

Juan Durban Fornieles  
Facultad de Ciencias  
Optica

## **Práctica 10. Queratometría. Topografía corneal.**

Queratometría (Javal y Helmholtz) y topografía corneal.

### **1.- Objetivo**

#### **Breve descripción de la práctica**

La queratometría forma parte de las medidas o pruebas objetivas de la Optometría.

Se le clasifica como "objetiva" porque obtenemos datos valiosos para la Optometría del ojo sin que intervenga la subjetividad del paciente: sus respuestas, atención, concentración, estado de ánimo, ... no afectarían en la determinación de los resultados. Se basa en características del ojo, que podemos medir.

Las pruebas objetivas tienen la ventaja de que mide una realidad física del ojo, de depende del paciente que no nos puede engañar o confundir. Salvo el error experimental del instrumento o del Optometrista, lo medido responde a una característica física del ojo.

Pero una vez obtenidos los valores refractivos objetivamente debemos comprobar dichos datos mediante pruebas subjetivas porque nos confirma si es con la que el paciente mejor ve, si se adapta y si gana en eficiencia visual.

Cuando la cooperación del sujeto no pueda ser la adecuada se deben usar los métodos objetivos de optometría.

En esta práctica vamos a proyectar luz sobre la cara anterior de la córnea para medir la curvatura de esta, sobre todo nos interesan los radios de curvatura (K) de los meridianos principales de esa córnea.

Este valor de curvatura se puede expresar en Dioptrías o en milímetros de radio de curvatura, aunque para la medida del astigmatismo corneal nos interesa expresarlos en Dioptrías usándose milímetros para la adaptación de lentes de contacto.

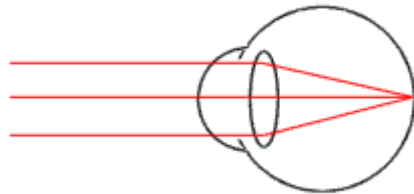
Se debe seguir un protocolo de actuación para no cometer errores, sobre todo en el inicio del aprendizaje de la técnica.

### **2.- Fundamento teórico**

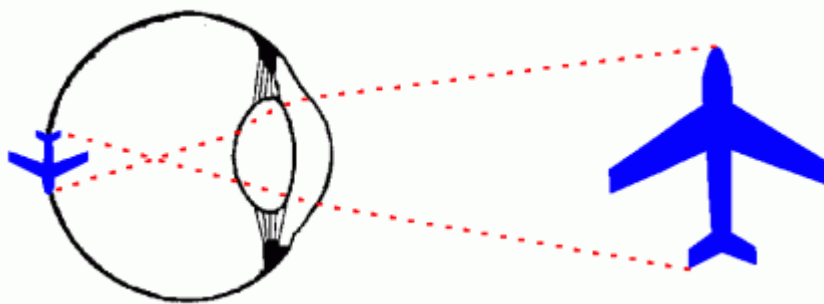
#### **Descripción**

El ojo es un sistema óptico, tiene un grupo de lentes que en circunstancias idóneas es capaz de proyectar una imagen nítida en la retina.

Cuando un objeto puntual es iluminado, de él surgen rayos luminosos en todas direcciones. El sistema de enfoque tiene que ser capaz de enfocar esos rayos que llegan al ojo, y concentrarlos en un solo punto.



Así, concentrando punto a punto cada grupo de rayos proveniente de un punto concreto, se origina una imagen proyectada de la realidad. Una imagen invertida (lo que está arriba se proyecta abajo, lo que está a la derecha se proyecta a la izquierda) y más pequeña pero que puede llegar a alcanzar una gran resolución



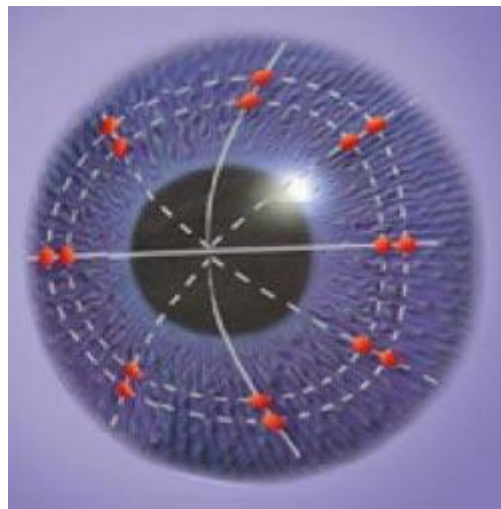
Este enfoque lo conseguimos mediante un sistema de lentes convergentes, de forma que los rayos que salen de un punto, vuelven a concentrarse en la retina. Un ojo que consigue enfocar nítidamente la imagen en la retina de un objeto situado lejos, en el infinito óptico (a más de 6 m de distancia), sin necesidad de lentes, es el ojo **emétrope**. Cuando esto no ocurre se dice que el ojo es **amétrope**.

El ojo amétrope miope tiene el punto focal por delante de la retina y el amétrope hipermétrope por detrás de la retina, pero tanto en el ojo emétrope como en el miope y el hipermétrope, todos los rayos de luz procedentes de un punto convergen en un solo punto imagen, el ojo forma un sistema de lentes esférico.

Esto no quiere decir que todas las lentes del ojo sean esféricas, si no que la suma de sus astigmatismos da como resultado un astigmatismo cero.

