = 180° -5,76 D) y adaptamos la lente anterior (radios 8,00 x 7,20) corregimos en total un astigmatismo aproximado de:

$$180^\circ \times -7,75 \text{ D}$$

siempre y cuando coincidan el meridiano más plano de la lente con el de la córnea.

El astigmatismo inducido, lo podemos hallar también de manera exacta calculando la potencia para cada

meridiano de forma independiente y calculando la diferencia entre ambos. Para ello, también podemos utilizar la siguiente ecuación más simplificada:

$$Ast.Ind = (n_{lc} - n_{lágrima}) \left(\frac{1}{r_{LC.cerr}} - \frac{1}{r_{LC.plano}} \right)$$

En la gráfica (fig. 10) se observa como varía el astigmatismo inducido en función de la curvatura interna de la lente. Para radios internos de la lente considerablemente planos el astigmatismo inducido es menor que para radios más cerrados

Ejemplo:

- Radios de lente 9,00 x 8,20 (dif. 0,80 mm) -> Astigm. inducido -> -1,68 D
- Radios de lente 7,50 x 6,70 (dif. 0,80 mm) -> Astigm. Inducido -> -2,45 D

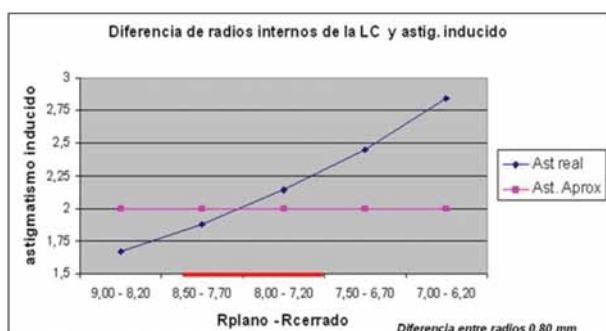


Fig. 10. Cálculo del astigmatismo inducido real vs aproximado (n:1,49).

En este caso el material tiene un índice de refracción de 1,49, si modificamos el índice de refracción del material, obviamente, también variará el astigmatismo inducido:

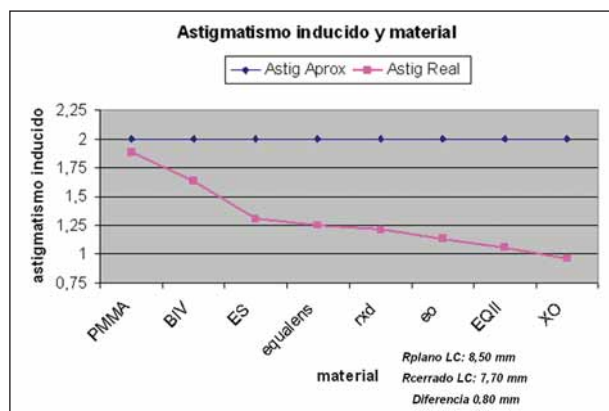


Fig. 11. Astigmatismo inducido por una lente GP de radios internos 8,50 x 7,70 en función n'

En lentes de contacto tóricas internas (RT) con materiales de un índice de refracción bajo, el astigmatismo inducido será también más bajo. Por tanto, materiales como el PMMA o el Boston IV, con índices de refracción altos; 1,49 y 1,469 respectivamente, inducen un astigmatismo mayor que materiales como el Boston Equalens II o el Boston XO que poseen índices de refracción menores; 1,423 y 1,415 respectivamente.

En resumen, mediante la modificación del material y de la diferencia de radios internos de una lente tórica (RT) podemos incrementar o reducir el astigmatismo inducido y mejorar la corrección de la ametropía reduciendo el astigmatismo residual.

La adaptación de este tipo de lentes queda condicionada por el astigmatismo refractivo del paciente y por la toricidad corneal. En las ocasiones en las que el astigmatismo corneal (Qx) es inferior al refractivo este tipo de lente suele ser ideal. Cuando el astigmatismo corneal (Qx) es igual o mayor al refractivo, bajo las condiciones de una correcta adaptación, se sobre Corrige siempre la corrección del astigmatismo refractivo y aparecerá un astigmatismo residual¹¹.

