

## **METODI DI MISURA PER LA VERIFICA DELLA CONFORMITÀ DI LAMPADE ULTRAVIOLETTE UTILIZZATE IN CENTRI DI ESTETICA E RISULTATI OTTENUTI**

A. Bonino<sup>(1)</sup>, S. Facta<sup>(1)</sup>, S. Saudino<sup>(1)</sup>, L. Anglesio<sup>(1)</sup>, G. D'Amore<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>ARPA Piemonte – Dipartimento Tematico Radiazioni - Ivrea

### **ABSTRACT**

Nell'ambito di una specifica indagine sulla verifica della conformità delle lampade abbronzanti utilizzate in centri estetici, ARPA Piemonte ha effettuato misure su 92 apparecchi in 20 centri estetici. Le misure sono state effettuate con uno spettroradiometro a doppio monocromatore trasportabile OL 756. Vengono illustrati i metodi di taratura periodica in laboratorio e controllo in campo della catena strumentale utilizzata, le procedure di misura seguite nonché i risultati ottenuti. In particolare gli esiti delle indagini effettuate hanno evidenziato una diffusa non conformità delle apparecchiature per abbronzatura utilizzate nei centri estetici rispetto alle prescrizioni contenute nelle norme tecniche di settore, soprattutto per gli apparecchi che utilizzano lampada a bassa pressione, con più del 90 % degli apparecchi analizzati risultati carenti sotto il profilo di volta in volta analizzato. Tali non conformità si traducono per gli utilizzatori in maggiori livelli di esposizione a radiazione ultravioletta, rispetto a quelli massimi prescritti nelle norme, e di conseguenza in maggiori rischi sanitari derivanti da tali sovraesposizioni.

### **INTRODUZIONE**

L'utilizzo di lampade abbronzanti è stato recentemente regolamentato con il DM 110 del 12 maggio 2011 [1], in vigore dal 30 luglio 2011, che prevede l'adeguamento di queste apparecchiature allo standard

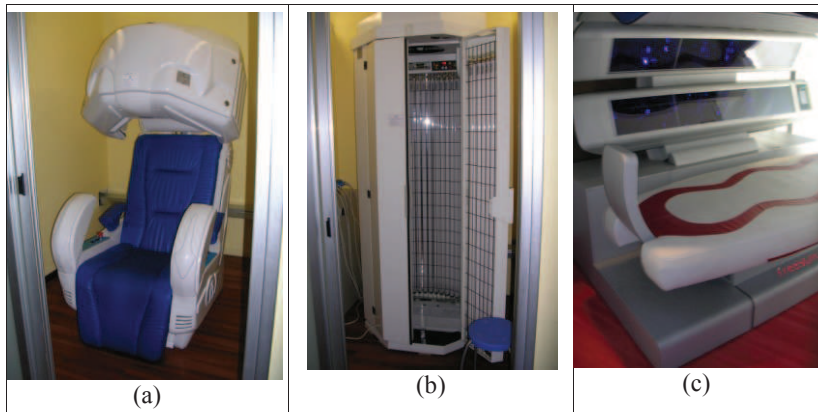
tecnico nazionale CEI EN 60335-2-27 (2005) "Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare. Parte 2: Norme particolari per gli apparecchi per il trattamento della pelle con raggi ultravioletti ed infrarossi" e alle sue successive varianti A1 e A2 [2].

A seguito di una precedente indagine svolta sulla documentazione tecnica delle lampade abbronzanti [3], sulla base di quanto previsto nella citata norma CEI, l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte ha svolto negli ultimi due anni un elevato numero di valutazioni sperimentali dei livelli di emissione di radiazione ultravioletta da parte di lampade ad uso abbronzante presenti in centri di estetica, al fine di valutare il rispetto dei parametri stabiliti dalla stessa normativa tecnica.

