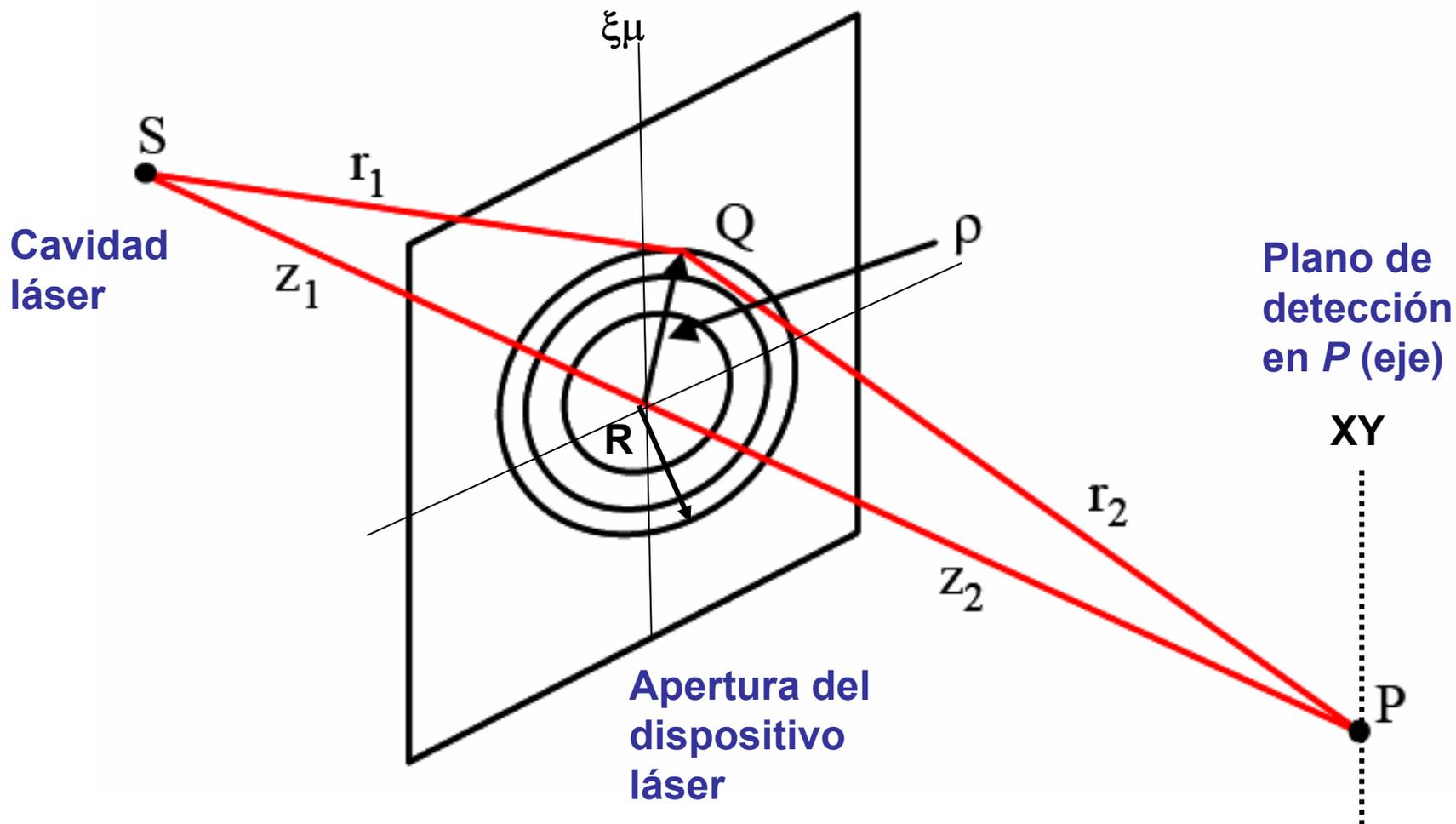


Difracción de Fresnel por una abertura circular: aplicación al estudio de un haz láser