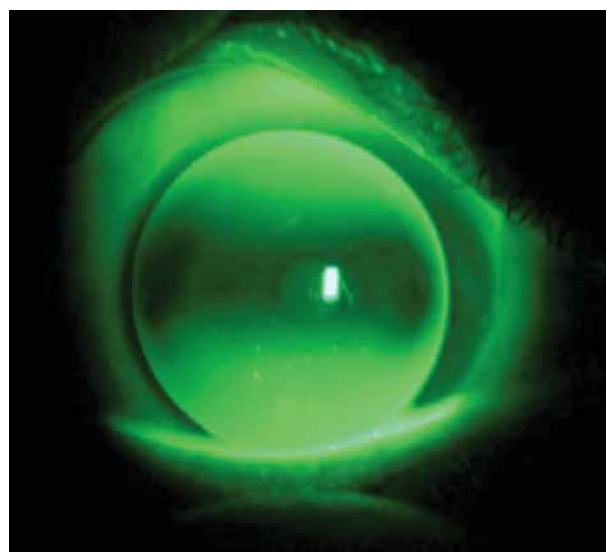


Fig. 12. Lente GP esférica alineada en el meridiano corneal más plano de una córnea tórica.

SELECCIÓN DE PARÁMETROS PARA UNA CORRECTA ADAPTACIÓN EN GP TÓRICA

La selección de lentes tóricas internas es necesaria cuando la diferencia entre radios principales de la córnea es tan alta que una lente esférica ya no es capaz de estabilizar de forma correcta, lo cual se debe a que la lente no puede alinearse correctamente a los dos meridianos principales de la córnea; cuando se consigue alinear la lente al meridiano más plano, en el más ce-

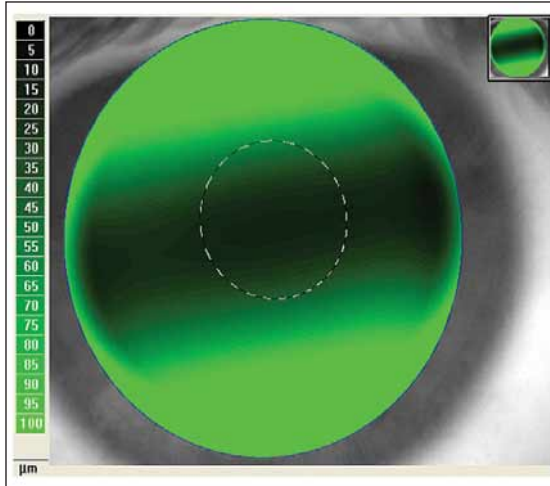


Fig. 13. Lente GP esférica alineada en el meridiano corneal más plano.

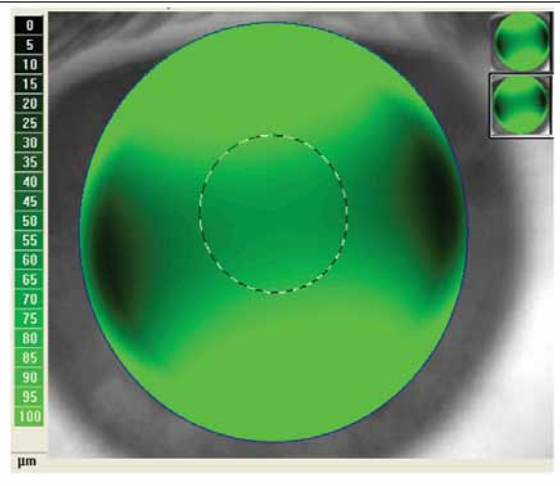


Fig. 14. Lente GP esférica adaptada 0,25 mm más cerrada que el meridiano corneal más plano.

rado, la lente queda plana. Si se selecciona un radio más cerrado, la lente queda cerrada en el meridiano corneal más plano pero, aún así, seguirá sin contactar de forma adecuada en el meridiano más cerrado.

Ejemplo (figs. 13 y 14):

Simulación de un fluorograma estático central de lentes GP esféricas sobre córneas tóricas con un astigmatismo alto a favor de la regla (fig. 12 fluorograma real).

En el ejemplo anterior se puede observar como al cerrar los radios de la lente esférica no se consigue mejorar la adaptación. Al contrario es posible que incluso empeore el comportamiento de la lente debido a una reducción de superficie de apoyo sobre la córnea. Además este tipo de adaptaciones suelen ser más incómodas para el paciente.

El patrón del fluoresceinograma que buscaremos, al adaptar lentes tóricas internas, será el mismo que podríamos ver si adaptásemos una lente esférica sobre una córnea ligeramente tórica a favor de la regla, es decir, aproximadamente paralela en el meridiano horizontal y plana en el vertical¹². Para conseguirlo, como regla general podemos abrir el radio horizontal 0,05 mm respecto a la queratometría horizontal y entre 0,10 a 0,20 mm el meridiano vertical, dependiendo de la excentricidad y toricidad que presente la córnea¹². De este modo, conseguimos que la lente se mueva de forma apropiada en dirección superior-inferior evitando que se produzca un desplazamiento nasal-temporal, además de facilitar un correcto intercambio de lágrima. La diferencia mínima entre radios internos de la lente, para evitar que rote en el ojo, no debe ser inferior a 0,30 mm.

