Práctica de laboratorio nº2: Cálculo experimental de concentradores de tensiones.

EPS Jaén

Grado en Ingeniería Mecánica

Diseño de Máquinas

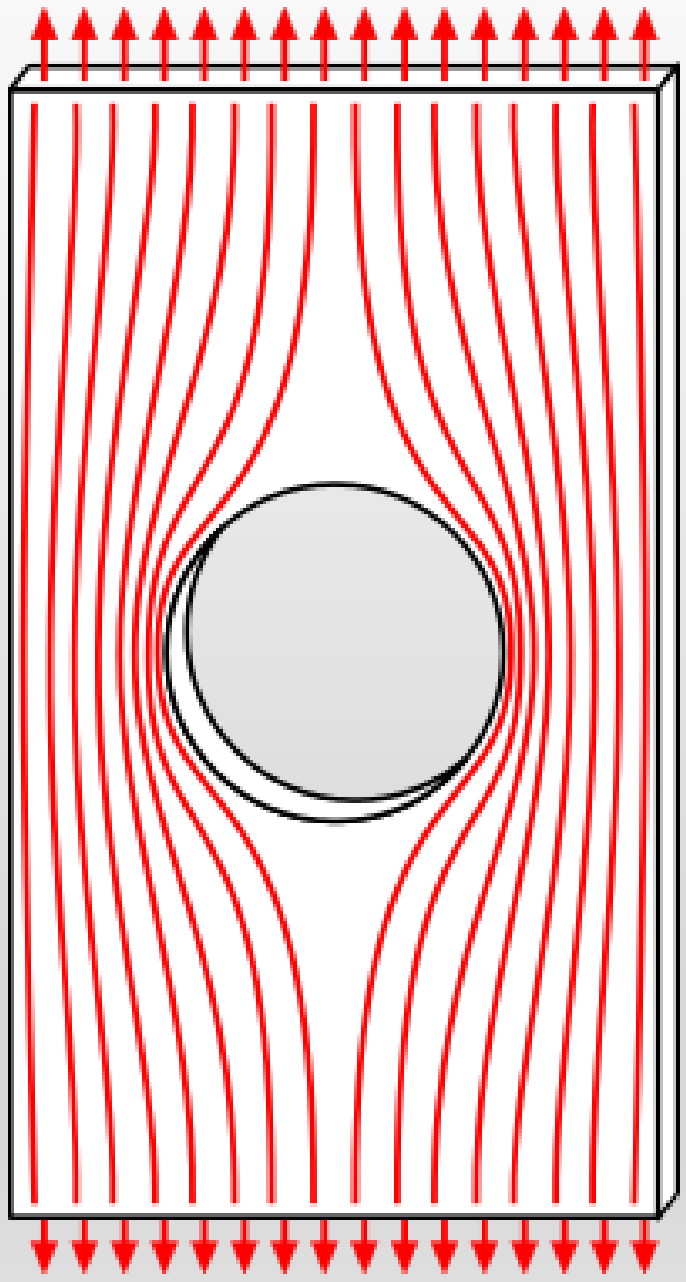
Objetivo:

- En esta práctica se pretende observar y cuantificar experimentalmente el fenómeno de concentrador de tensiones de un elemento mecánico cuando es sometido a un esfuerzo dado.
- Para ello se utilizarán técnicas ópticas de medida de deformaciones.

Antecedentes:

- Concentrador de tensión:

