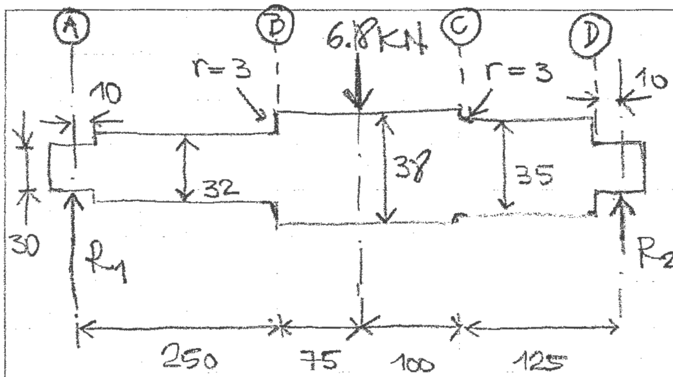
Fecha: EJEMPLO: ESTIMACION VIDA PIEZA 2014/S1



Para el eje de la figura estimar la vida de la pieza
Considere Acero AISI 1050 estirado en frío (CD)

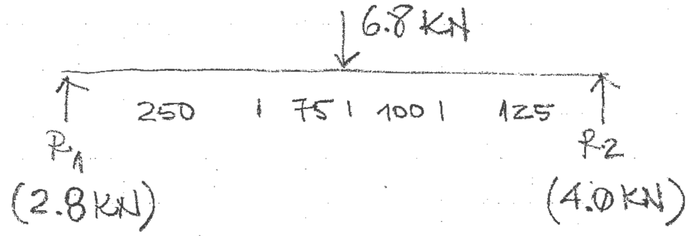
Tabla A-20 Shigley

$$S_{ut} = 690 \text{ MPa} = 100 \text{ Kpsi}$$
$$S_y = 580 \text{ MPa} = 84 \text{ Kpsi}$$

- Dimensiones en milimetros
- El eje gira y la carga es estacionaria

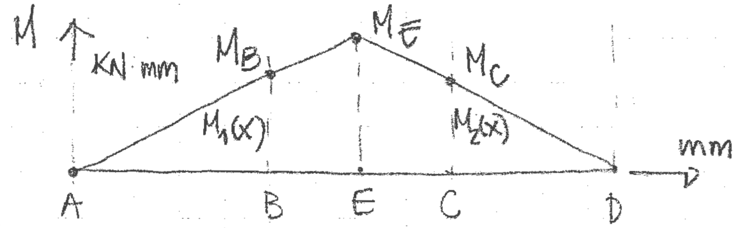
PARTE 1: ESFUERZOS EN LA PIEZA

1) Diagrama de cuerpo libre, reacciones y diagrama de momento



$$R_1 + R_2 = 6.8 \text{ KN}$$
$$6.8(250+75) = R_2(250+75+100+125)$$
$$R_2 = \frac{6.8(250+75)}{250+75+100+125}$$
$$R_2 = 6.8 \times \frac{325}{550} = 4.0 \text{ KN}$$

DIAGRAMA DE MOMENTO



$$M_1(x) = R_1 x$$
$$M_2(x) = R_1 x - 6.8(x-325)$$

M_B: $2.8 \times 250 \text{ mm} = 700 \text{ N·m}$

M_E: $2.8 \cdot 325 = 910 \text{ N·m}$

M_C: $2.8 \cdot 425 - 6.8(100) = 510 \text{ Nm}$

2) Esfuerzos (NOMINALES)
MOMENTO DE INERCIA O MODULO DE SECCION (FLEXION)

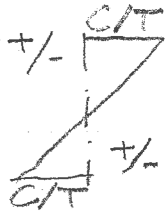
$$w = \frac{I}{c} = \frac{\pi D^2}{32}$$

$$w_B = \frac{\pi\, 32^3}{32} = 3217 \text{ mm}^3$$
$$w_E = \frac{\pi\, 38^3}{32} = 5387 \text{ mm}^3$$
$$w_C = \frac{\pi\, 35^3}{32} = 4209 \text{ mm}^3$$

Fecha:

ESFUERZO DE FLEXIÓN

$$\sigma = \frac{M}{W} \qquad \sigma_B = M_B/W_B \qquad \sigma_E = M_E/W_E \qquad \sigma_C = M_C/W_C$$



$$\sigma_B = \frac{700\ N\cdot mm \times 10^3}{3217\ mm^3} \qquad \sigma_E = \frac{910 \times 10^3}{5387} \qquad \sigma_C = \frac{510 \times 10^3}{4209}$$

$$\sigma_B = 217.6\ MPa \qquad \sigma_E = 168.9\ MPa \qquad \sigma_C = 121.2$$

OBS: Los esfuerzos son de flexión completamente invertido

3) CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS

3.1) Factor de concentración de esfuerzos (K_t)

~~Este~~ factor se obtiene de las tablas en función de la geometría

Tabla a usar: A-15-9 Shigley
(Eje redondo con filete en el hombro en flexión)