In questo lavoro vengono descritte le tipologie di sorgente caratterizzate, gli elementi della norma tecnica oggetto delle verifiche strumentali e le catene di misura utilizzate. Vengono infine presentati i risultati di misure effettuate in campo su un campione di 92 lampade abbronzanti installate all'interno di 20 centri estetici presenti nel territorio della Regione Piemonte.

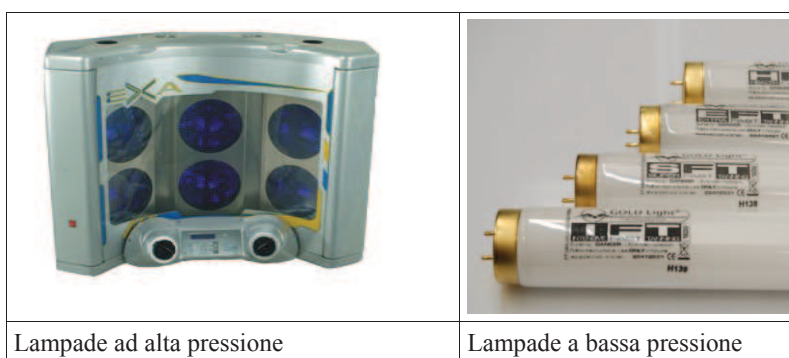
### **TIPOLOGIE DI LAMPADE ABBRONZANTI**

Attualmente esistono tre diverse tipologie di apparecchi abbronzanti: poltrone facciali, lettini e docce. Esempi di tali apparecchi sono mostrati in figura 1a (poltrona facciale), 1b (doccia) e 1c (lettino)



**Figura 1.** *Tipologie di apparecchi abbronzanti*

All'interno di queste apparecchiature possono essere montati 2 tipi diversi di lampade: lampade a bassa pressione e lampade ad alta pressione (vedi figura 2). Le prime sono lampade UV fluorescenti, in cui la radiazione emessa dipende dalla composizione dei sali fluorescenti (fosfori) depositati sulla superficie interna del tubo di quarzo che costituisce l'involucro della lampada. Queste lampade possono avere una componente UVB eritemale molto elevata. Le seconde sono costituite da bulbi contenenti vapori di mercurio e alogenuri metallici. Lo spettro della radiazione emessa comprende le radiazioni UVC, UVB e UVA, visibile e infrarossa. La radiazione viene opportunamente filtrata per eliminare le componenti ultraviolette indesiderate e gli infrarossi in modo tale da emettere solo la componente UV-A (spesso è presente però anche una debole componente di radiazione UV-B). L'intensità della radiazione UVA emessa dalle lampade ad alta pressione può essere anche da 5 a 10 volte superiore al valore massimo di quella solare alla nostra latitudine. La rottura, il deterioramento o la sostituzione con un altro tipo di filtro comporta un cambiamento delle caratteristiche della sorgente radiante e la conseguente possibilità che si verifichino effetti indesiderati e/o danni (eritema, ustioni cutanee).



**Figura 2.** Tipologia di lampade installate su apparecchi abbronzanti

## VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI EMISSIONE DI RADIAZIONE UV: LA NORMA CEI EN 60335-2-27/A1

In relazione alla protezione degli utilizzatori delle apparecchiature abbronzanti da elevati livelli di esposizione a radiazione ultravioletta, la norma CEI qui considerata introduce dei valori limite di riferimento sia in termini di “irradianza efficace” che di “dose”, grandezza, quest'ultima, dipendente del tempo di esposizione.

Per irradianza efficace  $E$ , che si esprime in  $W/m^2$ , si intende la grandezza fisica definita dalla seguente espressione:

$$E = \int_{280}^{400} H(\lambda) \times S(\lambda) d\lambda$$

dove  $H(\lambda)$  è l'irradianza spettrale e  $S(\lambda)$  è uno spettro di azione che consente di pesare diversamente le diverse componenti in lunghezza d'onda della radiazione in funzione del tipo di effetto sanitario considerato. Si parlerà, quindi, di spettro di azione eritematogena nel caso in cui occorra valutare la possibilità di insorgenza dell'eritema o di spettro ad azione cancerogena non melanoma nel caso in cui occorra valutare il rischio di effetti a lungo termine [4].

