

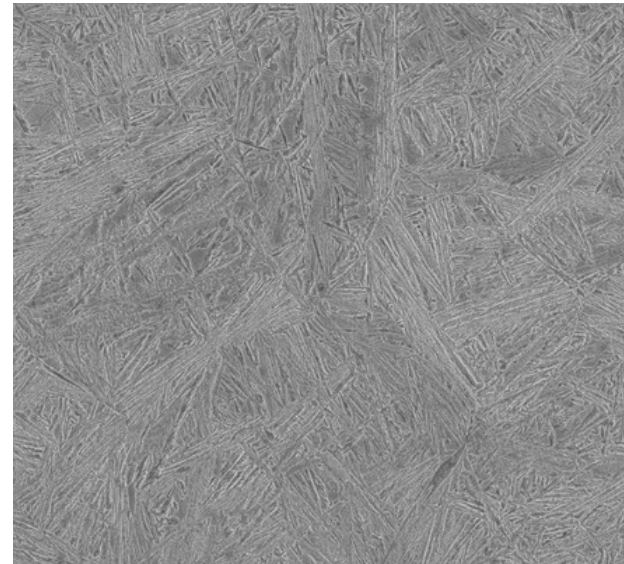
Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria chimica e dei materiali

**Relazione per la prova finale
«Studio del comportamento ad
usura
di un acciaio bainitico ad alto silicio»**

Relatore: Prof. Luca Pezzato
Correlatore: Ing. Mattia Franceschi

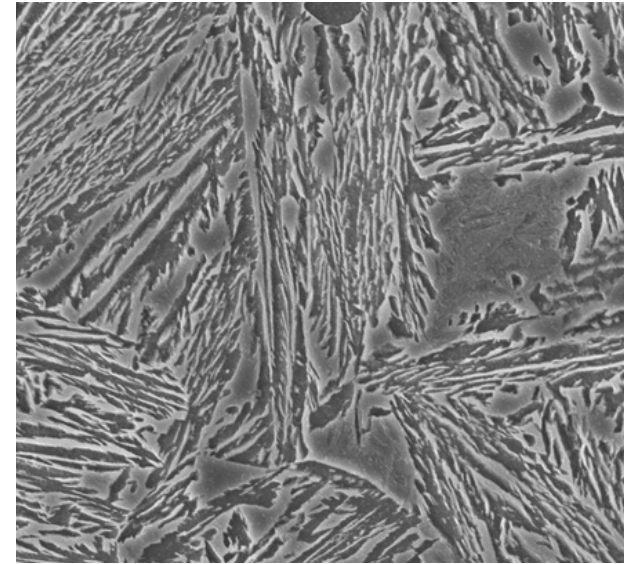
Laureanda: Chiara De Piero
Padova, 9/11/2022

Gli acciai bainitici



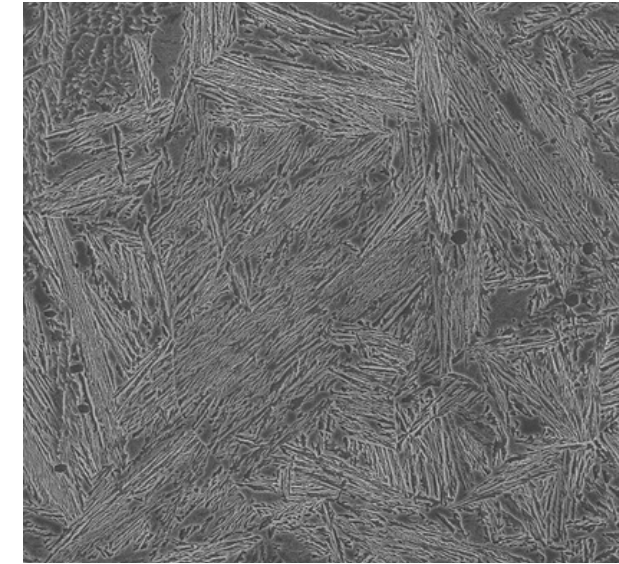
Ottime proprietà meccaniche

Elevata durezza, resistenza a trazione, duttilità e tenacità.
Microstruttura ultrafine.



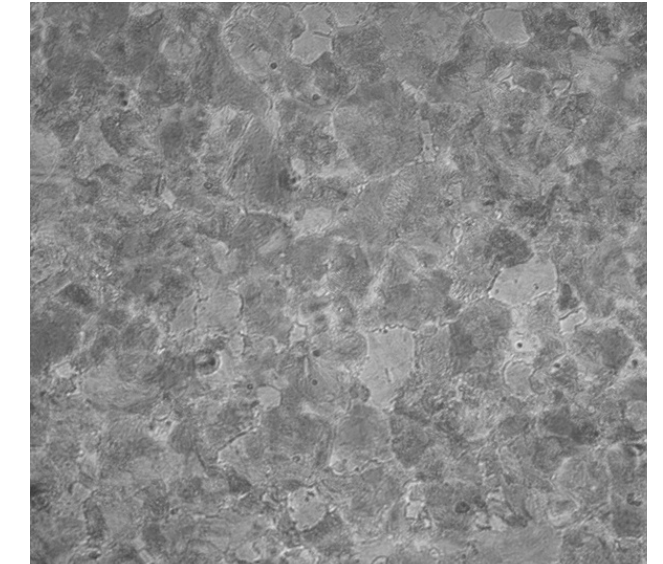
Effetto TRIP

Capacità di subire una trasformazione martensitica se sottoposto ad uno sforzo.



Austempering

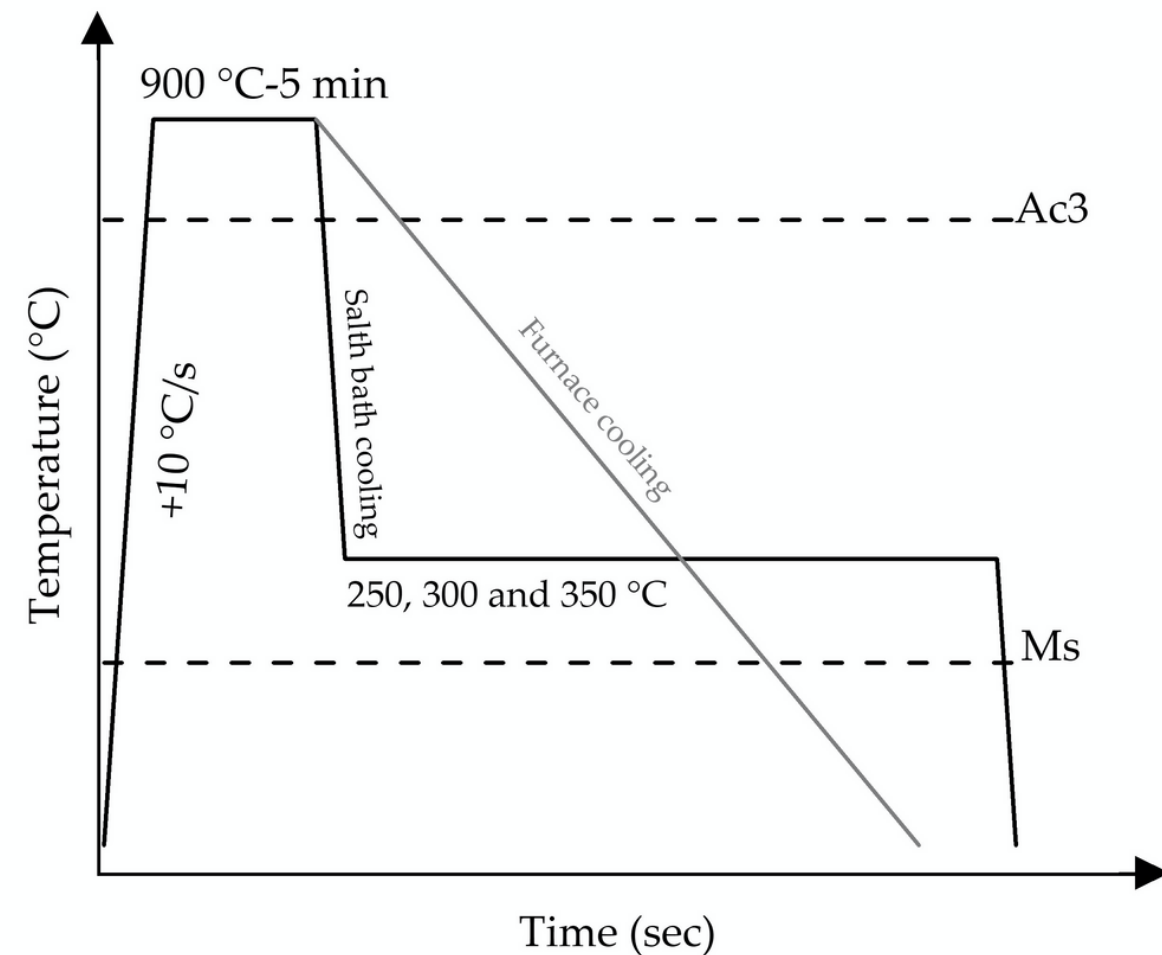
Autenitizzazione con conseguente immersione a temperature comprese tra B_s e M_s .



Privi di carburi

Sono presenti RA e ferrite bainitica. la presenza di silicio evita la precipitazione di carburi.

Composizione lega e trattamenti



01

Riscaldamento a 900 °C per 5 min.

02

Raffreddamento velocemente con bagno di sali fino a 250 °C, 300 °C e 350 °C per ottenere bainite.

Ricottura in forno a 900 °C. Raffreddamento in forno spento.

03

Raffreddamento finale in acqua.

