

# Analisi a fatica dettagliata secondo EN 13445-3 Clause 18 e AD 2000 S 2

Come eseguire l'analisi a fatica con l'approccio dettagliato proposto nel capitolo 18 della EN 13445 e nella S 2 dell'AD 2000.

Versione online: <https://nextgen.sant-ambrogio.it/KB894184>

Ultimo aggiornamento: 31 lug 2024

Con NextGen è possibile eseguire un calcolo a fatica dettagliato per progetti secondo le normative EN 13445 ed AD 2000.

È importante sottolineare che per poter eseguire un'analisi dettagliata a fatica **è indispensabile disporre di dati derivanti da un calcolo ad elementi finiti (FEA)**. Tale calcolo deve essere eseguito con un software apposito, diverso da NextGen. Sant'Ambrogio non offre questo tipo di programma né può supportare nella sua scelta e utilizzo.

*Per l'analisi a fatica semplificata, descritta nei capitoli EN 13445 Clause 17 e AD 2000 S 1 è presente un articolo dedicato. L'analisi a fatica semplificata non necessita di una FEA a supporto.*

Il calcolo si divide sostanzialmente in due parti:

- La definizione a livello di *Item* degli estremi di calcolo e del numero di cicli richiesti
- La definizione di una o più analisi relative a punti precisi dell'apparecchio

In questo articolo sono mostrati esempi relativi ad EN 13445, ma le stesse considerazioni si applicano a AD 2000. Si vedano i rispettivi capitoli delle normative per maggiori informazioni riguardo le implementazioni di calcolo.

## Definizione delle proprietà dell'item

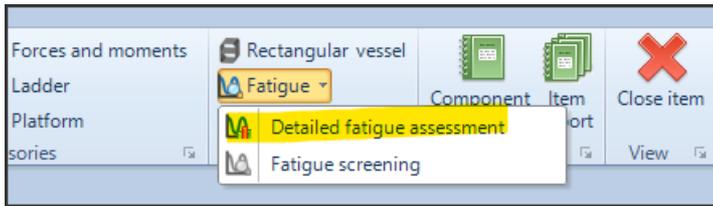
La definizione generale del calcolo avviene nelle proprietà dell'*Item* (File > Item properties > Fatigue). I dati vanno compilati come segue, abilitando il calcolo mediante l'apposita casella di spunta:

Property	Value
Enable fatigue assessment	<input checked="" type="checkbox"/>
Number of load conditions	1
Pressure range (condition 1)	1.2 MPa
Minimum temperature during a cycle (condition 1)	100 °C
Maximum temperature during a cycle (condition 1)	250 °C
Number of cycles required (condition 1)	1500
Load variation type (condition 1)	Pressure and temperature

*Attenzione: l'impostazione di queste proprietà da sola **non produce alcuna verifica**. In mancanza dei passaggi seguenti, non verrà eseguita nessuna analisi a fatica.*

## Definizione dell'analisi a fatica dettagliata

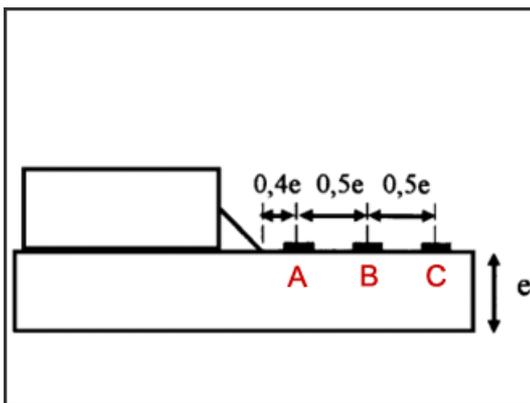
Dalla barra multifunzione, selezionare l'elemento relativo al *Detailed fatigue assessment*:



Questo elemento verrà aggiunto in modalità *Desktop view*, poiché non dispone di una rappresentazione 3D.

La compilazione dei dati avviene come per un normale componente. Dopo aver definito nome e materiale, nella sezione *Fatigue* vanno definite le caratteristiche dell'analisi.

