

## Red de difracción (medida de $\lambda$ del láser)

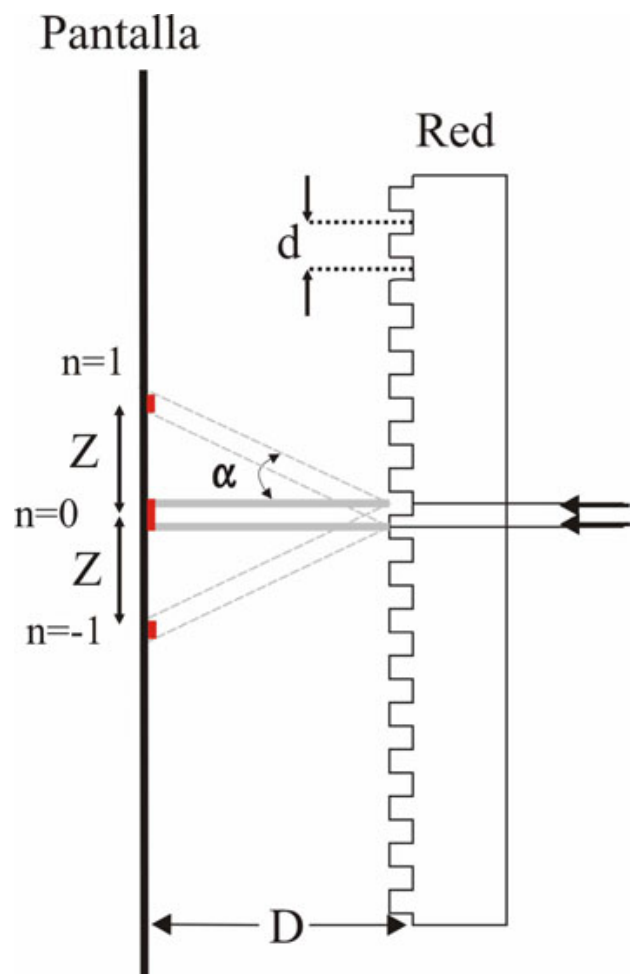
### Fundamento

Si sobre una superficie transparente marcamos en un gran número de rayas paralelas y equidistantes tendremos una red de difracción. El número de rayas en la superficie se indica mediante la denominación de líneas por milímetro. Existen redes de difracción, utilizadas en los Centros, que contienen desde 70 líneas por mm de longitud o incluso 400 por milímetro. Uno de los aspectos más interesantes de la red de difracción consiste en hacer incidir sobre ella un rayo luminoso y observar qué ocurre con este rayo después de atravesar la red.

Si el espaciado entre rayas es comparable con la longitud de onda de la luz incidente aparece un fenómeno físico que se conoce con el nombre de difracción, si la abertura es mayor que la longitud de onda, entonces lo que se observa es la propagación rectilínea de la luz.

Cuando un rayo de luz láser se hace incidir sobre una red de difracción y detrás de la red se coloca una pantalla, sobre ella aparecen varios puntos luminosos, tal como indica la figura 1 o la fotografía de la figura 2.

Fig.1



En la figura 1,  $D$  es la distancia entre la red de difracción y la pantalla.  $Z$  es la distancia entre la mancha central y la primera mancha a uno de sus lados.

