

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

Relazione per la prova finale

***«Studio dell'effetto elettroplastico in acciaio inossidabile
bifasico UNS S32750 durante prove di trazione e flessione
a tre punti»***

Tutor universitario: Prof. Claudio Gennari

Laureando: *Elia Armani*

Padova, 09/11/2022

Acciaio inossidabile bifasico:

- Buone proprietà meccaniche in relazione al costo
- Elevata resistenza alla corrosione grazie all'alto contenuto di cromo

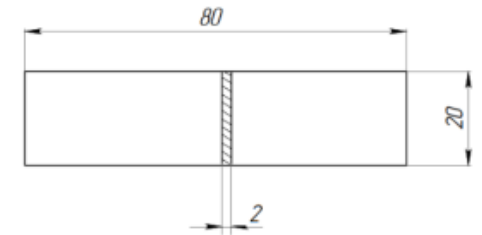
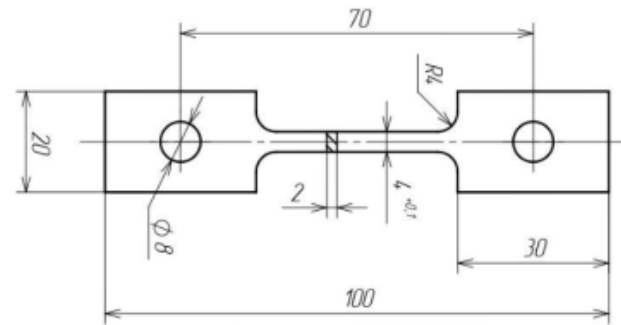


Millenium Bridge, Londra

Effetto elettroplastico:

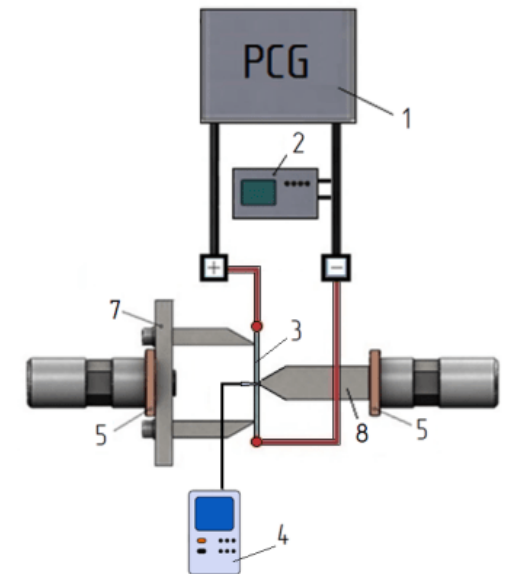
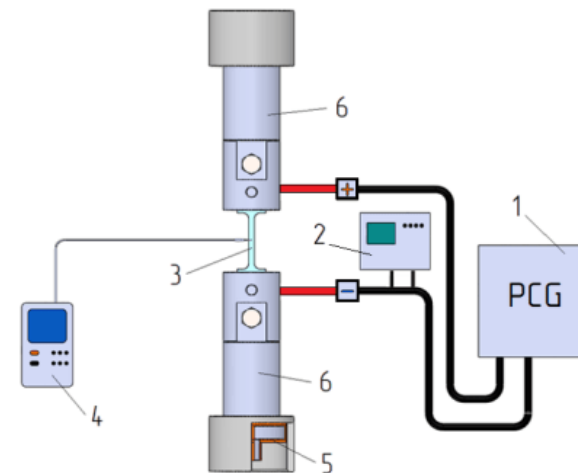
- Aumento della formabilità
- Fenomeni principali:
 - a) Riscaldamento per effetto Joule localizzato
 - b) Vento elettronico
 - c) Effetto magnetoplastico
 - d) Dissoluzione dei legami metallici

- Acciaio UNS S32750
- Lamiera con spessore dei 2mm ottenuto da una laminazione a freddo
- Materiale usato nello stato solubilizzato



- Macchina IR-5081/20
- Modalità trazione e flessione:

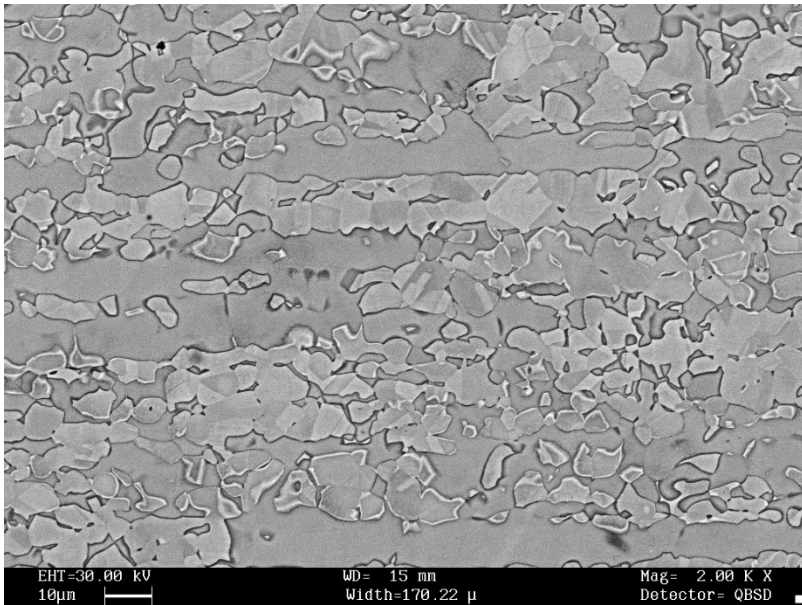
- a) Senza corrente
- b) Corrente singolo impulso
- c) Corrente multi impulso
- d) Regime termico