La dose è invece data dal prodotto dell'irradianza per il tempo di esposizione e si esprime in  $J/m^2$ .

Per limitare i danni da eccessiva esposizione a radiazione UV, la norma CEI prescrive un limite di dose legato al tempo della prima esposizione (dose sulla prima esposizione), ponderato secondo lo spettro ad azione eritemale, pari a  $100 J/m^2$  ed un altro limite relativo ad un anno di esposizione (dose annuale), ponderato secondo lo spettro ad azione cancerogena, pari a  $25 kJ/m^2$ . Viene inoltre fissato un limite sul valore di irradianza efficace ponderato secondo lo spettro ad azione eritemale pari a  $0.3 W/m^2$ .

La norma CEI individua anche una classificazione delle apparecchiature in base al tipo di radiazione UV emessa. In particolare, ogni apparecchio deve essere classificabile in una delle 4 tipologie riportate nella seguente tabella [2]. Per ogni tipologia, viene fissato un limite superiore all'irradianza efficace eritemale UVA o all'irradianza efficace eritemale UVB o ad entrambe. Gli apparecchi di tipo 4, essendo a maggiore contenuto di UVB, devono essere utilizzati “*seguendo le avvertenze mediche*”.

Tipo UV	Irradianza efficace W/m <sup>2</sup>	
	250nm< $\lambda$ <320nm	320nm< $\lambda$ <400nm
1	<0.0005	$\geq$ 0.15
2	0.0005 to 0.15	$\geq$ 0.15
3	<0.15	<0.15
4	$\geq$ 0.15	<0.15

$\lambda$  è la lunghezza d'onda della radiazione

**TAB.1.** Limiti sull'irradianza efficace ai fini della classificazione

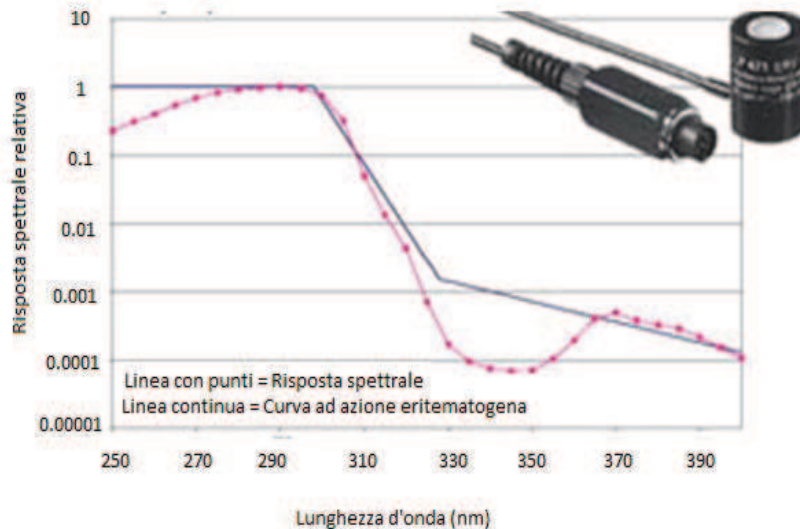
### STRUMENTAZIONE E MODALITÀ DI MISURA

Le misure sono state effettuate in accordo a quanto richiesto dalla norma CEI-EN 60335-2-27 [2] utilizzando la seguente strumentazione:

- radiometro in banda larga con sonda UV eritemale Delta Ohm mod. HD 2102 + LP 471 ERY
- spettroradiometro a doppio monocromatore Optronic Laboratories, modello OL 756

E' necessario eseguire misure spettroradiometriche, in quanto la sonda del radiometro Delta Ohm ha una curva di risposta spettrale (riportata in Figura 3) che, se pur approssimandolo, si discosta notevolmente dallo spettro ad azione eritematogena. Inoltre la norma richiede la valutazione anche della dose ponderata secondo lo spettro

