

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

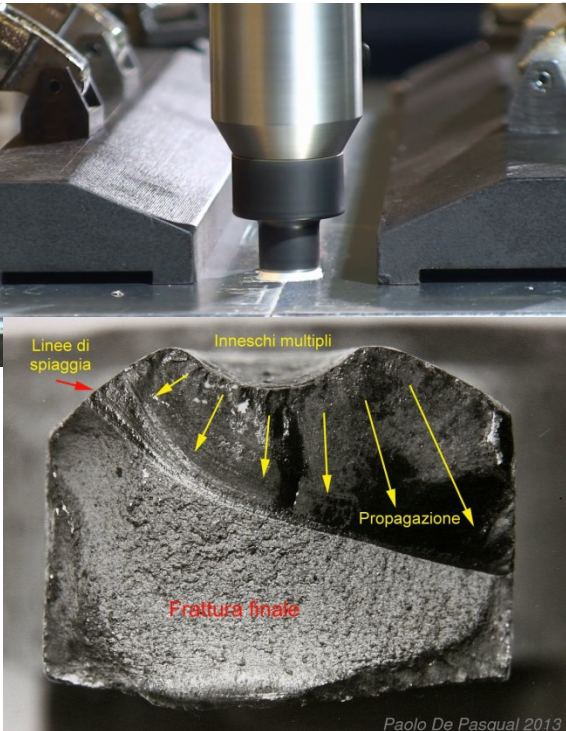
Relazione per la prova finale
**ANALISI DELLA RESISTENZA A FATICA DI GIUNZIONI SALDATE
OTTENUTE PER FRICTION STIR WELDING (FSW)**

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

Laureando: *Alessandro Casarotto*

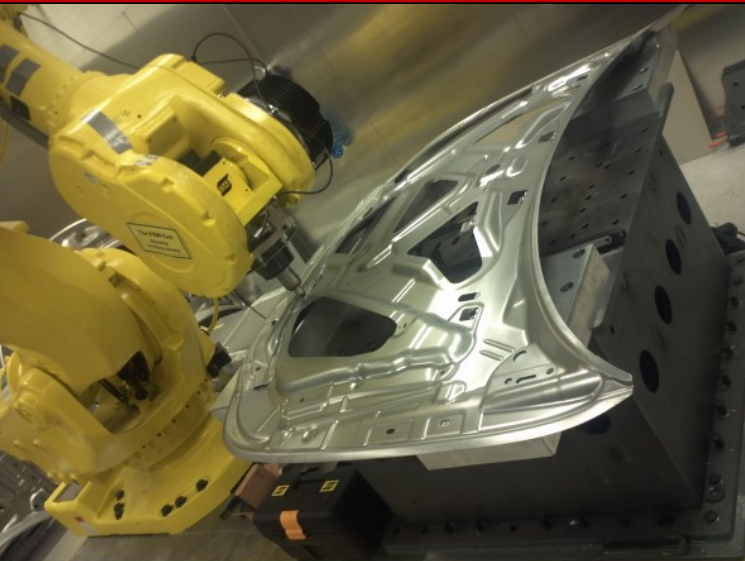
Padova, 18/11/2022

Analisi della resistenza a fatica di giunzioni saldate per FSW



- Introduzione al processo FSW
- Tipologia utensile impiegato
- Funzionamento e schema di processo
- Parametri di processo e microstruttura ottenibile
- Vantaggi e svantaggi rispetto le tradizionali tecniche di saldatura
- Comportamento a fatica di giunzioni saldate per FSW
- Confronto resistenza a fatica tra FSW e altre tecnologie di saldatura

Introduzione al processo FSW

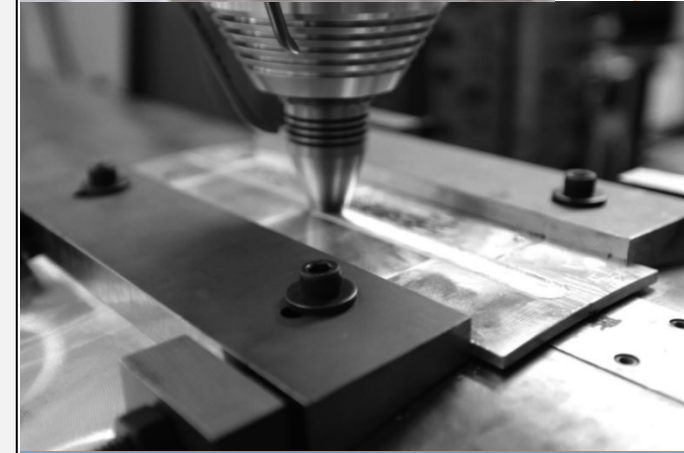


La **friction stir welding** è un processo di saldatura termomeccanico a **stato solido**.