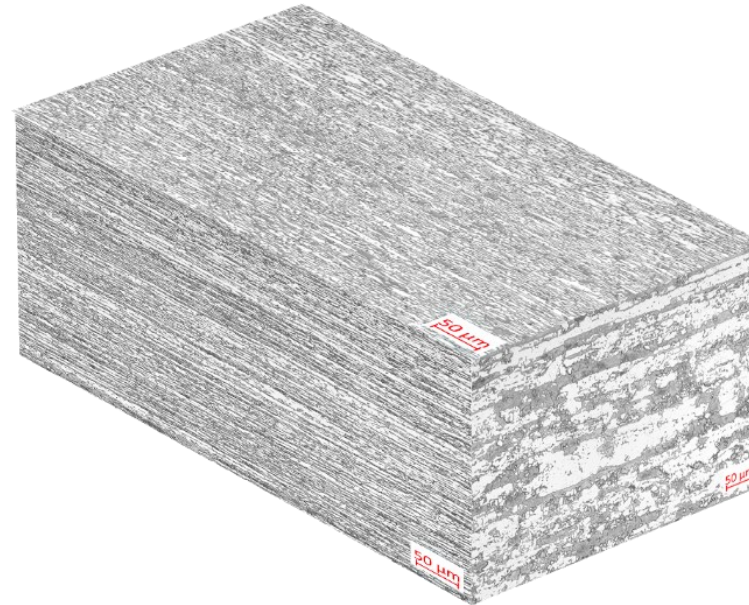
- Composizione in frazione ponderale percentuale:

C	Cr	Mn	Mo	N	Ni	P	S	Si
0.015	22.4	1.65	3.320	0.166	4.732	0.030	0.002	0.384

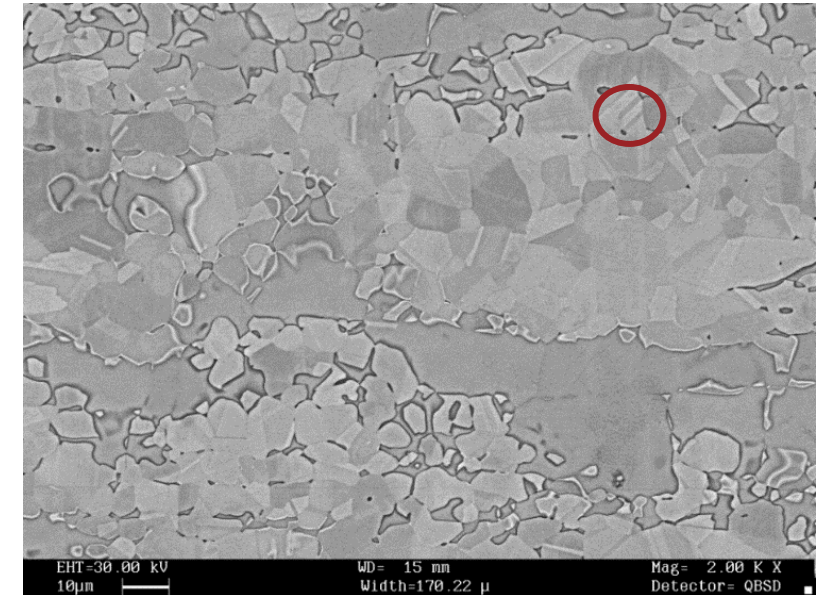
- Attacco con NaOH e attacco combinato NaOH + acido ossalico:



Campione tal quale, microscopio elettronico



Micrografia 3D, campione tal quale

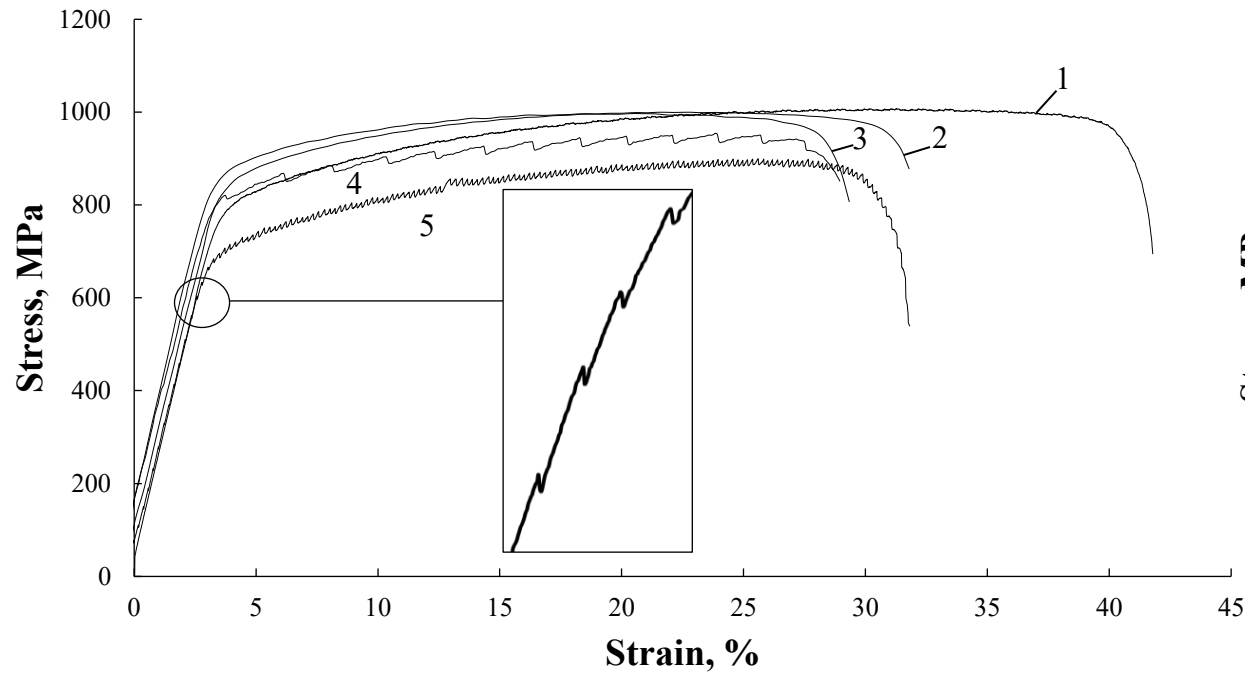


Campione tal quale, microscopio elettronico

No	Tension conditions	Current regimes			T °C	Strain rate rate $\dot{\epsilon}$, s ⁻¹	Ultimate tensile strength Mpa	Yield stress Mpa	Elongation %
		J A/mm ²	τ μ s	Frequency Hz					
1	without current	-	-	-	RT	3*10 ⁻⁴	1010	765	42
2	without current	-	-	-	RT	3*10 ⁻²	1000	820	32
3	single impulses	740	250	* 0.2	35	3*10 ⁻²	990	805	29
4	single impulses	540	1000	* 0.2	40	3*10 ⁻³	955	785	30
5	single impulses	540	1000	* 0.5	45	3*10 ⁻⁴	900	665	33
6	multi-pulse	15	900	1000	65	3*10 ⁻⁴	920	665	33
7	multi-pulse	45	100	1000	145	3*10 ⁻³	840	580	28
8	multi-pulse	45	100	1000	190	3*10 ⁻⁴	860	570	26
9	technical dryer	-	-	-	190	3*10 ⁻⁴	895	610	33

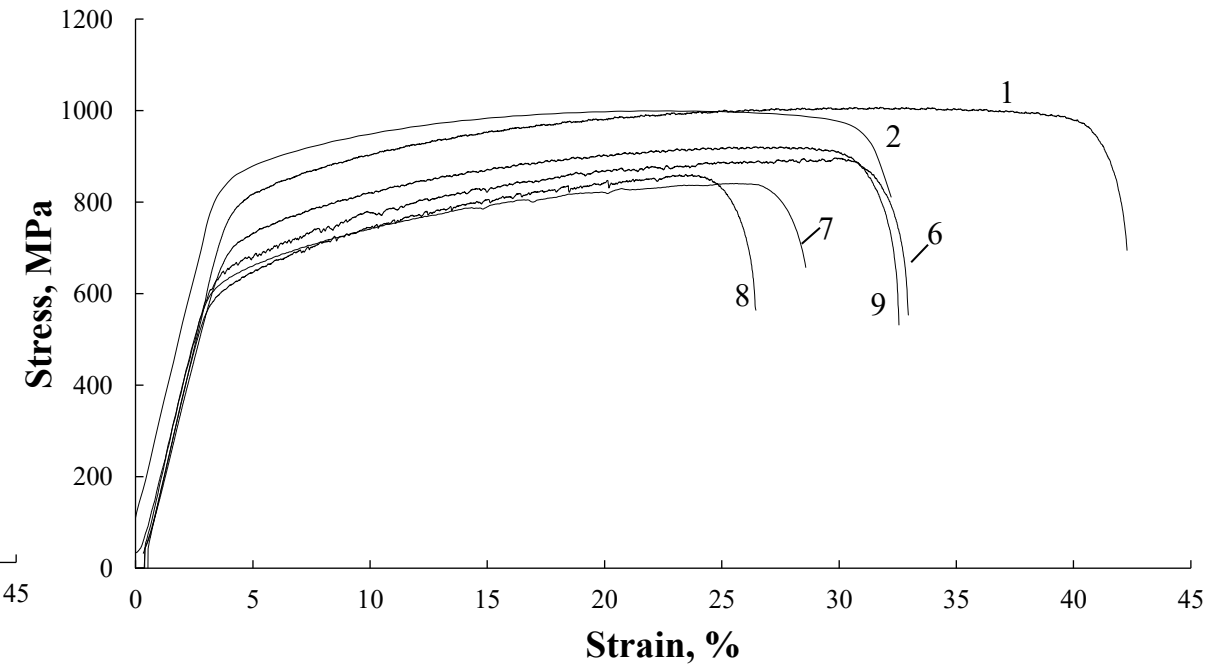
Curve sforzo-deformazione

- a) Senza corrente: 1, 2
- b) Corrente a singolo impulso: 3, 4, 5



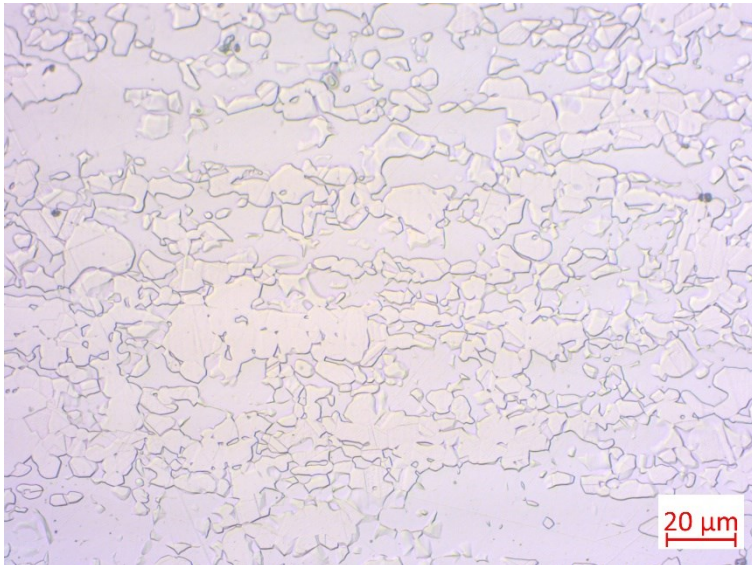
Curve sforzo-deformazione

- a) Senza corrente: 1, 2
- b) Corrente multi-impulso: 6, 7, 8
- c) Regime termico: 9

