



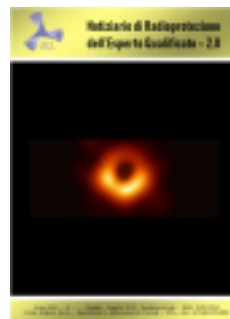
Anno XXXIX - N. 09/2.0

SOMMARIO

Maggio – Agosto 2019

Quadrimestrale

Editoriale.....	4
Il Comitato di Redazione	5
Articoli	10
- REQUISITI DI PROTEZIONE FISICA PASSIVA E MODALITA' DI REDAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE FISICA.....	10
- CONFRONTO TRA DIVERSE FUNZIONI DI TARATURA PER RIVELATORI A TRACCE CR-39.....	15
- FORMAZIONE IN RADIOPROTEZIONE SUL LUOGO DI LAVORO	23
- METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE DEI LAVORATORI ESPOSTI A RADIAZIONI IONIZZANTI PER ATTIVITA' INTERVENTISTICHE.....	32
- RELAZIONE RADON - Requisiti per la redazione del documento.....	44
- IL NUOVO LIMITE DI DOSE AL CRISTALLINO: implicazioni per la radioprotezione del lavoratore	58
- IL KAP NELLE VALUTAZIONI AMBIENTALI DI RADIOPROTEZIONE	72
Comunicazioni	86
- XXI Congresso Nazionale ANPEQ.....	86
- Giornata di Studio - LA CONTABILITA' NUCLEARE	87
Letti per voi.	89
Lettere al Direttore.....	90
Eventi.....	93
- Il ruolo dell'Esperto Responsabile per sicurezza e qualità in Risonanza Magnetica alla luce della nuova normativa in vigore.....	93
- Radon in ambiente sotterraneo e radioattività nelle acque potabili	94
- 43° Corso per Esperti Qualificati in Radioprotezione	96



Notiziario ANPEQ

Presidente

Pier Battista FINAZZI

Vice Presidente

Francesco BONACCI

Tesoriere

Alessandro SARANDREA

Segretario

Samantha CORNACCHIA

Consiglieri

Luisa BIAZZI

Michela GAGGIANO

Daniele NUCCI

Past President

Luisa BIAZZI

Anno XXXIX – N. 01/2.0

Maggio – Agosto 2019

Quadrimestrale

ISSN 1970-9234

Direttore Responsabile

Franco CIOCE

Vice Direttori

Samantha CORNACCHIA

Daniele NUCCI

Comitato di Redazione

Carlo Maria BELLINI

Samantha CORNACCHIA

Cristina Elena GHIGNONE

Ugo GIUGNI

Gabriella GUARINO

Jacopo MIGLIORATI

Daniele NUCCI

Alessandro SARANDREA

Pietro SBARUFATI

Stampa

Tipografia Tip.Le.Co. snc
di Bragalini P. e Barbieri S. & C.

Via Salotti, 37 (San Bonico)

29122 Piacenza - Italy

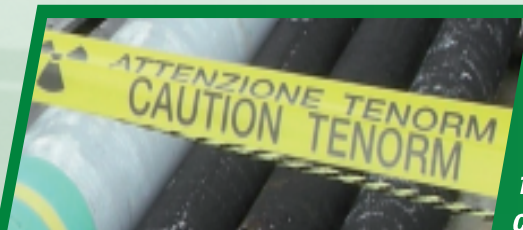
Reg. Trib. Bologna n. 4861 del 22-01-1981

Pubblicazione periodica quadrimestrale



PROBLEMI COI TeNORM? **ORA LA SOLUZIONE C'È**

*L'industria estrattiva e di raffinazione (Oil&Gas), l'industria geotermica e l'industria di processo di talune sostanze chimiche possono trovarsi nei loro impianti nelle condizioni di accumulo di radionuclidi di origine naturale, comunemente definiti **TeNORM** (Technically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material).*



*Le soluzioni di smaltimento spesso non sono facilmente disponibili sul mercato italiano ed europeo per via del livello di concentrazione del contaminante **NORM** che spesso limita fortemente la possibilità di smaltimento come rifiuto speciale.*

**DA OGGI ESISTE UNA SOLUZIONE DISPONIBILE
SUL MERCATO ITALIANO GRAZIE ALLA PARTNERSHIP TRA
MITAMBIENTE E CLEANSTREAM (GRUPPO NORSCO)**



*La sinergia tra queste due realtà del mercato europeo consente la gestione dei **TeNORM**, sia per la decontaminazione conservativa sia per lo smaltimento di parti di impianto, di componentistica e materiali.*

Per maggiori informazioni potete rivolgervi al rappresentante esclusivo MITAmbiente.

Roberto Vespa

roberto.vespa@mitambiente.it - cell. (+39) 348 40 12 117



di Franco CIOCE

Direttore Responsabile del "Notiziario dell'Esperto Qualificato 2.0"

Il bollettino ANPEQ ha visto nel tempo diversi vesti grafiche ma sempre con interessanti contenuti.

I colleghi più attenti li ricordano e li conservano come oggetti di culto e li hanno collezionati (come il sottoscritto) accanto ai "Topolini" e alle riviste di auto storiche.

L'incarico di Direttore responsabile che il CD dell'ANPEQ mi ha affidato è indubbiamente un onore ma anche il chiaro segnale dei miei capelli "non più neri" che identificano anche il mio prossimo "fine corsa" nella carriera degli Esperti Qualificati.

Accolgo l'incarico con entusiasmo e raccolgo la sfida.

E nella speranza ed intento di dare al notiziario il giusto lustro che merita, chiederò aiuto a molti colleghi ma soprattutto ai giovani Esperti Qualificati e alla freschezza delle loro idee, alla loro voglia di superare le difficoltà dell'epoca in cui stanno vivendo e alla loro sana voglia di emergere.

I "vecchi" han già dato. E se sono stati bravi e lungimiranti, hanno anche raccolto: li conosciamo e riconosciamo il loro valore, il loro pensiero e la loro credibilità.

Il loro insegnamento lo troviamo già in molti documenti, in molti libri, in moltissimi atti di convegni e li ritroveremo ancora nei prossimi notiziari ANPEQ, proprio per raccontarci il "com'era": un riconoscimento alla loro carriera.

L'aiuto che chiederò ai giovani EQ mi servirà anche per superare attraverso loro, la mia ostica avversione ai "social": non ho mai usato twitter, non sono su facebook e non so cosa sia e a cosa serva Instagram.

Se esserci è importante, lo faremo assieme e con l'aiuto dei giovani.

Allora grazie in anticipo a tutti i colleghi che accoglieranno favorevolmente la linea editoriale che cercheremo di dare, grazie a chi ci vorrà aiutare a crescere.

Grazie al CD ANPEQ per la fiducia che ha riposto in me: assieme al Comitato di Redazione che ho scelto con molti giovani e validissimi colleghi cercheremo di mantenere un Notiziario col lustro che merita.

Buon lavoro e buona lettura a tutti.

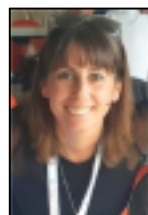
Il Comitato di Redazione

Quelli che presento di seguito sono i giovani e nuovi componenti della “mia squadra”: il Comitato di Redazione del Notiziario ANPEQ, affiancati da colleghi EQ di lungo corso che ancora esercitano e credono nella professione: di tutti loro sono molto orgoglioso e fiducioso.

Un gruppo scelto sulla base della conoscenza della loro professionalità, determinazione e “voglia di emergere”. Oltre alla voglia hanno anche i numeri per farlo. Loro sono il nostro futuro e il futuro della Radioprotezione: dar loro credito significa investire sulla continuità. So che non rimarrò deluso: se il Notiziario ANPEQ avrà nuovo successo è perché mi sono circondato di persone molto valide! Eccole:

Gabriella GUARINO

Ho 37 anni. Sono nata e cresciuta in Salento dove ho studiato Fisica e mi sono laureata con una tesi sul "Radon nei materiali da costruzione"; dal 2010 vivo e lavoro a Torino.



Da 8 anni mi occupo di radioprotezione e, grazie alla collaborazione con alcuni colleghi di notevole esperienza, ho avuto modo di cimentarmi sia nel campo sanitario che in quello industriale. Ora sono un Esperto Qualificato di II grado e la mia più grande passione è proprio il mio lavoro....non potrei fare nulla di diverso.

Ciò che preferisco della nostra attività è che ogni giorno è diverso dal precedente e dal successivo; mi piace approcciare a nuovi lavori, con umiltà e tenacia...perché è proprio vero che nella vita (di un EQ) non si smette mai di studiare.

Ultimamente, ho avuto il piacere di contribuire alla stesura del libro "Argomenti di Radioprotezione" con un articolo sui misuratori di spessore beta emettitori.

Fare parte del comitato di redazione del Notiziario ANPEQ è un grande onore perché mi darà modo di ricambiare tutto ciò che l'associazione (e i suoi soci) mi hanno permesso di imparare in questi anni. Nonostante la mia esperienza non ancora "matura", spero di poter dare un contributo che sia il punto di vista di un Esperto Qualificato "in progress".

Mi piacerebbe che il Notiziario diventasse una fonte di nuove conoscenze per i più giovani e un mezzo di aggiornamento e di confronto per i soci più anziani. Quindi.....arrivederci al prossimo numero!!



Sono Esperto Qualificato dal lontano 1983.

L'esperienza professionale maturata presso i laboratori di ricerca dell'Università e presso il Servizio di Fisica Sanitaria degli Spedali Civili di Brescia è stata fondamentale per la mia scelta professionale.

Dagli inizi degli anni 90 ho maturato l'idea di intraprendere anche l'attività professionale.

All'inizio l'attività professionale ha riguardato solo qualche studio dentistico ma in seguito sono aumentate le richieste di interventi nel settore industriale ed in particolare in acciaierie e fonderie.

Attualmente sono particolarmente impegnato in tutte quelle attività legate all'industria dei metalli, al loro riciclo ed al ciclo dei rifiuti. Sono attività che hanno necessità delle competenze di un Esperto Qualificato per tutti quegli aspetti legati al possibile rinvenimento di sorgenti orfane o di materiale radiocontaminato.

Il collega ed amico Franco Cioce mi ha chiesto di far parte del CdR del Notiziario ANPEQ. Da subito ho dato la mia disponibilità perché ritengo che il notiziario sia uno strumento fondamentale per far circolare notizie ed idee sugli aspetti che riguardano l'evoluzione della professione. Il notiziario può e deve essere anche un riferimento culturale e scientifico.



Mi chiamo Cristina Elena, mi presento come Cristina. Sono nata a Torino 42 anni fa. Dal papà torinese ho ereditato la passione per i viaggi e la montagna, dalla mamma astigiana l'interesse per le coltivazioni vitivinicole, in cui spero di rifugiarmi nell'età della pensione.

Dopo la maturità scientifica ho intrapreso gli studi in Fisica; contro l'opinione di tutti e una scarsa attitudine per la concentrazione e le leggi dei "grandi numeri", mi sono laureata nel gennaio 2012... d'altronde, si sa, testardaggine e dedizione vincono su ogni ostacolo. Mi sono avvicinata alla professione di Esperto Qualificato nel 2000, quando mi è stata proposta una tesi di laurea in Radioprotezione: conoscevo poco la materia, ma la curiosità ha stimolato l'interesse e mi ha appassionata sempre di più fino a decidere di farne la mia professione. Ho avuto la fortuna di iniziare a collaborare con stimati colleghi e la sfortuna (o fortuna, dipende dal punto di vista) di fare un " tirocinio " lungo 10 anni ...grazie all'esame di abilitazione (2° grado dopo 3 tentativi) che ho ottenuto nel gennaio 2012. Nella mia lunga carriera da tirocinante, prima, e da libera professionista, dopo, ho esplorato tutti i campi della radioprotezione: da quello industriale e ambientale a quello sanitario, facendo breve tappa anche nel decommissioning. Da meno di un anno ho intrapreso una con-

sulenza che occupa la maggior parte del mio tempo (e dei miei pensieri) nel campo della gammagrafia e radiografia industriale.

Chi mi conosce sa che tra i tanti miei difetti eccelle l'incapacità di stare zitta: credo profondamente nella comunicazione sotto tutte le sue forme, sia verbale che scritta, come stimolo di crescita umana e professionale, per questo non posso che essere onorata di far parte di questa squadra di redazione e di provare a scambiare idee ed esperienze con tutti voi, stimati colleghi.

Pietro SBARUFATI



35 anni, Laureato in Ingegneria Chimica presso il Politecnico di Milano nel 2009, sono diventato EQ di I grado nel 2015 e di II grado l'anno successivo.

La mia passione ed il mio interesse per questa professione e per il mondo della radioprotezione nasce però molto tempo prima grazie a mio papà Augusto, che è sempre stato e continua ad essere tutt'ora un punto di riferimento certo dal punto di vista professionale (e non solo, ovviamente!).

Grazie a lui ed alla sua notevole esperienza ho potuto conoscere questo mondo nei suoi più diversi aspetti.

Pur essendo un EQ "giovane" ho avuto la fortuna di vedere da vicino e conoscere realtà molto differenti tra loro e proprio la possibilità di confrontarmi ogni giorno con problematiche e persone completamente diverse dal mio punto di vista è uno degli aspetti migliori del nostro lavoro.

Oggi la mia esperienza professionale è di carattere industriale, prevalentemente legata all'attività di sorveglianza radiometrica su rottami metallici e rifiuti, sia industriali che urbani.

La mia esperienza lavorativa mi ha portato inoltre a conoscere ed affrontare anche le problematiche legate alle attività lavorative con radioattività naturale previste dal Capo III bis.

Quando il mio amico e collega Franco Cioce (già coordinatore del libro "Argomenti di Radioprotezione Operativa") mi ha offerto la possibilità di entrare a far parte del CDR del notiziario ANPEQ, ho accettato subito con entusiasmo. Questa esperienza mi darà modo di potermi confrontare con alcuni EQ miei coetanei e altri EQ di grande esperienza e potrà indubbiamente darmi la possibilità di crescere ulteriormente.

Spero, insieme ai miei compagni di avventura, di poter dare il mio contributo "giovane" e che il notiziario possa essere strumento di informazione, aggiornamento e confronto per tutti i membri dell'associazione.

Carlo Maria BELLINI



Ho 31 anni e ho ottenuto l'abilitazione come Esperto Qualificato nel novembre 2015.

Mi sono avvicinato all'ambito della salute e sicurezza a partire dalla mia tesi triennale svolta presso il LASA con la prof.ssa Flavia Groppi, che riguardava la nanotossicologia, e ho continuato in questa direzione collaborando a un progetto di sviluppo di un mammografo a emissione di positroni durante la tesi magistrale.

Molti di voi sicuramente conoscono mio padre Giuliano Bellini, che è stato il mio mentore nel mondo della radioprotezione, e come lui mi occupo esclusivamente di radioprotezione in industria.

Spero di poter contribuire al notiziario ANPEQ, perché sia lo strumento a cui tutti noi EQ possiamo attingere per mantenerci informati e aggiornati in merito alle novità scientifiche più rilevanti e novità normative.

Jacopo MIGLIORATI



Ho 44 anni, sono nato, vivo ed ho il mio studio a Brescia; sono un ingegnere Esperto Qualificato libero professionista e svolgo attività di consulenza tecnica per aziende e professionisti nell'ambito della sicurezza relativa ad agenti fisici quali sorgenti di radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, prevalentemente in campo industriale.

Mi occupo anche di trasporti di merci pericolose avendo la qualifica di Consulente ADR (DGSA); questa attività, nata per unire le competenze di EQ al trasporto di materie radioattive, nel tempo si è sviluppata anche in altri settori.

Sono "felicamente preoccupato" di far parte del comitato di redazione del nostro notiziario: avrò molto più da imparare rispetto a quello che potrò dare, ma ringrazio fin da ora ANPEQ per questa occasione di crescita professionale.

RISORSE PER GLI EQ



ACCU-GOLD + TOUCH

Un **Multimetro digitale** compatto con display, per misure di dose, dose rate, forma d'onda, tempi di esposizione, kV, HVL, filtrazione, mA e luminanza, con possibilità di interfaccia **wireless**.

Ampio **spettro di rivelatori**:

- ✓ **Camere a ionizzazione**
- ✓ **Sensori a stato solido per dose e kV**
- ✓ **Sensore per luminanza**
- ✓ **mAs-metri**
- ✓ **Verifica della calibrazione del DAP e allineamento campo luce/campo raggi.**



CAMERE A IONIZZAZIONE SERIE 9DP



Versione 9DP

Camera a ionizzazione pressurizzata a 8 atmosfere. Fornisce la più alta sensibilità nella misura di dose e dose integrata.

Versione 9DP-1

Camera a ionizzazione pressurizzata a 1.7 atmosfere e dedicata alle misure di radioprotezione con campi pulsati in radiografia.

Versione 9DP*

Camera a ionizzazione pressurizzata a 8 atmosfere, dedicata alla misura di dose ambientale secondo il protocollo ICRU (30 cm sfera di tessuto equivalente).

Range di energia: Beta > 1 MeV; Gamma, RX > 25keV
Volume: 230 cc e 220 cc

Tutte sono dotate di **display a colori**, leggere e maneggevoli. Tutti i dati possono essere **salvati su PC** tramite connessione USB.

DOSIMETRO TRUDOSE

Dosimetro personale elettronico a lettura diretta, piccolo e leggero, adatto all'uso in modalità stand-alone o come parte di un sistema di dosimetria composta da hardware e software.

Possibilità di utilizzo in **telemetria**.

Fantoccio per QC in mammografia con **Tomosintesi**, composizione a **moduli sovrapponibili** per rispondere al meglio alle misure indicate nelle linee guida esistenti: **EUREF, AAPM, TG245, IEC**.



SCOPRI DI PIÙ

www.tecnologieavanzate.com
info@tecnologieavanzate.com
tel: +39 011 660 0101

REQUISITI DI PROTEZIONE FISICA PASSIVA E MODALITA' DI REDAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE FISICA

di FRANCO CIOCE * E ROBERTO COVINI **

* Consulente ADR per il trasporto merci pericolose - Commissione Europea Sito di Ispra (VA)

** ex Responsabile Licensing Impianti Nucleari - Commissione Europea Sito di Ispra (VA)

Le raccomandazioni della IAEA, riportate nel documento *“Nuclear Security Series No. 13 – Nuclear security recommendations on physical protection of nuclear material and nuclear facilities (INFCIRC/225/ REVISION 5)”*, sono state rielaborate dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e riproposte il 9 agosto 2016 nei requisiti di protezione fisica passiva ai sensi della legge 58/2015 (Legge 28 aprile 2015, n. 58 - Ratifica ed esecuzione degli Emendamenti alla Convenzione sulla protezione fisica dei materiali nucleari del 3 marzo 1980, adottati a Vienna l'8 luglio 2005, e norme di adeguamento dell'ordinamento interno).

Sulla G.U. n° 236 di lunedì 9 ottobre 2017 è stato pubblicato il Decreto del MISE del 8 settembre 2017 **“Requisiti di protezione fisica passiva e modalità di redazione dei piani di protezione fisica”**.

Il decreto stabilisce i criteri appunto di protezione fisica passiva (PFP) delle materie nucleari (plutonio, ad eccezione dei casi in cui la concentrazione isotopica in ²³⁸Pu sia superiore all'80%; l'uranio-233; l'uranio arricchito negli isotopi 235 e 233; combustibile irraggiato) durante il loro impiego, stoccaggio e trasporto.

Il decreto prevede 16 nuove definizioni che comprendono anche il sabotaggio (atto deliberato contro una installazione nucleare e che causa un danno radiologico ai lavoratori, alla popolazione o all'ambiente) e la “misura di prudente gestione” (come evitare che le materie nucleari vengano a contatto con persone non autorizzate).

Vengono differenziate le misure di protezione fisica dai sistemi di protezione fisica indicando oltremodo che cosa si intende per “barriera fisica” e vengono definite le diverse possibili aree, ad accesso limitato, protetta, interna e vitale.

Infine per rispondere agli atti finalizzati alla rimozione illecita di materie nucleari o al sabotaggio ovvero ai tentativi di compiere tali atti viene definito l'insieme di azioni coordinate a costituire il “piano di risposta”.

Le materie nucleari sono state suddivise in 3 categorie (I, II e III) secondo criteri di massa (minore per la categoria III e maggiore per la categoria I) e di arricchimento.

I criteri di protezione, anche per il trasporto, sono anche quelli del “Buon Padre di Famiglia” che deve attuare la continua sorveglianza minimizzando il tempo totale di trasporto e adottando apposite procedure scritte e con accordi scritti tra speditore, trasportatore e destinatario, in merito a tempi, luoghi e modalità di trasferimento delle materie nucleari, prevedendo oltremodo un controllo dell’integrità dei sigilli apposti sui contenitori.

Viene fatta una distinzione tra requisiti per la protezione fisica di materie nucleari da eventi di rimozione illecita da quelli derivanti da atti di sabotaggio.

I requisiti richiesti per i primi sono semplici ed essenziali:

- le materie nucleari devono trovarsi in aree ad accesso limitato, con adeguate misure per rilevare tentativi di intrusioni o di rimozione illecita, atti che devono prevedere un piano di risposta.
- Occorre assicurare il controllo degli accessi alle aree di custodia delle materie nucleari, adottando un’adeguata gestione dei mezzi che consentono l’accesso a dette aree, a partire dalla gestione delle chiavi e devono essere previste misure idonee ad individuare immediatamente gli ammanchi di materie nucleari (che devono essere immediatamente notificate ai sensi di legge alle Autorità preposte).
- Viene attribuita una certa enfasi alle capacità organizzative dell’Esercente, il quale ha l’obbligo di valutare con frequenza periodica l’interfaccia tra le misure di protezione fisica, di sicurezza nucleare e di tenuta della contabilità delle materie nucleari per evitare quelle interferenze ed assicurare una “gestione coordinata” garantendo oltremodo la protezione dei sistemi informatici deputati alla sicurezza nucleare. Infine, devono essere previste ed adottate procedure scritte relative al passaggio di consegne tra gli operatori dell’installazione stessa e alla movimentazione delle materie nucleari, all’interno di una installazione.

Per i secondi (atti di sabotaggio), richiamando l’art. 5 della L. 58/2015 per il rilascio del prescritto Nulla Osta per la protezione fisica, viene richiesta sia agli esercenti di installazioni nucleari che ai trasportatori autorizzati un’analisi delle potenziali conseguenze radiologiche, a fronte di scenari di riferimento stabiliti dal Ministero dell’Interno. Le ricadute delle suddette conseguenze radiologiche possono comportare, nel caso di dosi agli individui della popolazione, superiori ai 10 mSV, ricadute di tipo ingegneristico (ulteriori misure di protezione fisica) e/o gestionali.

Viene sancito il principio dell’“approccio graduato”, in base alla natura ed ai quantitativi di materie nucleari, delle sostanze radioattive e della rilevanza per la sicurezza nucleare.

Una novità rilevante introdotta dal decreto riguarda il piano di risposta (Art. 9) contenuto nel Piano di Protezione fisica da allegare all’istanza, che deve mettere in evidenza la capacità organizzativa e tecnica di risposta dell’esercente alle azioni di rimozione e/o di sabotaggio. Tale capacità viene supportata, tra gli altri, da azioni di formazione e di svolgimento esercitazioni periodiche, atte a verificare

l'adeguatezza dei piani di risposta anche in termini di corretto interfacciamento operativo con i piani di emergenza.

Un'ulteriore novità del decreto risiede nel fatto che gli ispettori ISIN hanno diritto di accesso a tutte le aree dell'installazione nucleare non solo per le azioni di vigilanza legate alla verifica dei requisiti di sicurezza nucleare (safety), ma anche per il controllo dei sistemi di protezione fisica (security) di installazioni ed in caso di trasporto.

Ulteriori requisiti di protezione per le diverse categorie di materie nucleari sono definiti negli allegati II e III al decreto che sinteticamente comprendono:

- Impiego esclusivo in un'area protetta che deve trovarsi all'interno di un'area ad accesso limitato e dotata di barriere fisiche e sistemi di controllo degli accessi con la possibilità di assicurare una valutazione e risposta entro tempi adeguati;
- Le vie di accesso devono essere allarmate e ridotte al minimo indispensabile così come il personale autorizzato ad accedere alle aree protette deve essere quello minimo necessario e in qualsiasi caso devono essere muniti di badge di riconoscimento sempre visibile: il personale esterno deve sempre essere accompagnato all'interno delle medesime aree, oltreché registrato;
- Deve essere approntato un controllo per impedire l'introduzione di merci pericolose e in particolare per la localizzazione di esplosivi industriali, militari o improvvisati che potrebbero essere introdotti: i controlli di sicurezza devono essere compiuti anche sui veicoli in uscita dalle aree protette;
- L'attività di vigilanza interna deve essere "H24" con costante pattugliamento interno casuale;
- Periodicamente devono essere effettuate prove di funzionamento di tutti i sistemi di protezione fisica.
- Posizionamento di barriere antisfondamento nelle strade interne a protezione delle diverse aree;
- Prevedere una esercitazione almeno annuale con la partecipazione del personale di vigilanza e delle forze dell'ordine

L'attività di trasporto delle materie nucleari effettuata dai Vettori Autorizzati deve prevedere analoghi requisiti di protezione fisica passiva che deve comprendere una ottimizzazione dell'organizzazione del trasporto (tempo totale di trasporto, soste ed evitando la prevedibilità dei programmi di trasporto), la costante sorveglianza delle materie nucleari e dei sigilli posti sui contenitori delle materie radioattive.