$$R_o = K \text{ horizontal} + 0,05$$

$$R_1 = K \text{ vertical} + (0,10 \text{ a } 0,20)$$

Ejemplo 1 (fig. 15)

Queratometría: 180° 8,00 x 7,50
Elección inicial de la lente: ro:8,05 x r1:7,65

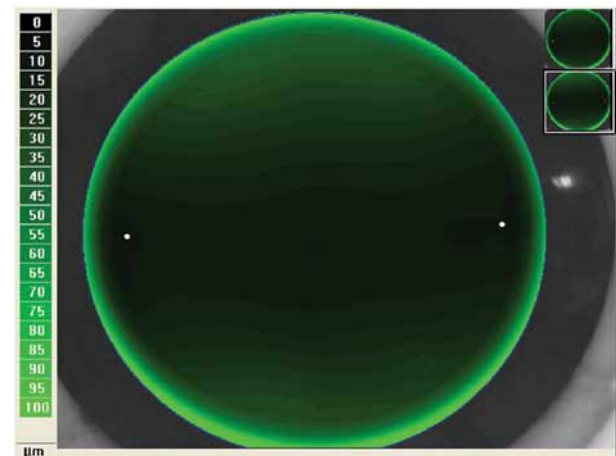


Fig. 15. Simulación de un fluorograma de lente tórica sobre una córnea tórica a favor de la regla.

Ejemplo 2 (fig. 16)

Queratometría: 90° 8,00 x 7,50
Elección inicial de la lente: ro:8,10 x r1:7,55

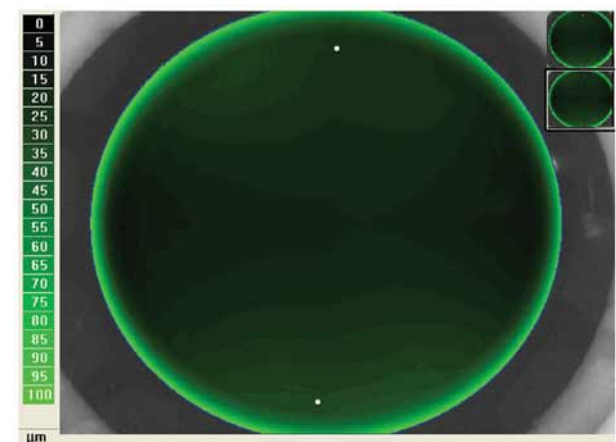


Fig. 16. Simulación de un fluorograma de lente tórica sobre una córnea tórica en contra de la regla.

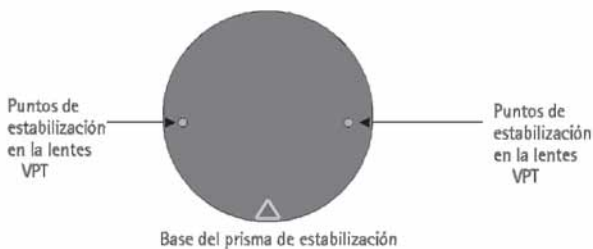
Todas las lentes BIAS-T tóricas (laboratorio Conóptica) internas (RT) o bitóricas (BT) tienen dos puntos en los extremos de la lente, al unirlos con una línea imaginaria, dividen la lente en dos hemisferios y nos indican donde se encuentra el meridiano con el radio más plano de curvatura interna. Al observar la lente por lámpara de hendidura los puntos deberían coincidir con el eje del meridiano más plano de la córnea. Particularmente, las lentes BIAS T poseen un punto adicional para diferenciar la lente del ojo derecho (3 puntos) de la lente del ojo izquierdo (2 puntos).

ELECCIÓN DE LA GEOMETRÍA DE CARA ANTERIOR EN ADAPTACIONES DE LC GP

Diseño VPT (toricidad frontal)

En muchos casos la lente GP de rotación simétrica interna (esférica o asférica) tiene muy buen comportamiento y buen patrón fluoresceínico, sin embargo al sobrerrefraccionar, aparece un astigmatismo residual considerable que afecta directamente a la calidad visual. La posibilidad de corregir este astigmatismo con una lente GP se puede realizar generando un cilindro en la cara anterior de la lente para que compense el astigmatismo residual. La condición para que se pueda corregir de forma correcta es que la lente se mantenga siempre en una misma posición, evitando una rotación continuada, para lo cual, se debe elaborar en la misma cara anterior de la lente, a parte de la toricidad, un prisma de estabilización⁹. Este prisma es calculado automáticamente por el laboratorio y en función de la graduación de la lente. Aunque también la cantidad del prisma puede ser modificado, por el adaptador, en pasos de 0,25∇.

