

## Capítulo 2

### Caracterización del problema

#### 2.1 Consideraciones generales

La fatiga por fretting es un caso particular de fatiga en el que las tensiones principales del problema se generan como consecuencia del contacto entre dos cuerpos con tendencia al deslizar. Dicho contacto puede llevarse a cabo de multitud de formas y entre geometrías muy variadas, no obstante, en el presente Proyecto se considerará exclusivamente el contacto esférico que se produce entre una superficie plana y otra esférica, tal y como se muestra en la figura 2.1.

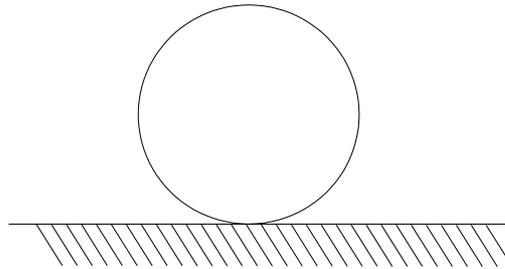


Figura 2.1: Contacto entre esfera y plano.

Adicionalmente a las tensiones generadas por el contacto entre los cuerpos, pueden existir otras procedentes de cargas de volumen que varíen de forma cíclica.

Para una correcta definición del problema el primer paso debe consistir en estudiar la forma en que las cargas se transmiten entre los cuerpos. Seguidamente, debe procederse al estudio del campo de tensiones generado por la acción conjunta de todas las cargas actuantes, así como al análisis de la zona de contacto.

#### 2.2 Descripción del ensayo de laboratorio

Se pretende obtener resultados que se ajusten a un problema sencillo, un ensayo típico de fretting como el que se muestra en la figura 2.2; la descripción de los parámetros de este ensayo y sus valores característicos se realiza en los apartados siguientes. En figura se muestra un contacto esférico por “partida doble”, ya que el contacto tiene lugar por ambas caras de la probeta rectangular plana. Este trabajo se centra en el estudio del contacto provocado en una de las caras, como el que aparece en la figura 2.3.

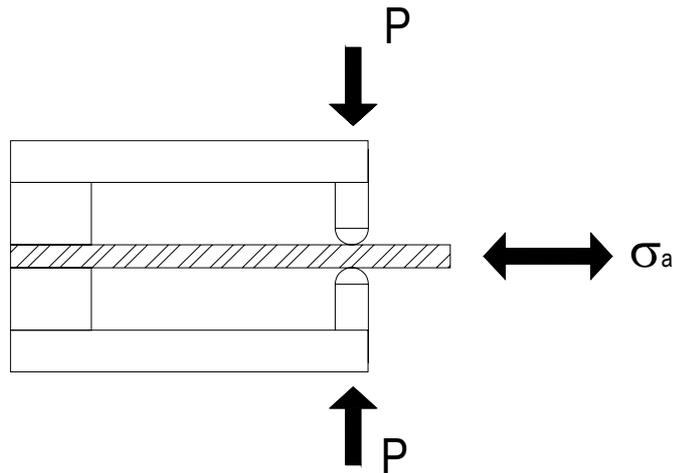


Figura 2.2: Esquema de montaje de laboratorio.

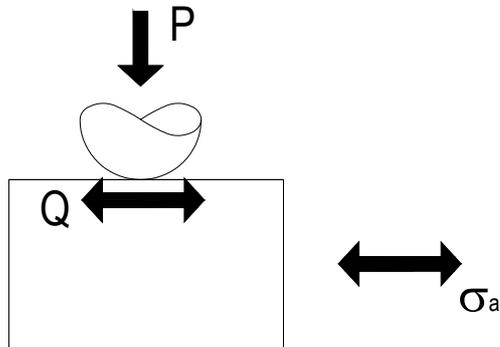


Figura 2.3: Contacto esférico modelado.