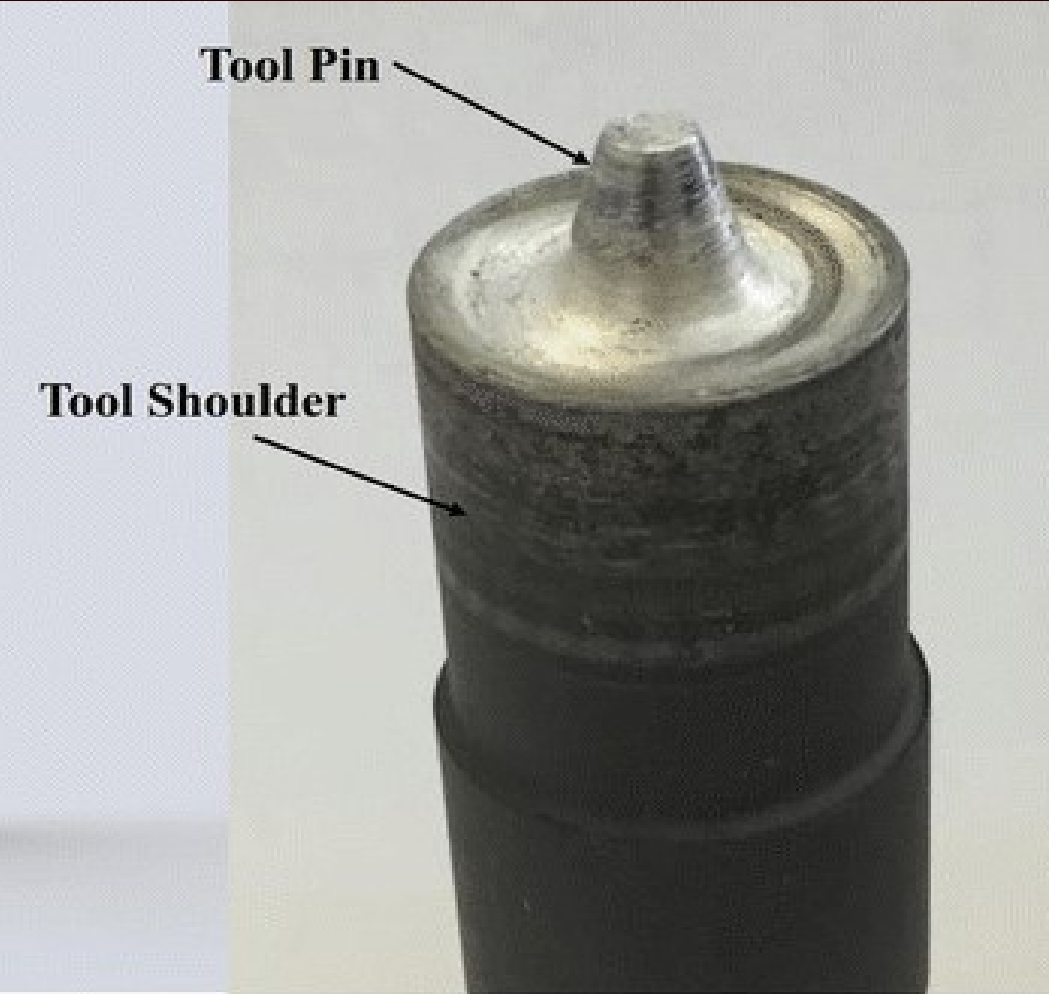
È una saldatura **innovativa** che sfrutta il calore generato dall'**attrito**

