

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale

*Valutazione della resistenza a fatica di giunzioni saldate
tra componenti stampati 3D e componenti tradizionali*

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

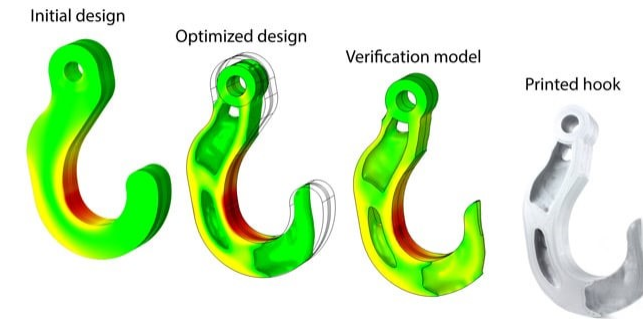
Studente: Zanette Matteo

Padova, 17/11/2023

- Presentare potenziali vantaggi dell'utilizzo di componenti additive e di giunti ibridi
- Presentare tecniche di produzione di componenti AM e di saldatura AM-AM e ibrida
- Esporre problematiche quali porosità e anisotropia
- Stabilire parametri ed effetti influenti sul comportamento a fatica
- Riportare gli studi effettuati in letteratura, in particolare provini in acciaio, lega di alluminio e titanio.
- Riportare studi effettuati su componenti di interesse industriale

La tecnologia additive

- Conveniente in termini di tempo e materiali per componenti a geometria complessa
- Dimensioni limitate (800x400x500 mm per GE X Line 2000R)



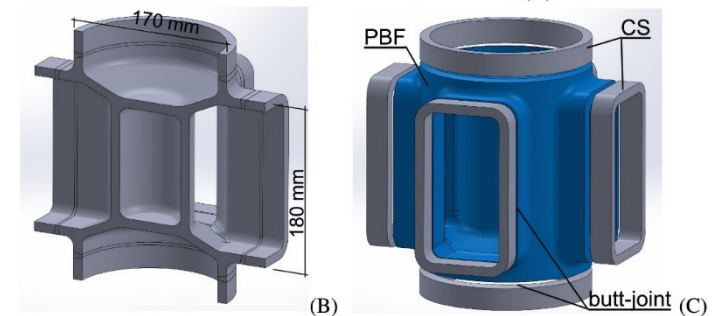
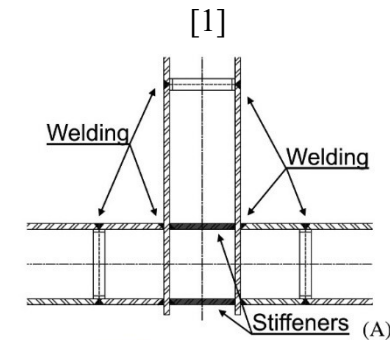
I giunti AM-AM e AM-wrought



Necessari perché permettono di superare i limiti dimensionali caratteristici dell'AM.



Utili per modificare la configurazione della saldatura e ridurre la concentrazione delle tensioni.



[2]

[1] <https://www.3dnatives.com/it/ottimizzazione-topologica-stampa-3d-061120219>

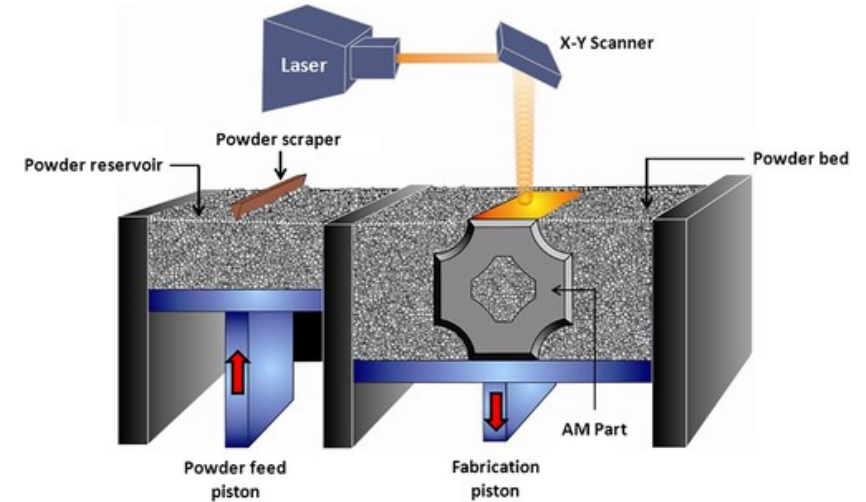
[2] Chierici et al. 'Resource-efficient joint fabrication by welding metal 3D-printed parts to conventional steel: A structural integrity study'

