

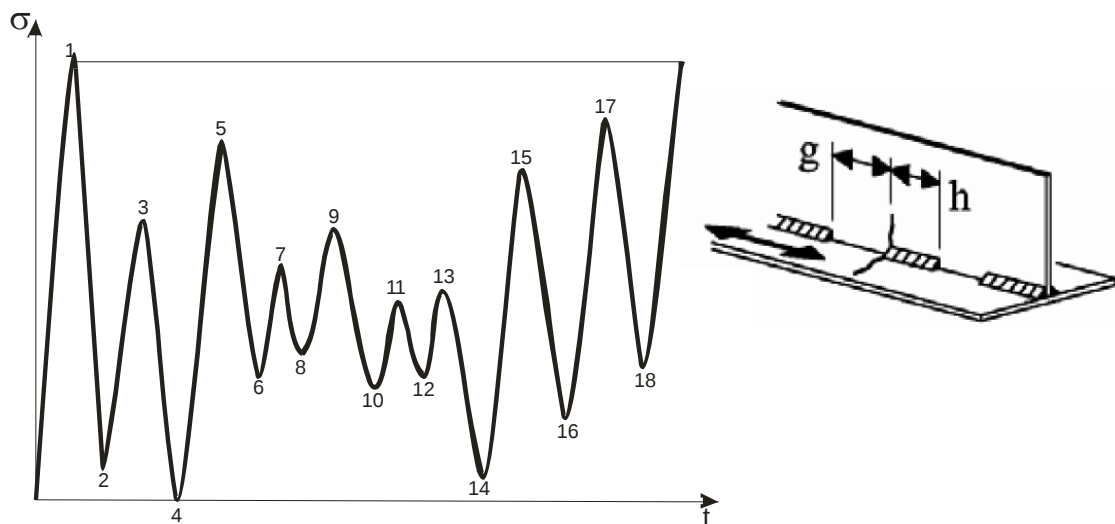
PROBLEMA N°2

En la figura se representa la historia de tensiones que solicita repetidamente al detalle constructivo (viga armada con cordones discontinuos) cuya vida a fatiga se pretende evaluar. La tabla indica los valores de las tensiones en *Mpa* correspondientes a todos picos y valles del espectro.

Se pide:

1º) Determinar el espectro de tensiones ($\Delta\sigma$ -ciclos) equivalente utilizando el método del vaciado del depósito.

2º) El número de veces que se puede repetir la historia de tensiones sin que el detalle se agote por fatiga.