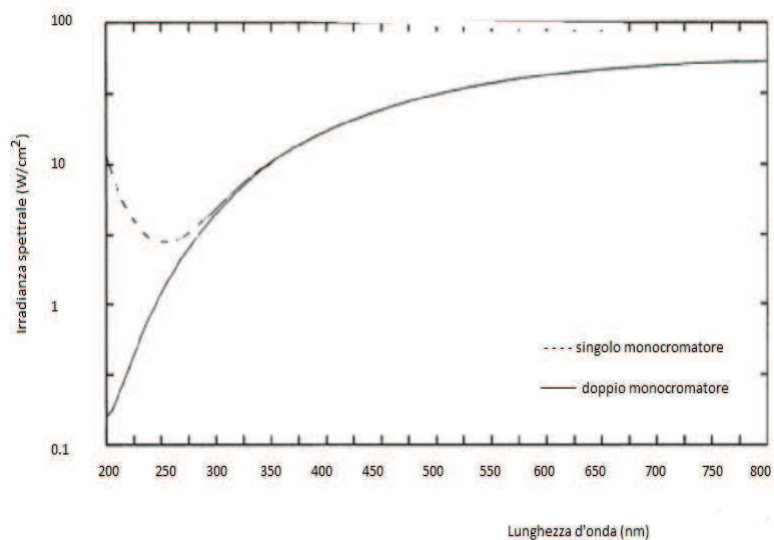
ad azione cancerogena non melanoma, non valutabile partendo da una misura radiometrica.



*Figura 3. Risposta spettrale della sonda Delta Ohm*

Inoltre è necessario utilizzare uno spettroradiometro a doppio monocromatore, in quanto l'utilizzo di un singolo monocromatore (tipo array di CCD) comporterebbe, con questo tipo di sorgente, un'elevata luce diffusa (straylight), e quindi una sovrastima dell'irradianza in corrispondenza delle lunghezze d'onda dove il segnale è basso o nullo.

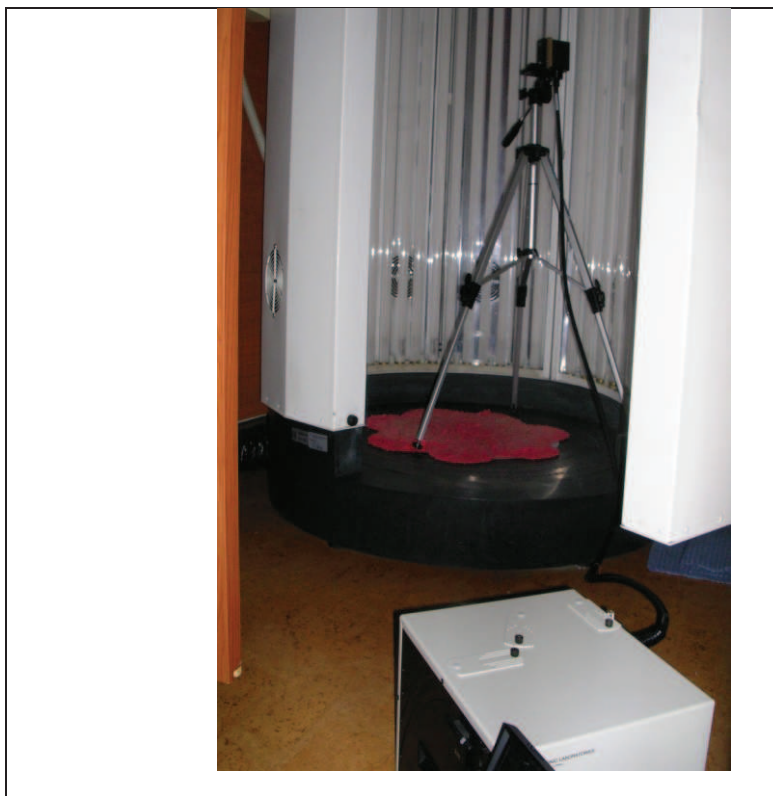
In Figura 4 si riporta, a titolo di esempio, la misura dell'irradianza spettrale di una lampada ad incandescenza al tungsteno eseguita con un doppio monocromatore (linea continua) e con un singolo monocromatore (linea tratteggiata): si nota che per lunghezza d'onda minori di 320 nm con il singolo monocromatore si misura un contributo rilevante di luce diffusa, che comporta un errore significativo nella stima dell'irradianza per tali lunghezze d'onda.



