

Giornata di Studio

Bulloneria ad alta resistenza – Processi e materiali innovativi

Lecco, 21 Maggio 2019

Simulazione trattamenti termici: calcolare la microstruttura per ottenere durezza, deformazioni e tensioni controllate

Ing. Cristian Viscardi
ECOTRE VALENTE SRL
www.ecotre.it

ECOTRE VALENTE srl

- 1982** Più di 35 anni di attività dedicati al processo: fonderia, acciaieria, stampaggio
- 1990** Nel sottovuoto per pressocolata e bassa pressione
- 1996** Nella simulazione pressocolata, bassa pressione, gravità, investment casting, lingotti, c.c.
- 2010** Nuova specializzazione nella simulazione stampaggio a caldo, freddo, forgiatura, laminazione, ...
- 2014** Nuovo centro di competenza sulla simulazione dei trattamenti termici

esi ProCAST
 SOFTWARE ELEMENTI FINITI
get it right™ **QuikCAST**
 SOFTWARE DIFFERENZE FINITE

Scientific
 Forming
 Technologies
 Corporation

DEFORM
 SOFTWARE ELEMENTI FINITI

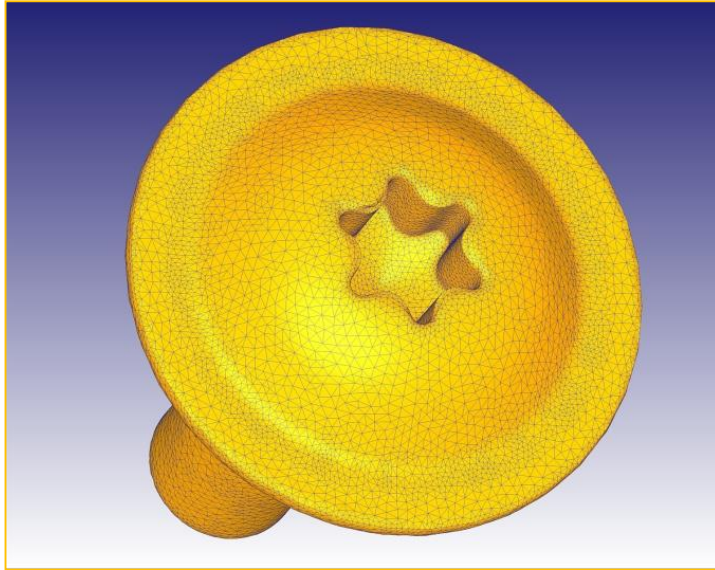
FONDAREX[®]
 SWISS VACUUM TECHNOLOGY

AUTOMAZIONE **LAVAGGIO**

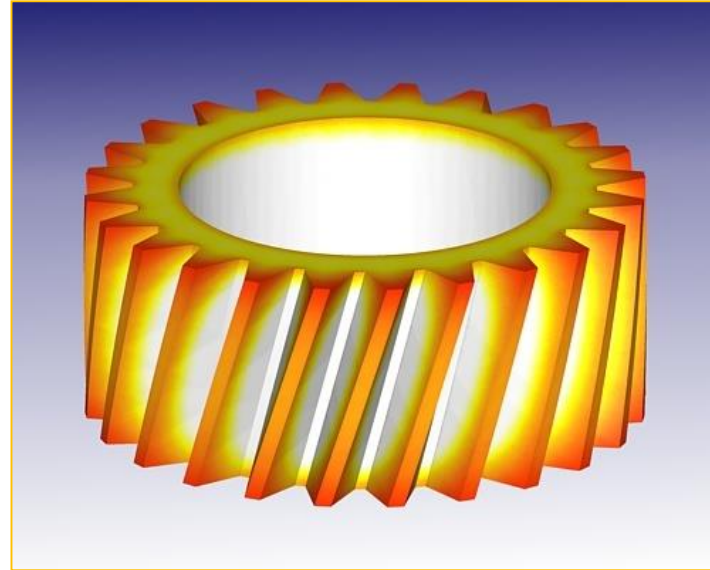
SIR
 HIGH-PRESSURE WASHING

TECHNOFIMA

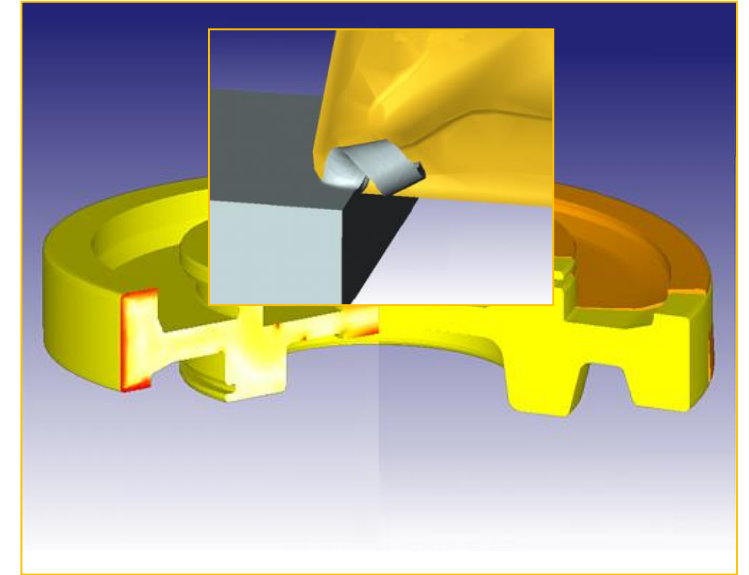
SIMULAZIONE INTERO CICLO PRODUZIONE



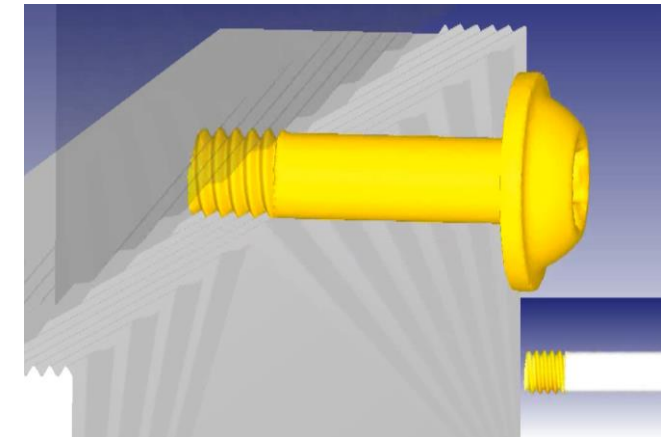
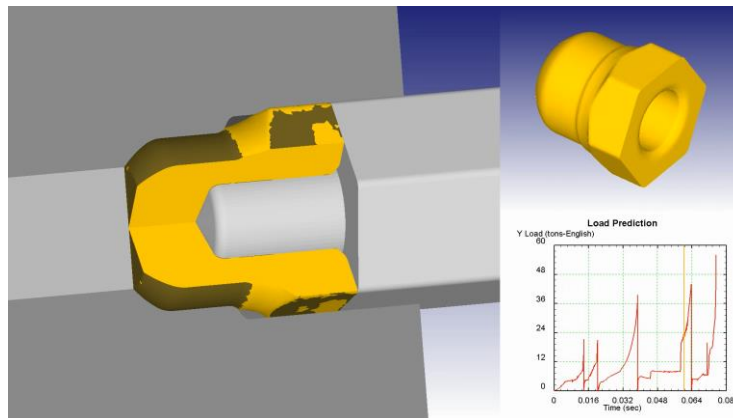
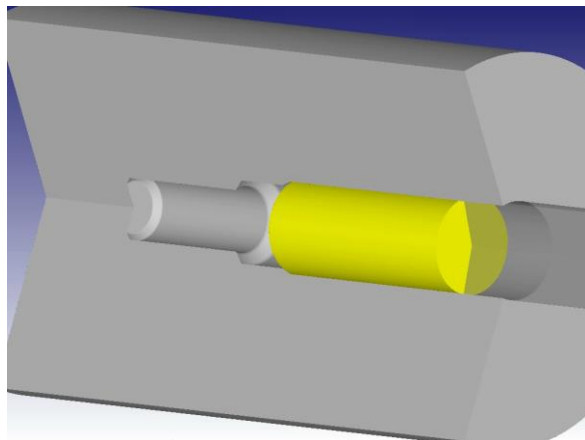
Stampaggio a Freddo



Trattamento Termico

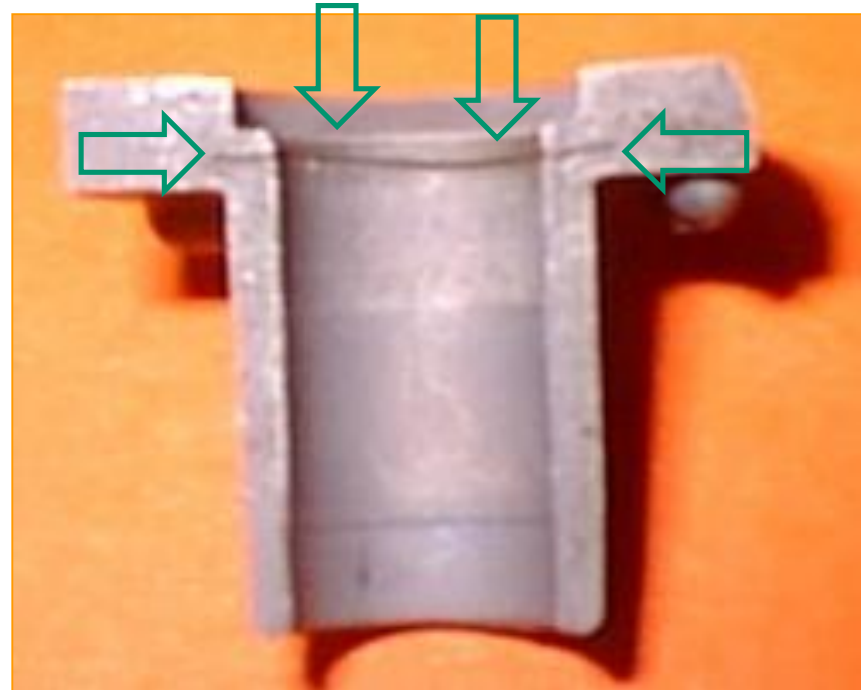


Lavorazione Meccanica

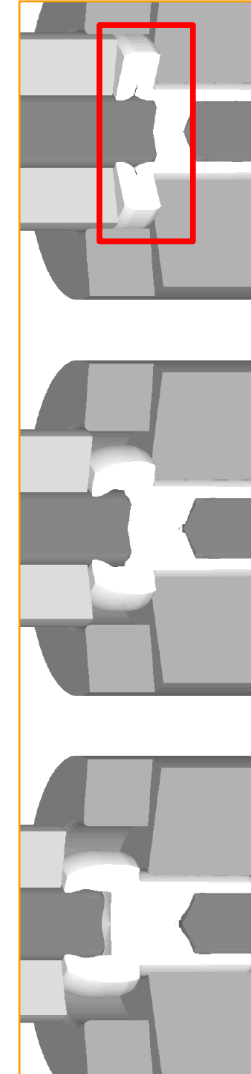
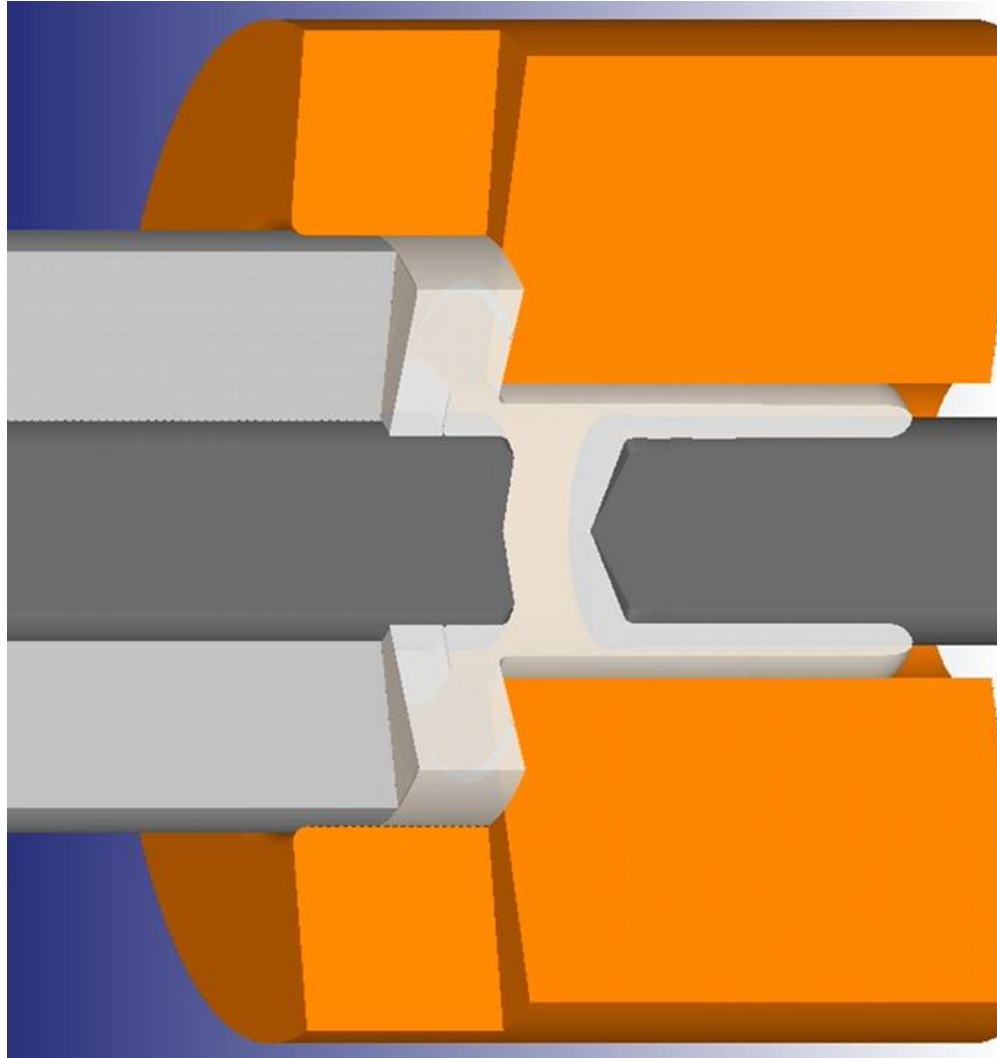