0,38% C

3,2% Si

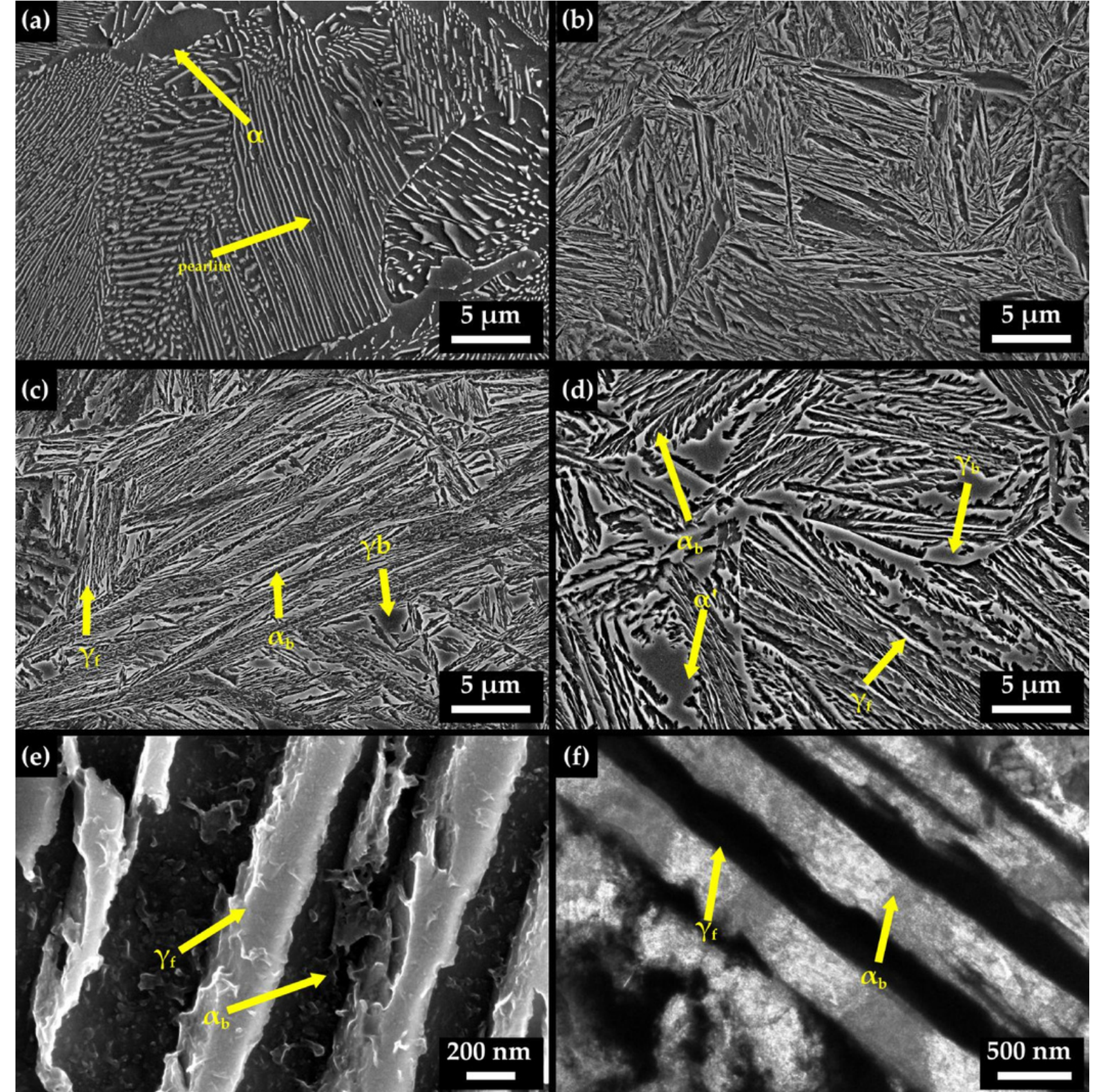
2,6 % Mn

0,1 % Al

Mn è elemento **gammageno**: stabilizza l'austenite.
Si e Al inibiscono la precipitazione di cementite.

Microstruttura

- a Ricottura a 900°C mantenimento per 5 minuti
Maggior quantità di ferrite rispetto alla perlite.
- b Completamento reazione bainitica a 250°C, 300°C e 350°C
- c Bainite fine priva di carburi.
- d Ferrite bainitica alternata a film di austenite.
Struttura più fine al diminuire della temperatura..
- e TEM
- f Evidenzia l'assenza di cementite in ferrite bainitica.



Elenco attività

Prova usura

XRD

Misure durezza

Analisi OM

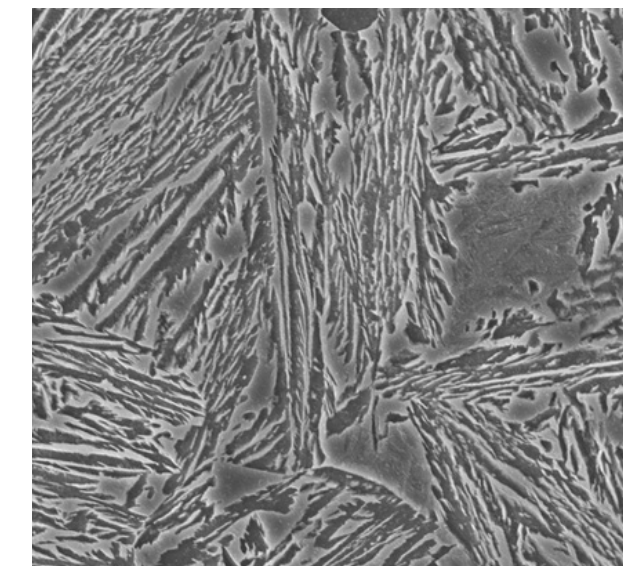
Analisi SEM

Tribometro TR20LE.
Perni sferici in 100Cr6
D=6 mm.

Carico normale di 20 N,
velocità di scorrimento di
0,25 m/s. Caratteristiche
prove: 2 ore, 2000 m di
distanza di scorrimento.

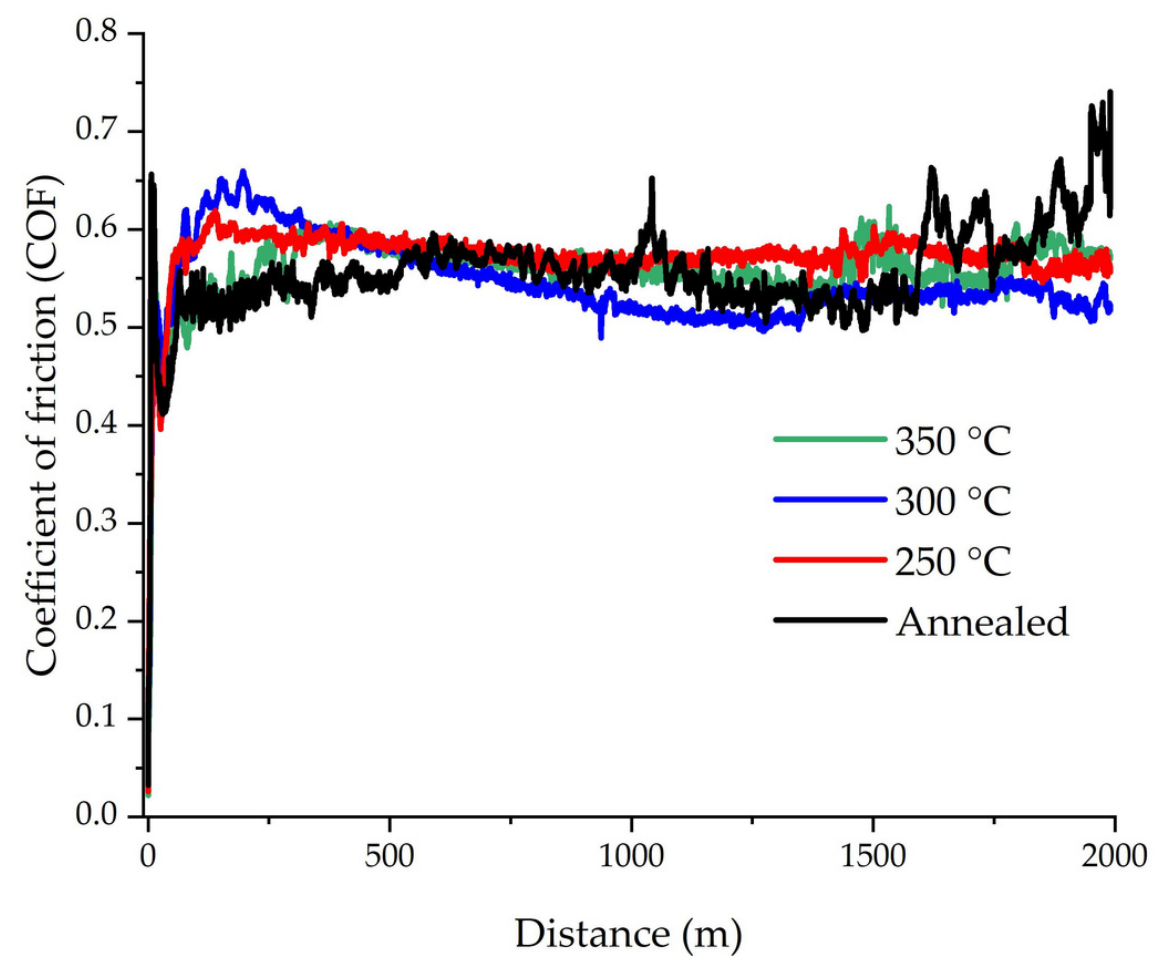
Diffrattometro a raggi X a
40kV e 30mA.
Prima delle prove di usura,
misure eseguite sulla
parte centrale dei provini.
Dopo le prove di usura,
misure eseguite sulla
pista d'usura.

Carico 25g e 50g. t
applicazione 15 s.
Profili di
microdurezza lungo
lo spessore del
campione.
Durezza superficiale,
carico 200g.



Coefficiente d'attrito

Campione	COF
Ricotto	0.556 ± 0.029
250°C	0.574 ± 0.041
300°C	0.547 ± 0.029
350°C	0.559 ± 0.025



Stato di "rodaggio"

A causa della bassa superficie di contatto:
COF aumenta bruscamente.

Stato "stazionario"

L'area di contatto aumenta poiché le asperità vengono rimosse:
COF costante.

