

# Valutazione e prevenzione del rischio ROA nelle attività di saldatura

Iole Pinto, Andrea Bogi, Nicola Stacchini  
Azienda U.S.L. Toscana Sud Est - Laboratorio Agenti Fisici

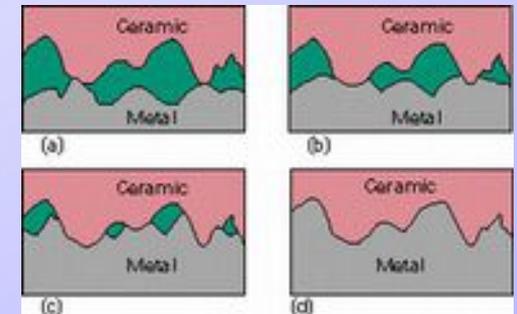
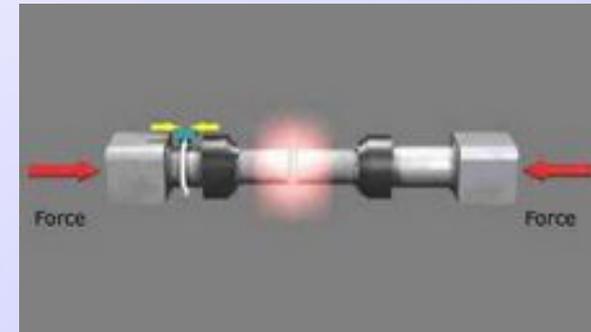
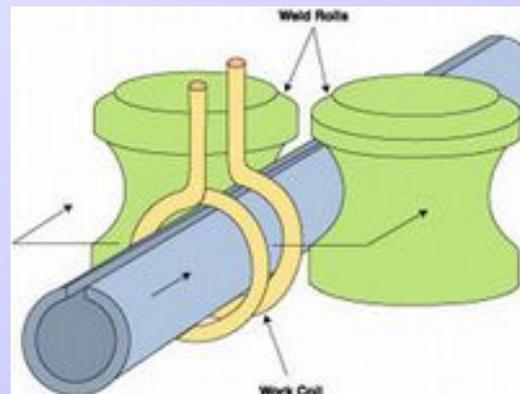
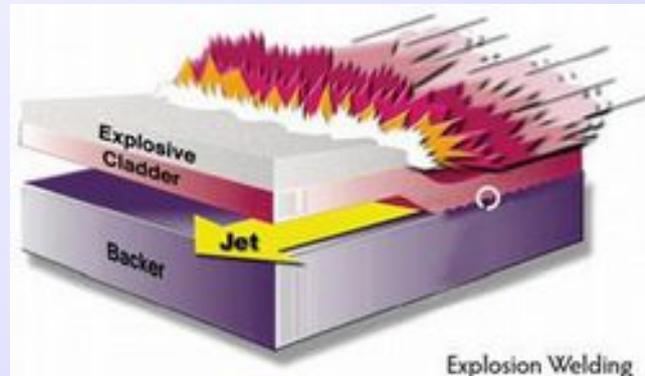


[www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)