RIVETTO

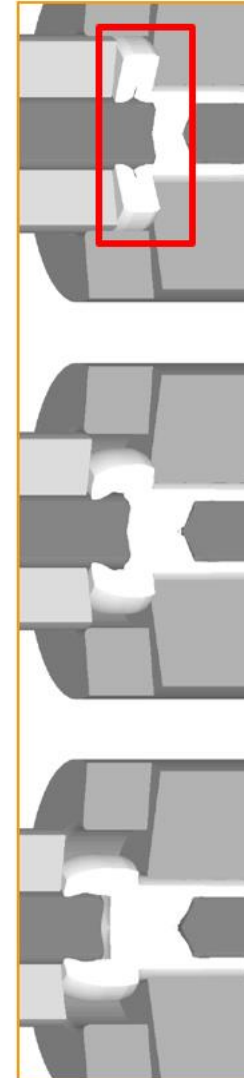
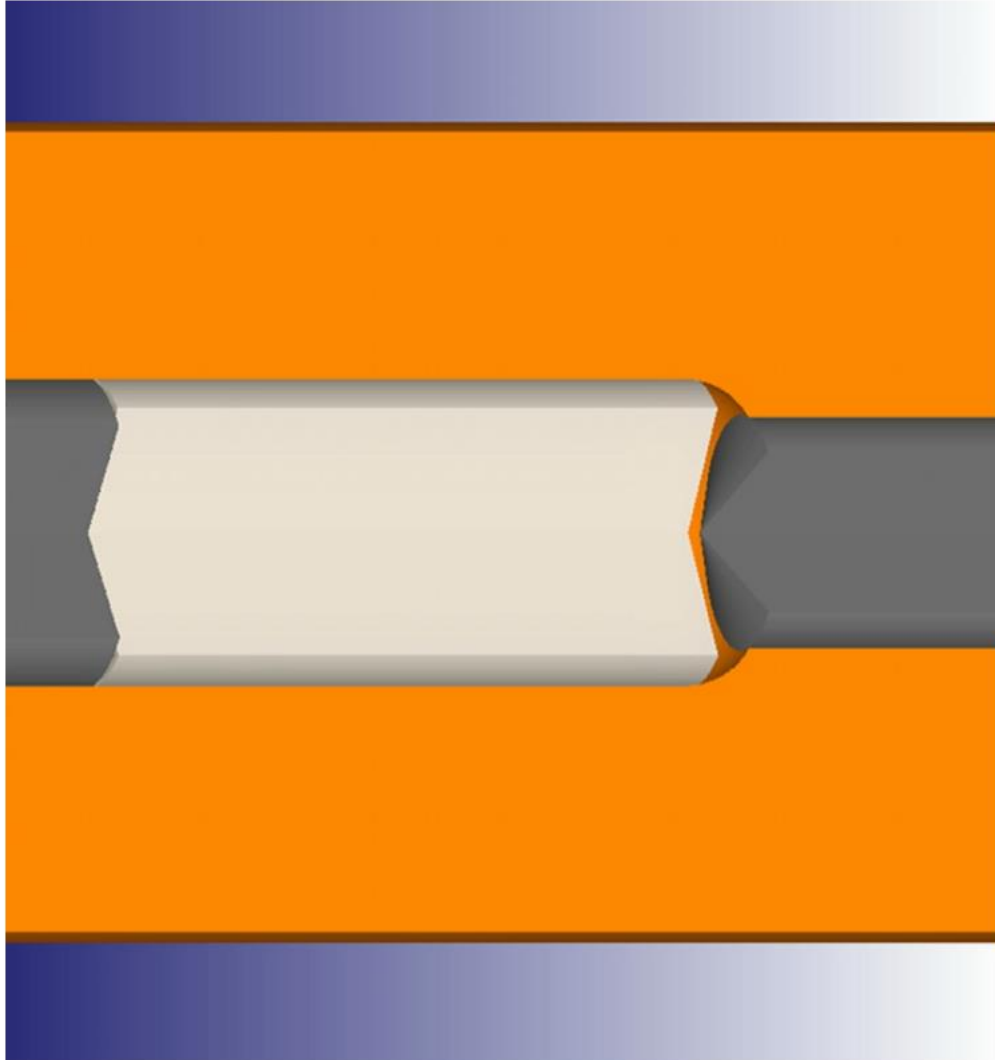
Problema: Ripiega durante la campionatura



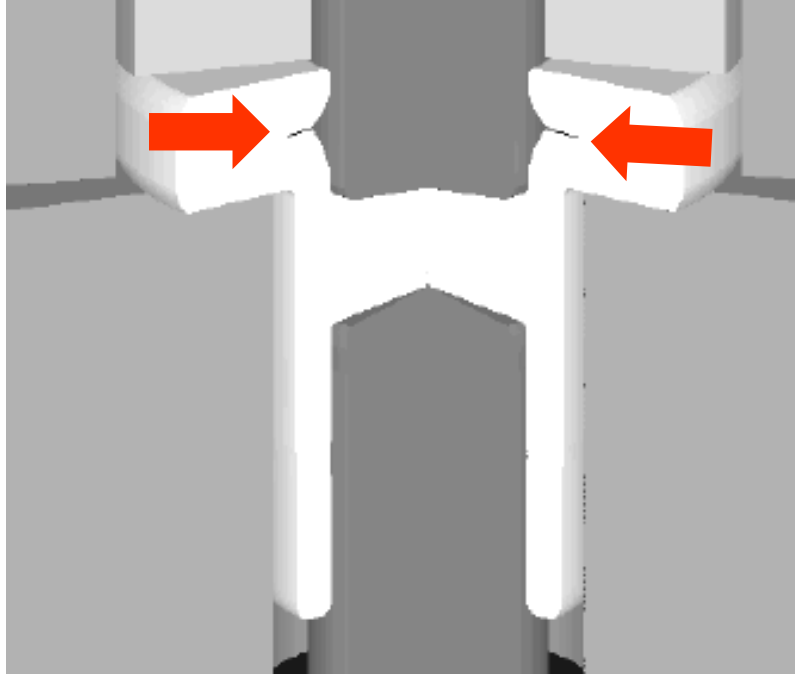
CONFIGURAZIONE ORIGINALE – VIDEO STAMPAGGIO