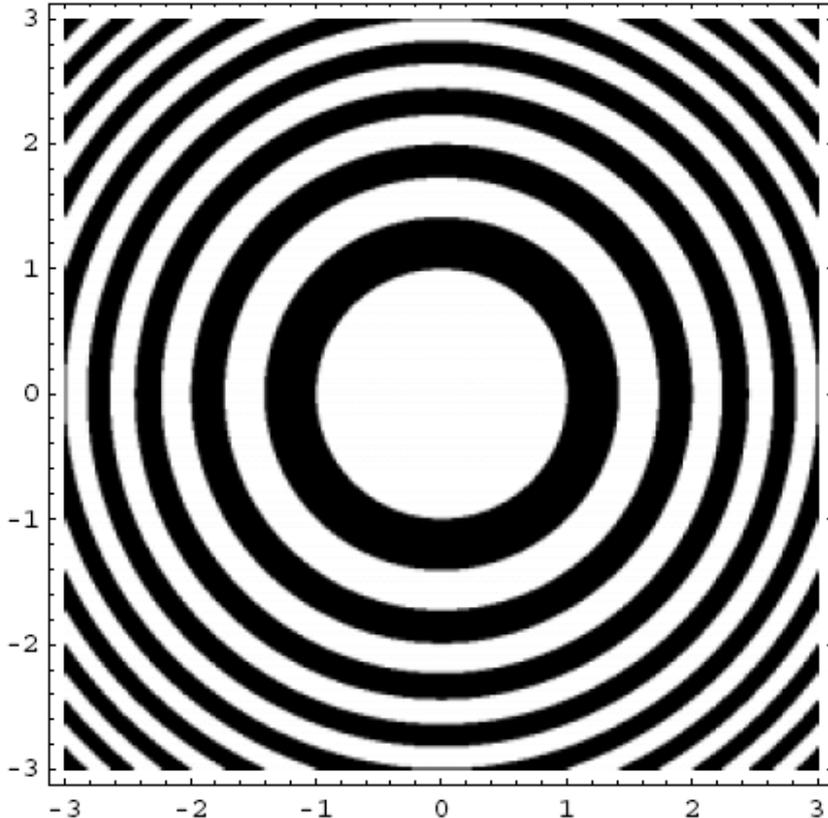
Clase 4 de noviembre 2009

Prof. M.L. Calvo

Esquema para la difracción de Fresnel por una abertura circular



Zonas de Fresnel



Área de la zona n -ésima de Fresnel:

$$Area_n = \pi\rho_{n+1}^2 - \pi\rho_n^2 = \pi\lambda L = \pi\rho_1^2$$

$$L = \frac{1}{\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2}}$$

De forma general, asumimos que todas las áreas son iguales.

Integral de Fresnel para la difracción de la luz por una abertura circular

Suponemos: $R \ll z_1, z_2$

$$U(P) = \frac{A}{i\lambda z_1 z_2} \int_0^R \exp[ik(r_1 + r_2)] 2\pi\rho d\rho$$

Puesto que:

$$r_1^2 = z_1^2 + \rho^2; \quad r_2^2 = z_2^2 + \rho^2;$$

$$\rho d\rho = r_1 dr_1 = r_2 dr_2; \quad \text{Por tanto: } \rho d\rho \approx \frac{z_1 z_2}{z_1 + z_2} d(r_1 + r_2)$$

Irradiancia en eje

Operando:

$$U(P) = A \frac{\pi}{i(z_1 + z_2)} \exp[ik(z_1 + z_2)] \int_0^\zeta \exp(ikq) dq$$

Donde: $q = \frac{2[(r_1 + r_2) - (z_1 + z_2)]}{\lambda}; \quad \zeta = q(R)$

$$I(P) = |U(P)|^2 \quad \text{(A)}$$

(A): Apartado 1 del ejercicio 4.

Número de Fresnel

- En el extremo de la abertura: $R = \rho$
- Teniendo en cuenta las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$\zeta = \frac{R^2 (z_1 + z_2)}{\lambda z_1 z_2} \quad (\text{B})$$

Que representa el número de zonas de Fresnel definidas.