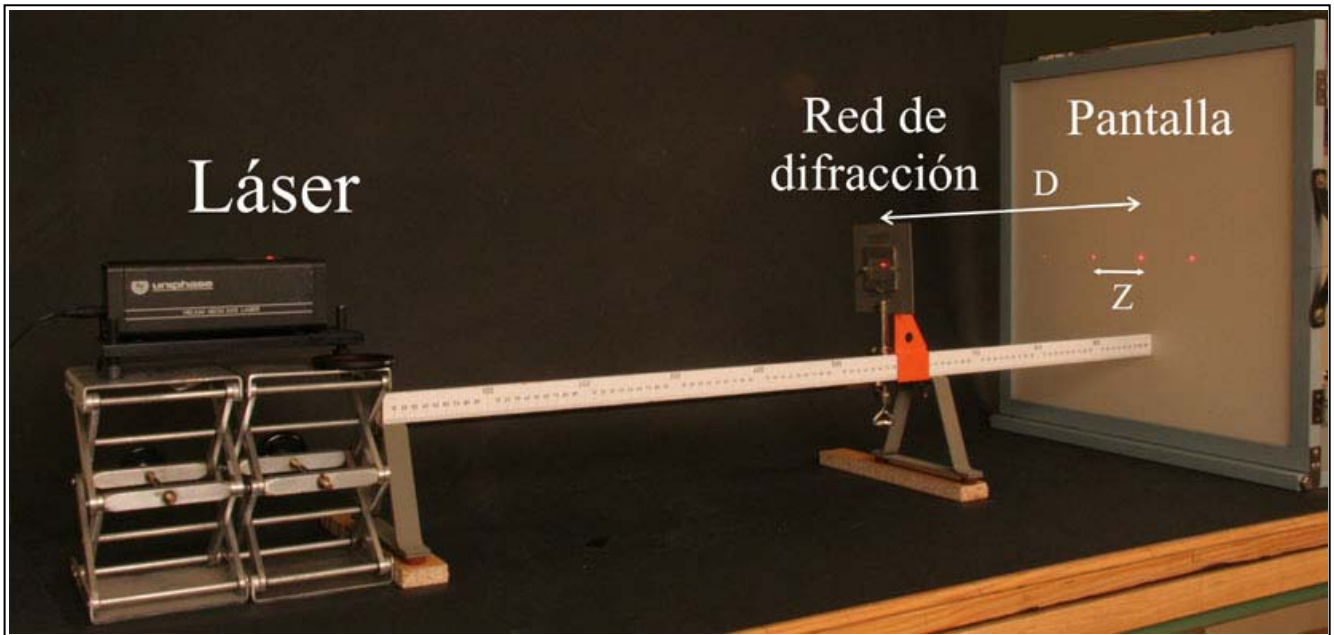


Fig. 2

La ecuación de la red es:

$$d \operatorname{sen} \alpha = n \lambda \quad (1)$$

Si  $n = 0$  es la mancha que aparece en la dirección del rayo incidente, se llama máximo principal; si  $n = \pm 1$  corresponde a las manchas luminosas que aparecen a los lados de la anterior, se denomina máximo de primer orden; si  $n = \pm 2$ , corresponde a las segundas manchas y se llama máximo de segundo orden y así sucesivamente. A medida que  $n$  crece, la intensidad de las manchas disminuyen, por lo que para  $n = 3$  apenas se aprecian.

El parámetro  $d$ , es una característica de la red de difracción y es un dato que se obtiene a partir del que suministra el fabricante de la red. Si la red tiene  $N$  rayas por mm de longitud, el valor de  $d$  es el inverso de  $N$

$$d = \frac{1}{N} \text{ mm}^{-1}$$

Los fabricantes suministran el valor de  $N$ .

La figura 1 no está a escala, sino que  $D$ , en la realidad, es muchísimo mayor que  $d$ , y también notablemente mayor que  $Z$ , en consecuencia se puede escribir que

$$\operatorname{tag} \alpha \approx \operatorname{sen} \alpha \approx \alpha = \frac{Z}{D}$$

Sustituyendo la última expresión en (1), resulta:

$$d \frac{Z}{D} = n \lambda \Rightarrow dZ = nD\lambda \quad ; \quad \text{si } n = 1 \Rightarrow Z = D \frac{\lambda}{d} \quad (2)$$

La ecuación (2) nos dice que si medimos distintas distancias  $D$  y sus correspondientes valores de  $Z$ , y representamos los valores de  $Z$  en el eje de ordenadas y los de  $D$  en el de abscisas se obtiene una

línea recta cuya pendiente es  $\frac{\lambda}{d}$ . Si a partir de los datos del fabricante se conoce  $d$ , es posible estimar la longitud de la onda de la luz láser.

En el experimento que proponemos se utiliza un láser de luz roja de los que suelen existir en los Centros. El dispositivo experimental puede observarse en la fotografía de la figura 2. Esa es una vista en perspectiva y la fotografía de la figura 3 una vista de frente.