Las lentes BIAS-S VPT, por ejemplo, tienen dos puntos horizontales que indican la posición del prisma (perpendicular a la línea que une estos puntos). Estas marcas deben encontrarse en posición horizontal aunque pueden rotar ligeramente, nos sirven para conocer el giro que pueda estar haciendo la lente y de esta manera corregirlo de forma efectiva rectificando la posición del eje del astigmatismo.



Ejemplo

Qx : 180° 8,00 x 7,95
Gx: 180° -1,25 -2,25

Lente de prueba: BIAS -S Ro: 8,05
P: -3,00
Dt: 9,60

SRx: 180°-1,00 +1,25

Pedimos la siguiente lente:

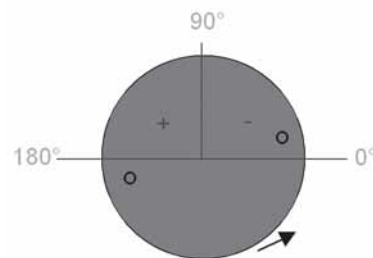
BIAS-S VPT Ro 8,05
180° -1,00 cil. -1,75 esf
Dt 9,60
Material: Bo EO
Prisma: 1,00∇

Si la lente rota hacia la derecha y se mantiene siempre en esta posición restaremos los grados de rotación al eje del astigmatismo⁹.

Ejemplo: potencia inicial de la lente 180° -1,00 -1,75

La lente rota 10° hacia a la derecha

Pediremos una lente nueva con el giro corregido:



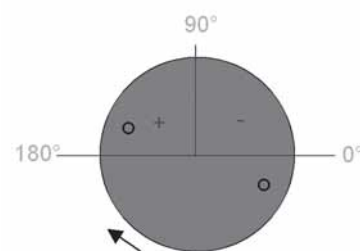
170° -1,00 -1,75

La lente nueva debe quedar en la misma posición que la anterior de manera que con el giro que efectúa corrija el astigmatismo por completo. Por el contrario, si la lente gira hacia la izquierda deberemos hacer lo mismo que en el caso anterior pero esta vez sumando en vez de restar⁹.

Ejemplo: potencia inicial de la lente 180° -1,00 -1,75

La lente rota 10° hacia a la izquierda

Pediremos una lente nueva con el giro corregido:



10° -1,00 -1,75

Podemos usar, a modo de recordatorio la palabra DRIS para saber si debemos restar o sumar (También valido y utilizado en lentes blandas tóricas):

Derecha Resta Izquierda Suma

LENTE BITÓRICAS

Este tipo de lente tiene la particularidad de ser tórica en sus dos caras de manera que puede adaptarse correctamente a la forma corneal y al mismo tiempo corregir cualquier tipo de astigmatismo residual.

En el diseño BIAS podemos encontrar

- Bitórica compensada (BTC)
- Bitórica (BT)
- Bitórica cruzada (BTX)

Bitórica compensada (BTC)

La lente bitórica compensada está diseñada de tal manera que no va a inducir ningún astigmatismo, al contrario de lo que sucede con las lentes RT (tórica interna), es decir, la cara externa tórica compensa el astigmatismo que induce la cara interna de la lente al ser adaptada, de manera que podremos adaptar una lente tórica con un efecto óptico esférico^{11,12}. Esta lente esta destinada a aquellos casos que el astigmatismo corneal (Qx) es igual al astigmatismo refractivo en plano corneal.

Ejemplo:

Refracción en gafa:

$180^\circ -4,25 +5,00 \rightarrow 12 \text{ mm} \rightarrow 180^\circ -4,56 +5,32$

Queratometría:

$180^\circ 8,05 \times 7,25 \quad C(Qx) = 180^\circ -4,63$

Observamos que el astigmatismo corneal $180^\circ -4,63$ y el astigmatismo refractivo $180^\circ -4,56$ son prácticamente iguales.

En este caso una lente esférica si no flexa compensa bien el astigmatismo pero difícilmente conseguirá también una correcta alineación, y por tanto un buen comportamiento con la córnea. La lente tórica interna adecuada ofrece un buen comportamiento y una buena alineación con la córnea pero el astigmatismo que induce sobre corrige el astigmatismo refractivo dando lugar a un astigmatismo residual en el mismo eje que el refractivo pero de signo contrario ($180^\circ +1,00$). La mejor opción es una lente tórica interna que se alinee de forma correcta con la córnea y al mismo tiempo una toricidad en cara externa calculada para corregir el astigmatismo inducido por la toricidad interna de la lente. El laboratorio se encargará de diseñar la cara externa a fin de conseguir compensar el inducido. Los

parámetros que daremos al laboratorio, por ejemplo, serían los siguientes:

