



Relazione di prova No 2025-002402

Traduzione

Oggetto

**Verifica di un impianto di saldatura laser portatile presso
LWB WeldTech AG
IPG Laser
LightWELD Handheld Laser Welding System
Modello n. SYSHHW000000001G
S/N: LWHH42412111
Classe laser dichiarata: 4
Potenza dichiarata: 1500 W
Lunghezza d'onda: 1070 nm**

Mandato

Misurazione della radiazione ottica riflessa su diversi materiali di un impianto di saldatura laser portatile e misurazione secondo la norma IEC 60825-1:2014.

Richiedente

Suva
Sicurezza sul lavoro e protezione della salute
Rösslimattstrasse 39
6005 Lucerna

Riferibilità

I valori di misura qui riportati sono riferibili ai campioni nazionali e quindi alle realizzazioni delle unità SI riconosciute a livello internazionale.

Data di prova

5 marzo 2025

3003 Berna-Wabern, 15 luglio 2025

Per la prova

Fabio Rinderer, esperto tecnico

Rilascio da

Dott. Florian Stuker, dirigente di laboratorio

1. Estensione di prova

Un operatore utilizza un impianto di saldatura laser portatile con parametri reali per vari lavori di saldatura sui più svariati materiali. Viene misurata di volta in volta la radiazione ottica riflessa in diverse geometrie.

2. Metodo di prova

Per la verifica viene utilizzato un sistema di misurazione (Metas n. 10600) costituito da un fotodiodo InGaAs e dalla corrispondente sensibilità nell'intervallo spettrale dell'infrarosso. Per valutare il rischio per l'occhio si utilizza una sfera di Ulbricht con un'apertura d'ingresso di 7 mm. Un amplificatore a transimpedenza ad alta velocità serve ad amplificare il segnale. I dati sono registrati tramite un trasformatore di tensione con una frequenza di campionamento di 2 MHz. Le misurazioni sono effettuate a campione durante i vari processi di saldatura. La calibrazione consente di assegnare la tensione misurata a una potenza ottica irradiata nell'apertura di 7 mm.

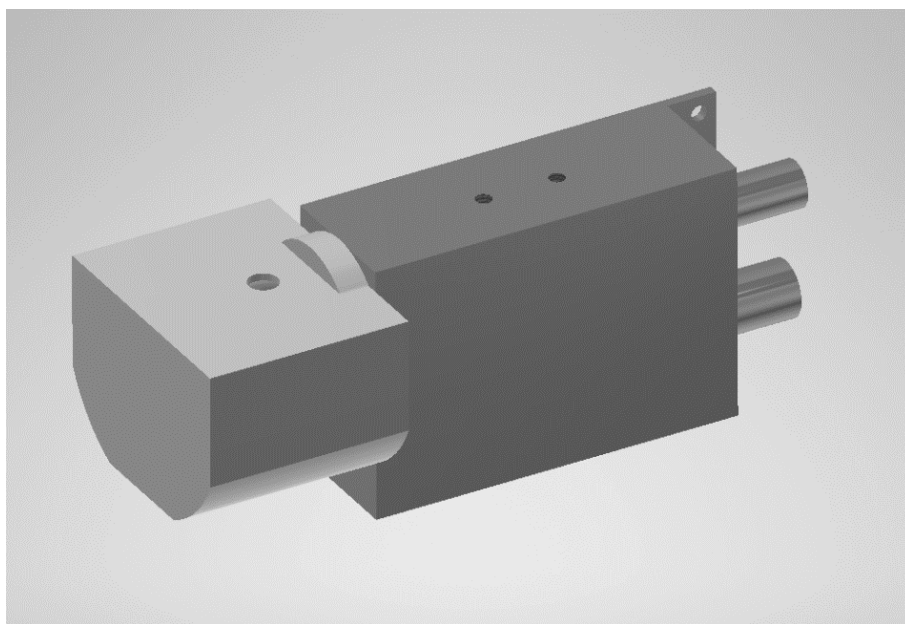
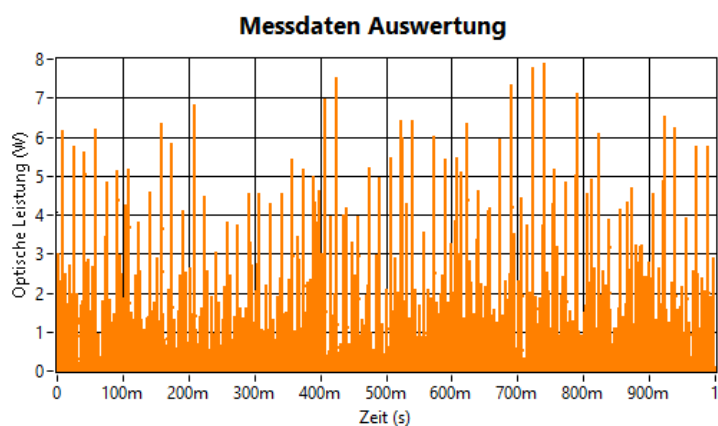


