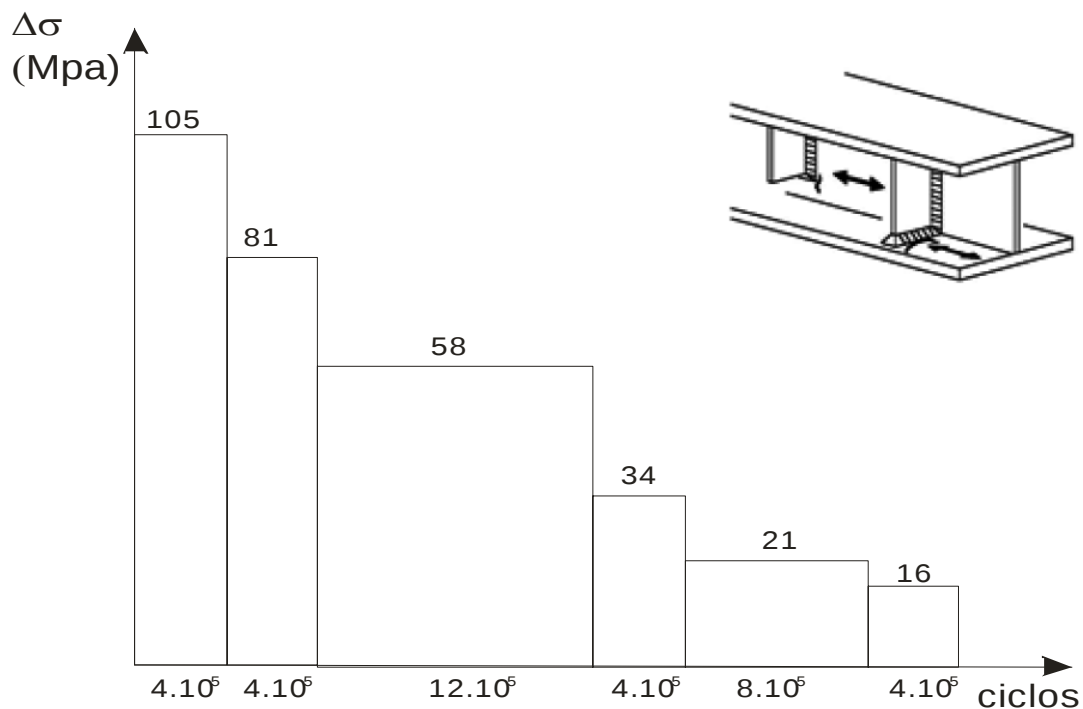


PROBLEMA N°3

El detalle constructivo que se muestra en la figura representa un rigidizador de espesor $L=55mm$ sometido a una serie de cargas repetidas.

Dado el espectro de tensiones y el n° de ciclos que ha de soportar para cada rango, se pide verificar si el detalle sería seguro para la vida prevista del componente.

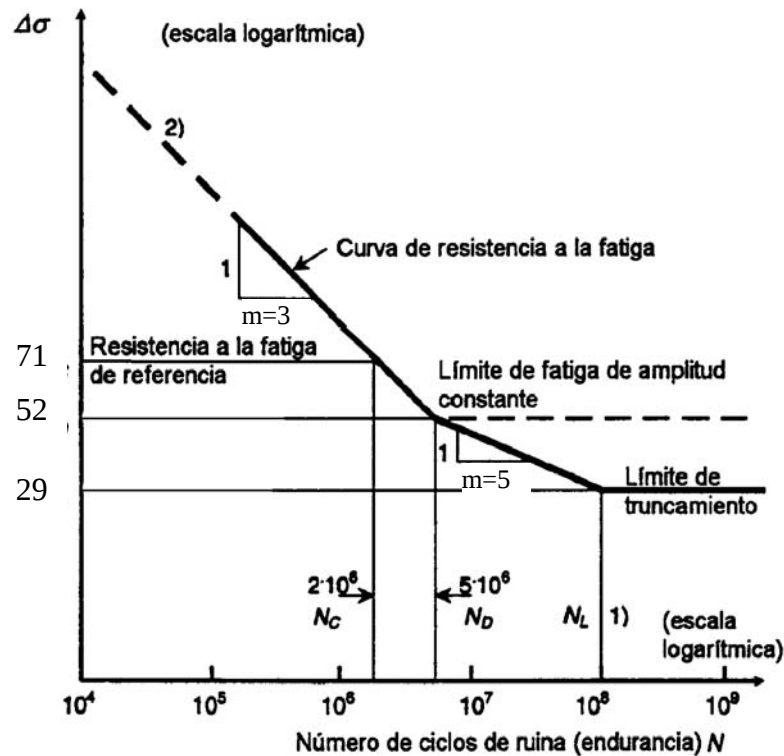
En el caso de que no fuera seguro, proponer alguna medida posible a tomar.

**SOLUCIÓN**

En este caso viene dado el espectro completo de rangos de tensión que debería soportar el detalle en particular cuya resistencia a fatiga se desea analizar.