**Figura 4** . Spettro di una lampada ad incandescenza acquisito con un singolo e con un doppio monocromatore

L'ottica d'ingresso dello spettroradiometro è una sfera integratrice con apertura circolare di diametro 10 mm (OL IS -270). Le dimensioni delle fenditure poste in ingresso e uscita allo spettroradiometro sono pari a 0.125 mm, corrispondenti ad un valore di FWHM pari a 1 nm. Lo spettroradiometro viene tarato periodicamente nel Laboratorio di Ottica del Dipartimento Tematico Radiazioni dell'Arpa Piemonte con una sorgente al tungsteno calibrata in irradianza. In campo, prima di ogni misura, viene controllata la taratura dello strumento utilizzando una sorgente al mercurio per verificare l'allineamento in lunghezza d'onda ed una sorgente al tungsteno per valutare eventuali correzioni da apportare al guadagno dello strumento. Nel caso in cui queste siano superiori al 10% viene effettuata una nuova taratura in Laboratorio.

In figura 5 è riportato il setup sperimentale.



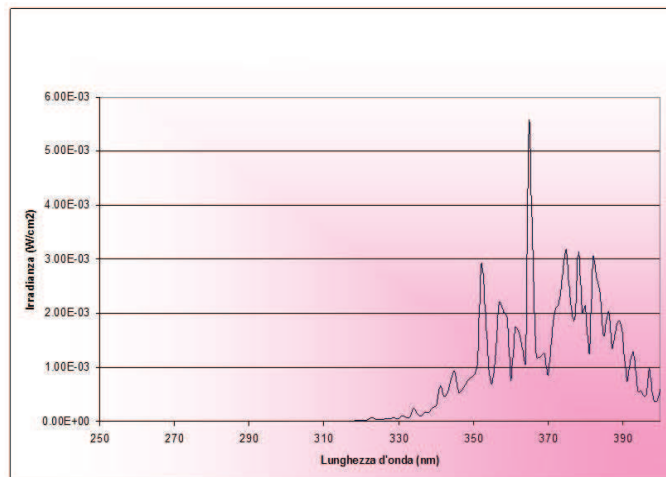
**Figura 5.** *Setup di misura*

Per ogni apparecchiatura analizzata, gli spettri sono stati acquisiti a partire da 250 nm e fino a 400 nm, con un passo di 1 nm. A partire dai valori di irradianza spettrale misurati sono stati ricavati i valori di irradianza efficace UVA, UVB e globale, ponderati secondo lo spettro ad azione eritemale e il valore di irradianza efficace ponderato secondo lo spettro ad azione cancerogena non-melanoma come previsto dalla norma CEI EN 60335-2-27/A1. A questi valori è associata una incertezza relativa dell'ordine del 10% dovuta alla catena strumentale e alle condizioni ambientali. Inizialmente, per ogni apparecchio sono state eseguite delle misure con un radiometro in banda larga corredato di sonda UV eritemale (Delta Ohm HD 2102 + LP 471 ERY), al fine di individuare il punto di massima irradianza efficace. Le misure sono state condotte alla tipica distanza di utilizzo e in particolare:

