

## DESBASTE

El objetivo del desbaste es el de eliminar la mayor cantidad de vidrio posible acercándose a la forma definitiva que tendrá el espejo buscando la forma esférica. En este caso ( $D=120$  mm. F7), la flecha al final deberá ser de 1.071 mm. para un radio de 1680 mm.; el desbaste se hará al 85% como promedio.

En el proceso que se siguió, se logró conseguir una flecha de 0.921 mm. que corresponde al 86% en 1 hora y 45 minutos, existiendo una diferencia del final de tan solo 0.15 mm. (o 15 centésimas de milímetro) del buscado. El resto se conseguirá eliminar con los demás polvos abrasivos en el procedimiento de pulido. La prueba inicial fue proyectando el reflejo del sol con la cara bien mojada buscando una imagen puntual en el techo, logrando una imagen definida (la que aún estará con errores), de 977 mm. de foco correspondiendo a un radio de 1954 mm.

Procedimiento:

(\* seguiremos religiosamente a Chavasse adaptándolo a nuestras necesidades).

## DESBASTADO

Esta operación tiene por objeto dar al disco de vidrio una forma aproximada a la del espejo terminado, con el radio de curvatura adecuado.

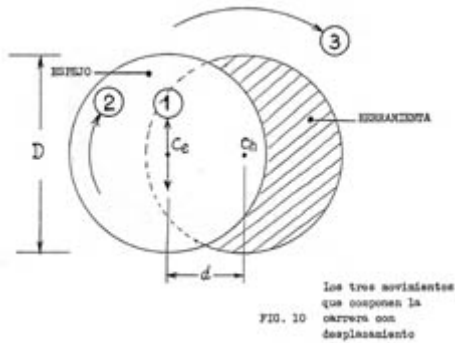
Partiendo de los discos de vidrio con caras planas, debe obtenerse en el disco del futuro espejo una cara cóncava, cuyo radio de curvatura  $R$  sea igual al doble de la distancia focal  $f$  deseada. En la herramienta se formará una superficie convexa del mismo radio de curvatura. Todo el desbastado se hace con el abrasivo de grano más grueso y cuando se ha llegado a un radio de curvatura algo superior al definitivo (15%), se da por finalizada la operación de desbastado, pues se sabe que el radio de curvatura se acortará algo más con los siguientes abrasivos con que se prosiga el esmerilado.

## MOVIMIENTOS PARA EL DESBASTADO

Biselados los bordes de las caras y con la herramienta fijada sobre el poste de trabajo, echamos una cucharadita de abrasivo N° 120 (polvo de esmeril, carburo de silicio o carborundo), agregando tres cucharaditas de agua.

Colocamos el disco—espejo sobre la herramienta, de modo que su centro quede a 1.5 cm del borde de la herramienta y comenzamos a frotar el espejo sobre la herramienta, según el movimiento que se indica en la figura 10 y que, para su mejor comprensión, lo descomponemos en otros tres más simples, que son:

1. Un movimiento de vaivén del espejo, con una amplitud entre extremos de aproximadamente  $D/3$ . Durante este movimiento, el centro del espejo se mantiene apartado del centro de la herramienta, a la distancia  $d$ , como muestra la figura 10. Por esto se llama carrera con desplazamiento.



### **FIG. 10 carrera con desplazamiento**

2. Un movimiento de rotación del espejo sobre su centro. Como el espejo se maneja con ambas manos, este movimiento y el (1) pueden hacerse simultáneamente. Para ello basta empujar el espejo con la mano izquierda y acercarlo a nosotros con la mano derecha. En cada oscilación girará también cierto ángulo.

3. El tercer movimiento se logra girando la tabla aproximadamente un octavo de revolución con la herramienta y el espejo detenidos y girando ambos luego de más o menos unos seis a siete carreras de vaivén del espejo que es el tiempo en que nuestras muñecas irán realizando los dos primeros movimientos compuestos.