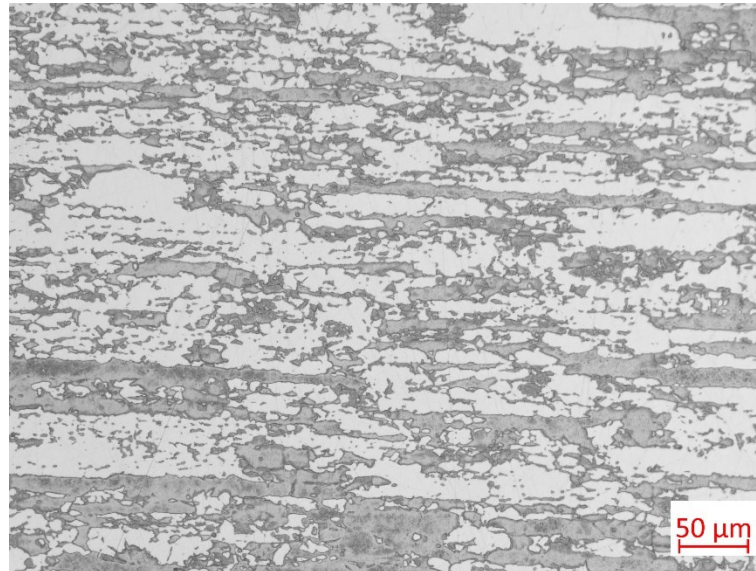


Attacchi elettrolitici:

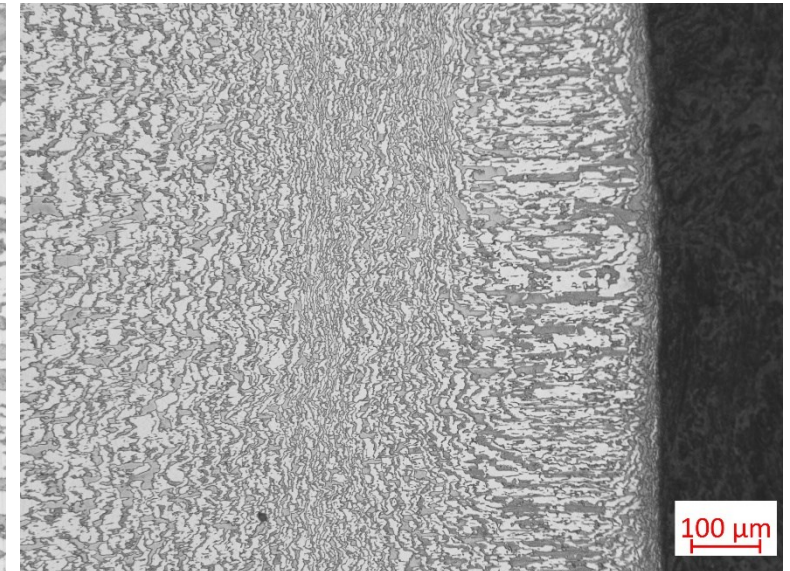
- NaOH diluito al 10 % in una soluzione acquosa per 10 secondi a 3V
- Acido ossalico diluito al 10 % in una soluzione acquosa per 10 secondi a 4V



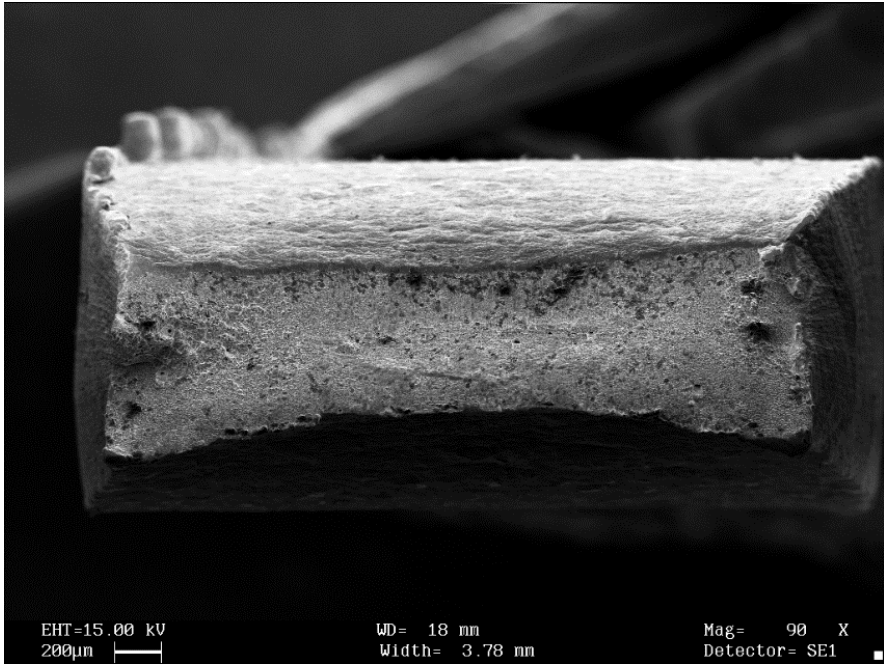
Campione T.Q. attaccato con acido ossalico



