

Analisi a fatica semplificata secondo EN13445-3 Clause 17 e AD 2000 S 1

How to perform fatigue analysis with the simplified "by formulae" approach proposed in EN 13445 Clause 17 and AD 2000 S 1.

Versione online: <https://nextgen.sant-ambrogio.it/KB969721>

Ultimo aggiornamento: 31 lug 2024

Con NextGen è possibile eseguire un calcolo a fatica "by formulae" per progetti secondo le normative EN 13445 ed AD 2000. Questo permette di eseguire un calcolo a fatica in maniera più semplice e rapida rispetto a metodi che prevedano il passaggio per un'analisi ad elementi finiti.

Per l'*analisi a fatica dettagliata*, descritta nei capitoli EN 13445 Clause 18 e AD 2000 S 2 è presente un [articolo dedicato](#).

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 a livello di componenti dei dettagli di saldatura o di parti non saldate soggette a fatica

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 delle proprietà dei componenti

Eseguita questa operazione, aprendo i componenti in modalità modifica sarà visibile una nuova linguetta "Fatigue". Tramite questa linguetta (disponibile su tutti i componenti per i quali è possibile eseguire un calcolo a fatica) vanno impostati il dettaglio o i dettagli riguardanti le saldature e le zone critiche non saldate.

Di seguito viene illustrata la schermata di definizione per le saldature di un cilindro:

Category	Property	Value	Unit	Lock	Help
Essentials	Component maximum pressure		MPa	Yes	Yes
General	Longitudinal butt weld	General case (combined imperfections)		No	Yes
Design conditions	Offset (longitudinal)	1.5	mm	Yes	Yes
Geometry	Ovality (percent)	1.5		Yes	Yes
Liquid level	Peaking or flat	5	mm	Yes	Yes
Ligaments	Longitudinal weld class	Detail W1.1, Class 90		No	Yes
Fatigue	Circumferential butt weld	With equal thicknesses and without offset		No	Yes
External loads	Circumferential weld class	Detail W1.2, Class 80		No	Yes
Weight	Circumferential joggle joint	<input type="checkbox"/>		No	Yes
Reporting	Conditions of 17.5.4.2 are met	<input type="checkbox"/>		No	Yes
	Range of temperature difference (Condition 1)	ΔT_{diff} 150	$^{\circ}C$	No	Yes
	Coincident thermal stress factor (Condition 1)	κ 1.2		No	Yes

Nell'esempio sono state definite sia le caratteristiche della saldatura longitudinale che di quella circonferenziale. Per entrambe le saldature sono state definite due classi differenti di saldatura.

Tutte le proprietà del calcolo a fatica sono dotate di help contestuale (pulsante "?"), consultabile dall'utente in qualsiasi momento per avere chiarimenti e tabelle tratte dalla norma.

La validazione del calcolo avviene come il normale calcolo a pressione, in tempo reale nel momento in cui tutti i dati richiesti sono compilati. I dettagli del calcolo sono disponibili nel report; il report del componente specifico viene arricchito con le sezioni di verifica dei suoi dettagli:

Simplified fatigue assessment according to EN13445-3 Clause 17

Load condition 1, load details

Design pressure	P =	1.00 MPa
Pressure range	ΔP =	1.50 MPa
Minimum operating temperature during cycle	Tmin =	20.00 °C
Maximum operating temperature during cycle	Tmax =	200.00 °C
Design temperature	T =	200.00 °C
Number of required fatigue cycles	Nreq =	10 000
Highest allowable stress between involved materials contributing to Pmax	f =	183.33 MPa
Ultimate tensile strength at room temperature	Rm =	510.00 MPa
Yield strength at design temperature	Rp0.2/T =	275.00 MPa

Load condition 1, Longitudinal butt weld

Maximum allowable pressure (component)	Pmax =	14.07 MPa
Nominal thickness	en =	7.11 mm
Inside diameter	Di =	154.08 mm
Offset	δ_o =	1.00 mm
Peeking or flat	δ_{pf} =	3.00 mm
Ovality	u =	1%
Partial stress factor	$\eta_1 = (3 \cdot \delta_o) / en$ =	0.42194
Partial stress factor	$\eta_2 = 1.5 \cdot u \cdot (Di / en)$ =	0.32506
Partial stress factor	$\eta_4 = 6 \cdot \delta_{pf} / en$ =	2.53165
Stress factor	$\eta = (1 + \eta_1 + \eta_2 + \eta_4) z$ =	4.27865
Pseudo-elastic stress range	$\Delta\sigma = (\Delta P / P_{max}) \cdot \eta \cdot f$ =	83.60 MPa
Equivalent number of full pressure cycles	Neq =	12.10611
Thickness correction factor	Ce =	1.00000
Assumed mean cycle temperature	$T^* = 0.75 \cdot T_{max} + 0.25 \cdot T_{min}$ =	155.00 °C
Temperature correction factor	CT =	0.97071
Weld class	C =	63
Endurance limit	$\Delta\sigma_D$ =	46.43 MPa
Cut-off limit	$\Delta\sigma_{cut}$ =	25.52 MPa
Fictitious stress range for insertion into the fatigue design curves	$\Delta\sigma^* = [\Delta\sigma / Ce \cdot CT]$ =	86.12 MPa
Number of allowable fatigue cycles	$N = 5e+6 \cdot (0.737 \cdot C / \Delta\sigma^*)^6$ =	783 460
Partial fatigue damage index	$D = N_{req} / N$ =	0.01276

Il report completo dell'intero apparecchio riporta una pagina di riepilogo indicante l'apporto di ogni dettagli nel computo totale dell'analisi a fatica.

Sant'Ambrogio Servizi Industriali Srl Address _____ City _____ Telephone, Fax _____ Website, Email address _____ Date _____ Calc. _____ Contr. _____ Appr. _____	Customer _____ Drawing _____ Revision _____												
Simplified fatigue assessment according to EN13445-3 Clause 17													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Load condition, component, detail</th> <th style="text-align: center;">Required cycles</th> <th style="text-align: center;">Allowable cycles</th> <th style="text-align: center;">Damage index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1, Cylindrical shell #1, Longitudinal butt weld</td> <td style="text-align: center;">10000</td> <td style="text-align: center;">783459</td> <td style="text-align: center;">0,013</td> </tr> <tr> <td>1, Cylindrical shell #1, Circumferential butt weld</td> <td style="text-align: center;">10000</td> <td style="text-align: center;">Unlimited</td> <td style="text-align: center;">0,000</td> </tr> </tbody> </table>	Load condition, component, detail	Required cycles	Allowable cycles	Damage index	1, Cylindrical shell #1, Longitudinal butt weld	10000	783459	0,013	1, Cylindrical shell #1, Circumferential butt weld	10000	Unlimited	0,000	
Load condition, component, detail	Required cycles	Allowable cycles	Damage index										
1, Cylindrical shell #1, Longitudinal butt weld	10000	783459	0,013										
1, Cylindrical shell #1, Circumferential butt weld	10000	Unlimited	0,000										
Load conditions index 1: $\Delta P = 1.50$ MPa - Tmin = 20.00 °C - Tmax = 200.00 °C - Required cycles = 10000 Allowable number of cycles: 783459 (limited by Load condition 1, Cylindrical shell #1, Longitudinal butt weld)													