

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

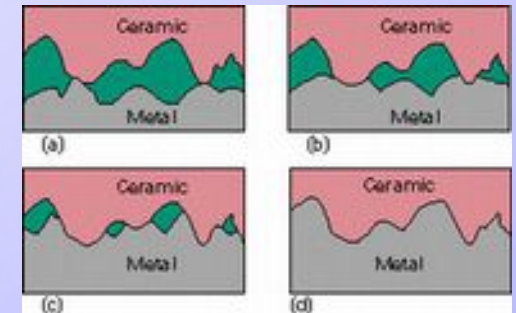
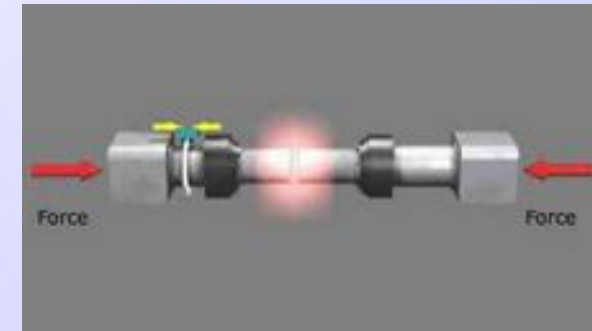
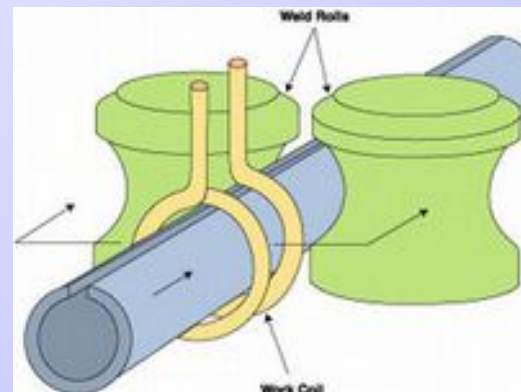
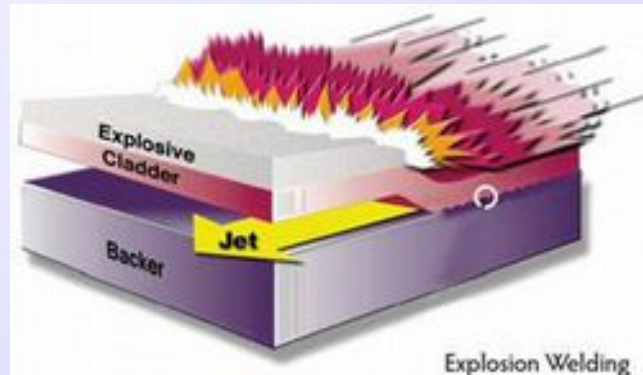


www.portaleagentifisici.it

I processi di saldatura...

Saldatura a...

