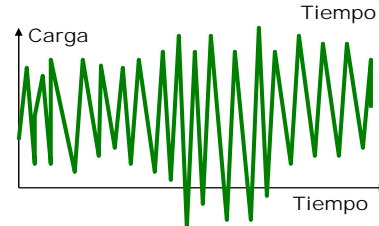
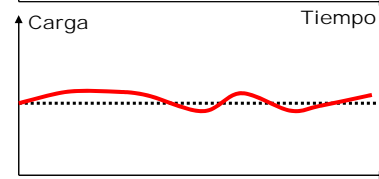
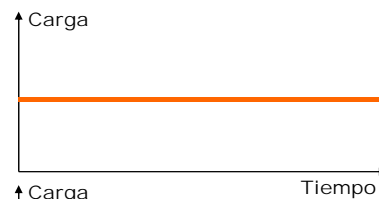
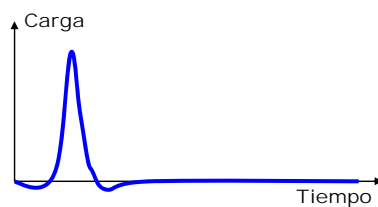


6. Fatiga de los materiales

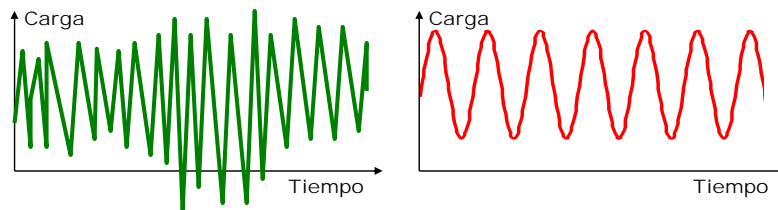
Clasificación de las cargas

- Estáticas
 - Permanentes
 - Transitorias
- Dinámicas
 - Instantáneas
 - Reiteradas

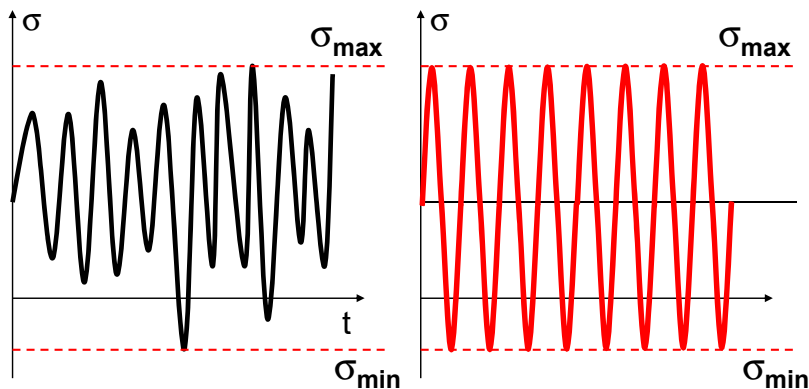


Definición de Fatiga

- Fenómeno que se produce por cargas reiteradas
- Tensiones de tracción
- Rotura de un material sometido a tensiones de tracción menores que su resistencia a la rotura y debida a la aplicación de cargas cíclicas o reiteradas