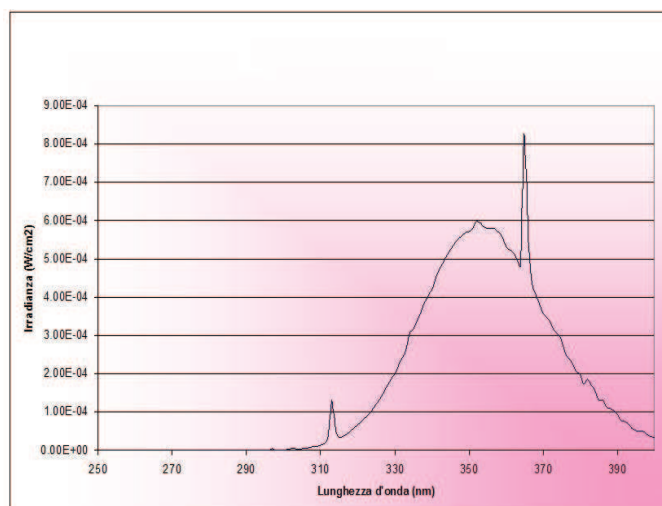


- per le poltrone, sul piano posto alla distanza di 20 cm dal piano di appoggio della persona sullo schienale. La distanza dalle lampade è stata regolata alla minima possibile (nel caso in cui la poltrona sia parte dell'apparecchio) o a quella raccomandata sul manuale (nel caso in cui poltrona e lampade siano parti separate);
- per le docce solari, sul piano verticale posto alla minima distanza dalle lampade raccomandata sui manuali o, se non indicata, ad una distanza dalle stesse coerente con l'ingombro del corpo umano.
- per i lettini solari, sul piano orizzontale posto a 30 cm dalla superficie del lettino (ovvero come prescritto dalla norma CEI EN60335-2-27 “alla distanza tra emettitore e superficie di supporto ridotta di 0.3 metri”). In questo punto sono stati acquisiti gli spettri con lo spettroradiometro, secondo quanto previsto dalla norma tecnica EN 60335-2-27/A1.

Un esempio degli spettri acquisiti sia per lampade ad alta pressione che per lampade a bassa pressione è riportato nelle sottostanti figure 6 e 7.



**Figura 6.** Spettro di una lampada a alta pressione



**Figura 7.** *Spettro di una lampada a bassa pressione*

Acquisiti gli spettri, si sono calcolati i valori di irradianza efficace eritemale e cancerogena non melanoma per ogni apparecchio. Si è quindi proceduto verificando:

- se il valore di irradianza efficace eritemale misurato rispetta il limite di  $0.3 \text{ W/m}^2$  raccomandato dall'aggiornamento normativo CEI EN 60335-2-27/A1
- se, sulla base dei valori di irradianza efficace eritemale UVA e UVB misurati, l'apparecchio è classificabile in una delle 4 classi previste dalla CEI EN 60335-2-27/A1 (tabella BB.3) e, in tal caso, la conformità della classe dichiarata con quanto misurato.

Inoltre su un campione ridotto di 55 apparecchi, sulla base dei valori di irradianza efficace misurati pesati secondo la curva efficace eritemale e cancerogena non melanoma e sulla base dei programmi di esposizione riportati sui manuali, si è proceduto alla verifica del rispetto dei limiti di dose sulla prima esposizione e annuale.

## RISULTATI

I risultati sono stati suddivisi per tipologia di apparecchio, alta e bassa pressione.

### Rispetto del limite di irradianza efficace eritemale di $0,3 \text{ W/m}^2$

Nel grafico seguente viene illustrata la distribuzione dei livelli di irradianza efficace eritemale misurati su apparecchi ad alta e bassa pressione. Dai dati riportati emerge che 54 delle 69 lampade ad alta pressione (78%) e tutti i 25 apparecchi a bassa pressione non rispettano il limite di irradianza efficace eritemale di  $0,3 \text{ W/m}^2$ .