Figura 1: schema del sistema di misurazione con la sfera di Ulbricht e l'apertura di 7 mm (in grigio chiaro) e l'amplificatore di transimpedenza con fotodiodo InGaAs integrato (in grigio scuro).

Relazione di prova No 2025-002402

Di seguito sono visualizzate le valutazioni di un processo di lavorazione. A seconda del valore di misurazione cercato, è necessario considerare diverse aree della valutazione.

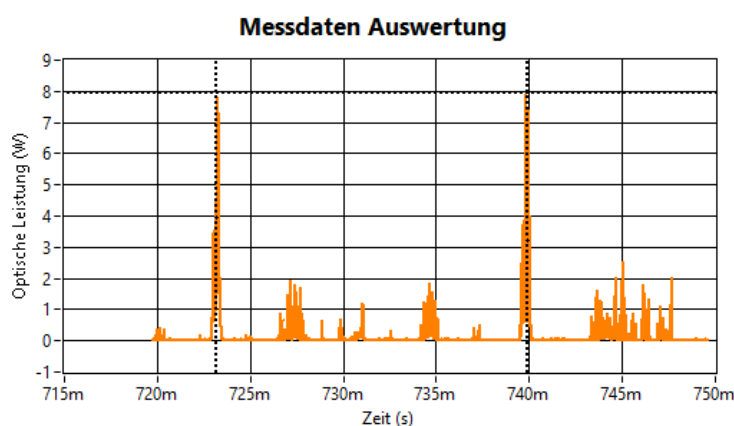


Visualizzazione completa

Visualizzazione temporale:

1 s

Si vede il ripetersi di picchi di impulsi. Sono riconoscibili i picchi di potenza ricorrenti durante il processo.

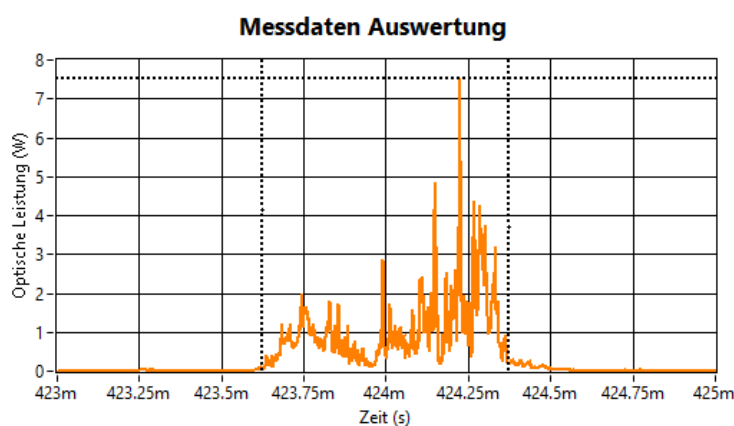


Periodo

Visualizzazione temporale:

30 ms

Si riconoscono i singoli picchi degli impulsi ripetitivi. La durata tra i singoli impulsi è di 16,7 ms.