Il trasporto delle materie nucleari deve essere preceduto e regolamentato da accordi scritti tra lo speditore, il trasportatore ed il destinatario in merito a tempi, luoghi e modalità di trasferimento delle materie nucleari.

I requisiti di protezione esposti sopra, riferiti alle diverse categorie di materie nucleari e definiti nell'allegato III al decreto si applicano anche alle attività di trasporto.

Queste misure devono altresì contemplare le sostanze radioattive (oltre al materiale nucleare) presenti nell'installazione.

Le medesime valutazioni devono essere esplicitate nella richiesta di attestato PFP in caso di trasporto.

Come per molte altre casistiche di trasporto di minime quantità di merci pericolose anche per valori inferiori a quelli stabiliti per la categoria III è richiesta al trasportatore l'adozione di "prudenti modalità di gestione" secondo specifiche procedure.

Una novità riguarda poi l'obbligo di indicare nel piano PFP la descrizione degli aspetti organizzativi del trasporto, con indicazione delle responsabilità, del personale coinvolto e della relativa qualificazione e tipo di addestramento; e i criteri di scelta del percorso e delle possibili alternative.

Gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria devono essere comunicati alle Autorità competenti almeno, rispettivamente, una settimana e un mese prima dell'intervento con l'obbligo tuttavia di porre in atto misure sostitutive: in caso si manifesti un qualsiasi malfunzionamento dei sistemi PFP, occorre darne immediata comunicazione alle medesime Autorità provvedendo contemporaneamente ad attuare azioni sostitutive ed integrative.





TECNORAD®

PERSONAL DOSIMETRY SERVICE

DOSIMETRIA DI SORGENTI NATURALI E ARTIFICIALI
DI RADIAZIONI IONIZZANTI E MONITORAGGIO NIR



DOSIMETRIA

Radiazioni X, Gamma e Beta
Radiazioni Neutroniche Termiche e Veloci
Software schede personali dosimetriche Pitagora



RADON

Misurazioni di Radon



TALETE

Monitoraggio Campi Magnetici in RM



TECNORAD ACADEMY

Ricerca Scientifica e Formazione



GREEN FILM



TLD BADGE



TLD ANELLO
E BRACCIALE



TLD CRISTALLINO:
HO - H03



NEUTRONI TERMICI
& VELOCI



TALETE®



RIVELATORI RADON:
CR-39 - ELETTERE



www.tecnorad.it

TECNORAD®

Via Schiaparelli 5

37135 Verona

T 045 8201066

info@tecnorad.it - commerciale@pec.tecnorad.it

CONFRONTO TRA DIVERSE FUNZIONI DI TARATURA PER RIVELATORI A TRACCE CR-39

MARCO ZANOLI E DANIELE BONAMINI, AREA SCIENTIFICA - LABORATORI TECNORAD

INTRODUZIONE

Al paragrafo 7.7 della norma UNI ISO 17025:2018 - “**Assicurazione della validità dei risultati**” - si esplicita come un laboratorio di prova e/o taratura debba monitorare le proprie prestazioni partecipando a prove valutative interlaboratorio (*proficiency test*), sottoponendo la propria strumentazione a taratura, utilizzi materiale certificato e verifichi i propri risultati utilizzando anche metodi differenti.

In questo articolo si vogliono presentare tre diverse metodologie di calcolo dell'esposizione al gas Radon, utilizzando il sistema Radosys® di cui TECNORAD dispone nei propri laboratori, con rivelatori CR-39 in camere a diffusione di tipo RSKS®.

I dati su cui è stato effettuato il confronto provengono dall'ultimo test interlaboratorio condotto da TECNORAD presso il *Bundesamt für Strahlenschutz (BFS)* tenutosi tra il 25 Febbraio e il 12 Marzo 2019, e al fine di valutare le *performance* delle diverse metodiche in termini di accuratezza e precisione, si è adottato uno schema di *ranking* a classi, simile a quello adottato dall'ente *Public Health England (PHE)*.

A differenza della dosimetria, dove i test interlaboratorio sono organizzati da EURADOS e regolamentati dalla norma ISO specifica 14146:2018, per il Radon, la norma tecnica di riferimento per il campionamento con rivelatori a CR-39 è la ISO 11665-4:2015 che non fornisce dettagli in merito ai criteri di *proficiency*. Succede quindi che non essendoci un criterio comune, i vari enti organizzatori applichino il proprio schema: a classi, con curve a “trombetta” o il classico ζ -score.

Il confronto tra le diverse metodiche di calcolo utilizzate per la valutazione dell'esposizione comprende tre diversi metodi analitici, tutti basati sul criterio di minimizzazione del χ^2 . Le funzioni adottate per la creazione delle curve di taratura sono una funzione lineare, una polinomiale di secondo grado e una funzione analitica trascendente, formulata e ideata da TECNORAD e in uso nel proprio ciclo produttivo.

DEFINIZIONE DELLE CURVE DI TARATURA E CALCOLO DELL'ESPOSIZIONE

La capacità di un laboratorio di fornire risultati che siano scientificamente corretti, ma soprattutto accurati, dipende da due fattori chiave:

- I. Effettuare delle opportune tarature per il proprio sistema.
- II. Utilizzare una corretta funzione per modellizzare il sistema/processo fisico.

Come prassi del proprio sistema di qualità, TECNORAD esegue tarature presso centri LAT (Laboratorio Accreditato di Taratura) a diversi livelli di esposizione, con un *range* compreso tra $150 \div 12\,000\text{ kBq h m}^{-3}$ al fine di coprire la maggior parte delle **situazioni reali** che possono verificarsi nella routine.

Una volta ricevuti i campioni sottoposti a taratura, si procede alla definizione della curva di taratura, che mette in relazione i valori misurati in laboratorio della densità di tracce, con il valore di esposizione dichiarato dal laboratorio LAT.

Prima di procedere però, c'è da ricordare che il metodo dei minimi quadrati, su cui fonda la costruzione della curva di taratura e la successiva analisi per il calcolo dell'esposizione, si basa sull'ipotesi che l'incertezza della variabile indipendente (l'esposizione X nel nostro caso) sia da considerarsi trascurabile rispetto al valore della variabile dipendente (la densità di tracce).

Tuttavia, nel caso di taratura di rivelatori CR-39 questa condizione non è garantita, in quanto il certificato che accompagna i rivelatori riporta anche l'errore corrispondente alla concentrazione a cui sono stati esposti. Tale valore $(\delta X)_{exp}$ si aggira intorno al 5% (con fattore di copertura $k = 1$) e risulta più alto dell'errore dovuto al conteggio della tracce da parte del microscopio.

E' quindi necessario eseguire prima alcuni passaggi per poter trasporre l'errore presente sul valore di esposizione X sul numero della densità di tracce. Se indichiamo le funzioni usate per la taratura del sistema in maniera generale con l'espressione:

$$y = \varphi(X, \{\lambda_k\}) \quad (1)$$

dove si nota la dipendenza dal valore di esposizione e da un arbitrario set di parametri λ_k , quando le incertezze δX_i non sono trascurabili, il primo *step* è quello di trasporre l'incertezza sulla variabile indipendente a quella dipendente. La procedura da seguire è la seguente:

1. Si esegue un test preliminare del metodo dei minimi quadrati tenendo in considerazione solamente le incertezze sulla variabile dipendente $\sigma_i = \delta y_i$ e si ottengono dei valori approssimati per i parametri $\{\lambda'_k\}$ e per la funzione $\varphi'(X, \{\lambda'_k\})$.
2. Le incertezze sperimentali $(\delta X_i)_{exp}$ sono trasformate in contributi $(\delta y_i)_{tra}$ alle incertezze sulla variabile dipendente, tramite il metodo di propagazione dell'incertezza, per ciascun punto sperimentale:

$$(\delta y_i)_{tra} = \left| \frac{d\varphi'(X, \{\lambda'_k\})}{dX} \right|_{X_i} (\delta X_i)_{exp} \quad (2)$$

3. I due contributi all'incertezza di Y , quello sperimentale e quello trasposto, sono infine sommati quadraticamente punto a punto: $(\delta y_i)_{tot}^2 = (\delta y_i)_{tra}^2 + (\delta y_i)_{exp}^2$.

A questo punto si dispone di dati coerenti per la costruzione delle tre diverse curve sperimentali per la taratura del sistema, in accordo con la teoria dei minimi quadrati. In **Figura 1** sono riportati due esempi di curve di taratura relative al fit lineare e parabolico.

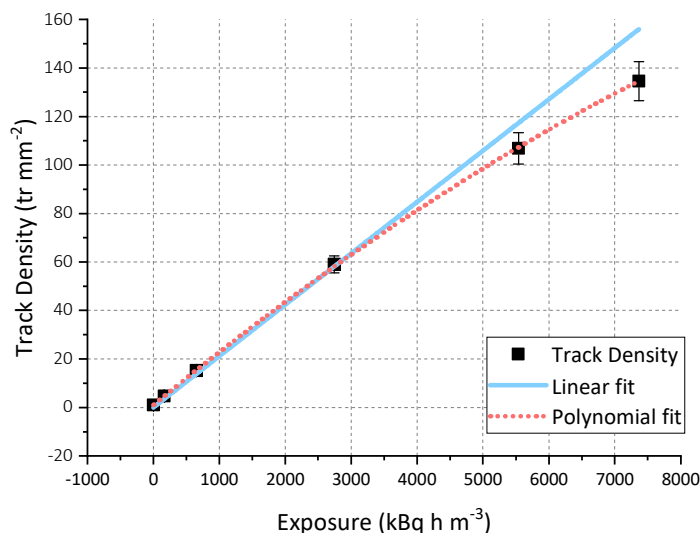


Figura 1.

Si nota come la curva polinomiale approssimi meglio i dati sperimentali rispetto a quella lineare, e lo stesso accade anche per la curva analitica usata da TECNORAD (non mostrata in figura ma perfettamente sovrapponibile alla polinomiale).

Arrivati a questo punto non resta che analizzare i rivelatori usati in fase di interconfronto e svolgere il procedimento al contrario: data in input una densità di tracce, determinare il valore di esposizione più probabile che l'ha prodotta. Si tratta quindi di invertire le funzioni in modo da risolvere l'equazione:

$$X = \varphi^{-1}(y, \{\lambda_k\}) \quad (2)$$

In **Tabella 1** sono riportati i valori ottenuti con i tre differenti metodi, con il criterio di proficiency simile a quello adottato da PHE. L'errore associato ad una misura di esposizione è dato dalla seguente equazione:

$$\%Meas. Err = \sqrt{\left(\frac{Mean_{exp} - Ref}{Ref} \cdot 100\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{exp}}{Mean_{exp}} \cdot 100\right)^2} \quad (4)$$

dove:

- $Mean_{exp}$ rappresenta il valor medio dei dati sperimentali ottenuti dal laboratorio
- σ_{exp} rappresenta lo scarto quadratico medio dei dati sperimentali
- Ref rappresenta il valore di esposizione usato come valore di riferimento e considerato come vero.

Con riferimento alla formula (4), il primo contributo tiene conto dell'accuratezza della risposta fornita dal laboratorio, mentre il secondo contributo all'errore invece è inerente alla precisione delle misure comunicate dal laboratorio, ovvero quanto sono disperse misure ripetute di una stessa quantità.

In base al valore percentuale ottenuto si hanno diverse classi di appartenenza:

- Se $\%Meas. Err < 10\%$ la misura è in *classe A*
- Se $10\% \leq \%Meas. Err < 20\%$ la misura è in *classe B*
- Se $20\% \leq \%Meas. Err < 30\%$ la misura è in *classe C*
- Se $30\% \leq \%Meas. Err < 40\%$ la misura è in *classe D*
- Se $40\% \leq \%Meas. Err < 50\%$ la misura è in *classe E*
- Se $\%Meas. Err > 50\%$ la misura è in *classe F*.

Tabella 1

		Gruppi di esposizione			
		I°	II°	III°	IV°
Valori nominali: ($kBq\ h\ m^{-3}$)		268	644	710	1954
Lineare	Media	257,7	718,8	774,6	2182,2
	%Meas.Err	7,3%	11,7%	9,5%	12,1%
	Classe	A	B	A	B

Polinomiale	Media	262,9	678,9	729,9	2065,9
	%Meas.Err	5,8%	5,7%	3,8%	6,5%
	Classe	A	A	A	A

TECNORAD	Media	287,0	684,4	730,0	2024,9
	%Meas.Err	8,5%	6,6%	3,9%	4,8%
	Classe	A	A	A	A

ANALISI DEI RISULTATI

I risultati mostrano come, indipendentemente dalla scelta della funzione, con delle "buone" tarature ed una corretta gestione delle incertezze sperimentali, si ottengono valori molto soddisfacenti in termini di *proficiency test*.

Sembrerebbe quindi del tutto lecito per un laboratorio optare l'una o l'altra funzione, con l'unico rischio di sovrastimare/sottostimare il valore di esposizione per diversi valori di tracce misurate.

Tuttavia vi sono alcune considerazioni importanti da fare sulla diversa natura delle funzioni.

Ricordiamo brevemente che un sistema di conteggio delle tracce per un sistema a CR-39 implica l'utilizzo di un microscopio automatico. Quando la concentrazione di Radon nell'ambiente è elevata, la probabilità che due particelle α incidano su una stessa zona della plastica CR-39 è maggiore, e questo comporta al sovrapporsi di due tracce. A meno di qualche caso particolare, gli algoritmi di riconoscimento delle tracce non sono in grado di discriminare le due tracce sovrapposte o parzialmente sovrapposte, il che implica che o ne verrà contata solo una, oppure neanche una (questo accade se il diametro combinato superasse un valore di *threshold* impostato dal software). Quindi il valore di densità di tracce cresce con la concentrazione fino ad un certo punto, per poi diminuire con il crescere della concentrazione.

Le funzioni di tipo polinomiale come la retta e la parabola sono in generale usate come prima approssimazione di un problema fisico. Tuttavia, per la nostra applicazione, sono prive di un qualunque significato fisico, dal momento che:

- o predicono una crescita del numero di tracce ad alte concentrazioni
- o perché arrivati ad un valore massimo - il vertice della parabola appunto - i valori di densità decrescono velocemente fino ad arrivare a valori negativi.

Entrambe le conclusioni sono in disaccordo con l'esperienza sperimentale.

Un altro punto debole di questo tipo di funzioni è che sono valide solamente sulla taratura su cui sono costruite e non hanno alcun tipo di relazione con le precedenti, a meno di eseguirle sempre sugli stessi valori di esposizione.

Per dare un esempio concreto, si considerino le due curve di taratura mostrate in **Figura 2** costruite con una funzione parabolica e quella usata da TECNORAD su una generica taratura su tre punti:

Esempio di taratura di rivelatori CR-39	Gruppi di esposizione		
	I°	II°	III°
Valori nominali: ($kBq\ h\ m^{-3}$)	219,9	290,8	2267

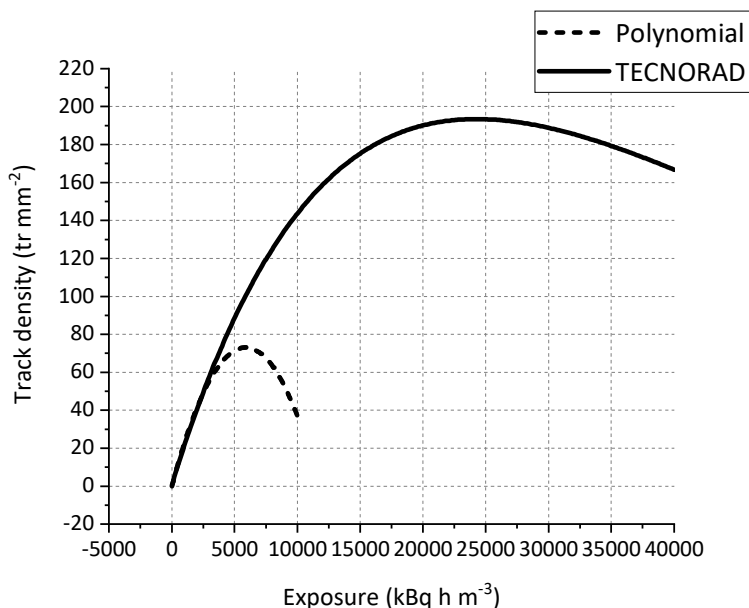


Figura 2.

Dal grafico si evince come la curva polinomiale raggiunga un valore massimo di densità di tracce superiore a 70 unità per un valore di esposizione compreso tra 5000 e 7000 $kBq\ h\ m^{-3}$. Se si dovessero analizzare dei rivelatori CR-39 basandosi su questo tipo di fit, non si sarebbe in grado di calcolare l'esposizione relativa a quei CR-39 con densità maggiori di 80 *tracce/mm²*.

A questo proposito basti notare che i microscopi Radosys® permettono di contare tracce fino ad un valore di densità pari a circa 200 *tracce/mm²*, valore ben diverso da quello trovato con il fit polinomiale.

Si giungerebbe quindi ad un paradosso: la curva potrebbe anche fittare bene dei valori per un test di interconfronto che abbia valori di esposizione inferiori a 5000 $kBq\ h\ m^{-3}$, ma fallirebbe completamente nel descrivere situazioni di rivelatori esposti ad alte concentrazioni di Radon.

È chiaro quindi che, maggiori sono le conoscenze teoriche che il Laboratorio possiede sul fenomeno fisico indagato, migliori sono le performance nel costruire le funzioni di fit capaci di descrivere al meglio la realtà del processo. A riprova di questa affermazione si è voluta mostrare in **Figura 3** una panoramica di tutti i test di interconfronto a cui TECNORAD ha partecipato dal 2011 ad oggi usando come criterio la curva a "trombetta" definita da BFS.

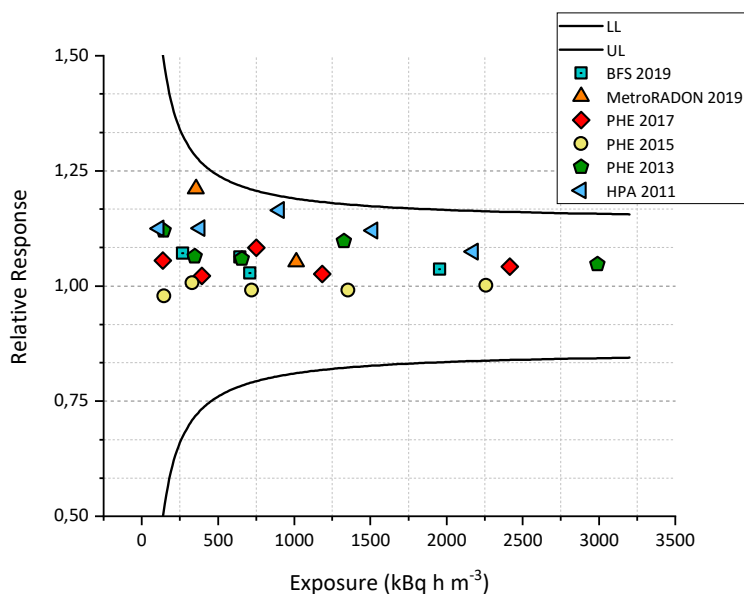


Figura 3.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti con diverse funzioni di taratura hanno mostrato che si possono ottenere ottimi punteggi nei *proficiency test* anche a scapito di un vero significato fisico. Questo accade principalmente in quanto in fase di interconfronto i valori di esposizione al Radon rimangono compresi in un *range* compreso tra 100 e 4000 kBq h m^{-3} e quindi non venga evidenziata la reale differenza tra una funzione approssimata e una “razionalizzata”. È quindi compito del Responsabile Scientifico del Laboratorio optare per un metodo o l'altro al fine di garantire il miglior risultato possibile.

BIBLIOGRAFIA

- T.R. Beck, E. Foerster, H. Buchroder, V. Schmidt and J. Doring: *The measurement accuracy of passive radon instruments*. Radiation Protection Dosimetry (2014), Vol. 158, No 1, pp. 59-67.
- UNI ISO 11665:2015 Parte 4: Metodo di misurazione ad integrazione per la determinazione della concentrazione media di attività usando un campionamento passivo e analisi successiva.
- P.Fornasini: *The Uncertainty in Physical Measurements: An Introduction to Data Analysis in the Physics Laboratory*. Springer (2008), ISBN: 978-0-387-78649-0.
- GUM: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, JCGM 100:2008.

UNA GAMMA COMPLETA DI STRUMENTI PER LA MISURA

Rappresentante in esclusiva per l'Italia degli strumenti di Radioprotezione e Monitoraggio radiometrico prodotti da Thermo Scientific (Eberline, Bicron, NE, Mini Instruments e FAG), Brumola mette a disposizione dei propri clienti: strumenti portatili, portali radiometrici, contaminametri, mani-piedi-vesti, cambiaccampioni a basso fondo, multicanali portatili ecc.



FORMAZIONE IN RADIOPROTEZIONE SUL LUOGO DI LAVORO

Maggio 2016

Commissione nazionale permanente “Formazione”

Coordinatore Luisa Biazzi

Gruppo di lavoro

“Formazione degli Esperti Qualificati in radioprotezione”

Coordinatore Dante Milani

Componenti:

Luisa Biazzi

Stefano De Crescenzo

Pier Battista Finazzi

Flavia Groppi

Raffaele Zagarella



FORMAZIONE DEGLI ESPERTI QUALIFICATI IN RADIOPROTEZIONE

Documento del gruppo di lavoro ANPEQ “*Formazione degli Esperti Qualificati in radioprotezione*” istituito nell’ambito della Commissione nazionale permanente ANPEQ “Formazione” coordinata da Luisa Biazzi, licenziato a maggio 2016.

Coordinatore del gruppo di lavoro: Dante Milani

Componenti: Luisa Biazzi, Stefano De Crescenzo, Pier Battista Finazzi, Flavia Groppi, Raffaele Zagarella.

Riunioni di lavoro tenute in data 3.12.2015, 12.1.2016, 7.4.2016, 16.5.2016.

Il presente documento è stato approvato dal Consiglio Direttivo ANPEQ, presentato e approvato dall’Assemblea dei soci durante il Congresso ANPEQ a Taranto in data 10 marzo 2017.

Questo documento segue quello predisposto dalla stessa Commissione permanente ANPEQ “Formazione” relativo al Gruppo di lavoro “*Formazione dei lavoratori in radioprotezione*” licenziato a ottobre 2013, approvato dal Consiglio Direttivo ANPEQ, presentato al Congresso ANPEQ a Roma il 7 aprile 2014, pubblicato sul sito www.anpeq.it in download.

Coordinatore del Gruppo di lavoro: Dante Milani.

Componenti Luisa Biazzi, Alessandro Bonora, Andrea Colonnelli, Giuseppe Eulisse, Luigi Frittelli, Ugo Giugni, Anna Maria Segalini, Silvia Vaccari,

SISTEMA ANPEQ PER L'AGGIORNAMENTO DELLA COMPETENZA PROFESSIONALE DELL'ESPERTO QUALIFICATO

Articolo 1 - Scopo

1. L'ANPEQ (di seguito l'Associazione) incoraggia e stimola l'aggiornamento della competenza professionale degli Esperti Qualificati come previsto dallo Statuto. Il presente sistema disciplina la formazione professionale continua degli Esperti Qualificati iscritti all'Associazione con lo scopo di assolvere agli obblighi statuari in tema di aggiornamento della competenza professionale e ai doveri di etica professionale definiti nel Codice Deontologico dell'Associazione.
2. L'Associazione mette a disposizione dei propri soci il presente strumento che può essere utilizzato in termini volontari nella prospettiva che l'Associazione stessa e ciascun socio possano avere un ritorno costruttivo e positivo per il miglioramento della qualità del servizio reso. Al contempo la documentazione dell'aggiornamento acquisito potrà servire per dimostrare una maggiore professionalità utile per ogni genere di consulenza e, in particolare, in caso di bandi e gare di appalto pubbliche e private.