Campione 8, a circa 2 cm dalla frattura

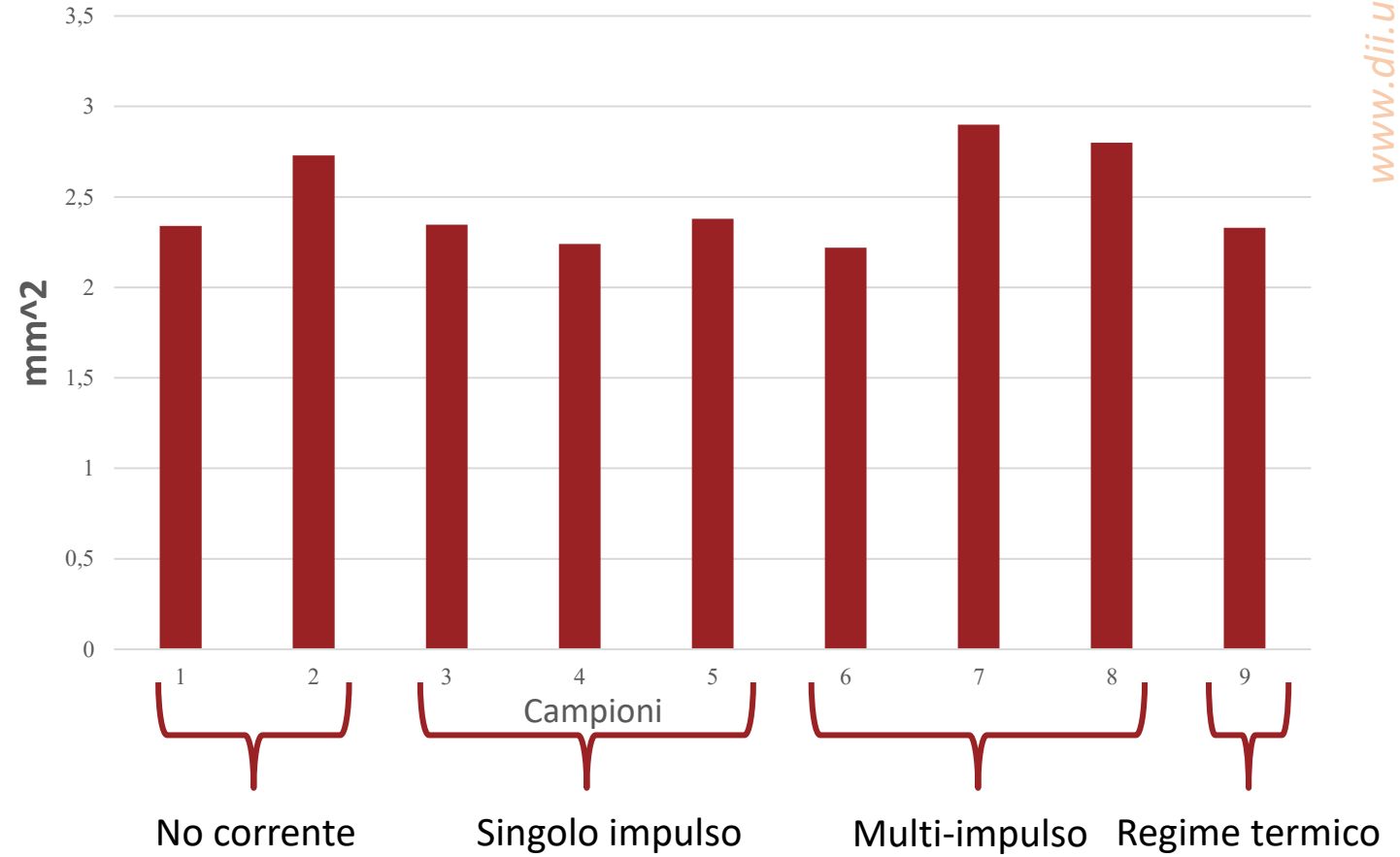


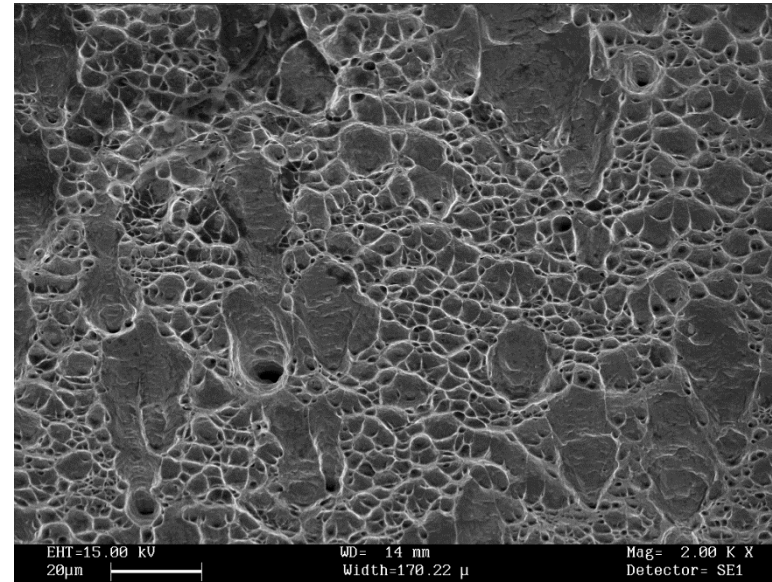
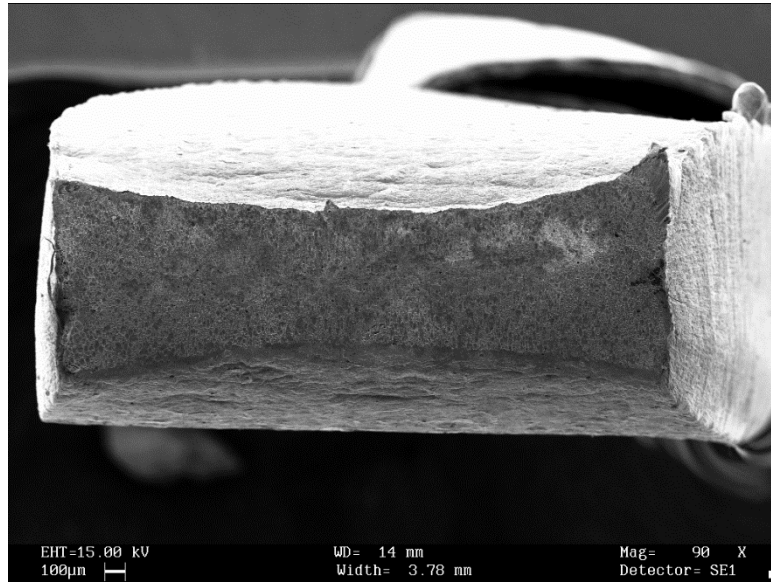