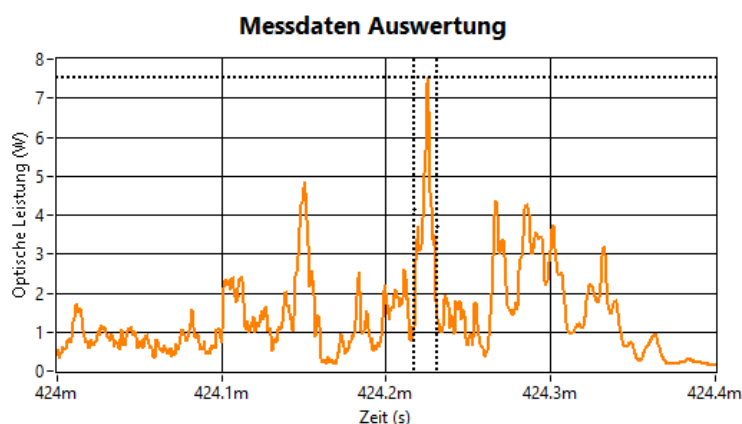


Sequenza di impulsi

Visualizzazione temporale:

2 ms

È visibile una singola forma d'impulso. La durata dell'intero impulso è di 750 μ s.



Impulso singolo

Visualizzazione temporale

400 μ s

È visibile un singolo picco di impulsi. L'ampiezza dell'impulso in questa valutazione è di 14 μ s.

La sequenza di impulsi misurata in un processo di saldatura della rispettiva geometria di misurazione e dei materiali viene analizzata mediante un software. L'analisi è valutata in base alla norma *Sicurezza dei prodotti laser – Parte 1: Classificazione degli apparecchi e requisiti CEI 60825-1:2014*.

Il calcolo dei valori per l'occhio si riferisce alla distanza di valutazione di 100 mm richiesta dalla norma e a un diaframma di misurazione con un diametro di 7 mm per la valutazione del rischio per l'occhio.

Il calcolo dei valori per la cute si riferisce alla distanza di valutazione di 100 mm e a un diaframma di misurazione per la cute conforme alla norma con un diametro di 3,5 mm. La valutazione della cute utilizza un diametro del fascio ridotto. La durata dell'impulso da considerare per la valutazione della cute si basa su 10 s a causa del processo di lavorazione. I valori di irradiazione misurati per la durata di 1 s sono ipotizzati come equivalenti per 10 s.

Il fattore di correzione C_5 (valutazione per l'occhio) è definito in base alle regole di classificazione della norma (cap. 4.3f): come base temporale si utilizza $T = 30\,000$ s (la lavorazione mediante saldatrici laser portatili comporta un'attività visiva). Con un intervallo di impulsi regolare di 25 ms, C_5 raggiunge il minimo di 0,4 dopo una durata di 625 s (numero di impulsi = 25 000). Per valutare il rischio per l'occhio viene utilizzato il fattore di correzione $C_5 = 0,4$.

Viene utilizzato il fattore di correzione $C_6 = 1$ ipotizzando che il processo di lavorazione abbia luogo nel punto focale del laser. Ciò corrisponde a un angolo di osservazione ridotto, che in questo caso si presume essere lo «scenario peggiore».

Tutte le misurazioni si basano sulla riflessione e non sul fascio ottico diretto. Si ipotizzano riflessioni miste (componenti diffuse e dirette).

Nell'analisi degli impulsi viene scelto lo «scenario peggiore» per la valutazione, utilizzando quindi l'impulso con il rischio potenzialmente più elevato.