Articolo 2 - Definizioni

Con riferimento al presente regolamento si applicano le seguenti definizioni:

- **competenza professionale:** capacità di applicare conoscenze e comportamenti acquisiti in situazioni di apprendimento formale, non formale e/o informale utile per raggiungere risultati riscontrabili nell'esercizio della professione di Esperto Qualificato;
- **aggiornamento della competenza professionale:** insieme delle attività necessarie ad accrescere la competenza professionale con riferimento alle evoluzioni scientifiche, tecnologiche, legislative, normative, economiche e sociali;
- **formazione professionale continua:** processo formativo con cui, per mezzo di attività di apprendimento formali, non formali e/o informali, si incrementano le competenze possedute con altre, utili o necessarie a esercitare la professione di Esperto Qualificato;
- **apprendimento formale:** apprendimento delle conoscenze e di abilità scientifico-culturali attinenti alla radioprotezione e alla sorveglianza fisica, nel sistema di istruzione e formazione delle università e che si conclude con il conseguimento di un titolo di studio ovvero con il superamento di un esame finale;
- **apprendimento non formale:** apprendimento caratterizzato da una scelta intenzionale dell'iscritto ottenuto accedendo a didattica frontale o a distanza offerta da ogni soggetto in grado di perseguire finalità di formazione professionale;
- **apprendimento informale:** apprendimento che, anche a prescindere da una scelta intenzionale, si realizza nell'esercizio della professione di Esperto Qualificato nelle situazioni e interazioni connesse al lavoro quotidiano.

Articolo 3 - Formazione professionale continua

1. L'aggiornamento della competenza professionale può essere realizzato tramite percorsi di formazione professionale continua.
2. Ai fini del presente sistema l'unità di misura dei percorsi di formazione professionale continua è il Credito Formativo Professionale (CFP).
3. Per poter sfruttare i benefit riconosciuti dall'Associazione (art. 3 bis) l'iscritto deve aderire al presente sistema e deve essere in possesso di un minimo di 30 CFP.
4. Si possono conseguire CFP:
 - a) con un accredito iniziale all'atto dell'iscrizione secondo i criteri indicati di seguito;
 - b) con le attività di aggiornamento professionale continuo non formale, informale e formale indicate nei successivi artt. 4, 5 e 6.
5. L'iscritto è libero di scegliere le attività formative che intende svolgere tra quelle indicate e riconosciute ai sensi degli articoli 4, 5 e 6.
6. A prescindere dall'attività formativa svolta, il numero massimo di CFP cumulabili è 120.
7. Al termine di ogni anno solare a ogni iscritto che segue il presente sistema vengono detratti 30 CFP dal totale posseduto. Al raggiungimento degli zero CFP non vengono attuate ulteriori detrazioni.
8. Al momento dell'iscrizione all'Associazione si accreditano:
 - a) in caso di prima iscrizione all'Associazione entro 1 anno dal conseguimento dell'abilitazione: 90 CFP;
 - b) in caso di prima iscrizione all'Associazione da 1 anno dopo ed entro 3 anni dal conseguimento dell'abilitazione: 60 CFP;
 - c) in caso di prima iscrizione all'Associazione dopo 3 anni dal conseguimento dell'abilitazione: 30 CFP.
9. Nel caso di passaggio di grado e mantenimento dell'iscrizione all'Associazione l'iscritto consegue ulteriori 30 CFP.
10. Entro il primo anno solare successivo a quello della prima iscrizione all'Associazione il socio Esperto Qualificato deve seguire il corso sull'etica e deontologia professionale che, per chi aderisce al presente sistema, permette il conseguimento di 5 CFP.

Articolo 3 bis - Benefit riconosciuti dall'Associazione

1. Il socio Esperto Qualificato che aderisce al presente sistema viene inserito in uno specifico elenco tenuto dall'Associazione in cui sono evidenziati i corsi seguiti e i CFP maturati. Previo consenso del socio Esperto Qualificato, detto elenco sarà reso pubblico sul sito dell'Associazione.
2. Per il socio Esperto Qualificato che aderisce al presente sistema è previsto uno sconto sulla quota di iscrizione sui corsi organizzati dall'Associazione stessa.

Articolo 4 - Attività per l'apprendimento non formale

1. Le attività di formazione professionale continua per l'apprendimento non formale riconoscibili per l'ottenimento di CFP sono elencate nell'Allegato A. Nello stesso allegato è indicato anche il corrispondente numero di CFP conseguibili.
2. L'attività di apprendimento non formale può essere erogata in modalità frontali ovvero in e-learning (Allegato B).
3. Le attività di formazione frontale o a distanza non organizzate dall'Associazione, per permettere il conseguimento di CFP, devono soddisfare ai seguenti requisiti:
 - a) i contenuti delle attività di formazione devono riguardare le radiazioni ionizzanti o la deontologia professionale;
 - b) gli eventi formativi devono essere organizzati da Università, Centri di ricerca, Enti normativi e Organizzazioni riconosciute nel mondo della radioprotezione.
4. L'attribuzione dei CFP relative alle attività di cui al c. 3 viene valutata dall'Associazione attraverso una Commissione appositamente istituita.
5. L'Associazione può riconoscere singole attività di formazione per l'apprendimento non formale non comprese tra quelle indicate nell'Allegato A. In questo caso l'Associazione indica il numero dei CFP attribuiti alla singola attività.

Articolo 5 - Attività per l'apprendimento informale

1. Le attività di formazione professionale continua per l'apprendimento informale riconoscibili per l'ottenimento di CFP sono elencate nell'Allegato A al presente regolamento. Nello stesso allegato è indicato anche il corrispondente numero di CFP conseguibili.

Articolo 6 - Attività per l'apprendimento formale

1. Le attività di formazione professionale continua per l'apprendimento formale riconoscibili per l'ottenimento di CFP sono elencate nell'Allegato A al presente regolamento. Nello stesso allegato è indicato anche il corrispondente numero di CFP conseguibili.

Articolo 7 - Compiti dell'Associazione

1. In attuazione al presente sistema sono compiti dell'Associazione:
 - a) la predisposizione, la diffusione e l'erogazione di un programma di attività di formazione professionale continua, rivolte agli iscritti e riguardanti la competenza professionale dell'Esperto Qualificato, con assegnazione del numero di CFP riconoscibili per ognuna delle attività, affinché gli iscritti siano nelle condizioni di poter adempiere al presente sistema;
 - b) per le attività di cui al comma 1 lettera a) è facoltà dell'Associazione poter procedere in cooperazione o convenzione con altri soggetti;
 - c) l'istituzione e la gestione di una banca dati, consultabile *on-line*, di tutte le

- attività formative riconosciute dal presente sistema e conseguite dal singolo iscritto che consenta al medesimo iscritto di monitorare la propria situazione in termini di CFP;
- d) il controllo e il monitoraggio dell'offerta formativa in tema di radioprotezione e sorveglianza fisica sul territorio nazionale;
 - e) il controllo a campione della veridicità delle informazioni trasmesse dai soci in merito all'autocertificazione (apprendimento informale).

Articolo 8 - Compiti degli iscritti

1. Sono compiti degli iscritti che intendono aderire al presente sistema:
 - a) la conservazione della documentazione attestante i percorsi di formazione professionale continua svolti e accreditabili con CFP da presentare a richiesta in caso di controllo;
 - b) la comunicazione all'Associazione dell'intenzione di seguire attività per l'apprendimento non formale e formale, non organizzate dall'Associazione, delle quali l'iscritto intende chiedere il riconoscimento di CFP. La comunicazione, corredata dalle informazioni necessarie, deve pervenire all'Associazione perlomeno 30 giorni prima l'inizio dell'attività, per permettere all'Associazione di validare il corso e relativa attribuzione di CFP.

Articolo 9 - Esonero

1. Possono essere motivo di esonero dal sistema di aggiornamento della competenza professionale, concesso dall'Associazione, su domanda da parte dell'iscritto, i seguenti casi:
 - a) maternità o paternità, per un anno;
 - b) servizio militare volontario e servizio civile;
 - c) grave malattia o infortunio;
 - d) altri casi di documentato impedimento derivante da accertate cause oggettive o di forza maggiore.
2. Alla concessione del periodo di esonero, definito dall'Associazione su istanza dell'iscritto, consegue la proporzionale riduzione del numero di crediti formativi da dedurre al termine dell'anno solare di cui all'art. 3, comma 7, del presente documento.

Articolo 10 - Entrata in vigore e disciplina transitoria

1. Il presente sistema decorre dal
2. Agli iscritti all'Associazione alla data di entrata in vigore dell'obbligo formativo vengono accreditati 60 CFP.
3. Sono riconosciute, ai fini del conseguimento di CFP in conformità al presente sistema, le attività formative svolte dagli iscritti nell'anno precedente a quello dell'entrata in vigore dello stesso.

4. Il presente sistema può essere soggetto a revisione trascorso un periodo di tre anni dalla sua entrata in vigore.

ALLEGATO A - ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E DETERMINAZIONE N. CFP

APPRENDIMENTO NON FORMALE		
Descrizione	Limiti massimi	Crediti attribuiti
Frequenza a corsi e seminari riconosciuti con verifica finale di apprendimento (in aula o in e-learning)		1 ora = 2 CFP
Partecipazione a convegni, incontri e conferenze ed altri eventi specificatamente individuati dall'Associazione	4 CFP/evento 12 CFP/anno	1 ora = 1 CFP
Partecipazioni a <i>stages</i> formativi	-	valutati caso per caso

APPRENDIMENTO INFORMALE		
Descrizione		Crediti attribuiti
Aggiornamento informale e autoformazione legata all'attività professionale dimostrabile di EQ (*)	Attività relative a controlli radiometrici in rottami metallici, RAEE, discariche, termovalorizzatori e semilavorati metallici.	6 CFP/anno
	Attività soggette al Capo III bis	8 CFP/anno
	Attività soggette all'Art. 22 (**)	10 CFP/anno
	Attività soggette agli Artt. 27 bis e 29	12 CFP/anno
	Attività soggette all'Art. 28	16 CFP/anno
Formazione specialistica agli EQ, a specialisti impegnati in attività con esposizione a RI, in master e corsi universitari (***)		1 ora = 1 CFP
Aggiornamento informale conseguente ad attività di solidarietà e interventi di carattere sociale / umanitario effettuati in occasione di incidenti o emergenze nucleari.		valutati caso per caso

APPRENDIMENTO FORMALE	
Descrizione	Crediti attribuiti
Frequenza di master universitari di I livello	45 CFP per anno di frequenza (frazionabili)
Frequenza di master universitari di II livello e dottorati di ricerca	60 CFP per anno di frequenza (frazionabili)
Frequenza di corsi universitari con esame finale	1 CFU = 2 CFP

(*) Nota: il contributo relativo all'apprendimento informale può essere costituito dalla somma di più attività fino a un massimo di 16 CFP.

(**) Almeno 10 sorgenti.

(***) Sono escluse le ripetizioni di medesime attività didattiche.

Non vengono computate l'attività e produzione scientifica e la partecipazione a gruppi di lavoro nazionali/internazionali in quanto lo scopo del sistema è migliorare il servizio professionale offerto dai soci.

ALLEGATO B - MODALITÀ E-LEARNING

Articolo B1 - Premessa

Per e-learning (o teleapprendimento) s'intende l'uso delle tecnologie multimediali e di Internet per la formazione a distanza (FAD). L'e-learning quindi è un processo di formazione che implica l'utilizzo delle tecnologie di rete per consentire la fruizione dell'apprendimento indipendentemente dal luogo della sua produzione. Spesso si identifica erroneamente la teledidattica con qualsiasi tipologia di formazione erogata tramite computer, sia offline (Computer Based Training o CBT) sia online. In realtà l'e-learning si distingue dai CBT quali ad es. corsi su CD-ROM per la presenza di una "*piattaforma tecnologica via internet*" specifica come un Learning Management System (LMS) o una procedura di monitoraggio e tracciamento degli utenti di "Web Based Training" (WBT).

Articolo B2 - Requisiti per l'aggiornamento in e-learning

Affinché un corso di e-learning possa essere considerato rispondente ad esigenze di aggiornamento professionale in radioprotezione, esso deve rispondere ai seguenti requisiti generali:

- a) avere ricevuto preliminarmente l'approvazione dell'ANPEQ;
- b) il soggetto erogatore deve avere superato uno dei seguenti processi di certificazione: ISO 9001, SCORM (Sharable Courseware Objects Reference Model), ARIADNE (Allience of Remote Instructional Authoring and Distribution Network for Europe) o PROMETEUS (PROMoting Multimedia access to Education and Training in European Society).

Articolo B3 - Approvazione ANPEQ

L'associazione verificherà, per l'approvazione del corso, che siano stati soddisfatti i seguenti requisiti specifici:

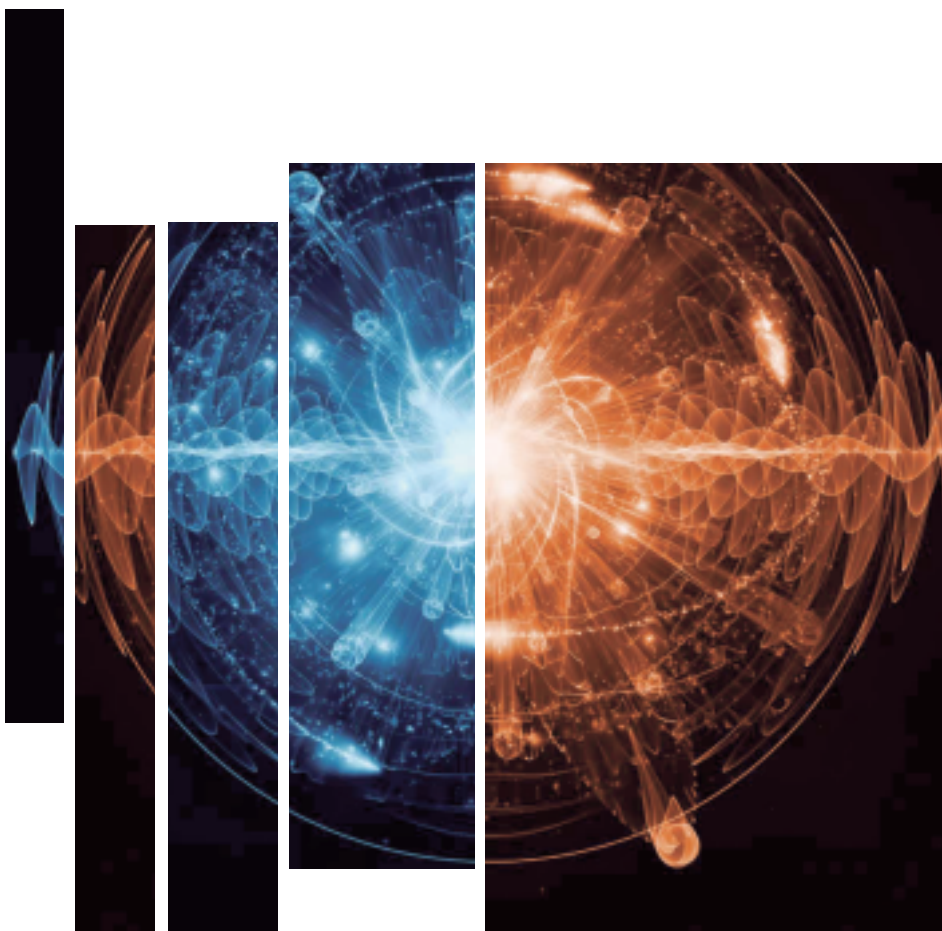
- utilizzo della connessione in rete per la fruizione dei materiali didattici e lo sviluppo di attività formative basate su una tecnologia LMS/WBT in grado di certificare per ciascun utente il completamento delle attività didattiche proposte, la partecipazione attiva al corso, la tracciabilità di ogni azione svolta durante il collegamento al sistema, il superamento delle prove di autovalutazione intermedie e/o finali dei corsi;
- materiale didattico scaricabile e non modificabile;
- la presenza di un Responsabile Didattico (tutor, mentor, etc.) in grado di interagire con gli utenti in tempo reale o al più entro un intervallo di tempo prefissato;
- un forum dedicato all'interazione didattica tra gli utenti e il Responsabile del corso.

Articolo B4 - Crediti Formativi

I CFP verranno assegnati secondo quanto indicato nell'Allegato A.



- Fisica Medica
- Radiodiagnostica
- Medicina Nucleare
- Radioprotezione
- Radioterapia



ELSE Solutions s.r.l. è un'azienda Italiana fondata nel 1990 con esperienza e professionalità consolidate nella produzione e fornitura di attrezzature e servizi per i settori Medicale ed Industriale, strutturata in divisioni dedicate con personale altamente qualificato in Medicina Nucleare, Radioterapia, Radiodiagnostica e Radioprotezione.

La produzione interna è principalmente focalizzata su sistemi di misura delle radiazioni, sistemi di manipolazione dei radiofarmaci ed accessori di radioprotezionistica.

CONTAMINAMETRI



ISOTOPE IDENTIFINDER



CAMERE PER RADIOPROTEZIONE



SCINTILLATORI PORTATILI



SISTEMI DI SPETTROMETRIA HPGE



MULTIMETRI DIGITALI



FANTOCCI PER CQ



PORTALE PER CAMION



PORTALINO OSPEDALIERO



MONITOR PER RIFIUTI CON BILANCIA



ELSE SOLUTIONS È INOLTRE DISTRIBUTORE DEI PRODOTTI



DOSEMETRY

The Phantom Laboratory



ELSE Solutions S.r.l

Via Carlo Goldoni, 18, 20090 Trezzano sul Naviglio (MI)

Tel: +39 (0)2 48409290 info@elsesolutions.com www.elsesolutions.com

METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE DEI LAVORATORI ESPOSTI A RADIAZIONI IONIZZANTI PER ATTIVITA' INTERVENTISTICHE

di **FRANCESCA PIETROBON, ANGELA GRANDIOSO,**

UOSD Fisica Sanitaria Azienda ULSS 1 Dolomiti

Recenti sentenze della Cassazione relative alla valutazione del rischio radiologico e al riconoscimento dell'indennità radiologica per alcune categorie di lavoratori¹, prevalentemente addetti a vario titolo ad attività in sala operatoria che li espongono alle radiazioni ionizzanti, hanno sottolineato la necessità che il rischio sia oggettivamente quantificato ("la frequenza della presenza in zona controllata durante l'orario di lavoro, il tempo e l'intensità dell' effettiva esposizione", "relativo all'effettivo assorbimento di radiazioni").

L'attuale livello di aggiornamento delle apparecchiature radiologiche in sala operatoria e dell'informatizzazione dei registri di sala operatoria costituiscono ancora una realtà a macchie di leopardo, spesso non in grado di fornire contemporaneamente e in modo automatico informazioni quali il tipo di procedura, la durata dell'esposizione, la dose per prodotto area, il nominativo dei lavoratori presenti e a che titolo.

Per ovviare a questa difficoltà, presso la nostra Azienda è in corso da alcuni anni un monitoraggio sistematico delle attività di sala operatoria, con registrazione su fogli elettronici dei dati essenziali relativi a ciascuna procedura come sopra indicato.

I dati sono stati quindi analizzati a livello statistico, stratificando il processo su tre diversi livelli con l'obiettivo di identificare modelli adeguati per la classificazione di lavoratori occupati per attività interventistiche che sono generalmente le più diffuse.

Campione statistico

Gli ospedali interessati al monitoraggio sono tre, di diversa complessità e tipologia di attività effettuata: anche l'arco temporale dell'indagine è diversa per i tre presidi. Sono state selezionate per l'analisi le Unità Operative più interessanti per una rappresentazione generale del procedimento.

¹ Cassazione civile sez. lav. 24/08/2015 (ud. 18/03/2015 , dep.24/08/2015) Numero: 17116, Cass. n. 24795 del 2012, Cass. 19178/2013

Tabella n. 1 Totale procedure analizzate per intervallo temporale indicato

Unità Operativa	Ospedale 1	Ospedale 2	Ospedale 3
Gastroenterologia	546 (2014-2017)	850 (2011-2017)	
Terapia del dolore	900 (2014-2017)		
Cardiologia elettrofisiologia	358 (2015-2017)	1681 (2011-2017)	
Cardiologia emodinamica	3411 (2014-2017)		
Urologia	741 (2015-2017)		
Ortopedia	2804 (2015-2017)	3589 (2011-2017)	975 (2015-2017)

La tipologia delle prestazioni indica una prevalenza di alcune procedure:

Tabella n. 2 Tipologia delle procedure analizzate

Unità Operativa	Ospedale 1	Ospedale 2	Ospedale 3
Gastroenterologia	ERCP 90%	ERCP 76%	
Cardiologia elettrofisiologia	PM 80%	PM 23% Ablazioni 64%	
Urologia	DJ 37% Nefrotomia 18% Urodinamica 9% Litotripsia 6%		
Ortopedia	femore-anca 41%	femore-anca 24%	femore – anca 38%

La numerosità degli operatori oggetto dell'indagine è la seguente:

Tabella n. 3

Unità Operativa	Ospedale 1	Ospedale 2	Ospedale 3
Gastroenterologia	3 medici 6 infermieri	3 medici 5 infermieri	
Terapia del dolore	1 medico 6 infermieri		
Cardiologia elettrofisiologia	2 medici 2 ²	4 medici 4 infermieri	
Cardiologia emodinamica	4 medici 6 infermieri		
Urologia	6 medici 5 infermieri		
Ortopedia	9 medici 8 infermieri	6 medici 5 infermieri 5 OSS	5 medici 6 infermieri

2

² Per l'Ospedale 1, le attività di cardiologia elettrofisiologia e di emodinamica sono svolte dalle stesso gruppo di infermieri

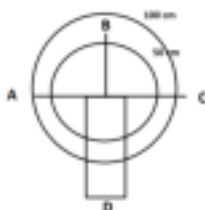
Quindi negli intervalli temporali precedentemente indicati, i dati raccolti relativi ai tempi di esposizione e di dose sopra camice per gli operatori coinvolti dal monitoraggio sono in totale 451.

I dati sono stati analizzati con il software Statistica della StatSoft.

Informazioni dosimetriche

La mappatura dosimetrica ambientale è stata realizzata, per tutti gli anni dell'indagine, su un totale di 17 archi a C e un apparecchio agiografico per emodinamica, con camere di ionizzazione, calibrate con la richiesta frequenza, collocando a livello del tavolo porta-paziente idoneo contenitore acqua equivalente.

Le misure, effettuate a 140 cm dal pavimento, hanno rispettato per gli archi a C il seguente schema:



La dosimetria personale è stata realizzata da due diversi servizi accreditati mediante film badge, di cui almeno uno sempre posizionato sopra il camice antiX, a livello dell'emitorace sinistro.

Di tutti gli apparecchi oggetto dell'indagine, è stato controllato almeno annualmente il rendimento nell'ambito dell'applicazione del DLgs 187/00.

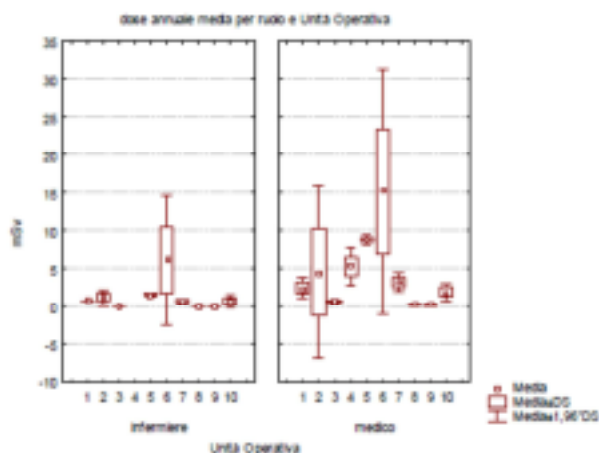
Livello 1: modello previsionale dell'esposizione sulla base delle informazioni temporali

Sulla base del tempo di esposizione annuale di ciascun operatore, considerate le diverse componenti:

- figure professionali (medico I e II operatore, infermiere strumentista e aiuto sala, operatore sociosanitario) a cui si associa in particolare, una diversa distanza dall'asse del fascio (30 – 50 cm per medico, 50 – 70 cm per infermiere, 150 cm per OSS);
- Unità Operative (quindi con diverse tipologie di utilizzo del fascio radiologico soprattutto in termini di tempi di esposizione);
- Ospedali con eventuali specificità (per es. hub piuttosto che ospedale di rete);
- anno di osservazione (possibile variazione del carico di lavoro)

si sono ottenute 81 diverse condizioni di esposizione medie e massime su base annua (ciascun record rappresenta un ruolo professionale, di una Unità Operativa di un Ospedale riferita a un certo anno).

Nel seguente grafico sono rappresentati i valori dosimetrici annuali (lettura dosimetro film badge sopra camice) suddivisi per le diverse Unità operative dei tre Ospedali, distinguendo tra medico e infermiere³.



Pur nella variabilità delle modalità di esposizione, si può osservare una certa omogeneità dei valori rilevati dal dosimetro sopra camice per Unità Operative/Ospedale.

Alle diverse figure professionali e quindi ai diversi ruoli svolti all'interno della sala, si sono associate delle distanze standard dell'operatore dall'asse del fascio. Come parametro che caratterizza il campo di radiazioni, sono stati scelti due valori di rateo di kerma in aria alla distanza di 50 cm dall'asse del fascio, rappresentativi del range di risultati ottenuti dalle indagini ambientali (0,8 mSv/ora e 1,3 mSv/ora @ 50 cm).