Fig.3

## Medidas

Las medidas de  $D$  se realizan en las fotografías para toma de datos de 1 a 7 y las medidas de  $Z$  sobre las fotografías de la pantalla que aparecen en un recuadro sobre las anteriores. Las medidas de  $D$  se hacen directamente sobre la regla, puesto que en todas ellas la posición de 1000 mm está en contacto con la pantalla y el índice nos indica la posición de la red de difracción. Por ejemplo, si esta última lectura fuese 354 mm, entonces  $D = 1000 - 354 = 646 \text{ mm} = 64,6 \text{ cm}$ . Para la medida de  $Z$  se necesita determinar un factor de escala, esto es, la relación entre una distancia real y la medida que se hace sobre la fotocopia. Para ello en cada foto se indican dos líneas pequeñas una a la izquierda y otra a la derecha, siendo la distancia real entre ellas de 48,1 cm. El factor de escala para  $Z$  es:

$$f_z = \frac{48,1 \text{ cm}}{\text{cm en la fotocopia}}$$

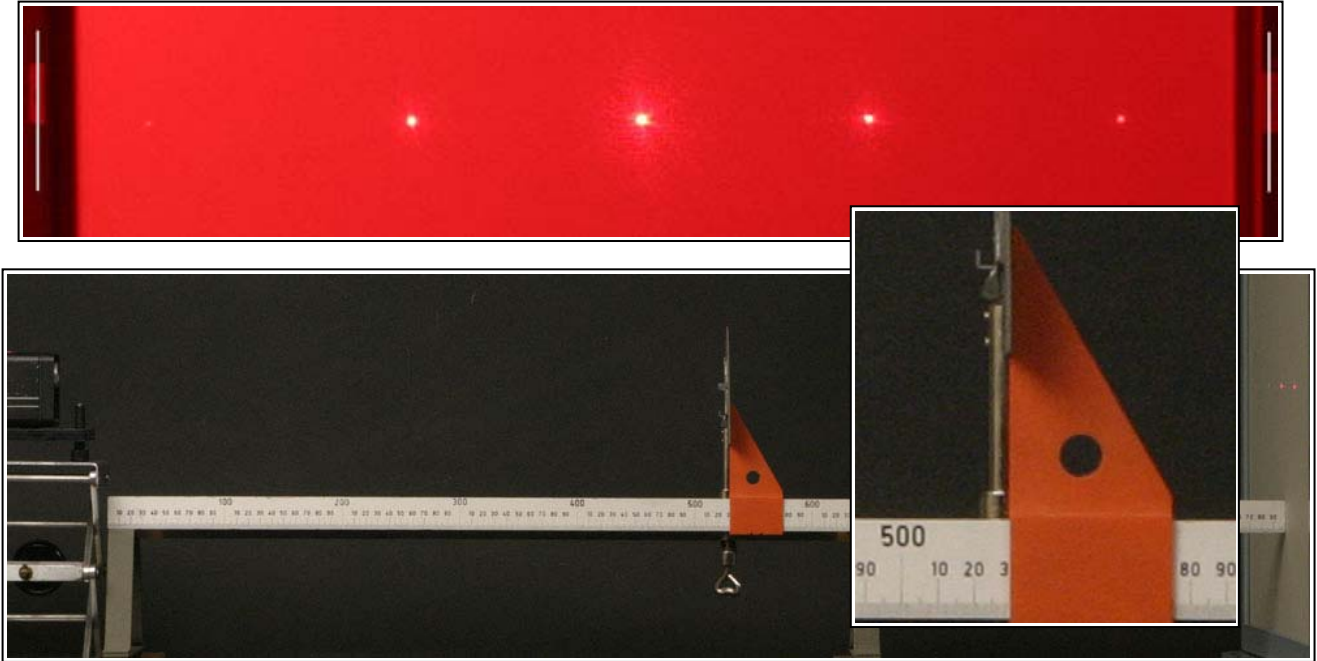
Con el fin de cometer el menor error posible en la medida de  $Z$ , mida, en cada fotografía la distancia entre las manchas que están a un lado y a otro del máximo principal  $L$  y divida dicha distancia por dos.

Las medidas se sitúan en la tabla 1 y se completan las columnas que allí figuran.