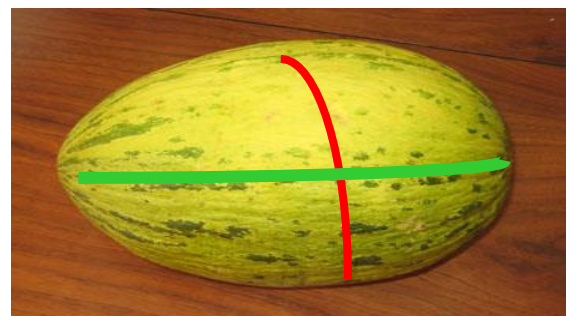
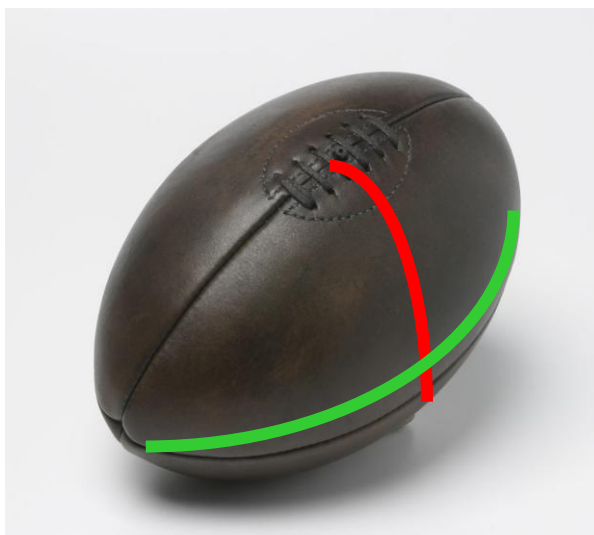
Pero en el ojo astigmata esto no es así. Las lentes del ojo NO forman un sistema de lentes esférico, podríamos decir que el resultado es como la superficie curva de un balón de rugby o de un melón con meridianos de diferente curvatura y por lo tanto de diferente potencia convergente.

La importancia de la queratometría y de la topografía corneal se debe, además de que existen patologías que alteran la normalidad de la morfología corneal, a que la mayoría del astigmatismo total del ojo se debe al astigmatismo de la cara anterior de la córnea y conociendo estos datos podremos tener información objetiva de cómo será probablemente el astigmatismo total del ojo.



La superficie central de la córnea, la principal lente ocular, no suele ser un casquete de esfera regular si no que hay meridianos de diferente curvatura, esto es el astigmatismo corneal. La cara anterior de la cornea podría compararse con un melón o un balón de rugby, con un meridiano de máxima curvatura y otro de mínima.

Lo normal en ojos emétopes es que el meridiano vertical sea mas curvo, mas potente, que el meridiano horizontal, a este tipo de astigmatismo se le llama normal, y que la diferencia entre ambos sea de 0,50 – 0,75 D.



Cuando el meridiano vertical es de mas curvatura, mas convergente, que el meridiano horizontal, se le llama astigmatismo corneal inverso y es menos probable y casi siempre en ojos astigmatas.

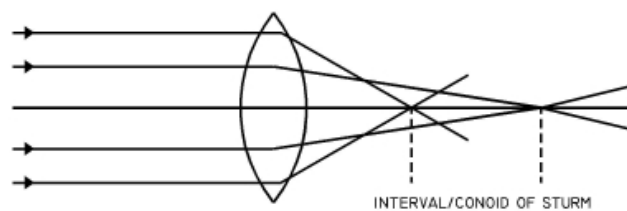


Tanto para la queratometría como para la topografía corneal se aprovecha la alta reflectancia de la cara anterior de la córnea para proyectar imágenes sobre ella y mediante su estudio calcular el radio de curvatura de la porción central de la córnea, la involucrada en la visión, 3 mm alrededor del eje visual del paciente.

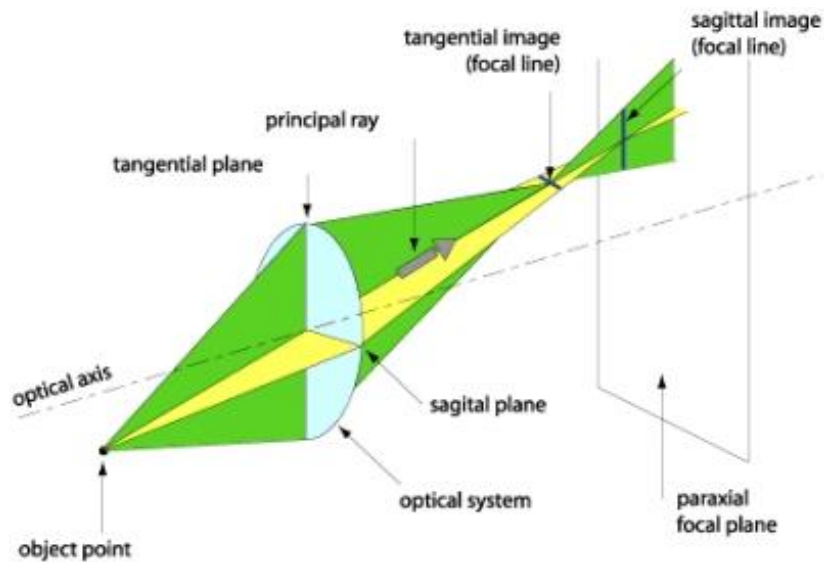
Cuando el astigmatismo corneal no es normal, cuando no contribuye a que el sistema óptico del ojo sea esférico, provoca que haya astigmatismo ocular, y por lo tanto ametropía.

En estos casos, dada la diferente potencia en los diferentes meridianos de la cara anterior de la cornea, que no se compensan con el astigmatismo interno del ojo, el sistema óptico ocular es astígmata y los rayos provenientes de un solo punto pasan a través de meridianos de diferente potencia positiva y por lo tanto no convergen en un mismo punto imagen.