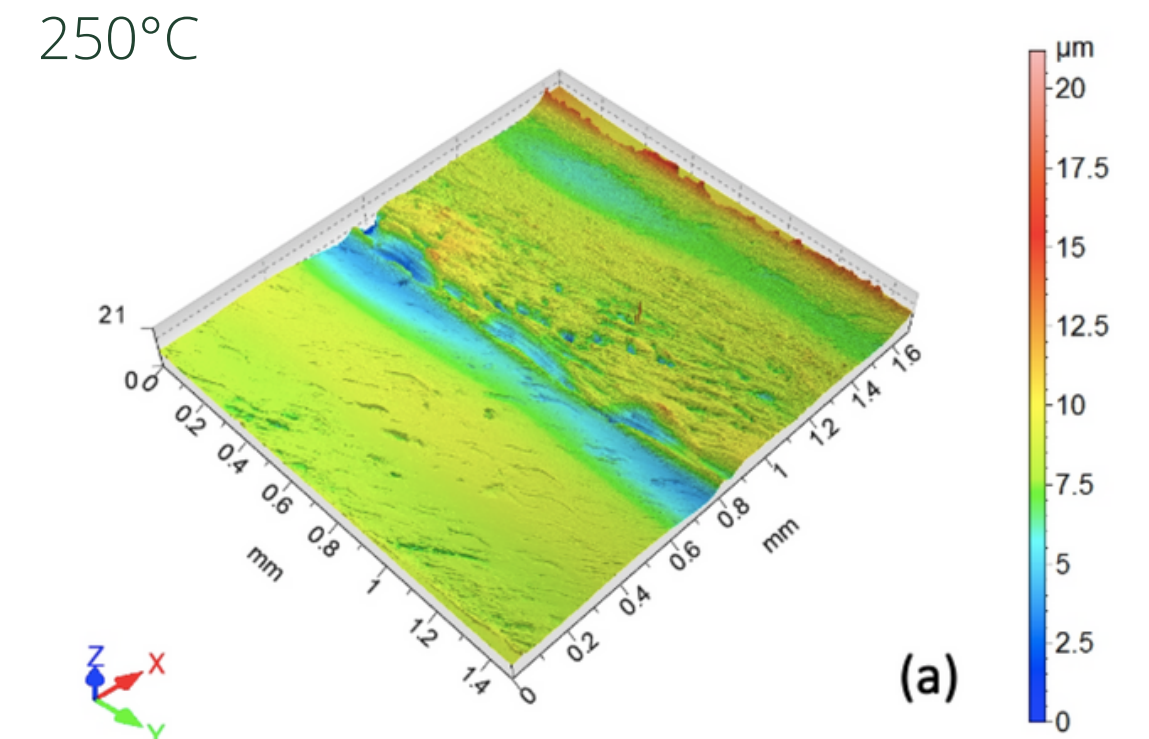
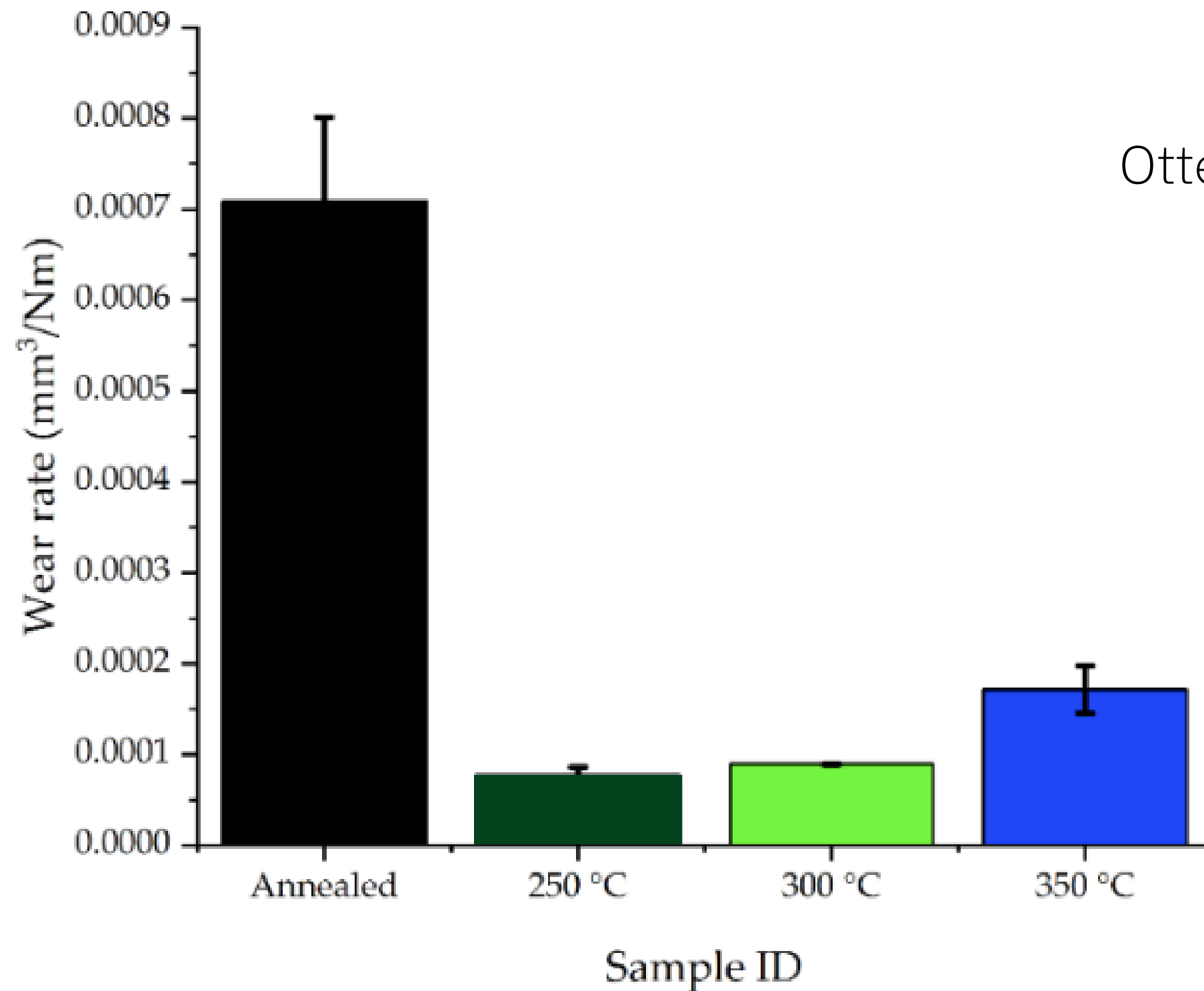
Valori medi sono indipendenti dalla microstruttura del materiale.

Variazioni locali del COF: formazione e frattura delle
giunzioni adesive.

Tasso d'usura

Maggiore per il ricotto

Ottenuto valutando la quantità di materiale asportato, misurato con l'analisi al **profilometro**.



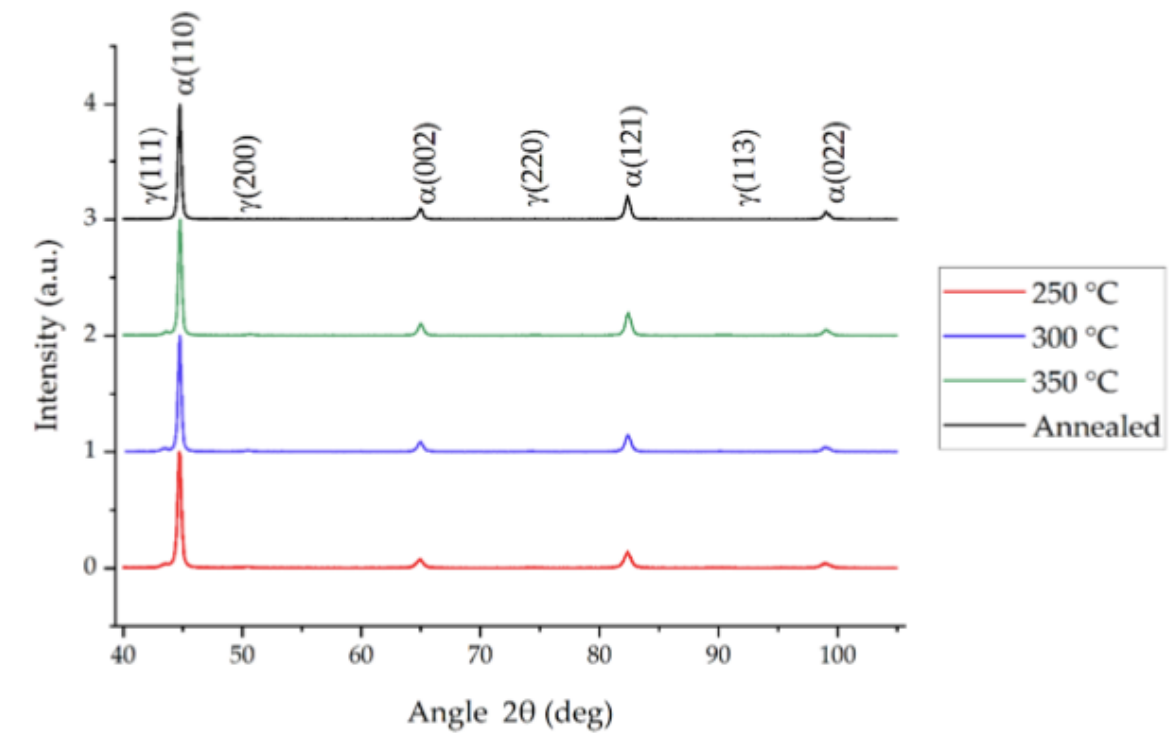
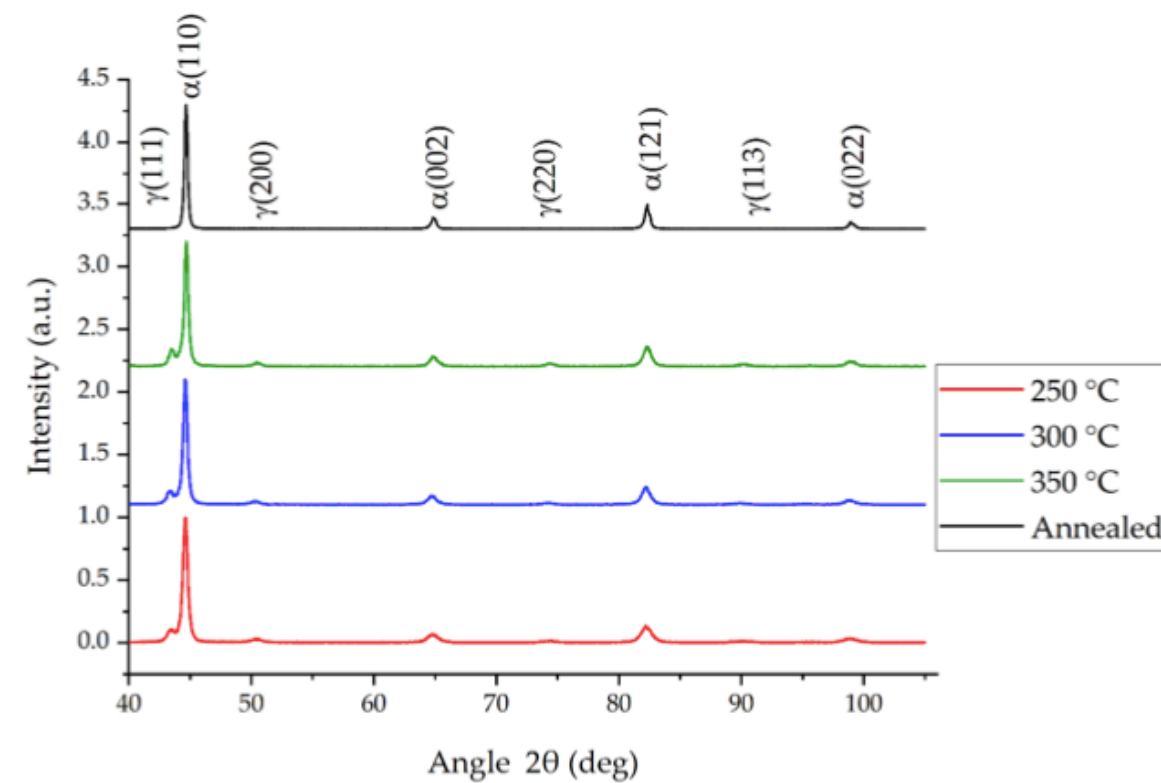
Analisi XRD