BIAS BTC

Ro: 8,10 x 7,40

P: +5,50

Dt: 9,60

Material: Equalens

Bitórica (BT)

La lente bitórica compensada nos ha servido para corregir astigmatismos medianos altos donde se cumpliera la condición de que el astigmatismo corneal (Qx) fuese igual al astigmatismo refractivo en plano corneal, de manera que seguimos trabajando con una sola potencia, la del meridiano más plano o la más positiva, dejando para el laboratorio el cálculo de la potencia del meridiano más cerrado. En el diseño BT debemos dar, a parte de los dos radios internos, las potencias correspondientes a cada meridiano necesarias para corregir la refracción total del paciente. Este tipo de lente se utiliza cuando el valor del astigmatismo corneal y el valor del astigmatismo refractivo, en plano corneal, difieren bastante pero siguen estando orientados en el mismo eje.

Ejemplo. Astigmatismo refractivo inferior al astigmatismo corneal¹²

Refracción en Gafa:

$180^\circ -3,00 -7,00 \rightarrow 12 \text{ mm} \rightarrow 180^\circ -2,47 -6,46$

Queratometría:

$180^\circ 8,40 \times 7,65 \quad AC(Qx) = 180^\circ -3,94$

Observamos que el astigmatismo corneal $180^\circ -3,94$ es superior al astigmatismo refractivo $180^\circ -2,47$.

Si adaptamos una lente únicamente tórica interna el astigmatismo residual se incrementará en función de los radios internos que seleccionemos y del índice de refracción del material, por ejemplo si seleccionamos una lente BIAS RT en Boston ES de 8,45 x 7,80 el astigmatismo residual será de $180^\circ +2,50$, resultado de la diferencia entre el astigmatismo refractivo y el corneal más la adición del astigmatismo inducido.

Si adaptásemos una lente BIAS BTC el astigmatismo residual sería menor puesto que no existiría el componente de astigmatismo inducido, compensado por su superficie frontal tórica, pero aún no sería suficiente, el residual quedaría en $180^\circ +1,50$ aproximadamente.

Lo ideal en este caso es ofrecer la corrección correcta en cada uno de los meridianos principales. En el meridiano de 180° necesitamos corregir -6,50 dioptrías y en el de 90° necesitamos -9,00 dioptrías. Si abrimos el radio interno de la lente tórica 0,05 mm en el meridiano horizontal y 0,15 mm en el vertical, por el efecto del menisco lagrimal ya hemos corregido -0,25 dioptrías en el horizontal y -0,75 en el vertical, con lo

cual, para el meridiano horizontal de la lente necesitamos $-6,25$ dioptrías y para el vertical $-8,25$ dioptrías, por lo que pediremos la siguiente lente:

BIAS	$\frac{8,45}{7,80}$	$\frac{-6,25}{-8,25}$	Material: Boston EO
BT			Dt 9,60

A diferencia de la lente bitórica compensada, en este caso proporcionamos al laboratorio la corrección para cada meridiano por separado tal como mostramos en la fórmula anterior. Del mismo modo, si el astigmatismo refractivo fuese muy superior al corneal, y fuese necesaria una lente tórica interna, lo cual no llegase a corregir la totalidad del astigmatismo refractivo mediante el inducido, el cálculo que deberíamos hacer sería exactamente igual que en el caso anterior.

Bitórica cruzada (BTX)

Cuando los ejes del astigmatismo corneal y del astigmatismo interno no coinciden la suma de estos dos astigmatismos da como resultado un astigmatismo refractivo en un eje distinto al queratómétrico y de valor difícil de calcular. Si la diferencia no es muy alta, con las lentes descritas en los apartados anteriores puede solucionarse, quedando una refracción residual aceptable para el paciente y para el optometrista. Cuando no es así y se requiere una geometría interna tórica, no hay otra solución que calcular un nuevo cilindro, tallado en la cara externa de la lente y orientado a un eje distinto al eje del astigmatismo corneal y refractivo, de manera que corrija el astigmatismo residual que se va a generar.

Refracción en gafa:

$15^\circ -3,00 -1,00 \rightarrow 12 \text{ mm} \rightarrow 15^\circ -3,00 -1,00$

Queratometría:

$180^\circ 8,40 \times 7,80 \quad AC(Qx) = 180^\circ -3,09$

BIAS	$\frac{8,45}{7,80}$	$\frac{-0,75}{-4,75}$	Material: Boston EO
BTX			AG $13,6^\circ$ Dt 9,60

Aunque es posible calcular de entrada mediante soportes informáticos cuál debe ser el diseño exacto de estas lentes, es preferible trabajar con los resultados de sobrerrefracción obtenidos después de probar una lente esférica o preferiblemente una tórica.