Welding Institute di Cambridge nel 1991

Utilizzata principalmente per unire **leghe d'alluminio**



Tipologia di utensile impiegato



Utensile costituito da **acciaio**
ad alto tenore di carbonio

Deve resistere alle alte **forze**
in gioco e all'**usura meccanica**

PIN

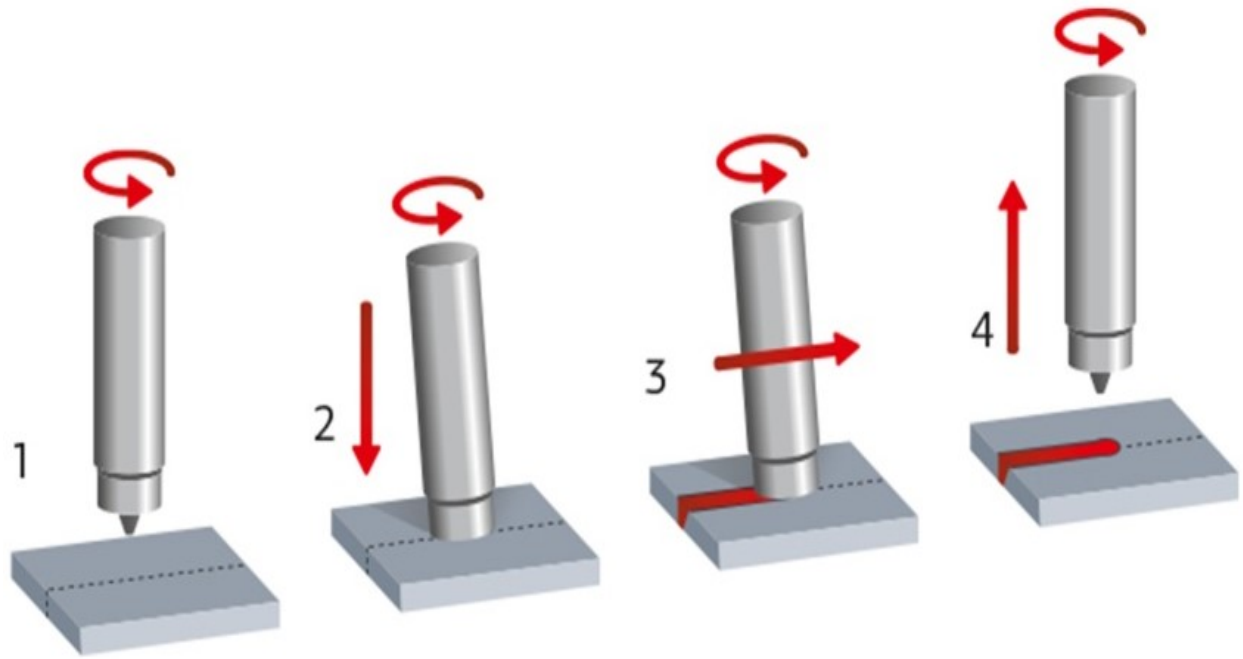
SHOULDER

Shoulder

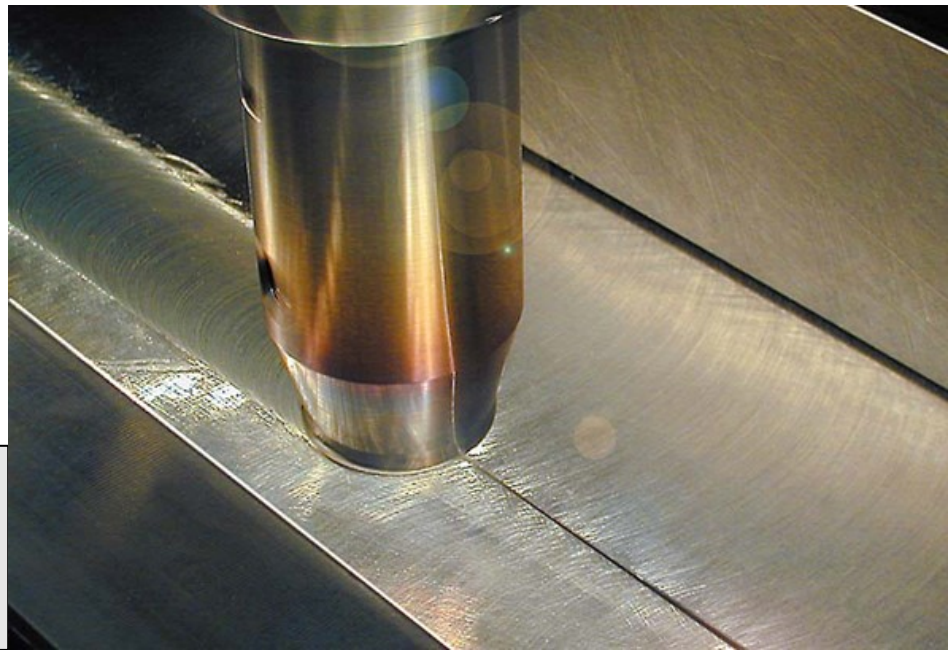
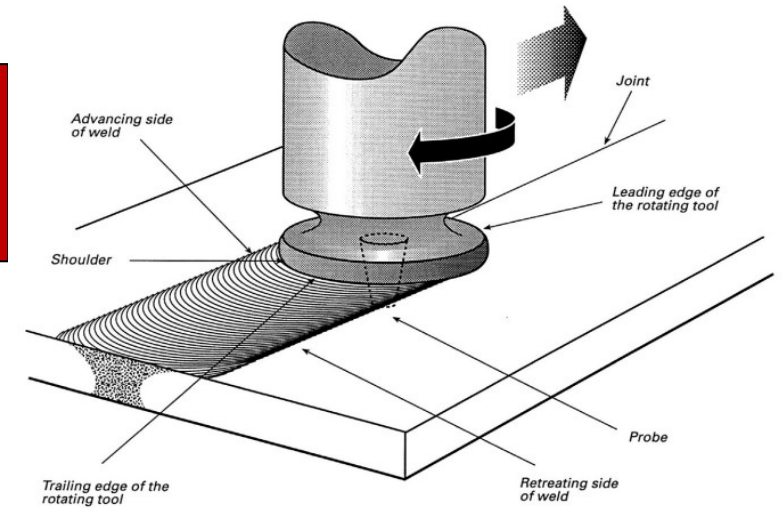
Pin type probe