# I processi di saldatura...

## Saldatura a...

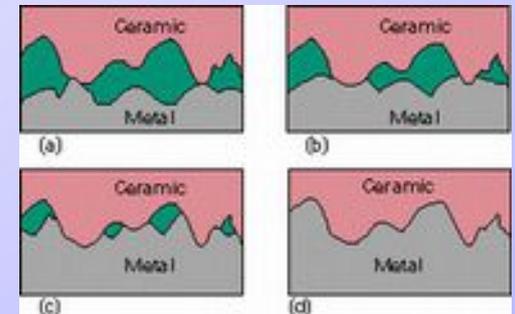
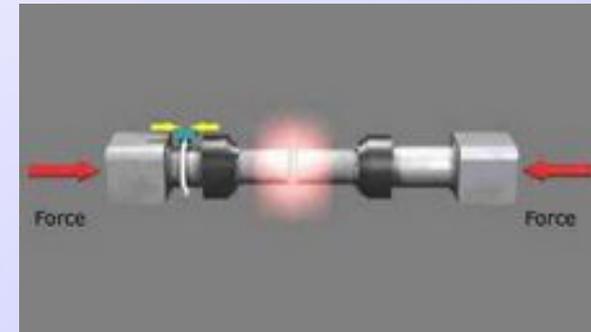
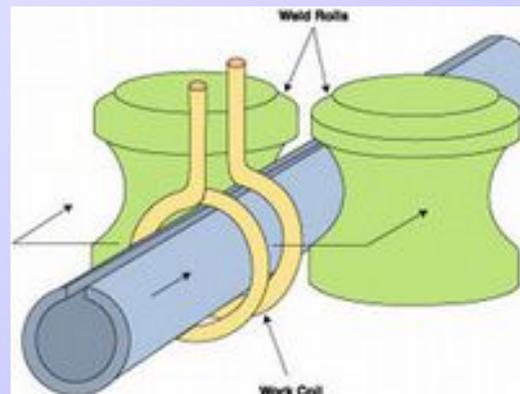
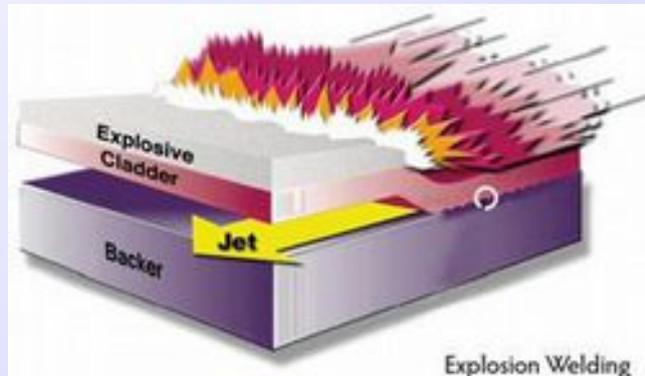
- A gas
- Ad arco
- Al plasma
- A pressione
  - Resistenza
  - Attrito
  - Alta frequenza
  - Esplosione
  - Magnetica
  - diffusione
- Fascio elettronico
- ...



# I processi di saldatura...

## Saldatura a...

- A gas
- Ad arco
- Al plasma
- A pressione
  - Resistenza
  - Attrito
  - Alta frequenza
  - Esplosione
  - Magnetica
  - diffusione
- Fascio elettronico
- ...



# I processi di saldatura...

## Saldatura a...

- A gas
- Ad arco
- Al plasma
- A pressione
  - Resistenza
  - Attrito
  - Alta frequenza
  - Esplosione
  - Magnetica
  - diffusione
- Fascio elettronico
- ...



Saldature ad arco, taglio ad arco e plasma (UNI EN 169)

- Elettrodi rivestiti
- MIG su metalli pesanti
- MIG su leghe leggere
- TIG
- MAG
- Taglio aria-arco
- Tagli al plasma a getto
- Saldatura ad arco al microplasma



# Saldatura elettrica ed a gas

## Arco elettrico

- Saldatura metalli, leghe
- Esposizione elevata ad UV e visibile
- Organi a rischio: occhi e cute
- Spettri difficilmente acquisibili con spettroradiometri da campo, meglio radiometri?
- Fonte rilevante di **campi elettromagnetici**

## Saldatura a gas

- Saldatura metalli, dielettrici
- Normalmente esposizione a visibile inferiore ai limiti
- Esposizione ad UV da valutare in base alle mansioni
- Organi a rischio: occhi
- Spettri facilmente acquisibili con spettroradiometri da campo

# Processo di saldatura ad arco

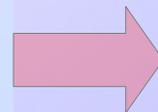


Saldatura automatizzata



Sorgenti multiple

La distanza di rispetto dei limiti può essere anche di molte decine di metri



La postazione di saldatura quando possibile deve essere delimitata da pannelli opachi

# Emissioni molto elevate

**Marca: ESAB**

**Modello: MIG 5000i**

**Tipologia: Saldatrici ad arco**



TIPO DI MISURA: DIRETTA COMPARTO: Carpenteria metallica LAMPADE ORIGINALI: Yes  
GEOMETRIA MISURA: posizione generica 150 cm