BIAS MAC (astigmatismo medio compensado)

En ocasiones nos encontramos con astigmatismos refractivos medios (de $-1,75$ a $-3,00$ dioptrías) que coinciden con el astigmatismo corneal o se aproximan mucho.

Bajo estas condiciones sabemos que una lente bitórica compensada es capaz de corregir prácticamente todo el astigmatismo corneal (Qx) y únicamente debe-

remos preocuparnos del componente esférico de la refracción del paciente.

Una lente esférica también es capaz de corregir este tipo de astigmatismos, pero en estas condiciones, la adaptación suele ser mediocre y producir flexión de la lente, centrado incorrecto y reducción en cuanto a la comodidad, sobre todo cuando la toricidad corneal periférica es mayor que la que medimos en el centro. Para minimizar este problema acudimos a lentes de menor diámetro y/o lentes con bandas tóricas. ¿Por qué no una lente tórica?

Las lentes BIAS MAC, son lentes bitóricas compensadas. A efectos ópticos, una vez en el ojo, se comportan como lentes esféricas (corrigen por tanto todo el astigmatismo refractivo cuando este es igual al corneal) y al mismo tiempo mejoran el centrado, comportamiento y comodidad para el paciente.

La diferencia de radios es siempre de $0,35 \text{ mm}$ y es ideal para diferencias entre radios corneales de $0,40$ a $0,60$.

La adaptación de estas lentes se realiza partiendo de una lente BIAS esférica adaptándola sobre el meridiano más plano de la córnea. El cálculo del radio más cerrado de la lente BIAS MAC se realiza de forma automática siendo siempre $0,35$ más cerrado que el meridiano más plano de la lente. La periferia que proporciona la claridad de borde, en todas las lentes BIAS tóricas, se calcula de tal modo que consigue igualar la amplitud de estas bandas en los dos meridianos principales (plano y cerrado).

En resumen, proporcionando al fabricante los mismos datos que para pedir una lente BIAS esférica pero advirtiendo que se realice en BIAS MAC será suficiente para su fabricación.

ADAPTACIÓN DE BIAS-T MEDIANTE TOPÓGRAFO CORNEAL

En la adaptación de lentes de contacto GP tóricas, o bien disponemos de un gran número de lentes de prueba o deberemos esperar a que el laboratorio nos envíe

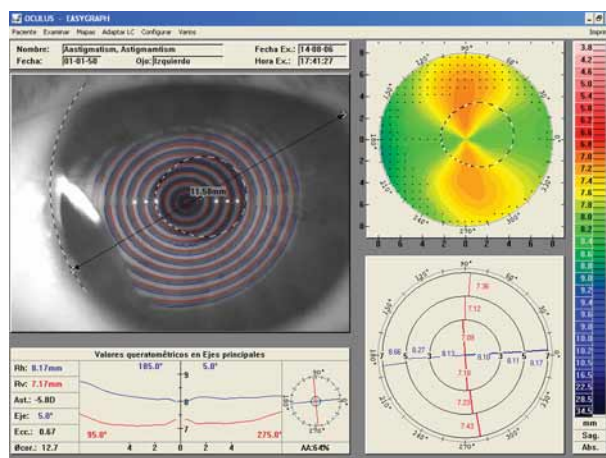


Fig. 17. Topografía del Easygraph. Córnea con astigmatismo directo ($5^\circ \times -5,40$).

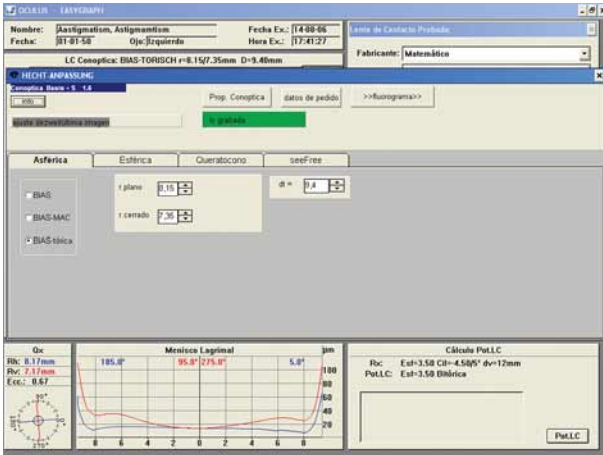


Fig. 18. Módulo de adaptación Conóptica. Selección de una lente BIAS T.

las lentes, calculadas de forma empírica, para poder comprobar si los parámetros elegidos son los más adecuados. El tiempo que esto comportará conlleva, en algunos casos, a no continuar con la adaptación o a optar por otros sistemas de compensación menos eficaces. Una solución interesante y fiable en la adaptación de lentes GP, hoy en día, es el uso de la simulación que pueden realizar algunos programas de los actuales topógrafos corneales, como el caso del Oculus Easygraph o también del Oculus Keratograph, que conjuntamente con el módulo de adaptación Conóptica Basis, Experto o Seefree es capaz de simular cualquier adaptación de lentes de contacto convencionales o especiales distribuidas y fabricadas por el propio laboratorio. El sistema puede proponer unos parámetros iniciales de la lente y el adaptador modificarlos según le convenga.