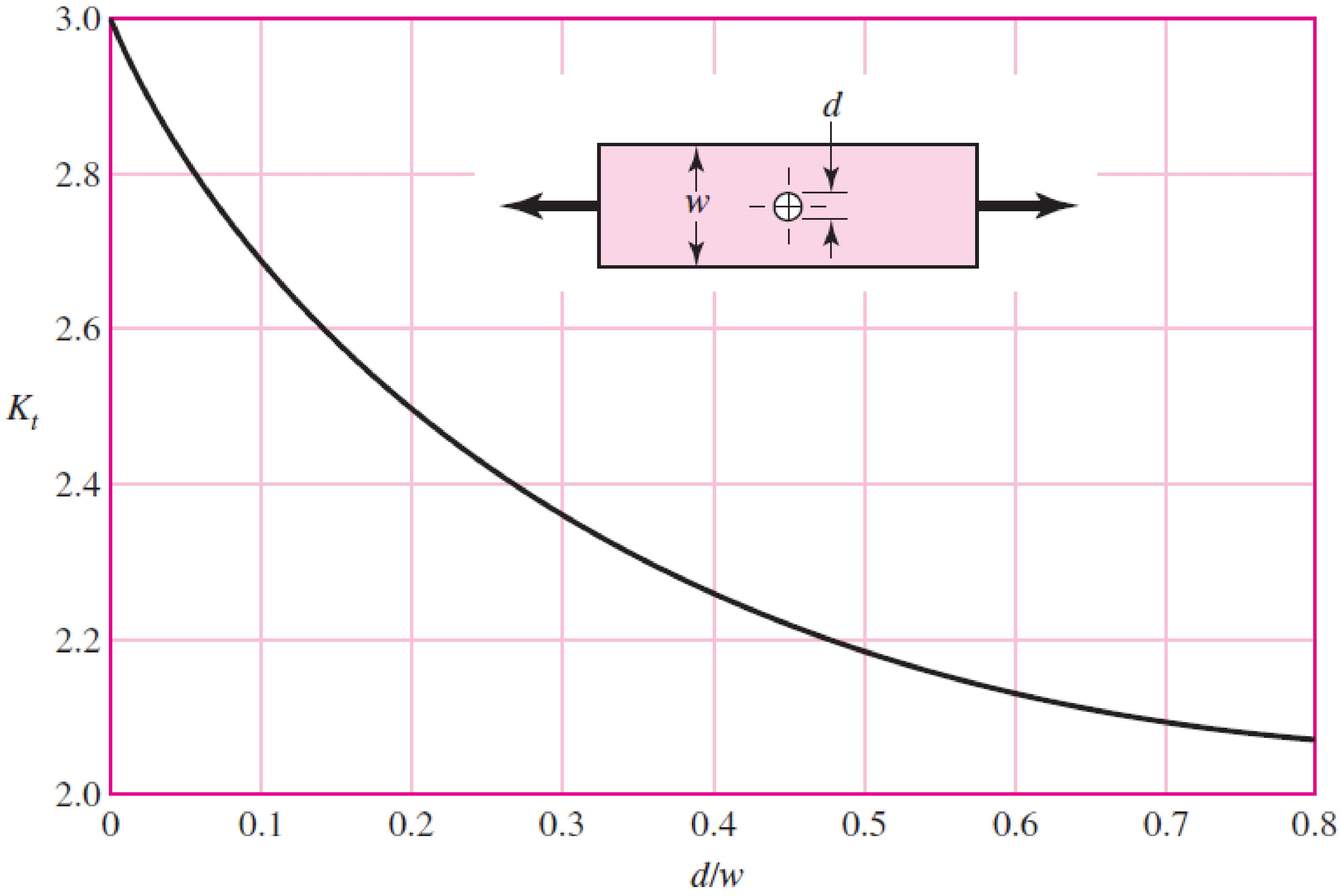
- Una concentrador de tensión es una localización dentro de un sólido elástico donde el campo de tensiones aumenta de valor por motivos geométricos.



Antecedentes:

Figure A–15–1

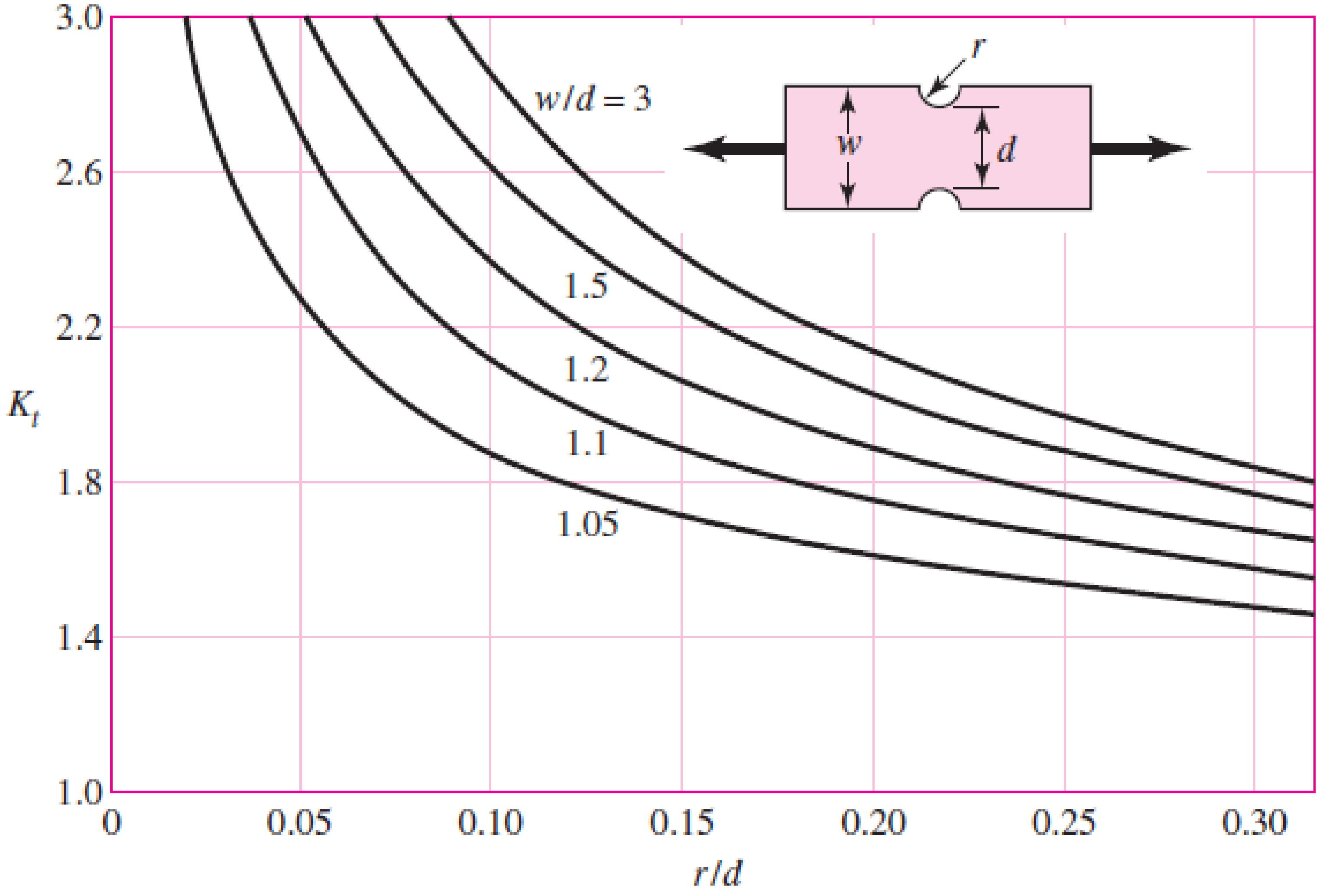
Bar in tension or simple compression with a transverse hole. $\sigma_0 = F/A$, where $A = (w - d)t$ and t is the thickness.



Antecedentes:

Figure A–15–3

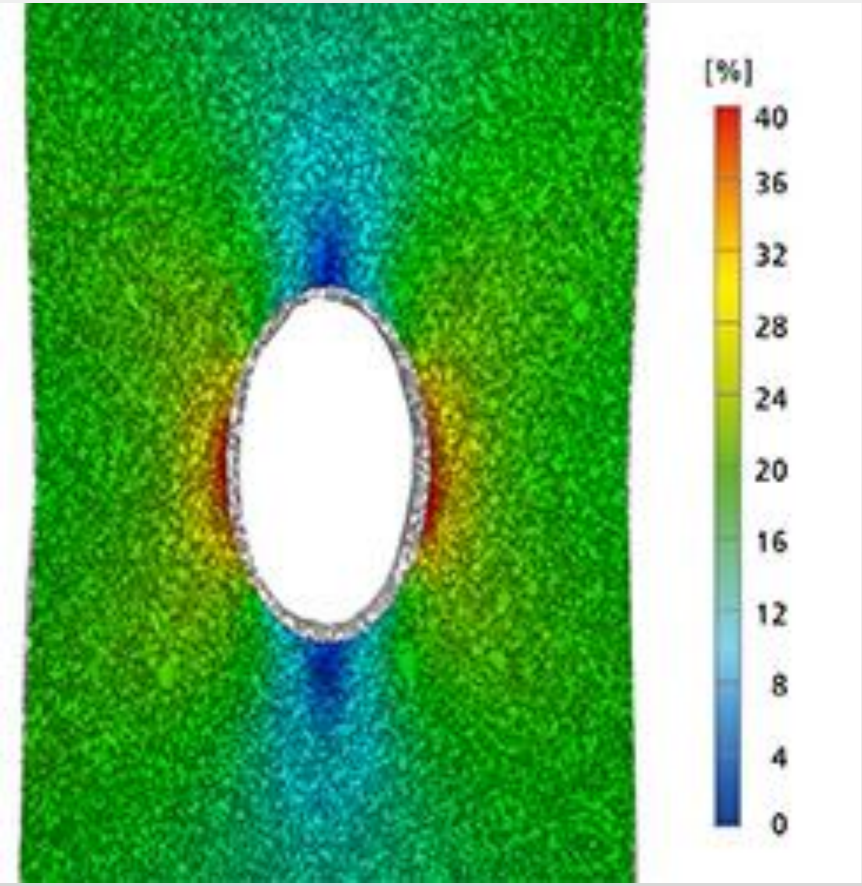
Notched rectangular bar in tension or simple compression. $\sigma_0 = F/A$, where $A = dt$ and t is the thickness.



Antecedentes:

- Correlación digital de Imágenes

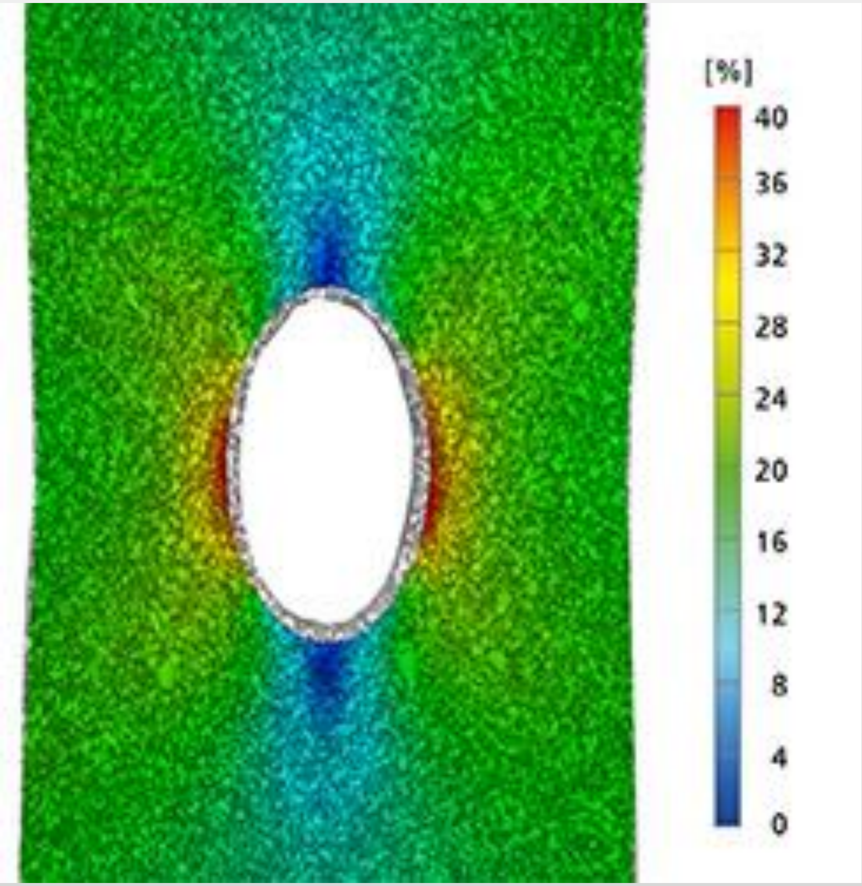
- La técnica permite el análisis experimental basado en tratamiento de imágenes digitales (Digital Image Correlation).
- Permite calcular tanto los desplazamientos verticales como horizontales.