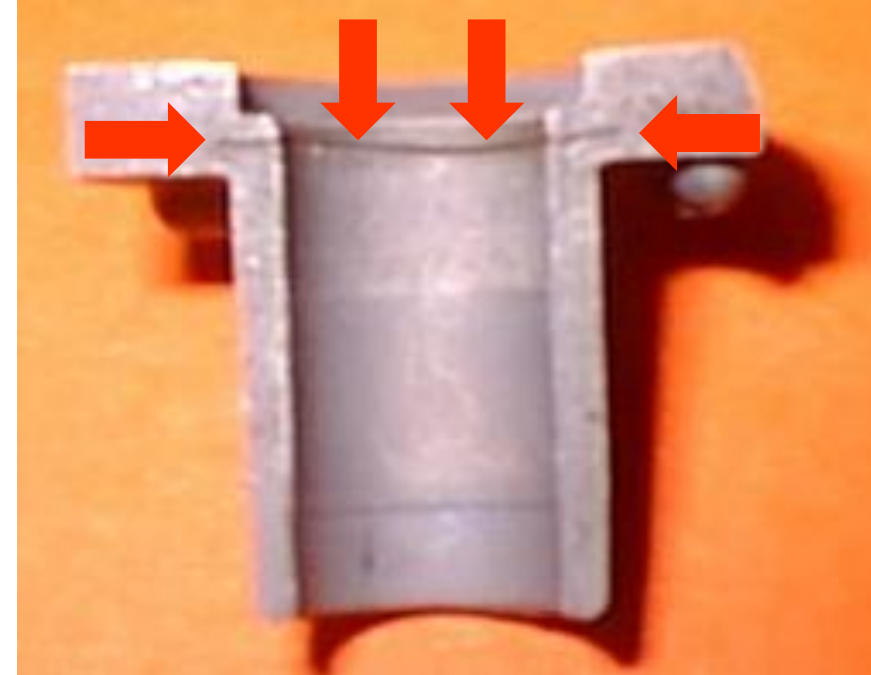
**ATTENZIONE
RIPIEGA**



**ATTENZIONE
RIPIEGA**

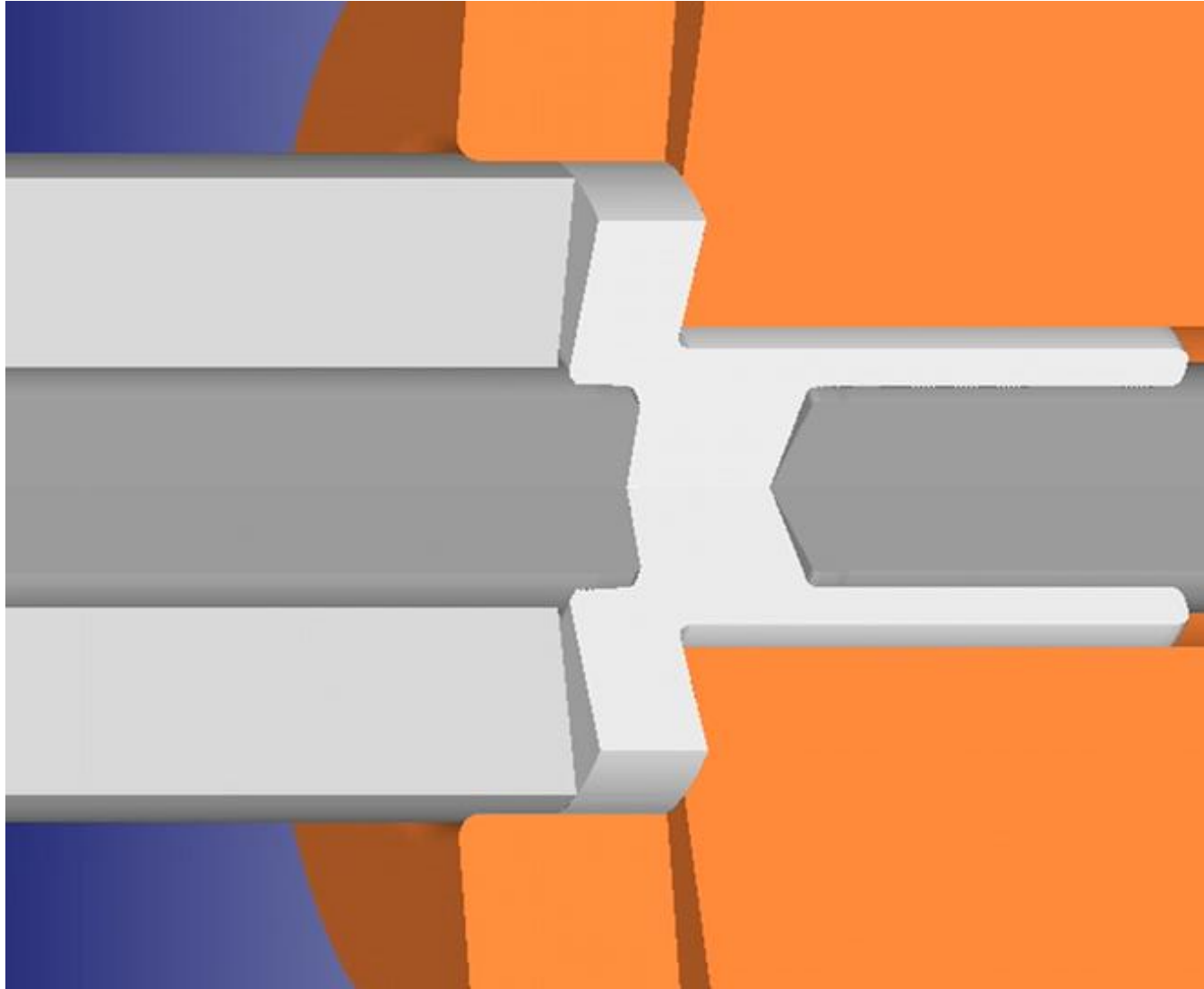


Simulazione

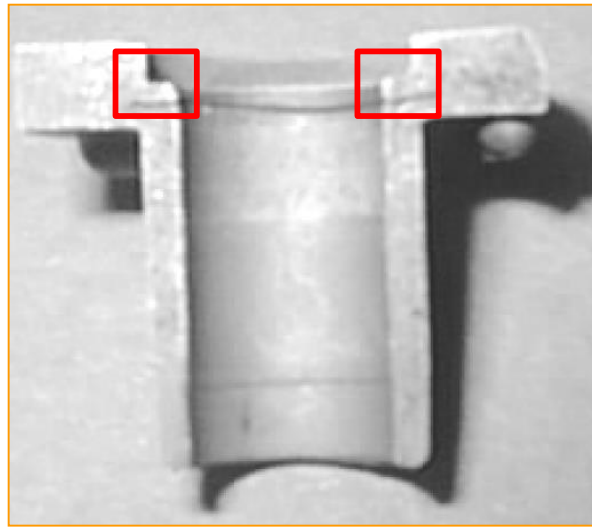
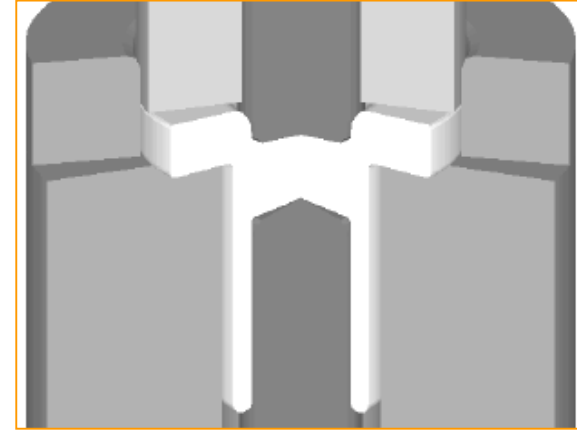
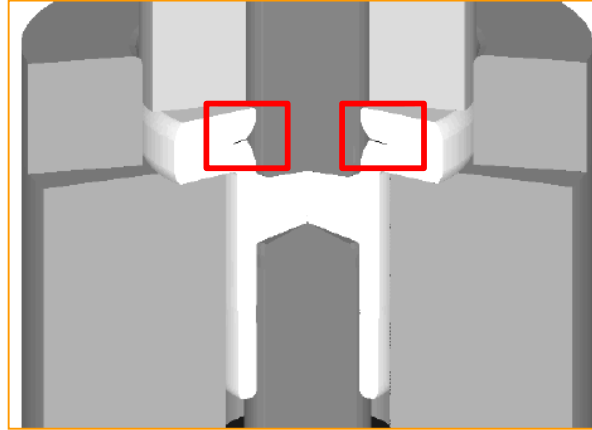


Realtà

CONFIGURAZIONE ALTERNATIVA – VIDEO STAMPAGGIO



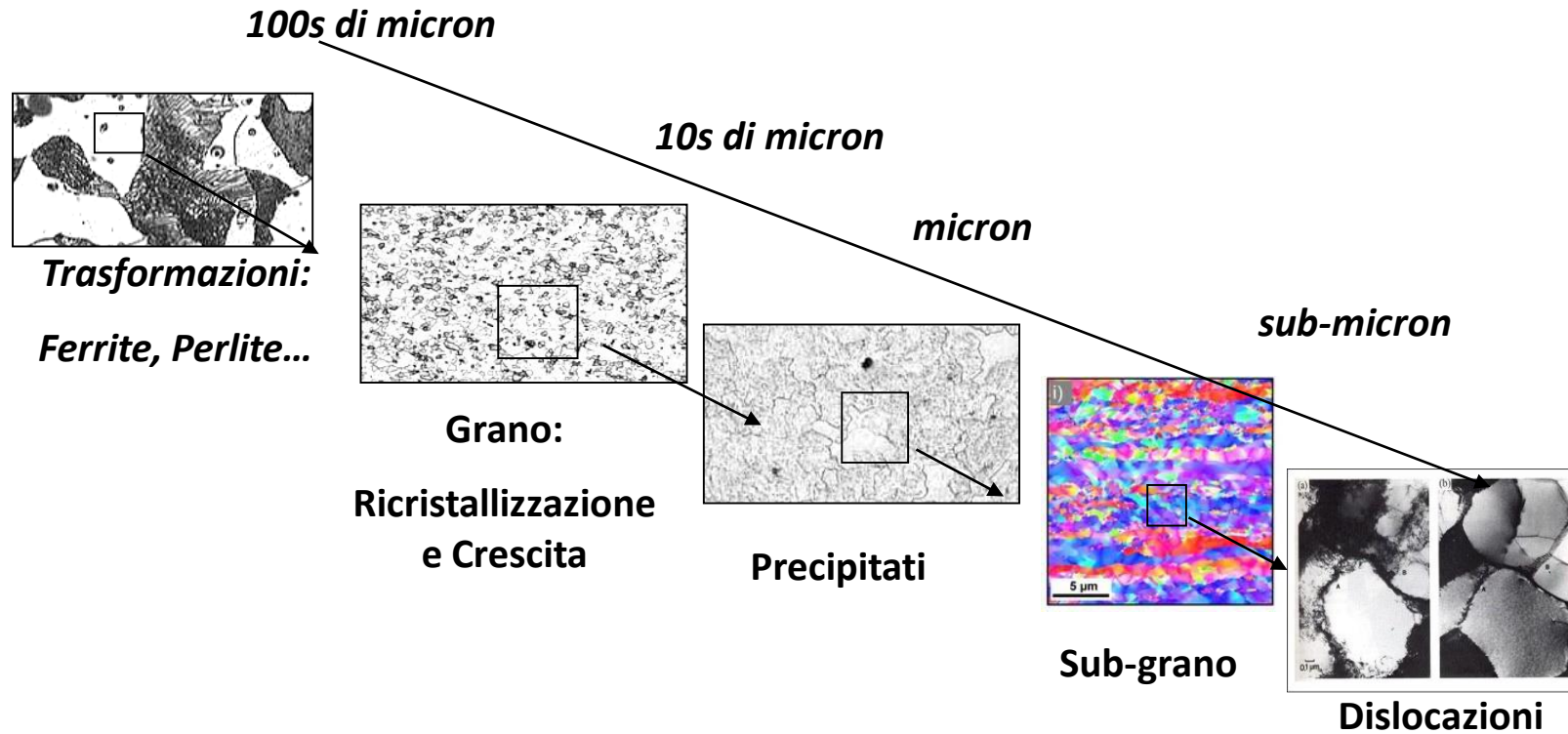
PROBLEMA RISOLTO



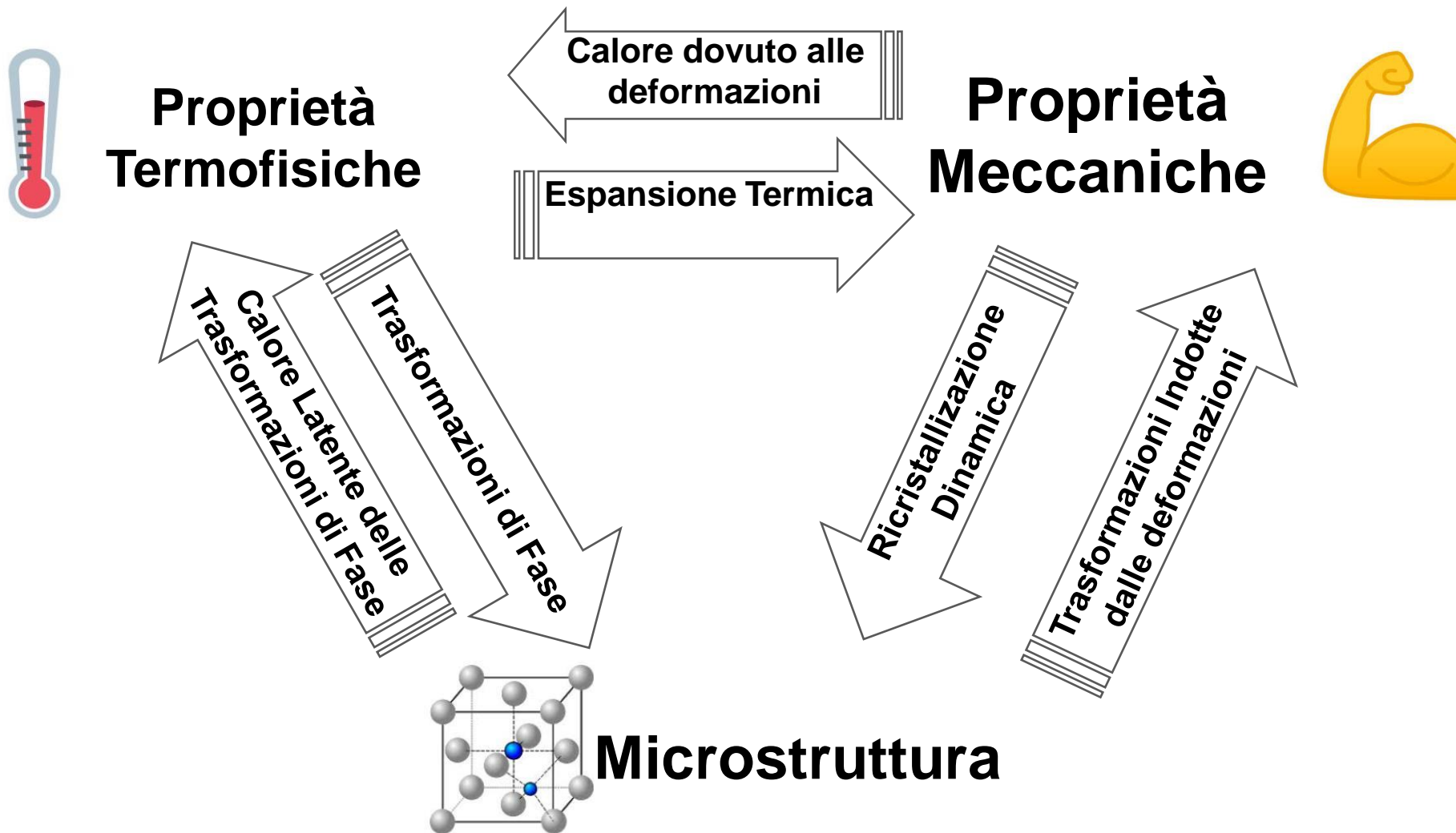
Configurazione Originale
Ripieghe

Configurazione Alternativa
No Ripieghe

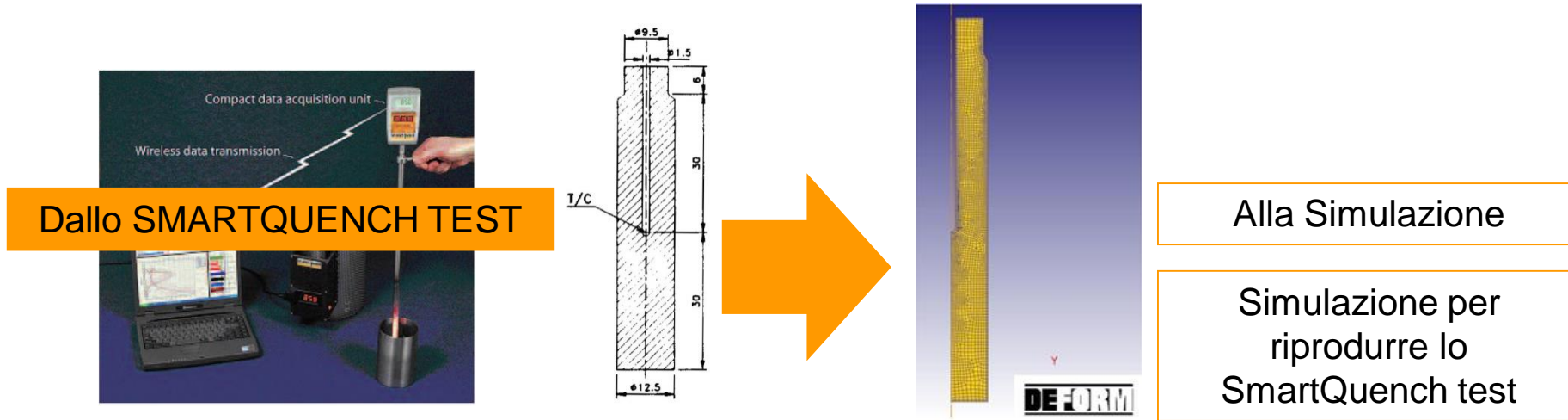
FENOMENI MICROSTRUTTURALI SIMULABILI



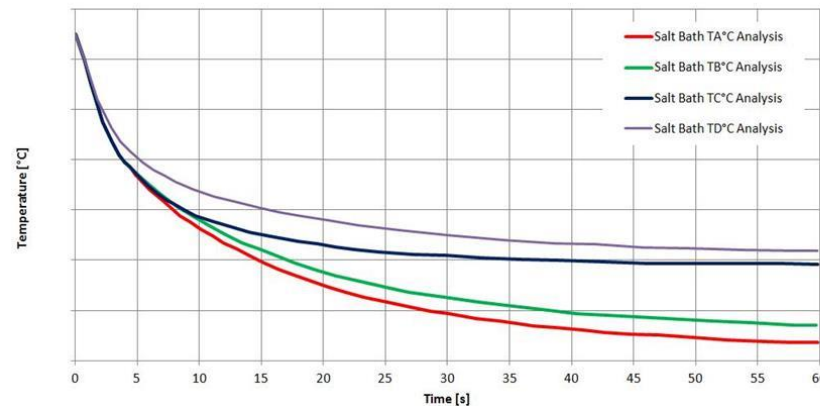
Come impattano le proprietà del materiale su microstruttura e proprietà