Principali tecniche di produzione

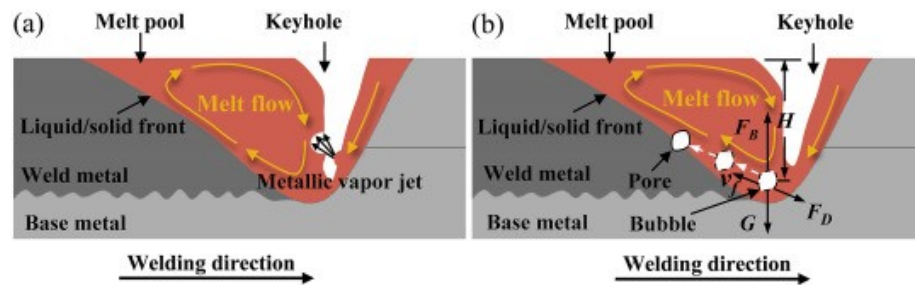
- Powder bed fusion: SLM per leghe leggere e acciai, EBM per leghe di titanio
- Direct energy deposition

Principali tecniche di saldatura

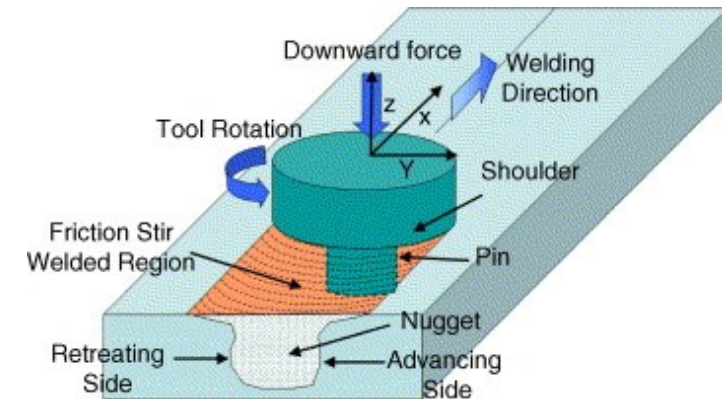
- Saldature laser: leghe leggere
- Saldature a stato solido: FSW su leghe leggere e di titanio
- Saldature ad arco elettrico: acciai



[3]



[4]



[5]

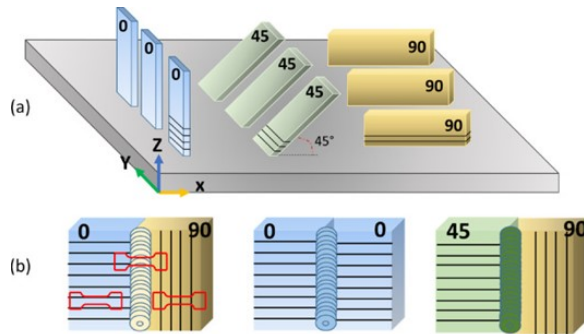
[3] Sola et al., 'Microstructural porosity in additive manufacturing: The formation and detection of pores in metal parts fabricated by powder bed fusion' 2019

[4] Zhikang Wu and others, 'Effect of Thermophysical Properties on Porosity and Microstructure of Laser Welded Cast and Wrought Aluminum Alloy Dissimilar Lap Joints', 2023

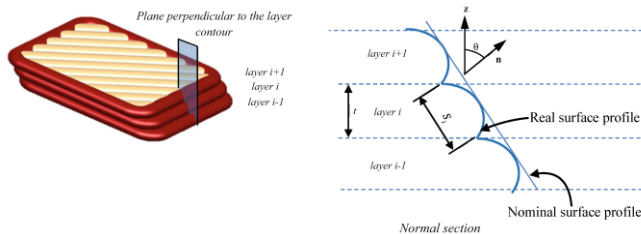
[5] R.S. Mishra, Z.Y. Ma, 'Friction Stir Welding and Processing'

Influiscono notevolmente sulle proprietà e sul comportamento a fatica del componente.