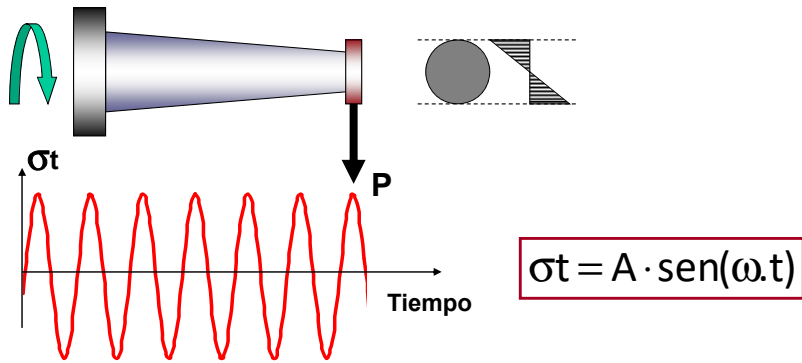
Tensiones de tracción



$$\sigma(t) = A \cdot \text{Sen}(C \cdot t) + B$$

Experiencia de Whöler

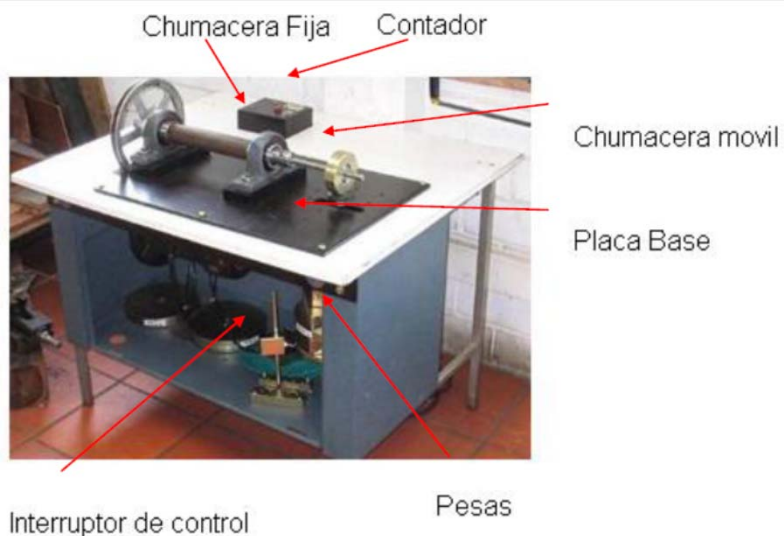
Ingeniero de los FFCC Alemanes (1819 – 1914)



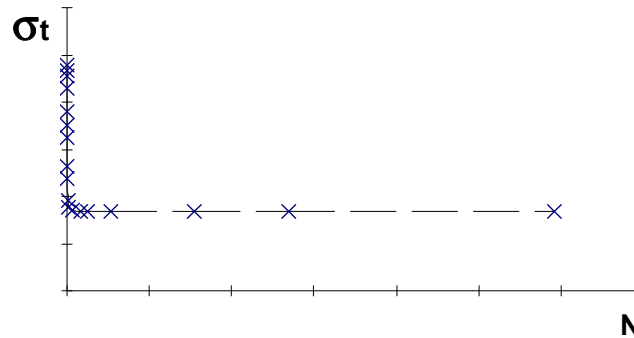
Resultado del ensayo: Número de giros N necesarios para producir la rotura de la probeta

Distintos $P \Rightarrow$ Distintos $\sigma_t \Rightarrow$ Distintos N

Máquina de ensayos de fatiga (en voladizo)



Resultados del ensayo Curva S-N

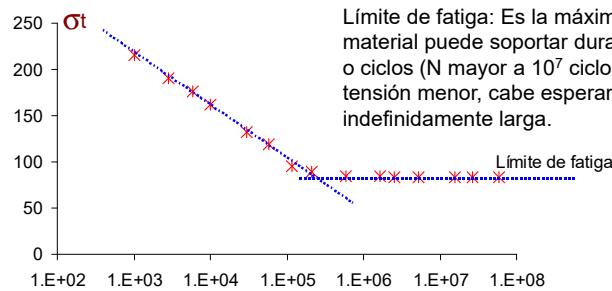


$N < 1000$: fatiga de bajo número ciclo (oligocíclica). El daño por fatiga está acompañado por el producido por las importantes deformaciones plásticas.

