

SALDATURA ESTETICA DI ACCIAIO INOX

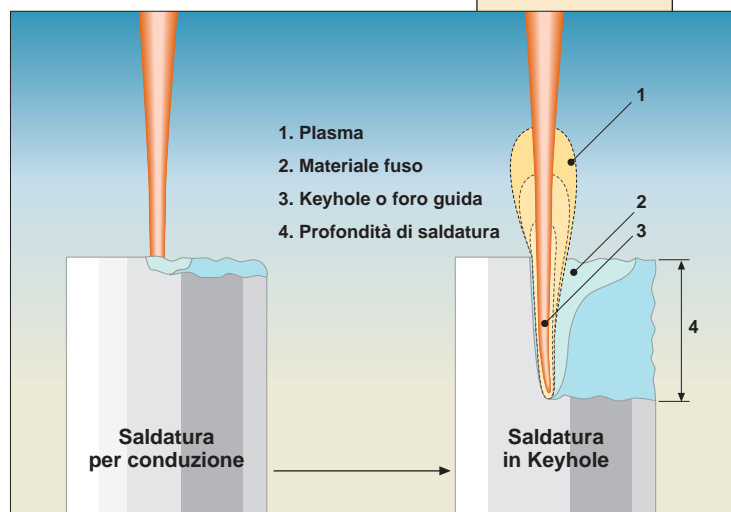
La tecnologia di saldatura laser permette di raggiungere una qualità del giunto saldato superiore alle tecniche tradizionali. Per saldatura estetica s'intende la capacità del processo di generare giunti saldati finiti, per i quali non è necessario eseguire ulteriori operazioni di finitura. Il caso presentato è un'analisi comparativa tra saldatura laser e saldatura a resistenza per un prodotto di largo consumo

di Fabrizio Ravasi

La saldatura estetica permette di realizzare in un unico passaggio un giunto saldato. Questo risultato è raggiunto tramite un'attività di ottimizzazione che assume la definizione di saldatura estetica. La saldatura estetica rappresenta la capacità del processo di realizzare dei giunti finiti. Il termine 'finito' indica un insieme di qualità della saldatura per le quali il processo si conclude senza ulteriori passaggi (se altri passaggi fossero necessari sarebbero marginali rispetto al ciclo produttivo). Le qualità che sono considerate per il cordone di saldatura estetica sono: distorsione, larghezza, aspetto, positività o negatività, omogeneità, rugosità, colore, curvatura. L'applicazione di alcune o tutte le qualità dipende dai vincoli progettuali. Con il termine di 'saldatura estetica' non intendiamo solo 'un risultato bello' ma anche la capacità di eliminare lavorazioni successive per il conseguimento del prodotto finito.

UNICO PROCESSO DI LAVORAZIONE

La saldatura laser permette di ottenere un fuso di piccole dimensioni e notevole



profondità in particolare di materiali nobili come l'acciaio inossidabile. La riduzione dell'apporto termico e la puntualità della saldatura permettono risultati difficilmente raggiungibili con le tecniche ad arco. Per questo si può affermare che il laser, nel processo di saldatura, è uno strumento unico, versatile, ripetitivo e permette lavorazioni con un carattere estetico che riduce drasticamente le lavorazioni successive. Nella produzione di componenti in acciaio inox per la cucina (cappe, piani cottura, piani neutri, lavelli, accessori, ecc.) la saldatura è solo uno dei passaggi; i più rilevanti sono la scordonatura, lucidatura, satinatura, ecc. La convivenza di questa catena di operazioni su particolari di alto contenuto architettonico permette che, una parte di costi, sia coperta dal valore aggiunto del prodotto finito (prodotti di marca con griffe importanti). Ma dove il prodotto è rivolto ad un consumo maggiore (maggior quantità - minor qualità) la saldatura è sostituita con tecniche di piegatura o incollaggi che permettono un 'risparmio' a discapito della qualità generale e del design. Il laser è uno strumento unico che elimina passaggi costosi come il trattamento superficiale eseguito sul singolo prodotto, permette una resistenza

Figura 1. La differenza tra una saldatura laser in Keyhole o 'in chiodo' e una ad arco per conduzione.

strutturale migliore e permette lo studio di un design innovativo.