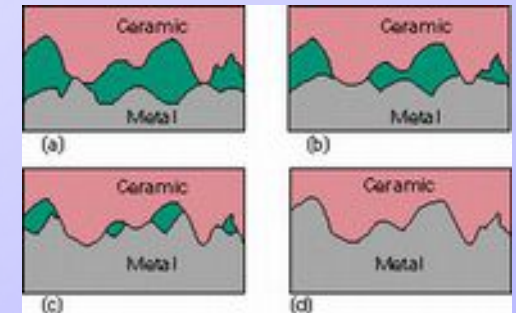
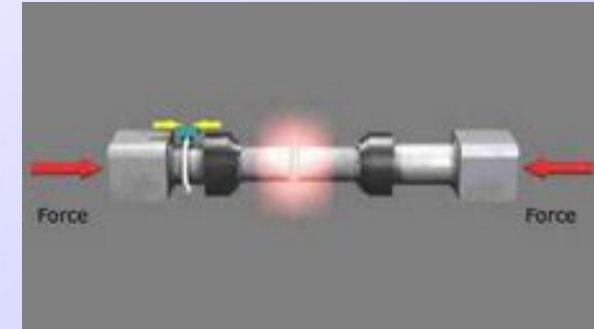
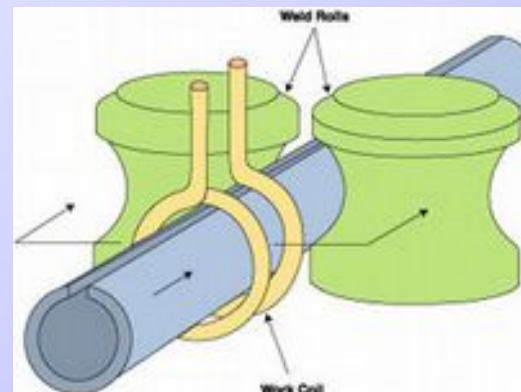
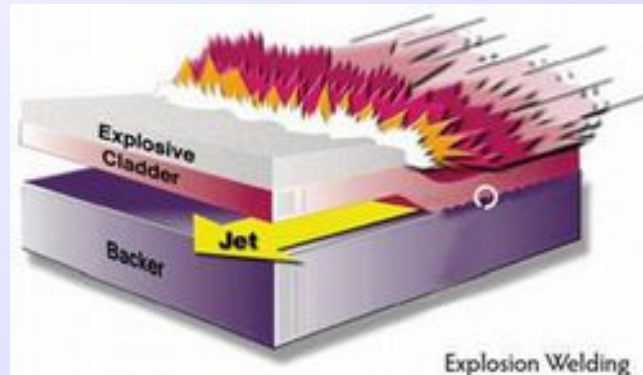
- A gas
- Ad arco
- Al plasma
- A pressione
 - Resistenza
 - Attrito
 - Alta frequenza
 - Esplosione
 - Magnetica
 - diffusione
- Fascio elettronico
- ...



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

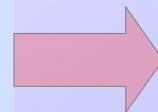


Saldatura automatizzata



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)

Rif.D.lgs 81/08	INTERVALLO DELLO SPETTRO	ORGANI BERSAGLIO	RISULTATO	Val.
a	E_S (Ultravioletto)	Occhi e cute	Maggiore del VLE	30.6 W/m^2
b	E_{UVA} (Ultravioletto A)	Occhi	Maggiore del VLE	19.6 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 W/m^2

Emissioni molto elevate

Marca: MILLER

Modello: XMT 304 - TIG

Tipologia: Saldatrici ad arco



DISTANZA DI SICUREZZA

4200 cm

TIPO DI MISURA: DIRETTA COMPARTO: Carpenteria metallica LAMPADE ORIGINALI: Yes
GEOMETRIA MISURA: posizione generica 150 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	0,78 W/m ² <small>0,78 W m⁻²</small>
b	E _{UVA} (Ultravioletto A)	Occhi	Maggiore del VLE	0,61 W/m ² <small>0,61 W m⁻²</small>
c,d	L _B (Luce blu, sorgente estesa)	Occhi	Non applicabile	
e,f	E _B (Luce blu, sorgente piccola)	Occhi	Maggiore del VLE	0,69 W/m ² <small>0,69 W m⁻²</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 < 2×10^{-5}
- Trasmissione UV 313nm - 400nm < 3×10^{-2}

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

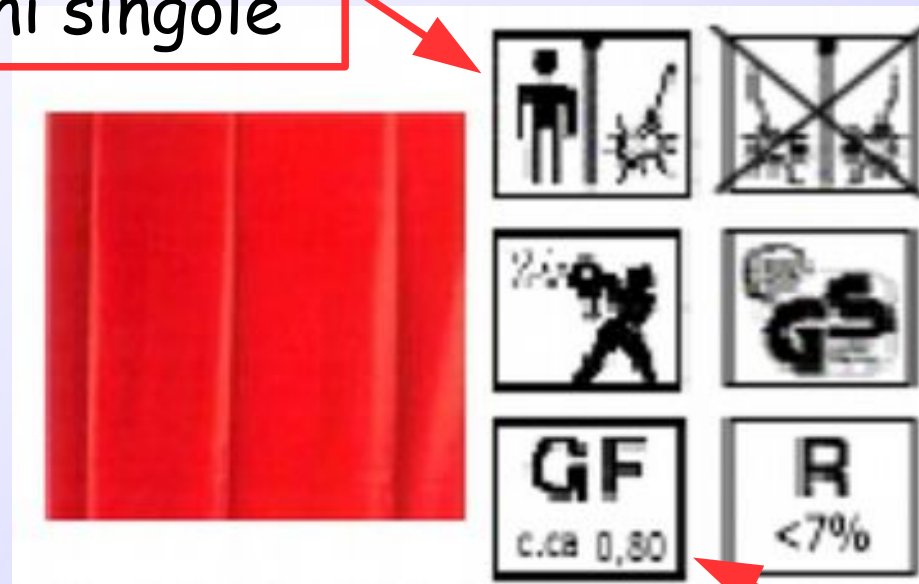
- GF < 1
- Trasmissione bassa □ GF basso
- Trasmissione alta □ GF alto