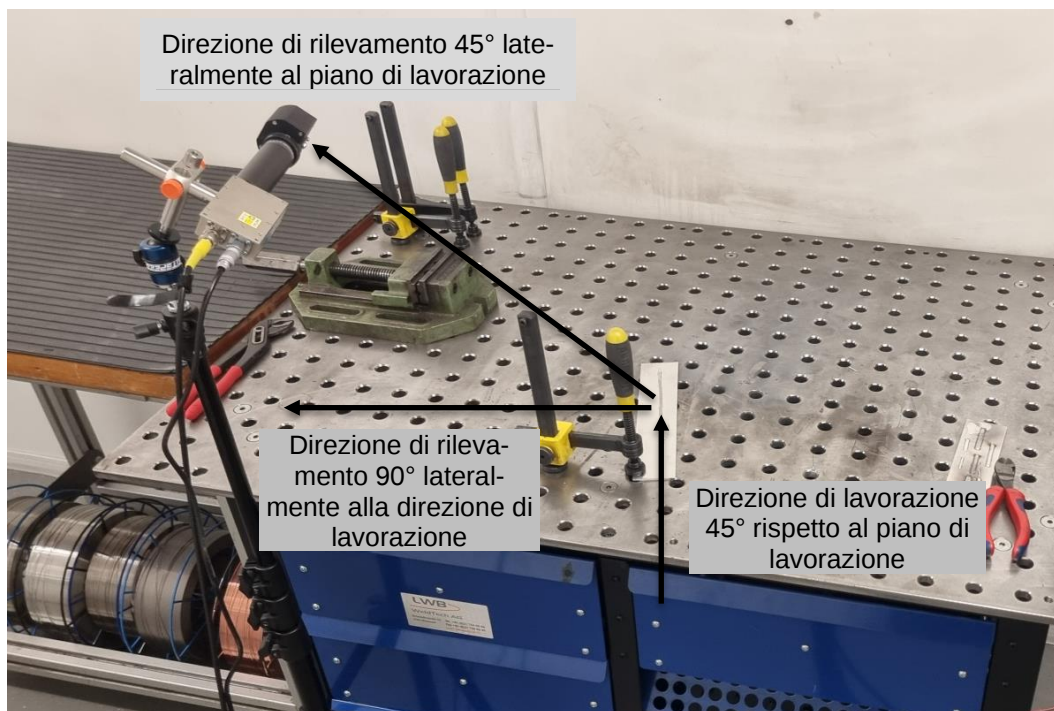


Figura 2: struttura dell'esame 4.1.1, saldatura di testa, 1000 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° lateralmente alla direzione di lavorazione