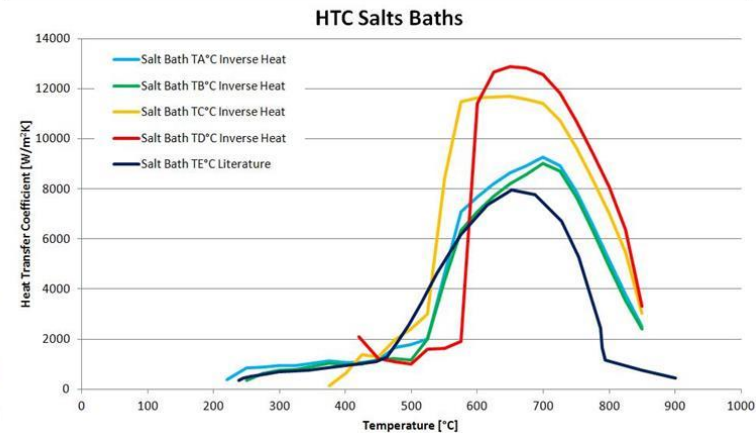
CARATTERIZZAZIONE DELL'IMPIANTO PER LA TEMPRA IN SIMULAZIONE



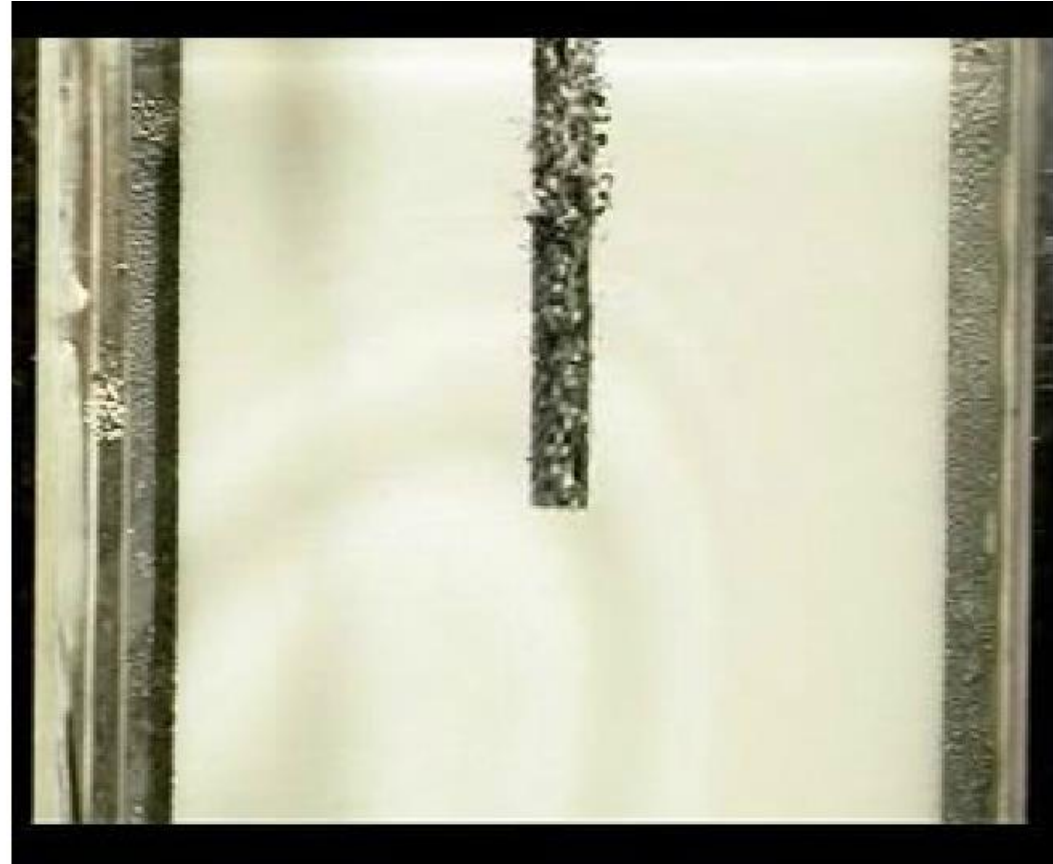
INPUT -> Time – Temperature Curves



OUTPUT -> Heat Transfer Coefficients HTC



Possibili problemi del trattamento termico di tempra: Tensioni e Deformazioni

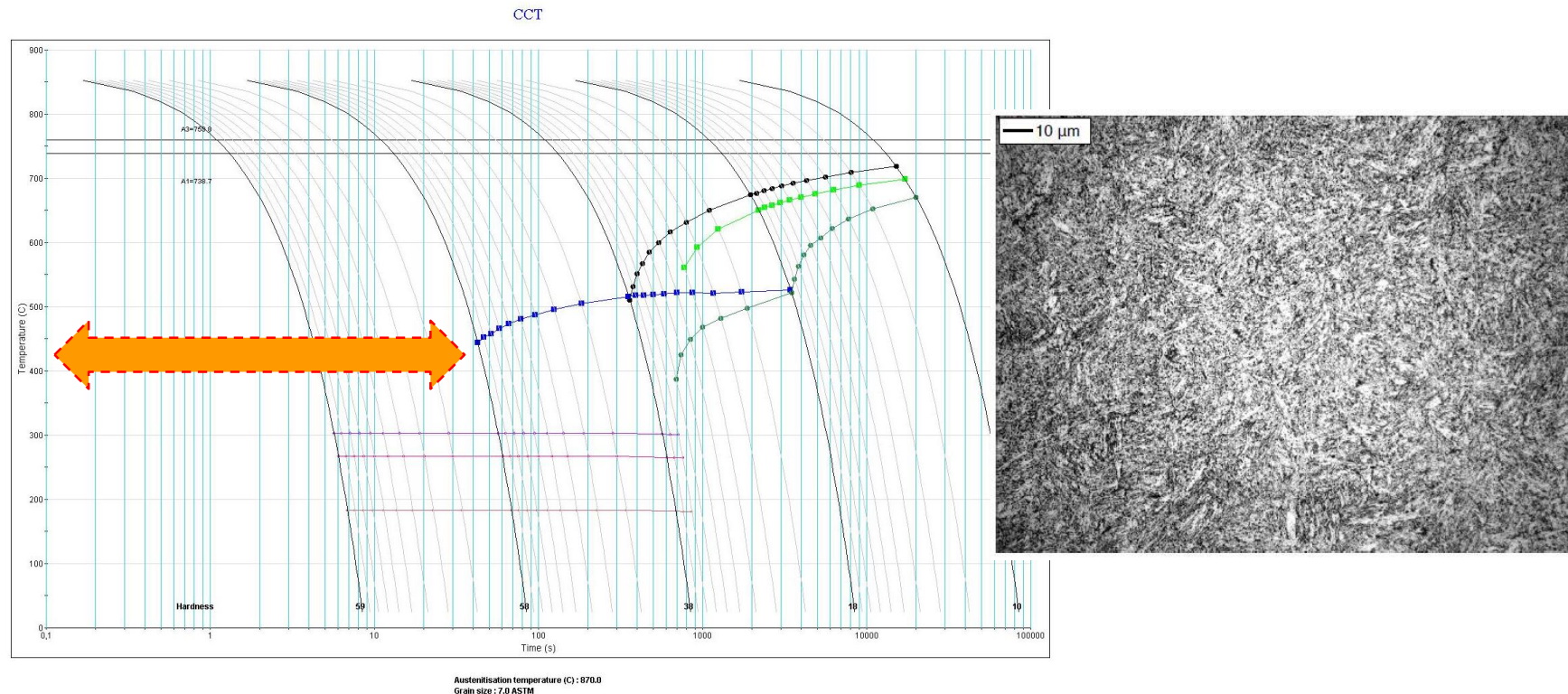


La microstruttura ottenuta è martensite, quindi, il materiale è temprato correttamente, ma il particolare...
...ha cambiato forma!

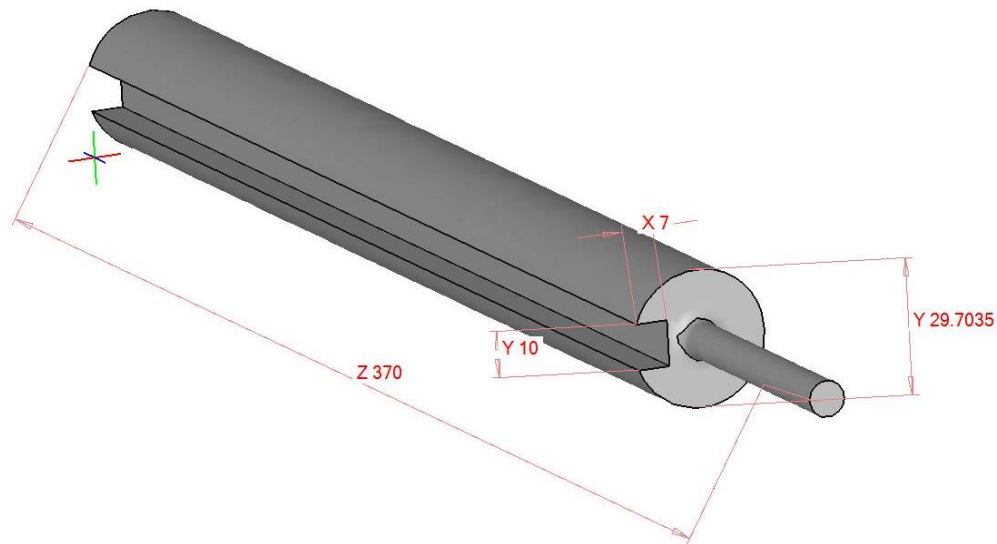
Obiettivo del trattamento termico di tempra di un acciaio: la martensite

Per temprare un particolare è necessario raffreddare l'acciaio in maniera sufficientemente rapida da trasformare l'austenite in martensite;

Per essere sicuri di non ottenere una velocità di raffreddamento inferiore alla velocità critica di tempra (V_s) decidiamo di spegnere il particolare in un fluido sufficientemente drastico...



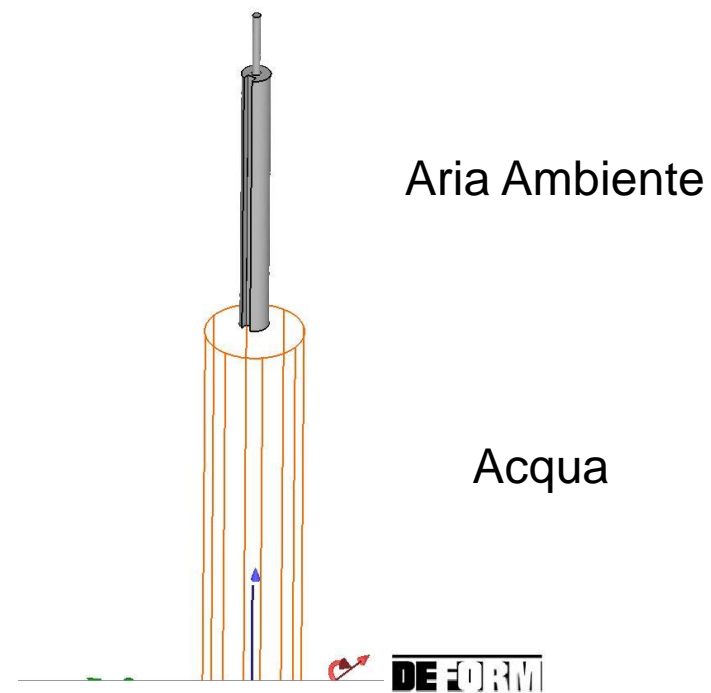
E' possibile prevedere le deformazioni del pezzo durante il trattamento termico?