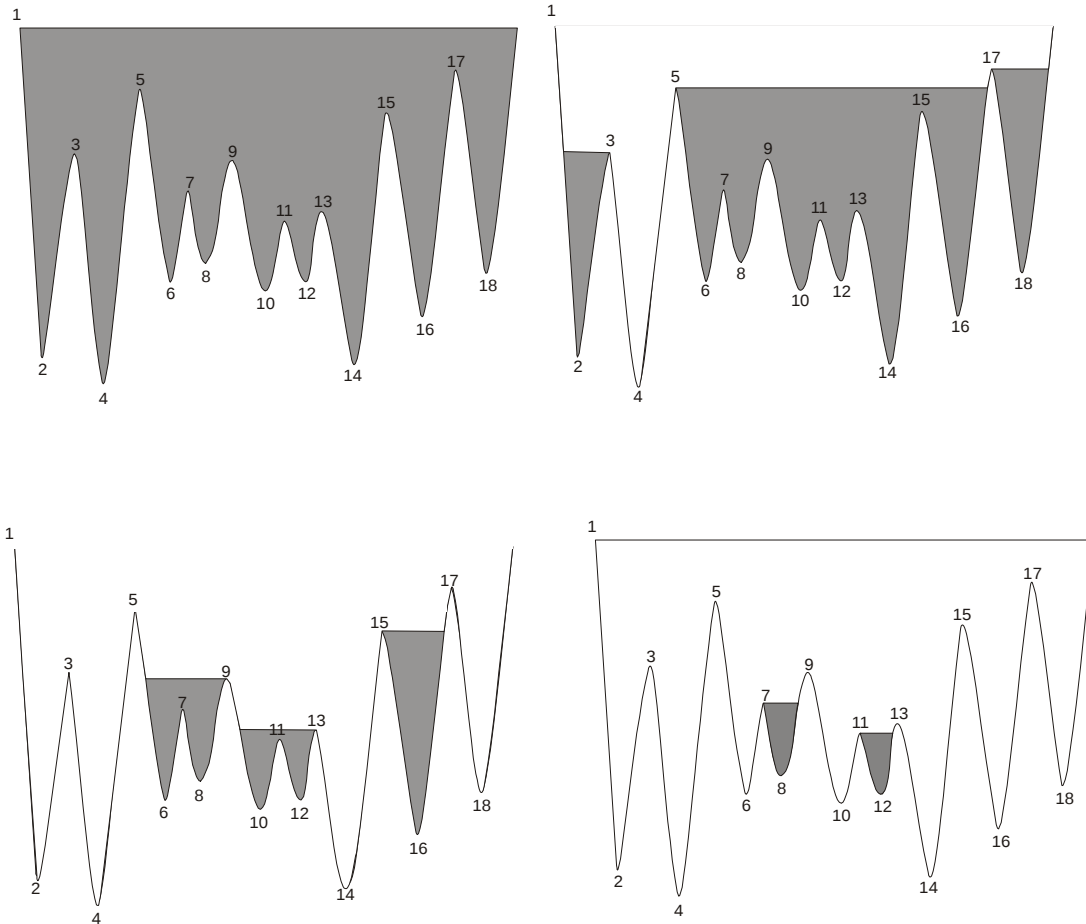


Nº	σ (Mpa)	Nº	σ (Mpa)	Nº	σ (Mpa)
1	105	7	49	13	56
2	33	8	30	14	30
3	91	9	46	15	86
4	20	10	28	16	0
5	78	11	64	17	66
6	5	12	35	18	8

SOLUCIÓN

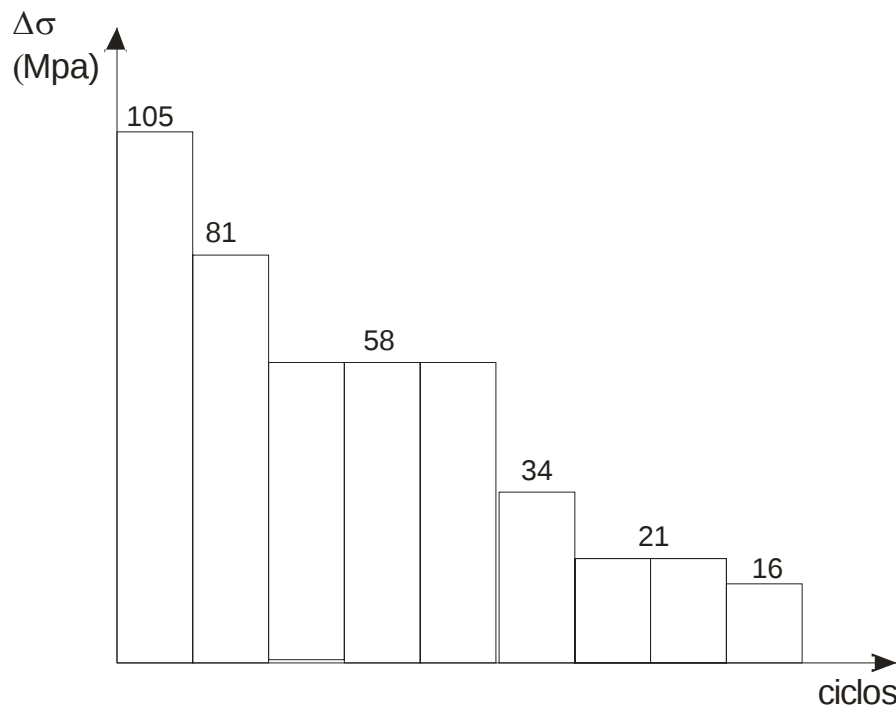
Mediante el método de vaciado del depósito y paso a paso se va a determinar el espectro de tensiones equivalente. Las figuras siguientes ilustran diversos instantes del proceso de vaciado. La primera muestra el depósito lleno, en la segunda se muestra el estado

tras “abrir el tapón” en el fondo del valle nº4. Seguidamente tenemos la situación después de vaciar por los valles nº14, nº2 y nº18. La última figura ilustra el estado tras vaciar los valles nº10 y nº6. El vaciado se completa al “abrir los tapones” de los valles nº12 y nº8.