Datos para entrar en la tabla: D/d y r/d

	B	E	C
D	38	38	38
d	32	38	35
r	3	–	3
D/d	1.1875	–	1.0857
r/d	0.09375	–	0.085714
K_t	1.65	1	1.68

Fecha:

3.2) Factor de concentración de esfuerzos por fatiga

Este factor depende de la sensibilidad que el material presenta a la muesca

$$\boxed{K_f = 1 + q(K_t - 1)}$$

Gráfico a usar: Figura 6.20 Shigley
sensibilidad a la muesca aceros sometidos a flexión inversa (q)

Datos para entrar en la tabla: $r = 3$ mm
$S_{ut} = 100$ kpsi

De la tabla se puede leer: $q = 0.85$

$\boxed{\text{ALTERNATIVA}}$: Fórmula de Neuber (FLEXIÓN)

$$q = \frac{1}{1 + \sqrt{a}/\sqrt{r}} \quad , \text{ donde: } \sqrt{a} = 0.246 - 3.08\times10^{-3} S_{ut} + 1.51\times10^{-5} S_{ut}^2 - 2.67\times10^{-8} S_{ut}^3$$

S_{ut} en kpsi

1° Determinar $\sqrt{a}$

$$\sqrt{a} = 0.246 - 3.08\times10^{-3}(100) + 1.51\times10^{-5}(100)^2 - 2.67\times10^{-8}(100)^3$$
$$\sqrt{a} = 0.0623 \sqrt{\text{pulg}}$$

2° Relación $\sqrt{a}/\sqrt{r}$

$$\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{r}} = 0.0623\sqrt{\text{pulg}} \div \left(\sqrt{\frac{3}{25.4}}\right) = 0.18128$$

3° Sensibilidad a la muesca

$$q = 1 \div \left(1 + \sqrt{a}/\sqrt{r}\right) = \frac{1}{1 + 0.18128} = 0.84654 \approx 0.85$$

Ahora podemos calcular K_f

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \begin{cases} K_f^B = 1 + 0.85(1.65 - 1) = 1.55 \\ K_f^E = 1 + q(1 - 1) = 1.00 \\ K_f^C = 1 + 0.85(1.68 - 1) = 1.58 \end{cases}$$

Fecha:

4) ESFUERZOS MÁXIMOS

Estos se obtienen amplificando los <u>esfuerzos nominales</u> por el factor de concentración por fatiga (k_f)

$$\sigma_B^{MAX} = k_f^B \sigma_B = 1.55 \times 217.6 \text{ MPa} = 337.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_E^{MAX} = k_f^E \sigma_E = 1.000 \times 168.9 \text{ MPa} = 168.9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_C^{MAX} = k_f^D \sigma_C = 1.58 \times 121.2 \text{ MPa} = 191.5 \text{ MPa}$$

<u>PARTE 2</u>: LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA EN LA PIEZA

1) Límite de resistencia a la fatiga en la viga rotativa (S'_e)

Este valor depende de los resultados experimentales realizados sobre diferentes materiales.

Para acero podemos utilizar la siguiente relación

$$S'_e = \begin{cases} 0.5\, S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi} \\ 100 & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \end{cases}$$

En nuestro caso: $S_{ut} = 100 \text{ kpsi} = 690 \text{ MPa}$

$$S'_e = 0.5\,(690) = 345 \text{ MPa}$$

2) Coeficientes de Marin

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S'_e$$

$k_d = k_e = k_f = 1$

- k_f → Efectos varios
- k_e → Confiabilidad
- k_d → Temperatura

NO SE CONSIDERAN MODIFICACIONES DEBIDO A ESTOS EFECTOS

Fecha:

2.1) K_a : Factor de superficie (acabado)

Mecanizado = Maquinado o Laminado en frío $\Rightarrow$ $a = 4.51$
$b = -0.265$

$$K_a = a \cdot S_{ut}^{\,b}$$

$$K_a = 4.51(690)^{-0.265} = 0.798 \quad (\text{Para } B, E, C)$$

2.2) K_b : Factor de forma

$$K_b = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0.107} \quad \text{para } d \leq 51 (mm)$$

$$K_b^B = \left(\frac{32}{7.62}\right)^{-0.107} = 0.858$$

$$K_b^E = \left(\frac{38}{7.62}\right)^{-0.107} = 0.842$$

$$K_b^C = \left(\frac{35}{7.62}\right)^{-0.107} = 0.849$$

2.3) K_c : Factor de carga

$$\text{Flexión} \Rightarrow K_c = 1 = K_c^B = K_c^E = K_c^C$$

3) Límite de resistencia a la fatiga en la pieza (S_e)

Se obtiene con los coeficientes de Marin y el límite obtenido en los ensayos de viga rotativa.

$$S_e = \begin{cases} S_e^B = (K_a \cdot K_b \cdot \overset{1}{\cancel{K_c}})^B S_e' = 0.798 \times 0.858 \times 345 = 236 MPa \\ S_e^E = (K_a \cdot K_b \cdot \overset{1}{\cancel{K_c}})^C S_e' = 0.798 \times 0.842 \times 345 = 232 MPa \\ S_e^C = (K_a \cdot K_b \cdot \overset{1}{\cancel{K_c}})^D S_e' = 0.798 \times 0.849 \times 345 = 234 MPa \end{cases}$$

Fecha:

TABLA RESUMEN DE LOS CALCULOS.

