La sezione di un componente meccanico, costruito in acciaio bonificato, è sottoposta ad uno spettro di carico riportato in tabella, calcolare il numero di volte che il succitato spettro può essere ripetuto.

Spettro di carico (σ_m tensione media) (σ_a tensione affaticante)		
	numero cicli	
σ_a (MPa)	σ_m = 75	σ_m = 100
300	20000	10000
350	8000	4000
400	6000	2000
450	2000	500
Totale	36000	16500

Dati materiale: acciaio $\sigma_R = 700$ MPa $\sigma_S = 470$ MPa $\sigma_D = 330$ MPa

Per la visualizzazione dei risultati è possibile utilizzare tabelle; comunque i calcoli devono essere esplicitati

Ipotesi di soluzione

Il limite di fatica del materiale è ricavato per una tensione $\sigma_m = 0$ ed $N_D = 2 * 10^6$

Si ricava quindi il limite di fatica per una tensione media $\sigma_m = 75$ MPa e $\sigma_m = 100$ MPa utilizzando la relazione di Goodmann

$$\sigma_A = \sigma_{A0}(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_R})$$

$$\sigma_{A75} = \sigma_{A0}(1 - \frac{\sigma_{m75}}{\sigma_R}) = 330(1 - \frac{75}{700}) = 294{,}6 \quad [MPa]$$

$$\sigma_{A100} = \sigma_{A0}(1 - \frac{\sigma_{m100}}{\sigma_R}) = 330(1 - \frac{125}{700}) = 282{,}9 \quad [MPa]$$

Il limite di fatica si ricaverà dalla relazione:

$$\sigma_D = \sigma_m + \sigma_A$$

$$\sigma_{D75} = \sigma_{m75} + \sigma_{A75} = 75 + 294{,}6 = 369{,}6 \quad [MPa]$$

$$\sigma_{D100} = \sigma_{m100} + \sigma_{A100} = 100 + 282{,}9 = 382{,}9 \quad [MPa]$$

Calcolo del limite della zona oligociclica:

poniamo $N_F = 1000$

L'ampiezza si ricava dalla relazione

$$\sigma_F = 0{,}9\cdot(\sigma_R - \sigma_m)$$

$$\sigma_{F75} = 0{,}9\cdot(\sigma_R - \sigma_{m75}) = 0{,}9\cdot(700-75) = 562{,}5 \quad [MPa]$$
$$\sigma_{F100} = 0{,}9\cdot(\sigma_R - \sigma_{m100}) = 0{,}9\cdot(700-100) = 540 \quad [MPa]$$

Si considera l'equazione del diagramma di Wholer

$$\sigma_a = A\cdot N^{-c}$$

che, sotto forma logaritmica, diventa:

$$\log\sigma_a = \log A - c\log N$$

applicando questa relazione ai due punti F e D

$$\log\sigma_F = \log A - c\log N_F$$
$$\log\sigma_A = \log A - c\log N_D$$

si ricava:

$$c = \frac{\log\sigma_F - \log\sigma_A}{\log N_D - \log N_F}$$

$$c_{75} = \frac{\log\sigma_{F75} - \log\sigma_{A75}}{\log N_D - \log N_F} = \frac{\log 562{,}5 - \log 294{,}6}{\log(2\cdot 10^6) - \log 1000} = 0{,}085$$
$$c_{125} = \frac{\log\sigma_{F100} - \log\sigma_{A100}}{\log N_D - \log N_F} = \frac{\log 540 - \log 282{,}9}{\log(2\cdot 10^6) - \log 1000} = 0{,}085$$

si ha anche:

$$\log A = \log\sigma_A + c\log N_D$$

$$\log A_{75} = \log\sigma_{A75} + c75\log N_D = \log 294{,}6 + 0{,}085\log 2\cdot 10^6 = 3{,}00$$
$$\log A_{100} = \log\sigma_{A100} + c_{100}\log N_D = \log 282{,}9 + 0{,}085\log 2\cdot 10^6 = 2{,}99$$

si calcola adesso il numero di cicli massimi relativo ad una particolare tensione

$$\log N_1 = \frac{\log A - \log\sigma_{a1}}{c}$$

$$\log N_{175} = \frac{\log A_{75} - \log\sigma_{a1}}{c_{75}} = \frac{3 - \log 300}{0{,}085} = 6{,}15$$

$$N_{175} = 10^{\log N_{175}} = 10^{6{,}15} = 1{,}42\cdot 10^6 \quad \textit{cicli}$$

$$D_1 = \frac{n_1}{N_1} = \frac{20\ 000}{1{,}42\cdot 10^6} = 0{,}0141$$

Effettuando adesso il calcolo per tutti i valori della tensioni assegnati, si ottengono le tabelle riportate in seguito

$\sigma_m = 75$				
σ_a	n	Log N	N	D
300	20.000	6,15	1.417.500	0,0141
350	8.000	5,36	231.156	0,0346
400	6.000	4,68	48.045	0,1249
450	2.000	4,08	12.019	0,1664

$\sigma_m = 100$				
σ_a	n	Log N	N	D
300	15.000	6,03	1.081.104	0,0139
350	4.000	5,25	176.302	0,0227
400	2.000	4,56	36.644	0,0546
450	500	3,96	9.167	0,0545

Il danno totale per ogni ciclo completo è la somma dei singoli danni

$$D_T = \sum D_i = 0,4857$$

L'inverso del danno totale rappresenta quante volte sarà effettuato il ciclo completo.

$$n = \frac{1}{D_T} = 2,06$$