SORGENTI LASER PER SALDATURE ESTETICHE

Il laser è una fonte di energia focalizzabile in modo puntuale con densità di potenza nell'ordine di 10^6 W/cm². Tale valore permette di creare un pozzo di materiale fuso con rapporto di aspetto di circa 1:5 rispetto alle tecniche ad arco dove tale rapporto è di 1:1.

I laser sono divisi in tre principali tipologie: a gas CO₂, a stato solido Nd:YAG, a stato solido a diodi. Questi tre tipi di laser hanno caratteristiche molto diverse tra loro per: principio di costruzione della sorgente, qualità del fascio laser generato, densità di potenza, distribuzione di energia.

Non ci addentriamo nel merito tecnico di ciascuna sorgente ma indichiamo le caratteristiche che facilitano una saldatura estetica. I laser a stato solido hanno una lunghezza d'onda dieci volte inferiore ai laser a CO₂ per cui l'assorbimento del materiale riduce l'effetto di riscaldamento del materiale adiacente la saldatura e quindi riduce le distorsioni. La radiazione del laser a diodi e Nd:YAG possono essere manipolate otticamente per determinare una zona di energia meno intensa, generando un bagno fuso meno disturbato. In particolare, il laser a diodi genera uno spot di circa 2 x 4 mm dove la densità di potenza è simile ad un TIG ma l'apporto termico è circa 5 volte inferiore. La possibilità di impulsare il laser Nd:YAG permette di generare dei picchi di potenza per profonde penetrazioni in tempi nell'ordine di qualche millisecondo. Tale impulso fonde il materiale interessato dal laser e lascia praticamente inalterato il materiale ai lati.

GIUNTO SOVRAPPPOSTO PER SALDATURA ESTETICA

Con la puntatura estetica si genera una fusione controllata di due spessori di materiale sovrapposto in un tempo ridotto e non si altera il lato opposto del secondo spessore in modo che mantenga la finitura già eseguita in precedenza. Questa tecnica viene eseguita utilizzando un laser di tipo Nd:YAG impulsato con potenza di circa 500 W con fibra ottica, un robot articolato a 6 assi e una maschera che trattiene le parti in modo preciso su un piano

dove le lamiere vengano riferite e pressate opportunamente. Il robot, passando sopra al giunto con la testa di focalizzazione, comanda al laser l'emissione degli impulsi necessari alla saldatura. L'alta energia ceduta al materiale permette di eseguire fusi da cui si possono dedurre alcune interessanti informazioni.

Innanzitutto, non esiste zona alterata termicamente. Quindi, il fuso ha piccole dimensioni: profondità di 1 mm circa, larghezza in superficie di 0,8 mm, in profondità di 0,2 mm e nella zona resistente di 0,3 mm. Lo spazio tra le lamiere, inoltre, è nell'ordine del 10% dello spessore della prima lamiera e crea un allargamento del fuso con perdita di sezione resistente e ossidazione anche se ridotta. Questo non compromette la saldatura e ci indica che errori di staffaggio di questo ordine non sono gravi. Il fuso, infine, penetra solo parzialmente il secondo spessore permettendo di non alterare termicamente la superficie opposta (quella che sarà in vista).

PUNTATURA A RESISTENZA E SALDATURA LASER

Si deve premettere che il confronto tra le due tecnologie di saldatura laser e puntatura a resistenza si basa su impianti automatici o semiautomatici e volumi di lavoro di almeno un turno. La saldatura a resistenza è eseguita tramite il passaggio di corrente nel giunto a mezzo di elettrodi in rame che sono premuti sul giunto stesso da una pinza, la quale è movimentata da un robot o da una macchina cartesiana a controllo. Per ogni punto di saldatura è necessario fermarsi, chiudere la pinza, attendere la scarica e riaprire la pinza, quindi eseguire un nuovo movimento e così via. Il laser non necessita di tutto ciò poiché la 'luce laser' esegue la saldatura a distanza senza fermarsi e quindi riducendo i tempi morti. Nel grafico di figura 3 si denota il confronto dei tempi ciclo a parità di sezione resistente. Dopo