www.dii.unipd.it

Funzionamento e schema di processo



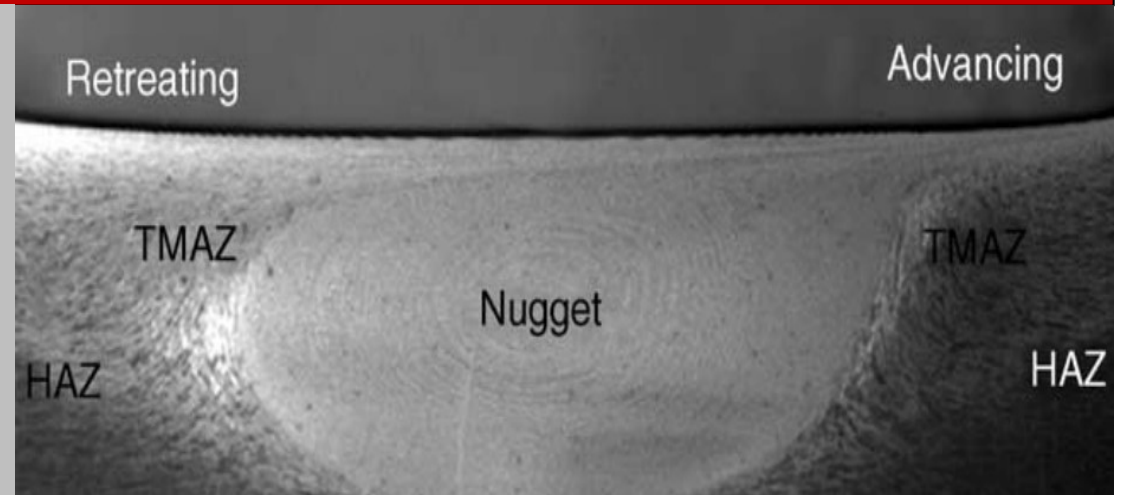
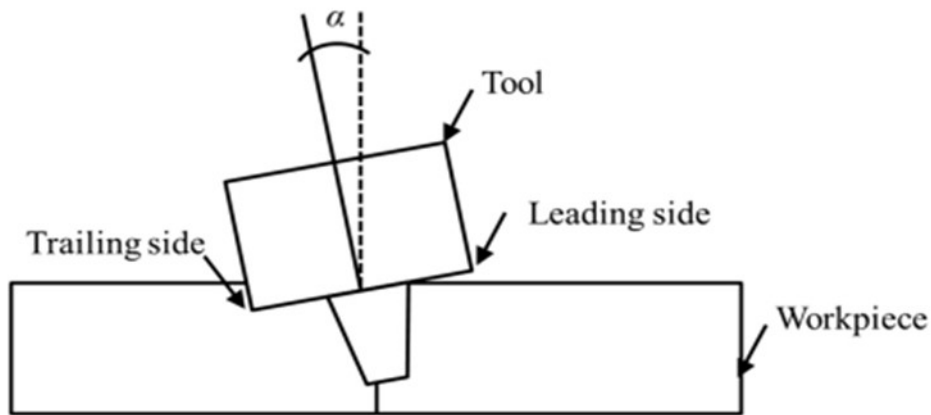
1.Plunging 2. Dwelling 3.Welding 4.Retracting



www.dii.unipd.it

Parametri di processo e microstruttura ottenibile

- Geometria utensile.
- Profondità inserimento pin.
- Preriscaldamento e raffreddamento.
- Velocità rotazione utensile.
- Forza Verticale.
- Velocità di Saldatura.