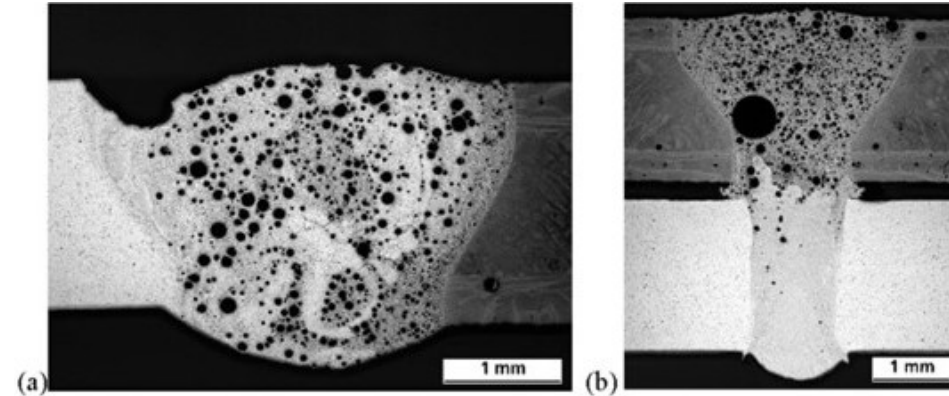
Sono inevitabili prodotti sia della produzione additive che della saldatura.



[6]



[7]



[8]



Apporto termico e velocità devono essere stabiliti al fine di ridurre la generazione di porosità: alte temperature favoriscono la vaporizzazione.



FSW fa collassare pori esistenti e non ne genera di nuovi perché non porta a fusione il materiale



0-0 configurazione migliore: stair stepping effect favorisce l'innescio di cricche.

[6] Moeini et al. 'On the influence of build orientation on properties of friction stir welded AlSi10Mg parts produced by selective laser melting', 2021.

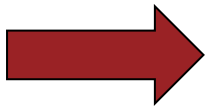
[7] Di Angelo et al. 'Search for the Optimal Build Direction in Additive Manufacturing Technologies: A Review', 2020.

[8] Möller et al. 'Fatigue Assessment of Additively Manufactured AlSi10Mg Laser Beam Welded to Rolled EN AW-6082-T6 Sheet Metal'

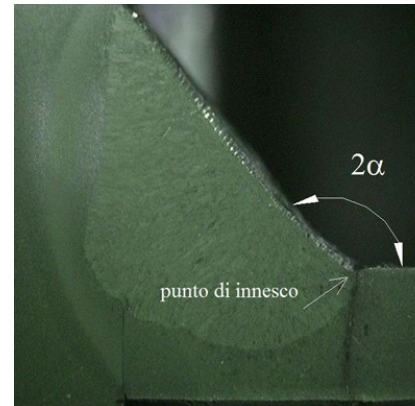
Le saldature generano intagli severi sui componenti. L'intaglio è influenzato dalla tipologia di saldatura e dalla geometria del giunto



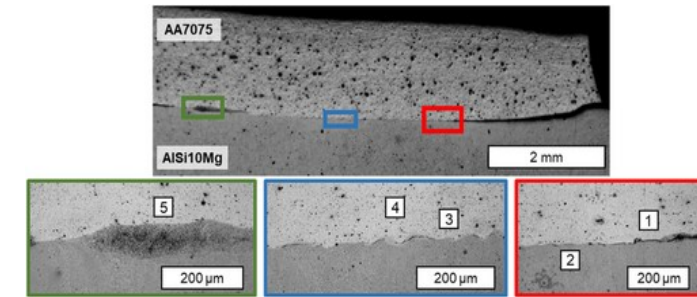
Rottura a fatica avviene al piede o alla radice della saldatura.



Diverse configurazioni causano intagli di severità diversa.



[9]



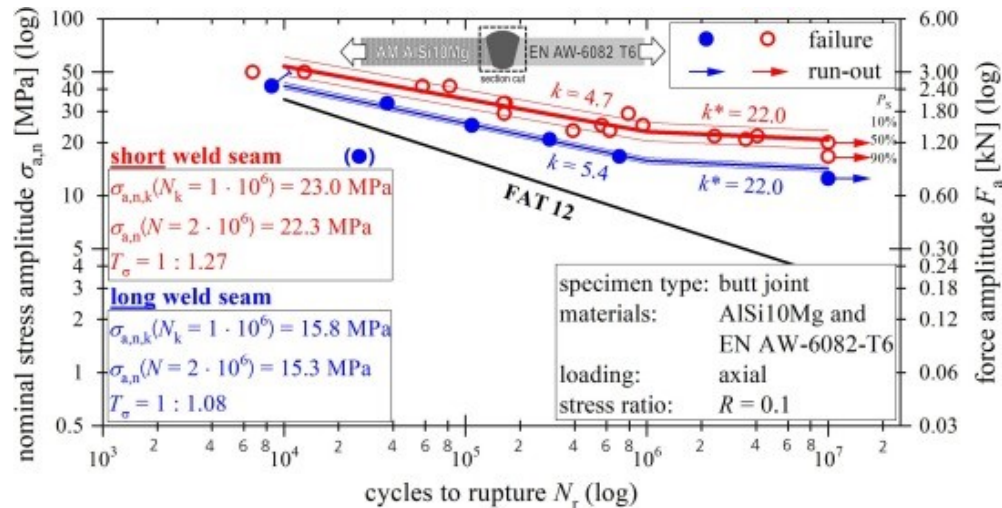
[10]