PRE USURA

Campione	V γ (%)	X γ (wt.%)	a γ (Å)
250°C	13.79 ± 0.19	1.20 ± 0.04	3.623 ± 0.002
300°C	14.86 ± 0.35	1.11 ± 0.04	3.619 ± 0.002
350°C	15.64 ± 0.36	0.87 ± 0.04	3.607 ± 0.002

POST USURA

Campione	V γ (%)	Δ V γ (%)
250°C	4.86 ± 0.31	64%
300°C	4.77 ± 0.22	67%
350°C	4.97 ± 0.23	68%

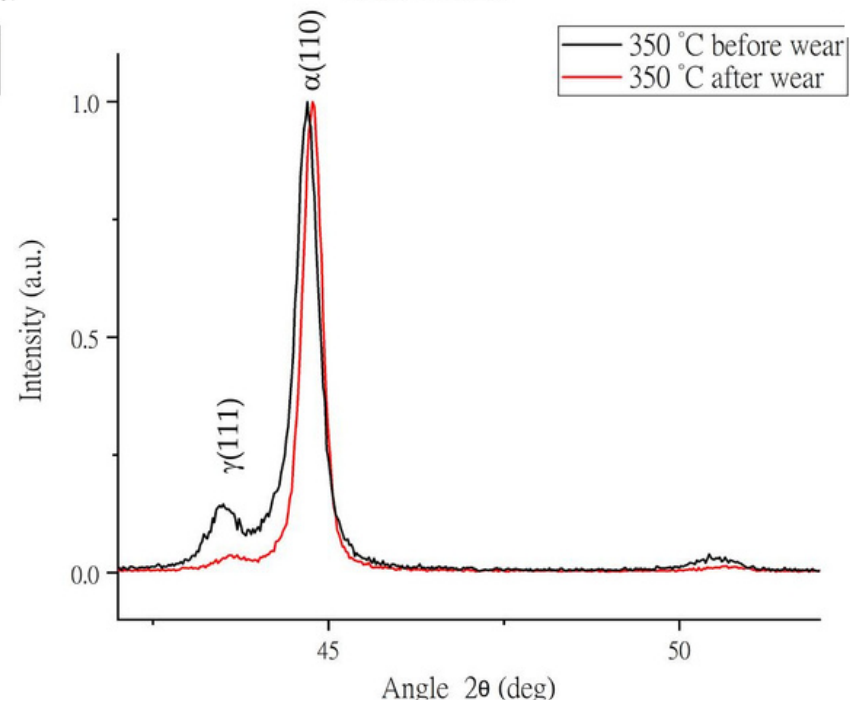
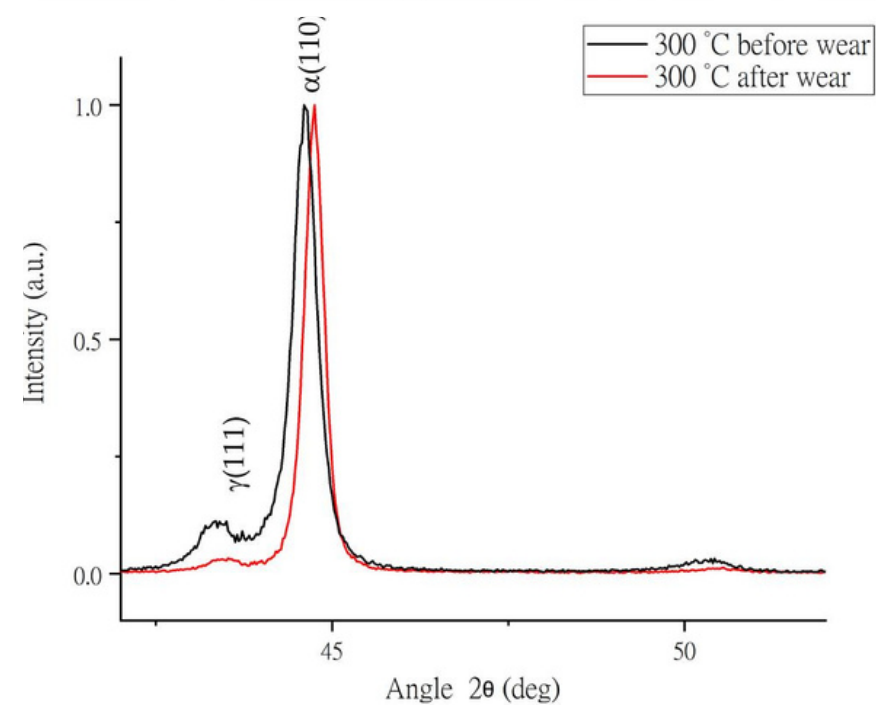
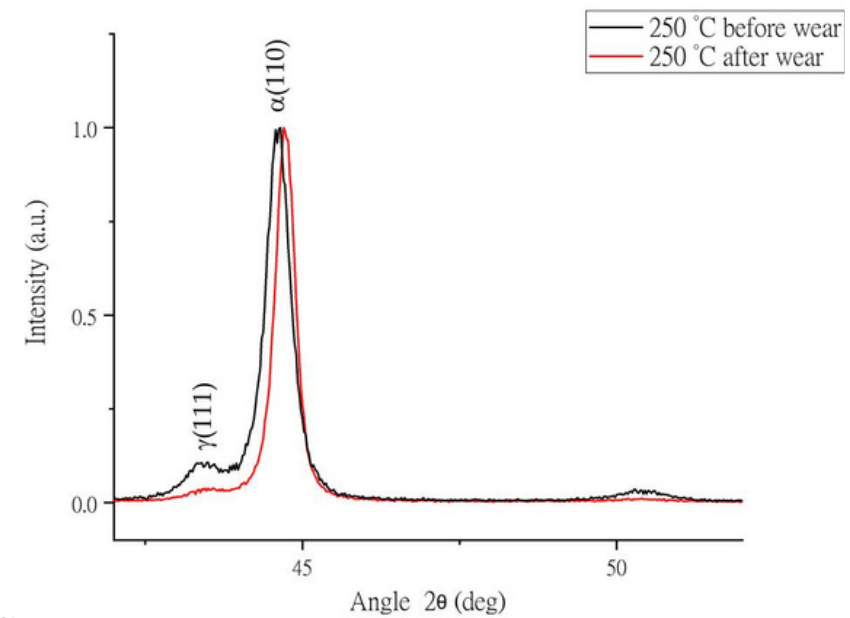


Analisi XRD

Non sono stati rilevati picchi associati alla cementite, il che dimostra il fondamentale ruolo del silicio.

Con il diminuire della temperatura di austenitizzazione il contenuto di carbonio aumenta e la quantità di autenite diminuisce.

Non è stato possibile distinguere i picchi di martensite e ferrite bainitica.