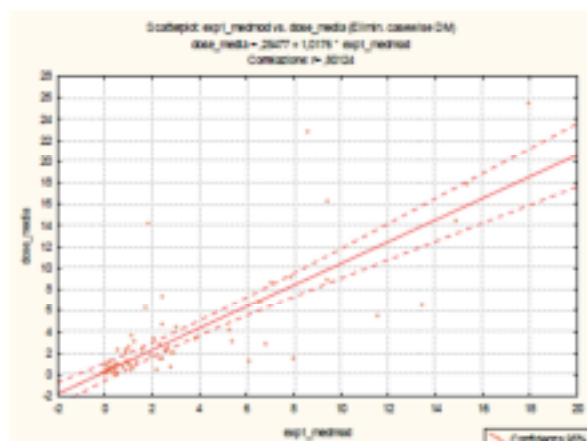
Si è quindi creato un semplice modello (rateo di kerma, tempo, distanza) di previsione dell'esposizione di ciascun gruppo di operatori e questa stima dell'esposizione è stata correlata con i valori annuali misurati dai dosimetri individuali.

La matrice di correlazione tra i valori di dose annuale medi e massimi registrati per ciascuna condizione individuata e i corrispondenti valori di esposizione calcolati dai modelli indica che tutte le correlazioni sono significative al livello di $p < 0,05$.

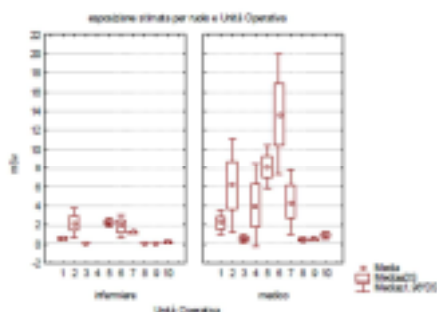
³ legenda delle Unità Operative in ascissa

Unità Operativa	Ospedale 1	Ospedale 2	Ospedale 3
Gastroenterologia	1	2	
Terapia del dolore	3		
Cardiologia elettrofisiologia	4	5	
Cardiologia emodinamica	6		
Urologia	7		
Ortopedia	8	9	10

Uno dei modelli più interessanti è quello che considera i tempi di esposizione medi per ciascun record e la presenza dei schermi pensili di attenuazione per l'emodinamica e l'elettrofisiologia con prevalenza di ablazioni. In questo caso, il coefficiente angolare del modello che correla la dose media annuale per figura professionale/Ospedale/Unità Operativa misurata dal film badge con il valore di dose stimata in base al modello (tempo di esposizione/distanza/rateo kerma in aria) è pari a 1,02 (quindi è consistente) con r di 0,80 (ossia statisticamente significativo).



Sulla base di questo modello, la distribuzione dei valori di dose sopra il camice ora stimata e non sperimentale come rappresentata nei grafici precedenti, diventa:

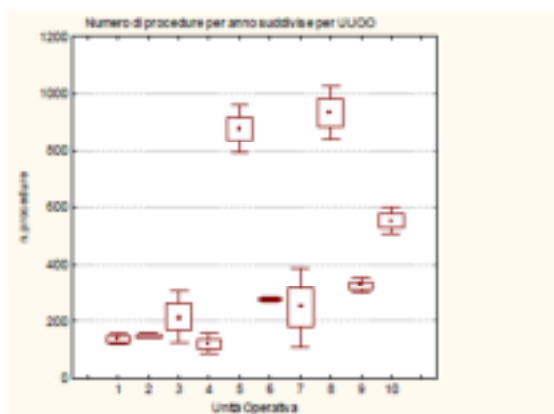


Si riesce quindi a evidenziare che, con una base sufficientemente ampia di osservazioni, esiste una significativa relazione tra tempi e dose misurata da dosimetro sopra camice, pur nella variabilità delle condizioni di esposizione degli operatori della sala radiologica/interventistica/operatoria purché si distinguano i diversi ruoli e le tipologie di procedure effettuate, anche in modo generico.

Livello 2: modello previsionale dell'esposizione sulla base del tipo/numero di procedure realizzate

A questo punto si è passati a valutare la robustezza di un modello che, partendo dal campionamento a disposizione, permetta di dedurre il valore annuale della dose sopra il camice in base al numero di procedure effettuate dall'Unità Operativa. Pur con le evidenti approssimazioni del caso, la differenza nei tempi medi realizzati dalle diverse equipe, come individuate nella tabella n.1, sono tali da permettere di realizzare un modello generale che ha lo scopo di categorizzare il lavoratore nei possibili gruppi di esposizione indicati dalla legislazione.

Negli intervalli temporali oggetto dell'indagine, si può osservare che il numero annuale di procedure monitorate è relativamente stabile: il numero maggiore di procedure per anno si registra in emodinamica e in due delle tre ortopedie considerate.



La durata dell'utilizzo del fascio radiologico all'interno di ciascuna procedura è sostanzialmente diverso per le attività svolte dalle diverse Unità Operative, pur nelle rispettive specificità.

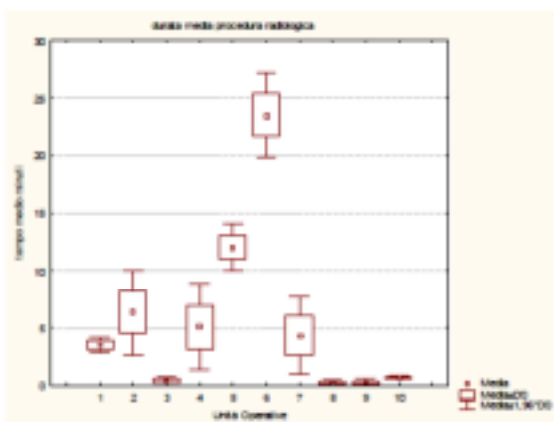


Tabella n. 4 tempi medi per procedura

Unità Operativa	tempo medio di scopia [min]	Deviazione standard
Gastroenterologia – Ospedale 1	3.51	0.33
Gastroenterologia – Ospedale 2	5.33	2.07
Terapia del dolore	0.36	0.20
Cardiologia elettrofisiologia – Ospedale 1	5.10	1.90
Cardiologia elettrofisiologia – Ospedale 2	23.50	1.90
Cardiologia emodinamica	12.05	1.05
Urologia	4.34	1.73
Ortopedia – Ospedale 1	0.38	0.23
Ortopedia – Ospedale 2	0.65	0.06
Ortopedia – Ospedale 3	0.22	0.16

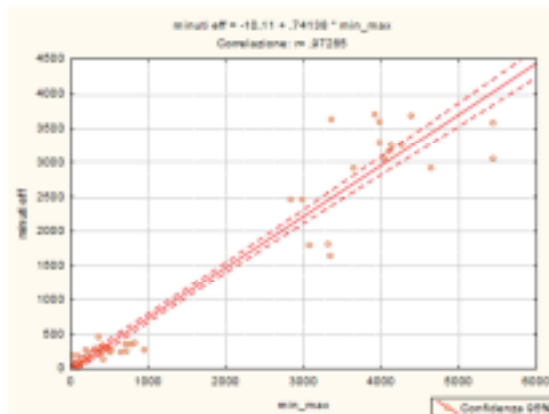
Quindi considerato il tempo medio precedentemente indicato per le procedure realizzate dalle diverse equipe e il numero di procedure annue, si può ottenere un carico di lavoro globale per anno che va poi suddiviso tra gli operatori dello stesso record, normalizzandolo per il numero di lavoratori con lo stesso ruolo presenti nella procedura .

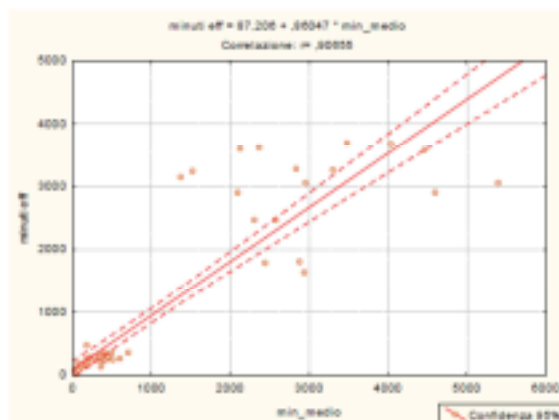
$$tempo = \frac{n^{\circ} procedure * tempomedio * n^{\circ}operatoristessoruolo}{n^{\circ}operatoritotale}$$

In questo modo si arriva a una stima del tempo di esposizione per ciascuna figura professionale coinvolta, che può essere confrontato con l'analisi effettuata nel primo livello dove i valori medi per ciascun record

(figura professionale in un certa Unità Operativa in un certo Ospedale per uno specifico anno) erano stati ottenuti a partire dai dati relativi al singolo operatore.

La correlazione risulta adeguata:





Livello 3: ipotesi di modello generale di classificazione

Nella prima fase dell'indagine, si è dimostrato che le informazioni temporali raccolte per gli anni di indagine relative a ciascun lavoratore dei vari record individuati, mediate su base annua, permettono di stimare la dose registrata dal dosimetro sopra il camice, utilizzando delle distanze standard per ruolo professionale dall'asse del fascio e valori di rateo di kerma in aria ottenuti da medie di misure sperimentali.

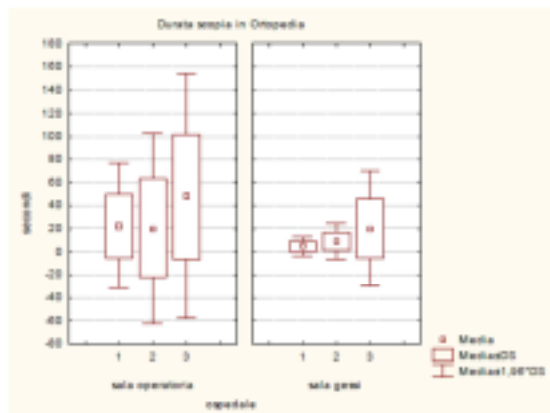
Nella seconda fase, sono stati individuati dei tempi medi di durata delle procedure distinte tra le diverse equipe e, in base al numero di procedure totali e degli operatori presenti/disponibili, si è ottenuta una stima della durata dell'esposizione per figura professionale coerente con quella utilizzata nella prima fase.

In questa fase si valuta l'efficienza del modello semplificato realizzato a partire dai tempi di esposizione stimati in base al carico annuo come descritto nella seconda fase ottenendo quindi dei valori di esposizione stimati sopra camice.

Per rendere l'approccio quanto più possibile generico, si utilizzano i tempi medi globali per procedura per le attività di gastroenterologia e di ortopedia che nella fase 1 erano invece state distinte tra i diversi Ospedali.

Per esempio, nei dati sopra presentati relativi alle Unità Operative di ortopedia, si considerano ora cumulativamente sia gli interventi in sala gessi che quelli in sala operatoria, spesso più complessi e quindi onerosi anche in termini di tempo di utilizzo dell'arco a C.

Del resto si osserva che statisticamente le due distribuzioni sono significativamente diverse (sala operatoria media 33 secondi contro i 13 della sala gessi, $p < 0,00$) ma sono anche diverse da quanto avviene in gastroenterologia, per non parlare della cardiologia (in cui comunque, i 12 minuti medi per attività di CGF e PTCA vanno confrontati con i 5 mediamente utilizzati per un impianto PM a loro volta diversi dai tempi per ablazione).



Per tener conto da un punto di vista cautelativo dell'introduzione di nuove metodiche e quindi possibile aumento del numero oppure della durata delle procedure con impiego di radiazioni ionizzanti, si introduce un fattore cautelativo pari a 2 per il carico di lavoro.

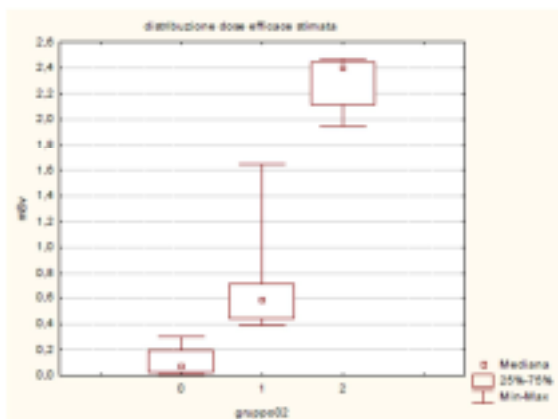
Con queste premesse e applicando il semplice modello carico di lavoro/distanza/rateo di dose, si ottiene una stima del valore di dose sopra camice.

La stima della dose efficace è ottenuta considerando un fattore di trasmissione da parte del camice pari a un decimo (vedi appendice).

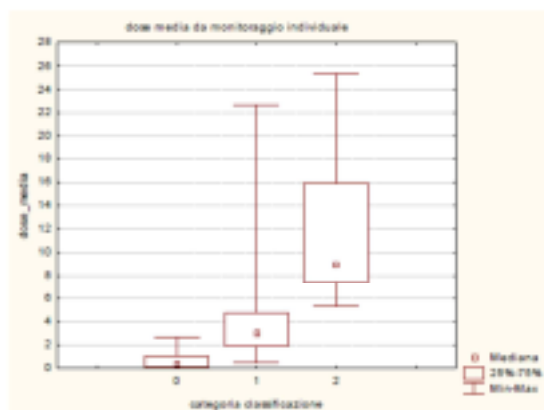
Le stime di dose efficace così ottenute vanno quindi categorizzate per i diversi gruppi di lavoratori classificati esposti (non esposti, categoria B e categoria A) secondo la vigente normativa.

Tuttavia, oltre al rischio di esposizione connesso alle quotidiane modalità di lavoro, vanno valutate realistiche situazioni di rischio conseguenti ad anomalie e funzionamenti non conformi che potrebbero ragionevolmente verificarsi nel corso della normale attività di routine e contribuire all'esposizione del lavoratore quindi si distinguono tre gruppi di record con stima cautelativa pari a 0,5 mSv di dose efficace (gruppo 0), tra 0,5 e 3 mSv (gruppo 1) e maggiore di 3 mSv (gruppo 2).

La stratificazione delle dosi stimate dal modello per i tre gruppi risulta significativa all'analisi statistica non parametrica ($p < 0,000$).



Se applichiamo la stessa suddivisione ai valori misurati dal dosimetro sopra camice (ossia inseriamo il dato del monitoraggio individuale nel gruppo 0,1 oppure 2 sulla base del modello) , si ottiene una stratificazione analoga.



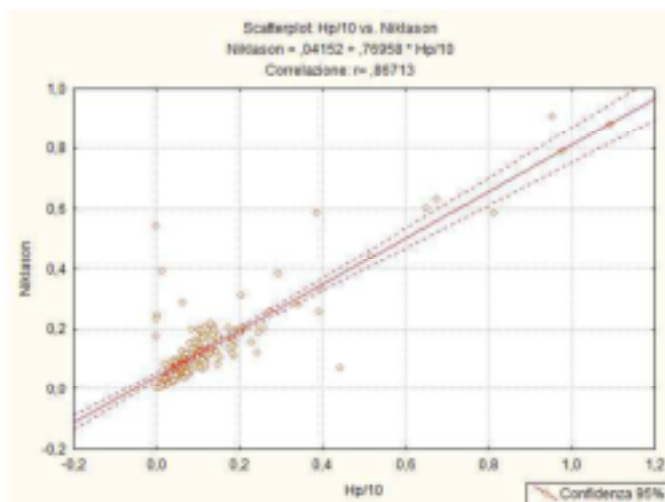
Conclusioni

Nonostante la variabilità delle condizioni di esposizione sia dei lavoratori che degli stessi dosimetri, le procedure diagnostiche/interventistiche sono sufficientemente standardizzate da permettere una classificazione dei lavoratori radioesposti su base oggettiva a partire da un'adeguata statistica delle prestazioni effettuate dall'equipe.

Appendice: doppio dosimetro

L'attribuzione di un fattore di trasmissione al camice anti X è stato oggetto di ampie analisi e discussioni, come pure la definizione dell'algoritmo più adeguato per caratterizzare la dose efficace qualora siano a disposizione i valori misurati da film badge posto sopra e sotto il camice.

Nella nostra Azienda dal 2014 ad alcuni medici interventisti (cardiologi e radiologi) sono stati assegnati dosimetri sopra e sotto camice. Analizzando i risultati di questo monitoraggio per i lavoratori che hanno aderito con adeguato livello di collaborazione (182 dati), emerge un'ottima correlazione tra la dose efficace calcolata applicando l'algoritmo di Niklason ($E=0,93 \text{ Hp}(0,07,\text{sotto}) + \text{Hp}(10,\text{sopra})/15$) e un decimo della dose $\text{Hp}(10)$ misurata dal dosimetro sopra il camice. Quindi utilizzare un fattore pari a 10 per l'attenuazione del camice anti X può essere ritenuto ragionevole.



VERIFICA IN TEMPO REALE LA CONFORMITÀ DEI PRODOTTI



L'ANALISI CHIMICA CHE RIVOLUZIONA IL CONCETTO DI CONTROLLO QUALITÀ

INSPECT

DETECTOR
DEVICES AND TECHNOLOGIES TORINO

SI TRATTA DI UNO STRUMENTO INNOVATIVO PER **ANALISI NON DISTRUTTIVE**
SU **TUTTI I PRODOTTI IN TEMPO REALE**, CAPACE DI ANALIZZARE LA
COMPOSIZIONE CHIMICA DEI SINGOLI ELEMENTI E CONFRONTARE I **DATI**,
RILEVANDO E **SCARTANDO** GLI ELEMENTI NON CONFORMI.

I controlli qualità negli impianti produttivi vengono normalmente effettuati prelevando singoli prodotti dalla linea, analizzandoli in laboratorio con test spesso distruttivi, ma non tutto il lotto viene controllato.

Eventuali prodotti non conformi finiscono così in commercio, causando:

- ✗ **PROBLEMI DI SICUREZZA**
- ✗ **DANNO D'IMMAGINE**
- ✗ **CAMPAGNE DI RICHIAMO**

**APPLICABILE IN
SETTORI COME:**

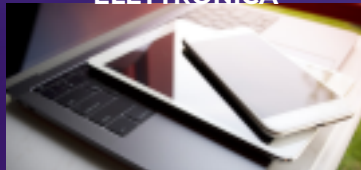
AGRO-ALIMENTARE



PRODOTTI PER L'INFANZIA



ELETTRONICA



RICICLO



AUTOMOTIVE



TESSILE

RELAZIONE RADON - Requisiti per la redazione del documento

L. Biazzi; S. Bucci; PB Finazzi; D. Nucci; R. Trevisi

1 Premessa

Quanto viene presentato NON costituisce una «linea guida di ANPEQ» ma vuole essere un contributo per redazione corretta e completa del documento di valutazione di competenza dell'Esperto Qualificato.

Nella presentazione si farà riferimento alla Legislazione attualmente in vigore.

Ricordiamo che, in qualsiasi caso, è molto importante coinvolgere gli RSPP e gli RLS sia per le implicazioni che le eventuali contromisure possono avere sulla valutazione dei rischi convenzionali e sia per sensibilizzare i lavoratori sugli strumenti di misura utilizzati ed impedirne la rimozione.

NOTA : la guida a come redigere il documento inizia al Capitolo 4

le prime pagine raccolgono solo informazioni e cronistoria di perché dobbiamo scrivere

2 Legislazione

1. ESPOSIZIONI DA ATTIVITÀ LAVORATIVE CON PARTICOLARI SORGENTI NATURALI DI RADIAZIONI

Art. 10-bis Campo di applicazione

Le disposizioni del presente capo si applicano alle attività lavorative nelle quali la presenza di sorgenti di radiazioni naturali conduce ad un significativo aumento dell'esposizione dei lavoratori o di persone del pubblico, che non può essere trascurato dal punto di vista della radioprotezione. Tali attività comprendono:

attività lavorative durante le quali i lavoratori e, eventualmente, persone del pubblico sono esposti a prodotti di decadimento del radon o del toron o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in particolari luoghi di lavoro quali tunnel, sottovie, catacombe, grotte e, comunque, in tutti i luoghi di lavoro sotterranei;

attività lavorative durante le quali i lavoratori e, eventualmente, persone del pubblico sono esposti a prodotti di decadimento del radon o del toron, o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in luoghi di lavoro diversi da quelli di cui alla lettera a) in zone ben individuate o con caratteristiche determinate;

.....

Le attività lavorative di cui al comma 1 sono quelle cui siano addetti i lavoratori di cui al capo VIII.

Art. 10-quater Comunicazioni e relazioni tecniche

In caso di superamento dei livelli di azione di cui all'articolo 10-quinquies, gli esercenti che esercitano le attività di cui all'articolo 10-bis, comma 1, lettere a), b), c), d) ed e), inviano una comunicazione in cui viene indicato il tipo di attività lavorativa e la relazione di cui all'articolo 10-ter, commi 4 e 5, alle Agenzie regionali e delle province autonome competenti per territorio, agli organi del Servizio sanitario nazionale competenti per territorio e alla Direzione provinciale del lavoro.

La Direzione provinciale del lavoro trasmette i dati di cui al comma 1 al Ministero del lavoro e della previdenza sociale ai fini del loro inserimento in un archivio nazionale che il Ministero

stesso organizza avvalendosi delle strutture esistenti e nei limiti delle ordinarie risorse di bilancio; detto Ministero a richiesta, fornisce tali dati alle autorità di vigilanza e ai ministeri interessati.

Le comunicazioni e le relazioni di cui al comma 1 sono inviate entro un mese dal rilascio della relazione

Art. 10-quinquies Livelli di azione

Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 10-bis, comma 1, lettere a) e b), le grandezze misurate non devono superare il livello di azione fissato in allegato I-bis.

Nel caso in cui le grandezze di cui al comma 1 non superino il livello di azione ma siano superiori all'80 per cento del livello di azione, l'esercente assicura nuove misurazioni nel corso dell'anno successivo.

Nel caso di superamento del livello di azione di cui all'allegato I-bis, l'esercente, avvalendosi dell'esperto qualificato, pone in essere azioni di rimedio idonee a ridurre le grandezze misurate al di sotto del predetto livello, tenendo conto del principio di ottimizzazione, e procede nuovamente alla misurazione al fine di verificare l'efficacia delle suddette azioni.

Le operazioni sono completate entro tre anni dal rilascio della relazione di cui all'articolo 10-ter, comma 4, e sono effettuate con urgenza correlata al superamento del livello di azione. Ove, nonostante l'adozione di azioni di rimedio, le grandezze misurate risultino ancora superiori al livello prescritto, l'esercente adotta i provvedimenti previsti dal capo VIII, ad esclusione dell'articolo 61, commi 2 e 3, lettera g), dell'articolo 69 e dell'articolo 79, commi 2 e 3, fintanto che ulteriori azioni di rimedio non riducano le grandezze misurate al di sotto del predetto livello di azione, tenendo conto del principio di ottimizzazione.

ALLEGATO I bis

2. Definizioni

Livello di azione

Valore di concentrazione di attività di radon in aria o di dose efficace, il cui superamento richiede l'adozione di azioni di rimedio che riducano tale grandezza a livelli più bassi del valore fissato.

Radon Deve intendersi l'isotopo 222 del radon.

Toron Deve intendersi l'isotopo 220 del radon.

3. Misurazioni

Le misurazioni di cui all'articolo 10-ter, commi 1 e 2, sono fissate in concentrazioni di attività di radon medie in un anno.

4. Livelli di azione

a) Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 10-bis, comma 1, lettere a) e b), il livello di azione è fissato in termini di 500 Bq/m³ di concentrazione di attività di radon media in un anno.

5. Registrazioni

Le registrazioni di cui all'art.10-quinquies comma 4 sono eseguite in termini di esposizione individuale: in Bq m⁻³ e ore di esposizione oppure in Bq h m⁻³ e ore di esposizione.

6. Fattore convenzionale di conversione

Per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a concentrazione di attività di radon si applica il fattore convenzionale di conversione 3.10-9 Sv di dose efficace per unità di esposizione espressa in Bq h m-3 di dose efficace.

3 Estratto dalle Linee Guida ANPA

il gruppo di lavoro tecnico, composto dalle Regioni Emilia-Romagna, Lombardia, Toscana, Umbria e Veneto, e coordinato dalla Regione Lombardia, ha predisposto le linee guida contenute nel presente documento, che comprendono: - **la definizione di luogo di lavoro sotterraneo ed i criteri generali per l'impostazione delle misure di radon; i metodi di misura delle concentrazioni di radon; i requisiti minimi degli organismi che effettuano le misure.**

1.2 Definizioni di luogo di lavoro e di ambiente sotterraneo

Luoghi di lavoro:

devono intendersi quei luoghi destinati a contenere posti di lavoro, ubicati all'interno dell'azienda ovvero dell'unità produttiva, nonché ogni altro luogo nell'area della medesima azienda ovvero unità produttiva comunque accessibile per il lavoro (art. 30 del DLgs 626/94).