Estos tres movimientos se hacen simultáneamente y se tarda más tiempo en describirlos que en aprenderlos, pues en pocos minutos los haremos en forma completamente automática, es decir mecánicamente. Es necesario, sin embargo, fijar aproximadamente algunos valores.

El desplazamiento  $d$  puede ser variable, pero comenzaremos con  $d = 0.4 D$  (o sea el 80% del radio del disco).

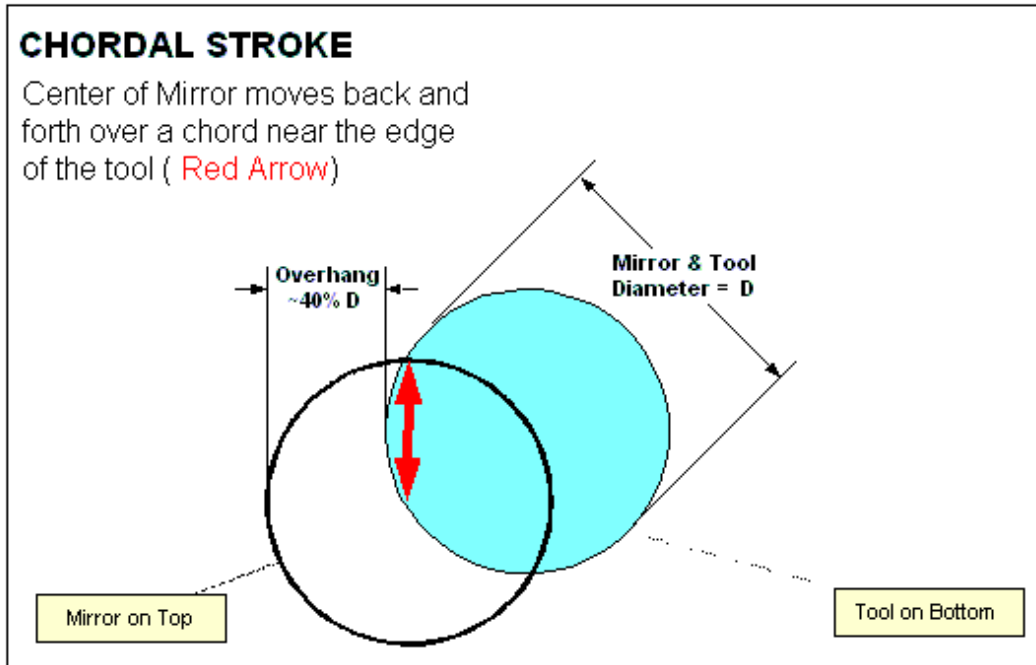
La amplitud en el movimiento es en nuestro caso de unos 6.5 cm.

El movimiento 1 puede tener una frecuencia de 1 oscilación (ida y vuelta) por segundo.

Al comenzar el trabajo con el abrasivo de grano 120, notaremos que se produce un ruido más intenso, que va disminuyendo a medida que avanza el trabajo y al cabo de 1 o 2 minutos, se reduce notablemente, lo que nos indica que ya se han molido todos los granos. Debemos entonces retirar el espejo, sacándolo horizontalmente hacia un costado de la herramienta. Hemos terminado así lo que en la jerga artesanal se llama una "mojada".

Podemos hacer cuatro o cinco mojas más del mismo modo, agregando en cada una 1 cucharadita de carburo de silicio N° 120 y el agua necesaria, y repitiendo los mismos movimientos.

Otro esquema descriptivo de **Carrera con Desplazamiento**



En las siguientes mojas debemos alternar la descrita carrera con desplazamiento con otro tipo de carrera llamada centro sobre centro o carrera normal, donde en cada oscilación el centro del espejo pasa por el centro de la herramienta (fig. 11 ).

En la carrera normal la amplitud del movimiento oscilatorio 1 puede ser mayor que en la carrera con desplazamiento, llegando a  $D/2$  y hasta  $2D/3$ .