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

[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 ²
UVA *	<input type="text" value="4.54"/>	W/m ²
Blu *	<input type="text" value="2.83"/>	W/m ²
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 ²
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 ²]	0.47
Percentuale VLE [%]	45532.79
Tempo max esposizione [sec]	63.25
UVA [W/m ²]	0.41
Percentuale VLE [%]	117.68
Tempo max esposizione [sec]	24473.81
Blu [W/m ²]	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 ²]	0.47	0
Percentuale VLE [%]	45532.79	0.137
Tempo max esposizione [sec]	63.25	> 8 ore
UVA [W/m ²]	0.41	0.29
Percentuale VLE [%]	117.68	82.37
Tempo max esposizione [sec]	24473.81	> 8 ore
Blu [W/m ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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/m²]

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_s [W m ⁻²]	2.4×10^{-3}	E_s^I [W m ⁻²]	30/t	12500
E_{UV-A} [W m ⁻²]	2×10^{-3}	E_{UV-A}^{II} [W m ⁻²]	$10^4/t$	Esente
L_B [W m ⁻² sr ⁻¹]	--	L_B^{III} [W m ⁻² sr ⁻¹]	$10^6/t$	Esente
L_R [W m ⁻² sr ⁻¹]	--	L_R^V [W m ⁻² sr ⁻¹]	$5 \cdot 10^4 / (\alpha \cdot t^{0.25})$	Esente
L_{IR} [W m ⁻² sr ⁻¹]	--	L_{IR}^{VI} [W m ⁻² sr ⁻¹]	$6000/\alpha$	Esente
E_{IR} [W m ⁻²]	22	E_{IR}^{II} [W m ⁻²]	$18000/t^{0.75}$	22% VLE
E_{skin} [W m ⁻²]	22	E_{skin}^V [W m ⁻²]	$20000/t^{0.75}$	Esente

Processo di saldatura a gas

Fiamma più intensa, utilizzata per scaldare il bronzo

Caratterizzazione sorgente: distanza rilevatore circa 20 cm

E [W/m²]

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_S [W m ⁻²]	2.6×10^{-3}	E_S^I [W m ⁻²]	30/t	11600
E_{UV-A} [W m ⁻²]	2.8×10^{-3}	E_{UV-A}^{II} [W m ⁻²]	$10^4/t$	Esente
L_B [W m ⁻² sr ⁻¹]	--	L_B^{III} [W m ⁻² sr ⁻¹]	$10^6/t$	Esente
L_R [W m ⁻² sr ⁻¹]	--	L_R^V [W m ⁻² sr ⁻¹]	$5 \cdot 10^4 / (\alpha \cdot t^{0.25})$	Esente
L_{IR} [W m ⁻² sr ⁻¹]	--	L_{IR}^{VI} [W m ⁻² sr ⁻¹]	$6000/\alpha$	Esente
E_{IR} [W m ⁻²]	30	E_{IR}^{II} [W m ⁻²]	$18000/t^{0.7}$ 5	30% VLE
E_{skin} [W m ⁻²]	30	E_{skin}^V [W m ⁻²]	$20000/t^{0.7}$ 5	Esente



Arrivederci e Grazie