Campione 8, a ridosso della sup. di frattura



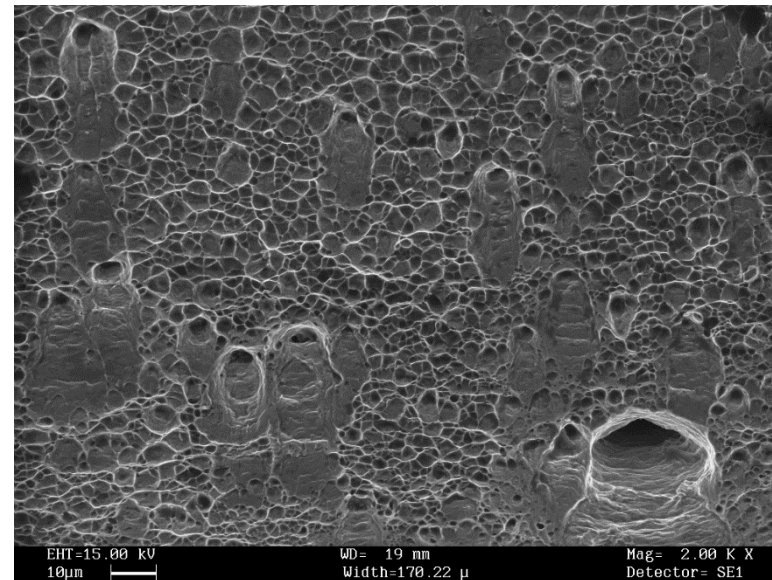
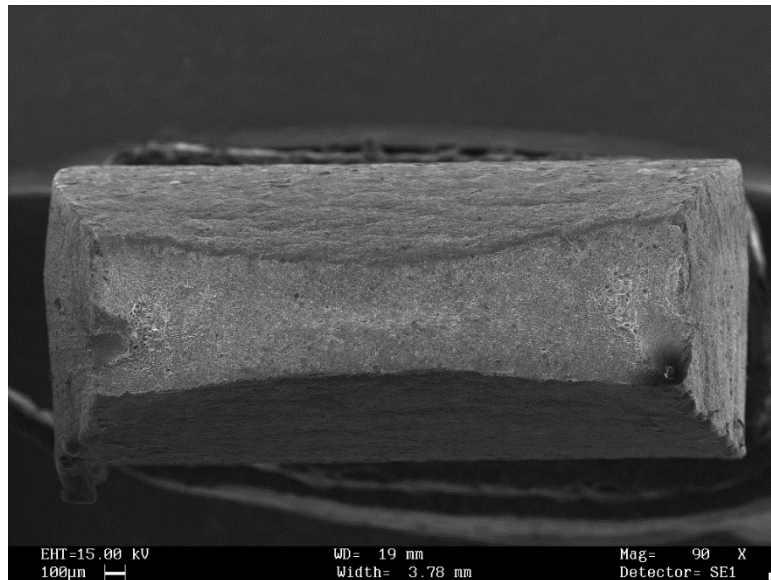
Sup. di frattura campione 5