La topografía permite conocer cómo avanza la excentricidad corneal del centro a la periferia de la cara anterior de la córnea en cualquier meridiano, pudiendo anticipar si los radios de la lente deben ser más o menos ajustados. El gran número de puntos corneales analizados por este topógrafo, 22.000 en su máximo, aseguran una simulación estática de la adaptación muy

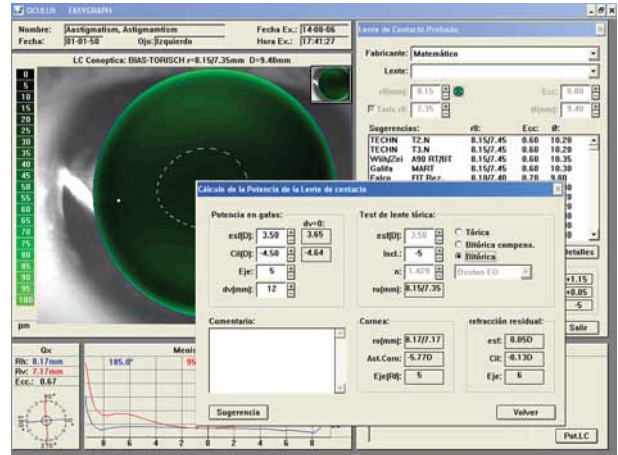


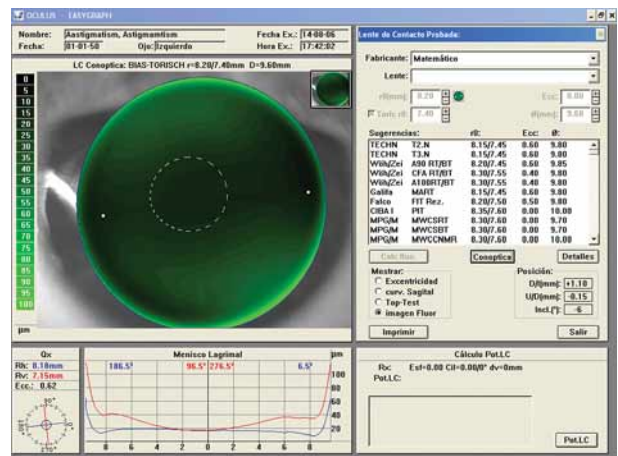
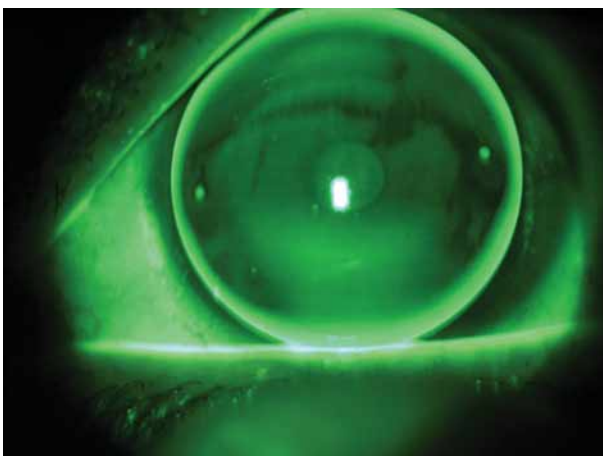
Fig. 21. Cálculo de la potencia y del astigmatismo residual.

cercana a la realidad, consiguiendo una primera elección de lente altamente precisa.

El módulo de adaptación permite incluso introducir la graduación del paciente y calcular cual sería el astigmatismo residual según el diseño de lente que esojamos (RT, BT o BTC).

Cada vez más, como vemos, la topografía corneal se está convirtiendo en una herramienta necesaria y útil para la adaptación de lentes de contacto, aunque sigue siendo el buen criterio del adaptador, que estudia el fluoresceinograma de la lente real y su comportamiento, el que decide qué modificaciones deben efectuarse en las lentes para conseguir la adaptación más correcta y definitiva para su paciente.