Ambiente sotterraneo:

la definizione di ambiente sotterraneo è contenuta di solito nei regolamenti comunali edilizi e di igiene, che vengono stilati sulla base delle linee guida dettate a scopo di uniformità dalle singole Regioni. Le definizioni differiscono essenzialmente per due aspetti: in primo luogo per piccole differenze riguardanti la posizione del solaio rispetto al piano di campagna; in secondo luogo per la presenza o meno di un accesso diretto dall'esterno.

Nell'ambito e per i fini delle presenti linee guida, indipendentemente dalle definizioni di sotterraneo che sono contenute nei regolamenti edilizi comunali, si ritiene di adottare per i locali o ambienti sotterranei la seguente definizione:

- locale o ambiente con almeno tre pareti interamente sotto il piano di campagna, indipendentemente dal fatto che queste siano a diretto contatto con il terreno circostante o meno.

1.3 Criteri per l'individuazione degli ambienti di lavoro nei quali effettuare le misure Per decidere in quali locali o ambienti sotterranei di uno stesso edificio effettuare le misure di concentrazione di radon, bisogna tenere conto del fatto che le misure devono essere pianificate in modo da essere rappresentative dell'esposizione del personale. Perciò in linea di massima le misure non dovranno essere condotte in locali che non siano occupati con continuità dai lavoratori, come per esempio i locali di servizio, gli spogliatoi e gli ambienti di passaggio come i corridoi. Altri ambienti come i magazzini, i bunker delle banche e locali di utilizzo simi-

le, nei quali il personale entra senza occupare una vera e propria postazione di lavoro, ma che rimangono chiusi a lungo, non dovranno essere sottoposti a misura almeno che il personale nel suo complesso non vi trascorra una frazione di tempo significativa, che viene indicativamente fissata in 10 ore al mese.

1.4 Numero di misure e posizionamento dei dosimetri

Considerato che numerosi studi hanno messo in evidenza la variabilità della concentrazione di radon anche fra ambienti contigui, le misure dovranno in generale essere effettuate in ogni locale fisicamente separato; il risultato della media annuale del singolo locale dovrà essere confrontato con il livello di azione di 500 Bq/m^3 introdotto dalla normativa. Nel caso di luoghi di lavoro sotterranei in cui vi sia un numero elevato (dell'ordine delle decine) di ambienti "analoghi" sulla base di considerazioni riguardanti le caratteristiche della costruzione e dell'uso degli ambienti stessi, compresa la ventilazione e il tipo di attività, potrà essere giustificata la riduzione del numero di misure da effettuare in uno stesso edificio. Tale scelta dovrà essere oggetto di una relazione che resti a disposizione degli organi di vigilanza e dovrà necessariamente essere sottoposta a verifica: se la media dei valori misurati risulterà sostanzialmente inferiore al livello di azione e la loro variabilità contenuta, l'operazione sarà giustificata anche a posteriori, in caso contrario, sarà necessario estendere in una seconda fase il programma di misura a tutti i locali. Riguardo al numero di misure da effettuare, gli ambienti di lavoro possono essere per semplicità classificati sulla base delle loro dimensioni in due categorie principali, alle quali corrisponde una differente strategia di misura raccomandata, che è illustrata nella Tabella 1.1.

Tabella 1.1 Numerosità delle misure in funzione dell'ampiezza del locale. I dosimetri impiegati per effettuare le misure di radon dovranno essere posizionati ad una altezza compresa fra circa 1 e 3 metri, in un'area lontana dalle fonti di calore e di ricambio d'aria.

Tabella 1.1 Numerosità delle misure in funzione dell'ampiezza del locale.

Categoria	Numero di misure raccomandato
A: Locali separati di piccole dimensioni (inferiori a 50 m^2)	Una misura in ciascun locale, salvo quanto sopra previsto
B: Ambienti di medie e grandi dimensioni	Una misura ogni 100 m^2 di superficie

1.5 Particolari luoghi di lavoro sotterranei

Nel caso di tunnel, sottovie, catacombe e grotte, le misure dovranno essere eseguite nei luoghi dove normalmente stazionano gli operatori addetti, ad esempio lungo il percorso di visita guidata nelle grotte/catacombe e nelle postazioni di guida dei macchinisti nel caso delle "metropolitane" cittadine. La frequenza e la tecnica di misura adottata dovranno tenere conto dei possibili elevati livelli di concentrazione

di radon e delle condizioni microclimatiche peculiari di questi particolari luoghi di lavoro. Le procedure e le scelte adottate dovranno essere oggetto di una relazione che resti a disposizione degli organi di vigilanza.

2.1 Periodo di misura

.....le tecniche di misura da utilizzare devono consentire di coprire interamente l'arco di un anno solare, mediante una o più esposizioni. Inoltre, resta inteso che la concentrazione media annua comprende sia il periodo diurno che il periodo notturno.

2.2 Tecniche di misura

Le tecniche di misura della concentrazione di radon che consentono di effettuare una valutazione della concentrazione media annua sono quelle di lunga durata

3.2 Requisiti degli organismi di misura

Le caratteristiche degli organismi di misura dovrebbero essere le seguenti:

1. documentata in materia
2. individuazione delle persone abilitate ad eseguire le misure e ad attestarne la validità
3. utilizzo di una tecnica di misura idonea
4. periodica taratura della tecnica di misura e controllo del funzionamento delle apparecchiature prima di ogni serie di misure
5. periodico controllo di qualità dei dati
6. utilizzo di procedure e istruzioni scritte per le misure, comprese le tarature e il controllo di qualità
7. rilascio del resoconto delle misure firmato dal responsabile tecnico, che garantisce l'affidabilità del dato al committente.

Verificare sempre che il Laboratorio scelto si sottoponga a tarature ed intercalazioni

3.2.7 Resoconto delle misure

Il risultato delle misure sarà contenuto in una relazione tecnica o resoconto di prova rilasciato al committente.

Nella relazione tecnica o resoconto dovrebbero essere riportate almeno le seguenti informazioni:

- intestazione dell'organismo che rilascia il documento
- identificazione del documento (per esempio un numero o codice progressivo)
- i dati anagrafici del committente
- la tecnica di misura utilizzata
- periodi di esposizione dei rivelatori (sotto la responsabilità del committente) e relativi risultati in termini di concentrazione

- il risultato della concentrazione di radon media annua associato al luogo della misura, chiaramente individuato (se in un luogo di lavoro vengono effettuate misure in più locali/ambienti o più misure in uno stesso ambiente, è necessario che nella scheda informativa compilata dal committente sia identificato ciascun punto di misura e che lo stesso identificativo sia riportato nella relazione)
- l'incertezza associata a tutti i risultati delle misure
- la firma della persona che ha effettuato le misure e di chi autorizza il rilascio del risultato
- eventuali note relative ai risultati

4 IL DOCUMENTO DELL'ESPERTO QUALIFICATO

STRUTTURA DEL DOCUMENTO

- 1 Premessa e generalità
 - 2 descrizione del sito
 - 3 riferimenti di Legge
 - 4 strumenti e metodi
 - 5 descrizione delle campagne di misura
 - 6 risultati delle misure
 - 7 valutazioni di dose
 - 8 interventi correttivi
 - 9 conclusioni
- Allegato «glossario dei termini tecnici»

1 Premessa e Generalità

In questa sezione del documento dovrebbero essere riportate le informazioni utili per individuare le motivazioni che hanno portato alla effettuazione delle campagne di misura ed alla valutazione dei risultati ottenuti.

Dovrebbero anche essere riportate delle informazioni generiche sul Radon, Sulla sua origine, distribuzione e pericolosità, dando informazioni sulle unità di misura utilizzate ed inserendo dati bibliografici sulle concentrazioni tipiche in abitazioni e luoghi di lavoro sia italiani che esteri.

Buona norma potrebbe essere il richiamo all'Allegato contenente il glossario dei termini tecnici e ad un altro eventuale Allegato che riporti la Legislazione Nazionale e le norme o regole internazionali

2 Descrizione del sito

Dovrebbero essere qui riportate tutte le informazioni relative al sito ed all'impianto/istallazione oggetto dell'indagine.

Dovrebbero essere riportate le informazioni relative alla ventilazione esistente, al numero dei ricambi d'aria, ai materiali da costruzione presenti, alla tipologia degli ambienti ed al loro utilizzo.

Si dovrebbero riportare le informazioni provenienti dalla bibliografia o da banche dati ARPA o regionali.

Il capitolo deve servire ad inquadrare il sito dell'indagine nell'ambiente che lo circonda, dal punto di vista del Radon, e a dare le informazioni sulle ragioni che hanno portato alla effettuazione della campagna di misura (area classificata come pericolosa, zone di lavoro sotterranee, ecc.)

Particolare attenzione dovrebbe essere portata, ove sia utile, alla eventuale presenza di corsi d'acqua o faglie superficiali o emissioni gassose che possono influenzare l'emissione di radon.

3 riferimenti di Legge

Questo è un semplice capitolo «standard» in cui riportare sia gli estremi che gli estratti degli articoli di Legge che hanno portato alla decisione di effettuare la campagna di misura

4 strumenti e metodi

Dovrebbero essere riportate in questo capitolo tutte le grandezze misurate, descrivendo sia le tecniche di misura e di campionamento utilizzate sia le ragioni che hanno portato alla scelta dei punti di misura e delle tecniche adottate.

Il nostro pensiero nell'organizzare una campagna di misure dovrebbe essere:

Il giusto numero di misure fatte in modo idoneo, corretto e affidabile quindi sulla base del risultato prescriviamo e adottiamo appropriati sistemi di protezione dei lavoratori e del pubblico

Potranno essere prese in considerazione:

- Misure di rateo di dose gamma
- Misure istantanee della concentrazione di radon e/o dei suoi prodotti di decadimento in aria
- Misure integrate della concentrazione di radon in aria

Eventualmente, se utili, potranno essere considerate:

- Caratterizzazione via spettrometria gamma dei materiali da costruzione o di particolari matrici ambientali o misura della emissione di radon dai materiali da costruzione

Particolare attenzione deve essere data alla descrizione dei criteri che hanno portato alla identificazione dei punti di misura:

- Tempo di permanenza
- Caratteristiche costruttive
- Caratteristiche di utilizzo (cavedi o punti di passaggio obbligati)
- Localizzazione (edificio su più piani?)

La descrizione dei criteri che hanno portato alla scelta dei punti di misura rappresenta una criticità dell'insieme.

Di seguito si danno alcune indicazioni per l'identificazione dei punti di misura

I principali criteri di scelta dei punti di misura nei luoghi di lavoro sono i seguenti:

ove possibile, misurare tutti gli ambienti, in quanto le differenze di concentrazione di radon non sono prevedibili sulla base delle caratteristiche dell'edificio, del locale

e degli impianti, e un impatto rilevante è connesso alle modalità di uso e di ventilazione da parte degli occupanti;

ove non è possibile misurare tutti gli ambienti:

se il luogo di lavoro si trova su più piani, devono essere misurati almeno due locali per piano;

le misure devono essere effettuate in modo da includere tutti i locali dove si svolgono attività diverse.

Negli edifici aperti al pubblico e nelle scuole la misura deve essere effettuata in tutti i locali.

I locali da misurare dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

devono essere utilizzati regolarmente, ;

devono essere evitati corridoi, ripostigli, bagni e altri locali utilizzati in modo saltuario (come ad esempio archivi o locali tecnici), a meno che non sia una specifica richiesta del cliente (ma deve essere fatto presente al cliente che questi dati non saranno considerati alla stregua degli altri).

Il tutto è sempre relativo agli ambienti sotterranei o comunque dove la Legge chiede di misurare la concentrazione di Radon

Numero di dosimetri per locale

- In ogni locale da misurare, va posizionato solitamente un solo dosimetro, tranne in un sottoinsieme di casi in cui andranno posizionati due dosimetri affiancati, allo scopo di determinare il contributo all'incertezza di misura dovuto alla cosiddetta ripetibilità in campo della misura.
- Tuttavia, se nel luogo di lavoro sono presenti ambienti molto grandi (superfici superiori a 100 m²), è preferibile utilizzare più dosimetri per misurare il locale.

Posizione del dosimetro all'interno del locale

- All'interno del locale prescelto, il dosimetro va posizionato in un luogo rappresentativo dell'aria interna, e per questa ragione occorre evitare assolutamente di posizionare il dosimetro all'interno di cassette o in corrispondenza di punti nascosti da ostacoli di varia natura. Inoltre va tenuto conto che:
- per quanto possibile evitare di collocare il dosimetro vicino a fonti di calore (termosifoni, camini, ..), e a sistemi di climatizzazione, oppure in prossimità di aperture verso l'esterno (porte e finestre), e in spazi di formazione di condensa;
- il dosimetro va posto in un luogo sicuro in quanto deve essere esposto per lunghi periodi, quindi ad una altezza di circa 2 metri da terra, ad almeno 30 cm da altri oggetti e dalle pareti; ad esempio, posizionato sopra un mobile o una mensola;

- se vengono utilizzati più dosimetri in uno stesso locale, questi devono essere posizionati in modo da rappresentare le diverse attività che si svolgono nel locale.
- Prima di effettuare le misure di concentrazione del radon in aria per un periodo di un anno (tempo necessario per poter effettuare una valutazione di esposizione corretta) si suggerisce di effettuare alcune misure di «screening» al fine di identificare aree omogenee, eventuali anomalie ed eventuali vie di accesso.
- Possono essere effettuate misure di rateo di dose ambientale gamma, misure della concentrazione in aria di radon e/o dei suoi prodotti di decadimento.
- Per ogni grandezza misurata verrà data una giustificazione:
- Le misure di rateo di dose gamma servono ad identificare eventuali anomalie radiometriche che possono essere significative della presenza di particolari concentrazioni di radionuclidi naturali e/o artificiali.
- Le misure di concentrazione in aria del radon e/o dei suoi prodotti di decadimento possono essere utilizzate per valutare le vie di ingresso del radon, per caratterizzare «l'età» dell'aria in ingresso, per seguirne i flussi, per evidenziare eventuali zone di ristagno o «fondi ciechi» oppure per capire i valori con cui si ha a che fare allo scopo di identificare il miglior rivelatore da impiegare per la campagna di un anno.

Misure di screening della concentrazione di ^{222}Rn in aria mediante strumenti attivi

Gli strumenti attivi sono di norma utilizzati per misure di durata minima di qualche ora e durata massima di qualche settimana. Le misure di durata inferiore a qualche ora sono, di norma, utilizzate per l'individuazione delle vie di ingresso del radon (sniffing).

I punti di misura con strumenti attivi che registrano con continuità la concentrazione di radon all'interno dell'edificio sono individuati in relazione allo scopo della misura. Il criterio di scelta deve essere esplicitato nel resoconto della misura.

Il punto di misura all'interno di un locale deve garantire che lo strumento possa operare indisturbato, senza interruzioni dell'alimentazione elettrica e senza manomissioni, durante il periodo di misura.

La posizione dello strumento all'interno del locale deve inoltre essere scelta in modo tale da:

- per quanto possibile evitare la vicinanza a fonti di calore (termosifoni, camini, ..), e di sistemi di climatizzazione, oppure la prossimità di aperture verso l'esterno (porte e finestre), e di spazi di formazione di condensa;
- ad una altezza di almeno 1 metro da terra, ad almeno 10 cm da altri oggetti e dalle pareti.

- Si riporteranno tutte le caratteristiche tecniche degli strumenti di misura utilizzati, sia per le misure istantanee che per quelle integrate, anche riportando gli intervalli di «linearità», le caratteristiche di «sensibilità» degli strumenti (sia attivi che passivi) e confrontandole con i valori attesi delle grandezze misurate.
- Nel caso di utilizzo di sistemi integratori passivi si identificheranno sia il prodotto che il laboratorio scelti.
- Nella scelta dei sistemi di misura si faccia particolare attenzione anche alle caratteristiche microclimatiche che possono influenzare le apparecchiature ed i sistemi passivi. Si riporterà nel documento la congruenza tra le situazioni climatiche rilevate ed i sistemi scelti.
- Il metodo di effettuazione della campagna di misura devono comprendere l'effettuazione di misure per un tempo non inferiore a 12 mesi. Questo sia allo scopo di identificare eventuali fenomeni stagionali, sia per permettere una valutazione della concentrazione media annuale così come richiesto dalla Legislazione e sia per effettuare una valutazione corretta della dose efficace.
- Quando la campagna di misura è effettuata dopo gli interventi di bonifica dovrà essere effettuata per un anno e con gli stessi criteri di campionamento

5 descrizione delle campagne di misura

- Verranno descritte le tipologie di misura adottata nei diversi punti di misura e la durata di ogni campagna.
- Le informazioni saranno divise in funzione delle modalità di effettuazione delle misure (così come descritte nel precedente capitolo 4)
- Si esplicheranno sia i tempi di misura delle campagne di «screening» che quelli adottati per la campagna di misura in integrazione.
- In funzione dei diversi strumenti di misura adottati le campagne di misura potranno avere periodicità mensile, bimensile, trimestrale o semestrale.
- Si suggerisce di non adottare, in nessun caso, periodicità superiori alla semestrale così da avere, almeno, due misure per ogni anno di campagna.
- Si ritiene estremamente importante avere una campagna di misura che duri almeno 12 mesi ma non si ritiene necessario che i 12 mesi abbiano inizio a gennaio. L'importante è che nella campagna di misura siano compresi tutti i mesi di un anno.
- Ad esempio una campagna di misura annuale può avere inizio ad Aprile di un anno e terminare ad Aprile dell'anno successivo.
- Quando siano state effettuate azioni di risanamento, si forniranno i risultati delle misure esplicitando il «prima» e «dopo» gli interventi effettuati.

- Se l'azione di risanamento è stata effettuata preventivamente alla valutazione di dose non si renderà necessario fornire dati sulla situazione pregressa.
- Ad esempio se durante lo screening si trova una particolare via di accesso e la si chiude, nella relazione si andrà a riportare sia la misura che il fatto di aver identificato una via di contaminazione e di averla chiusa e si riporterà la misura effettuata dopo l'azione di rimedio dicendo che la campagna di misura annuale ha luogo a partire da questo nuovo assetto.

6 risultati delle misure

I risultati dovrebbero essere riportati chiaramente riportando, per ogni punto di misura:

- Numero ed identificazione del punto di misura
- Periodo di campionamento
- Risultato della misura espresso in Bq/m³ (sia per il Radon che per i suoi prodotti di decadimento)
- Risultati di altre eventuali misure (rateo di dose gamma in µSv/h; concentrazione di energia potenziale alfa in WL o J/m³)
- Eventuali note esplicative (ventilazione spenta; riscaldamenti accesi; ecc.)

I risultati dovrebbero essere presentati per area omogenea, per esempio per piano o per edificio.

I risultati dovrebbero essere commentati mettendo in rilievo le aree a concentrazioni simili e le eventuali anomalie, esplicitando i motivi e le cause che possono aver influenzato il risultato (assenza di ventilazione o ventilazione errata o particolari materiali da costruzione o altro)

Si dovrebbero presentare e spiegare tutti i risultati superiori al 80% del livello di azione

7 valutazioni di dose

Per ogni punto di misura dovrebbe essere riportato il tempo di presenza delle persone.

Per ogni postazione si effettuerà la valutazione della esposizione al radon utilizzando il dato di 22 m³/giorno, di cui 10 m³ nelle 8 ore lavorative, come ratei di respirazione per le persone adulte. (ICRP, 1994. *International Commission on Radiological Protection. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. Publication 66. Annals of ICRP, 24 (1-3). Pergamon Press, Oxford*)

Verrà quindi valutata l'esposizione complessiva sommando i contributi relativi alle diverse postazioni/stanze o luoghi.

Per il calcolo della dose si applicheranno i coefficienti indicati dalla Legge

Fattore convenzionale di conversione

Per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a concentrazione di attività di radon si applica il fattore convenzionale di conversione 3×10^{-9} Sv di dose efficace per unità di esposizione espressa in $\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ di dose efficace.

8 interventi correttivi

Dove sia necessario verranno indicati gli interventi correttivi individuati.

Si suggerisce di cercare sempre l'ottimizzazione della ventilazione allo scopo di ridurre comunque le dosi da radon anche quando non si dovessero superare i limiti di Legge.

Riduzione della concentrazione di radon.

Si possono seguire due approcci:

1) Diluire la concentrazione provvedendo a ventilare gli ambienti contaminati installando o potenziando ed ottimizzando i sistemi di ventilazione meccanica.

Se si segue l'approccio della ventilazione meccanica occorre fare in modo di mantenere i locali da bonificare in pressione positiva, altrimenti si rischia di richiamare altro radon dal sottosuolo.

Si predilige la ventilazione premente al posto di quella aspirante in quanto in questo caso è più facile convogliare un'aria pulita nelle zone dove serve.

Dove esista un impianto aspirante ci si assicurerà che l'aria con più alta concentrazione di radon sia inviata direttamente all'esterno tramite condutture che non siano in comunicazione con altri impianti di ventilazione del luogo di lavoro.

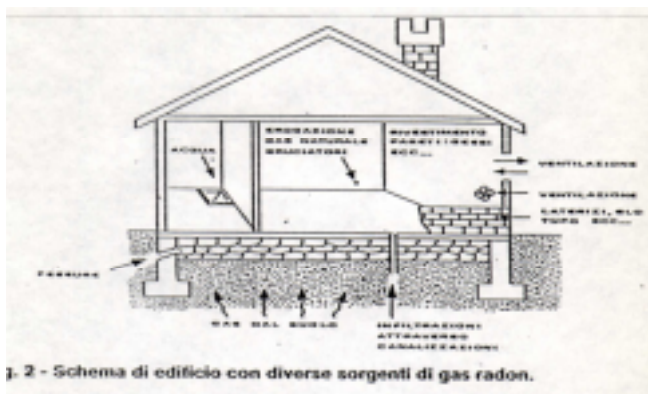
2) individuare eventuali punti di immissione di aria con concentrazioni elevate di radon e/o dei suoi prodotti di decadimento. Ridurre la quantità di radon in entrata, sia sigillando accuratamente i punti di ingresso (passaggi di tubazioni, fessurazioni nei pavimenti e pareti di locali sotterranei, e simili), sia offrendo al radon che esiste nel sottosuolo vie alternative. Un sistema già sperimentato consiste nell'annegare nel terreno sotto i pavimenti dei sotterranei, in apposito vespaio, tubi forati connessi ad aspiratori che convogliano i gas all'esterno dell'edificio.

3) Isolare le eventuali sorgenti di aria "vecchia" e sostituirle con altre sorgenti di aria "fresca"

Riduzione della esposizione.

Non è sempre necessario svolgere attività prolungate in ambienti particolarmente critici per il radon come i sotterranei.

La normativa sulla igiene dei luoghi di lavoro ritiene anzi situazioni di tal genere anormale e da autorizzare soltanto in casi particolari. Nel-



la eventualità di luoghi di lavoro con elevate concentrazioni di radon conviene analizzare la organizzazione delle attività, e portare ove possibile in locali meno contaminati quelle che richiedono più prolungata presenza di persone.

GLOSSARIO DEI TERMINI UTILIZZATI NELLA RELAZIONE

^{222}Rn : isotopo del radon, proveniente dal decadimento del ^{226}Ra , appartenente alla serie radioattiva naturale del ^{238}U .

prodotti di decadimento del ^{222}Rn a vita media breve: prodotti di decadimento del ^{222}Rn , identificati come ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi e ^{214}Po .

concentrazione di attività (C): attività del radionuclide in oggetto nell'unità di volume, espressa in Bq/m^3 .

energia potenziale alfa (Potential Alpha Energy - PAE) di un prodotto di decadimento a vita media breve: energia totale alfa emessa nel corso del decadimento di tale nuclide, sino al ^{210}Pb , espressa in J o MeV , dove $1 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

concentrazione di energia potenziale alfa (Potential Alpha Energy Concentration - PAEC): somma delle energie potenziali alfa associate ad una qualsiasi miscela di prodotti di decadimento a vita media breve nell'unità di volume, espressa in J/m^3 .

concentrazione equivalente all'equilibrio (Equilibrium Equivalent Concentration - EEC): concentrazione di attività di ^{222}Rn in equilibrio radioattivo con i suoi prodotti di decadimento a vita media breve, che ha la stessa concentrazione di energia potenziale alfa della miscela presa in esame, espressa in Bq/m^3 .

fattore di equilibrio (F): rapporto tra la concentrazione equivalente all'equilibrio e l'effettiva concentrazione di ^{222}Rn .

esposizione (ESP): integrale nel periodo di tempo considerato della concentrazione di attività, espressa in Bq h/m^3 .

working level (WL): unità di misura tradizionale del PAEC corrispondente a $20,83 \mu\text{J/m}^3$ ($1,3 \cdot 10^8 \text{ MeV/m}^3$).

working level month (WLM): unità di misura tradizionale dell'esposizione ai prodotti di decadimento a vita media breve, corrispondente all'esposizione ad 1 WL per un mese lavorativo assunto pari a 170 ore/mese ($1 \text{ WLM} = 3,54 \text{ mJh/m}^3$).