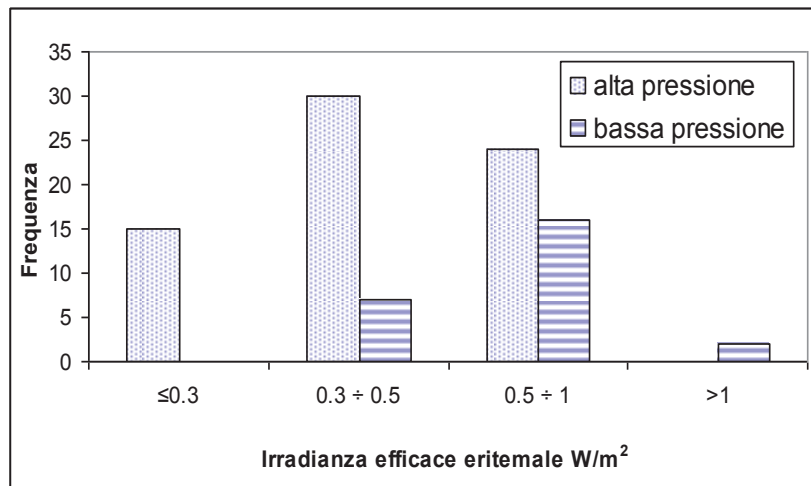


Figure 8. Distribuzione dei livelli di irradianza efficace eritemali misurati

### Coerenza della tipologia dichiarata rispetto a quanto misurato

Nel grafico seguente viene illustrato il numero di apparecchi analizzati suddivisi in alta e bassa pressione, per i quali la tipologia misurata rispetto a quella dichiarata è corretta o errata, nonché il numero di apparecchi non appartenenti a nessuna delle quattro tipologie previste dalla norma CEI.

Per 44 apparecchi ad alta pressione (64 %) e 1 a bassa (4 %) la classificazione dichiarata è coerente con quanto misurato, per 11 apparecchi ad alta pressione (16 %) e 3 a bassa (12 %) non lo è, e per

i restanti 14 apparecchi ad alta pressione (20 %) e 21 a bassa (84 %) l'apparecchio non è classificabile in nessuna delle 4 tipologie previste. Si fa notare che nel caso in cui la classificazione misurata differisca da quella dichiarata, per mettere a norma l'apparecchio è sufficiente riclassificarlo correttamente, correggendo marcatura e manuali. Se d'altro canto l'apparecchio è risultato non classificabile è necessario operare sul medesimo al fine di ridurre le emissioni, superiori a quelle consentite dalla normativa vigente.

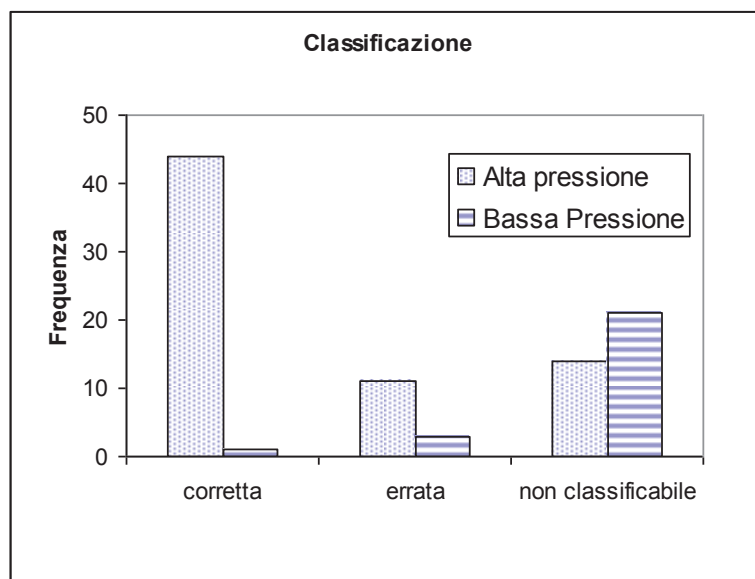
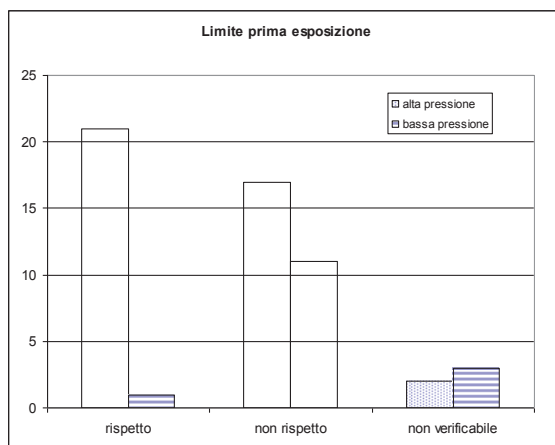


