



Contribution ID: 316

Type: **Presentazione orale**

## Approccio semplificato per l'identificazione della legge di incrudimento post-necking di materiali anisotropi a diverse temperature

*Thursday 3 September 2026 10:15 (15 minutes)*

L'affidabilità delle analisi strutturali agli elementi finiti dipende fortemente dalla disponibilità di modelli di materiale in grado di rappresentare adeguatamente la risposta di interesse nelle condizioni considerate. A questo scopo, i modelli di materiale opportuni vengono calibrati a partire da dati sperimentali, solitamente ottenuti mediante prove di trazione su provini cilindrici. Quando il materiale esibisce un comportamento anisotropo, la caratterizzazione elasto-plastica diventa particolarmente complessa poiché, deformandosi, il provino non mantiene l'iniziale assialsimmetria, ma evolve verso configurazioni non assialsimmetriche con sezioni di forma generalmente incognita a priori.

Il presente studio propone un metodo semplificato per identificare la legge di incrudimento di materiali anisotropi. Esso è stato sviluppato specificatamente per campagne sperimentali per le quali siano disponibili solo provini cilindrici con un unico orientamento e in cui le condizioni di prova consentano un limitato accesso ottico al provino. L'approccio proposto prevede di monitorare la deformazione del provino da due angolazioni diverse e di eseguire una scansione post-mortem su 360°. Ipotesizzando che le sezioni trasversali siano ellittiche, i dati forniti dalle due riprese e dalla scansione post-mortem consentono di ricostruire l'evoluzione della forma tridimensionale del provino per l'intera durata della prova. Grazie a questa ricostruzione, è possibile stimare la curva tensione - deformazione true che, come ben noto, rappresenta la legge di flusso plastico del materiale fintanto che il provino si deforma uniformemente all'interno del tratto utile. In fase post-necking, a causa della triassialità che si sviluppa, la curva true non è più direttamente rappresentativa della legge di incrudimento. Una prima stima della legge post-necking si può ottenere applicando una correzione analitica alla tensione true, basandosi sulla geometria in un intorno della sezione minima per tenere conto della triassialità. Si propone poi di affinare la legge di flusso plastico così ottenuta mediante una procedura ibrida numerico-sperimentale con un'unica iterazione di correzione. Essa si basa sull'assunzione di incrudimento isotropico e su ipotesi semplificative relativamente allo snervamento anisotropo.

La metodologia proposta, viste le ipotesi semplificative su cui si basa, fornisce una prima approssimazione della legge di incrudimento, ma è specialmente indicata per campagne sperimentali in cui non è possibile eseguire prove in diverse direzioni di carico. Inoltre, tale strategia ha il vantaggio di non essere particolarmente onerosa né dal punto di vista sperimentale né da quello computazionale.

L'approccio sviluppato viene quindi applicato a una campagna sperimentale su una lega rame-cromo-zirconio, finalizzata alla caratterizzazione dell'incrudimento su un ampio intervallo di temperature, fino a 580 °C. Le alte temperature in questione richiedono, per evitare l'ossidazione, di eseguire le prove in una camera ad ambiente controllato, che limita l'accesso ottico al provino. Tale limite sperimentale, unitamente al fatto che i provini utilizzati nella campagna sperimentale siano ricavati in un'unica direzione della piastra, rende questo caso pratico particolarmente indicato per dimostrare l'applicabilità del metodo.

**Primary authors:** BELTRAMO, Marta (Politecnico di Torino); SCAPIN, Martina (Politecnico); PERONI, Lorenzo (Politecnico di Torino)

**Presenter:** BELTRAMO, Marta (Politecnico di Torino)

**Session Classification:** Meccanica dei Materiali

**Track Classification:** Meccanica dei Materiali