En dicha figura se observa un cuerpo esférico sometido a una fuerza normal  $P$  con sentido tal que asegura la existencia de la unión, transversalmente a éste aparece una fuerza  $Q$  que actúan en la zona de la unión, y finalmente una tensión  $\sigma_a$  que actúan sobre el cuerpo plano. Cada una de estas cargas recibirá un nombre particular a lo largo de este trabajo, de esta forma se facilita la comprensión de las ideas aquí planteadas; estos nombres son:

- $P$ : carga normal;
- $Q$ : carga transversal o tangencial;
- $\sigma_a$ : tensión axial;

Otro paso muy importante para hacer que los resultados aquí mostrados sean coherentes, es definir el criterio de signos de cada una de las cargas definidas anteriormente. El criterio elegido no tiene porqué ser único, pero conforme se avanza en el desarrollo de este trabajo se comprenderá mejor el motivo de su elección. El criterio de signos es el siguiente:

- Carga normal: positiva en el sentido que hace permanecer la unión, es decir, desde el cuerpo esférico al cuerpo plano;
- Carga transversal: positiva en el sentido positivo del eje x de la figura 2.4;
- Tensión axial: contraria a la carga transversal –como se ve en la figura 2.5– pero con el signo correspondiente según el sistema de ejes coordenados de la figura 2.4.

Y finalmente, se pretende llamar la atención del lector acerca de la dependencia entre la carga tangencial y la tensión axial. En vista de que la carga tangencial está generada en el contacto pero depende del movimiento entre los cuerpos y de que la causante de este movimiento es la propia tensión axial, la relación existente entre ambas viene dada por la figura 2.5, en la que se muestra el ciclo de carga simétrico.

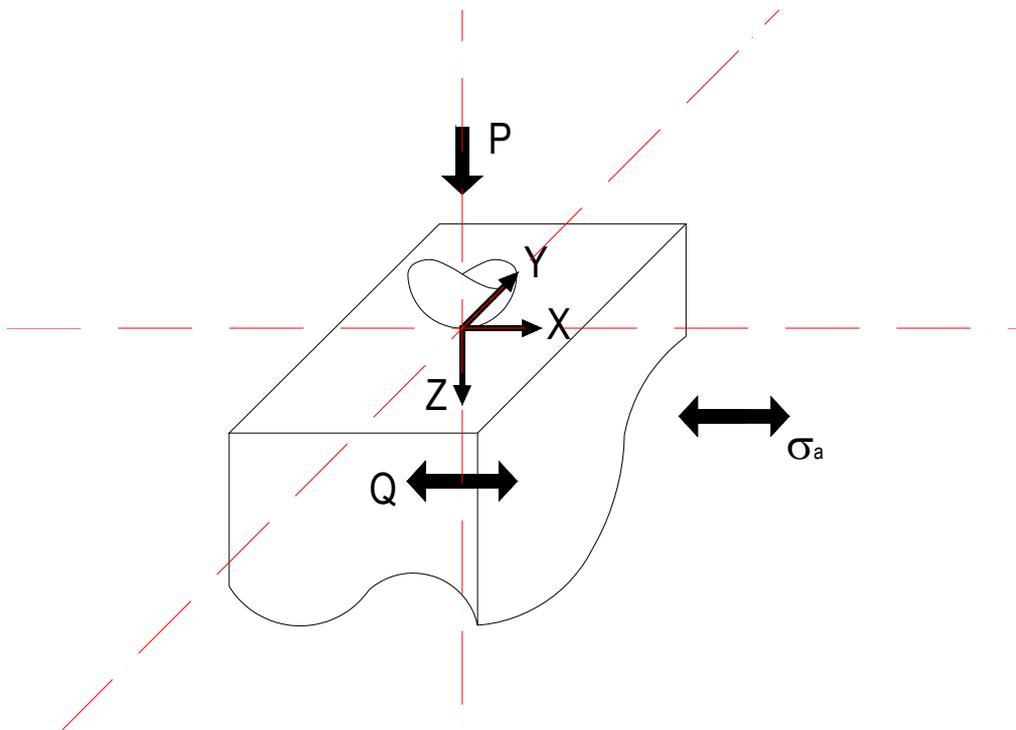


Figura 2.4: Sistema de ejes coordenados para determinar el criterio de signos.

