

# ANALISI E PREVISIONE DI DIFETTI NEI PROFILI ESTRUSI

Barbara Reggiani<sup>1</sup>, Lorenzo Donati<sup>1</sup>, Luca Tomesani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Mechanical Engineering, University of Bologna, Italy*

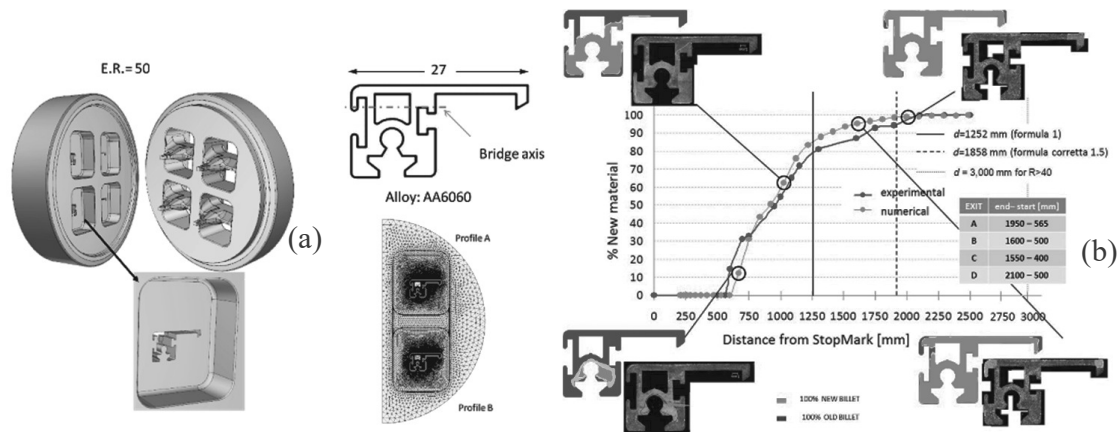
*E-mail: barbara.reggiani4@unibo.it, l.donati@unibo.it; luca.tomesani@unibo.it*

**Parole chiave:** *saldature trasversali, estrusione, modellazione analitica, metodo agli elementi finiti*

## STATO DELL'ARTE

Le saldature trasversali, unitamente a quelle longitudinali, sono difetti generati durante il processo di estrusione continua di materiali metallici. Se da una parte entrambi i difetti sono ineliminabili conseguenze del processo, diversamente dalle saldature longitudinali quelle trasversali sono caratterizzate da proprietà meccaniche inferiori rispetto al materiale base [1,2]. Infatti, al termine di ciascuna corsa, la parte terminale del materiale della vecchia billetta, contenuta all'interno della matrice, comincia ad interagire con la superficie frontale della nuova billetta normalmente contaminata da ossidi, lubrificante e impurità generando una zona di transizione di una certa lunghezza che deve essere scartata. Mentre l'indagine sperimentale delle saldature trasversali risulta essere un'attività lunga e complessa, l'impiego di modelli numerici e analitici permette una significativa riduzione delle tempistiche predittive [3]. Ad oggi, due formule sono state proposte in letteratura per l'analisi dell'estensione delle saldature trasversali. La prima formulazione suggerisce di computare l'estensione della saldatura come rapporto del volume delle alimentazioni e delle camere di saldatura sull'area della sezione trasversale del profilo moltiplicato per il numero di luci nella matrice [4]. Una seconda formulazione prevede una modifica della precedente introducendo un fattore moltiplicativo 1.5 che tiene conto sia della presenza di zone morte nella matrice sia dell'effetto dell'attrito che rende il flusso del materiale all'interno della matrice non uniforme [5].

In considerazione di questa limitata letteratura analitica, e in considerazione del fatto che i codici FEM non rappresentano ancora uno standard industriale, la determinazione della lunghezza di profilo da scartare per contaminazione da saldature trasversali avviene ancora sulla base dell'esperienza, di analogie e di regole pratiche. Tra queste, è comune pratica scartare da 1 a 3 mt di profilo in funzione dello specifico rapporto di estrusione. In questo contesto, scopo del lavoro è confrontare i risultati delle indagini sperimentali e numeriche condotte dagli autori su alcuni profili con le formulazioni analitiche ad oggi presenti in letteratura con l'obiettivo di verificarne l'applicabilità a livello industriale. Di seguito viene riportato come esempio uno dei casi industriali presi in considerazione.



**Figura 1** (a) progetto della matrice e del profilo analizzati, (b) confronto sperimentale, numerico, analitico [3]

## CASI DI STUDIO

Il caso analizzato è un profilo estruso prodotto mediante una matrice a 4 luci (Fig. 2a) [3]. Le saldature trasversali generate nelle 4 luci sono state analizzate sperimentalmente mediante sezionamento e attacco chimico, e numericamente per le due luci simmetriche. Per uno dei 4 profili l'estensione della saldatura è stata inoltre calcolata analiticamente in accordo con le formulazioni presenti in letteratura. In Fig. 2b l'estensione è riportata come percentuale di sostituzione del materiale della vecchia billetta con la nuova in funzione dello "stop mark", segno sul profilo che definisce il fermo pressa per caricamento di una nuova billetta.

Come si può vedere in Fig. 2b, se da una parte si è ottenuto un ottimo accordo numerico (FEM)-sperimentale per la luce analizzata, soltanto la formulazione analitica corretta con il fattore 1.5 restituisce una stima, comunque media approssimata, dell'evoluzione. La formulazione non corretta e la regola empirica basata sul rapporto di estrusione sottostimano e sovrastimano invece rispettivamente il dato sperimentale.

## CONCLUSIONI

Il caso presentato, unitamente agli altri investigati, mostra come strumenti numerici siano in grado di predire con una buona accuratezza la lunghezza di profilo estruso contaminata che deve essere scartata. Le formulazioni analitiche ed empiriche ad oggi presenti in letteratura, al contrario, o sovrastimano o sottostimano significativamente l'estensione oppure forniscono solo stime medie dell'evoluzione suggerendo la necessità di una nuova formulazione basata su parametri di complessità geometrica della matrice.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Donati L, Tomesani L, Minak G. 2007. "Characterization of seam weld quality in AA6082 extruded profiles" Journal of Material Processing Technology 191, 127-131
- [2] Akeret R, 1992. "Extrusion welds—quality aspects are now centre stage". Proc. 5<sup>th</sup> ET II, 319-336.
- [3] Reggiani B, Donati L, Tomesani L. "Prediction of charge welds in hollow profiles extrusion by FEM simulations and experimental validation". Int. J. Adv. Man. Techn. 69 (5), (2013), pp. 1855-1872.
- [4] Saha PK, 2000. *Aluminum extrusion technology*. ASM International, Materials Park, Ohio, 44073-0002
- [5] Jowett C., Adams J., Daughetee C., Lea G., Huff O.A., Fossil, N 2008. "Scrap Allocation". Proc.9<sup>th</sup> ET II, 13-16.