DISTANZA DI  
SICUREZZA

**27000**

cm

Referente:

AUSL 7 Siena - Laboratorio Agenti Fisici Andrea Bogi ([a.bogi@usl7.toscana.it](mailto:a.bogi@usl7.toscana.it))

Rif.D.lgs 81/08	INTERVALLO DELLO SPETTRO	ORGANI BERSAGLIO	RISULTATO	Val.
a	$E_S$ (Ultravioletto)	Occhi e cute	Maggiore del VLE	$30.6 \text{ W/m}^2$
b	$E_{UVA}$ (Ultravioletto A)	Occhi	Maggiore del VLE	$19.6 \text{ W/m}^2$
c,d	$L_B$ (Luce blu, sorgente estesa)	Occhi	Non disponibile	
e,f	$E_B$ (Luce blu, sorgente piccola)	Occhi	Maggiore del VLE	$12 \text{ W/m}^2$

# Emissioni molto elevate

**Marca: MILLER**

**Modello: XMT 304 - TIG**

**Tipologia: Saldatrici ad arco**



**TIPO DI MISURA: DIRETTA COMPARTO: Carpenteria metallica LAMPADE ORIGINALI: Yes**  
**GEOMETRIA MISURA: posizione generica 150 cm**

**DISTANZA DI SICUREZZA**  
**4200 cm**

Referente:

AUSL 7 Siena - Laboratorio Agenti Fisici Andrea Bogi ([a.bogi@usl7.toscana.it](mailto:a.bogi@usl7.toscana.it))

Rif.D.lgs 81/08	INTERVALLO DELLO SPETTRO	ORGANI BERSAGLIO	RISULTATO	Val.
a	E <sub>S</sub> (Ultravioletto)	Occhi e cute	Maggiore del VLE	0,78 W/m <sup>2</sup> <small>0,78 W m<sup>-2</sup></small>
b	E <sub>UVA</sub> (Ultravioletto A)	Occhi	Maggiore del VLE	0,61 W/m <sup>2</sup> <small>0,61 W m<sup>-2</sup></small>
c,d	L <sub>B</sub> (Luce blu, sorgente estesa)	Occhi	Non applicabile	
e,f	E <sub>B</sub> (Luce blu, sorgente piccola)	Occhi	Maggiore del VLE	0,69 W/m <sup>2</sup> <small>0,69 W m<sup>-2</sup></small>

# Processo di saldatura ad arco

Il saldatore normalmente è protetto (normativa specifica)

NOTA BENE

Anche chi esegue la "puntatura"  
DEVE PROTEGGERSI GLI  
OCCHI



Si devono utilizzare caschi  
automatici

(nessuno è più veloce della luce!!!)



# Processo di saldatura ad arco

- Il saldatore normalmente è protetto (normativa specifica)
- Bisogna proteggere il suo collaboratore
- Bisogna proteggere chiunque sia obbligato a transitare o sostare all'interno della zona di superamento dei limiti di esposizione



# Saldature ad arco

## Prima regola: schermare le postazioni



Le schermature possono essere fatte con lamiera o materiali opachi e resistenti agli UV.

Si possono anche utilizzare schermi conformi alla ISO EN 25980 (o alla vecchia EN 1598)



# La classificazione delle schermature secondo ISO EN 25980

La radiazione ultravioletta è completamente abbattuta

- Trasmissione UV 210nm - 313nm <  $2 \times 10^{-5}$
- Trasmissione UV 313nm - 400nm <  $3 \times 10^{-2}$

La trasmissione nel visibile viene valutata attraverso il Fattore di Rischio (GF)