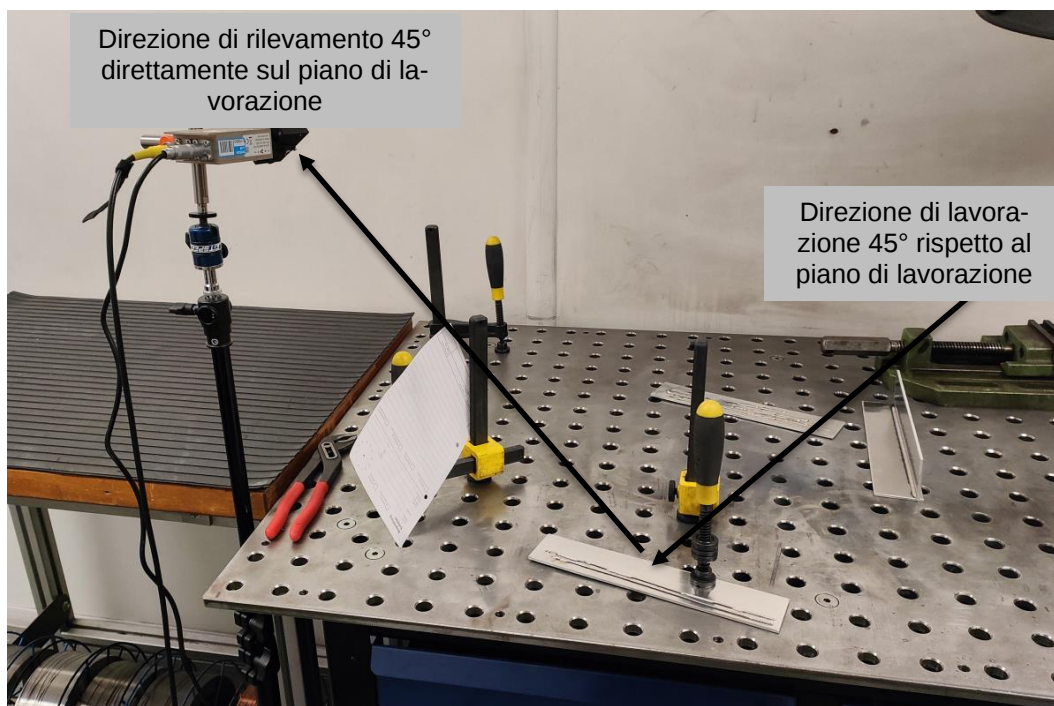


Figura 3: struttura dell'esame 4.1.6, saldatura di testa, 500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 45° direttamente sul piano di lavorazione

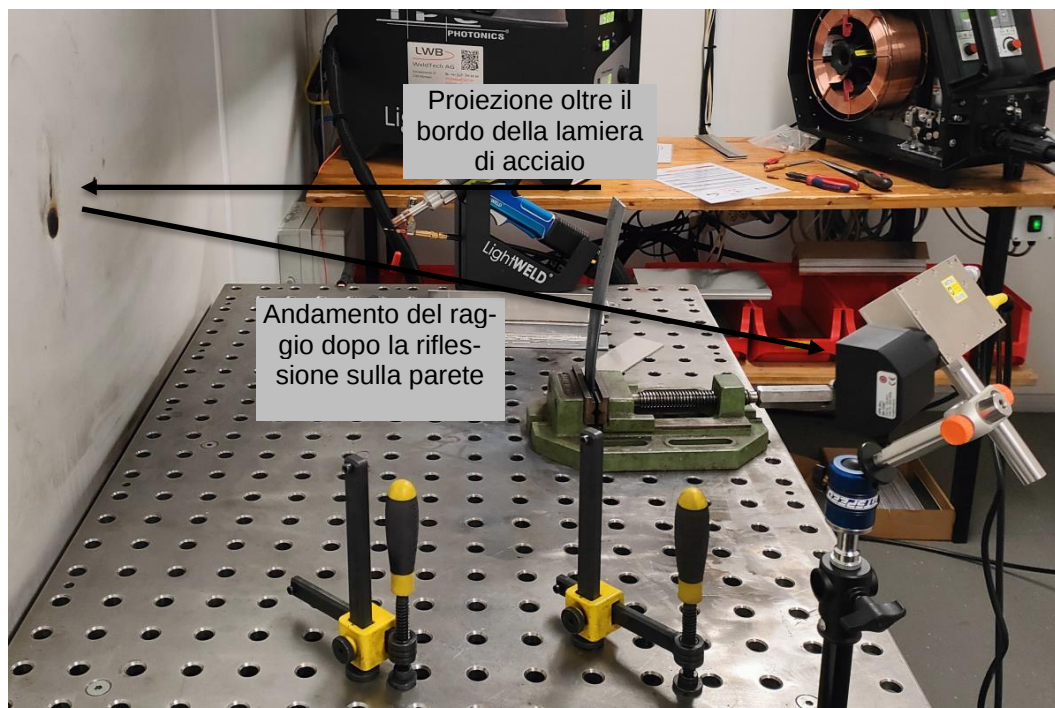


Figura 4: struttura dell'esame 4.5.1, riflessione sulla parete di plastica della cabina di saldatura, proiezione oltre il bordo sopra una lamiera di acciaio da costruzione S355J2, 1500 W