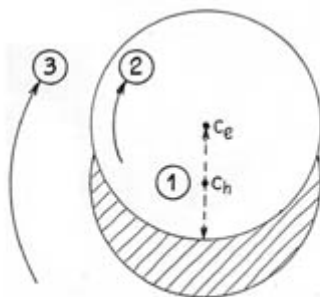


FIG. 11 Los tres movimientos en la carrera normal.

**F11 Los tres movimientos en la carrera normal.**

Las carreras con desplazamiento producen una fuerte abrasión en el centro del espejo y en el borde de la herramienta, llevando rápidamente los discos a la forma que muestra la figura 12

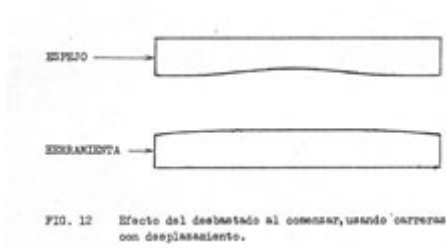
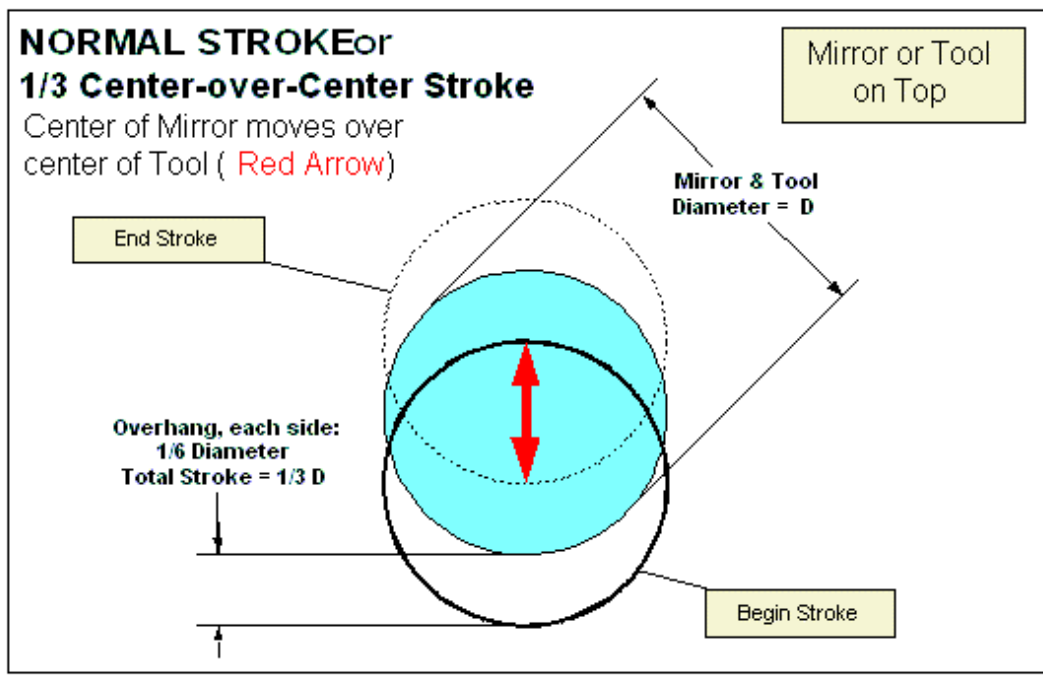


FIG. 12 Efecto del desbastado al comenzar, usando carreras con desplazamiento.

**Fig. 12 efecto del desbastado al comenzar, usando carreras con desplazamiento.**

En cambio, con las carreras normales se avanza más lentamente, pero las caras tienden automáticamente a la forma esférica, pues es la forma que permitirá mantener el contacto en todos los puntos de la superficie cuando se realice el triple movimiento de las carreras normales.

Otro esquema descriptivo de **Carreras Normales**



Seguimos entonces el desbastado, alternando una mojada de carreras con desplazamiento con otra mojada de carreras normales.