Figura 9. Coerenza della classificazione misurata rispetto a quella dichiarata

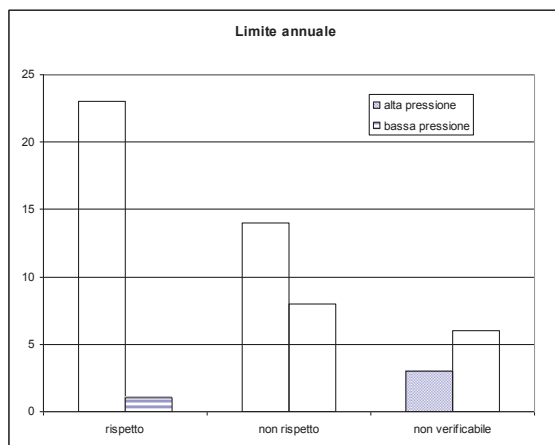
## RISPETTO DEI LIMITI DI DOSE

Nei grafici seguenti viene illustrato il numero di apparecchi che, in base ai valori di irradianza misurati e ai programmi di esposizione riportati sui manuali, rispettano i limiti di dose. Per alcuni apparecchi non è stato possibile effettuare la valutazione, in quanto sui relativi manuali non venivano riportati i programmi di esposizione o venivano riportati in modo incompleto. Relativamente alla prima esposizione emerge che 17 apparecchi ad alta pressione (42.5%) e 11 a bassa (73%) non rispettano il limite, 21 apparecchi ad alta

pressione (52.5%) e 1 a bassa (7%) rispettano il limite e i restanti 2 (5%) e 3 (20%) apparecchi non sono valutabili. Relativamente alla dose annuale emerge che 14 apparecchi ad alta pressione (35%) e 8 a bassa (53%) non rispettano il limite, 23 apparecchi ad alta pressione (57.5%) e 1 a bassa (7%) rispettano il limite e i restanti 3 (7.5%) e 6 (40%) apparecchi non sono valutabili



**Figura 10.** Rispetto del limite di dose sulla prima esposizione



**Figura 11.** Rispetto del limite di dose annuale

## **CONCLUSIONI**

Gli esiti delle indagini effettuate hanno evidenziato una diffusa non conformità delle apparecchiature per abbronzatura utilizzate nei centri estetici rispetto alle prescrizioni contenute nelle norme tecniche di settore, con particolare riferimento agli apparecchi che utilizzano lampade a bassa pressione, risultati carenti sotto il profilo di volta in volta analizzato in più del 90 % dei casi. Tali non conformità si traducono per gli utilizzatori in maggiori livelli di esposizione a radiazione ultravioletta, rispetto a quelli massimi prescritti nelle norme, e di conseguenza in maggiori rischi sanitari derivanti da tali sovraesposizioni.

## **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

[1] DM n° 110 del 12 maggio 2011

[2] CEI EN 60335-2-27 Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare. Parte 2. Norme particolari per apparecchi per il trattamento della pelle con raggi ultravioletti ed infrarossi per uso domestico e similare (2005) e varianti A1(2009) e A2 (2009)

[3] A. Bonino, S. Facta, S. Saudino, L. Anglesio, and G. D'Amore, Tanning lamps ultraviolet emissions and compliance with technical standards, *Radiat Prot Dosimetry* (2009) 137(3-4): 197-200 first published online October 29, 2009 doi:10.1093/rpd/ncp243