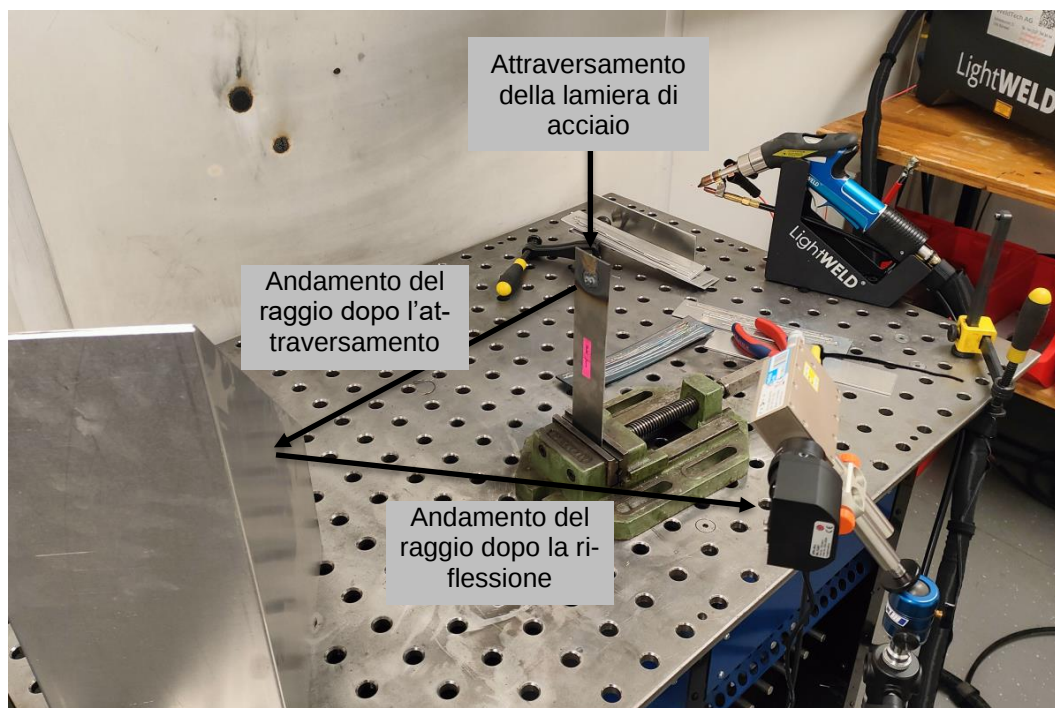


Figura 5: struttura dell'esame 4.5.3, riflessione sulla lamiera di acciaio da costruzione S355J2, attraversamento di una lamiera di acciaio da costruzione S355J2, 1500 W

Relazione di prova No 2025-002402

3. Condizioni di prova

La temperatura ambiente è di $(23.0 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$.

4. Risultati di prova

Per accertare il potenziale di rischio viene valutato il rischio di volta in volta maggiore, che dipende dal tipo di valutazione:

- Per valutare il rischio di danni oculari sono rilevanti i picchi di potenza.
- Per valutare il rischio cutaneo, sono rilevanti le potenze medie.

4.1 Lamiera in alluminio AlMg5-3.3555 con filo d'apporto di 1,2 mm di diametro, gas protettivo Argon

4.1.1 Saldatura di testa, 1000 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° al piano di lavorazione (M2)

Potenza max. $P_{\max} / \text{W}$	Durata dell'impulso $t_P / \mu\text{s}$	Superamento dei valori EMP, fattore reEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD $d_{\text{NOHD}} / \text{m}$
7,8	103,2	560	2,7	7,9

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media $P_{\text{cute}} / \text{W}$	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattore fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, $d_{\text{cute}} / \text{m}$
0,17	10	1,8	0,3

Valutazione del rischio cutaneo

4.1.2 Saldatura di testa, 1500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° al piano di lavorazione (M3)

Potenza max. $P_{\max} / \text{W}$	Durata dell'impulso $t_P / \mu\text{s}$	Superamento dei valori EMP, fattore reEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD $d_{\text{NOHD}} / \text{m}$
13,1	91,7	913	3,0	10,2

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media $P_{\text{cute}} / \text{W}$	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattore fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, $d_{\text{cute}} / \text{m}$
0,23	10	2,5	0,5

Valutazione del rischio cutaneo

Relazione di prova No 2025-002402

4.1.3 Saldatura di testa, 500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° rispetto al piano di lavorazione (M5)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
30,0	27,8	1513	3,2	13,3