(B): Apartado 2 del ejercicio 4.

Irradiancia fuera de eje

- Debemos de calcular la distribución de la intensidad en un punto del plano XY fuera de eje.
- Consideraremos de la integral de Fresnel para la difracción.

$$u[x, y] = U_{\infty} \frac{nFZones}{i r_{\max}^2} e^{i \frac{\pi}{\lambda z_2} (x^2 + y^2)}$$

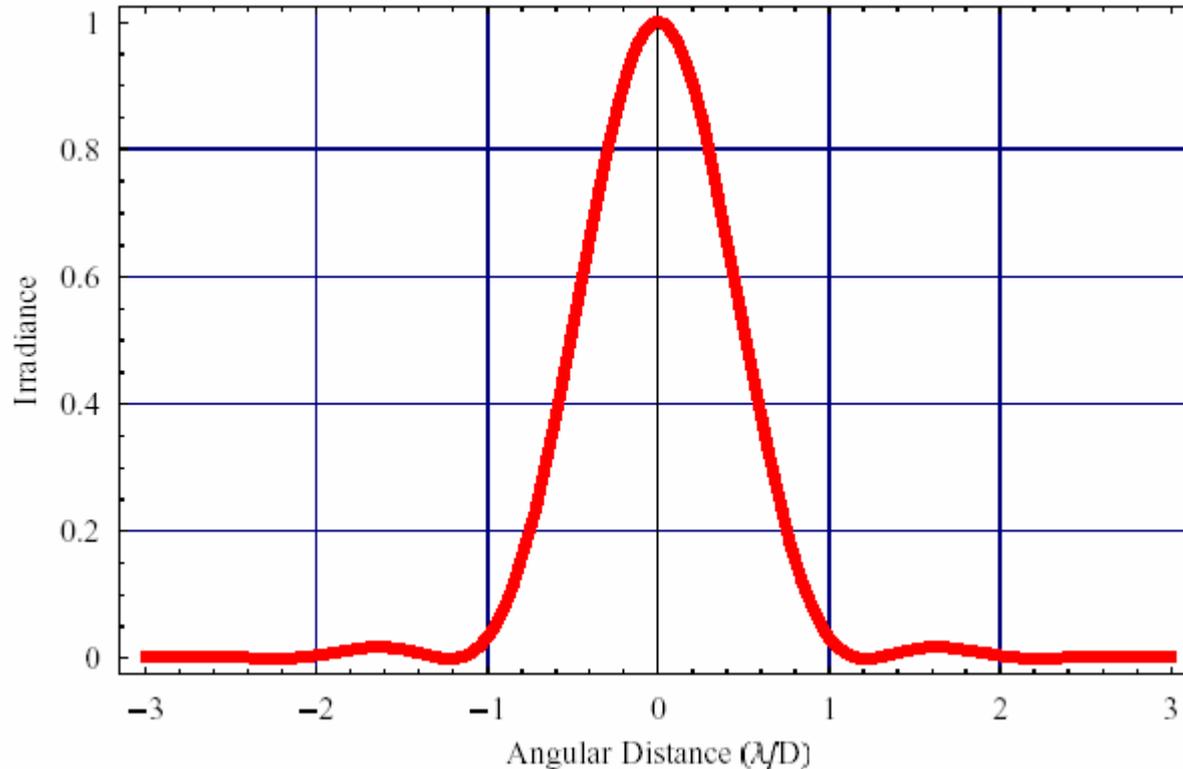
$$\int_{-x_0}^{x_0} \int_{-y_0}^{y_0} \left(Pupil[\xi, \eta] e^{i [nFZones \lambda] \frac{(\xi^2 + \eta^2)}{r_{\max}^2}} \right) e^{-i \frac{2\pi}{\lambda z_2} (x\xi + y\eta)} d\xi d\eta$$

(C)

P = función de transmisión en amplitud, pupila de la abertura.

(C): Apartado 3, ejercicio 4.