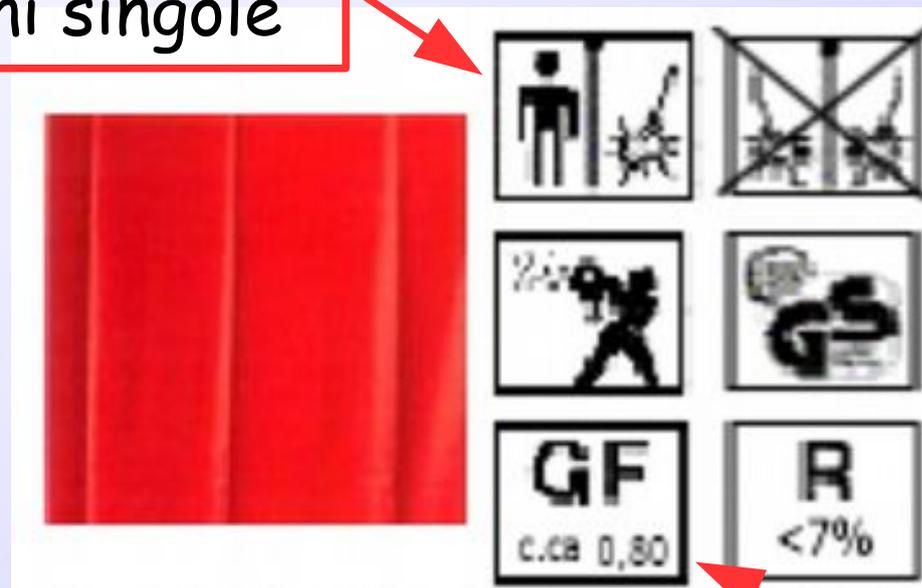
- GF < 1
- Trasmissione bassa □ GF basso
- Trasmissione alta □ GF alto

# Un esempio di schermature secondo ISO EN 25980

Il fattore GF si può scegliere in base alla disposizione delle postazioni di saldatura

Adatto per postazioni singole

Non adatto per postazioni adiacenti



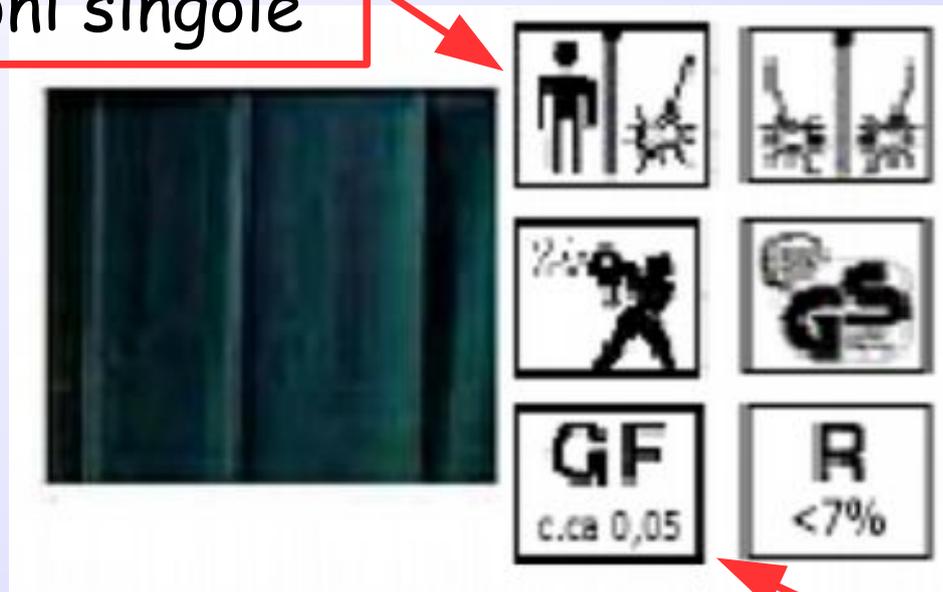
GF circa 0,8

# Un esempio di schermature secondo ISO EN 25980

Il fattore  $GF$  si può scegliere in base alla disposizione delle postazioni di saldatura

Adatto per  
postazioni singole

Adatto anche per  
postazioni adiacenti



$GF$  circa 0,05

# Per valutare l'esposizione dei non addetti alla saldatura: calcolatori sul PAF

## Ipotesi dei calcolatori

- La sorgente è puntiforme: questo è senz'altro vero se si trascurano le riflessioni sulle superfici presenti nelle vicinanze della postazione
- L'emissione è continua: si devono mediare le emissioni in fase di misura su un tempo di qualche secondo
- Si considerano come danni solo quelli per UV, UVA e luce blu: in pratica se si tiene sotto controllo il danno da luce blu, automaticamente si abbatte anche il danno termico retinico