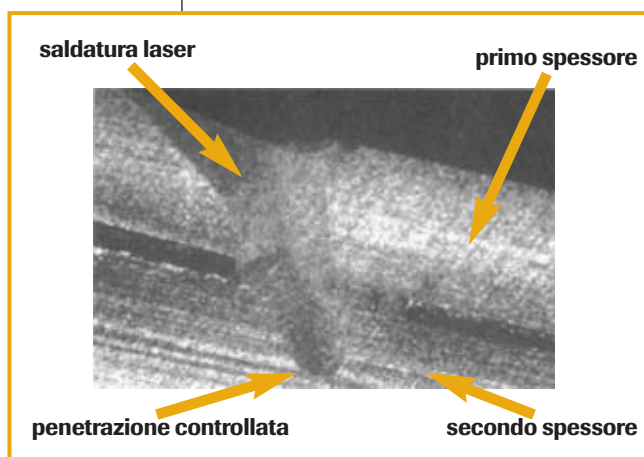


Figura 2. Un punto di saldatura laser.

Figura 3. Confronto tra tempi a parità di sezione resistente.

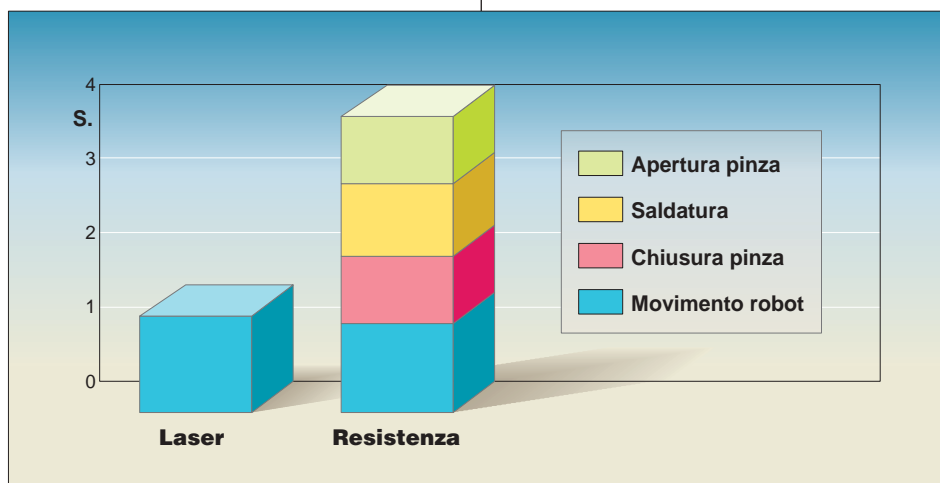


Figura 4. Confronto tra laser e resistenza: tempo totale di lavorazione.