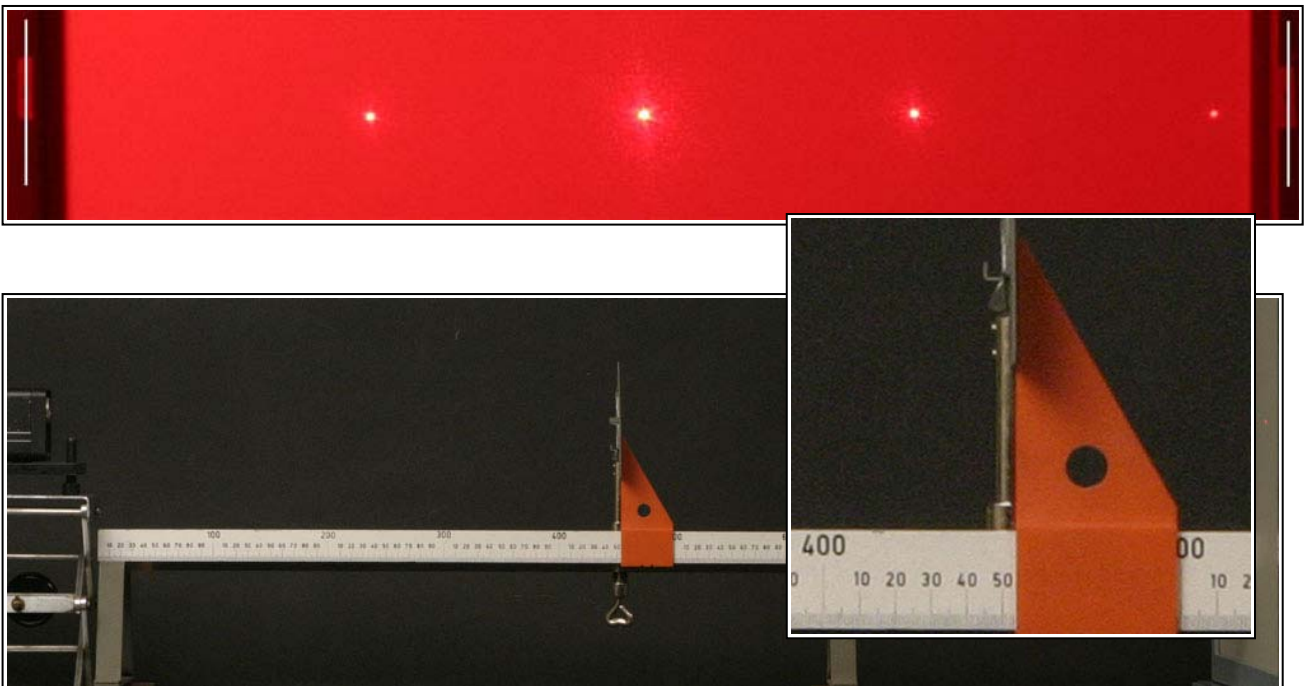
## Fotografías

Las fotografías de 1 a 7 son para obtener las medidas de Z y D. Observe que en estas fotografías no se recoge todo el montaje del experimento sino que se amplían al máximo para que puedan hacerse las lecturas directamente sobre la regla, por esta razón sobre la fotografía de medir distancias se amplía la posición del índice

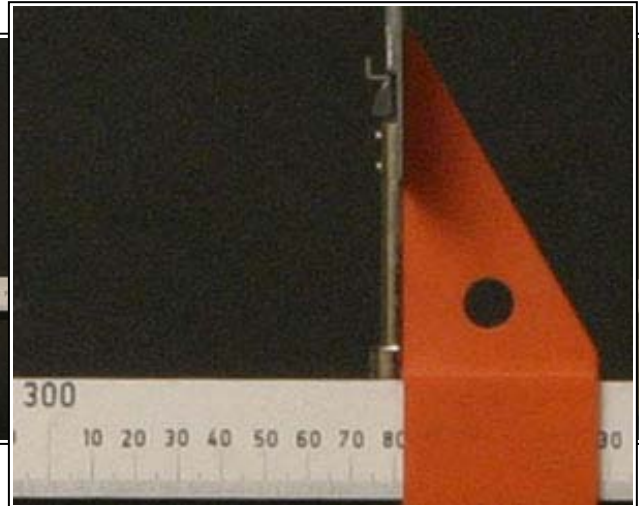
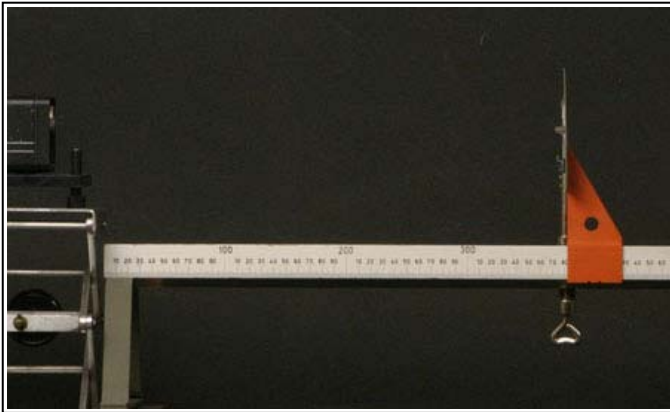
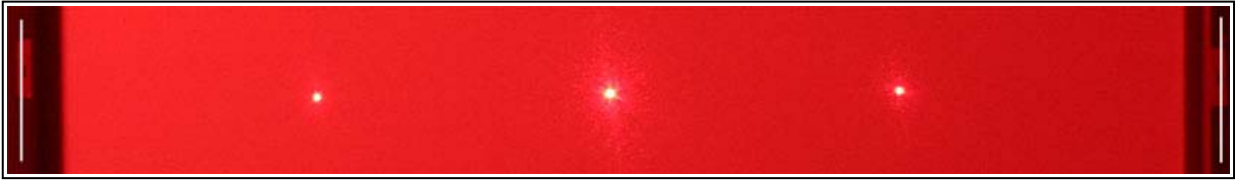
**Fotografía 1 para toma de datos**