FIGURE 31

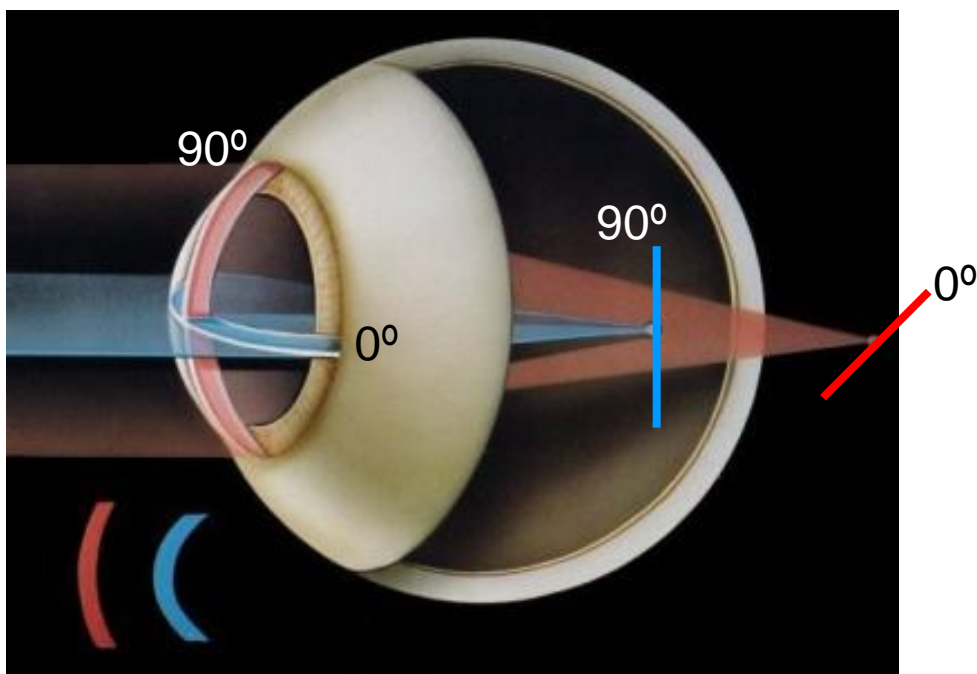


Cuando de cada punto objeto no se forma un solo punto focal, cuando no llegan a converger los rayos en un punto, se forma un grupo de puntos imagen de cada uno de los meridianos de diferente potencia en una área del espacio llamado conoide de Sturm. El lugar de mayor concentración de ese conjunto de puntos es el *círculo de menor difusión*, que es lo más aproximado al punto focal.



Pero en este círculo la imagen no está enfocada, sino difusa.

Los 2 meridianos principales de la córnea, el de mayor y menor potencia, suelen ser perpendiculares entre si, por eso, los extremos del conoide de Sturm son 2 líneas focales perpendiculares entre si, una mas cerca de la cornea (la mas miope) y la otra mas alejada de ella (la menos miope). La mas miope es perpendicular al meridiano ocular mas convergente y viceversa.



En la queratometría sólo se estudian los meridianos de mayor y menor potencia, pero entre medias están todos los demás meridianos, que tendrán las potencias de enfoque intermedias entre el mayor y el menor, y forman el conoide de Sturm.

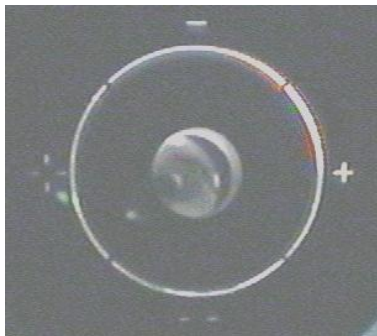
Hablamos normalmente en astigmatismo del meridiano horizontal y vertical,  $90^\circ$  y  $0^\circ$ , y no tiene que ser siempre así, pueden ser a  $20^\circ$  y  $110^\circ$ ,  $75^\circ$  y  $165^\circ$ , etc.

### 3.- Material

#### Listado de material a utilizar

##### Queratómetro de Helmholtz.

Dispone de un sistema de miras iluminadas, un telescopio que amplifica la imagen reflejada y un sistema de doble prisma que permite duplicar y mover las imágenes reflejadas en la cornea.



Se hace la medida simultánea del radio de curvatura en ambos meridianos.



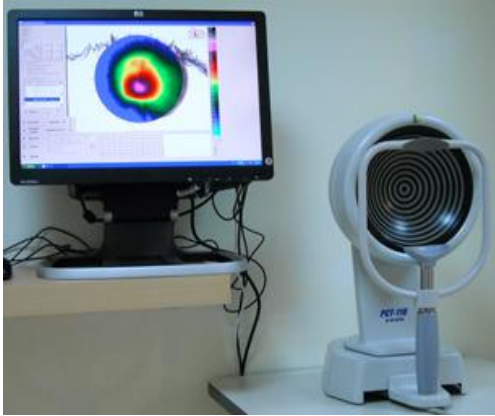
##### Queratómetro de Javal.

Dispone de un sistema de miras iluminadas móviles y un telescopio que amplifica la imagen reflejada.

Se hace la medida de un meridiano principal y después del otro.



al.  
en toda la zona óptica de la cara anterior corneal y por  
áticos se calcula la curvatura punto a punto, dando como  
pa topográfico.