Antecedentes:

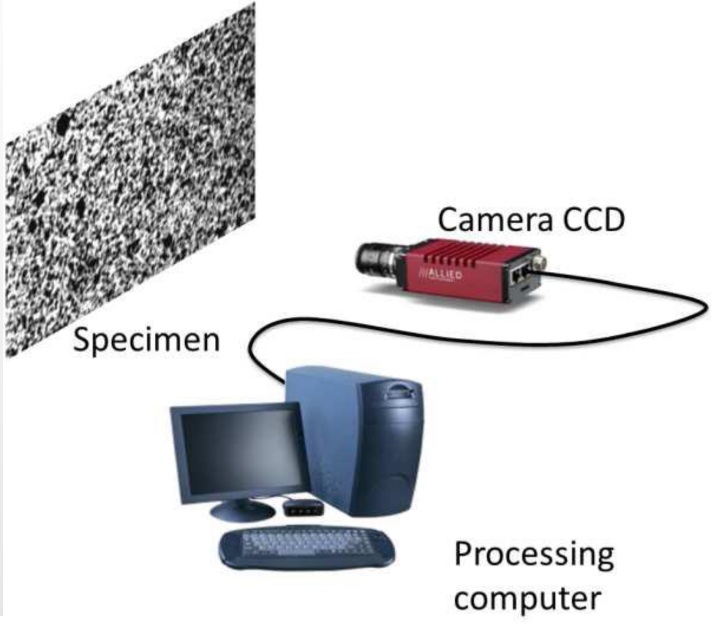
- Correlación digital de Imágenes

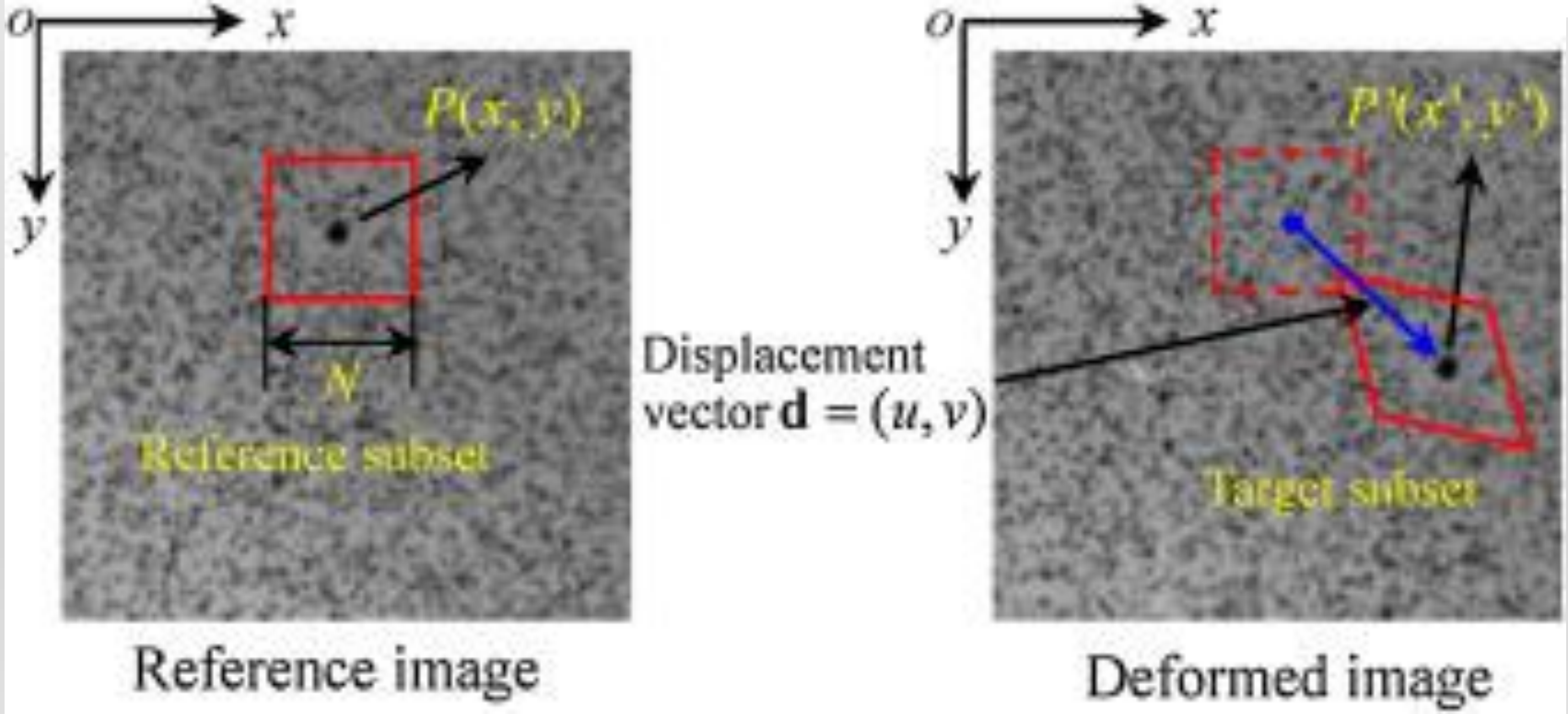
- La técnica consiste en la toma de imágenes digitales durante el ensayo de una probeta desde su estado inicial (considerado como el de referencia) hasta su estado final (deformado).
- Previamente a la realización del ensayo, en general, las probetas son tratadas para poder aplicar la técnica DIC.
- Para ello se aplica una base de pintura blanca sobre la superficie, y posteriormente se genera un moteado aleatorio de color negro para generar el máximo contraste posible.