Durezza superficiale

RICOTTO
Durezza HV
453
528
453
429
457
Media
464
Deviazione standard
33,50

250°C
Durezza HV
633
628
672
618
593
Media
628
Deviazione standard
25,62

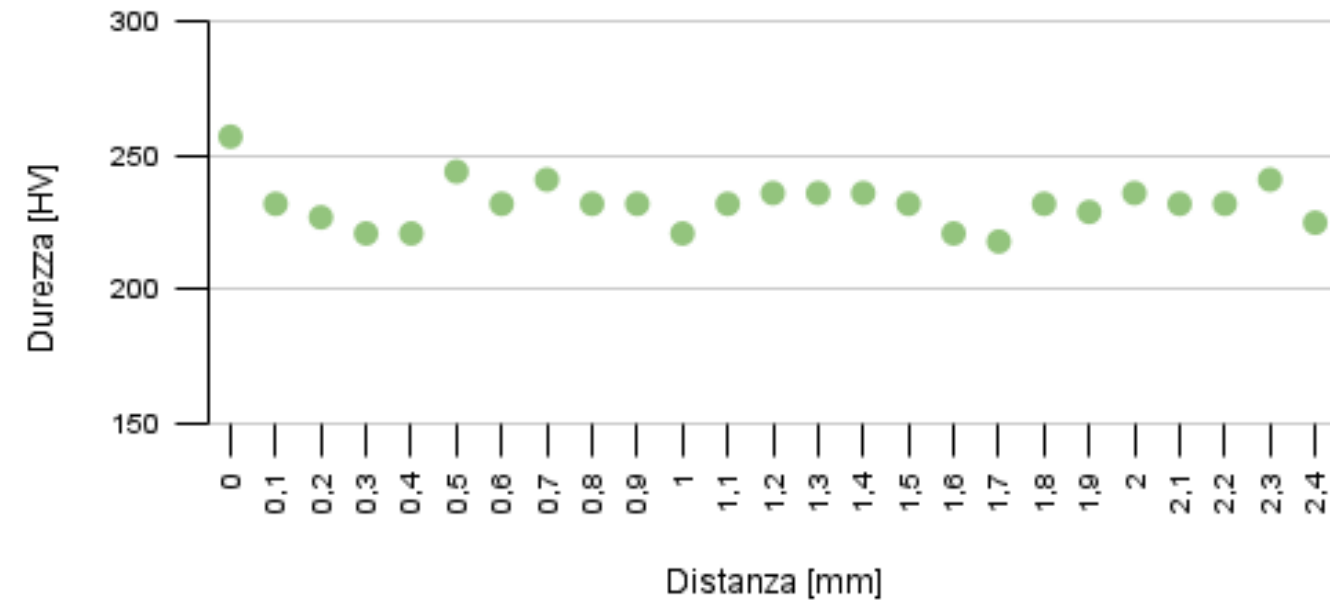
300°C
Durezza HV
579
520
549
505
524
Media
535
Deviazione standard
25,99