# Il calcolatore già presente sul PAF

Dati in ingresso:

- Irradianza UV(S), UVA, Luce Blu
- Distanza scelta per il calcolo
- Distanza di misura
- Graduazione DPI oculari

## Calcolo Dispositivi di Protezione per saldature in funzione della distanza

UV (S) *	<input type="text" value="5.27"/>	W/m <sup>2</sup>	
UVA *	<input type="text" value="4.54"/>	W/m <sup>2</sup>	
Blu *	<input type="text" value="2.83"/>	W/m <sup>2</sup>	
Distanza di misura	<input type="text" value="1.5"/>	m	<a href="#">?</a>
Distanza scelta per calcolo	<input type="text" value="5"/>	m	<a href="#">?</a>

[GUIDA ALL'USO](#)

[MOSTRA UN ESEMPIO:  
GMAW\\_MIG \(200 A\)](#)

[EFFETTUA IL CALCOLO](#)

\* Valori Misurati irradianza efficace

Scegli la graduazione DPI  
per saldatura  
UNI EN 169

[?](#)

Scegli la graduazione DPI  
per ultravioletti  
UNI EN 170 (1992)

[?](#)

# Il calcolatore già presente sul PAF

Dati in ingresso:

- Irradianza UV(S), UVA, Luce Blu
- Distanza scelta per il calcolo
- Distanza di misura
- Graduazione DPI oculari

**Calcolo Dispositivi per saldature in funzione**

UV (S) *	<input type="text" value="5.27"/>	W/m <sup>2</sup>
UVA *	<input type="text" value="4.54"/>	W/m <sup>2</sup>
Blu *	<input type="text" value="2.83"/>	W/m <sup>2</sup>
Distanza di misura	<input type="text" value="1.5"/>	m
Distanza scelta per calcolo	<input type="text" value="5"/>	m

\* Valori Misurati irradianza efficace

Scegli la graduazione DPI per saldatura  
UNI EN 169

?

Scegli la graduazione DPI per ultravioletti  
UNI EN 170 (1992)

?

# Il calcolatore già presente sul PAF

Dati in ingresso:

- Irradianza UV(S), UVA, Luce Blu
- Distanza scelta per il calcolo
- Distanza di misura
- Graduazione DPI oculari

**Calcolo Dispositivi di Protezione per saldature in funzione della distanza**

UV (S) *	<input type="text" value="5.27"/>	
UVA *	<input type="text" value="4.54"/>	
Blu *	<input type="text" value="2.83"/>	W/m <sup>2</sup>
Distanza di misura	<input type="text" value="1.5"/>	m ?
Distanza scelta per calcolo	<input type="text" value="5"/>	m ?

**Distanza scelta per calcolo**  m

**EFFETTUA IL CALCOLO**

\* Valori Misurati irradianza efficace

Scegli la graduazione DPI per saldatura  
UNI EN 169  
 ?

Scegli la graduazione DPI per ultravioletti  
UNI EN 170 (1992)  
 ?

# Il calcolatore già presente sul PAF

Dati in ingresso:

- Irradianza UV(S), UVA, Luce Blu
- Distanza scelta per il calcolo
- Distanza di misura
- Graduazione DPI oculari

Calcolo Dispositivi di Protezione  
per saldature in funzione della distanza

Scegli la graduazione DPI  
per saldatura  
UNI EN 169

1.2 ▼



Scegli la graduazione DPI  
per ultravioletti  
UNI EN 170 (1992)

2 - 1,2 ▼



Distanza scelta  
per calcolo  m



\* Valori Misurati irradianza efficace

Scegli la graduazione DPI  
per saldatura  
UNI EN 169

1.2 ▼



Scegli la graduazione DPI  
per ultravioletti  
UNI EN 170 (1992)

2 - 1,2 ▼



# Il nuovo calcolatore in fase di test...

Dati in ingresso:

- Procedimento di saldatura
- Corrente di saldatura
- Distanza operatore da valutare
- Graduazione DPI oculari

## Calcolo Dispositivi di Protezione per saldature in funzione di tipologia e corrente di saldatura

Procedimento di saldatura  
Elettrodi rivestiti ▼

Corrente di saldatura  A

Distanza operatore  m ?