#### **4.- Procedimiento**

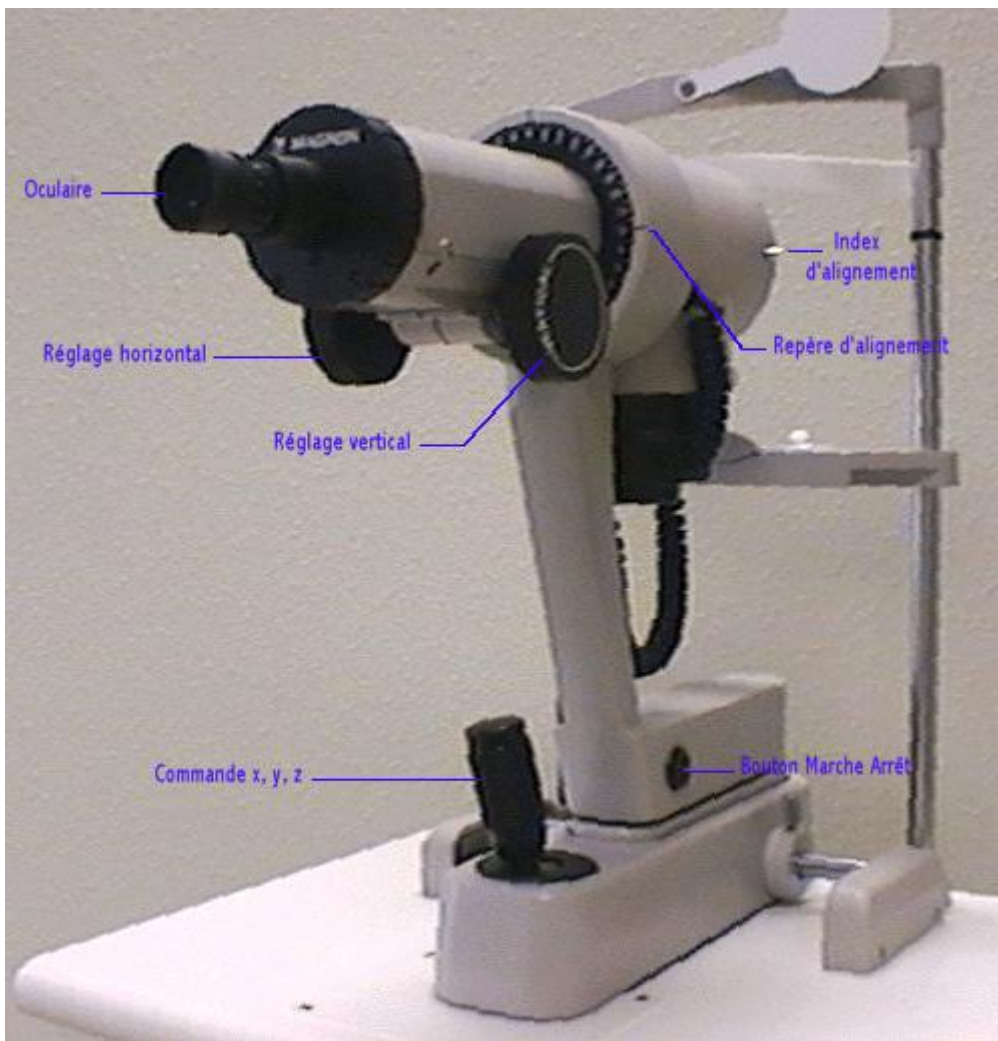
##### **Descripción detallada del método**

Tanto con los queratómetros como con el topógrafo vamos a proyectar luz sobre la cara anterior de la córnea y vamos a evaluar la curvatura según las imágenes reflejadas.

La gran diferencia entre queratómetros y topógrafo es que los primeros estudian la curvatura de los meridianos principales de la córnea, el de mayor y menor potencia, mientras que los topógrafos hacen un estudio mas extenso de la superficie corneal realizando por medio de sistemas computarizados un mapa de la superficie corneal completa.



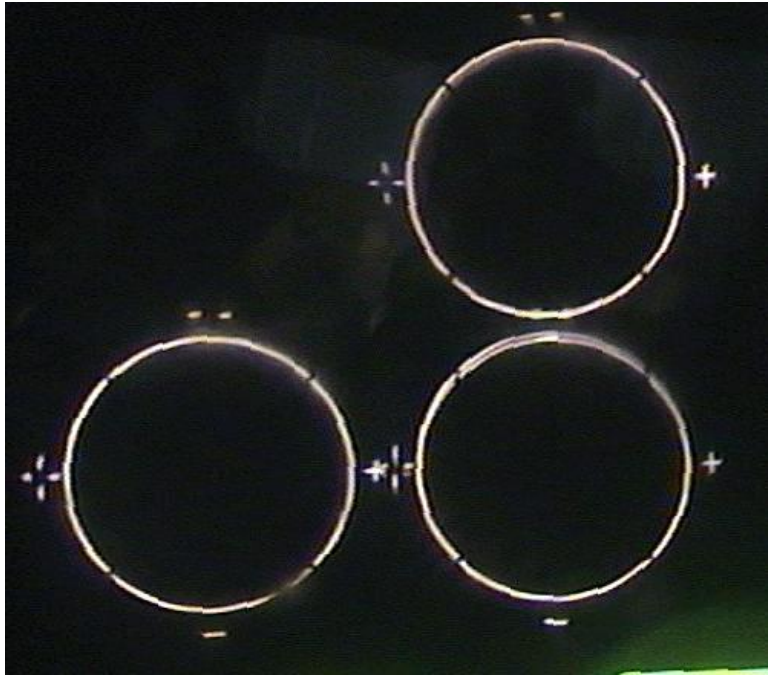
## Queratómetro de Helmholtz.





El paciente debe sentarse lo más cómodamente posible y apoyar frente y mentón en el lugar adecuado (mentonera) de forma que la cabeza no oscile durante la medida. Durante la práctica el paciente debe mirar hacia dentro del instrumento con el ojo a evaluar.

El optometrista debe ajustar el ocular del instrumento a su visión y luego coloca el instrumento a la altura de la pupila y frente al ojo a medir y acerca lo más posible el instrumento al ojo, luego, mirando por el ocular va separando el instrumento hasta que aparecen las miras. Cuando el instrumento está bien enfocado, por el sistema de prismas se ven 3 miras y NUNCA 4.



El test interno del instrumento, que ha servido para regular el ocular, debe colocarse en el centro del círculo inferior y a la derecha, para estar seguros de que medimos curvatura en ápex corneal y no en periferia.

Posteriormente mediante los mandos que regulan la medida del meridiano horizontal y vertical, generalmente a ambos lados del instrumento, deben colocarse las miras de forma que el signo + coincida con el mismo signo incompleto en horizontal, y el signo – con el equivalente en vertical.

Si los signos + y – no coinciden adecuadamente es posible que se deba a que los meridianos principales no sean  $0^\circ$  y  $90^\circ$  y tendremos que rotar el instrumento hasta conseguir la mejor coincidencia.

Una vez realizado esto podemos leer el resultado de la queratometría.