Sono presenti differenti opzioni per la scelta del metodo di estrapolazione dello stress. I valori richiesti vanno prelevati dalla FEA. Il programma supporta l'utente indicando a quale distanza vanno letti i valori di stress dall'analisi ad elementi finiti:



*L'analisi a fatica dettagliata è una materia più complessa rispetto al calcolo by formulae dei componenti disponibile in NextGen. Si rimanda alle rispettive normative per approfondimenti.*

Così come avviene per un normale componente 3D, l'analisi a fatica dettagliata dispone di un suo report di calcolo:

<b>Detailed fatigue assessment - Detailed fatigue assessment #1</b>			
<i>According to: EN 13445 Ed. 2021 Issue 1 (2021-04), Clause 18</i>			
<b>Design data</b>			
<i>Component type: Welded</i>			
<i>Loading type: Mechanical only</i>			
<i>Loading condition: Constant amplitude</i>			
Weld class	=		100
<i>Type of stress extrapolation near discontinuity: High bending stress, quadratic extrapolation</i>			
Equivalent stress at point A	$\sigma_A$	=	100.00 MPa
Equivalent stress at point B	$\sigma_B$	=	150.00 MPa
Equivalent stress at point C	$\sigma_C$	=	200.00 MPa
Nominal thickness	$e_n$	=	5.00 mm
Parameter xA	$x_A=0.4 \cdot e$	=	2.00 mm
Parameter xB	$x_B=0.9 \cdot e$	=	4.50 mm
Parameter xC	$x_C=1.4 \cdot e$	=	7.00 mm
Parameter a	$a=\sigma_A \cdot x_B^2 - \sigma_B \cdot x_A^2$	=	1 425 N
Parameter b	$b=\sigma_A \cdot x_C^2 - \sigma_C \cdot x_A^2$	=	4 100 N
Parameter c	$c=x_A \cdot x_B^2 - x_B \cdot x_A^2$	=	22.5 mm <sup>3</sup>
Parameter d	$d=x_A \cdot x_C^2 - x_C \cdot x_A^2$	=	70.0 mm <sup>3</sup>
Parameter e	$e=x_B^2 - x_A^2$	=	16.2 mm <sup>2</sup>
Parameter f	$f=x_C^2 - x_A^2$	=	45.0 mm <sup>2</sup>
Equivalent structural stress range	$\Delta\sigma_{eq}(FEA)=(a/c-b/d)/(e/c-f/d)$	=	60.00 MPa
<b>Material: P265GH (EN 10028-2) - Plate (t ≤ 16.00 mm) - No.: 1.0425</b>			
0.2% yield strength at design temperature	$R_{p0.2/T}$	=	188.00 MPa
Tensile strength	$R_m$	=	0 MPa
<b>Load condition 1, load details</b>			
Design pressure	$P$	=	1.50 MPa
Pressure range	$\Delta P$	=	1.20 MPa
Minimum operating temperature during cycle	$T_{min}$	=	100.00 °C
Maximum operating temperature during cycle	$T_{max}$	=	250.00 °C
Assumed mean cycle temperature	$T^*=0.75 \cdot T_{max} + 0.25 \cdot T_{min}$	=	212.50 °C
Number of required fatigue cycles	$N_{req}$	=	1 500
Tensile strength	$R_m/20$	=	410.00 MPa
Yield strength	$R_p/T^*$	=	200.75 MPa
Mechanical loading correction factor in elasto-plastic conditions	$k_e$	=	1.00000
Thermal loading correction factor in elasto-plastic conditions	$k_v$	=	1.00000
Equivalent structural stress range	$\Delta\sigma_{eq}=\Delta\sigma_{eq}(FEA) \cdot k_e \cdot k_v$	=	60.00 MPa
Temperature correction factor	$f_{T^*} = 1,03 - 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot T^* - 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot T^{*2}$	=	0.93039
Thickness correction factor	$f_{ew}$	=	1.00000
Overall correction factor	$f_w=f_{ew} \cdot f_{T^*}$	=	0.93039

Nel riepilogo presente nel report di calcolo dell'intero apparecchio, le analisi dettagliate vengono combinate con quelle semplificate, indicando eventuali errori in rosso:

<b>Fatigue assessment summary</b>			
<b>Loading condition</b>			
1: $\Delta P=1.20$ MPa - $T_{min}=100.00$ °C - $T_{max}=250.00$ °C - Required cycles=1500			
Number of equivalent full pressure cycles	$n_{eq}=\sum n_i \cdot (\Delta P_i/P)^3$	=	768
			<b><math>n_{eq} \leq 500</math>: Ko</b>
<b>Simplified fatigue assessment according to: EN13445-3 Clause 17</b>			
Load condition, component, detail	Required cycles	Allowable cycles	Damage index
1, 2 - Main shell, Longitudinal butt weld	1500	1423	1.054
1, 2 - Main shell, Circumferential butt weld	1500	3941	0.381
<b>Detailed fatigue assessment according to: EN13445-3 Clause 18</b>			
Load condition, component	Required cycles	Allowable cycles	Damage index
1, 4 - Detailed fatigue assessment #1	1500	Unlimited	0.000
<b>Allowable number of cycles: 1423 (limited by Load condition 1, 2 - Main shell, Longitudinal butt weld)</b>			