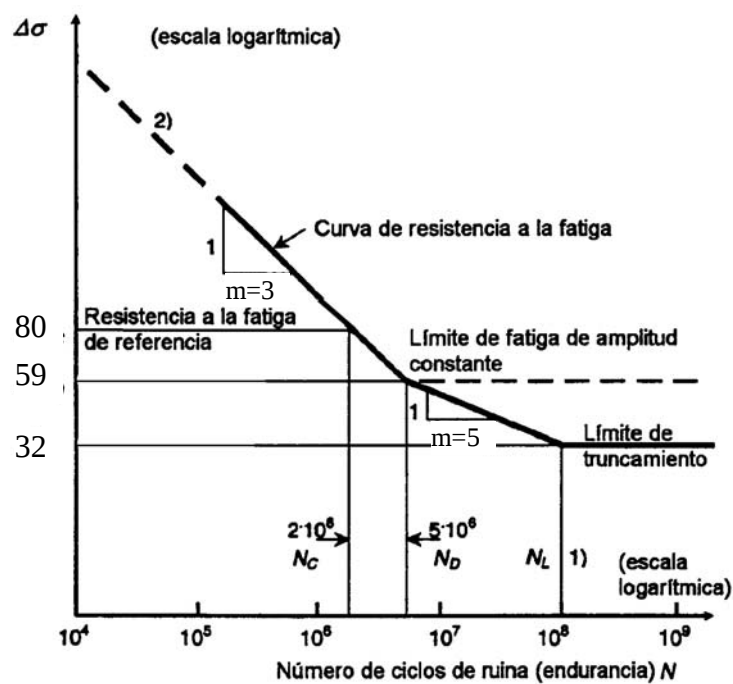
El espectro de rangos de tensión que resulta se deduce a partir de la tabla siguiente.

Pico	Valle	$\Delta\sigma$
1	4	105 (105-0)
3	2	58 (66-8)
17	18	58 (91-33)
5	14	81 (86-5)
15	16	58 (78-20)
9	6	34 (64-30)
13	10	21 (49-28)
7	8	21 (56-35)
11	12	16 (46-30)



Al detalle dado le corresponde una categoría de 80. La curva de fatiga a utilizar se muestra en la figura siguiente. Los valores de la constante $\log a$ para cada pendiente m de la curva son:

$$\log N = \log a - m \cdot \log \Delta\sigma \quad \begin{cases} m = 3 \rightarrow \log a = 12,001 \\ m = 5 \rightarrow \log a = 15,536 \end{cases}$$



En la tabla siguiente se relacionan los coeficientes γ_i para cada rango de tensiones del espectro y se observa que un par de valores del rango $\Delta\sigma$ se sitúan por debajo del límite de truncamiento σ_L , que para la categoría de 80 es de 32Mpa , y por tanto no se tienen en cuenta en el cálculo.

	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

A continuación se calcula la carrera de tensión equivalente para el espectro completo. Asumiendo que este valor se sitúa en la zona de la curva de pendiente $m=3$ se tiene

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

Este resultado confirma que efectivamente estamos en la zona de pendiente $m=3$.

Finalmente de la ecuación logarítmica se deduce el número de ciclos total

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

Si de modo alternativo se opta por entrar en la curva de fatiga con cada rango de tensiones para determinar los números de ciclo de agotamiento individual se tiene

$$\Delta\sigma_1 = 105\text{Mpa} \rightarrow \log N_1 = 12,001 - 3 \cdot \log 105 \Rightarrow N_1 = 865829 \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_2 = 81\text{Mpa} \rightarrow \log N_2 = 12,001 - 3 \cdot \log 81 \Rightarrow N_2 = 1886014 \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_3 = 58\text{Mpa} \rightarrow \log N_3 = 15,536 - 5 \cdot \log 58 \Rightarrow N_3 = 5,23 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$

$$\Delta\sigma_4 = 34\text{Mpa} \rightarrow \log N_4 = 15,536 - 5 \cdot \log 34 \Rightarrow N_4 = 75,61 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$

Para que no se produzca el agotamiento el daño acumulado no podrá superar el 100%

$$1 \geq \sum \frac{n_i}{N_i} = \frac{n_{agot}}{865829 \text{ ciclos}} + \frac{n_{agot}}{1886014 \text{ ciclos}} + \frac{3 \cdot n_{agot}}{5,23 \cdot 10^6 \text{ ciclos}} + \frac{n_{agot}}{75,61 \cdot 10^6 \text{ ciclos}}$$

$$1 \geq 2,27 \cdot 10^{-6} \cdot n_{agot} \Rightarrow n_{agot} \leq 439808 \text{ ciclos por rango}$$

El número de ciclos totales para que se produzca el agotamiento sería:

$$9 \cdot n_{agot} = 3,9 \cdot 10^6 \text{ ciclos}$$