- **Nugget** zone.
- Thermo-mechanically affected zone (**TMAZ**).
- heat-affected zone (**HAZ**).

Vantaggi e svantaggi rispetto le tradizionali tecniche di saldatura

v a n t a g g i

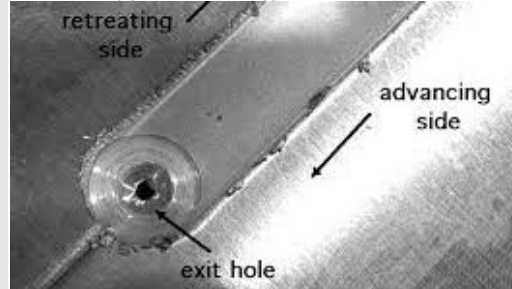
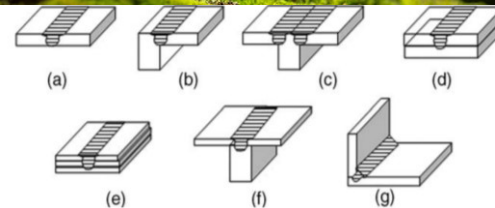
Rispetto **ambiente** e **versatilità**

Efficienza Energetica

Non raggiunge le temperature di **fusione**

No **materiale apporto** o particolari ambienti di lavoro

Leghe **Al** e **Mg** altrimenti difficilmente saldabili (es: **7xxx**)



s v a n t a g g i

Velocità di saldatura limitate
150-300 mm/min

Ridotto numero di **geometrie** giunti possibili

Necessarie attrezzature di **bloccaggio** speciali

Cavità nel punto di estrazione

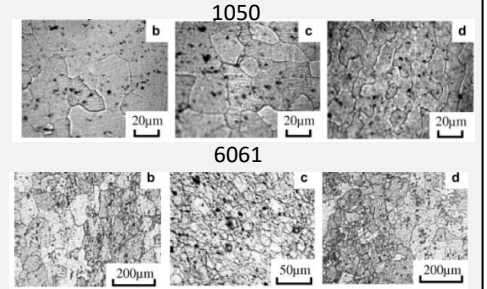
Comportamento a fatica di giunzioni saldate per FSW

Leghe di Alluminio: Più comuni 2XXX, 5XXX e 6XXX, saldature altrimenti difficilmente attuabili, come nelle 7XXX.
Leghe di Magnesio: Difficilmente attuabile con tradizionali tecniche, raffinamento grano cristallino.
Acciaio e altre leghe dure: Necessitano di utensili con elevata durezza, raffinamento della grana cristallina.

Fatigue behaviour of friction stir welds without neither welding flash nor flaw in several aluminium alloys.
 Y.UematsuaK.TokajiaH.ShibatabY.TozakibT.Ohmunec

Test di fatica :
 R = -1 sotto carico assiale
 superfici saldatura sono state fresate

Materiale	Velocità di rotazione (rpm)	Velocità di traslazione (mm/min)
1050-O	2400	200
5083-O	500	100
6061-T6	1200	200
7075-T6	1000	350

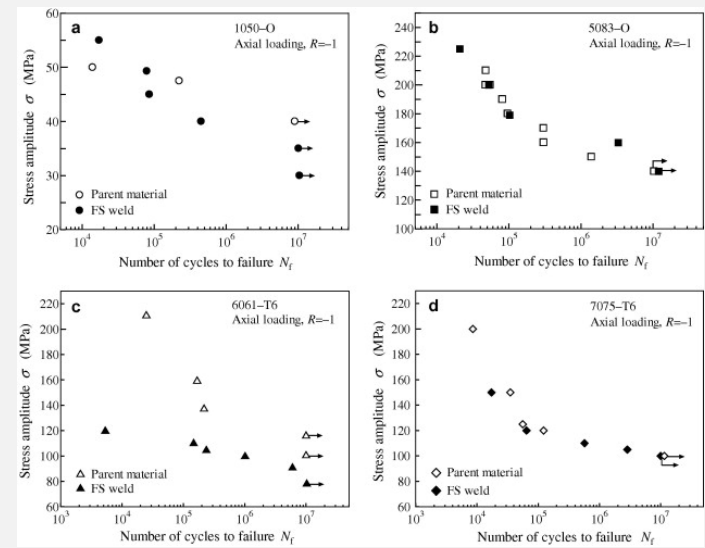


Studio comportamento a fatica nelle saldature ad attrito di leghe di alluminio **1050-O, 5083-O, 6061-T6 e 7075-T6**

	si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
1050	0.07	0.34	0.02	-	-	-	0.01	0.02	Bal.
5083	0.13	0.26	0.04	0.56	4.6	0.1	0.03	0.04	Bal.
6061	0.58	0.41	0.28	0.03	0.96	0.23	0.02	0.04	Bal.
7075	0.09	0.24	1.53	0.05	2.58	0.19	5.67	0.03	Bal.