[9] <https://www.ilprogettistaindustriale.it/valutare-la-resistenza-a-fatica-di-giunzioni-saldate>

[10] Jöckel et al. 'Fatigue Strength Assessment of Laser Beam Welded Joints Made of AA7075 and Magnetic Pulse Welded Joints Made of AA7075 and 3D-Printed AlSi10Mg', 2023.

Parametri di influenza dalle curve di fatica:

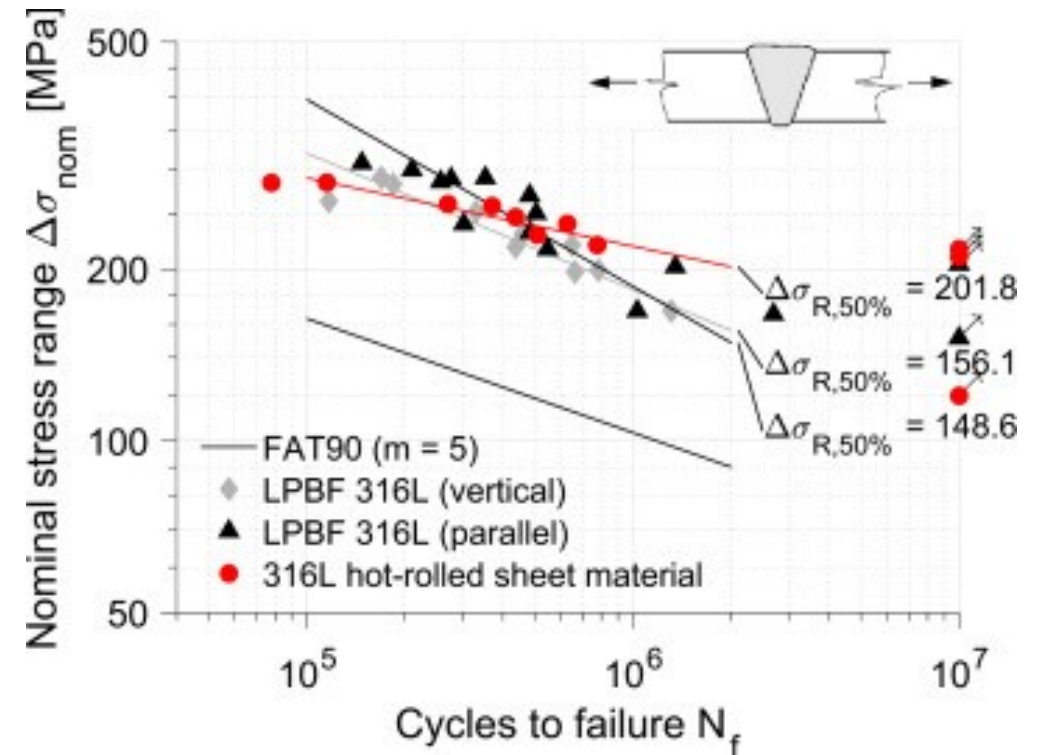
- Materiale
- Tipo di giunto
- Geometria del giunto
- Direzione di costruzione rispetto alla direzione di saldatura



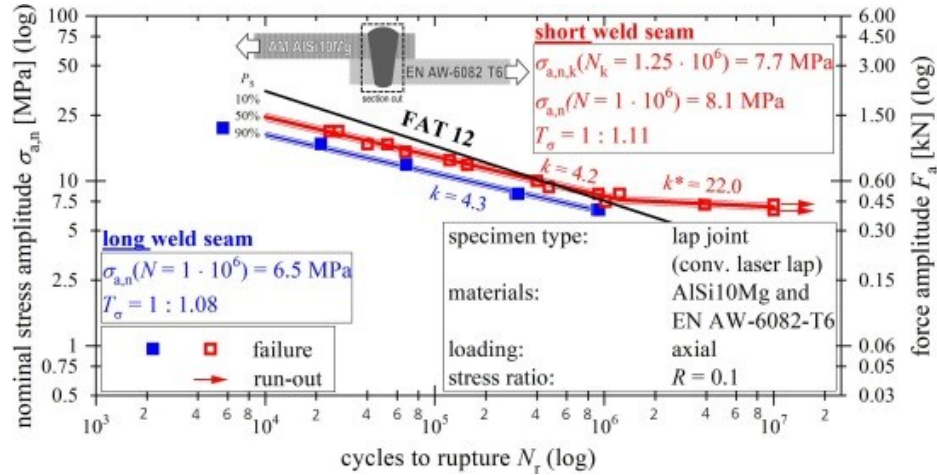
[12]: giunto AM-W lega leggera. Saldatura laser.