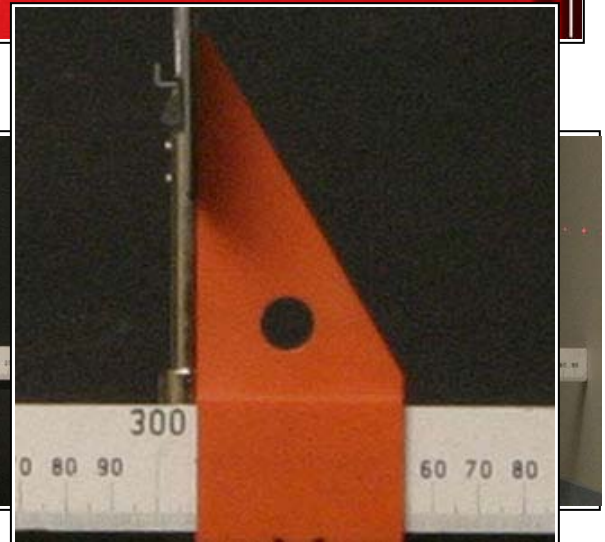
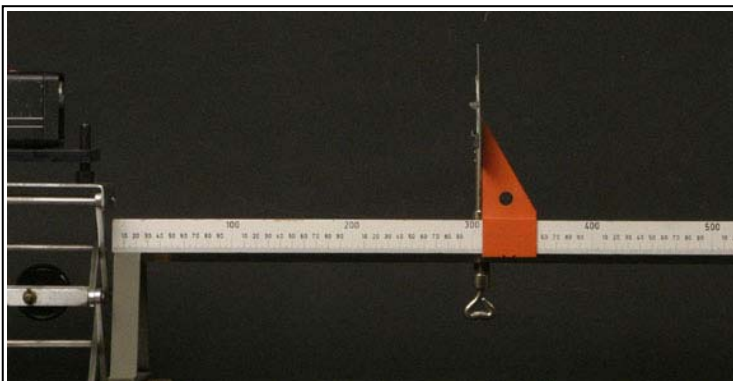
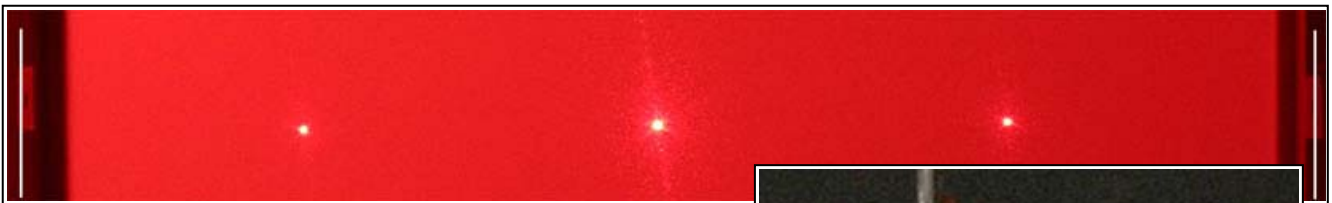
**Fotografía 2 para toma de datos**