Tra materiali madre e saldature

Lastre laminate dimensione di 77mm x 400 mm e spessore di 5 mm
 1050 e 5083 non sono trattabili termicamente
 6061 e 7075 sono leghe trattabili termicamente

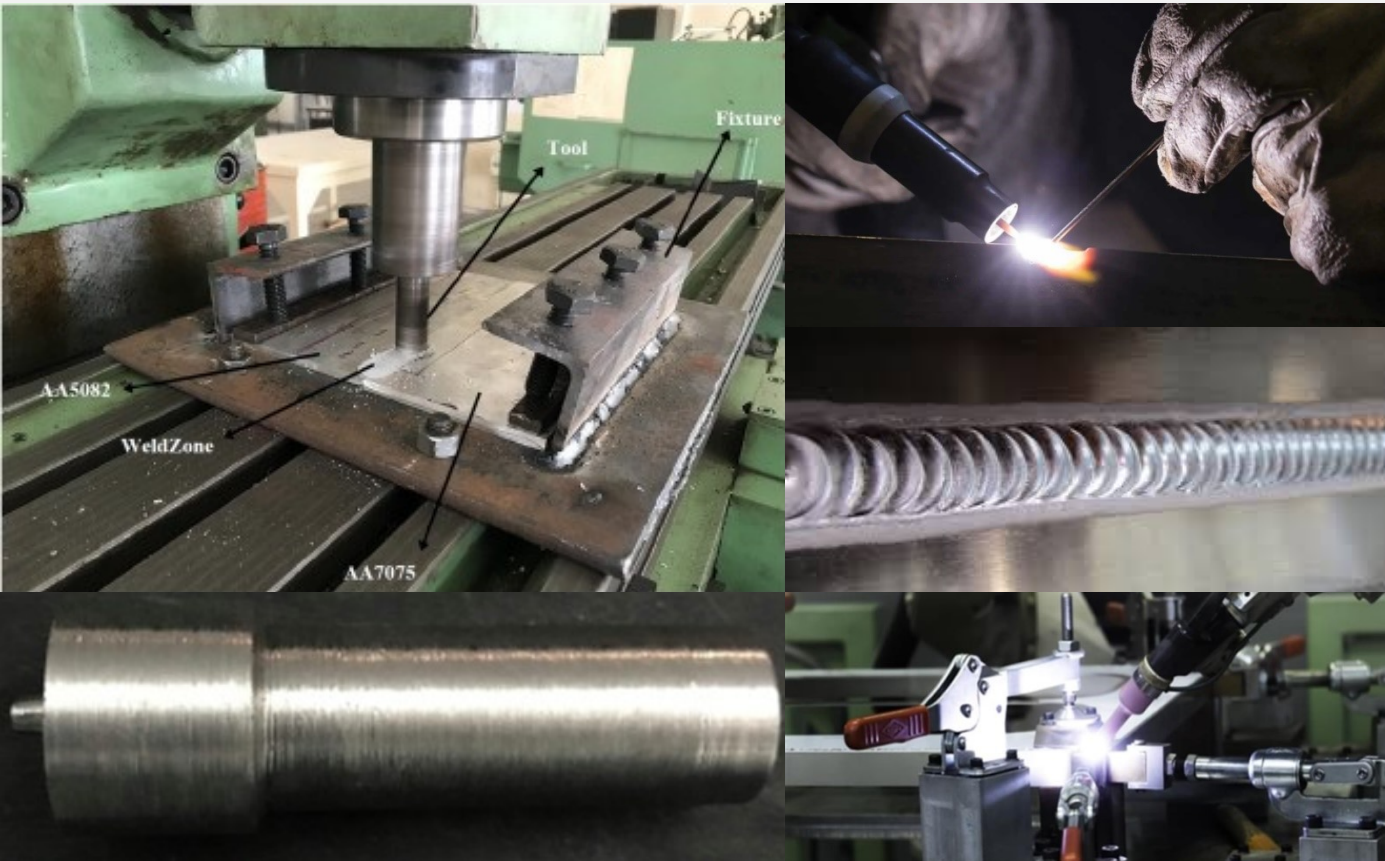


Diagrammi S - N : (a) 1050-O, (b) 5083-O, (c) 6061-T6 e (d) 7075-T6.