Area superfici di frattura



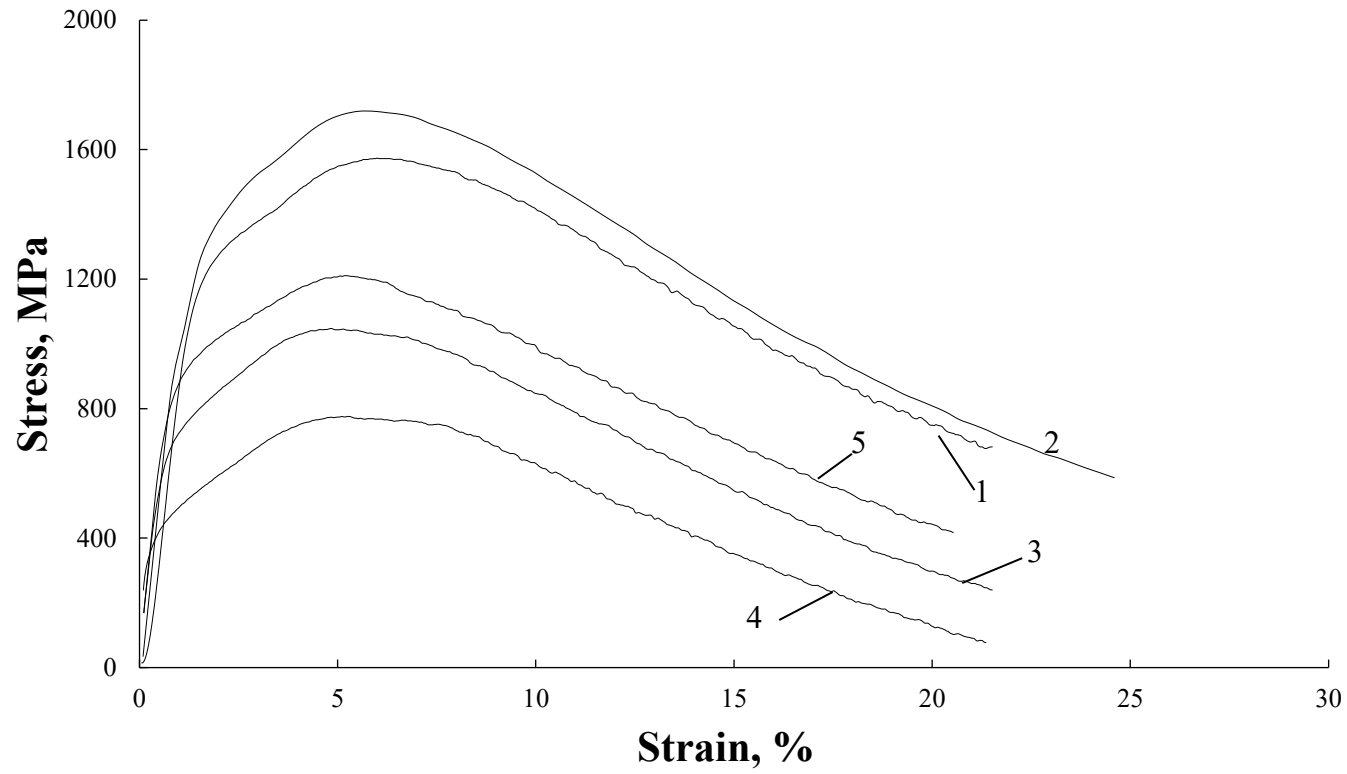


*Campione 8, con
corrente multi-impulso*



*Campione 1, senza
corrente*

No	Bending conditions	Current regimes			T, ° C	Bending speed, mm/min	Bending strength, Mpa	Spring angle
		j, A/mm ²	τ , μ s	Frequency, Hz				
1	Without current	-	-	-	RT	5	1572	8
2	Without current	-	-	-	RT	200	1718	9
3	multi-pulse	20	100	1000	100	5	1042	6.5
4	multi-pulse	30			220		775	6.5
5	technical dryer	-	-	-	100		1208	7



Curve sforzo-deformazione:

a) Senza corrente: 1, 2

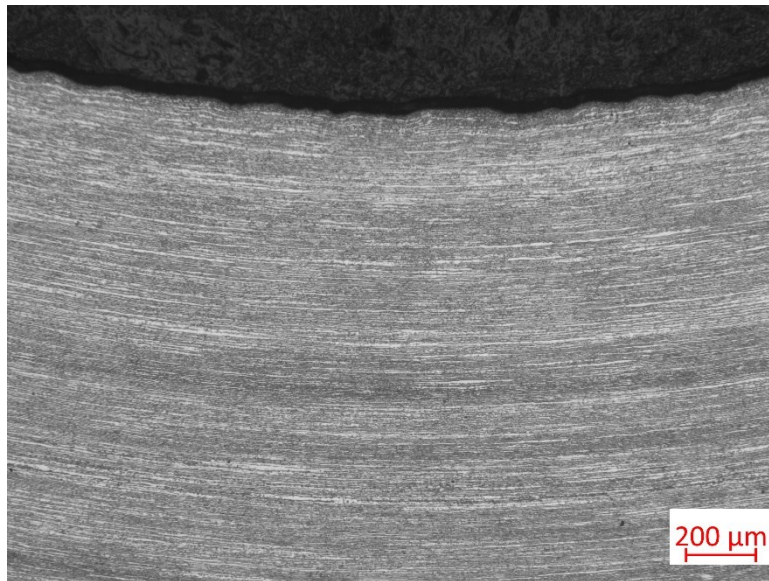
b) Con corrente multi-impulso: 3,4

c) In regime termico: 5

Attacco elettrolitico: NaOH diluito al 10% a 3V per 10 secondi

Osservati tramite:

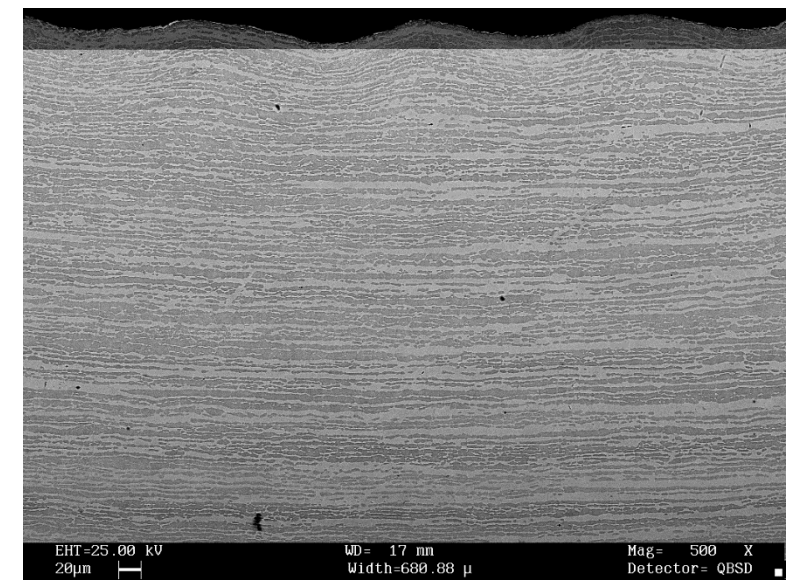
- Microscopio ottico
- Microscopio elettronico