MITRadiopharma è specializzata nel trasporto, nella logistica e nella spedizione di prodotti radiofarmaceutici anche a breve e brevissima emivita (I-123, F-18, Y-90, LU-177).

Tutti i processi sono gestiti mediante procedure dedicate, che garantiscono capillarità, flessibilità ed elevate performance.

Tutti i processi sono gestiti con efficienza e soprattutto affidabilità per i servizi che richiedono:

- Mezzi dedicati ADR per consegna tassativa e ad orario
- Ritiri in tutti gli aeroporti d'Italia (anche sottobordo)
- Eventuale organizzazione tratta aerea Italia ed estero
- Trasporto da centro di produzione a centro di utilizzo
- Reperibilità 24 h (personale di ufficio e di mezzi)
- Gestione integrale dei documenti
- Gestione imballaggi vuoti di ritorno



IL NUOVO LIMITE DI DOSE AL CRISTALLINO: implicazioni per la radioprotezione del lavoratore

Samantha CORNACCHIA, Rosangela ERRICO, Arcangela MALDERA

ABSTRACT

Scopo e obiettivi. Scopo del presente lavoro è esplorare le implicazioni del nuovo limite di dose al cristallino introdotto con la Direttiva Europea 59/2013 relativamente alla radioprotezione dei lavoratori in ambito sanitario. La Direttiva ingloba le nuove raccomandazioni rilasciate dalla Commissione Internazionale di Radioprotezione nella pubblicazione 118 del 2012.

Materiale e metodi. Sono state prese in considerazione diverse procedure e dispositivi di monitoraggio della dose e sono state inoltre analizzate le dosi occupazionali al cristallino riportate in precedenti studi relativi a procedure interventistiche con impiego di raggi X. Sono stati esaminati i principali metodi per ridurre la dose e esplorato lo stato attuale della radioprotezione del cristallino.

Risultati. L'analisi condotta ha evidenziato che i lavoratori che potenzialmente potrebbero superare il nuovo limite coincidono con coloro che effettuano procedure interventistiche con dosi relativamente elevate. Circa la loro radioprotezione, la letteratura esaminata riporta che l'uso corretto dei dispositivi di radioprotezione è in grado di ridurre la dose assorbita dal cristallino.

Conclusioni. La valutazione preventiva della dose al cristallino per i lavoratori è essenziale per stabilire quale sia il metodo più congruo per il monitoraggio della dose. Inoltre, la formazione e l'istruzione sul corretto utilizzo dei dispositivi di protezione individuali costituisce un importante aspetto per i lavoratori esposti.

INTRODUZIONE

La nuova Direttiva Europea 2013/59/Euratom (EU 2013/59) introduce diverse modifiche relativamente alla protezione dei lavoratori dai danni legati all'esposizione alle radiazioni ionizzanti [1]: una delle principali riguarda l'introduzione del nuovo limite di dose per il cristallino in linea con quanto raccomandato dall'ICRP 118. Recenti studi epidemiologici [2] hanno infatti dimostrato che l'insorgenza di cataratta può avvenire a seguito dell'assorbimento di dosi più basse rispetto a quelle precedentemente considerate, fino a valori inferiori a 0.5 Gy; i conseguenti limiti relativi allo sviluppo della cataratta radioindotta potrebbero essere quindi ridotti rispetto a quelli in vigore nell'attuale legislazione Euratom. Come risultato di questa evidenza scientifica, l'ICRP ha modificato la soglia di dose per l'insorgenza della cataratta radioindotta e ha indicato un nuovo limite di dose per il cristallino pari a 20 mSv in un anno per l'esposizione professionale. In accordo con il documento dell'ICRP 118, la EU 2013/59 all'articolo 9, paragrafo 3, riporta: "[...] il limite di dose equivalente per il cristallino è di 20 mSv in un solo anno o di 100 mSv nell'arco di cinque anni conse-

cutivi, con una dose massima di 50 mSv in un solo anno, come previsto dalla legislazione nazionale.”

Un limite di dose così basso si presta più facilmente ad un superamento, soprattutto per quei lavoratori che eseguono procedure di interventistica. In tali procedure, infatti, la parte superiore del corpo non è protetta come il tronco, solitamente coperto dal camice piombato.

Come conseguenza diretta del succitato articolo 9, l'articolo 40 modifica i criteri di classificazione dei lavoratori, specificando che “i lavoratori esposti che possono ricevere [...] una dose equivalente superiore a 15 mSv all'anno per il cristallino” devono essere classificati come lavoratori di Categoria A. Questo criterio più restrittivo, che coincide con il limite di dose equivalente per il pubblico, lascia prevedere un aumento del numero di lavoratori classificati in A.

Un secondo aspetto che deve essere considerato è la modalità di rilevazione della dose per il monitoraggio individuale dei lavoratori che presentano una probabilità maggiore di superare il nuovo limite.

Lo scopo di questo articolo è quello di capire se, e in che modo, il nuovo limite di dose al cristallino possa inficiare la routine clinica dei lavoratori operanti con le radiazioni ionizzanti. Saranno presi in esame i lavoratori operanti in radiologia e cardiologia interventistica e nelle procedure di imaging guidato con TC (Tomografia Computerizzata)[3] o fluoroscopia e nelle procedure di elettrofisiologia. Sarà necessario prima di tutto identificare le categorie più a rischio di superare il nuovo limite e le possibili procedure e strumenti per il monitoraggio della dose. Si analizzerà, inoltre, il ruolo dei dispositivi di protezione in commercio utili a ridurre la dose assorbita dal cristallino.

MATERIALI E METODI

Classificazione dei lavoratori esposti

Abbiamo già precedentemente menzionato che l'abbassamento del limite di dose al cristallino aumenterà il numero dei lavoratori classificati in categoria A. La corretta valutazione della dose equivalente assorbibile dal cristallino (in ragione dell'attività lavorativa svolta) diventa cruciale ai fini dell'identificazione dei lavoratori suscettibili di superare i 15 mSv/anno. Per meglio valutare questa dose potenziale, devono essere accuratamente descritte le condizioni di lavoro, in particolare la posizione occupata dal lavoratore rispetto alla sorgente/paziente (dietro, in prossimità o ad una certa distanza) e i parametri di esposizione del tubo utilizzati durante le procedure (distanza sorgente - cute paziente, posizione tubo, posizione lettino, kV e corrente del tubo, FOV, etc..).

Analizzando lo stato dell'arte internazionale relativo al recepimento della Nuova Direttiva, il recepimento inglese riporta per esempio che i lavoratori classificati sono quelli suscettibili di ricevere una dose efficace annuale superiore a 6 mSv o una dose equivalente al cristallino superiore a 15 mSv/anno o 150 mSv per cute e estremità [4]. Riguardo al rischio di eccedere il limite di 20 mSv in un anno per il cri-

stallino, il Code of Practice delle English Radiation Regulations 2017 ha introdotto una flessibilità mediata su 5 anni per il limite di dose al cristallino, secondo le condizioni indicate dall' Health and Safety Executive[5].

Il Belgio, l'Olanda, la Slovenia e la Francia nella loro attuazione della Direttiva riportano l'obbligo di dosimetria personale per i lavoratori in categoria B [6]. Il nuovo decreto francese sulla radioprotezione dei lavoratori [7-8] prevede che la classificazione in categoria A sia prevista per i lavoratori esposti suscettibili di assorbire una dose efficace annuale superiore a 6 mSv o una dose equivalente superiore a 150 mSv per cute e estremità; la classificazione in categoria B è prevista per quei lavoratori suscettibili di superare una dose efficace annuale pari a 1 mSv e una dose equivalente al cristallino superiore a 15 mSv o 50 mSv alla cute ed estremità.

In Italia, dove non è ancora avvenuto il recepimento della Nuova Direttiva, il valore di dose equivalente al cristallino per la classificazione in B (pari attualmente a 15 mSv) e il prossimo abbassamento del limite di dose al cristallino lasciano prevedere un plausibile aumento dei lavoratori in categoria A e la contestuale riduzione di quelli classificati in categoria B.

In altri Stati Membri europei le espressioni lavoratori in "Categoria A" e "Categoria B" sono spesso utilizzate: il lavoratore in categoria A identifica un lavoratore classificato, mentre quello in categoria B un lavoratore non classificato [9].

Dispositivi per il monitoraggio della dose al cristallino

La grandezza operativa utilizzata per il monitoraggio individuale dell'esposizione da irradiazione esterna è l'equivalente di dose personale $H_p(d)$ la cui unità di misura è il Sievert (Sv) [10]. Tale grandezza è la dose equivalente in un tessuto molle ad una determinata profondità d al di sotto di un preciso punto nel corpo. Questo indice può essere utilizzato per misure di dose sia per organi superficiali che per organi più interni, variando il valore di d . L'ICRP propone una profondità di 3 mm ($d = 3$ mm) per la valutazione della dose al cristallino perché tale valore corrisponde alla profondità alla quale è localizzata la parte sensibile dell'occhio alle radiazioni ionizzanti.

Nel caso di irradiazione omogenea è anche possibile ricavare $H_p(3)$ dalle quantità $H_p(0.07)$ e $H_p(10)$ usando appropriati fattori di conversione [11]. Queste ultime due quantità possono essere misurate con un dosimetro personale oppure ricavate dal monitoraggio ambientale. I valori $H_p(3)$ derivano invece esclusivamente da un dosimetro posizionato in prossimità degli occhi.

Tra le varie tecnologie disponibili per il monitoraggio di dose al cristallino, i dosimetri a termoluminescenza (TLD) sono quelli più utilizzati in ambito sanitario. Fra quelli in commercio si può trovare il dosimetro EYE - DTM (Fig. 1a) che può essere posizionato su una fascia sottile da indossare attorno alla fronte in modo che il dosimetro rimanga adiacente all'occhio [12], il dosimetro DOSIRISTM (Fig. 1b) montato su un'asta circolare rigida che può essere regolata [13] o il dosimetro VISIONTM

(Fig. 1c) che può essere posizionato in posizione orizzontale o verticale sui dispositivi di protezione personali (DPP) [14].



Fig 1 Dosimetri passivi. (a) TLD EYE-D™ ; (b) DOSIRIS™ ; (c) VISION™ (d) e OSL .

Sono disponibili anche diversi dosimetri a luminescenza ottica (OSLD) (Fig. 1d). In questi dispositivi, l'emissione di luce stimolata durante la procedura di lettura è prodotta da un fascio laser pulsato invece che dal calore [15].

I dosimetri TLD e OSLD possono fornire unicamente informazioni di tipo retrospettivo perché trattasi di dosimetri passivi. Un dispositivo attivo che può fornire allarmi istantanei è l'UNFORS EDD - 30 [16] (Fig. 2a). Esso consiste di un piccolo sensore collegato tramite un cavo ad un display, sul quale è possibile leggere in real-time i valori di dose, rateo di dose e tempo di esposizione. Con tale strumento è possibile impostare un valore di dose-soglia oltre il quale si accende un segnale di allarme. Un altro esempio di dosimetro attivo è il *Dose Aware System* (Fig. 2b) [17].



Fig 2 Dosimetri attivi. (a) Unfors EDD – 30; (b) Dose Aware System.

Un approccio più generale per la scelta del dosimetro più appropriato è fornito da IAEA e IRPA [18, 19]. Entrambe le Associazioni suddividono i lavoratori esposti in tre categorie:

1. lavoratori esposti ad un campo radiante relativamente uniforme che coinvolge l'intero corpo, per i quali è possibile effettuare una buona stima della dose ricevuta dal cristallino a partire dal dosimetro a corpo intero
2. lavoratori esposti a campi non uniformi per i quali il cristallino risulta maggiormente esposto. A questa categoria appartengono, ad esempio, quei lavoratori che utilizzano misure di protezione per il tronco ma non per la testa. In questo caso è richiesta la valutazione della dose potenziale ricevuta dal cristallino;
3. lavoratori esposti a radiazioni debolmente penetranti, come particelle beta o fotoni di bassa energia, che contribuiscono in modo significativo alla dose al cristallino ma non alla dose efficace. Anche in questo caso è richiesta la valutazione della dose potenziale ricevuta dal cristallino.

Procedure di monitoraggio della dose

La sorveglianza fisica di coloro che lavorano con le radiazioni ionizzanti è fra le attività affidate all'Esperto Qualificato in radioprotezione e include la scelta di efficaci procedure per il monitoraggio della dose. Prima di stabilire l'adozione di tali procedure è necessario individuare quei lavoratori maggiormente a rischio di superare il limite di dose al cristallino previsto per la popolazione (15 mSv).

Per quanto previsto all' art. 41 della Nuova Direttiva, il monitoraggio sistematico per il lavoratori esposti di categoria A deve essere basato su valutazioni individuali. Inoltre è richiesto un sistema adeguato per il monitoraggio della dose quando "[...] i lavoratori in categoria A sono suscettibili di ricevere un'esposizione interna significativa o una significativa esposizione del cristallino o delle estremità". Per "sistema adeguato" si intende un sistema in grado di misurare un valore di dose più vicino possibile a quello realmente assorbito dal tessuto considerato. E' comunque essenziale stabilire quale livello di esposizione si possa considerare "significativo" e di conseguenza decidere se e che tipo di dosimetro assegnare al lavoratore. La Guida di IRPA relativa all'implementazione del monitoraggio della dose al cristallino per i lavoratori suggerisce delle procedure di monitoraggio basate sulle dosi potenzialmente assorbibili [19]. La Guida considera valori di $H_p(3)$ e identifica 2 casi: (i) range di dose annuale fra 1 e 6 mSv e (ii) dose annuale superiore a 6 mSv. Nel primo caso IRPA suggerisce di effettuare un monitoraggio iniziale con collare o dosimetro sul capo per stabilire i livelli di dose, quindi a seguire un regolare monitoraggio; nel secondo caso, invece, è richiesto fin da subito il monitoraggio regolare con collare e dosimetro per il capo.

IAEA TECDOC 1731 propone il monitoraggio di routine del cristallino se la valutazione effettuata da parte dell'Esperto Qualificato in Radioprotezione presuppone un superamento di 5 mSv/anno di dose equivalente al cristallino [18]; la Commissione di Radiation Dosimetry dell'Olanda propone di considerare una dose al cristallino significativa se superiore a 15 mSv/anno; al di sotto di questo valore non è necessario il monitoraggio individuale di routine [20].

Lo studio dell'Università di Glasgow suggerisce un approccio alternativo: gli autori suddividono in tre range la dose annua assorbita dal cristallino: 1-6 mSv, 6-10 mSv e >10 mSv. Nel primo range è raccomandato regolare monitoraggio con dosimetro al collare, un dosimetro al capo è invece raccomandato nel secondo range, mentre è richiesto nel terzo caso [21]. La tabella 1 riassume tutti gli approcci descritti sopra.

Tabella1. Approcci raccomandati per il monitoraggio di dose al cristallino [16-19].

	dose equivalente /anno al cristallino	Azioni
IRPA	1 - 6 mSv	<ul style="list-style-type: none"> • Iniziale monitoraggio con collare o dosimetro testa per stabilire i livelli di dose • Raccomandato monitoraggio regolare
	> 6 mSv	Obbligatorio monitoraggio regolare con collare o dosimetro testa
IAEA	> 5 mSv	Monitoraggio regolare
NCRD	>15 mSv	Monitoraggio regolare
Martin C.J. (University of Glasgow)	1 - 6 mSv	Raccomandato monitoraggio regolare con dosimetro tipo collare
	6 - 10 mSv	Raccomandato monitoraggio regolare con dosimetro tipo testa
	>10 mSv	Richiesto monitoraggio regolare con dosimetro tipo testa

Riduzione della dose occupazionale al cristallino

Il nuovo limite di dose introdotto nella Direttiva 59/2013 richiede anche una valutazione più attenta delle possibili soluzioni per ridurre la dose al cristallino. La principale sorgente di esposizione per l'operatore coinvolto nelle procedure interventistiche è la radiazione scatterata dal paziente, per cui la riduzione dell'esposizione del paziente si tradurrà in un abbassamento della dose agli operatori [22].

I fattori che contribuiscono alla dose al cristallino includono: la distanza fra l'operatore e il paziente, l'angolo di incidenza della radiazione, la posizione del monitor nella sala (che determina l'orientazione della testa dell'operatore relativamente alla radiazione diffusa), il tipo e la posizione dei dispositivi di protezione. Sono anche di rilevante importanza i carichi di lavoro e i tempi di esposizione.

Il primo passo per ridurre la dose dovrebbe consistere nella ottimizzazione delle procedure radiologiche. A tale proposito l'INAIL ha pubblicato un documento molto utile, contenente una lista di azioni pratiche rivolte allo staff sanitario operante in radiologia interventistica, con l'obiettivo di ottimizzare la radioprotezione del paziente e dell'operatore[23]. Relativamente alla riduzione della dose nelle procedure di cardiologia interventistica, è disponibile una Guida Pratica a cura dell'Associazione Europea di Ritmologia (EHRA) che descrive come ciascun parametro tecnico può influenzare la dose dei pazienti e dello staff sanitario [22-23] e come ridurre in pratica l'esposizione. Sempre ai fini della riduzione della dose, devono essere considerate le schermature e i dispositivi di radioprotezione individuali, in

funzione dei parametri di esposizione della sorgente (energia del fascio e posizione). L'esposizione al cristallino può essere ridotta indossando gli occhiali protettivi con lenti in vetro piombato, adattati alla forma del viso. Gli occhiali piombati con schermatura laterale possono ridurre la dose da 2.5 a 4.5 volte [21].

Altri dispositivi schermanti sospesi al soffitto possono apportare un importante contributo alla riduzione della dose al cristallino (Fig.3). Dovrebbero essere posizionati più vicino possibile al paziente e al rivelatore di immagine, in modo da ridurre la radiazione diffusa; forniscono tipicamente un fattore di riduzione pari a 5 [24]. In alcune situazioni lavorative, può essere raccomandata la presenza in sala angiografica di un cabinet per proteggere l'operatore.

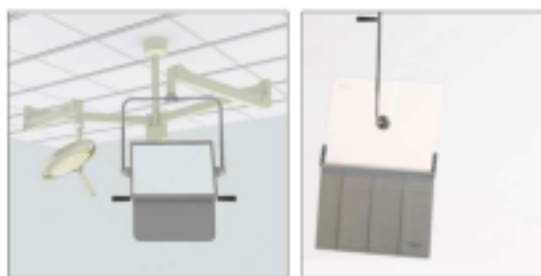


Fig 3 Tipologie di schermi sospesi.

Nella guida di IRPA già precedentemente citata[19], si suggerisce l'uso degli schermi protettivi sospesi o dei camici piombati, quando la dose equivalente al cristallino assorbibile dal lavoratore senza schermature rientra fra 3 e 6 mSv; entrambi i sistemi protettivi se la dose supera i 6 mSv. Solitamente l'utilizzo dei dispositivi di protezione collettivi è preferibile ai DPI [25].

Un recente device disponibile sul mercato è un tappetino in grado di assorbire le radiazioni, posizionabile sul corpo del paziente; consente di ridurre la dose all'operatore di circa il 40% in radiologia interventistica [26].

Riveste un ruolo cruciale nella riduzione della dose, l'istruzione degli operatori coinvolti nelle attività interventistiche radiologiche e la formazione in materia di radioprotezione, al fine di garantire l'impiego efficace dei dispositivi di protezione descritti sopra.

Panoramica delle dosi occupazionali equivalenti

Il recepimento della Nuova Direttiva e la conseguente adozione del nuovo limite per la dose al cristallino pone l'attenzione sugli attuali valori di dose assorbita dai lavoratori esposti. La tabella 2 mostra un riepilogo ricavato dalla letteratura delle dosi equivalenti occupazionali in procedure interventistiche [3-27-31].

Tabella 2. Panorama delle dosi equivalenti occupazionali (cristallino) in procedure interventistiche)

Studio	Dispositivi di protezione	Tipo dosimetro	Dose media /procedura [μSv]	Categoria medica
Heusch P. et al. (2014)	Non specificati	EDD30 posizionato sugli occhiali dal alto più vicino al gantry della TC	3.3	Radiologia interventistica*
Vano E. et al. (2015)	Schermi sospesi ad altezza occhi	OSL sugli occhiali H _p (3)	50	Cardiologia interventistica
Tavares JB et al. (2015)	No occhiali	EDD30 vicino all' occhio sinistro	~169	Neuro angiography
Krisanachinda A.et al. (2017)	Non specificati	Dosimetro attivo sugli occhiali	157	Radiologia e cardiologia interventistica
Sciahbasi A. et al. (2017)	Schermi sospesi ad altezza occhi	TLD H _p (3)	~34	Cardiologia interventistica
Principi S. et al. (2017)	Uncorrected use of shields	TLD H _p (3)	~114	Cardiologia interventistica

*guidata da TC

L'ampio range di dosi riportate nella tabella è principalmente dovuto alla presenza di dispositivi di protezione (non sempre specificati nello studio) e ai diversi setting del tubo radiogeno impostati durante le procedure. Sussiste inoltre una disomogeneità fra gli operatori relativamente all'utilizzo dei dispositivi personali e della posizione dei dosimetri individuali. Bisogna anche evidenziare che i valori di dose riportati in tabella non sono normalizzati per le esposizioni, per cui non è trascurabile la variabilità della durata delle procedure.

Va sottolineato che il basso valore di dose al cristallino ottenuto per le procedure interventistiche CT-guided è attribuibile al basso tempo di esposizione del singolo operatore. Il tempo mediano è infatti pari a 26.2 secondi [3].

Lo studio dell'Istituto Karolinska [32] ha evidenziato l'importanza della posizione dei lavoratori durante le procedure interventistiche con l'obiettivo di separare le diverse categorie di operatori (medico primo operatore, infermiere strumentista e/o circolante) maggiormente a rischio di superare il limite dei 20 mSv/anno al cristallino. Nello studio menzionato viene anche specificata la dotazione dei dispositivi di radioprotezione. I risultati hanno mostrato una maggiore esposizione per il medico primo operatore [vedi Tabella 3]; i radiologi e i cardiologi presentano la più alta dose equivalente occupazionale al cristallino.

Tabella 3. Dose equivalente al cristallino per procedura [μSv] per diverse categorie mediche (adattata da [30])

	Procedure interventistiche		
	Radiologia	Cardiologia	Neuroradiologia
Medico (primo operatore)	190 μSv	66 μSv	8.6 μSv
Infermiere strumentista	51 μSv	5.7 μSv	11 μSv
Infermiere circolante	8.9 μSv	5.7 μSv	3.0 μSv

Risultati e discussione

Gli studi analizzati dimostrano che i lavoratori esposti nelle attività di interventistica potrebbero potenzialmente eccedere il limite dei 20 mSv /anno di dose equivalente al cristallino, soprattutto laddove non sussiste un contesto di radioprotezione ben strutturato. Le dosi occupazionali al cristallino riportate in letteratura non sono risultate omogenee perché non sempre normalizzate per il tempo di esposizione e perché il set up di lavoro non è solitamente specificato: questi studi non possono essere quindi considerati come rappresentativi dello stato dell'arte.

La valutazione retrospettiva della dose occupazionale al cristallino potrebbe essere effettuata attraverso misure di dose al collo o al torace a partire dai dosimetri individuali [32,27,29].

Per quanto concerne la riduzione della dose al cristallino, oltre all'applicazione dei fattori tempo, distanza e schermature, è fondamentale ottimizzare l'esposizione del paziente, direttamente correlata con la dose all'operatore.

Fra i dispositivi di protezione menzionati nel presente lavoro, gli schermi protettivi sospesi forniscono il più alto fattore di riduzione della dose e il loro utilizzo risulta più pratico rispetto agli occhiali anti X.

Dal momento che la cataratta radio-indotta si manifesta come reazione tissutale legata ad un valore soglia e non come effetto di tipo stocastico, il processo di ottimizzazione deve essere bilanciato con il limite potenziale di eccedere i 20 mSv. Al fine di evitare che i lavoratori superino il suddetto limite, gli autori suggeriscono di valutare in maniera preventiva il numero massimo di procedure (NMP) che ciascun lavoratore dovrebbe effettuare nell'arco di un anno e considerarne il tipo e la durata. La Tabella 4 descrive uno scenario di lavoro basato sui valori di dose precedentemente riportati nella Tabella 2. La valutazione del NMP dovrebbe essere attuata in tutte le facility di radiologia/cardiologia interventistica, basandosi sulle dosi medie equivalenti al cristallino misurate per procedura attraverso la dosimetria individuale e per ogni categoria (medici, infermieri strumentisti e circolanti). Questa valutazione deve presumere che sia ben definito l'utilizzo codificato e omogeneo dei dispositivi di radioprotezione. Analogamente, ogni procedura dovrebbe essere effettuata secondo un protocollo scritto prestabilito.

Per quanto riguarda la classificazione dei lavoratori e i limiti di dose, tutti i paesi che hanno già recepito la Direttiva 59/2013 hanno confermato il limite di dose al cristallino di 20 mSv/anno. Alcuni Stati Membri non distinguono i lavoratori esposti

in categorie: l'Inghilterra ad esempio stabilisce un valore di dose equivalente pari a 15 mSv come criterio per la classificazione dei lavoratori come esposti.