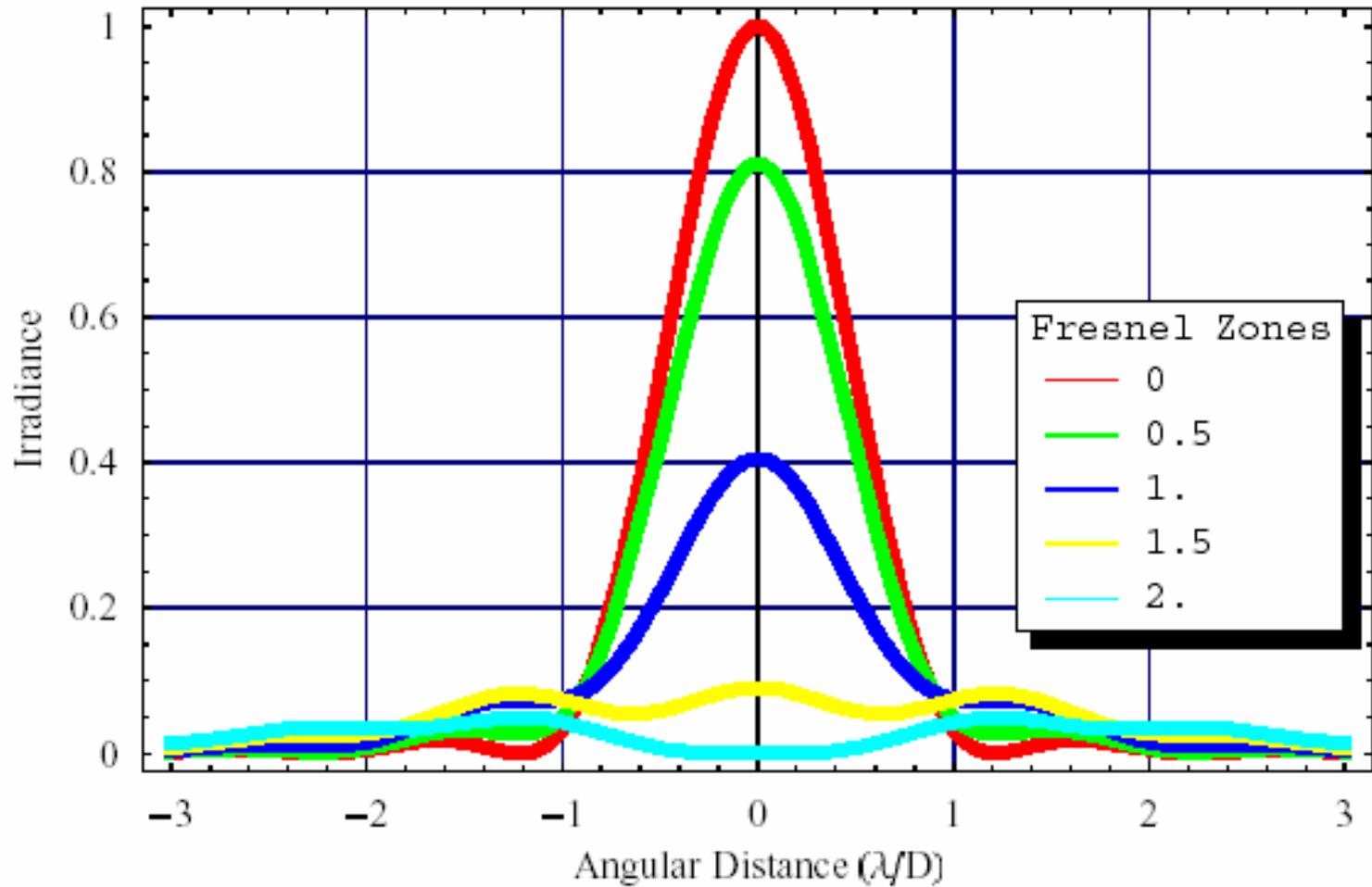
Ejemplos de datos experimentales(*)



Distribución de la intensidad correspondiente a cero zonas de Fresnel. Similar a la difracción de Fraunhofer.

(*): Apartado 4 del ejercicio 4.