350°C
Durezza HV
549
628
589
612
593
Media
594
Deviazione standard
26,57

Profili di durezza

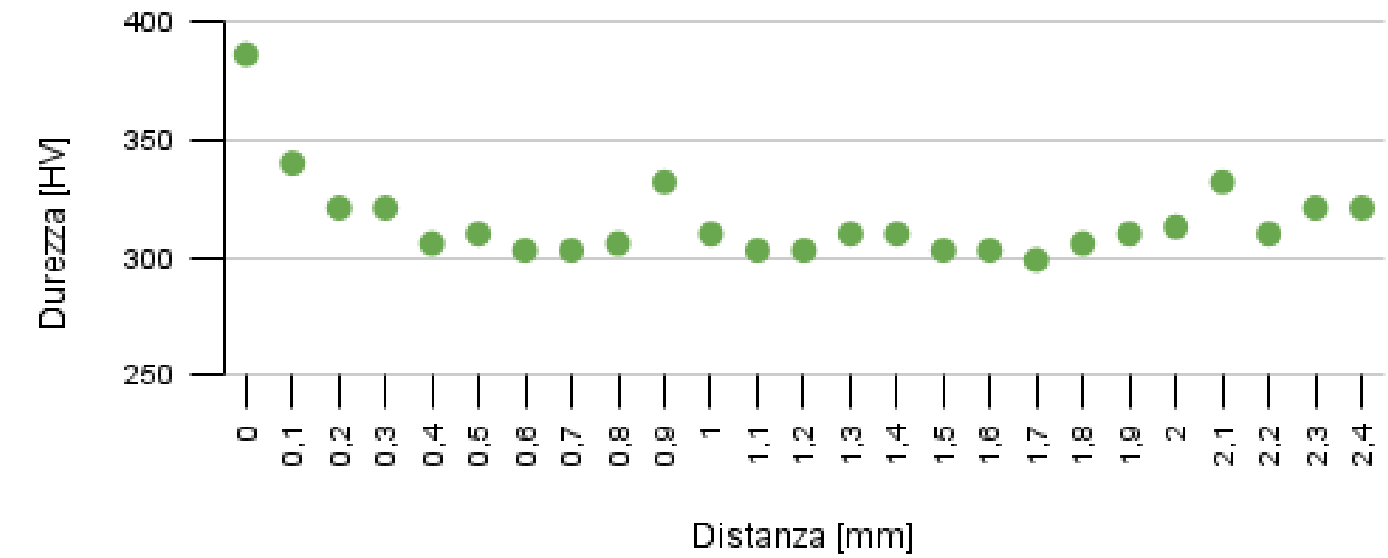
RICOTTO

Peso: 50g



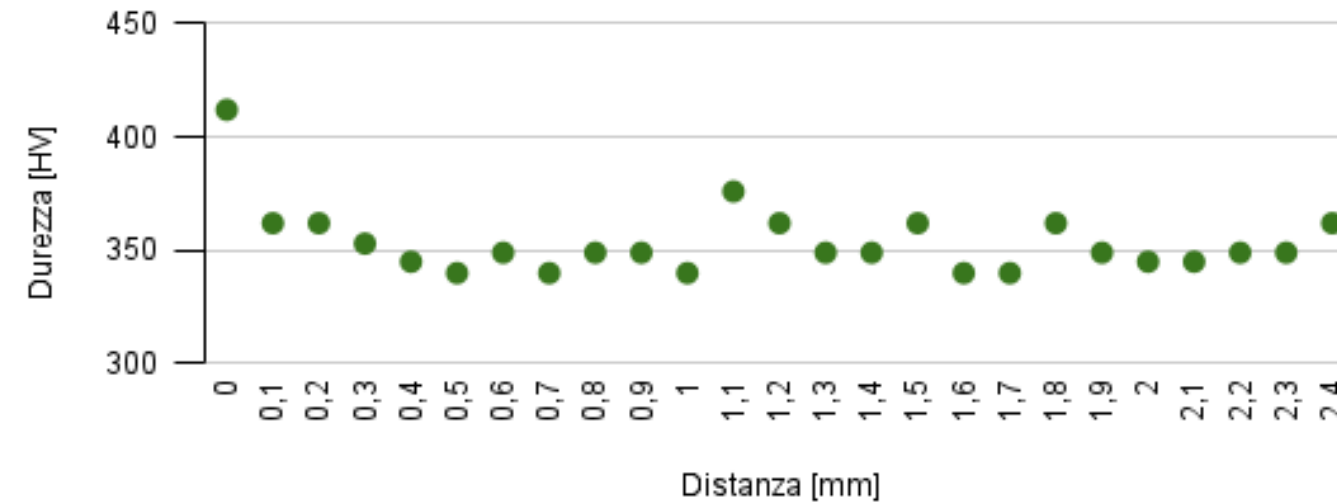
350

Peso: 50g



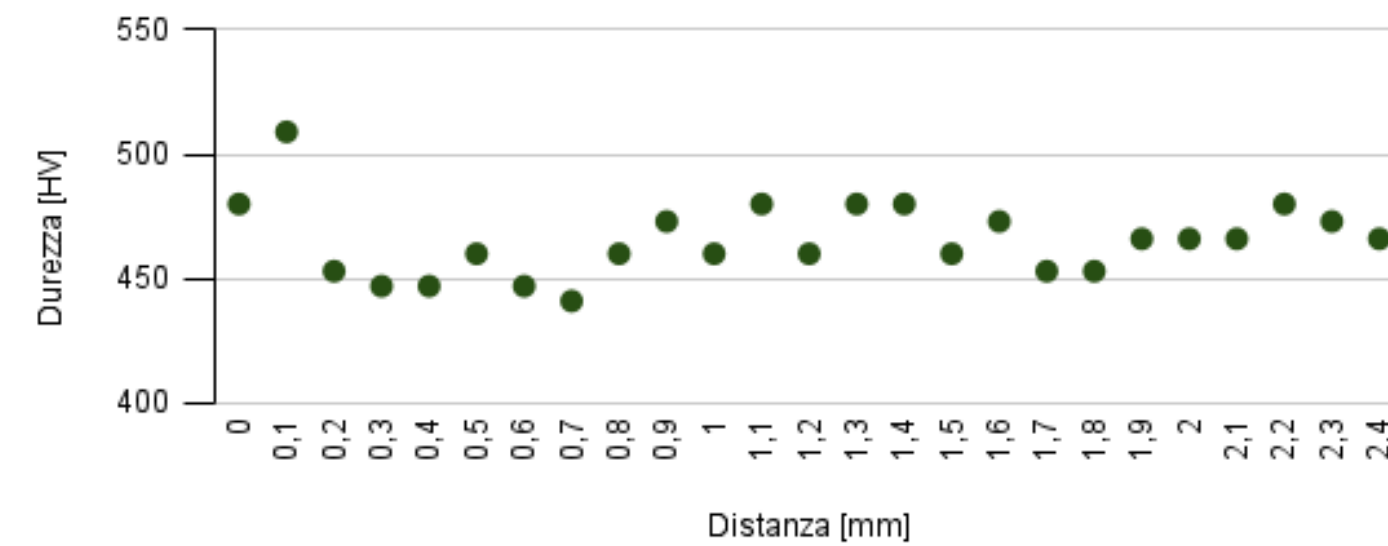
300

Peso: 50g

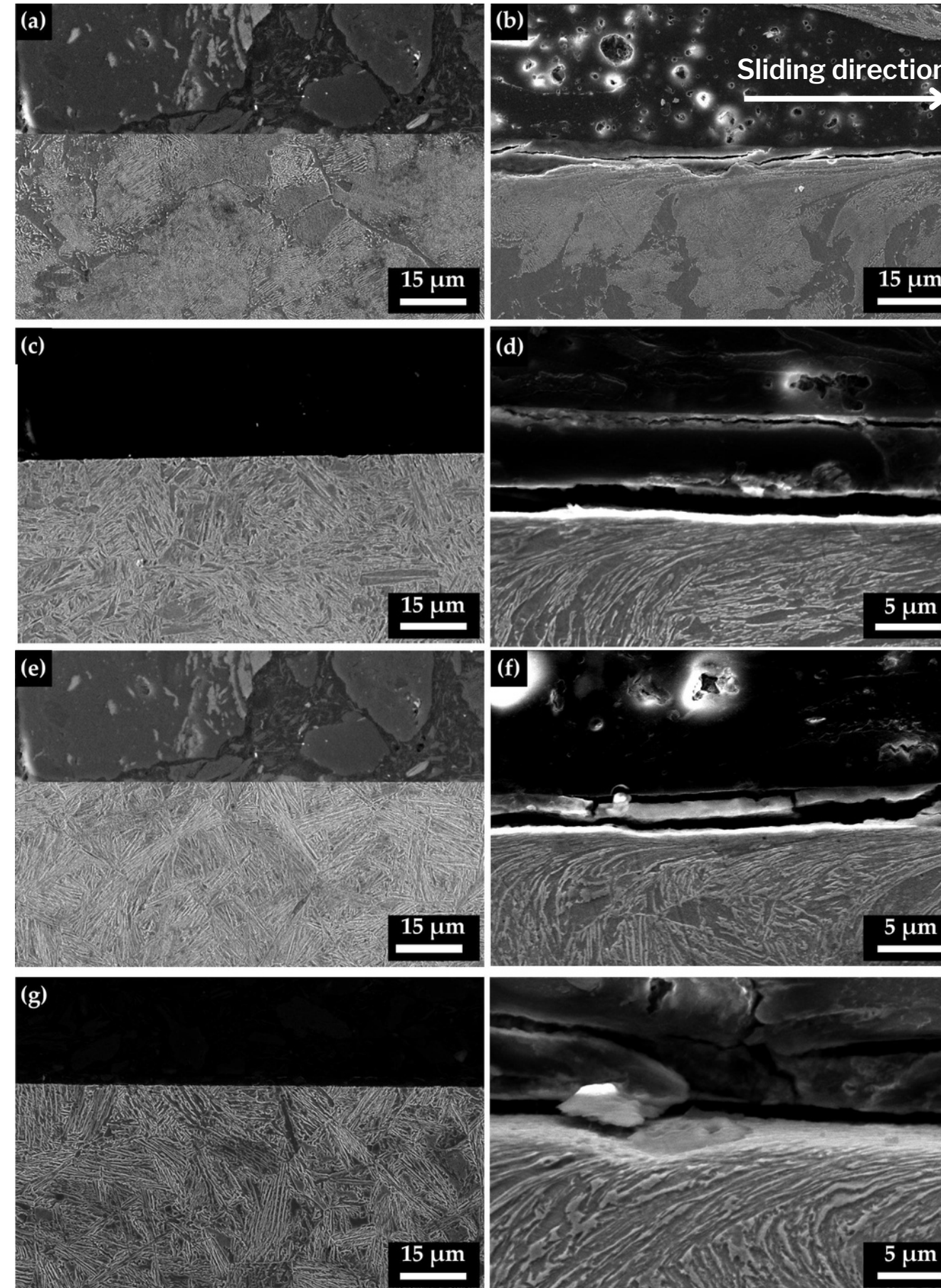


250

Peso: 50g

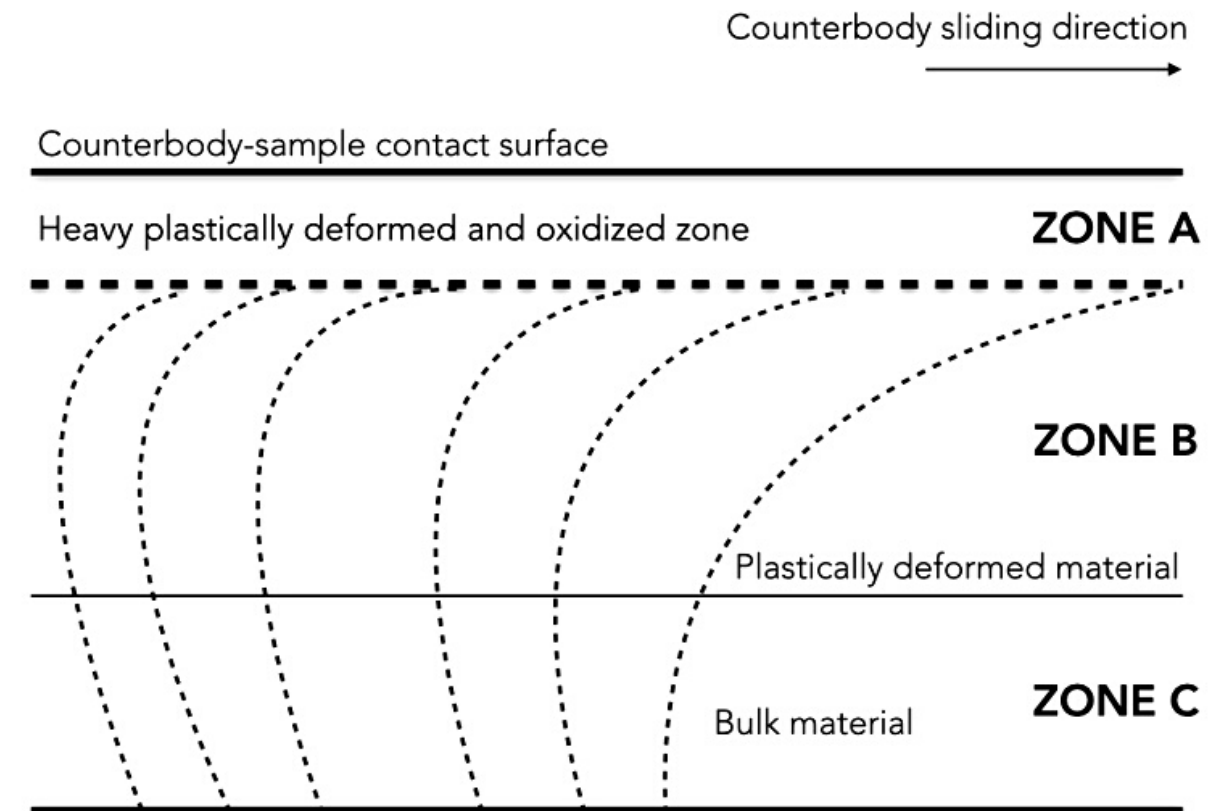
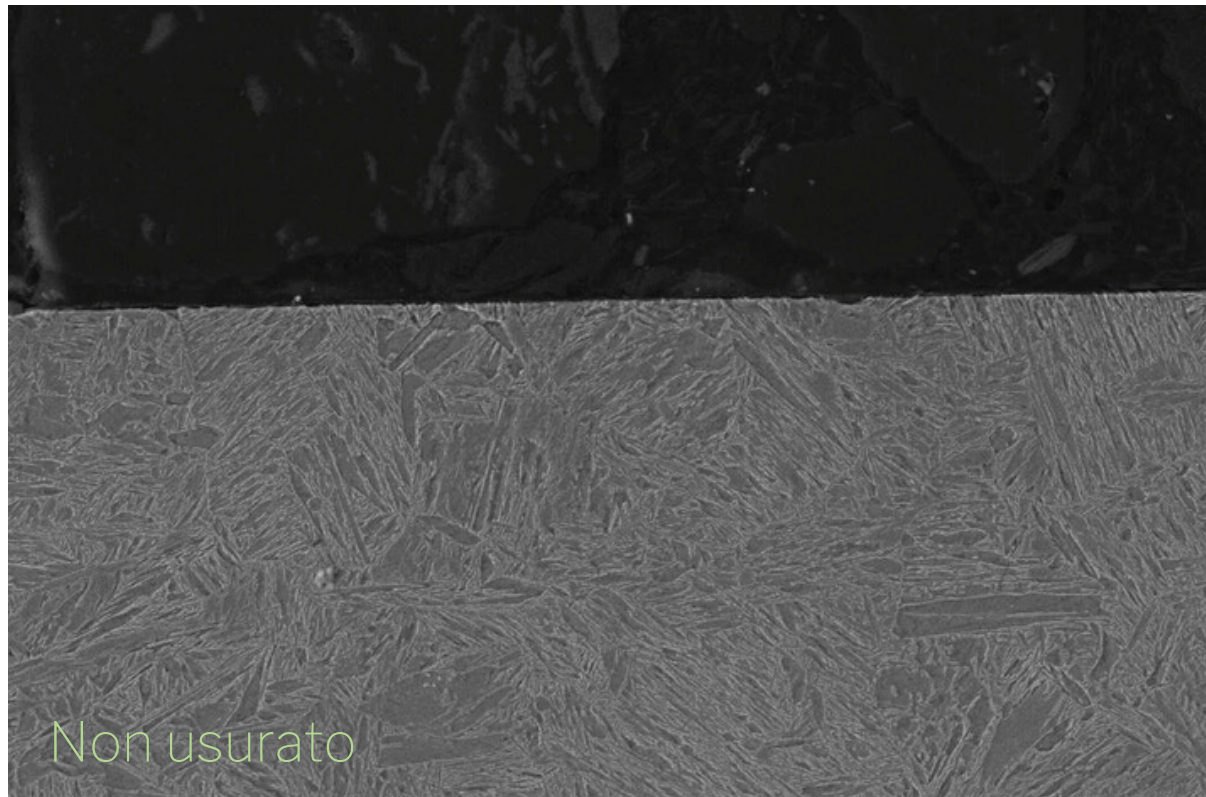
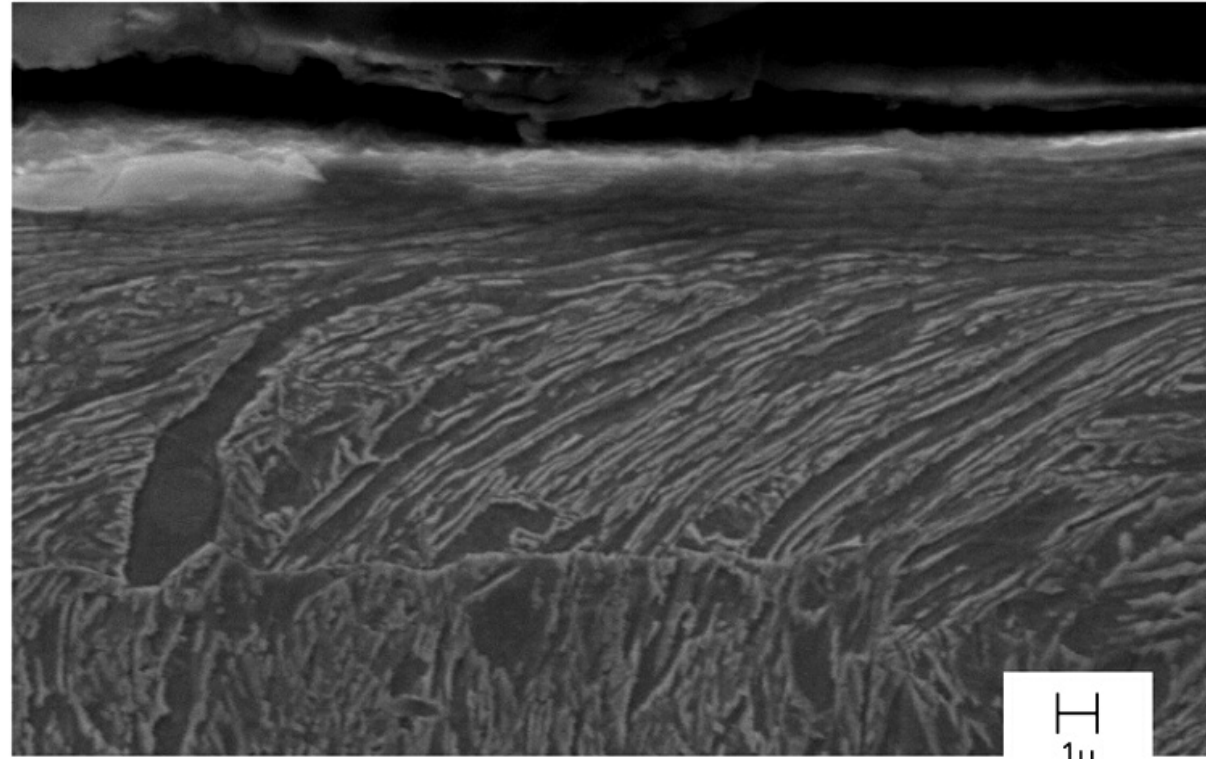