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,07	10	0,7	< 0,1

Valutazione del rischio cutaneo

4.1.4 Saldatura d'angolo, 1200 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° rispetto al piano di lavorazione (M7)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
11,2	160,6	900	3,0	10,2

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,30	10	3,2	0,7

Valutazione del rischio cutaneo

4.1.5 Saldatura di testa, 1000 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione di- rettamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M9)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
11,7	110,1	860	2,9	9,9

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,15	10	1,6	0,3

Valutazione del rischio cutaneo

Relazione di prova No 2025-002402

4.1.6 Saldatura di testa, 500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione direttamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M10)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
176	660,8	20 175	4,3	49,4

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
2,09	10	22	2,7

Valutazione del rischio cutaneo

4.2 Lamiera di cromo-nichel-acciaio con filo d'apporto di 1 mm di diametro, gas protettivo CO

4.2.1 Saldatura di testa, 850 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione direttamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M13)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
2,7	55,1	167	2,2	4,2

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,05	10	0,5	< 0,1

Valutazione del rischio cutaneo

4.2.2 Saldatura di testa, 500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione direttamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M14)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
9,5	110,1	698	2,8	8,9

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,07	10	0,7	< 0,1

Valutazione del rischio cutaneo

4.2.3 Saldatura di testa, 1500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione direttamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M15)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
3,9	275,2	363	2,6	6,3

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, d_{cute} / m
0,09	10	1,0	0,1

Valutazione del rischio cutaneo

4.3 Lamiera di rame CW024A o CW008A con filo d'apporto di 1 mm di diametro, gas protettivo Argon

4.3.1 Saldatura di testa, 500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° rispetto al piano di lavorazione (M16)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
22,8	69,6	1490	3,2	13,2

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, d_{cute} / m
0,10	10	1,1	0,1

Valutazione del rischio cutaneo

4.3.2 Saldatura di testa, 1500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° rispetto al piano di lavorazione (M17)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- reEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
13,6	111,4	995	3,0	10,7

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, d_{cute} / m
0,25	10	2,6	0,5

Valutazione del rischio cutaneo

Relazione di prova No 2025-002402

4.4 Lamiera di acciaio da costruzione S355J2 con filo d'apporto di 1 mm di diametro, gas protettivo CO

4.4.1 Saldatura di testa, 500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° rispetto al piano di lavorazione (M18)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
3,0	73,4	197	2,3	4,6

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, d_{cute} / m
0,06	10	0,6	< 0,1

Valutazione del rischio cutaneo

4.4.2 Saldatura di testa, 1000 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° rispetto al piano di lavorazione (M19)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
3,8	114,7	278	2,4	5,5

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, d_{cute} / m
0,09	10	0,9	0,1

Valutazione del rischio cutaneo

4.4.3 Saldatura di testa, 1500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento 90° lateralmente alla direzione di lavorazione e 45° rispetto al piano di lavorazione (M20)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Densità ottica richiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
2,3	91,7	162	2,2	4,1

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei valori EMP, fattoreEMP	Distanza di rischio cutaneo, d_{cute} / m
0,07	10	0,8	< 0,1

Valutazione del rischio cutaneo

Relazione di prova No 2025-002402

4.4.4 Saldatura di testa, 1500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione direttamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M21)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- re EMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
4,7	114,7	345	2,5	6,2

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattore EMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,14	10	1,5	0,2

Valutazione del rischio cutaneo

4.4.5 Saldatura di testa, 1000 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione direttamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M22)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- re EMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
8,4	114,7	620	2,8	8,4

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattore EMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,11	10	1,2	0,2

Valutazione del rischio cutaneo

4.4.6 Saldatura di testa, 500 W, oscillazione (0,0), direzione di rilevamento riflessione direttamente a 45° rispetto al campione di lavorazione (M24)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- re EMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
6,7	91,7	468	2,7	7,2

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattore EMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,12	10	1,3	0,2

Valutazione del rischio cutaneo

4.5 Setting speciali

4.5.1 Riflessione sulla parete di plastica della cabina di saldatura, proiezione oltre il bordo sopra una lamiera di acciaio da costruzione S355J2, 1500 W (M25)

Osservazione: a causa della struttura della prova, non è chiaro quale potenza ottica colpisca la superficie da testare durante la lavorazione del materiale.