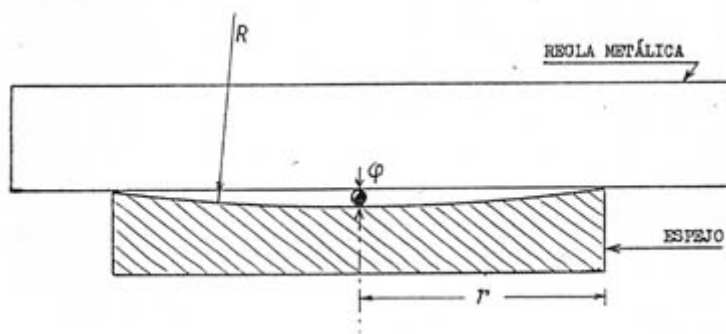
Continuamos así durante una hora y entonces ya es prudente tomar una medida del radio de curvatura del espejo.

### MEDIDA DEL RADIO DE CURVATURA

Veremos cómo podemos medir el radio de curvatura del espejo con métodos mecánicos y ópticos.

En un taller de óptica los radios de curvatura se miden con un instrumento llamado esferómetro. Nosotros podemos emplear un método que consiste en medir la flecha  $\phi$  del espejo para una cuerda igual a un diámetro óptico  $D$ . Se trata de calcular previamente qué flecha tendrá nuestro espejo con el radio de curvatura elegido. Si llamamos  $r$  al radio del disco del espejo que tomaremos igual a  $D/2$ , la flecha está dada por la fórmula

$$\phi = r^2 / 2R$$



**Fig. 13 Determinación del radio de curvatura por medición de la flecha  $\phi$**

En nuestro caso  $\phi = 60^2 / (2 \times 1680) = 1,071$  mm

Calculada así la flecha buscamos alguna aguja gruesa que tenga ese diámetro, medido con un tornillo micrométrico, en algún punto cercano a la punta. Cortamos a la aguja por allí y colocamos el trozo sobre el espejo apoyado sobre la mesa, de modo que el extremo que mide 1,071 mm de diámetro quede en el centro del espejo. Luego colocamos una regla metálica de canto, sobre puntos diametrales del borde del espejo y perpendicularmente al trozo de aguja. La regla metálica debe apoyar en un borde del espejo y en la aguja, pero no en los dos bordes simultáneamente. Esto significa que la flecha obtenida es aún insuficiente. Si la regla tocara en los dos bordes y no en la aguja, tendríamos una flecha excesiva y habríamos cavado demasiado el espejo.

Este método nos dirá cuándo tenemos la flecha correcta, que corresponderá con el radio de curvatura deseado. Siempre podremos medir la flecha utilizando algún otro punto de un trozo de la misma aguja y el tornillo micrométrico. Conocida la flecha medida, podemos calcular el radio de curvatura correspondiente.

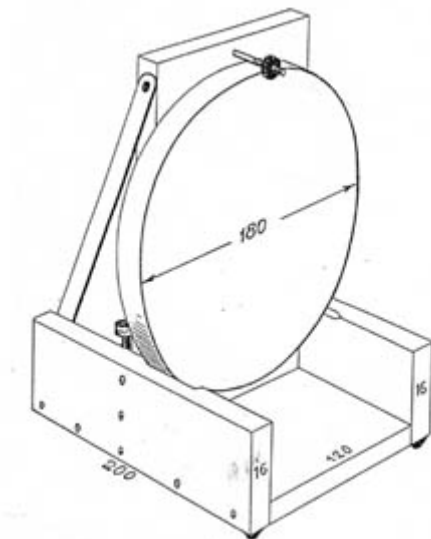
$$R = r^2 / 2\phi$$

Si la flecha medida es menor que la buscada, el espejo tendrá aún un radio de curvatura mayor y debemos seguir con carreras centro sobre centro si ya estamos muy cerca o, como antes, con mojadadas alternadas si aún falta bastante para alcanzar la concavidad deseada. De todos modos es conveniente, en el desbastado con el grano más grueso, darlo por terminado cuando se ha llegado al 85% como promedio de la flecha prevista. Con el siguiente abrasivo se conseguirá llegar al 98% y al usar los siguientes abrasivos aumentará algo más la flecha y llegaremos cómodamente al valor fijado.