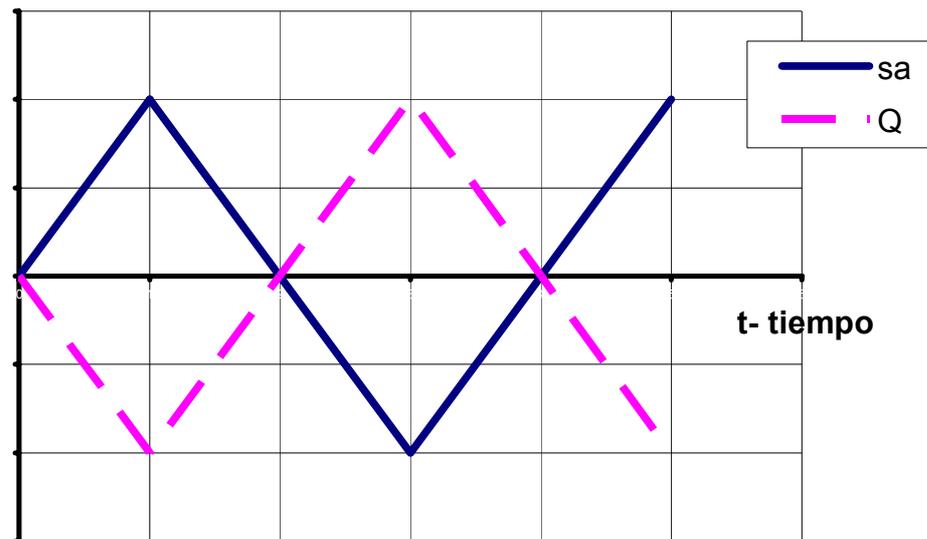


Figura 2.5: Ciclo de carga. Tensión axial y carga tangencial desfasadas.

### 2.3 Parámetros del ensayo

Adicionalmente a las propiedades asociadas a cada material, a la geometría de los cuerpos y al valor de las cargas del ensayo, hace falta determinar algunos parámetros controlados en cada ensayo como son el tamaño máximo de grieta que determine el final de cada ensayo y el espesor de probeta.

Hasta ahora no se ha definido el tamaño de grieta, por lo tanto no podemos definir un valor sin tener una idea de lo que estamos hablando. Dejaremos para el Capítulo 4 la definición y especificación de este parámetro.

En cambio, lo que hemos llamado “espesor de probeta” puede definirse perfectamente. Se trata de la medida de una dimensión del cuerpo plano que forma parte del conjunto; en particular se refiere a la distancia en la dirección del eje z según el sistema coordenado definido en la figura 2.4. Puede adelantarse que este parámetro es importante por dos motivos principales:

- Determina el máximo tamaño de grieta (en crecimiento perpendicular a la unión).
- Las expresiones que se definen en el Capítulo 4 para la predicción de vida a fatiga serán válidas dentro de unos límites marcados por este valor.

Por consiguiente, para la determinación unívoca de un ensayo serán necesarios los siguientes grupos de datos:

- Datos del material;
- Datos geométricos del contacto;

- Datos de las cargas;
- Datos del ensayo: tamaño máximo de grieta y espesor de probeta

En la tabla 2.1 se presentan los valores característicos de algunos de estos parámetros. Tome el lector buena cuenta no tanto de la magnitud de cada valor, sino de la escala en la que se trabaja.

Valores característicos de los parámetros de un ensayo			
P(N):	200	R(mm):	100
Q(N):	$\pm 100$	Tamaño máximo (mm)	5
$\sigma_a$ (MPa):	$\pm 100$	Espesor (mm)	10

Tabla 2.1: Valores característicos de datos de ensayos.