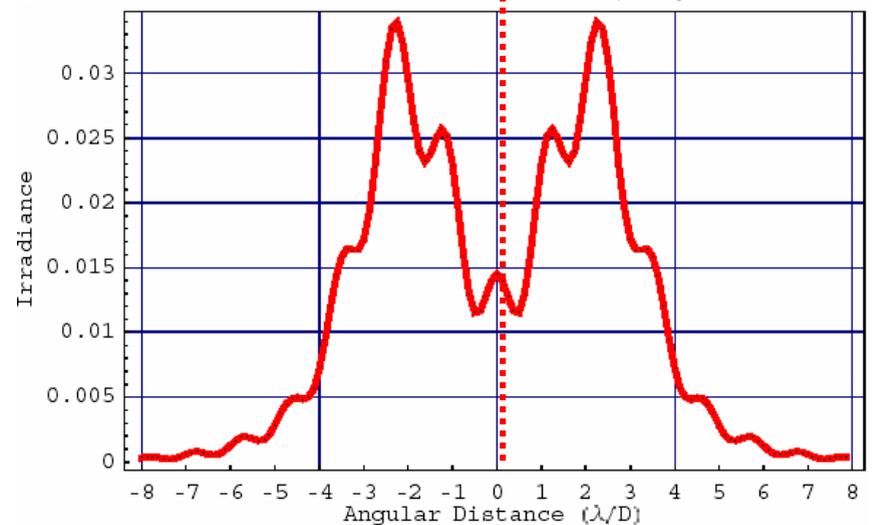
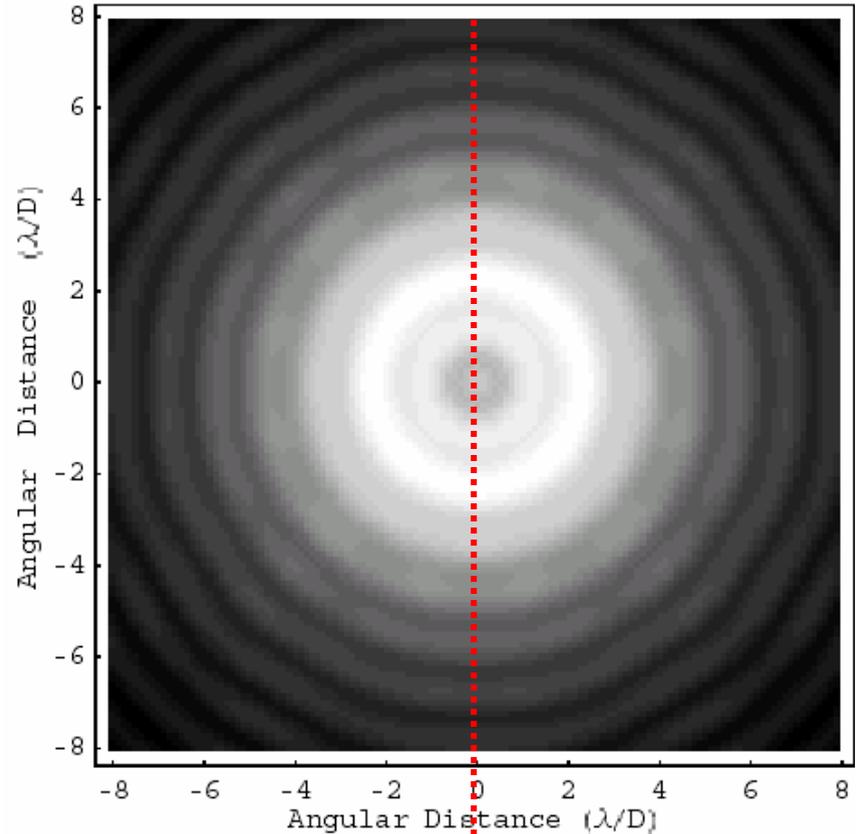
Ejemplos de datos experimentales



Distribución de la intensidad para distintos casos de número de zonas de Fresnel.

Ejemplo: Imagen capturada y correspondiente perfil de línea(*)

En este caso el número de zonas de Fresnel es 2,3.



(*): Apartado 4 del ejercicio 4.