DEFORM

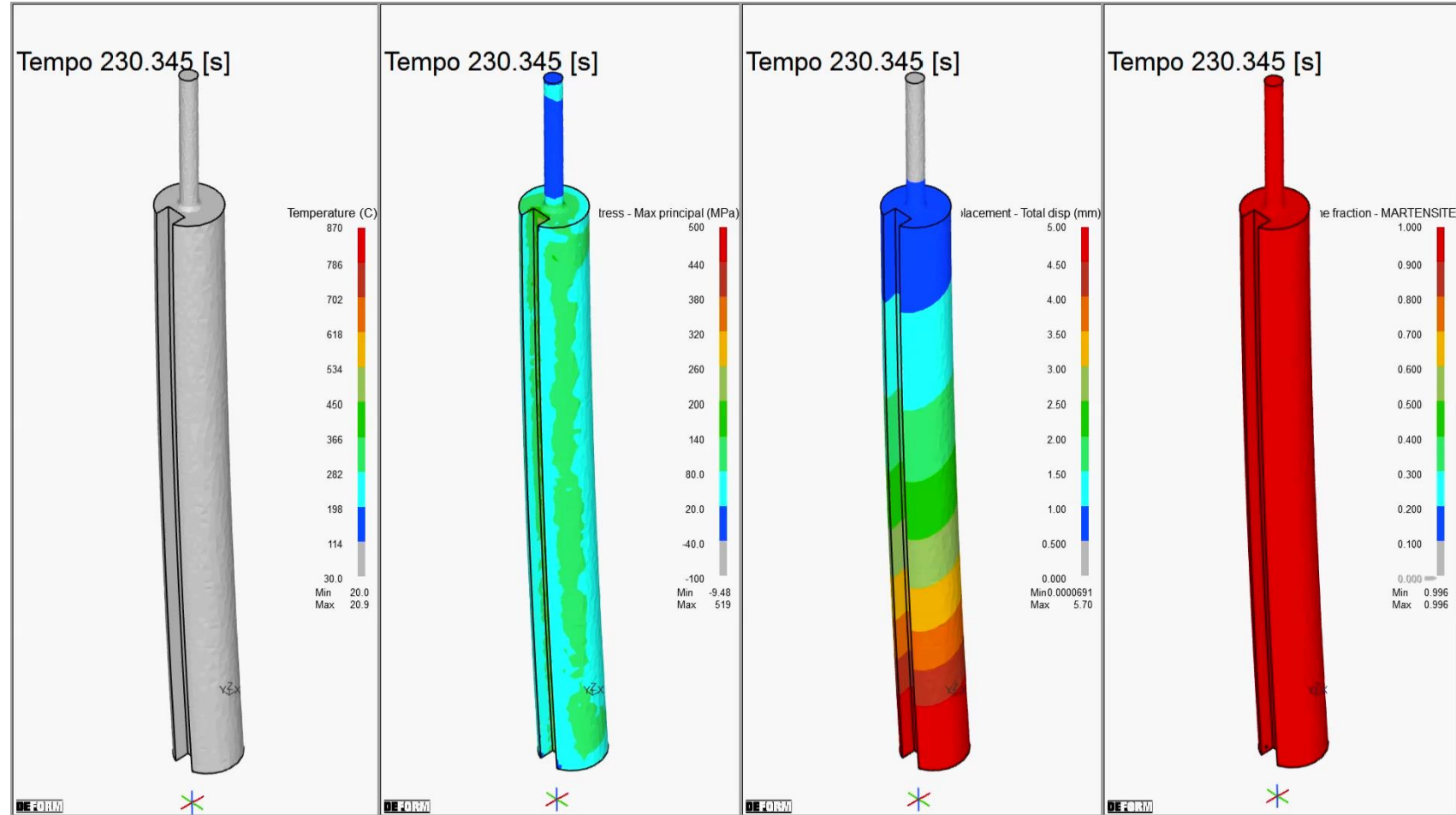


Acciaio 42CrMo4
Temperatura di Austenitizzazione 870°C
Tempra in Acqua (20°C)



Il processo di tempra è «simmetrico»
(immersione in posizione verticale)
Il pezzo non è simmetrico

Simulazione del trattamento termico di tempra



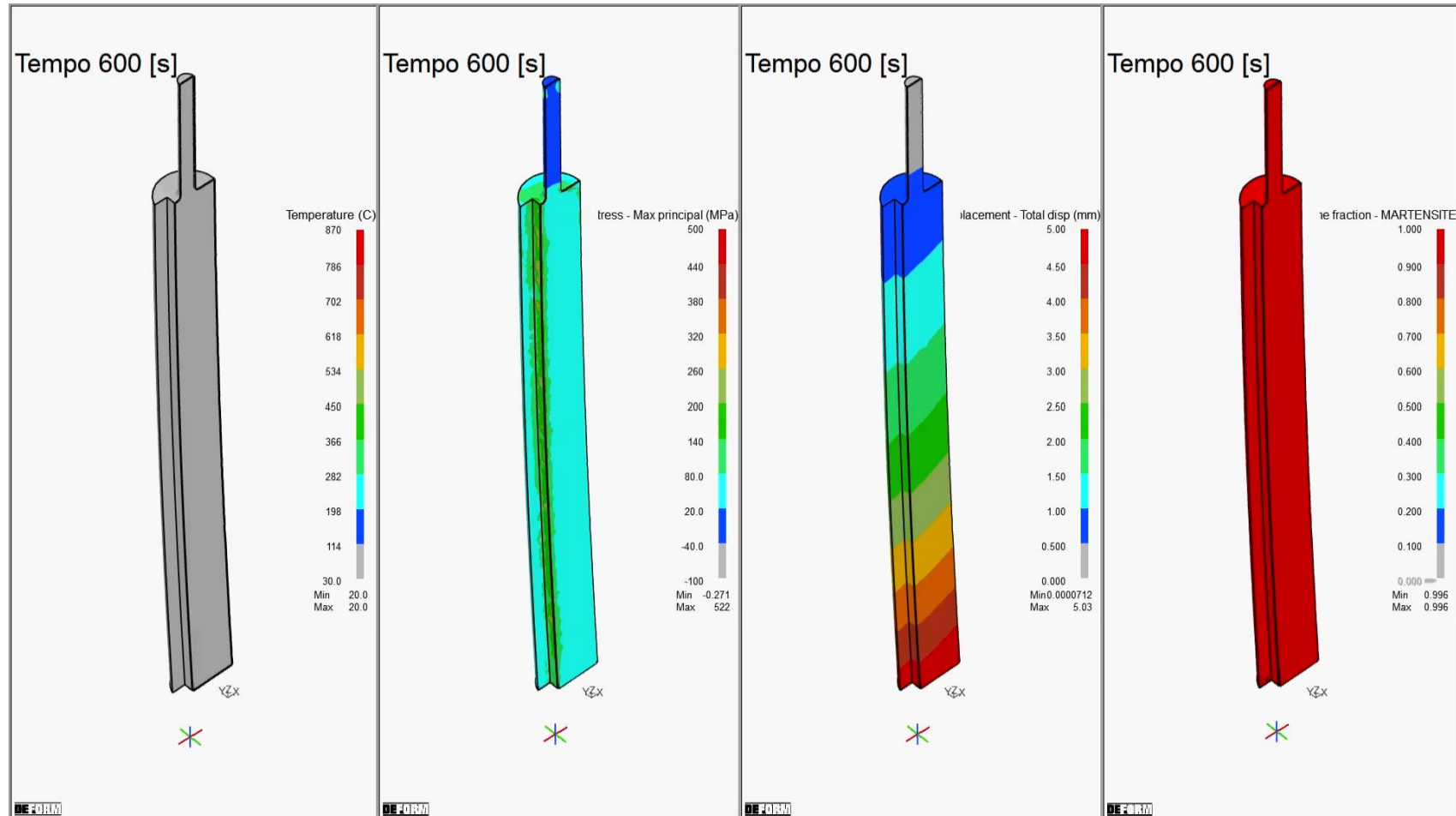
Temperature

Carichi meccanici

Deformazioni

Martensite

Simulazione del trattamento termico di tempra



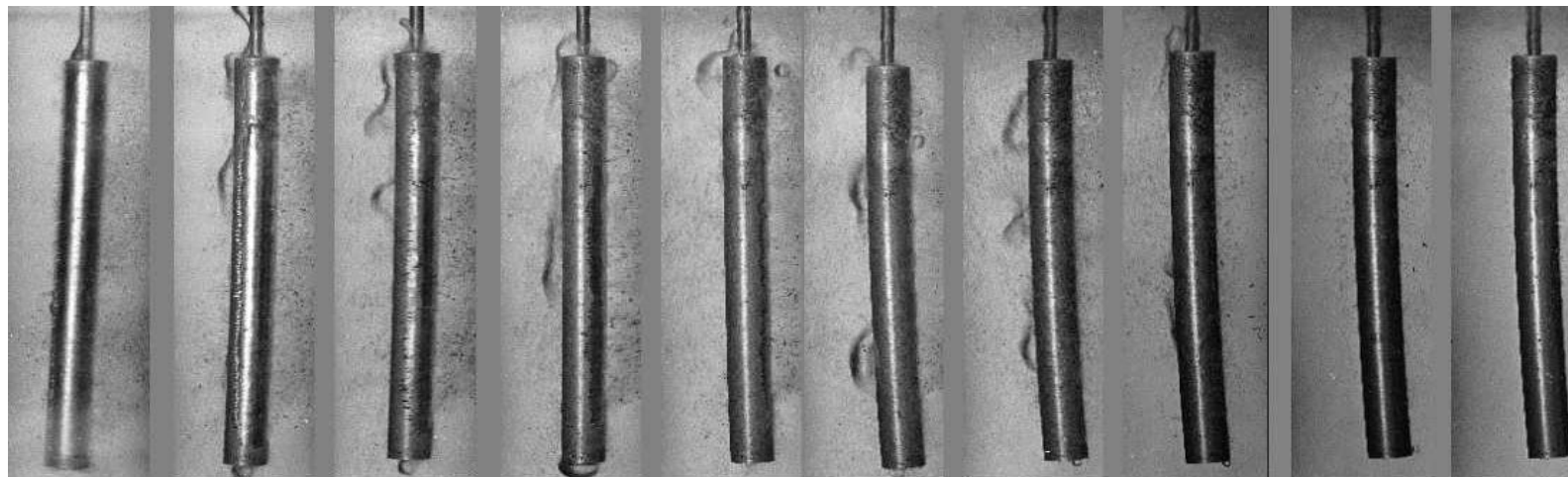
Temperature

Carichi meccanici

Deformazioni

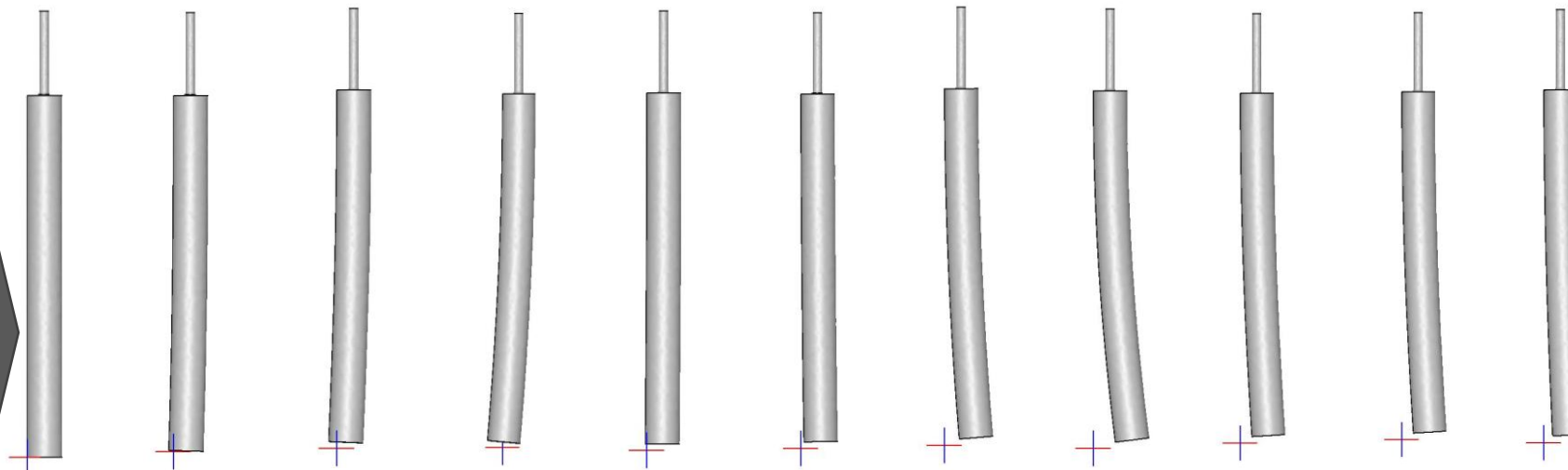
Martensite

Confronto deformazioni



Realtà

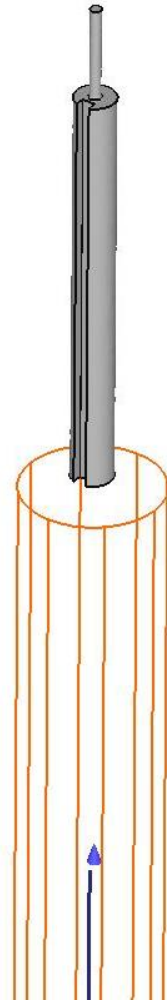
Localizzazione
scanalatura



Simulazione

Simulazione allineata alla realtà

Come valutare l'effetto di diversi fluidi tempranti in simulazione?