## Queratómetro de Javal.

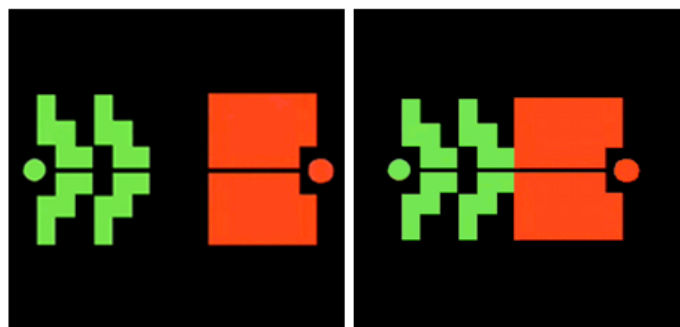


Al igual que en el otro Queratómetro, el paciente debe sentarse lo mas cómodamente posible y apoyar frente y mentón en el lugar adecuado (mentonera) de forma que la cabeza no oscile durante la medida. Durante la práctica el paciente debe mirar hacia dentro del instrumento con el ojo a evaluar.

El optometrista debe ajustar el ocular del instrumento a su visión y luego coloca el instrumento a la altura de la pupila y frente al ojo a medir y acerca lo mas posible el instrumento al ojo, luego, mirando por el ocular va separando el instrumento hasta que aparecen los reflejos de las miras. Enfocamos el instrumento hasta ver las miras nítidas.



Primero mediremos radio de curvatura del meridiano horizontal moviendo con el tornillo correspondiente las miras móviles horizontalmente hasta conseguir que la mira verde y naranja estén tangentes, pero no superpuestas.

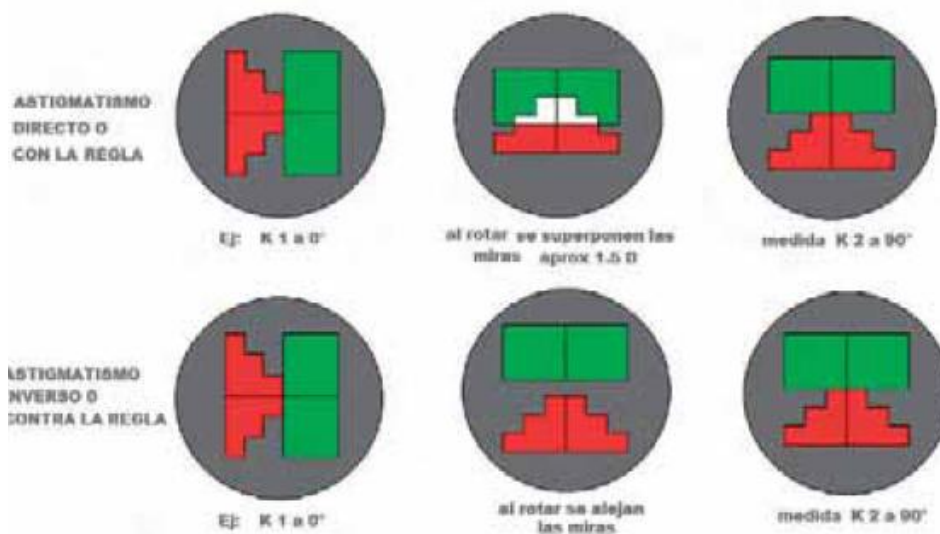


Si la línea negra central de las miras no coincide al colocarlas tangentes es porque el meridiano  $0^\circ$  no es uno de los principales y tendremos que rotar el instrumento hasta conseguir la mejor coincidencia.

Una vez realizado esto podemos leer el resultado de la queratometría en el meridiano medido.

Tras esta medida pasaremos a realizar la misma medida para el meridiano vertical, perpendicular al primer meridiano medido.

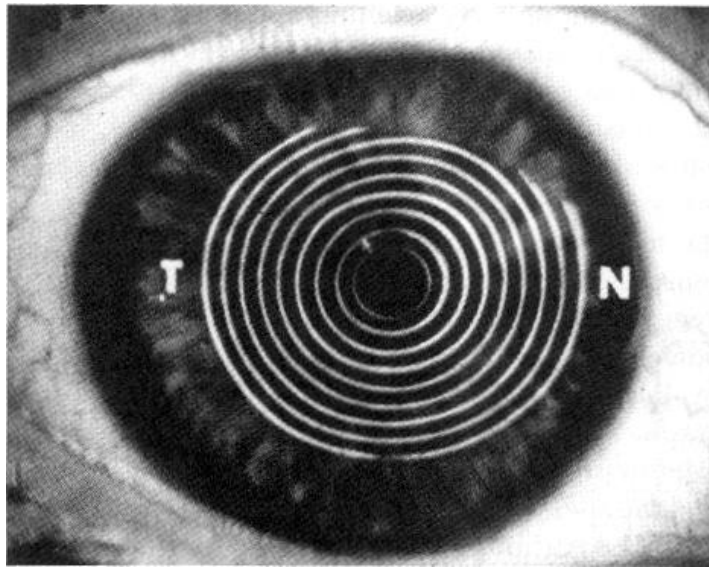
Podemos deducir de forma rápida el tipo y valor aproximado de astigmatismo corneal comparando la posición de las miras al girar el instrumento de horizontal a vertical:



Aunque esto es una aproximación visual por el número de escalones que se superponen las miras, es conveniente anotar siempre el número de dioptrías de curvatura en cada eje pues los valores numéricos expresos son importantes para predecir el astigmatismo ocular resultante.

## Topografía

Cada instrumento puede presentar peculiaridades en su uso, pero básicamente el procedimiento consiste en que el paciente debe sentarse lo más cómodamente posible y apoyar frente y mentón en el lugar adecuado (mentonera) de forma que la cabeza no oscile durante la medida. Durante la práctica el paciente debe mirar hacia el centro del instrumento con el ojo a evaluar. El optometrista observa la pantalla y debe ajustar la posición del instrumento hasta tener una imagen nítida de las miras, en ese momento pulsa para realizar la medida. Justo en ese momento el paciente no debe variar la mirada ni parpadear.