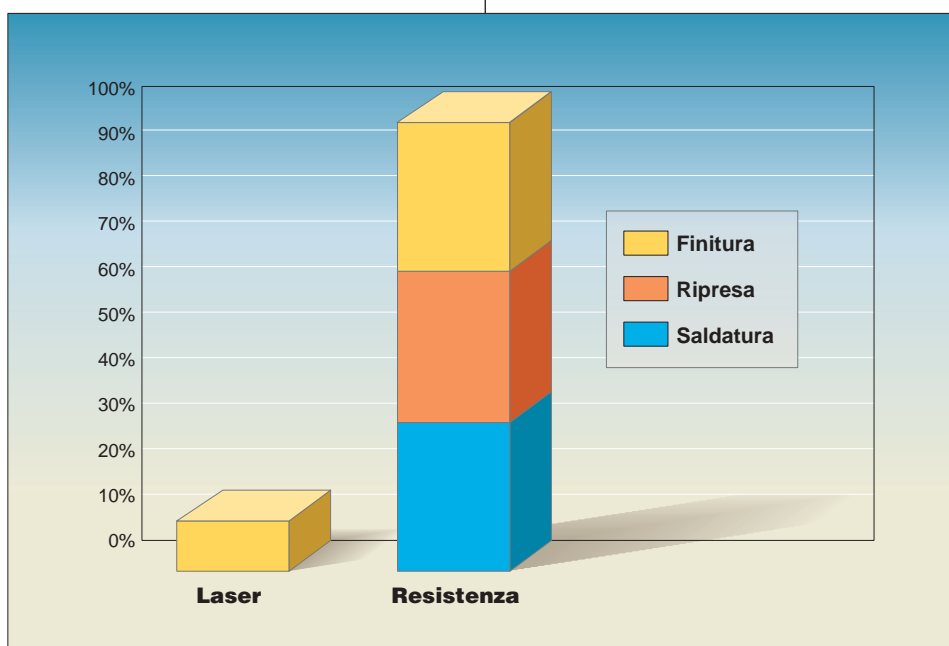
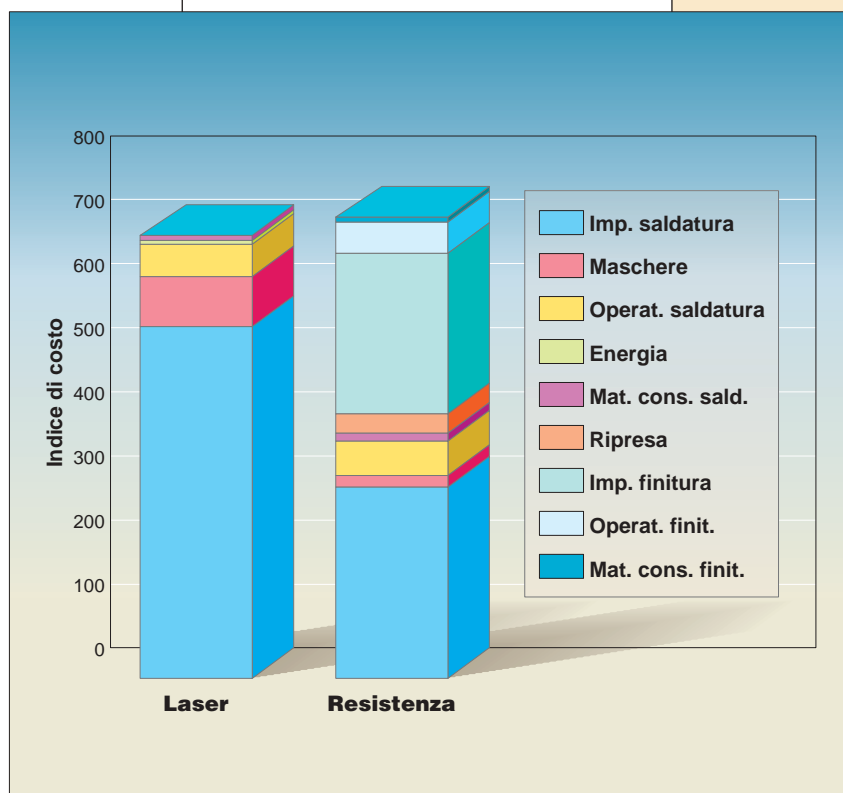


Figura 5. Confronto tra laser e resistenza: costi d'investimento ed esercizio.

aver eseguito la saldatura delle parti, nel caso del sistema a resistenza, è necessario eseguire le operazioni di finitura della superficie in vista e quindi fare una ripresa del pezzo su un'altra macchina. Il grafico di figura 4 evidenzia il tempo totale di attraversamento del prodotto in lavorazione. Le operazioni indicate nel grafico di figura 5 sono rappresentabili anche dal punto di vista dei costi e degli ammortamenti necessari. Si evidenzia che il costo di una saldatura estetica è equivalente al costo della saldatura a resistenza e di quanto necessario per renderla estetica: ripresa, impianto di finitura, operatore, materiali di



consumo, ecc., ma il tempo di produzione è del 90% inferiore.