$N > 1000$: bajo nivel de tensión aplicada (fatiga multicíclica). Muy larga que obliga a adoptar una escala logarítmica

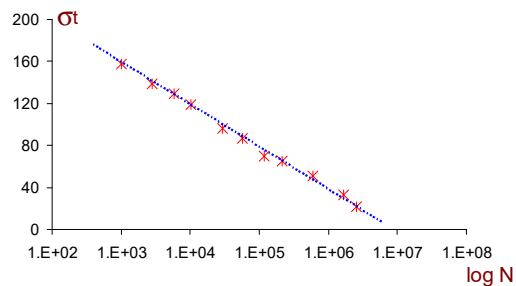
Criterio probabilístico

Resultados del ensayo Curva de Wholer ó S - N

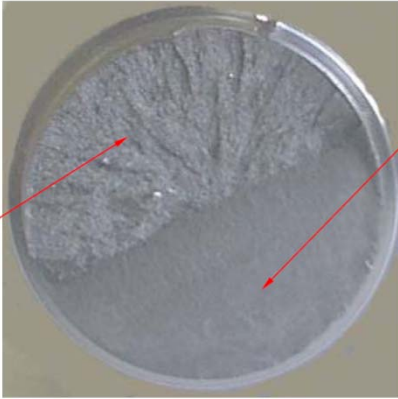


Límite de fatiga: Es la máxima tensión que un material puede soportar durante N repeticiones o ciclos (N mayor a 10^7 ciclos). Si se aplica una tensión menor, cabe esperar una vida indefinidamente larga.

**En algunos materiales no hay Límite de fatiga
Criterio de Vida de fatiga
(10^6 , 10^7 ,)**



Rotura por fatiga

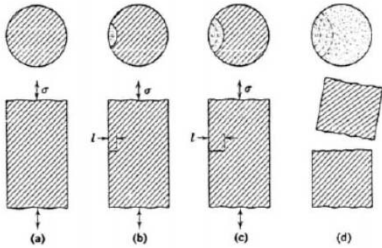


Rotura por carga de tracción (arrancamiento)

Zona de avance de la fisura de fatiga

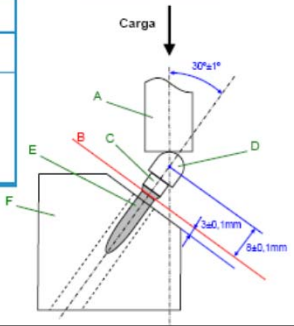
a) Zona Lisa: aparece debido al roce por la propagación de la grieta con marcas anulares (marcas de playa)

b) Zona Rugosa: Aparece al romper la pieza por disminución de la sección efectiva sana

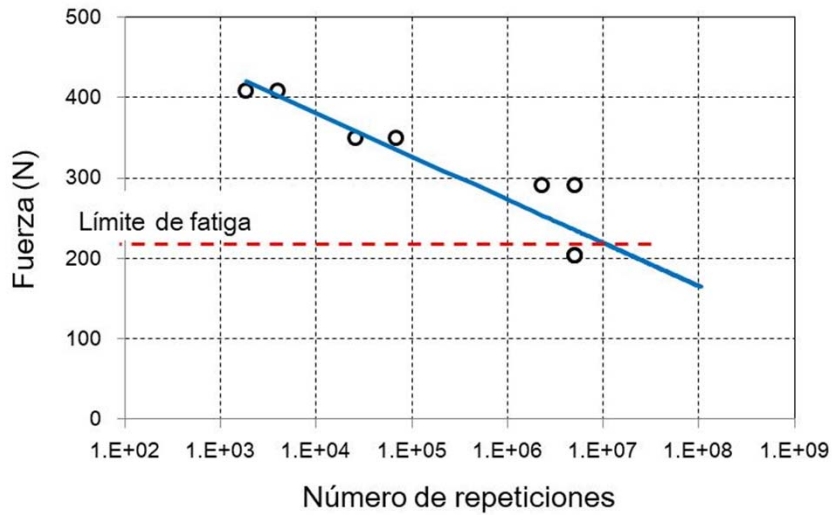


Resultados ensayos de fatiga

Nº de unidades ensayadas	Carga máxima aplicada (N)	Muestra	Número de ciclos
2	409	1	3.956
		2	1.841
2	350	3	25.395
		4	69.053
2	292	5	2.274.908
		6	5.000.000
3	204	7	5.000.000
		8	
		9	