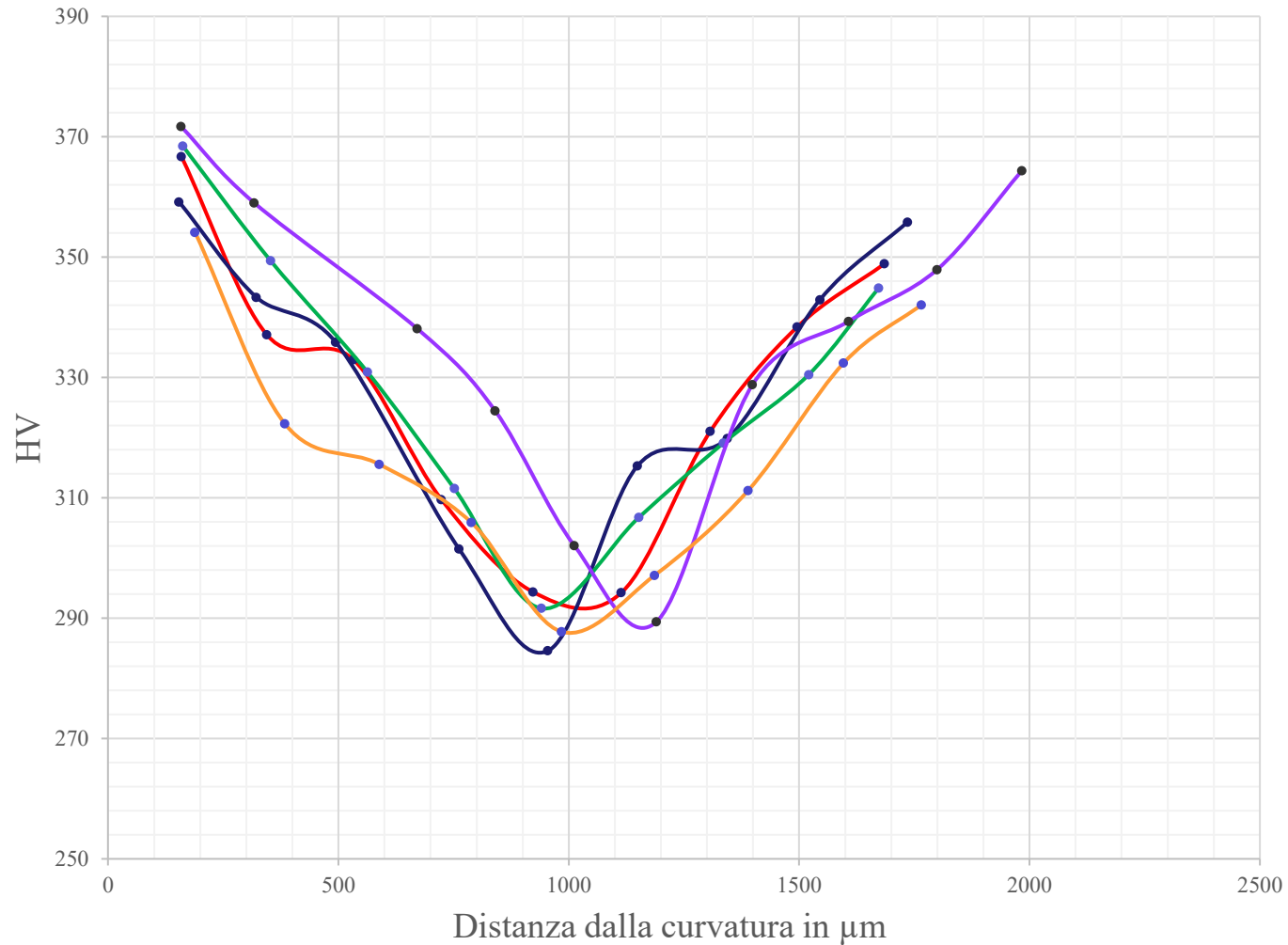
Campione 1, al microscopio ottico



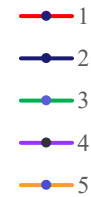
Campione 3, al microscopio ottico



Campione 2, al SEM



- Prova di piega ha un asse neutro
- Sforzi massimi agli estremi
- Campione 4 ha una lunghezza maggiore



- La corrente singolo e multi-impulso nelle prove di trazione diminuisce il carico massimo e l'allungamento
- La corrente multi-impulso diminuisce il ritorno elastico e il carico massimo nelle prove di flessione
- In entrambe le prove la presenza della corrente confrontata con il test in regime puramente termico diminuisce ulteriormente il carico e l'allungamento a rottura (e uniforme)
- Microstruttura non risulta alterata dal passaggio della corrente
- Eventuale studio sulla distribuzione della corrente all'interno delle fasi e sui meccanismi di movimento delle dislocazioni

Grazie a tutti per l'attenzione