[11] Abroug et al. 'High Cycle Fatigue Strength of Additively Manufactured AISI 316L Stainless Steel Parts Joined by Laser Welding', 2022.

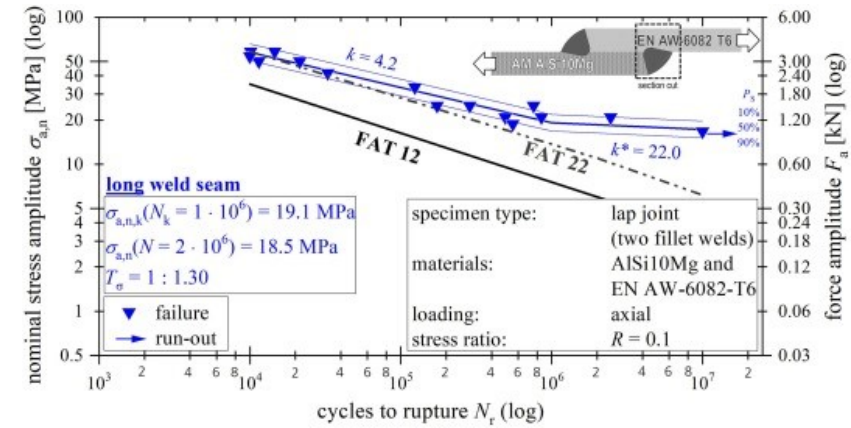
[12] Möller et al. 'Fatigue Assessment of Additively Manufactured AlSi10Mg Laser Beam Welded to Rolled EN AW-6082-T6 Sheet Metal'



[11] R=0, tensione assiale, giunti AM-AM (vertical e horizontal) stampati con SLM e W-W (laminati a caldo). Saldatura laser.

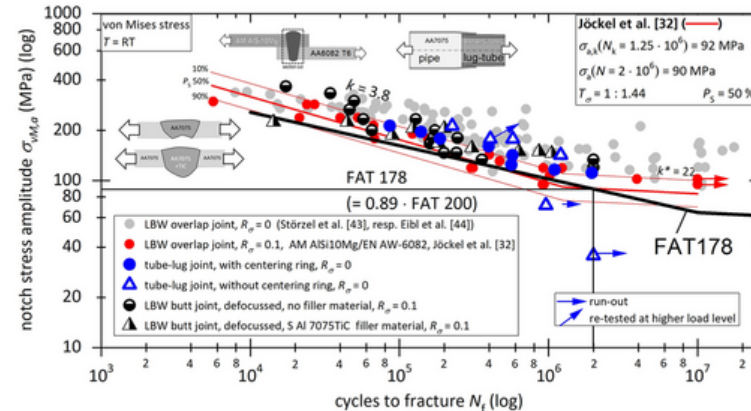


[13] giunto AM-W lega leggera. Saldatura laser.



[14] giunto AM-W lega leggera. Saldatura laser.

La tipologia di giunto è il principale fattore di influenza sul comportamento a fatica a causa dell'effetto di intaglio generato.



[15] giunto AM-W lega leggera. Saldatura laser in rosso. Provino saldato con metal pulse welding in blu

[13,14] Möller et al. 'Fatigue Assessment of Additively Manufactured AlSi10Mg Laser Beam Welded to Rolled EN AW-6082-T6 Sheet Metal'

[15] Jöckel et al. 'Fatigue Strength Assessment of Laser Beam Welded Joints Made of AA7075 and Magnetic Pulse Welded Joints Made of AA7075 and 3D-Printed AlSi10Mg', 2023.

- I principali fattori di influenza sul comportamento fatica del componente sono tipo di giunto e porosità. Il primo genera la concentrazione di tensioni, il secondo si comporta come innesco e facilita la propagazione della cricca.
- È possibile generare il componente AM in modo da semplificare la geometria della saldatura con i componenti tradizionali riducendo le tensioni fino al 40%.
- Per quanto riguarda le leghe leggere è possibile ottenere giunti ibridi a testa e sovrapposti che soddisfino rispettivamente le classi FAT 12 e 22, confermando la possibilità di utilizzo in campo industriale.
- Le prove fatte su componenti reali sono compatibili con i provini.