Resultados ensayos de fatiga

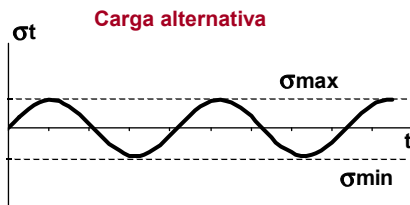


Caracterización de los modos de sollicitación

$$\text{Tensión media} = \sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

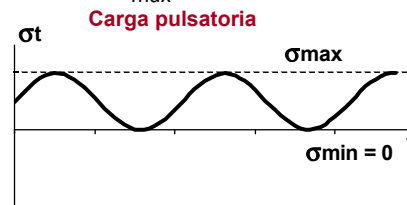
$$\text{Amplitud} = \sigma_a = A = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

$$\text{Coef. de variación o de asimetría} = R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$



$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} = 0$$

$$R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = -1$$



$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + 0}{2} = \frac{\sigma}{2}$$

$$R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = 0$$

Influencia del modo de carga

σ_{-1} : Tensión límite de fatiga donde la probeta no rompe sin importar el número de ciclos en condición de carga alternativa ($R = -1$)

σ_0 : Tensión límite de fatiga donde la probeta no rompe sin importar el número de ciclos en condición de carga pulsatoria ($R = 0$)

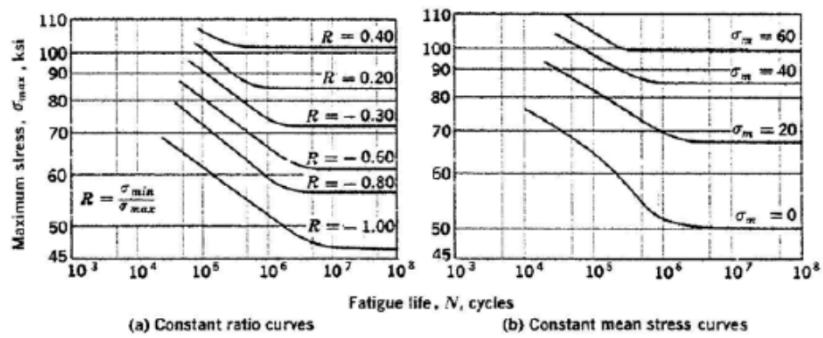
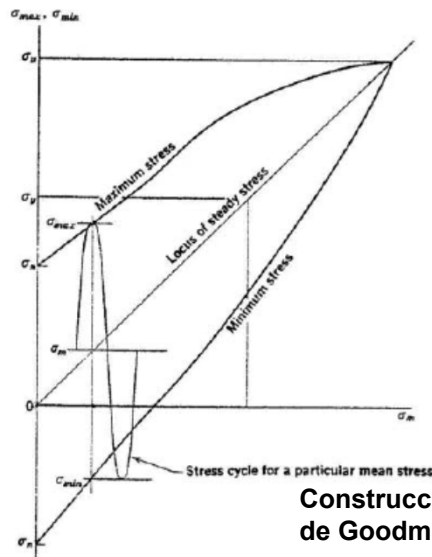


Diagrama de Goodman – Smith



Construcción del Diagrama de Goodman- Smith

Aplicación Diagrama G-S

Un tensor de acero cuyas propiedades mecánicas son:

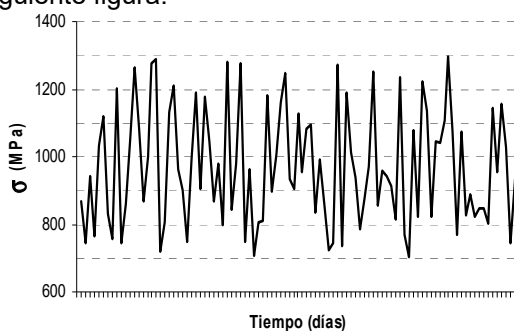
$$\sigma_R = 1710 \text{ MPa}$$

$$\sigma_F = 1548 \text{ MPa}$$

$$\sigma_0 = 1442 \text{ MPa}$$

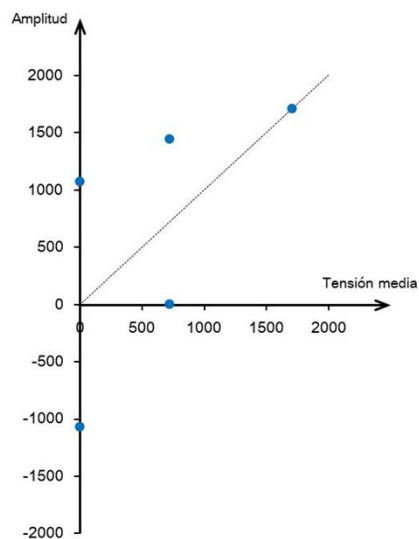
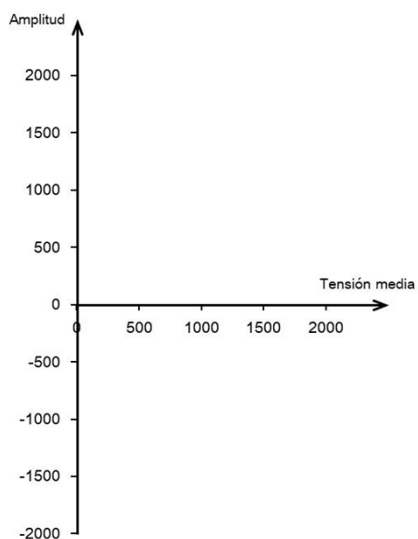
$$\sigma(-1) = 1068 \text{ MPa}$$

está sometido a tensiones de tracción variables en el tiempo como se muestra en la siguiente figura:

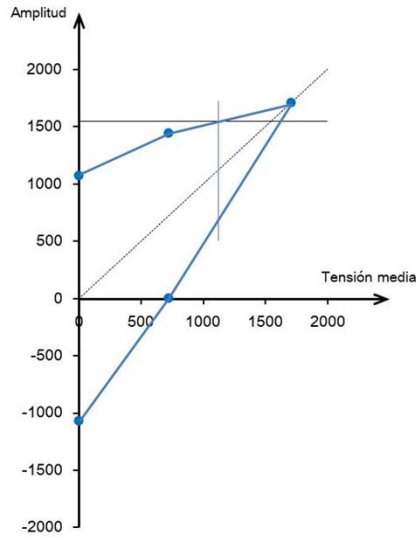
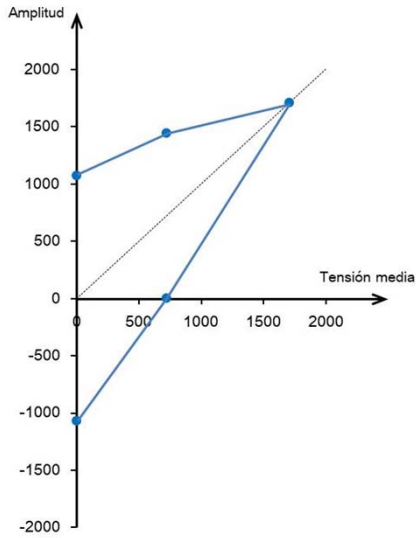


¿Cuál es el coeficiente de seguridad con que está trabajando respecto a su resistencia a la fatiga?