DEFORM

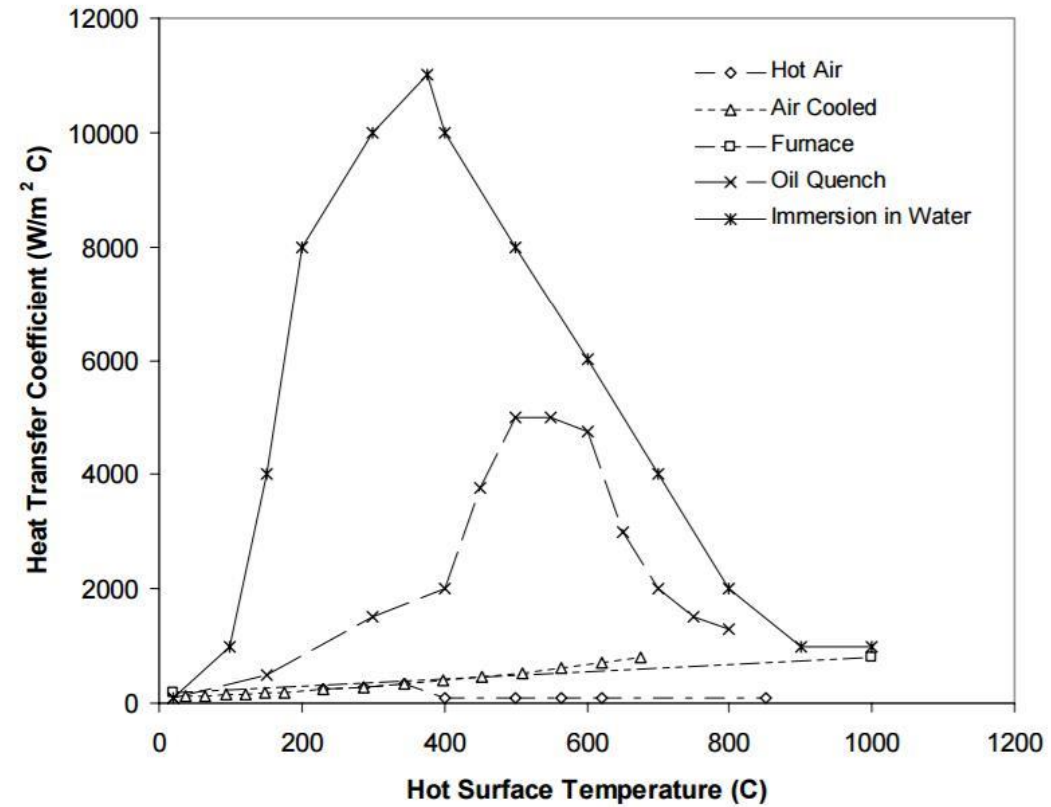
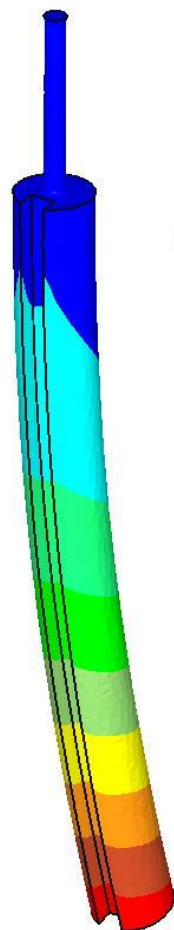


Figure 13 Heat transfer coefficient as a function of surface temperature for several heating and cooling conditions.

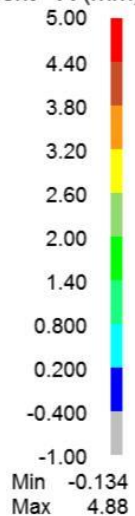
Confronto in simulazione delle deformazioni con due diversi fluidi tempranti

Deformazione Amplificata x10

Tempo 600 [s]



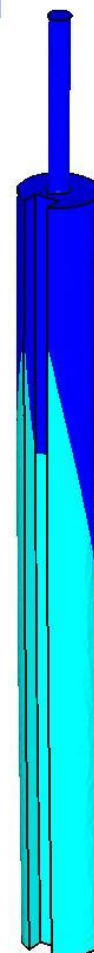
Displacement - X (mm)



DEFORM

Tempra in Acqua

Tempo 874.527 [s]



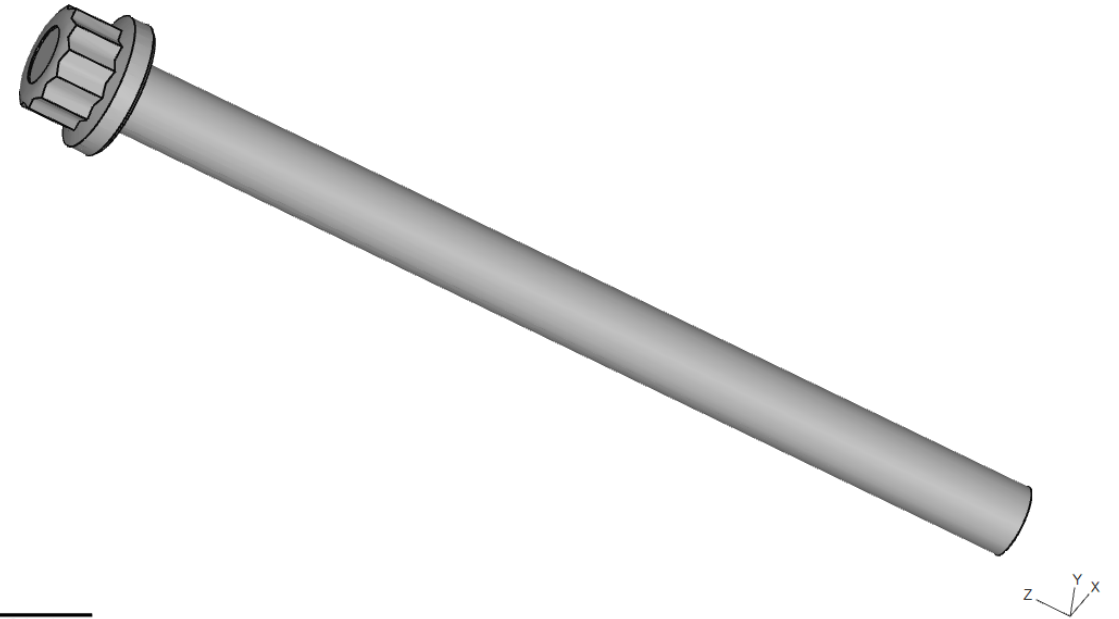
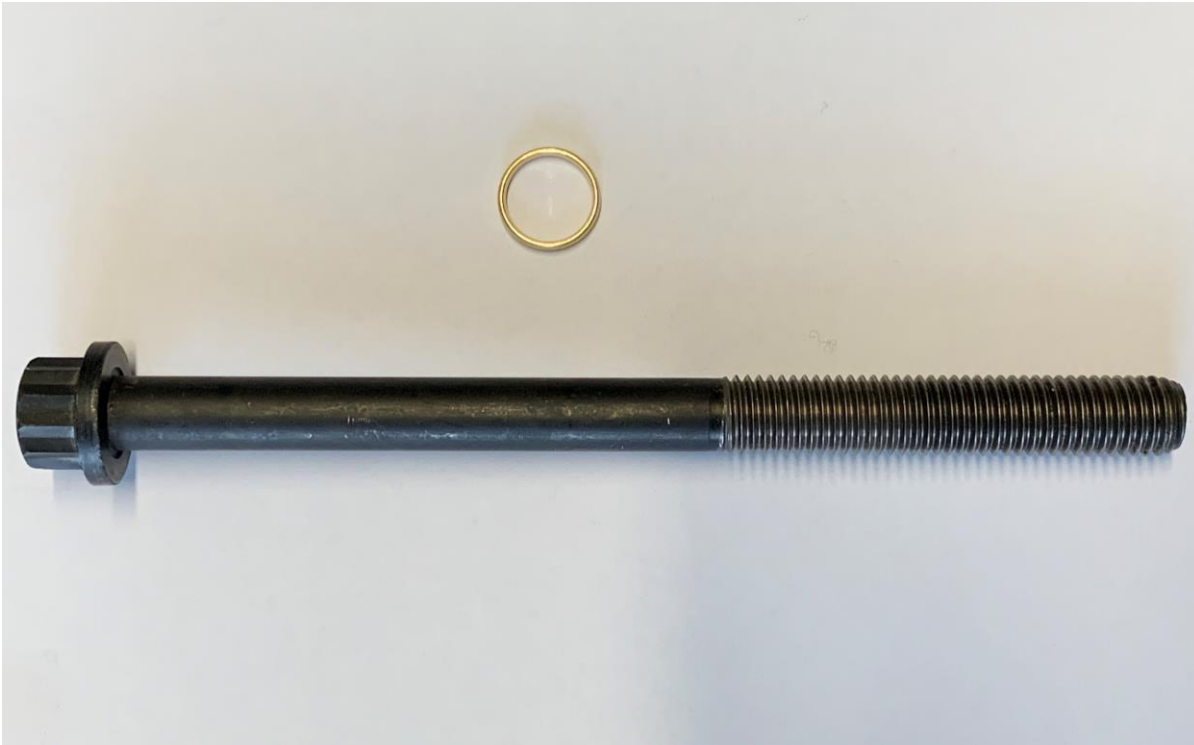
Displacement - X (mm)



DEFORM

Tempra in Aria Forzata

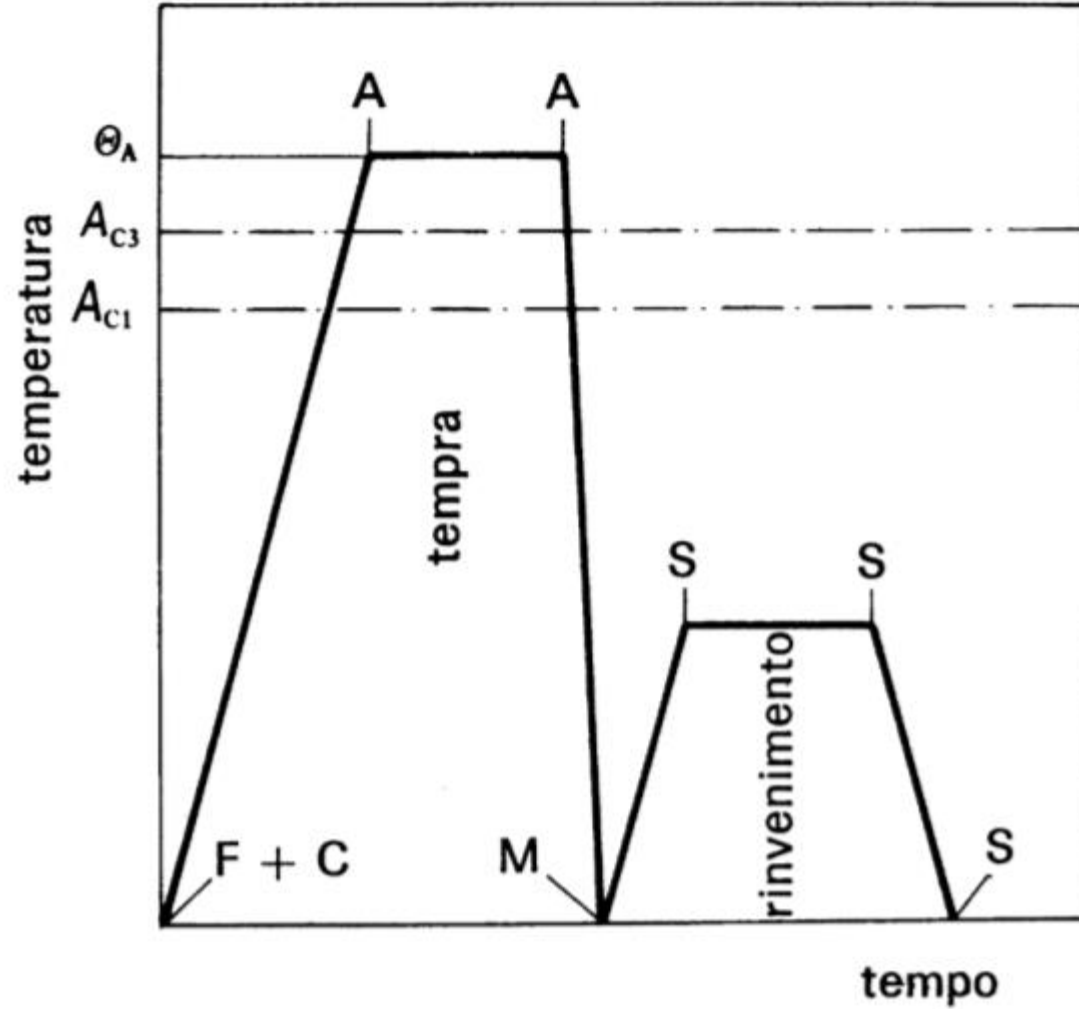
Trattamento termico vite serraggio testa in 42 CrMo 4