Si nos hubiésemos excedido en el desbastado y la flecha fuese algo mayor, calcularíamos el radio de curvatura correspondiente y deberíamos decidir si nos quedamos con un telescopio de distancia focal algo menor o si persistimos en el valor de  $f$  elegido al comienzo. Si resolvemos volver atrás, debemos trabajar con espejo abajo y herramienta arriba, con carreras normales con el abrasivo de grano siguiente.

Antes de pasar a un grano de abrasivo más fino, es necesario una cuidadosa limpieza, con agua y cepillo, de la herramienta, del espejo, de los tacos y la mesa, para eliminar todo resto de grano grueso. Esto debe repetirse cada vez que cambiemos de grano.

Veremos también dos métodos ópticos para medir el radio de curvatura del espejo. Es conveniente usar desde el principio un soporte del espejo construido con cuatro maderas, dos planchuelas y algunos tornillos (fig. 14 ).



Detrás del respaldo del espejo se ve parte de un tornillo que sirve de tercer punto de apoyo regulable, para colimar un poco el espejo hacia adelante o hacia atrás.

Se coloca el espejo en el soporte, con su cara cóncava bien mojada para que refleje la luz. Debemos entonces situarnos delante del espejo a unos 2 m de distancia o algo menos, provistos de una linterna de bolsillo que colocamos junto a nuestro ojo y con la cual iluminamos el espejo. Observando el reflejo de la linterna en el espejo, la desplazamos hacia un costado y observamos hacia qué lado se desplaza su imagen reflejada. Si ésta se desplaza en el mismo sentido que la linterna, es porque estamos dentro del radio de curvatura del espejo. Repetimos la operación varias veces, alejándonos unos 20 cm cada vez. Llegará un momento en que, para un desplazamiento de la linterna hacia la derecha, por ejemplo, la imagen que vemos reflejada se desplazará hacia la izquierda. En ese caso estaremos ya fuera del centro de curvatura del espejo. Buscando una posición intermedia, hallaremos un punto en el cual, al desplazar la linterna pocos centímetros, todo el espejo se oscurece simultáneamente. Si el foquito de la linterna y nuestro ojo están a la misma distancia del espejo, esa distancia será el radio de curvatura del espejo.

También podemos emplear otro método que nos dé la distancia focal directamente. Debemos colocar el espejo bien mojado de cara al Sol. Con una tarjeta blanca buscamos la imagen del Sol dada por el espejo. Esta imagen, imperfecta, será un círculo muy brillante. La sombra de la tarjeta, proyectada sobre el centro del espejo, nos ayudará para alinear el eje del mismo, dirigiéndolo hacia el Sol. En el momento en que este círculo aparece más brillante, pequeño y mejor definido, estaremos en el foco del espejo. Al medir la distancia tarjeta-espejo se tendrá así la distancia focal del espejo medida, que será igual a la mitad del radio de curvatura. Comparándola con la distancia focal  $f$  deseada, sabremos cómo proseguir con el desbastado.

Por último, lavar todo muy bien y guardar definitivamente los abrasivos que ya no se vayan a usar.

He de mencionar un detalle muy importante, más de lo que si esto no se entiende será difícil de comprender el porque toco el punto, el trabajo desde el primer movimiento de desbaste y hasta el último en el parabolizado o mejor dicho, durante absolutamente todo el proceso de realización del espejo se debe tener mística, hay que “sentir” lo que se está haciendo, “feeling” como se suele decir y así y solo así podremos realizar un verdadero buen trabajo, no hay que perder la concentración de lo que se está haciendo así como el de tener pleno control y atención sobre lo que nuestras manos sienten. Muy importante.

Agregando abrasivo y agua



Iniciando el Desbaste



Fin del desbaste



Primera Proyección