GUIDA ALL'USO  
!!! da fare

MOSTRA UN ESEMPIO

EFFETTUA IL CALCOLO

Scegli la graduazione DPI  
per saldatura  
UNI EN 169

?

Scegli la graduazione DPI  
per ultravioletti  
UNI EN 170 (2003)

?

# Il nuovo calcolatore in fase di test...

Dati in ingresso:

- Procedimento di saldatura
- Corrente di saldatura

✓ Elettrodi rivestiti  
MIG su metalli pesanti  
MIG su leghe leggere  
TIG  
MAG  
Taglio aria-arco  
Taglio al plasma a getto  
Saldatura ad arco al microplasma

Calcolo Dispos  
per saldature in funzione di

Procedimento di saldatura

Elettrodi rivestiti

Corrente di saldatura 150 A

Distanza operatore 3 m

MOSTRA UN ESEMPIO

Corrente di saldatura 150 A

Distanza operatore 3 m

Scegli la grad  
per sale  
UNI EN

1.2

# I risultati dei due calcolatori sono gli stessi:

Nelle colonne si leggono i valori delle irradianze calcolati nel punto scelto

Prima colonna:  
valori non attenuati

	non attenuati
UV (S) [W/m <sup>2</sup> ]	0.47
Percentuale VLE [%]	45532.79
Tempo max esposizione [sec]	63.25
UVA [W/m <sup>2</sup> ]	0.41
Percentuale VLE [%]	117.68
Tempo max esposizione [sec]	24473.81
Blu [W/m <sup>2</sup> ]	0.25
Percentuale VLE [%]	2547
Tempo max esposizione [sec]	392.62

# I risultati dei due calcolatori sono gli stessi:

Nelle colonne si leggono i valori delle irradianze calcolati nel punto scelto

Prima colonna:  
valori non attenuati

Seconda colonna:  
valori attenuati con  
filtro per saldatura

	non attenuati	UNI EN 169
UV (S) [W/m <sup>2</sup> ]	0.47	0
Percentuale VLE [%]	45532.79	0.137
Tempo max esposizione [sec]	63.25	> 8 ore
UVA [W/m <sup>2</sup> ]	0.41	0.29
Percentuale VLE [%]	117.68	82.37
Tempo max esposizione [sec]	24473.81	> 8 ore
Blu [W/m <sup>2</sup> ]	0.25	0.23
Percentuale VLE [%]	2547	2292
Tempo max esposizione [sec]	392.62	436.24

# I risultati dei due calcolatori sono gli stessi:

Nelle colonne si leggono i valori delle irradianze calcolati nel punto scelto

Prima colonna:  
valori non attenuati

Seconda colonna:  
valori attenuati con  
filtro per saldatura

Terza colonna:  
valori attenuati  
con filtro per UV

	non attenuati	UNI EN 169	UNI EN 170
UV (S) [W/m <sup>2</sup> ]	0.47	0	0
Percentuale VLE [%]	45532.79	0.137	0.137
Tempo max esposizione [sec]	63.25	> 8 ore	> 8 ore
UVA [W/m <sup>2</sup> ]	0.41	0.29	0.18
Percentuale VLE [%]	117.68	82.37	51.95
Tempo max esposizione [sec]	24473.81	> 8 ore	> 8 ore
Blu [W/m <sup>2</sup> ]	0.25	0.23	0.22
Percentuale VLE [%]	2547	2292	2241
Tempo max esposizione [sec]	392.62	436.24	446.16