Antecedentes:

- Correlación digital de Imágenes





Antecedentes:

- Correlación digital de Imágenes: Cálculo de deformaciones unitarias:

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}, \qquad \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \qquad \gamma = 2\varepsilon_{xy} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}$$

- O más exactamente:

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2\right]$$

$$\varepsilon_{\boldsymbol{y}} = \frac{\partial \boldsymbol{v}}{\partial y} + \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2\right]$$

$$\gamma = 2\varepsilon_{xy} = \frac{\partial \boldsymbol{v}}{\partial x} + \frac{\partial \boldsymbol{u}}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial x} \cdot \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \cdot \frac{\partial v}{\partial y}$$

Metodología:

Se estudiará una probetas con un tconcentrador y el proceso será:

- Disponer la probeta en la máquina de ensayo universal y preparar el sistema de captura de imágenes.
- Se captura una imagen en la que la probeta no está sometida a carga, ya que ese será el estado de referencia.
- Seguidamente se someterá la probeta a una serie de esfuerzos en los que se capturarán las correspondientes imágenes.
- Seguidamente se procesarán las imágenes para conocer los desplazamientos ocurridos en cada estado de carga. El procesado se realizará mediante un software específico.
- Una vez medidos los mapas de desplazamientos (son matrices de datos que se deben manejar en Matlab), la técnica puede calcular las deformaciones unitarias haciendo una derivada espacial de los primeros según el tensor de Lagrange.

Metodología:

Se estudiarán dos probetas con dos tipos de concentradores y el proceso será:

- A partir de las deformaciones en x e y, el estudiante debe de calcular los esfuerzos (tensiones) mediante las ecuaciones de Lamé (el resultado será también una matriz de tensiones que representa la tensión en cada punto geométrico de la probeta.
- Observando la matriz, se podrá evaluar el concentrador de esfuerzos teórico y experimental.

$$\lambda = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} \qquad \mu = \frac{E}{2(1+\nu)}.$$

$$\begin{aligned}
\sigma_x &= \lambda e_3 + 2\mu\epsilon_x \\
\sigma_y &= \lambda e_3 + 2\mu\epsilon_y \\
\sigma_z &= \lambda e_3 + 2\mu\epsilon_z \\
\tau_{xy} &= G\gamma_{xy} \\
\tau_{yz} &= G\gamma_{yz} \\
\tau_{zx} &= G\gamma_{zx}
\end{aligned}$$

Entregar:

La memoria a entregar debe de tener los siguientes puntos:

- Introducción y objetivos
- Metodología experimental (descripción del equipo y técnicas)
- Resultados y cálculos
- Discusión y conclusión