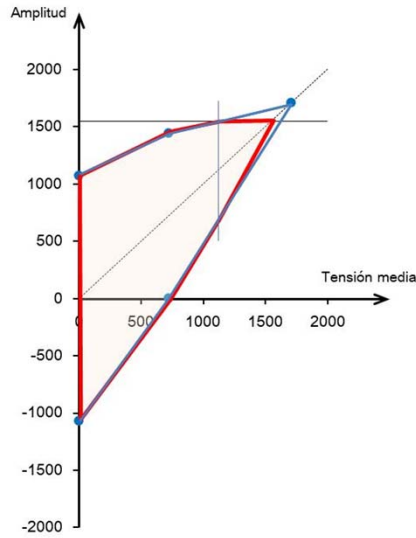
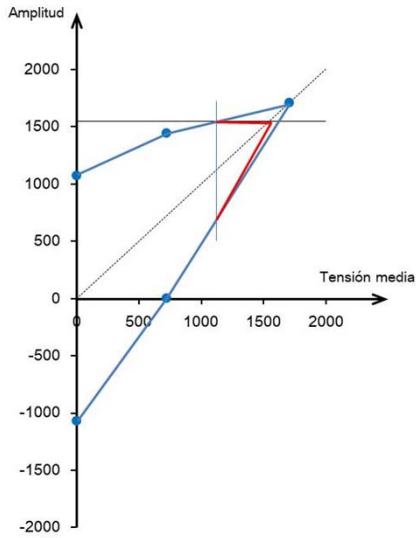
Aplicación Diagrama G-S



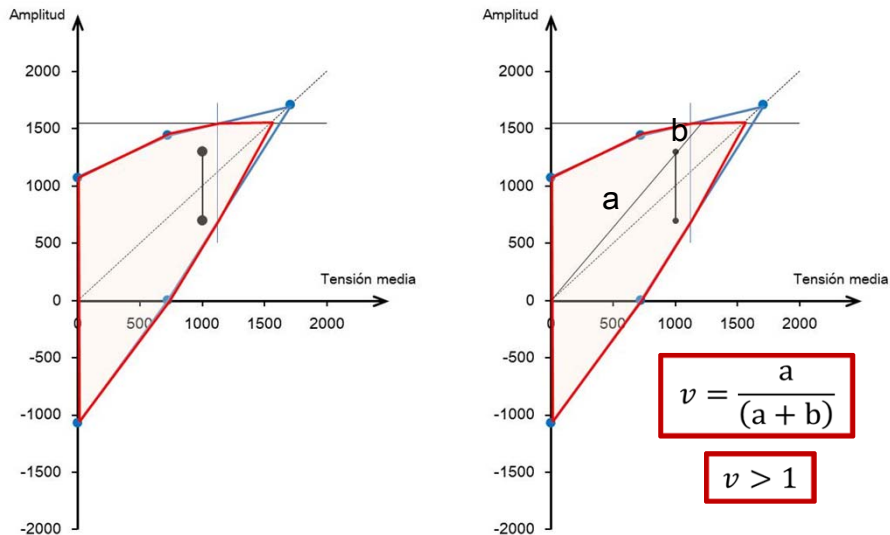
Aplicación Diagrama G-S



Aplicación Diagrama G-S



Aplicación Diagrama G-S



Factores que influyen en la resistencia a la fatiga

•Tipo de material, su grado de aleación, método de fabricación, condiciones y atmósfera de trabajo,

•Factor de carga: considera si la carga es axial, corte, torsión o combinación.

•Flexión $\sigma_{-1} = 0.50 \sigma_R$

•Axial $\sigma_{-1} = 0,45 \sigma_R$

•Torsión $\sigma_{-1} = 0.29 \sigma_R$

* Concentración de tensión o presencia de entallas: presencia de entallas, agujeros o grietas en el material

* Factor de tamaño: influye la forma y tamaño de la pieza.

* Factor de temperatura: la baja temperatura de operación puede generar problemas de fragilización del material o por el contrario, las altas temperaturas afectan cuando la tensión se aproxima a la de fluencia.

* Factor de superficie: debido a que la pieza no tiene el grado de pulido y acabado de la pieza de laboratorio.