Le resistenze a fatica delle saldature:
5083-O e 7075-T6 quasi le stesse dei materiali di base.
1050-O e 6061-T6 resistenza a fatica inferiore rispetto ai materiali di base.

Confronto resistenza a fatica tra FSW e altre tecnologie di saldatura

Analisi comparativa resistenza a fatica di giunzioni testa bicomponente saldate per **FSW** e **TIG** di leghe di alluminio **AA5082** e **AA7075**



Lastre di spessore 6mm di leghe di alluminio AA5082 e AA7075 con la seguente composizione chimica

Chemical Elements	Al %	Cr %	Cu %	Fe %	Mg %	Mn %	Si %	Ti %	Zn %	Residual %
AA5082	94.72	0.11	0.09	0.22	4.27	0.07	0.16	0.04	0.19	0.13
AA7075	89.07	0.23	1.56	0.42	2.61	0.24	0.23	0.17	5.31	0.16

I campioni FSW saldati a velocità di rotazione variabile e velocità avanzamento costante.

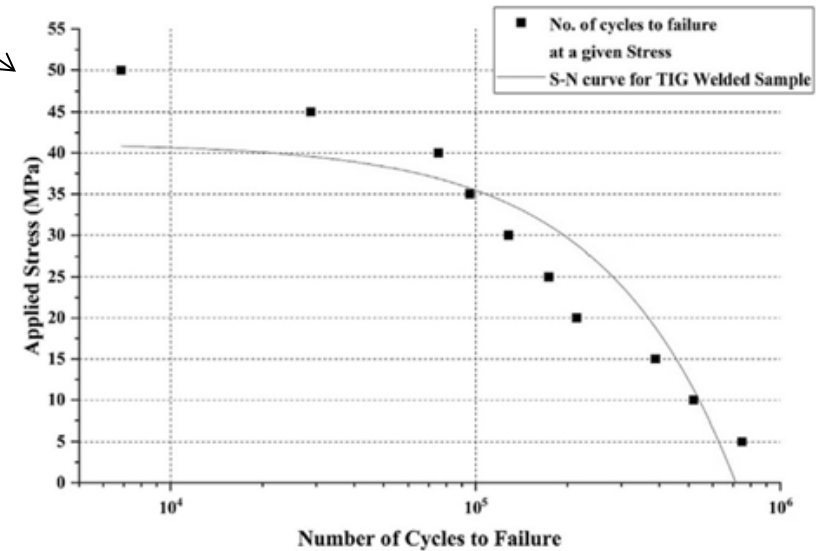
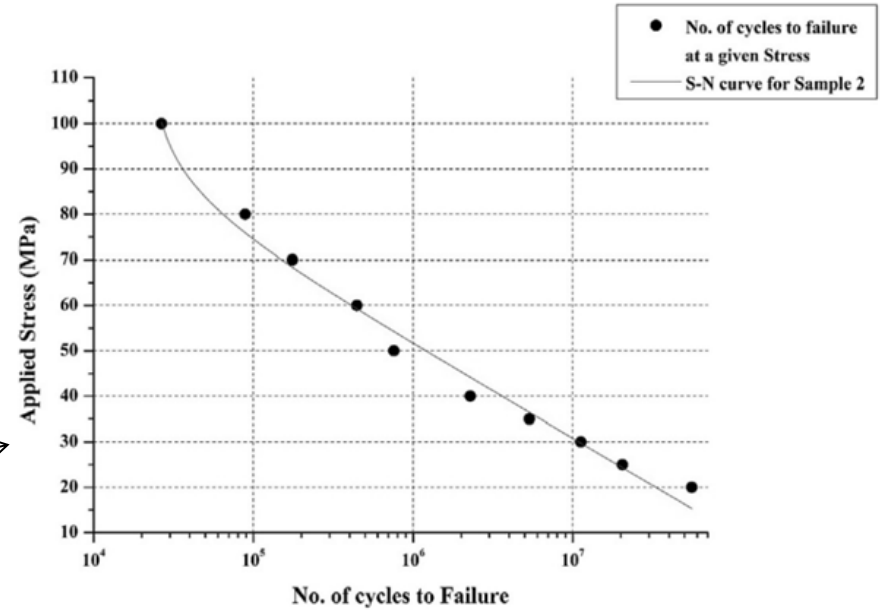
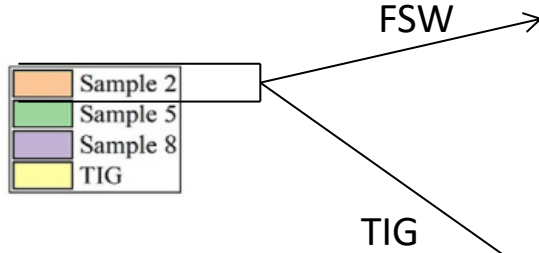
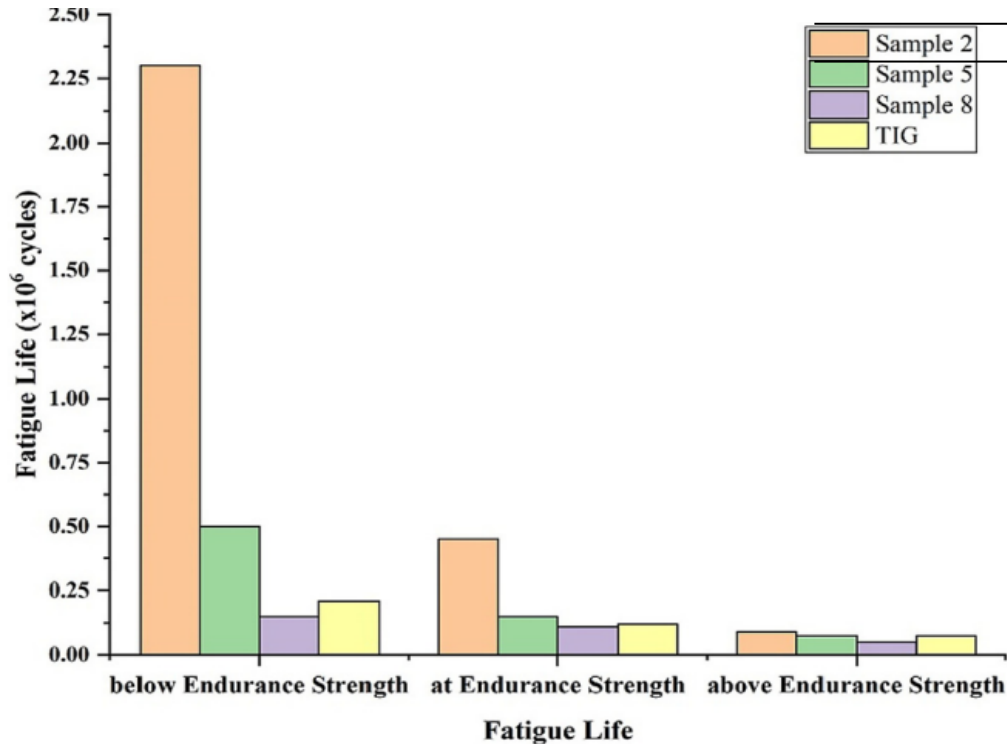
Sample No.	Speed (RPM)	Feed (mm/min)
2	900	40
5	1120	40
8	1400	40