ESEMPIO DI IMPIANTO DI SALDATURA ESTETICA

Per esemplificare la composizione di un impianto laser di saldatura estetica riportiamo un prodotto proposto da Ravasi Laser Systems (www.ravasilaser.it). Flexicell è una cella modulare per la saldatura, taglio e trattamento termico che permette di realizzare sistemi produttivi aderenti alle necessità utilizzando esclusivamente moduli standard. La configurazione base è costituita da robot, laser, cabina; le estensioni riguardano le maschere, il sistema di alimentazione della parte da saldare, la disposizione del robot (appeso



saldatura in meno di 4 s. Flexicell Rot dispone di un doppio tornio con cambio stazione con carico da 250 kg a 750 e una luce tra le punte di 2500 mm. Flexicell Multi è una ampia cabina fino a tre aree di lavoro asservite da una slitta a controllo numerico che

Figura 6. Flexicell di Ravasi Laser Systems è una cella laser modulare per saldatura, taglio e trattamento termico.

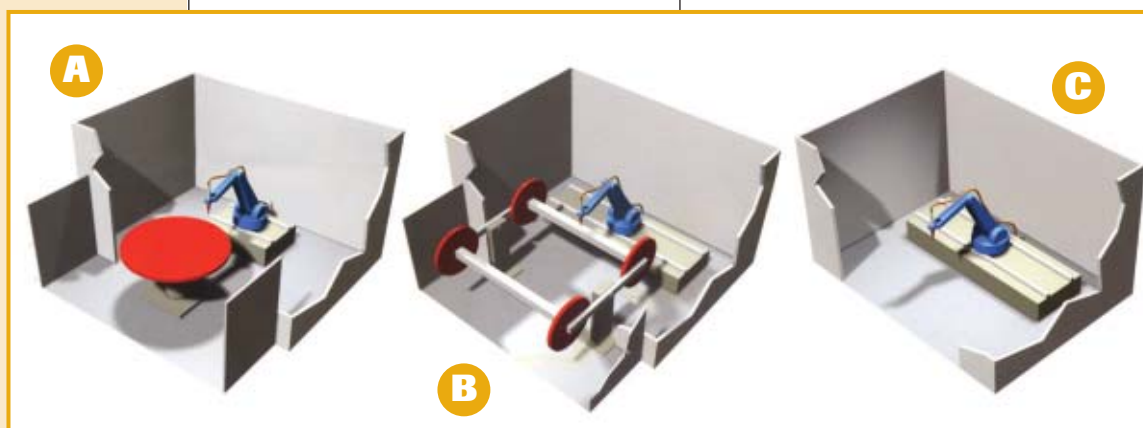


Figura 7. Le diverse configurazioni di Flexicell. **A)** Flexicell Standard, con tavola rotante e cambio stazione; **B)** Flexicell Rot, con cambio stazione rotante e doppio tornio; **C)** Flexicell Multi, con slitta e multistazione.

o a terra), la possibilità di spostare il robot per asservire varie aree di lavoro come nella Flexicell Multi. Sicurezza sul lavoro ed efficienza produttiva sono i limiti opposti da prendere in considerazione per la progettazione di un impianto laser: la sicurezza degli impianti con laser Nd:YAG è un fattore fondamentale per cui la cabina di protezione deve essere progettata accuratamente, e Flexicell ne è un esempio. Ma la necessità industriale è di produrre e di ridurre al massimo i tempi morti pur lavorando in totale sicurezza. Per questo Flexicell è configurabile con una serie di accessori per ottimizzare il tempo di entrata/uscita della parti dalla cabina in Classe 1. Flexicell Standard dispone di una tavola rotante su cui montare le maschere e le parti da lavorare per caricare/scaricare l'area protetta di

sposta il robot. Le tre aree di lavoro sono indipendenti, per cui è possibile attrezzare più lavorazioni mentre si sta saldando in una delle tre.

CONCLUSIONI

La saldatura laser riduce i costi di produzione di un particolare estetico in acciaio inossidabile e migliora la qualità del prodotto. La riduzione del tempo di attraversamento in produzione permette di migliorare il lay-out aziendale, la logistica e la capacità di mantenere un livello qualitativo migliore. L'affidabilità del laser, inoltre, permette di gestire la saldatura in modo meno dipendente dalle capacità dell'operatore e quindi standardizzare il risultato finale.

Fabrizio Ravasi è amministratore di Ravasi Laser Systems.