DEFORM

Courtesy of

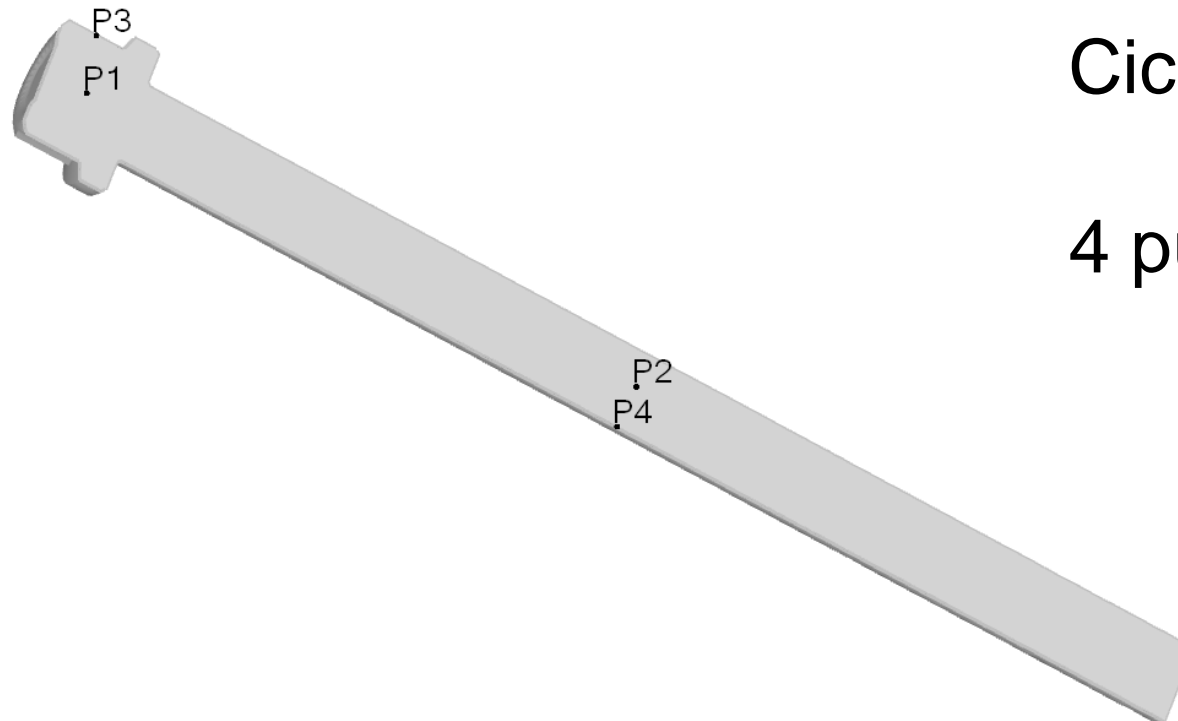
 **vimi fasteners S.p.A.**



Ciclo di bonifica:

1. Tempra in olio
2. Rinvenimento

Proc. 1: Forno_Austenitizzazione
Tempo 0 [s]



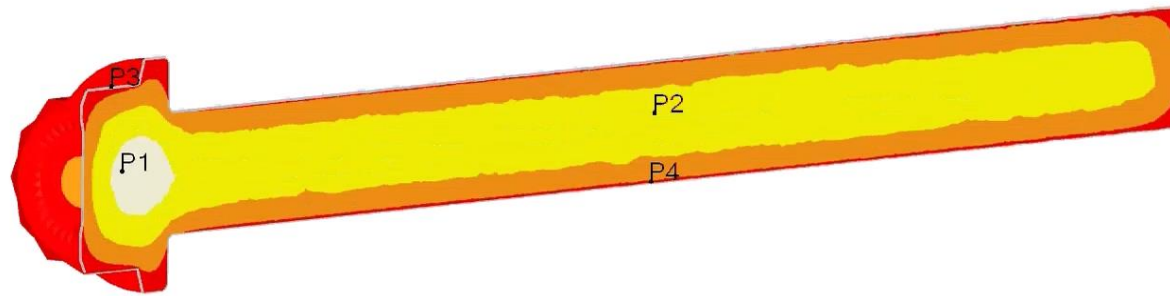
Ciclo di bonifica:

4 punti di controllo sulla vite

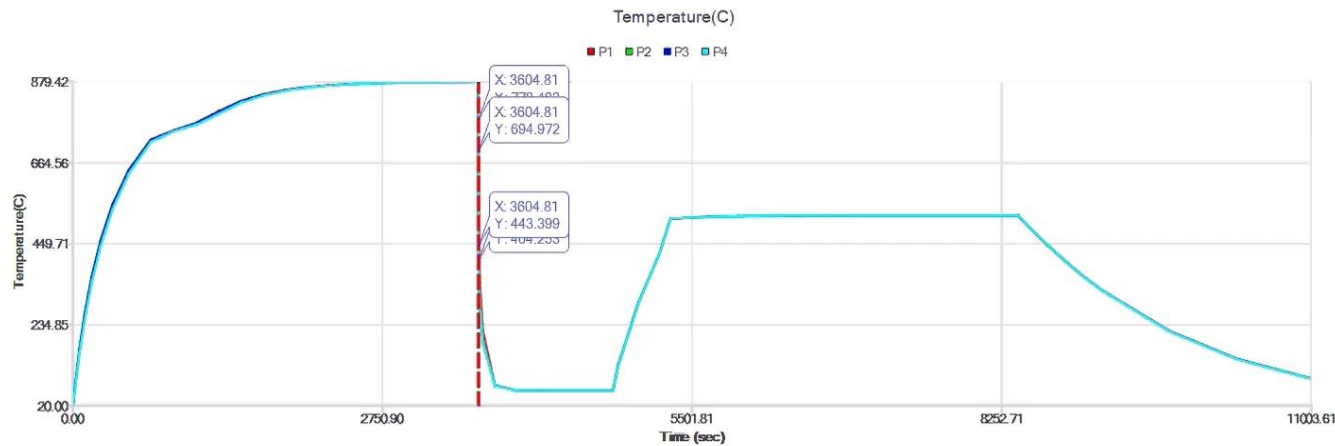


Simulazione trattamento termico vite serraggio testa: Temperature

Proc. 2: Olio
Tempo 3604.81 [s]

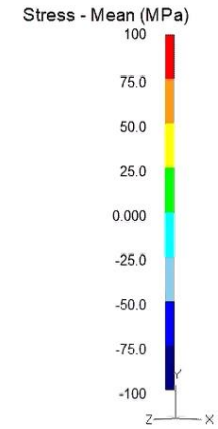
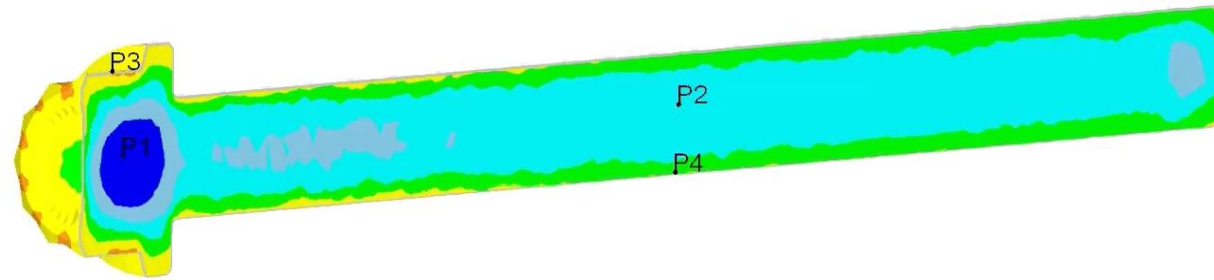


DEFORM

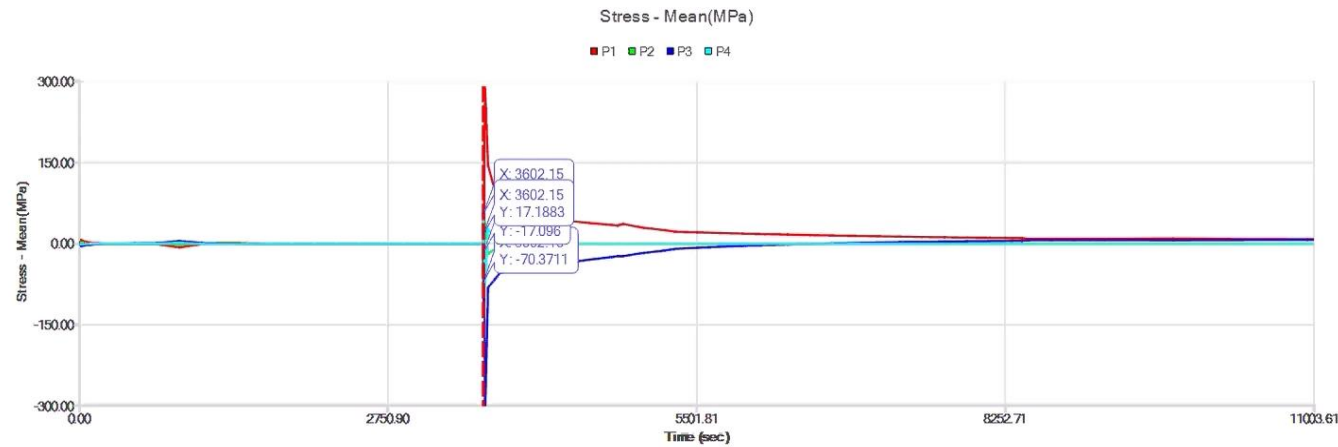


Simulazione trattamento termico vite serraggio testa: Sforzi

Proc. 2: Olio
 Tempo 3602.15 [s]