Confronto resistenza a fatica tra FSW e TIG

Parameter	FSW		
	Sample 2	Sample 5	Sample 8
Fatigue Life below Endurance Strength (40 MPa)	2.3×10^6	0.5×10^6	0.15×10^6
Fatigue Life at Endurance Strength (60 MPa)	0.45×10^6	0.15×10^6	0.11×10^6
Fatigue Life Above Endurance Strength (80 MPa)	0.09×10^6	0.075×10^6	0.05×10^6
Nature of Fracture	Ductile		

Table 7
Fatigue life cycles of TIG welded butt joint of AA5082-AA7075.

Parameter	TIG
Fatigue Life below Endurance Strength (20 MPa)	2.1×10^5
Fatigue Life at Endurance Strength (30 MPa)	1.2×10^5
Fatigue Life Above Endurance Strength (40 MPa)	7.5×10^4
Nature of Fracture	Brittle



Conclusioni



[1] Studio precedentemente presentato sull'analisi comparativa della resistenza a fatica di giunzioni testa bicomponente saldate per FSW e TIG di leghe di alluminio AA5082 e AA7075.

A comparative analysis of friction stir and tungsten inert gas dissimilar AA5082-AA7075 butt welds Ratnesh Kumar a , Gaurav Kumar b , Abhijit Roy c , Ravi Shankar Sinha c , S.M. Mozammil Hasnain b , Om Prakash a , Asim Ahmad.

La saldatura FSW come evidenziato [1] presenta nei confronti della resistenza a fatica un **miglioramento** rispetto le tradizionali forme di saldatura.

Permette la giunzione di materiali altrimenti difficilmente saldabili (leghe **Al** e **Mg**).

Trova largo impiego in settori quali:

- **Automotive**
- **Aeronautico**
- **Aerospace**
- **Navale e ferroviario.**