Tabella 4. Numero Massimo di Procedure (NMP) calcolato per ciascuno studio.

Studio	Dose media /procedura [μSv]	NMP
Vano E. et al. (2015)	50	400
Tavares JB et al. (2015)	~169	~118
Krisanachinda A. et al. (2017)	157	127
Sciahbasi A. et al. (2017)	~34	~589
Principi S. et al. (2017)	~114	~175

Conclusioni

Il nuovo limite di dose (20mSv/anno) e valore soglia di dose equivalente al cristallino per i lavoratori esposti in categoria A (15mSv/anno) suggeriti dalla Nuova Direttiva sono significativamente inferiori ai precedenti (rispettivamente 150 e 45 mSv/anno). L'adozione effettiva dei suddetti nuovi valori comporterà con molta probabilità delle modifiche nella routine clinica delle attività con radiazioni ionizzanti. Per esempio la valutazione preventiva della dose al cristallino sarà fondamentale nell'identificazione delle categorie di lavoratori maggiormente a rischio. Dovranno essere implementate strategie per la riduzione efficace della dose, per la protezione, il monitoraggio e la dosimetria.

Una prima considerazione riguarda la classificazione dei lavoratori: molti di essi attualmente classificati in categoria B, potrebbero passare in categoria A a causa del possibile superamento del valore di 15mSv /anno di dose equivalente al cristallino previsto dalla nuova direttiva per la classificazione in categoria A e coincidente allo stesso tempo con il limite per la popolazione. Potrebbe di conseguenza aumentare il numero di lavoratori esposti in categoria A e i relativi costi per la gestione della radioprotezione.

A tale proposito potrebbe risultare necessaria una campagna di monitoraggio della dose al cristallino per tutti i lavoratori esposti; un primo *assessment* retrospettivo potrebbe essere condotto a partire dai dosimetri di tipo corpo intero posti al di sotto del camice protettivo. Il dosimetro personale di tipo corpo intero per i lavoratori classificati in categoria B è raccomandato per un periodo transitorio.

Per il regolare monitoraggio si raccomanda un dosimetro personale per l'occhio.

Fra le soluzioni proposte sul mercato si può trovare un dispositivo di tipo attivo che fornisce l'esposizione in tempo reale e un allarme per particolari livelli di dose.

L'ottimizzazione delle procedure (ad es. posizione sorgente e operatore, collimazione del fascio, tempo di esposizione,..) e i carichi di lavoro (in termini di numero di procedure espletate da ogni operatore) costituiscono aspetti rilevanti ai fini della

riduzione della dose assorbita al cristallino. Un'adeguata distribuzione dei carichi di lavoro, usando il calcolo preventivo del numero massimo di procedure affidate al lavoratore, potrebbe prevenire i casi di allontanamento dal lavoro dei lavoratori maggiormente a rischio di superare il limite per il cristallino.

La formazione e l'istruzione sull'uso appropriato ed efficace dei dispositivi di protezione personali e collettivi costituiscono elementi essenziali per il raggiungimento di un buon livello di protezione e dosi accettabili al cristallino.

I risultati presentati in questo articolo mostrano che le dosi al cristallino possono essere significativamente ridotte se vengono adeguatamente utilizzati gli occhiali anti X e gli schermi protettivi di tipo sospeso. In particolare questi ultimi dovrebbero essere preferibili agli occhiali in quanto più pratici, meno costosi e maggiormente schermanti. Infine, al fine di attribuire valori consistenti di dosi annue al cristallino, è fortemente raccomandato l'uso omogeneo dei dispositivi di radioprotezione fra i lavoratori della medesima categoria (medici, infermieri strumentisti /circolanti).

In considerazione di quanto appena descritto, il ruolo dell'Esperto Qualificato in Radioprotezione diventa cruciale nel percorso di implementazione della Nuova Direttiva Europea.

REFERENCES

- [1] Directive, C. (2013). 59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionizing radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. Official journal of the European Union, 17(1).
- [2] F.A. Stewart, A.V. Akleyev, M. Hauer-Jensen, J.H. Hendry, N.J. Kleiman, T.J. MacVittie, B.M. Aleman, A.B. Edgar, K. Mabuchi, C.R. Muirhead, R.E. Shore, W.H. Wallace (2012). ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP 118.
- [3] Heusch, P., Kröpil, P., Buchbender, C., Aissa, J., Lanzman, R. S., Heusner, T. A., ... & Fürst, G. (2014). Radiation exposure of the radiologist's eye lens during CT-guided interventions. *Acta Radiologica*, 55(1), 86-90.
- [4] The Ionizing Radiations Regulations 2017
<http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2017/1075/contents/made>
- [5] Work with ionising radiation. Ionising Radiations Regulations 2017. Approved Code of Practice and guidance 2017.
<http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/l121.pdf>
- [6] European Platform for Occupational Radiation Exposure.
<https://esorex-platform.org>
- [7] Le service public de la diffusion du droit website
https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2018/6/4/2018-437/jo/article_1

- [8] Décret n° 2018-438 du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs. Journal Officiel de la République Française (JORF); 2018-06-05
- [9] RP COP015 – Classified Radiation Workers. Health and Safety. Website http://www.docs.csg.ed.ac.uk/Safety/rpu/cop/RP_COP015.pdf
- [10] ICRP (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37(2-4).
- [11] ICRP (2013). Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118. ICRP 41(1/2).
- [12] Radcard TLD Dosimeters website. <http://www.gammadata.se/assets/Uploads/EYE-D.pdf>
- [13] Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire website. <http://dosimetre.irsn.fr/en-us/Documents/Product%20files/DOSIRIS%20EN%20WEB.pdf>
- [14] Landauer® website <https://www.landauer-fr.com/en/produit/vision-discrete-and-versatile-multi-support-lens-dosimeter/>
- [15] Karlsruhe Institute of Technology (KIT). Research to business. Website. <https://www.kit-technology.de/en/technology-proposals/details/618/>
- [16] ALATUJI Products, Solution, Services. Website <https://www.alatuji.com/images/products/files/radiasi.pdf>
- [17] Image Quality & Dose Management. Philips website <https://www.philips.com.au/healthcare/product/HC722360/doseaware-radiation-dose-tracker>
- [18] IAEA TECDOC 1731 (2013). Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1731_web.pdf
- [19] IRPA TG 2017. IRPA guidance on implementation of eye dose monitoring and eye protection of workers. [http://www.irpa.net/docs/IRPA%20Guidance%20on%20Implementation%20of%20Eye%20Dose%20Monitoring%20\(2017\).pdf](http://www.irpa.net/docs/IRPA%20Guidance%20on%20Implementation%20of%20Eye%20Dose%20Monitoring%20(2017).pdf)
- [20] Damen, M, et al. (2018). Guidelines for Radiation Protection and Dosimetry of the Eye Lens, Report 31 of the Netherlands Commission on Radiation Dosimetry, May 2018. <https://radiationdosimetry.org/ncs/documents/ncs-31-radiation-protection-and-dosimetry-of-the-eye-lens>
- [21] Martin, C. J. (2016). Eye lens dosimetry for fluoroscopically guided clinical procedures: practical approaches to protection and dose monitoring. Radiation protection dosimetry, 169(1-4), 286-291.
- [22] Heidbuchel, H., Wittkamp, F. H., Vano, E., Ernst, S., Schilling, R., Picano, E., ... & Piorowski, C. (2014). Practical ways to reduce radiation dose for patients and staff during device implantations and electrophysiological procedures. Europace, 16(7), 946-964.

- [23] Indicazioni operative per l'ottimizzazione della radioprotezione delle procedure di radiologia interventistica. Rapporti Istisan 15/41. ISSN:1123-3117(cartaceo)- 2384-8936 (online).
- [24] Burns, S., Thornton, R., Dauer, L. T., Quinn, B., Miodownik, D., & Hak, D. J. (2013). Lead eyeglasses substantially reduce radiation exposure of the surgeon's eyes during acquisition of typical fluoroscopic views of the hip and pelvis. *JBJS*, 95(14), 1307-1311.
- [25] Chiriotti, S., Ginjaume, M., Vano, E., Sanchez, R., Fernandez, J. M., Duch, M. A., & Sempau, J. (2011). Performance of several active personal dosimeters in interventional radiology and cardiology. *Radiation Measurements*, 46(11), 1266-1270.
- [26] Sharma, D., Ramsewak, A., Manoharan, G., & Spence, M. S. (2016). Efficacy of RAD-PAD® protection drape in reducing radiation exposure to the primary operator during Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI). *Minerva cardioangiologica*, 64(1), 41-46.
- [27] Vano, E., Sanchez, R. M., & Fernandez, J. M. (2015). Estimation of staff lens doses during interventional procedures. Comparing cardiology, neuroradiology and interventional radiology. *Radiation protection dosimetry*, 165(1-4), 279-283.
- [28] Tavares, J. B., Sacadura-Leite, E., Matoso, T., Neto, L. L., Biscoito, L., Campos, J., & Sousa-Uva, A. (2016). The importance of protection glasses during neuroangiographies: a study on radiation exposure at the lens of the primary operator. *Interventional Neuroradiology*, 22(3), 368-371.
- [29] Krisanachinda, A., Srimahachota, S., & Matsubara, K. (2017). The current status of eye lens dose measurement in interventional cardiology personnel in Thailand. *Radiological physics and technology*, 10(2), 142-147.
- [30] Sciahbasi, A., Romagnoli, E., Burzotta, F., Trani, C., Sarandrea, A., Summaria, F., ... & Mongiardo, R. (2011). Transradial approach (left vs right) and procedural times during percutaneous coronary procedures: TALENT study. *American heart journal*, 161(1), 172-179.
- [31] Principi, S., Delgado Soler, C., Ginjaume, M., Beltran Vilagrasa, M., Rovira Escutia, J. J., & Duch, M. A. (2015). Eye lens dose in interventional cardiology. *Radiation protection dosimetry*, 165(1-4), 289-293.
- [32] Omar, A., Kadesjö, N., Palmgren, C., Marteinsdottir, M., Segerdahl, T., & Fransson, A. (2017). Assessment of the occupational eye lens dose for clinical staff in interventional radiology, cardiology and neuroradiology. *Journal of Radiological Protection*, 37(1), 145.



X-GAMMAGUARD

Via Gorizia, 40 – 21047 SARONNO (VA)
Tel.: +39 02.96.70.20.29 r.a. (4 linee)
Fax: +39 02.96.25.945

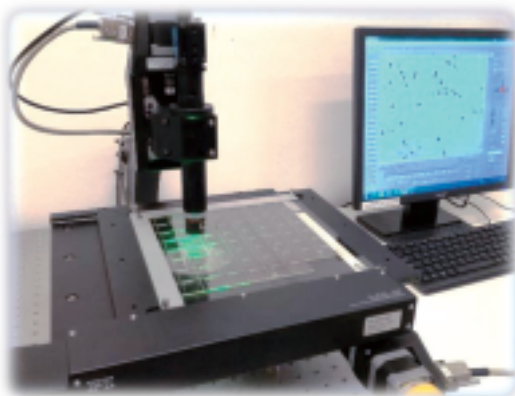
E-mail: dosimetria@xgammaguard.it
P.e.c.: xgammaguard@pec.it
Sito web: www.xgammaguard.it

Dal 1977, X-Gammaguard eroga servizio di dosimetria personale e ambientale con oltre 500.000 dosimetri analizzati ogni anno. L'accuratezza dei risultati dosimetrici è comprovata dalle tarature periodiche del sistema di analisi, eseguite presso Centri LAT, dal superamento di prove di interconfronto e dai numerosi controlli di qualità.

DOSIMETRIA FILM e TLD



DOSIMETRIA RADON



Dal 2018, X-Gammaguard è dotata di un proprio laboratorio per la misura della concentrazione di Radon con rivelatori a tracce. Parallelamente, continua il trentennale servizio di misura di Radon con rivelatori ad elettretti.



Rivelatore a tracce



Rivelatore a Elettrete

II KAP NELLE VALUTAZIONI AMBIENTALI DI RADIOPROTEZIONE

Gianfranco CALICCHIO, Paolo GUERRIERO

Introduzione

Il carico di lavoro al tubo radiogeno, tipicamente indicato con la lettera W ed espresso in $\text{mA} \times \text{min}$, è ancora adoperato come base di calcolo delle esposizioni a irraggiamento esterno da macchine radiogene. La pubblicazione NCRP Report No. 147 - Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities, nella revisione del 2005, ancora adopera W come base di calcolo non solo per gli apparecchi di Radiologia tradizionale ma anche per quelli di Radiologia Interventistica.

Il diffondersi nell'ambito della radiologia interventistica, imposto da stringenti esigenze di controllo delle dosi al paziente, di apparecchi che presentano all'utente il calcolo o la misura vera e propria del parametro KAP (prodotto Area \times Kerma) rende possibile e tecnicamente più appropriato sostituire a W il KAP, analogamente a come, nello stesso NCRP Report No. 147, per i calcoli delle protezioni alle TC, si propone di sostituire W con il DLP (Dose Linear Product).

1. I diversi descrittori dell'Emissione: W, K_{1m}, KAP

I parametri tradizionalmente adoperati per descrivere quantitativamente la emissione prodotta da un complesso radiogeno in un certo arco di tempo (per scatto, per esame o per settimana) sono:

- A. Il carico di lavoro al tubo radiogeno **W**, espresso in $\text{mA} \times \text{s}$ o **mA \times min**, variamente correlato all'Alta Tensione Anodica (kV); W esprime in sostanza la quantità di carica incidente sull'anodo.
- B. Il Kerma in aria prodotti nel fascio a 1 m di distanza **K_{1m}** espresso in Gy, **mGy** o μGy ; Sono parimenti espressi in Gy:
 - il Kerma in Aria libera "incidente", K_{air} riferito ad un punto sull'asse centrale del fascio senza fantoccio diffusore né paziente";
 - il Kerma in Aria "entrante" E_{SAK} e la Dose Assorbita sulla superficie del corpo dove entra il fascio. Per identiche emissioni dello stesso apparecchio si può intendere che queste coincidano tra loro; E_{SAK} e Dose Assorbita sono calcolabili moltiplicando il corrispondente valore di Kerma in aria libera per il fattore di Back Scatter, brevemente BSF (ICRU 74 riporta una tabella analitica dei BSF).
- C. il **KAP** ovvero il prodotto dose \times superficie, indicato in acronimo inglese di "Kerma Air Product" che viene espresso in **Gy \times cm²** o analoghe combinazioni di unità di dose e superficie; questo parametro viene spesso indicato con. Si precisa che la denominazione ufficialmente prevista dall'ICRU 74⁴ del 2005 è P_{KA} , ma qui adotteremo la denominazione KAP correntemente più adoperata, pre-

⁴ ICRU, International Commission on Radiation Units and Measurements, Patient Dosimetry for X Rays used in Medical Imaging, ICRU Report 74, Oxford University Press, Oxford, UK, Vol. 5, N° 2, 2005

ferendola anche all'acronimo italiano PDS per evitare confusioni con l'acronimo inglese PSD che indica la Peak Skin Dose.

In passato per tutti gli apparecchi radiologici, anche per quelli destinati a procedure interventistiche, l'unico modo per risalire alla quantità di radiazioni emessa dal complesso radiogeno consisteva nella trascrizione dei parametri di emissione ricavabili dal pannello di controllo.

Una annotazione esatta e completa di questi parametri ai fini della ricostruzione della emissione prodotta, è diventata sempre più complessa e impraticabile con l'accrescersi delle continue regolazioni automatiche prodotte dalle apparecchiature e l'aggiungersi ai classici parametri kV, mA e secondi di altri come la filtrazione aggiunta, la frequenza di pulsazione selezionata e l'adattamento della dimensione del campo.

Al fine di consentire un controllo complessivo e praticabile da parte dell'operatore si è creata la necessità di aggiungere al tradizionale indicatore del tempo di scopia altri descrittori precisati nel paragrafo successivo. Uno di questi, il KAP, coincide con il parametro di emissione cui alla lettera C.

E' importante osservare che, da prima che tale parametro diventasse uno strumento di controllo sull'esposizione del paziente, il prodotto della dose incidente per la superficie interessata è sempre stato considerato nello studio della correlazione tra radiazione incidente e radiazione diffusa; tale correlazione è descritta da una funzione (Scatter Fraction) che consente di calcolare la frazione di dose incidente diffusa a 1 m di distanza per unità di prodotto Kerma incidente \times superficie, che varia con l'energia dei fotoni e l'angolo di diffusione.

2. I descrittori dell'Esposizione del Paziente

Da alcuni anni i nuovi apparecchi radiologici, anche diversi da quelli destinati alle procedure interventistiche, presentano, sulla schermata corrispondente alla singola esposizione o su quella che elenca il complesso delle esposizioni praticate durante l'esame, il valore accumulato o istantaneo dei seguenti descrittori:

- **KAP**, ovvero il parametro di cui alla lettera C, che per le procedure interventistiche dovrebbe essere espresso $\text{Gy} \times \text{cm}^2$, ma spesso viene riportato con unità di misura diverse,

- **CK**, dose al punto di riferimento, correlata al K_{1m} dalla correzione geometrica derivante dalla minor distanza del Punto di Riferimento Interventistico dalla macchia focale del tubo radiogeno, distanza variabile da apparecchio ad apparecchio, ma che tipicamente ha valori compresi tra 59 e 65 cm.

L'introduzione del Punto di Riferimento Interventistico come posizione di riferimento del descrittore della dose puntualmente prodotta lungo il fascio trae motivo dalla necessità di mettere a disposizione dell'utente un descrittore più direttamente riconducibile alla esposizione cutanea del paziente.

La dose assorbita complessivamente ricevuta del paziente è correlata al KAP, ma per l'interesse sanitario del paziente è cruciale la distribuzione di questa dose, ov-

vero lo specifico valore di dose assorbita agli organi particolarmente esposti o particolarmente sensibili.

La dose assorbita complessivamente ricevuta dal paziente alla cute o nelle parti anatomiche profonde, le corrispondenti dosi equivalenti e la dose efficace all’intera persona del paziente sono oggetto di calcoli e valutazioni complesse.

La dose assorbita separatamente calcolata su singoli elementi di superficie cutanea del paziente viene approssimativamente calcolata dagli angiografi più evoluti in base ad una rappresentazione virtuale della cute del paziente sommariamente ricostruita a partire da sesso, peso e altezza; ne deriva il monitoraggio in tempo reale del parametro PSD (Peak Skin Dose) che non è di sostanziale interesse ai fini della valutazione della radiazione dispersa.

3. Correlazione tra Carico di lavoro W ed Emissione K1m

Il rapporto $[K_{1m}/W]$ espresso $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ o $\text{mGy}/[\text{mA}\times\text{min}]$ tra il parametro K_{1m} e la quantità di carica incidente sull’anodo dipende dall’Anodo e dall’energia cinetica degli elettroni ovvero dai kV.

Lo spettro energetico di questa radiazione emessa pure dipende dai kV, e viene modificato dalla filtrazione totale del complesso radiogeno; al crescere della filtrazione totale sostanzialmente si riduce il rapporto $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$.

NCRP 147 (fig. B1 pg. 126) riporta una formula che brevemente chiameremo “**Emissione W/AI⁵ secondo Archer**”, che consente di calcolare il rapporto $[Kerma\ in\ Aria]/[carica\ incidente]$ in $[\text{mGy}\ a\ 1\text{m}]/[\text{mA}\times\text{min}]$ in base alla Alta Tensione Anodica (ATA) espressa in kV, secondo la formula:

$$K_{1m}/W = 1,222-0,05664\times kV+0,001227\times kV^2-0,000003136\times kV^3$$

NCRP 147 alla Tab 4.2⁶, di seguito riprodotta in Tabella A.1 per le voci di interesse, riporta anche lo spettro su i diversi valori di ATA dei carichi di lavoro W utili al calcolo delle barriere in circostanze di impiego diverse:

Tabella A.1 (valori in mA × min)

kVp	Rad Room					
	(chest bucky)	Rad Room (floor or other barriers)	Rad Tube (R&F room)	Chest Room	Cardiac An- giography	Peripheral Angiography
25	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0
40	0	0,000138	0	0	0	0
45	0	0,00071	0,000578	0	0	0

⁵ Nella figura B1 sono riportate 2 curve e formule di cui una riguarda un mammografo e l’altra, di cui ci occupiamo, un complesso radiogeno con anodo di tungsteno e filtro di alluminio

⁶ Operating potential (kVp) distribution of workload (mA min) normalized per patient, from survey conducted by AAPM TG9 (Simpkin, 1996a).

50	0,00678	0,0017	0,000765	0	0,34	0,0894
55	0,000456	0,0104	0,000726	0	0,42	0,0398
60	0,00896	0,0891	0,0152	0	1,96	0,699
65	0,0342	0,07	0,0252	0	4,55	15
70	0,0725	0,385	0,0889	0,0202	6,03	12,2
75	0,0953	0,405	0,224	0,00236	8,02	15,3
80	0,14	0,42	0,428	0	25,4	11
85	0,0662	0,249	0,218	0,000783	40,3	4,09
90	0,0141	0,162	0,0533	0	21	3,43
95	0,00351	0,0182	0,0489	0	10,6	0,673
100	0,000884	0,0146	0,0587	0,0301	7,4	1,53
105	0,00197	0,00151	0,0105	0	7,02	0,0927
110	0,00991	0,000551	0,0646	0,0214	6,59	0,0305
115	0,0374	0,00369	0,029	0,0936	13,8	0
120	0,0512	0,0187	0,104	0,0474	3,35	0
125	0,0481	0,000347	0,0813	0	2,75	0
130	0,00171	0,000125	0,0446	0	0,031	0
135	0,00773	0	0,00947	0	0	0
140	0	0	0,00426	0	0	0
Totale Wnorm	0,6	1,9	1,5	0,22	160	64

Nella seguente Tabella A.2 si riportano i valori di K_{1m} ottenuti moltiplicando la funzione di Emissione W/AI secondo Archer calcolata per ciascun valore **kVp** per il corrispondente valore di W ricavato dalla Tab. A.1:

Tabella A.2

kVp	K_{1m}/W per ciascun kVp	Rad Room (chest bucky) K_{1m} in mGy	Rad Room (floor or other bar- riers) K_{1m}	Rad Tube (R&F room) K_{1m}	Chest Room K_{1m}	Cardiac Angio- graphy K_{1m}	Peripheral Angio- graphy K_{1m}
45	0,872	0	0,000619	0,000504	0	0	0
50	1,066	0,007224	0,001811	0,000815	0	0,36227	0,095256
55	1,297	0,000591	0,013486	0,000941	0	0,544624	0,05161
60	1,563	0,014008	0,139301	0,023764	0	3,064311	1,092833
65	1,863	0,063723	0,130428	0,046954	0	8,477792	27,94877
70	2,194	0,159054	0,844633	0,195033	0,044316	13,22893	26,76499
75	2,553	0,243289	1,033914	0,571844	0,006025	20,47406	39,05899
80	2,938	0,411316	1,233947	1,25745	0	74,62439	32,31765
85	3,347	0,221557	0,833348	0,729598	0,002621	134,8752	13,68833
90	3,777	0,053255	0,611867	0,201312	0	79,31608	12,95496
95	4,226	0,014834	0,076916	0,206659	0	44,79716	2,844197
100	4,692	0,004148	0,068503	0,27542	0,141229	34,7208	7,17876
105	5,172	0,010189	0,00781	0,054308	0	36,30858	0,47946
110	5,664	0,056133	0,003121	0,365913	0,121216	37,32763	0,172761
115	6,166	0,230609	0,022753	0,178814	0,577139	85,09095	0
120	6,675	0,34176	0,124822	0,694199	0,316395	22,36122	0
125	7,189	0,345785	0,002495	0,584456	0	19,76941	0
130	7,705	0,013176	0,000963	0,343657	0	0,238865	0

135	8,222	0,063556	0	0,077862	0	0	0
140	8,736	0	0	0,037217	0	0	0
Tot. K_{1m} in mGy/paz.:	2,3	5,2	5,8	1,2	616	165	

4. Correlazione tra W e Radiazione Dispersa secondo NCRP 147 tab. 4.7

NCRP 147 aveva a suo tempo impostato il calcolo della radiazione dispersa sulla base di misure correlate ai carichi di lavoro W delle sale radiologiche, con dati che vengono sinteticamente riportati nella tabella B che segue:

Tabella B	<i>W_{nor}</i>							
	<i>m</i> /pazi ente <i>mAx</i> min	<i>S_{in}</i> cm ²	DFP m	<i>Fuga</i> <i>K_F</i>	<i>Diffusa</i> <i>Later.</i> <i>K_L</i>	<i>Fuga+</i> <i>Diff La-</i> <i>ter.</i> <i>K_{F+L}</i>	<i>Diffusa</i> <i>in avan-</i> <i>ti</i> <i>K_A</i>	<i>Fuga+</i> <i>Diff in</i> <i>avanti</i> <i>K_{F+A}</i>
(NCRP 147 tab. 4.7)								
Rad Room (chest bucky)	0,6	1,535	1,8 3	0,00039	0,0049	0,0053	0,0069	0,0073
Rad Room (floor or other barriers)	1,9	1000	1	0,00014	0,023	0,023	0,033	0,033
Rad Tube (R&F room)	1,5	1000	1	0,00094	0,028	0,029	0,039	0,04
Chest Room	0,22	1,535	2	0,00038	0,0023	0,0027	0,0032	0,0036
Cardiac Angiography	160	730	0,9	0,088	2,6	2,7	3,7	3,8
Peripheral Angiography	64	730	0,9	0,0034	0,66	0,66	0,95	0,95

Tutti i valori di Kerma/paziente sono espressi in mGy; *W_{norm}* è definito come il rapporto W_{Tot}/N_{pz} , dove W_{Tot} è il carico di lavoro totale di una sala e N_{pz} è il numero dei pazienti.