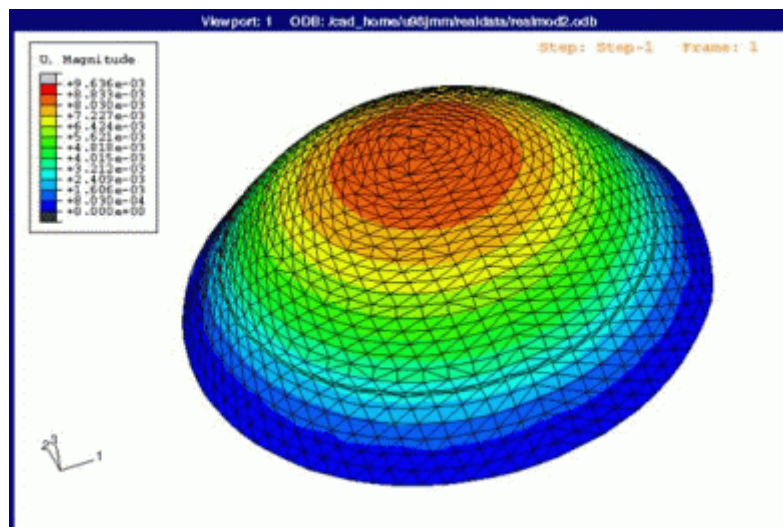
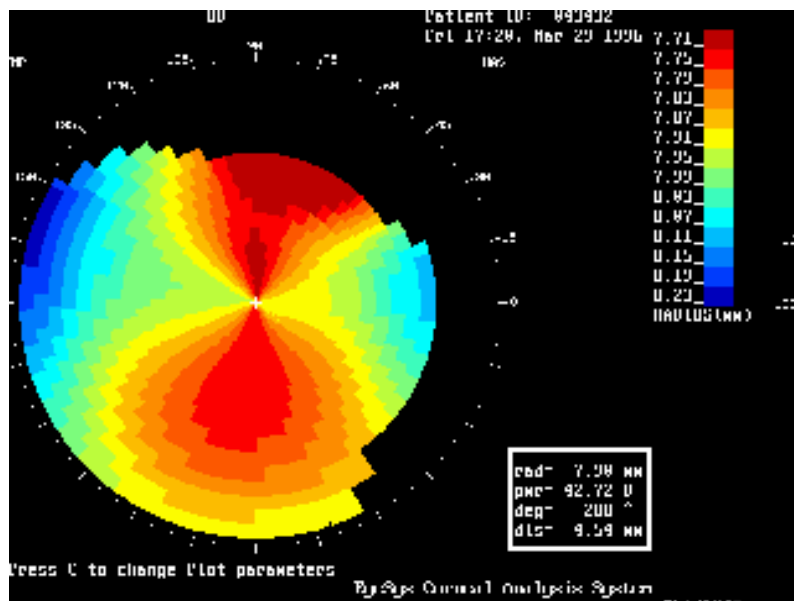


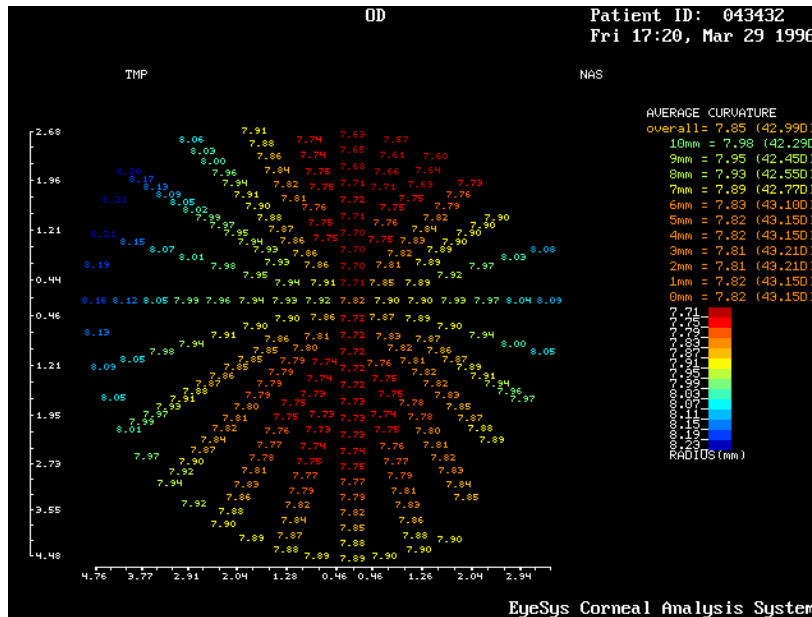
El instrumento calcula y ofrece los resultados en forma de mapa de topografía corneal que pueden ser:

**De curvatura:** Indican la curvatura corneal en cada punto.

**De elevación:** Comparan la superficie corneal con una de referencia.

**Refractivo:** Potencia en cada punto de la córnea.





## 5.- Anotación

### Forma correcta de expresar los resultados y valores normales esperados

Existen diferentes formas de expresar los resultados y todas son útiles. Lo importante es que no pueda haber dudas en la información dada.

Por Ej. Ojo derecho 44,50 D en el meridiano horizontal y 45,00 en el vertical:

- OD 44,50 a 0° x 45,00 a 90°
- OD (44,50 x 45,00) 0°
- OD 44,50 x 45,00 a 90
- OD (-, +) 0,50

Por convenio:

Se expresa primero la potencia del eje horizontal, y después la del vertical

Si no hay meridiano horizontal, primero el del eje que más se aproxime

Si el eje es oblicuo, primero el de menor número de grados

La diferencia de potencia entre los meridianos = Astigmatismo corneal

El eje de meridiano de menor potencia es el eje del cilindro corrector (siempre negativo)

0,20 mm de radio equivale aproximadamente a 1 D

Ejemplo: OI: 43,50 a 165° x 44,75 a 75°

Astigmatismo corneal = 44,75 – 43,50 = 1,25 D

Cilindro corrector: -1,25 a 165°

7,76 a los 165° x 7,55 a 75°

## 6.- Errores comunes

### Breve descripción de los errores más comunes que se pueden cometer

Dada la objetividad de la medida lo mas importante es realizar la práctica de forma sistemática, siguiendo los pasos de forma minuciosa.

No se debe olvidar la calibración periódica del equipo con la córnea de prueba que cada uno trae para no obtener medidas incorrectas.