	B	E	C	
MOMENTO	700	910	510	N·m
W	3217	5387	4209	mm^3
d	32	38	35	mm
K_t (FLEXIÓN)	1.65	1.000	1.68	—
K_f (FLEXION)	1.55	1.000	1.58	—
σ_0 (NOMINAL)	$\boxed{217.6}$	$\boxed{168.9}$	$\boxed{121.2}$	MPa
σ_{max}	$\boxed{337.3}$	$\boxed{168.9}$	$\boxed{191.5}$	MPa
K_a	0.798	0.798	0.798	
K_b	0.858	0.842	0.849	
S_e	$\boxed{236}$	$\boxed{232}$	$\boxed{234}$	MPa
S_y	$\boxed{690}$	$\boxed{690}$	$\boxed{690}$	MPa
	$\boxed{S_e < \sigma_{max} < S_y}$	$\sigma_{max} < S_e < S_y$	$\sigma_{max} < S_e < S_y$	

Para el punto (B) los esfuerzos máximos sobrepasan la resistencia límite (S_e). Esto indica que la pieza tiene una vida limitada o finita ($< 10^6$). Diagrama S-N

1° obtener f de Fig 6.18 → f = 0.844 para S_{ut} = 100 kpsi

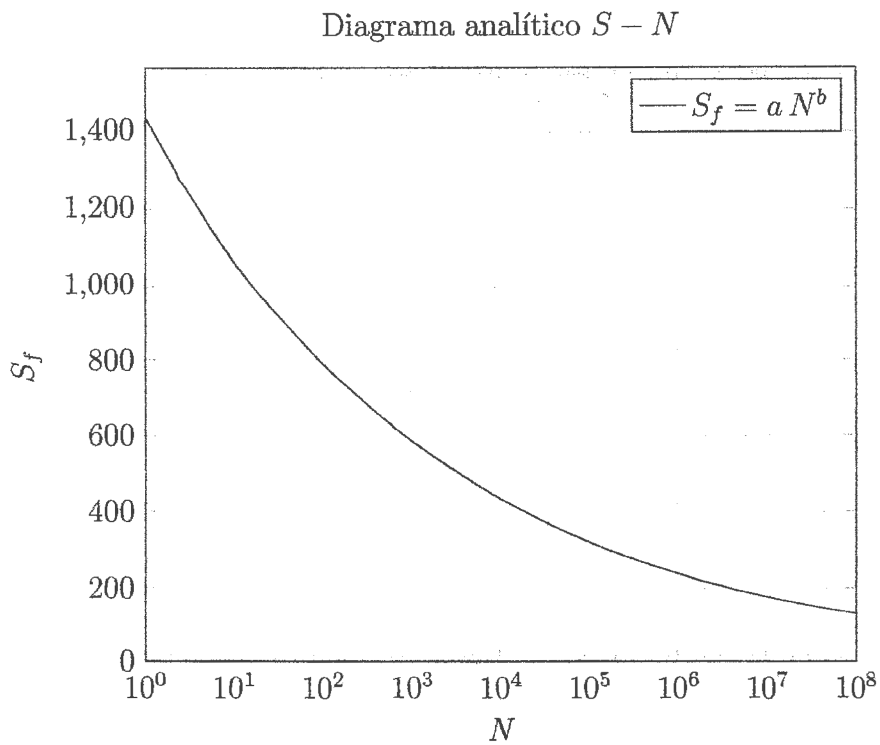
2° Calcular "a" de:

$$a = (f\,S_{ut})^2 / S_e = (0.844(690))^2/236 = 1437 \text{ MPa}$$

3° Calcular "b" de:

$$b = -\frac{1}{3}\log\left(\frac{f\,S_{ut}}{S_e}\right) = -\frac{1}{3}\log\left(\frac{0.844(690)}{236}\right) = -0.1308 \text{ MPa}$$

Con los parámetros (f, a y b) se puede obtener una curva analítica del diagrama S-N.
(Shigley Pág 270, 271)



A partir de esta expresión analítica se puede obtener el número de ciclos hasta la falla.

Para un esfuerzo completamente invertido, como en este caso, $\sigma_{max} = S_f$, por lo tanto:

$$S_f = a N^b$$

$$N = \left(\frac{S_f}{a}\right)^{1/b} = \left(\frac{\sigma_{inv}}{a}\right)^{1/b}$$

Con los datos de este problema

$$N = \left(\frac{337}{1437}\right)^{1/-0.1308} \cong 65 \times 10^3 \text{ ciclos}$$