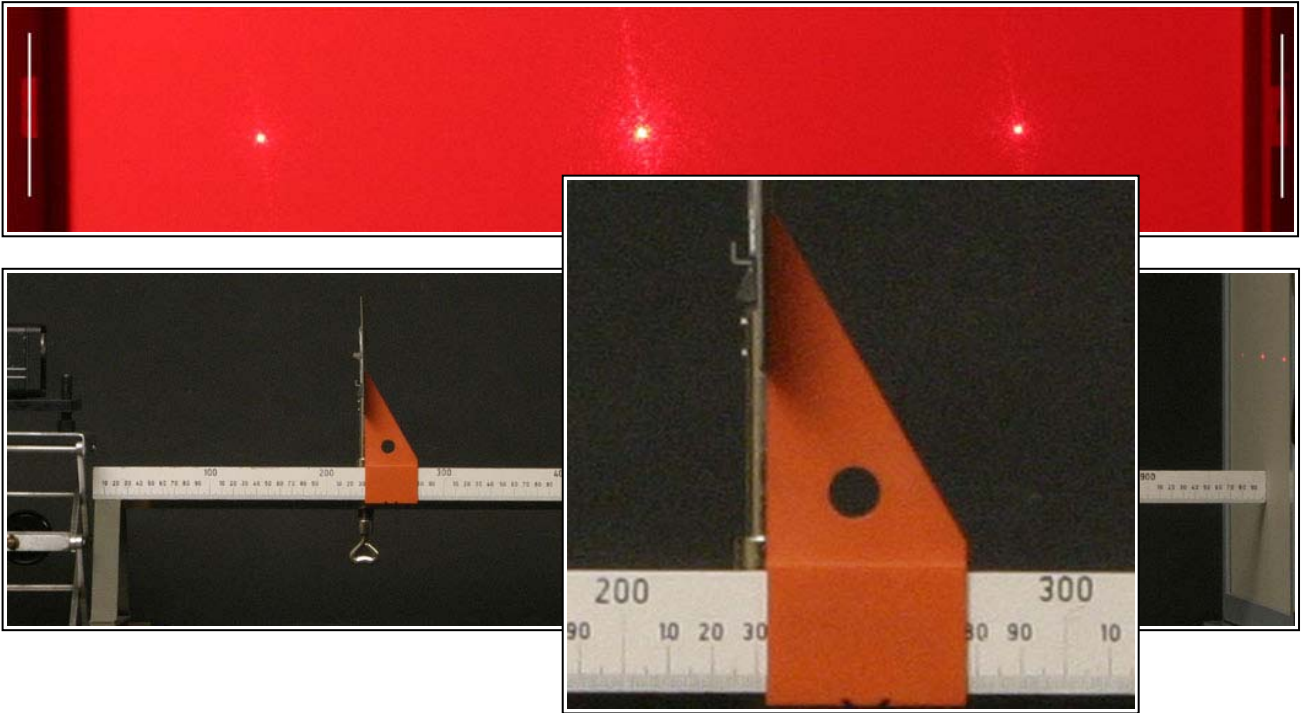
**Fotografía 3 para toma de datos**



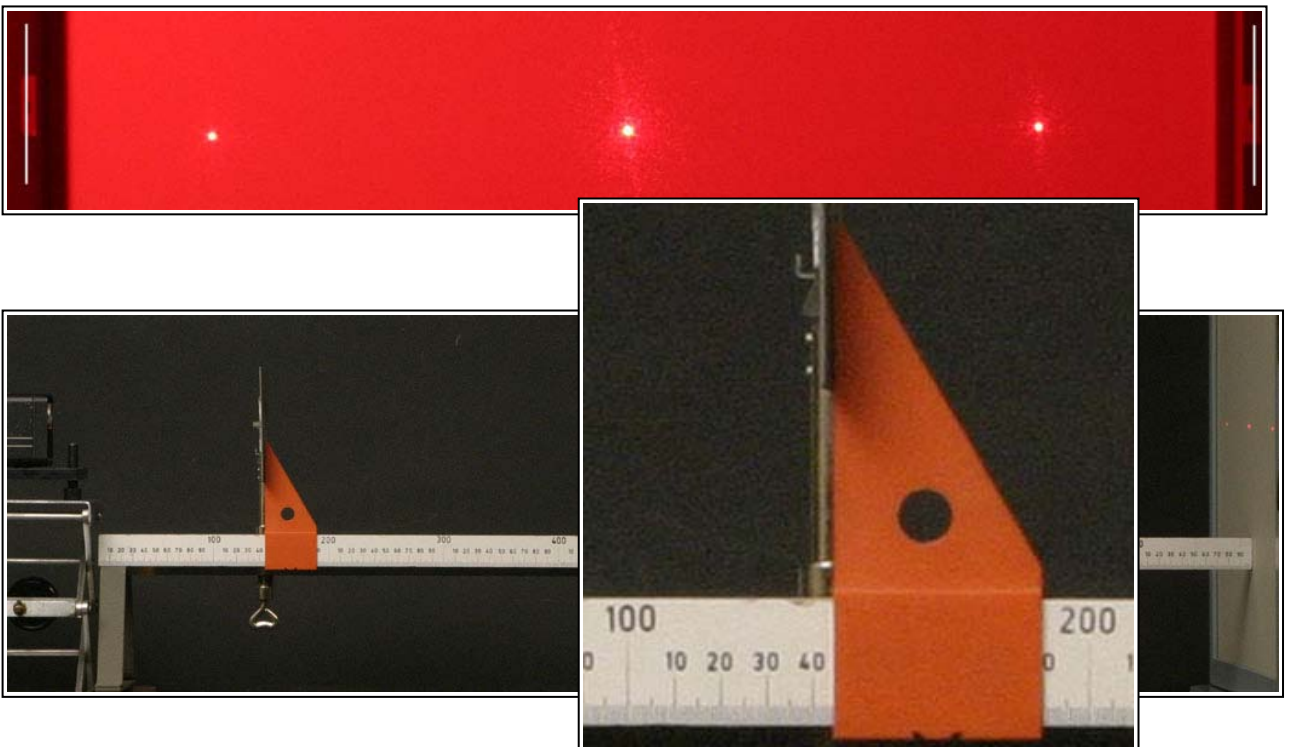
**Fotografía 4 para toma de datos**



**Fotografía 5 para toma de datos**



**Fotografía 6 para toma de datos**



### Fotografía 7 para toma de datos



Complete la tabla 1.

Tabla 1

D real en cm							
L/cm, distancia entre las manchas a un lado y a otro del máximo principal, medidas en la fotocopia							
Z/cm en fotografía o fotocopia							
Factor de escala, $f_z$							
Z real en cm							

Gráficas

### Parte 1ª

1.- Con los valores de la tabla 1, represente en el eje de ordenadas Z y en el de abscisas D Determine la pendiente de la recta y el valor de  $\frac{\lambda}{d}$ .

2.- Si tomamos como valor del fabricante de la red  $N = 300$  líneas por milímetro, calcule el valor de la longitud de onda de la luz del láser. Determine la diferencia en % entre el valor verdadero de 633 nm y el encontrado en el experimento.

3.- En el apartado 1, la ordenada en el origen debe ser nula, pero el ajuste que haya hecho automáticamente la hoja de cálculo dará un valor diferente. Vuelva a hacer la representación del apartado 1 con la hoja de cálculo y obligue a la recta a pasar por el origen de coordenadas. Halle el valor medio obtenido en 1 y en 3 y dé el valor de la longitud de onda con una incertidumbre que sumada a la media nos dé el número mayor y restado el menor. Se admite que el dato del fabricante  $N= 300$  líneas /mm no tiene incertidumbre.

### Parte 2ª

En este experimento conocemos el valor de la longitud de onda del láser, pero si no lo conociésemos tendríamos necesidad de dar el resultado con una cierta incertidumbre, que vendría impuesta por la incertidumbre con que medimos D y Z. El lector debe estimar la incertidumbre que comete al leer la posición del índice en la medida de D y la incertidumbre en la medida de Z. De be completar la tabla 2

Tabla 2

D real menor en cm							
D real mayor en cm							
Z mayor en cm							
Z menor en cm							

Represente en el mismo gráfico a) Z mayor (eje Y) frente a D menor (eje X) b) Z menor (eje Y) frente a D mayor (eje X). Mande trazar las rectas para a) y b) obligándolas a pasar por el origen de coordenadas. Tome como valor más probable el valor medio de las dos pendientes y dé como incertidumbre de la longitud de onda un número que sumado o restado del valor medio abarque a los dos anteriores.