## 8.- Cuestiones y Casos prácticos

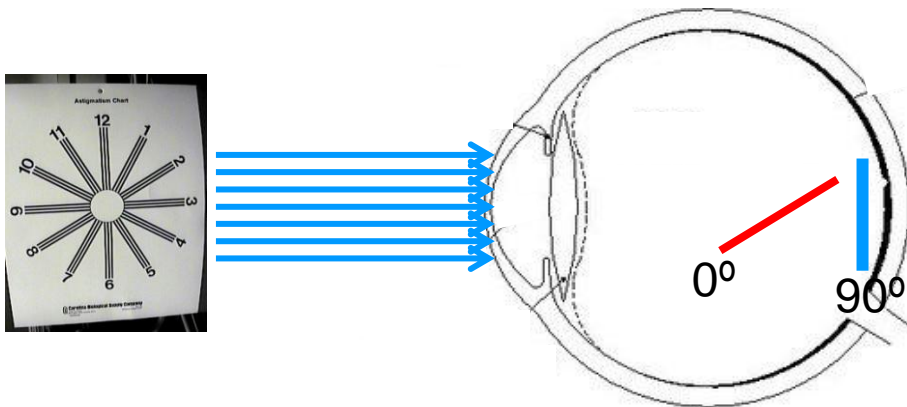
### Elaboración de cuestiones y casos prácticos que permitan al alumno realizar un autocontrol de sus conocimientos.

Supongamos el siguiente resultado de la queratometría:

OD 44,00 a  $0^{\circ}$  x 46,00 a  $90^{\circ}$

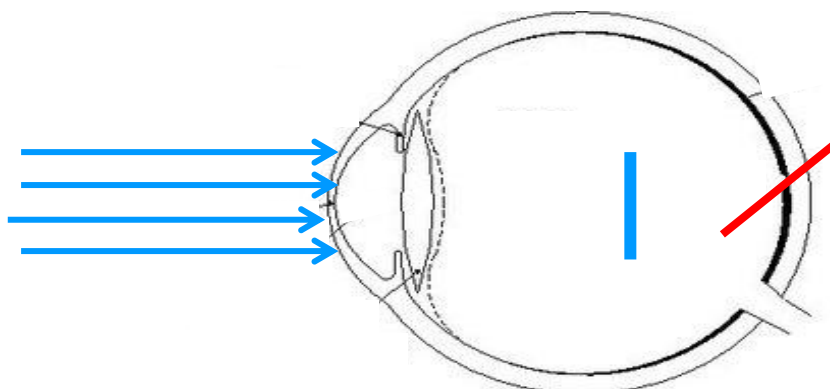
y que el ojo es miope.

Frente al test horario, sin compensación óptica podemos pensar que la línea que vera mejor es la línea 12-6



Un astigmatismo simple, con una focal en la retina y la otra por delante o por detrás, se corrige con una lente cilíndrica sin necesitar una esfera.

Por Ej.  $-2,00$  cil  $90^{\circ}$





En este caso una queratometría coherente con esta ametropía sería:

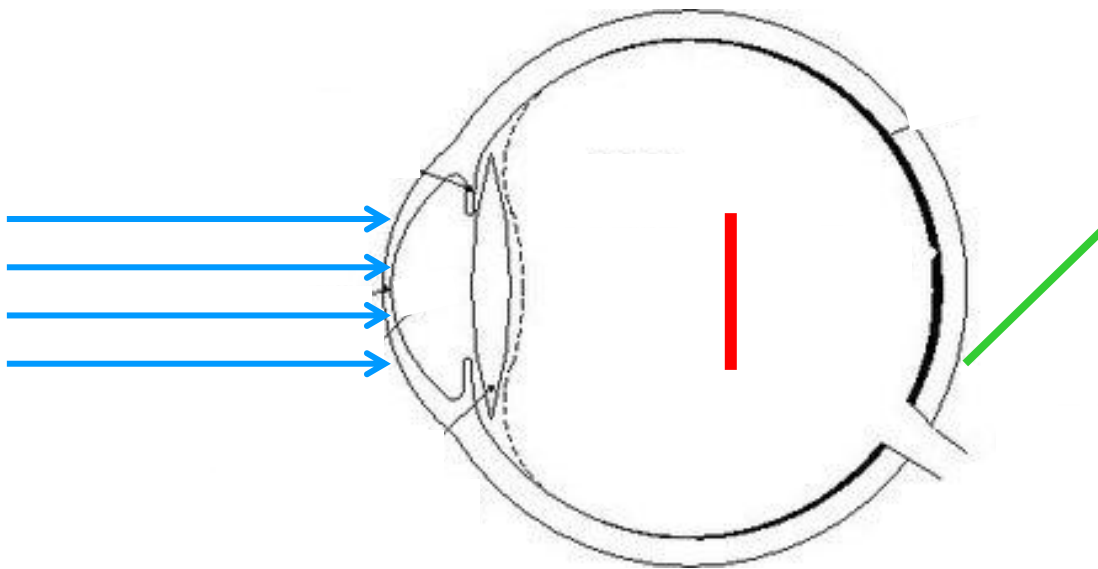
Por Ej.

45,00 a 0° x 44,00 a 90°

En un ojo astígmata e hipermetrope que cuando acomoda ve mejor la línea 9-3 una queratometría coherente con esta ametropía sería:

Por Ej.