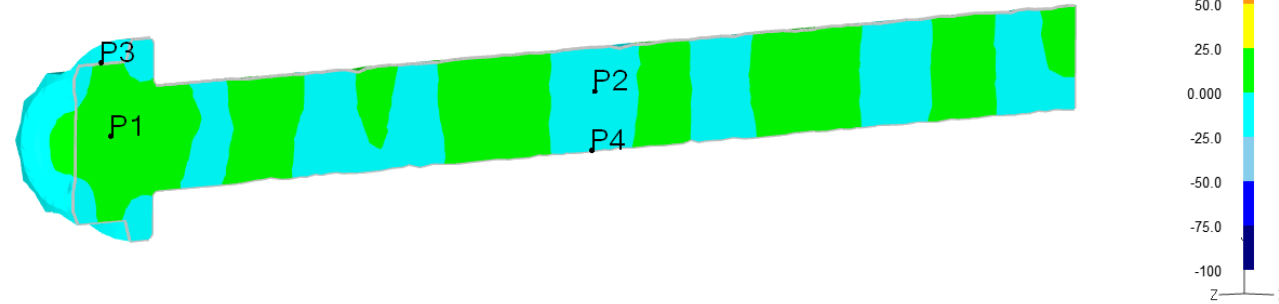
DEFORM



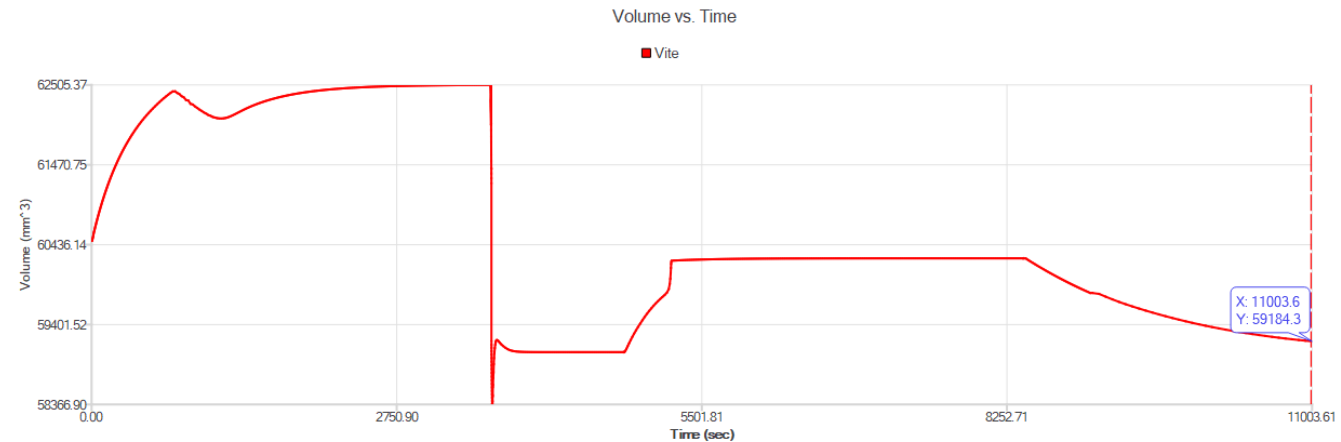
Simulazione trattamento termico vite serraggio testa: Volume della vite durante il ciclo di bonifica

Proc. 4: Aria

Tempo 11003.6 [s]

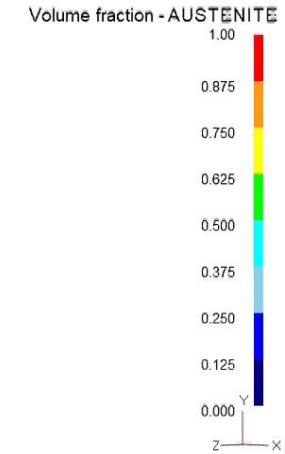
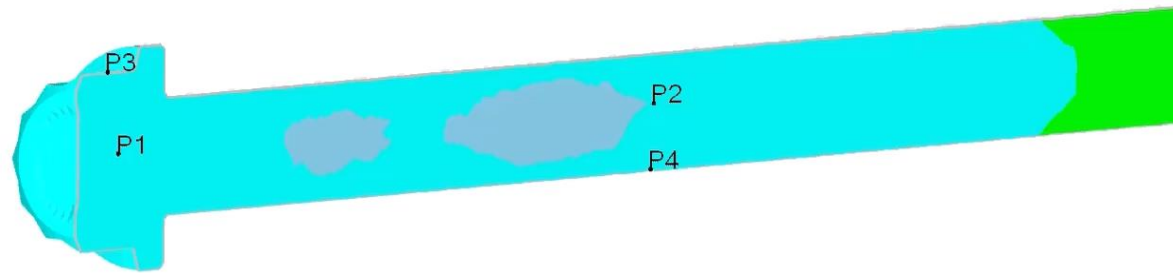


DEFORM

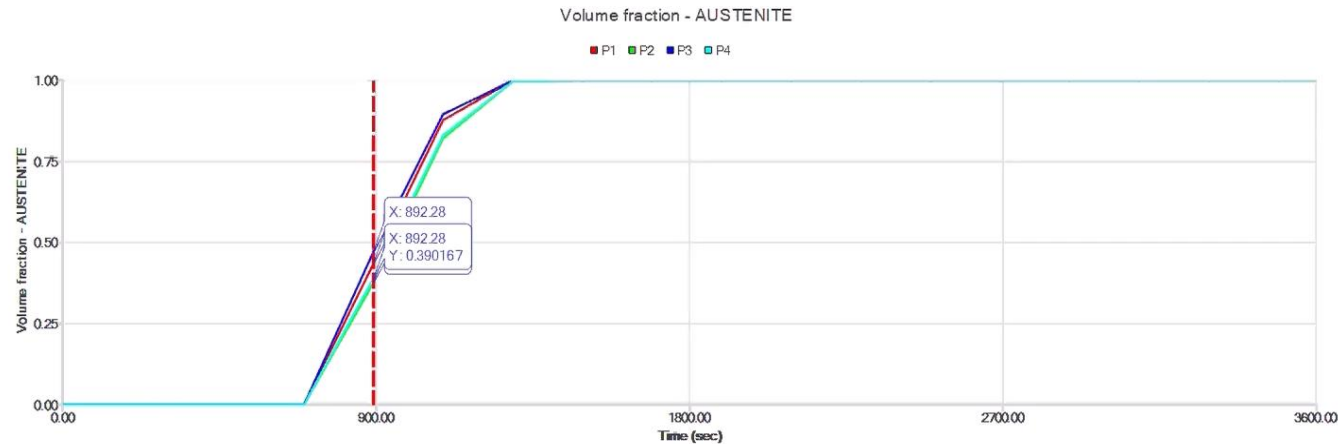


Simulazione trattamento termico vite serraggio testa: Formazione Austenite

Proc. 1: Forno_Austenitizzazione
Tempo 892.28 [s]

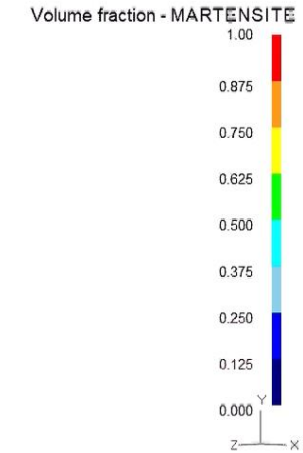
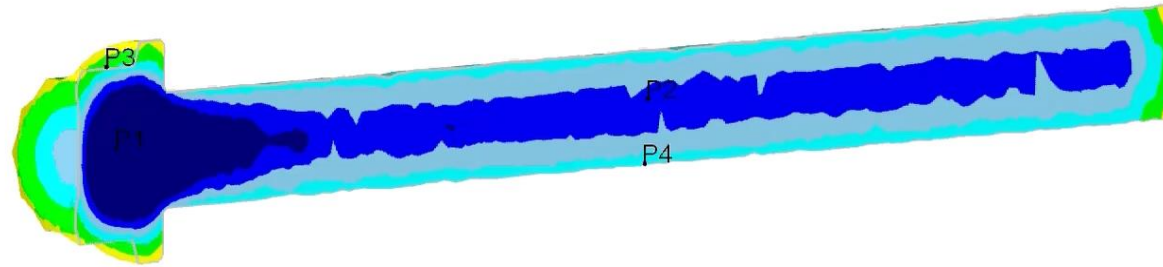


DEFORM

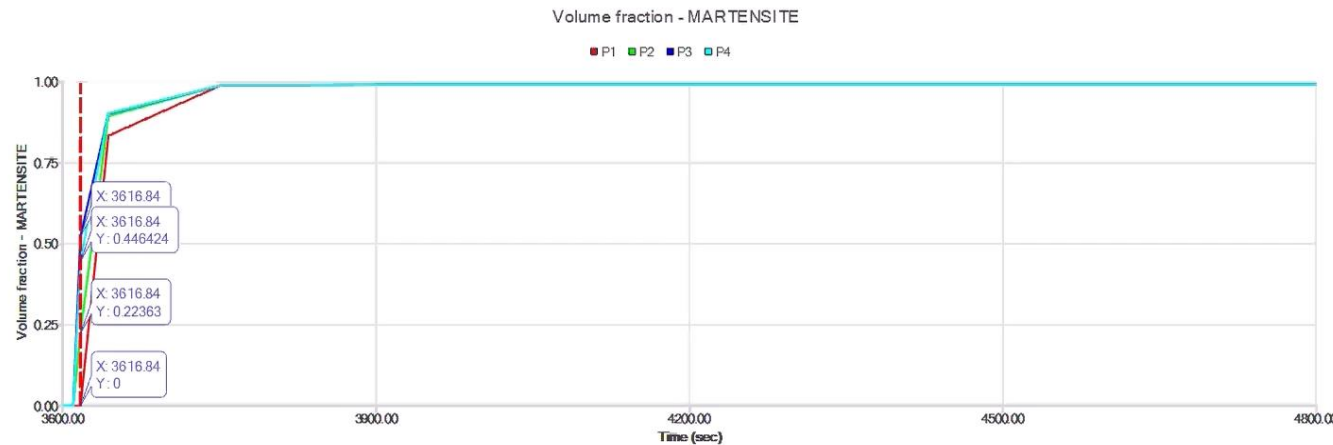


Simulazione trattamento termico vite serraggio testa: Formazione Martensite

Proc. 2: Olio
Tempo 3616.84 [s]

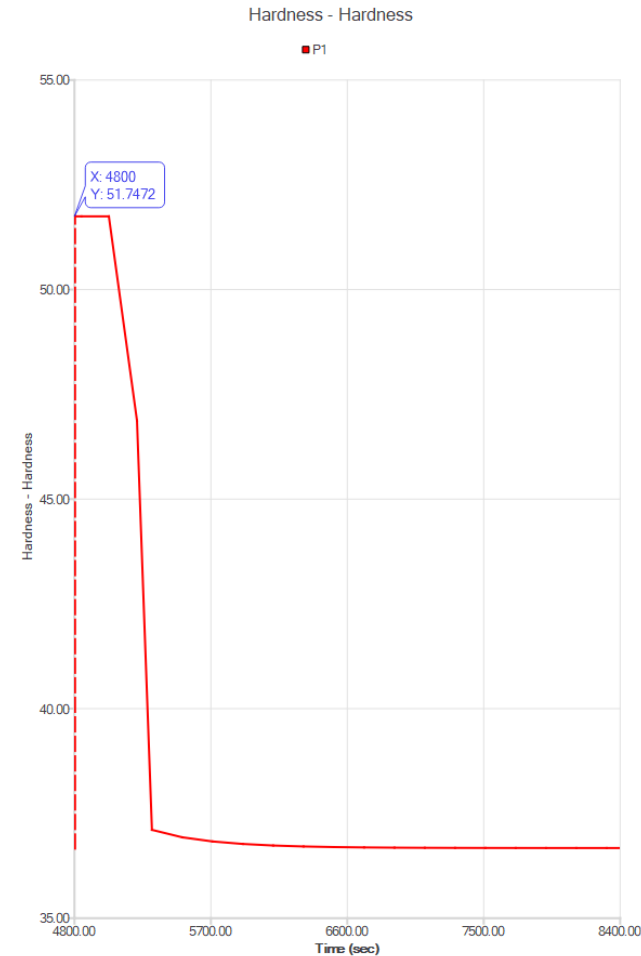
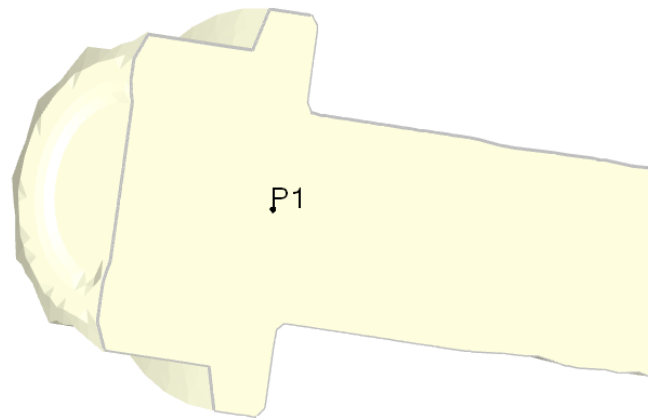


DEFORM



Simulazione trattamento termico vite serraggio testa: Evoluzione Durezza HRC durante il rinvenimento

Proc. 3: Forno_Rinvenimento
Tempo 4800 [s]



Conclusioni

1. Il software di simulazione deve virtualizzare la microstruttura del materiale e la metallurgia del ciclo di trattamento termico.
2. Obiettivo del trattamento termico: raggiungere la microstruttura e le prestazioni meccaniche richieste, garantendo dimensioni e tensioni residue nel componente
3. Possibili problemi del trattamento termico di tempra: le deformazioni e le microstrutture non rispondenti alle normative
4. Con il software DEFORM è possibile prevedere microstruttura e deformazioni del pezzo durante il trattamento termico.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Cristian Viscardi – c.viscardi@ecotre.it

ECOTRE VALENTE SRL - BRESCIA
www.ecotre.it

...YOUR SPECIALIST IN FORMING & HEAT TREATMENT SIMULATION