Teniendo en cuenta el espesor del rigidizador dado ($L=55mm$) estaríamos en una categoría 71 para seleccionar la curva de fatiga apropiada. Los valores de la constante $\log a$ para cada pendiente m de la curva son en este caso:

$$\log N_i = \log a - m \cdot \log \Delta \sigma_i \quad \begin{cases} m = 3 \rightarrow \log a = 11,851 \\ m = 5 \rightarrow \log a = 15,286 \end{cases}$$



Aplicaremos el método de Palmgren-Miner (daño acumulado) para determinar si se supera la vida útil prevista para el espectro de tensiones que debería soportar el detalle. Se trata de entrar en la ecuación anterior para cada rango de tensión dado, con el fin de conocer el número de ciclos a los que se agotaría el detalle para dicho rango de tensión en particular.

$$\Delta\sigma_1 = 105 \text{ Mpa} (m=3) \rightarrow \log N_1 = 11,851 - 3 \cdot \log 105 \Rightarrow N_1 = 612960 \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_2 = 81 \text{ Mpa} (m=3) \rightarrow \log N_2 = 11,851 - 3 \cdot \log 81 \Rightarrow N_2 = 1,33 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_3 = 58 \text{ Mpa} (m=3) \rightarrow \log N_3 = 11,851 - 3 \cdot \log 58 \Rightarrow N_3 = 3,64 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_4 = 34 \text{ Mpa} (m=5) \rightarrow \log N_4 = 15,286 - 5 \cdot \log 34 \Rightarrow N_4 = 42,5 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_5 = 21 \text{ Mpa} < \sigma_L = 29 \text{ Mpa} \Rightarrow N_5 = \infty \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_6 = 16 \text{ Mpa} < \sigma_L = 29 \text{ Mpa} \Rightarrow N_6 = \infty \text{ ciclos}$$

El daño acumulado con los 6 rangos de tensión que deberá soportar el detalle será:

$$\sum D_i = \sum \frac{n_i}{N_i} = \frac{4 \cdot 10^5}{612960} + \frac{4 \cdot 10^5}{1,33 \cdot 10^6} + \frac{12 \cdot 10^5}{3,64 \cdot 10^6} + \frac{4 \cdot 10^5}{42,5 \cdot 10^6} = 1,07 > 1 \rightarrow \text{FALLO}$$

De modo alternativo se puede calcular la carrera de tensión equivalente $\Delta\sigma_e$ para el espectro completo sabiendo que los coeficientes γ_i para cada rango de tensiones son:

	1	2	3	4	5	6
γ_i	1/9	1/9	3/9	1/9	2/9	1/9
$\Delta\sigma$	105	81	58	34	21	16

Suponiendo que $\Delta\sigma_e$ se sitúa en la zona de la curva de pendiente $m=3$ y teniendo en cuenta que un par de rangos de tensión están por debajo del límite de truncamiento $\Delta\sigma_L$, por lo que no se tienen en consideración, se tiene:

$$\Delta\sigma_E = \sqrt[3]{\sum \gamma_i \cdot (\Delta\sigma_i)^3} = \sqrt[3]{\frac{1}{9} \cdot (105)^3 + \frac{1}{9} \cdot (81)^3 + \frac{3}{9} \cdot (58)^3 + \frac{1}{9} \cdot (34)^3} = 63,58 \text{ Mpa}$$

Este resultado confirma que estamos en la zona de pendiente $m=3$. Por último, a partir de $\Delta\sigma_e$ se obtiene el número de ciclos para el agotamiento en la ecuación logarítmica.

$$\log N = \log a - m \cdot \log \Delta\sigma; \quad \log N = 11,851 - 3 \cdot \log 63,58 = 6,44 \Rightarrow N = 2,76 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$

Valor que no supera los ciclos totales que debería soportar el detalle:

$$9 \cdot (4 \cdot 10^5) \text{ ciclos} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ ciclos a soportar}$$

Propuesta de cambio

Se propone disminuir el espesor del rigidizador (siempre que las condiciones de diseño estático del mismo lo permitan) a un valor de 50mm desde los 55mm de partida. Este cambio nos llevaría a que la categoría del detalle sería de 80 en lugar de la categoría 71 que se ha considerado previamente.

Al pasar de la categoría 71 a la 80 se observa que por una parte el rango de tensiones equivalente $\Delta\sigma_e$ no sufre cambios pero si cambiaría el valor de la constante $\log a$ en la ecuación logarítmica, que en la zona de pendiente $m=3$ valdría ahora: $\log a = 12,001$. De modo que el nuevo número de ciclos para que se produzca el agotamiento sería:

$$\log N = \log a - m \cdot \log \Delta\sigma; \quad \log N = 12,001 - 3 \cdot \log 63,58 = 6,59 \Rightarrow N = 3,9 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$

Valor que NO es superado por los $3,6 \cdot 10^6$ ciclos que deberá soportar detalle.