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- re EMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
4,9	137,3	378	2,6	6,5

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattore EMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,25	10	2,7	0,5

Valutazione del rischio cutaneo

4.5.2 Riflessione della lamiera di acciaio da costruzione S355J2, attraversamento di una lamiera di acciaio da costruzione S355J2, 1500 W (M26)

Osservazione: a causa della struttura della prova, non è chiaro quale potenza ottica colpisca la superficie da testare durante la lavorazione del materiale.

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- re EMP	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
4,4	164,8	355	2,5	6,2

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattore EMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
0,18	10	1,9	0,4

Valutazione del rischio cutaneo

Relazione di prova No 2025-002402

4.5.3 Riflessione di una lamiera di acciaio da costruzione S355J2, proiezione libera 1500 W, oscillazione (0,0) (M29)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- re_{EMP}	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
12,5	275	1150	3,1	11,5

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattore EMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
1,28	10	14	2,0

Valutazione del rischio cutaneo

4.5.4 Riflessione retro della piastrella di ceramica, ponticellata e saldata sul filo, 1500 W, oscillazione (0,0), filo di apporto da 1 mm (M32)

Potenza max. $P_{\max} / W$	Durata dell'impulso $t_P / \mu s$	Superamento dei valori EMP, fatto- re_{EMP}	Densità ottica ri- chiesta, DO	NOHD d_{NOHD} / m
9,9	27,5	205	2,3	4,7

Valutazione del rischio di danni oculari

Potenza media P_{cute} / W	Durata dell'impulso t_P / s	Superamento dei va- lori EMP, fattore EMP	Distanza di rischio cu- taneo, d_{cute} / m
1,11	10	11,8	1,7

Valutazione del rischio cutaneo

5. Valutazione del rischio

Le attrezzature laser della classe 4 sono apparecchi normalmente pericolosi se l'occhio è esposto a un fascio laser diretto, compresa l'irradiazione accidentale. Secondo la norma sui laser, la radiazione laser è pericolosa per l'occhio non protetto entro la distanza di sicurezza (NOHD). Il valore limite per la cute è superato entro la «distanza di rischio cutaneo».

In generale, la cute può sopportare irradiazioni molto più elevate dovute all'energia della radiazione laser rispetto all'occhio.

Una zona di pericolo dei laser è l'area nella quale l'esposizione dell'occhio e/o della cute supera i livelli di esposizione massima permessa (EMP). Per evitare dubbi, è opportuno indicare anche se la zona di pericolo è determinata in base ai valori EMP per l'occhio e/o la cute. Nella zona di pericolo dei laser è necessario indossare un adeguato dispositivo di protezione individuale per non mettere a rischio gli occhi e/o la cute.

6. Incertezza di misura

Prestazione ottica $U = 0,08 \cdot P_{\max}$

Durata dell'impulso $U = 0,01 \cdot t_P$

EMP $U = 0,10 \cdot EMP$

OD $U = 0,2$

NOHD $U = 0,25 \cdot d_{\text{NOHD}}$

Distanza di rischio cutaneo $U = 0,25 \cdot d_{\text{cute}}$

Il valore di misura indicato (y) e l'incertezza corrispondente (U) rappresentano l'intervallo ($y \pm U$) che contiene il valore della grandezza misurata con una probabilità di almeno 95 %.

L'incertezza di misura comprende elementi d'incertezza dovuti al campione di misura utilizzato, al procedimento di taratura, alle condizioni ambientali e all'oggetto in taratura. La stabilità a lungo termine dell'oggetto in taratura non è presa in considerazione.