Strati deformati



Strati deformati

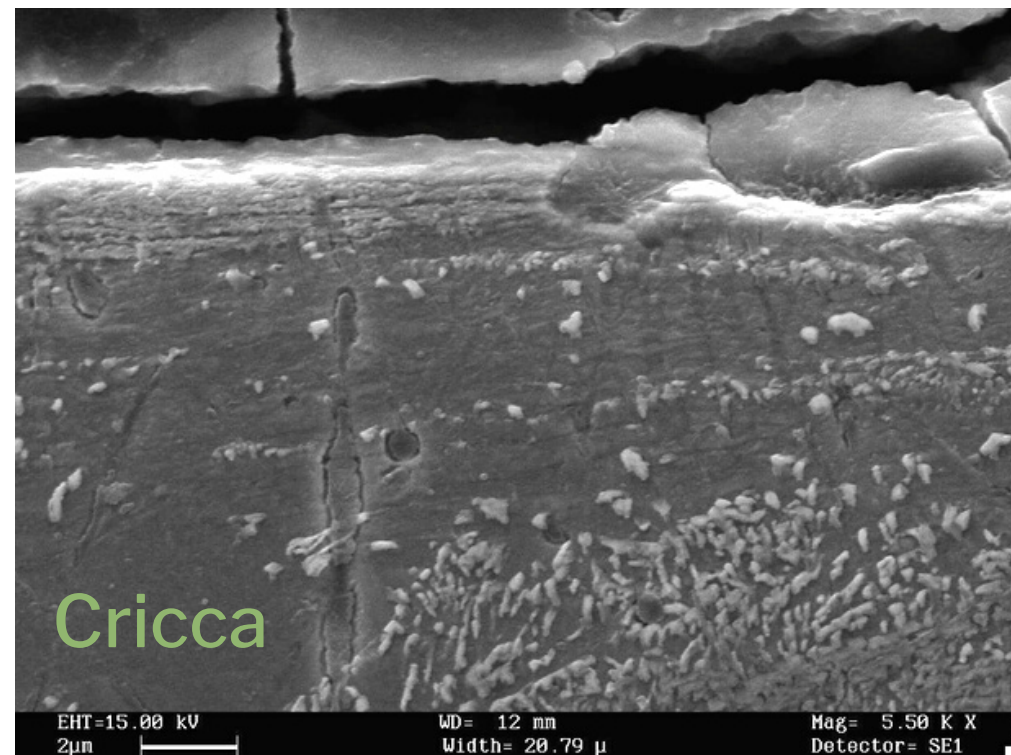
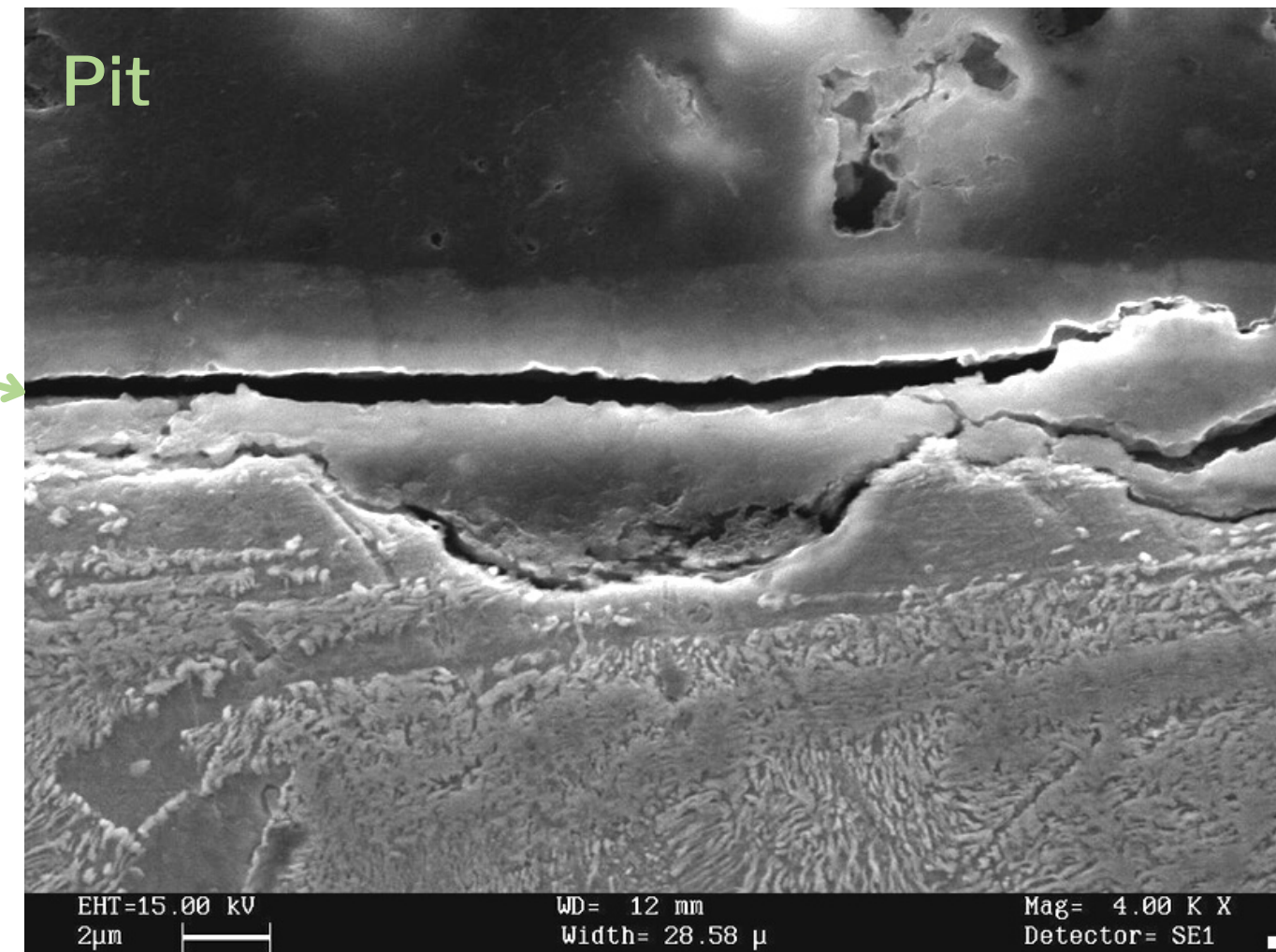
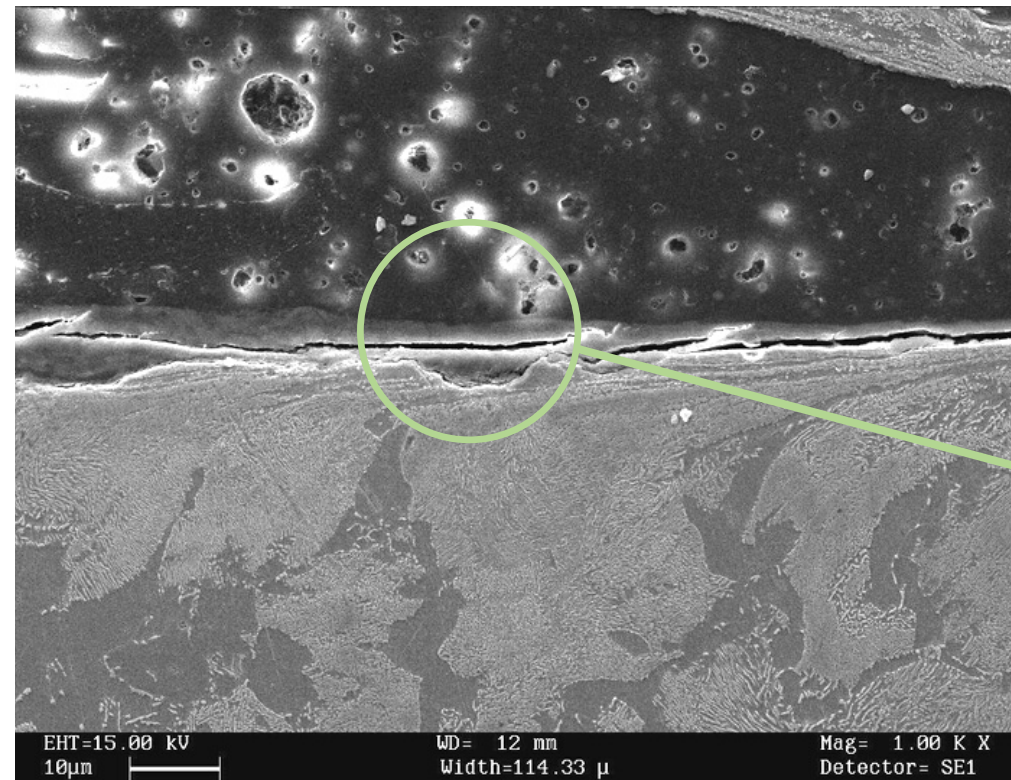
250°C