Podemos concluir que con los actuales diseños de lentes de contacto GP tóricas no existe razón por la cual justifique dejar astigmatismos residuales sin corregir. Podemos seleccionar los parámetros de la curvatura interna ideal y preocuparnos más tarde de solucionar el problema óptico mediante la curvatura de la cara anterior, seleccionando diseños VPT (toro externo), RT (tórica interna), BT (bitórica), BTC (bitórica compensada) o BTX (bitórica cruzada).



Figs. 19 y 20. Izquierda. Fotografía real del fluorograma estático en posición central de una lente BIAS BT. Derecha. Simulación mediante topografía Easygraph y módulo de adaptación Conóptica de la lente BIAS BT adaptada a la imagen de la izquierda.

Tabla Resumen de Diseños BIAS:

Diseño	Característica	Indicaciones	Usar cuando	Marcado
BIAS S	Lente básica biasférica	Ametropías esféricas con astigmatismo bajos	Ast.Cor. = Ast.Rx	
BIAS MAC	Diseño bitórico	Astigmatismo medio compensado	Ast.Cor = Ast.Rx Toricidades corneales entre 0,40 – 0,60	2 puntos en la periferia del meridiano más plano y un punto en la zona inferior del OD
BIAS RT	Diseño tórico interno	Mejora el centrado	Ast.cor < Ast.Rx	2 puntos en la periferia del meridiano más plano y un punto en la zona inferior del OD
BIAS BT	Diseño bitórico	Elimina cualquier astigmatismo residual	Ast.cor > Ast.Rx Ast.cor < Ast.Rx	2 puntos en la periferia del meridiano más plano y un punto en la zona inferior del OD
BIAS BTC	Diseño bitórico compensado	Bitórico con efecto óptico esférico.	Ast.cor = Ast.Rx Ast. Corneales Altos	2 puntos en la periferia del meridiano más plano y un punto en la zona inferior del OD
BIAS BTX	Diseño bitórico cruzado	Astigmatismo residuales en ejes distintos a los meridianos principales	Ast.interno en otro eje que el corneal.	2 puntos en la periferia del meridiano más plano y un punto en la zona inferior del OD
BIAS VPT	Toricidad externa (sistema de estabilización prismático)	Astigmatismos internos	Astigmatismo residuales con lentes esféricas	2 puntos en 3-9 y un punto en OD zona inferior
BIAS Multicon •	Lente multifocal	Presbicia (astigmatismo bajos)	Adiciones hasta +2,00	
BIAS Bicon •	Lente bifocal (sistema de estabilización prismático)	Presbicia (astigmatismos bajos)	Cualquier Adición	

* Próximo lanzamiento

Materiales disponibles:

Baja permeabilidad	Media permeabilidad	Alta permeabilidad
-BOSTON ES	-BOSTON EQUALENS -BOSTON EO	BOSTON XO

Bibliografía

- Lyle WM. Changes in corneal astigmatism with age. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 1971;48(6):467-478.
- Holden BA. The principles and practice of correcting astigmatism with soft contact lenses. Aust J Optom 1975;58:279-299.
- Le Grand. Óptica Fisiológica I. El ojo como instrumento óptico. 1991;147-161
- Belmonte González N. Refracción Ocular
- Tetsuro Osbika, Atsuo Tomidokoro, Kyoko Maruo, Tadatoshi Tokunaga, Norio Miyata Quantitative Evaluation of Irregular Astigmatism by Fourier Series Harmonic Analysis of Videokeratography Data. IOVS 1998; 39(5).
- Villa C. Atlas de Topografía Corneal y aberrometría Ocular. 2004;110-115
- Jeewan S Titiyal, Rajesh Sinha, Namrata Sharma, V Sreenivas, Rasik B Vajpayee. Contact lens rehabilitation

- following repaired corneal perforations BMC Ophthalmology 2006, 6:11 (www.biomedcentral.com/1471-2415/6/11)
- Gispets J, González R, López N, Merayo J, Rodríguez G, Villa C. Aberraciones Oculares.2005;15-16.
- Ruben M, Guillon M. Contact Lens Practice. 1994;624-650. 18. Grosvenor. Fitting the Astigmatigt Patient with Rigid Contact lenses.
- Ruben M, Guillon M. Contact Lens Practice.1994;293-294.16..Stone J.Keratometry and specialist optical Instrumentation.
- Douthwaite WA. Contact lens Opticts & Lens Designs 1995;109-111.
- Neuman S. Die Bestimmung der optischen Wirkung bei der Anpassung torischer Kontaktlinsen – ein Problem? Sonderdruck aus NOJ 10,11 und 12/89.
- Muckenhirn D. Die Anpassung bitorischer Kontaktlinsen Sonderdruck aus NOJ 10,11 und 12/89.