# I risultati dei due calcolatori sono gli stessi:

Nelle colonne si leggono i valori delle irradianze calcolati nel punto scelto

Prima colonna:  
valori non attenuati

Seconda colonna:  
valori attenuati con  
filtro per saldatura

Terza colonna:  
valori attenuati  
con filtro per UV

Infine indicazione di  
protezione per la cute

	non attenuati	UNI EN 169	UNI EN 170
UV (S) [W/m <sup>2</sup> ]	0.47	0	0
Percentuale VLE [%]	45532.79	0.137	0.137
Tempo max esposizione [sec]	63.25	> 8 ore	> 8 ore
UVA [W/m <sup>2</sup> ]	0.41	0.29	0.18
Percentuale VLE [%]	117.68	82.37	51.95
Tempo max esposizione [sec]	24473.81	> 8 ore	> 8 ore
Blu [W/m <sup>2</sup> ]	0.25	0.23	0.22
Percentuale VLE [%]	2547	2292	2241
Tempo max esposizione [sec]	392.62	436.24	446.16

⚠ Per tempi di esposizione superiori a **63** secondi bisogna proteggere anche la pelle

# Processo di saldatura a gas

Fiamma utilizzata per saldare metalli leggeri, vetro

Caratterizzazione sorgente: distanza rilevatore circa 20 cm	E [W/m <sup>2</sup> ]	Sorgente: estesa
---	-----------------------	------------------

Dalla misura a 20cm la sorgente risulta non esente per esposizione a UV (occhi e pelle)



Valori rilevati		Valori Limite di esposizione in termini di Radianza o Irradianza costanti <small>[rif.Tab.1.1 All.XXXVII]</small>		Tempo esposizione e limite [sec]
E <sub>S</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	2.4x10 <sup>-3</sup>	E <sub>S</sub> <sup>I</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	30/t	12500
E <sub>UV-A</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	2x10 <sup>-3</sup>	E <sub>UV-A</sub> <sup>II</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	10 <sup>4</sup> /t	Esente
L <sub>B</sub> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	--	L <sub>B</sub> <sup>III</sup> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	10 <sup>6</sup> /t	Esente
L <sub>R</sub> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	--	L <sub>R</sub> <sup>V</sup> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	5*10 <sup>4</sup> / (α*t <sup>0.25</sup> )	Esente
L <sub>IR</sub> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	--	L <sub>IR</sub> <sup>VI</sup> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	6000/α	Esente
E <sub>IR</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	22	E <sub>IR</sub> <sup>II</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	18000/t <sup>0.75</sup>	22% VLE
E <sub>skin</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	22	E <sub>skin</sub> <sup>V</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	20000/t <sup>0.75</sup>	Esente

# Processo di saldatura a gas

Fiamma più intensa, utilizzata per scaldare il bronzo

Caratterizzazione sorgente: distanza rilevatore circa 20 cm

E [W/m<sup>2</sup>]

Sorgente: estesa



Anche in questo caso dalla misura a 20cm la sorgente non risulta esente per esposizione ad UV (occhi e pelle)

Valori rilevati		Valori Limite di esposizione in termini di Radianza o Irradianza costanti <small>[rif. Tab. I.1 All. XXXVII]</small>		Tempo esposizione e limite [sec]
E <sub>S</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	2.6xE <sup>-3</sup>	E <sub>S</sub> <sup>I</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	30/t	11600
E <sub>UV-A</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	2.8xE <sup>-3</sup>	E <sub>UV-A</sub> <sup>II</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	10 <sup>4</sup> /t	Esente
L <sub>B</sub> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	--	L <sub>B</sub> <sup>III</sup> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	10 <sup>6</sup> /t	Esente
L <sub>R</sub> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	--	L <sub>R</sub> <sup>V</sup> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	5*10 <sup>4</sup> / (α*t <sup>0.25</sup> )	Esente
L <sub>IR</sub> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	--	L <sub>IR</sub> <sup>VI</sup> [W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	6000/α	Esente
E <sub>IR</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	30	E <sub>IR</sub> <sup>II</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	18000/t <sup>0.7</sup> 5	30% VLE
E <sub>skin</sub> [W m <sup>-2</sup> ]	30	E <sub>skin</sub> <sup>V</sup> [W m <sup>-2</sup> ]	20000/t <sup>0.7</sup> 5	Esente



Arrivederci e Grazie