Non sono stati trovati pit e cricche

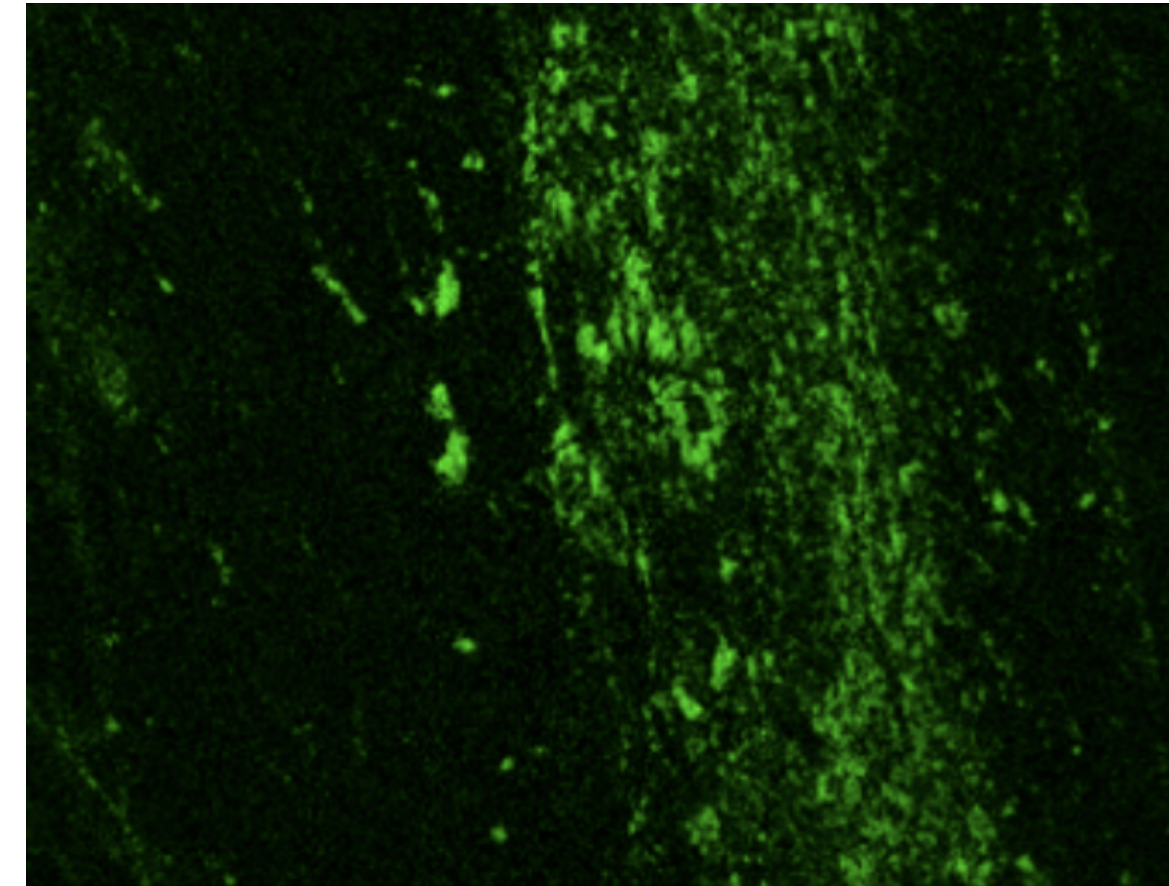
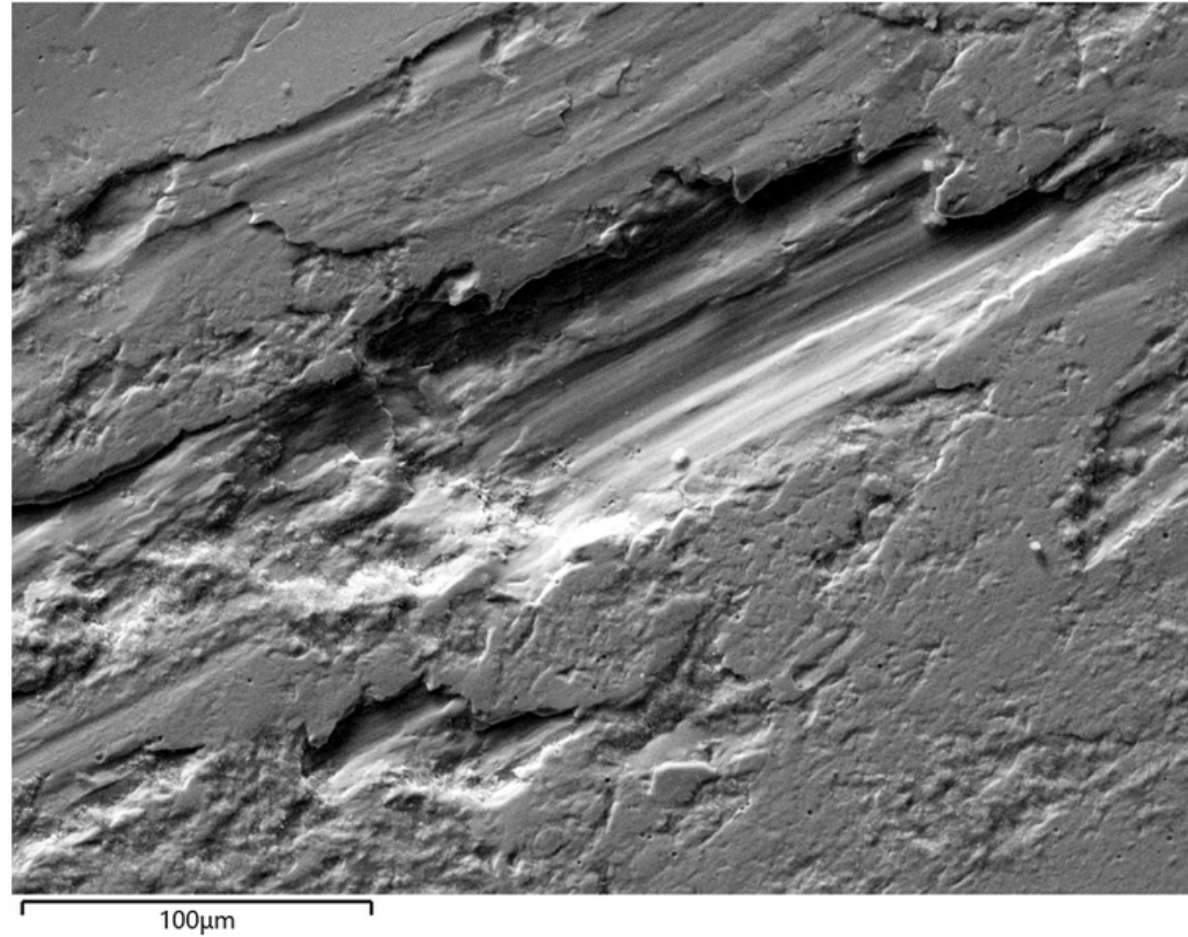
Strati deformati

Ricotta

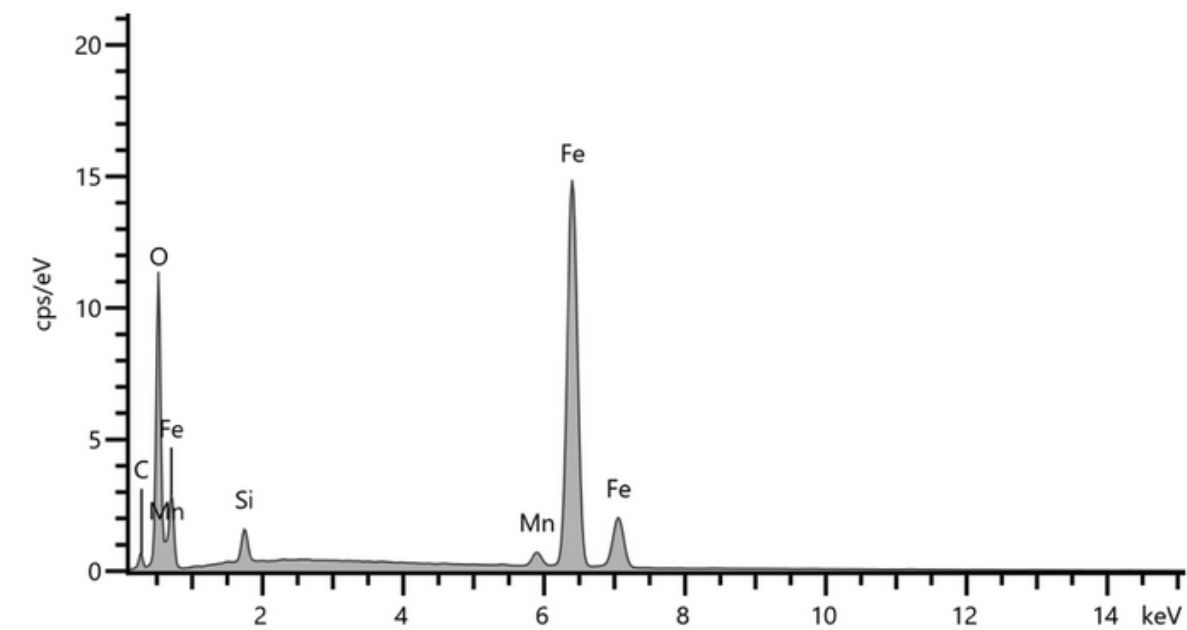


Superficie pista

250°C



Si osserva una foto della pista dall'alto.
Il grafico EDS dimostra che c'è ossidazione.



Conclusioni

L'acciaio che meglio resiste all'usura è quello trattato a 250°C.

Esso infatti è quello che presenta la più fine microstruttura e i più elevati valori di microdurezza superficiale.

Il peggior acciaio è invece quello ricotto.

Lo si può osservare dall'elevato tasso d'usura, la presenza di difetti, quali cricche e pit, nella microstruttura.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE