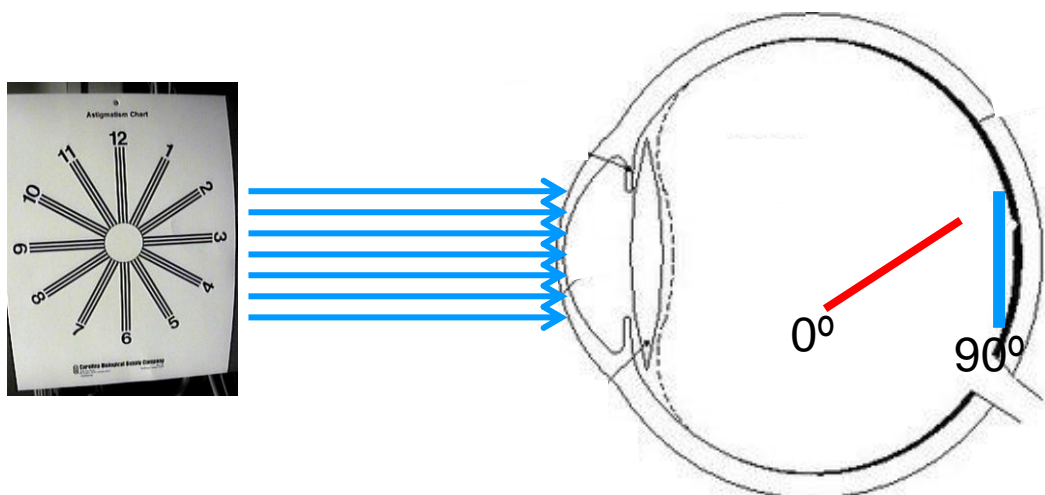
44,00 a 0° x 43,50 a 90°



En un ojo miope que ve mejor la línea 12-6 una queratometría coherente con esta ametropía sería:

Por Ej.

44,00 a 0° x 45,50 a 90°

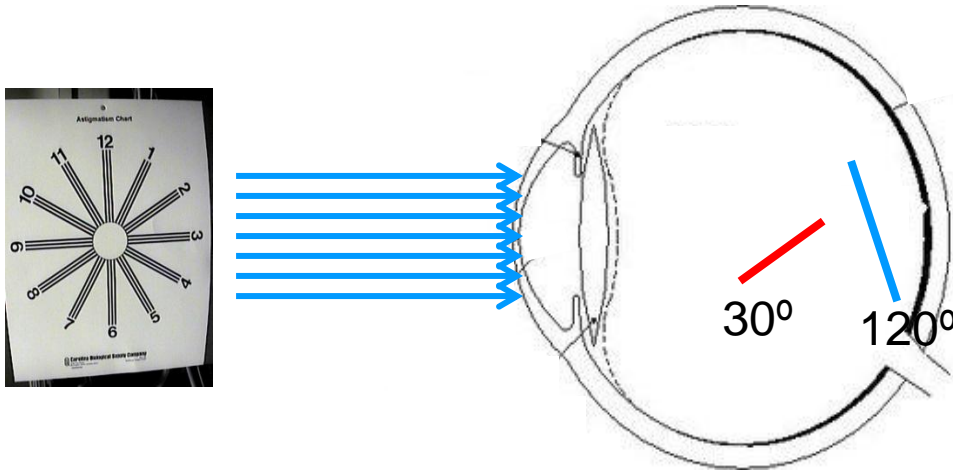




En un ojo miope que ve mejor la línea 1-7 una queratometría coherente con esta ametropía sería:

Por Ej.

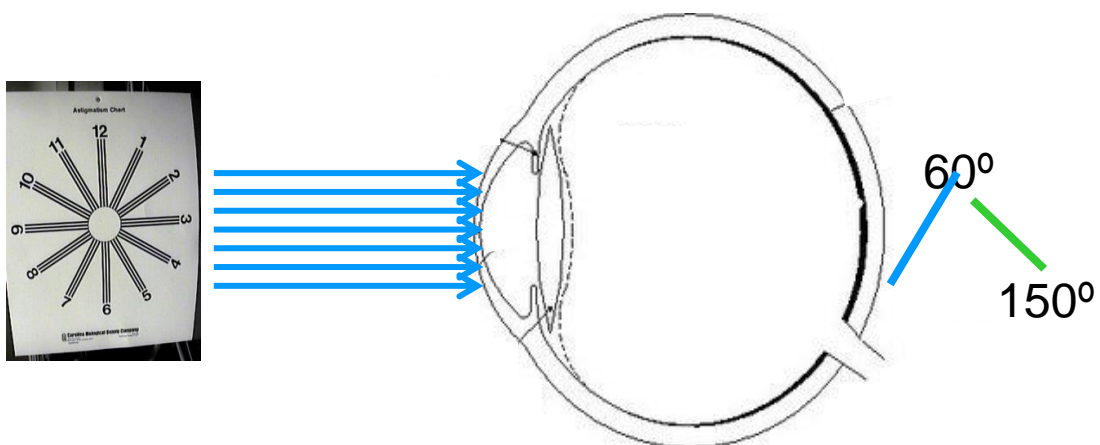
44,00 a 30° x 45,50 a 120°



En un ojo hipermetrope sin acomodar que ve mejor la línea 11-5 una queratometría coherente con esta ametropía sería:

Por Ej.

42,00 a 60° x 43,00 a 150°



## **9.- Material didáctico**

### **Enlaces a páginas web (describiendo lo que se va a encontrar)**

**<http://ocularis.es>**

Divulgación general en el ámbito de la visión. Información para ayudar a entender el sistema visual y sus enfermedades.

**<http://www.oftalmo.com/studium/>**

Revista on-line de oftalmología con artículos interesantes de optometría y visión.

**<http://biologyonline.us/Online%20Human%20Biology/Northland/HB%20Lab/HB%20Lab%2010/64.htm#C>**

Página divulgativa en inglés sobre el ojo y la visión.

**<http://www.opthobook.com/>**

Libro on line sobre oftalmología y visión en inglés.

**<http://www.opthobook.com/videos/eye-optics-lecture>**

Video en inglés divulgativo sobre óptica oftálmica.

**[www.optvissci.com](http://www.optvissci.com)**

Página web de la asociación americana de optometría donde se pueden consultar artículos y abstract de su revista optometry and Vision science.

## **8.- Bibliografía**

Carlson N. Procedimientos clínicos en el examen visual. Génova: Madrid, 1992.

Edwards K. Llewellyn R. Optometría. Masson- Salvat: Barcelona, 1993.

Borish I. Clinical refraction. 3ª ed. Profesional Press- Fairchild: New York, 1998.

Eskridge J. Amos J. Barlett J. Clinical procedures in optometry. JB Lippincott Company: 1991.