Si osserva che il contributo dovuto alla radiazione di fuga per le applicazioni interventistiche angiografiche considerate è dell'ordine del 4%. Pertanto una valutazione della radiazione dispersa limitata alla radiazione diffusa costituisce una buona approssimazione.

E' anche interessante osservare che la Tab. 4.7 di NCRP 147 si concentrava sulla dispersa laterale (90°) e conservativamente attribuisce alla dispersa "in avanti (30°) il valore della dispersa all'indietro (135°) che è sensibilmente maggiore⁷.

5. Valori di KAP paziente medio ricavati dalle Tab. 4.2 e 4.7 di NCRP 147

Dai valori della DFP e della S_{in} riportate alle colonne 2, 3 della tabella B, è possibile ricavare, per ciascuna delle tipologie di impiego considerate, la corrispondente apertura del campo a 1 m; moltiplicando questa apertura

Nella Tabella C.1 che segue si riportano in Gy×cm² i valori del KAP analiticamente calcolati moltiplicando i valori di K_{1m} per queste aperture di campo calcolate alla stessa distanza di 1 m:

⁷ vedi curve della Scatter Fraction, Fig. C.1. di NCRP 147

Tabella C.1 KAP in Gy×cm²

S a 1 m in cm ² :	458	1000	1000	384	901	901
ATA in kVp	Rad					
	Rad Room (chest bucky)	Room (floor or other barriers)	Rad Tube (R&F room)	Chest Room	Cardiac Angiography	Peripheral Angiography
45	0,0000	0,0006	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0033	0,0018	0,0008	0,0000	0,3265	0,0858
55	0,0003	0,0135	0,0009	0,0000	0,4908	0,0465
60	0,0064	0,1393	0,0238	0,0000	2,7617	0,9849
65	0,0292	0,1304	0,0470	0,0000	7,6405	25,1884
70	0,0729	0,8446	0,1950	0,0170	11,9224	24,1215
75	0,1115	1,0339	0,5718	0,0023	18,4519	35,2013
80	0,1885	1,2339	1,2575	0,0000	67,2541	29,1258
85	0,1016	0,8333	0,7296	0,0010	121,5542	12,3364
90	0,0244	0,6119	0,2013	0,0000	71,4824	11,6755
95	0,0068	0,0769	0,2067	0,0000	40,3727	2,5633
100	0,0019	0,0685	0,2754	0,0542	31,2916	6,4697
105	0,0047	0,0078	0,0543	0,0000	32,7226	0,4321
110	0,0257	0,0031	0,3659	0,0465	33,6410	0,1557
115	0,1057	0,0228	0,1788	0,2215	76,6869	0,0000
120	0,1566	0,1248	0,6942	0,1214	20,1527	0,0000
125	0,1585	0,0025	0,5845	0,0000	17,8169	0,0000
130	0,0060	0,0010	0,3437	0,0000	0,2153	0,0000
135	0,0291	0,0000	0,0779	0,0000	0,0000	0,0000
140	0,0000	0,0000	0,0372	0,0000	0,0000	0,0000
totale/pz	1,0	5,2	5,8	0,5	554,8	148,4

Una previsione ragionevolmente conservativa sul KAP/settimana si ottiene dalle Tabelle che propongono stime appropriate per la definizione degli LDR da applicare alle procedure interventistiche.

In una sala di Angiografia Cardiologica dove si effettuano sostanzialmente Coronarografie e Angioplastiche dette PCI, i valori di KAP medio e le percentuali di ciascun tipo di intervento possono essere ragionevolmente attribuite secondo quanto indicato nella Tabella che segue:

Angiografia Cardiologica	% pazienti	KAP medio (Gy×cm ²)
CORO	70%	60
PCI	30%	125

KAP medio/paz : 80

Elettrofisiologia	% pazienti	KAP medio (Gy×cm ²)
Impianto di pace-maker	80%	20
Ablazioni cardiache a RF	20%	110

KAP medio/paz : 38

6. Correlazioni tra W, KAP e Radiazione Diffusa ricavabili dalla Scatter Function

Un potente strumento di calcolo della Radiazione Diffusa viene offerto dalla stessa NCRP 147 in appendice C a pag. 137 e indicato come “Scatter Fraction” (figura C.1). L’algoritmo di calcolo della Scatter Fraction (SF) di seguito riportato si riferisce a radiazioni con anodo di tungsteno e filtro di alluminio⁸ e consente, al variare della tensione anodica e dell’angolo di diffusione, di calcolare il rapporto tra radiazione incidente e radiazione diffusa prodotta da un cm² di acqua a 1m di distanza dalla superficie irradiata in base alle seguenti equazioni:

$$Ks(kVp, \theta) = a_1(kVp, \theta) \times 10^{-6}$$

$$a_1 = 1.6 \times 10^{-2} (kVp - 125) + 8.43 - 1.11 \times 10^{-1} \theta + 9.83 \times 10^{-4} \theta^2 - 1.74 \times 10^{-6} \theta^3$$

Per la sua stessa definizione la funzione a_1 rappresenta il rapporto tra Radiazione Diffusa (in µGy) e KAP (in Gy×cm²), con una correlazione non più vincolata a specifiche geometrie del fascio incidente, ovvero indipendente dalle possibili variazioni di collimazione durante le esposizioni che hanno prodotto un certo valore di KAP ed i cui effetti già ricadono sull’ammontare del KAP stesso.

Nella tabella C.2 che segue abbiamo riportato il calcolo della radiazione diffusa a 1 m lateralmente, a 90° dalla direzione del fascio, denominata S(90°, a 1m), analiticamente ricostruita sugli spettri di K_{1m} calcolati in tabella A.2 per ciascuna tipologia di impiego; i valori qui espressi in µGy sono sostanzialmente coincidenti con i valori di Diffusa Laterale K_L riportati in mGy nella tabella 4.7:

Tabella C.2

SF in direz. 90°		S(90°, a 1m) in µGy					
ATA	µGy/ [Gy×cm ²]	Rad Room (chest bucky)	Rad Room (floor or other barriers)	Rad Tube (R&F room)	Chest Room	Cardiac An- giography	Peripheral Angiography
kVp							
45	3,85	0,0000	0,0024	0,0019	0,0000	0,00	0,00
50	3,93	0,0130	0,0071	0,0032	0,0000	1,28	0,34
55	4,01	0,0011	0,0541	0,0038	0,0000	1,97	0,19
60	4,09	0,0263	0,5703	0,0973	0,0000	11,31	4,03
65	4,17	0,1219	0,5444	0,1960	0,0000	31,89	105,13
70	4,25	0,3101	3,5929	0,8296	0,0723	50,72	102,61
75	4,33	0,4833	4,4808	2,4783	0,0100	79,97	152,56
80	4,41	0,8321	5,4464	5,5502	0,0000	296,85	128,56
85	4,49	0,4564	3,7449	3,2787	0,0045	546,25	55,44
90	4,57	0,1116	2,7986	0,9208	0,0000	326,95	53,40
95	4,65	0,0316	0,3580	0,9618	0,0000	187,89	11,93

⁸ Data of Trout and Kelley (1972) reanalyzed by Simpkin and Dixon (1998) for tungsten anode, aluminium - filtered beams.

100	4,73	0,0090	0,3243	1,3038	0,2566	148,13	30,63
105	4,81	0,0225	0,0376	0,2614	0,0000	157,52	2,08
110	4,89	0,1259	0,0153	1,7907	0,2276	164,63	0,76
115	4,97	0,5257	0,1132	0,8894	1,1016	381,43	0,00
120	5,05	0,7917	0,6308	3,5084	0,6136	101,85	0,00
125	5,13	0,8137	0,0128	3,0005	0,0000	91,47	0,00
130	5,21	0,0315	0,0050	1,7918	0,0000	1,12	0,00
135	5,29	0,1542	0,0000	0,4122	0,0000	0,00	0,00
140	5,37	0,0000	0,0000	0,2000	0,0000	0,00	0,00
		4,9	22,7	27,5	2,3	2581,2	647,6

E' importante osservare che tutti questi calcoli basati sul carico di lavoro W presuppongono la "leggibilità" dei mA×min, e sono affetti dalle complessità e dalle incertezze correlate alla variabile apertura del campo nonché al possibile intervento di filtrazioni aggiunte.

La 2° colonna riporta, per la assegnata direzione di 90°, i valori della SF.

7. Correlazioni tra Radiazione Diffusa e dell'angolo di diffusione ricavabili dalla Scatter Fraction

Nella tabella D che segue, con esclusivo riferimento alle tipologie di impiego interventistico introdotte nella tabella B, abbiamo riportato:

- i valori W_{norm} , K_L e K_A come riportati dalla tab. 4.7 di NCRP 147;
- i valori di K_{1m} calcolati sullo spettro dei kVp con la equazione di emissione di Archer nella *Ns. Tab. A.2*;
- i valori del KAP calcolati in tabella C.1 in base alle aperture di campo ricavate dalla tab. 4.7 di NCRP 147;
- i valori K_{90° , K_{20° e K_{135° della radiazione diffusa prodotta dal paziente medio calcolati sullo spettro dei kVp di cui alla tabella A.1 moltiplicando il KAP per i valori SF corrispondenti al kVp ed all'angolo di diffusione indicato.

Tabella D	W_{norm} mA×min/ paziente	Diffusa La- ter. °K _L in mGy	Diffusa in avanti °K _A in mGy	K _{1m} mGy	KAP Gy×cm ²	K _{90°} mGy	K _{20°} mGy	K _{135°} mGy
Cardiac Angiography	160	2,6	3,7	616	555	2,6	3,4	3,7
Peripheral Angiography	64	0,66	0,95	165	148	0,65	0,86	0,9

I valori K_{90° e K_{135° della tabella D sostanzialmente coincidono, rispettivamente, con K_L e K_A della tab.B. Il maggior valore di K_{135° segnala l'importanza della diffusa all'indietro ben evidenziata dalle mappe dosimetriche di cui al paragrafo seguente.

A partire dalla tabella D si possono calcolare, con riferimento ai rispettivi spettri di regolazione kVp, i rapporti $[K_{90^\circ}]/W_{norm}$, $[K_{20^\circ}]/W_{norm}$ e $[K_{135^\circ}]/W_{norm}$, vincolati alle geometrie di fascio riportate nella tabella 4.7:

Tabella D -bis

	$K_{90^\circ}/$ Wnorm,	$K_{20^\circ}/$ Wnorm,	$K_{135^\circ}/$ Wnorm,
<i>a 100 cm A.F. NCRP_pz_medio</i>	$\mu\text{Gy}/$ (mA×min)	$\mu\text{Gy}/$ (mA×min)	$\mu\text{Gy}/$ (mA×min)
Cardiac Angiography	16,13	21,18	22,88
Peripheral Angiography	10,12	13,49	14,63

E quelli $[K_{90^\circ}]/[K_{1m}]$, $[K_{20^\circ}]/[K_{1m}]$, $[K_{135^\circ}]/[K_{1m}]$, non vincolati a specifiche aperture del fascio:

Tabella D -ter

	$K_{90^\circ}/$ KAP,	$K_{20^\circ}/$ KAP,	$K_{135^\circ}/$ KAP,
<i>a 100 cm A.F. NCRP_pz_medio</i>	$\mu\text{Gy}/$ (Gy×cm ²)	$\mu\text{Gy}/$ (Gy×cm ²)	$\mu\text{Gy}/$ (Gy×cm ²)
Cardiac Angiography	4,65	6,11	6,60
Peripheral Angiography	4,36	5,82	6,31

E' importante evidenziare che a parità di angolo di diffusione, al crescere della ATA, il rapporto Diffusa/KAP cresce proporzionalmente alla sola SF, mentre il rapporto Diffusa/W cresce molto più rapidamente a causa della crescita concomitante anche del rapporto K_{1m}/W ; per questo motivo le differenze tra Cardiac Angiography e Peripheral Angiography sono marcate nella tabella D-bis, praticamente irrilevanti in quella D-ter.

Resta rilevante la differenza tra i coefficienti indicati da NCRP 147 per calcolare le attenuazioni prodotte da un certo spessore di materiale nel caso delle protezioni per la Cardiac Angiography piuttosto che in quello della Peripheral Angiography.

8. Le mappe dosimetriche e la definizione di un generico rapporto Diffusa/KAP

Come è noto dalle misure radiometriche ambientali, si possono ricavare delle curve dosimetriche ambientali di isokerma, graficamente consistenti in linee che congiungono i punti dove, per un carico di lavoro unitario o comunque precisato, si producono eguali valori di kerma in aria.

Subentrando il KAP al carico di lavoro come descrittore quantitativo dell'emissione, da alcuni anni le curve di isokerma a corredo degli apparecchi per radiologia interventistica piuttosto che essere espresse in $\mu\text{Sv}/(\text{mA}\times\text{min})$ sono espresse in $\mu\text{Gy}/\text{KAP}$, dove la unità di misura adoperata per quantificare il KAP può essere diversa dal Gy×cm² (Siemens per motivi incomprensibili preferisce il $\mu\text{Gy}\times\text{m}^2$); nella pagina che segue sono riportati i grafici delle linee di isokerma contenute nella documentazione di accompagnamento di un apparecchio Axiom Siemens e distintamente riferite alle condizioni di fascio verticale e fascio orizzontale.

Con riferimento al Kerma disperso in avanti ricavabile da questi grafici va precisato che, se margini del fascio sono interamente e profondamente contenuti nel fantoccio la attenuazione prodotta dallo spessore che separa il punto di diffusione dal punto in cui il fotone riemerge dal fantoccio stesso riduce drasticamente

lo stesso Kerma diffuso emergente. Questo motivo, nelle mappe dosimetriche ottenute con fantocci larghi rispetto al fascio, concorre a far prevalere il Kerma disperso indietro su quello disperso in avanti.

I valori del rapporto Dispersa/KAP a di 1 m di distanza dal fascio e 1 o 1,5 m di altezza ricavabili dalle mappe di isokerma dell'Axiom vengono riassunti in Tabella E, dove pure si riporta il calcolo del rapporto Dispersa/KAP in un punto generico a 1 m dall'isocentro nell'ipotesi di emissione rivolta per il 70% verticalmente e per il resto egualmente distribuita sulle 2 direzioni orizzontali opposte:

Tabella E	ATA di riferimento	[K _{90°}]/[KAP] [μGy]/ [Gy×cm ²]	[K _{20°}]/[KAP] [μGy]/ [Gy×cm ²]	[K _{135°}]/[KAP] [μGy]/ [Gy×cm ²]	[K _{a 1 m dal paz.}]/[KAP] [°] [μGy]/ [Gy×cm ²]
Axiom Siemens					
a 100 cm A.F.					
h=100 cm	110 kV	4,3	3	12	5,26
h=150 cm	110 kV	3,3	2	8	3,81
a 100 cm secondo la SF	110 kV	4,9	6,3	6,8	5,40

[°] in posizione a 1 m dall'isocentro, con fascio per il 70% verticale e per il 15% orizzontale in ciascun verso

Nella tabella F si riporta un analogo calcolo riferito ai rapporti μGy/[Gy×cm²] già riportati nella tabella D-ter:

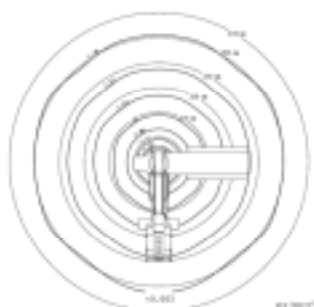
Tabella F	[K _{90°}]/[KAP] [μGy]/ [Gy×cm ²]	[K _{20°}]/[KAP] [μGy]/ [Gy×cm ²]	[K _{135°}]/[KAP] [μGy]/ [Gy×cm ²]	[K _{a 1 m dal paz.}]/[KAP] [°] [μGy]/ [Gy×cm ²]
a 100 cm A.F.				
Angiografia Cardiaca	4,65	6,11	6,60	5,2
Angiografia Periferica	4,36	5,82	6,31	4,9

[°] in posizione a 1 m dall'isocentro, con fascio per il 70% verticale e per il 15% orizzontale in ciascun verso

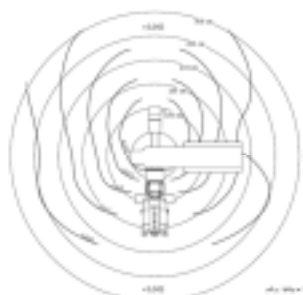
Dal confronto tra le tabelle E e F si evince che un rapporto [K_{Tot.}]/[KAP] = 6μGy/[Gy×cm²] genericamente attribuito ad una postazione disposta a 1 m dall'isocentro e priva di protezioni fornisce una stima ragionevolmente approssimata e conservativa del Kerma in aria prodotto da una emissione di 1 Gy×cm², genericamente considerata a prescindere dalla particolare tipologia di intervento.

Vertical projection

Isokerma curves: 100 cm above floor without removable lower body radiation protection, with anti-scatter grid, 0 mm Cu, small focus, interference radiation of the isokerma curves in $\mu\text{Sv}/\text{h}$ at 110 kV, 2.5 mA.

Horizontal projection
N40 50°

Isokerma curves 700 cm above floor without removable lower body radiation protection, with anti-scatter grid, 0 mm Cu, small focus, interference radiation of the isokerma curves in $\mu\text{Sv/h}$ at 110 kV, 2.5 mA



Mappa isokerma normalizzata a 1 m dal pavimento, per FD20, direzione raggi X frontale, con spostamento longitudinale esterno

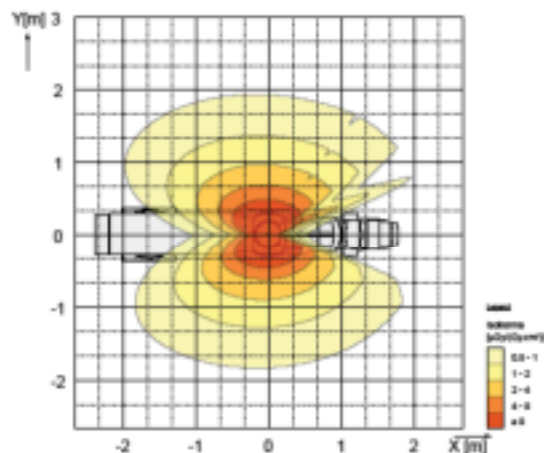


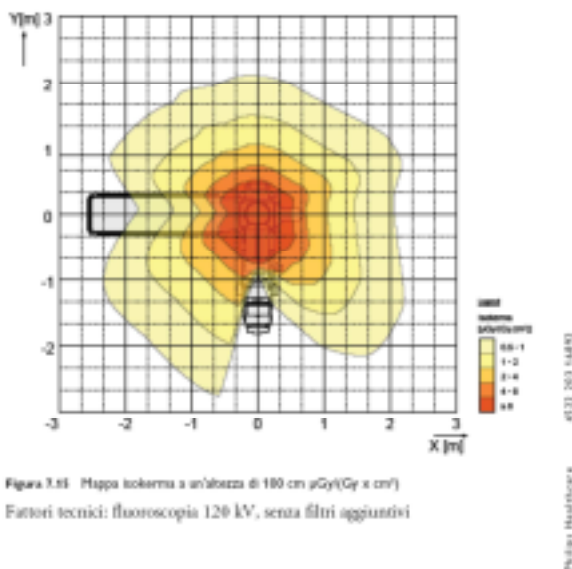
Figura T.11 Mappa isoterma a un'altezza di 100 cm $\mu\text{Gh}/(\text{Gy} \times \text{cm}^2)$

Fattori tecnici: fluoroscopia 120 kV, senza filtri aggiuntivi

TABLE 1. CONTINUED

100% of cases. When fully recovered

Mappa isokerma normalizzata a 1 m dal pavimento, per FD20, direzione raggi X frontale, con spostamento longitudinale interno



9. Kerma, Equivalente di Dose Ambientale, Equivalente di Dose Personale e Dose Efficace.

Con riferimento alle valutazioni di irraggiamento esterno parziale o globale alle persone derivanti dalle valutazioni locali del Kerma in aria la buona norma prevede modalità di conversione diverse:

il kerma può essere convertito in una grandezza operativa destinata al monitoraggio ambientale⁹, tipicamente l' Equivalente di Dose Ambientale: $H^*(10)$

il kerma, nella ipotesi di un campo sostanzialmente uniforme nel volume occupato dalla persona, può essere convertito direttamente nella Dose Efficace (vedi tabella I.1 dell'Allegato 3 alla Pubblicazione ICRP 119 del 2012 che pure considera le diverse direzioni del campo di radiazioni rispetto alla persona).

Per radiazioni disperse con fotoni di energia compresa tra 40 e 80 keV la conversione comporta l'uso di un fattore $H^*(10)/K$ compreso tra 1,47 e 1,74, mentre la conversione in Dose Efficace comporta fattori molto variabili, generalmente <1 , che raggiungono il fattore 1,4 solo per esposizioni frontali con fotoni di 70-80 keV.

⁹ Pubblicazione 103 dell'ICRP - Tabella B.5 – Applicazione delle grandezze dosimetriche operative al monitoraggio delle esposizioni esterne:

Controllo della:	Monitoraggio ambientale	Monitoraggio individuale
dose efficace	Equivalente di dose ambientale: $H^*(10)$	Equivalente di dose individuale: $H_P(10)$.
dose alla cute, alle mani e piedi ed al cristallino	Equivalente di dose direzionale: $H'(0.07)$	Equivalente di dose individuale: $H_P(0.07)$

Valutazioni di Dose Efficace che prescindano dall'impiego dei DPC e dei DPI potrebbero non avere senso. Alla valutazione ambientale del rischio destinata alla pianificazione delle protezioni meglio si adatta l'esclusivo riferimento a $H^*(10)$, per cui il rapporto $[K_{Tot}]/[KAP] = 6\mu Gy/[Gy \times cm^2]$ diventa: $H^*(10)/[KAP] = 10\mu Gy/[Gy \times cm^2]$

La previsione conservativa dell' Equivalente di Dose Ambientale settimanalmente (o annualmente) prodotto in un generico punto posto a distanza d dall'isocentro di un apparecchio destinato a radiologia interventistica può quindi essere ricavato dalla previsione settimanale riguardante il KAP secondo l'espressione:

$$H^*(10)/settimana = KAP/settimana \times 10 \mu Gy/[Gy \times cm^2] \times 1/d^2.$$

10. Conclusioni

La registrazione dei KAP per ciascun paziente è necessaria al fine di valutare gli effetti degli accorgimenti di ottimizzazione adottati da ciascun operatore, oltre che per segnalare specifiche circostanze di malfunzionamento dell'apparecchio o di rischio per il paziente eventualmente insorte.

Per tutti gli aspetti di radioprotezione dei lavoratori e della popolazione, dove siano disponibili indicatori di KAP previsti dalla buona norma, la stima e/o la contabilità delle emissioni espressa in mAx_{min} non è più né praticabile né appropriata. Gli equivalenti di dose locale correlati possono essere rapidamente valutati, in prima approssimazione, dall'espressione:

$$H^*(10)/settimana = KAP/settimana \times 10 \mu Gy/[Gy \times cm^2] \times 1/d^2$$

Per evitare che i meccanismi di riconoscimento dei benefici di legge per il personale medico non radiologo e infermieristico producano motivazioni opposte all'ottimizzazione sarebbe bene che i criteri di attribuzione facessero riferimento, per ciascun tipo di intervento, ad un livello standard, o allo LDR vero e proprio, piuttosto che ai KAP effettivamente registrati per ciascun intervento.

**Gestione totale della materia radioattiva:
sorgenti, rifiuti, analisi e logistica**

CAMPOVERDE



**RITIRO, TRASPORTO e SMALTIMENTO
di rifiuti radioattivi**

**ANALISI in laboratorio e
direttamente in campo**

**Distribuzione di SORGENTI RADIOATTIVE standard e su misura:
Industriali, di Calibrazione e per Medicina Nucleare**



Campoverde srl - via Quintiliano 31, 20138 Milano
Tel. 02 5803901 - Fax 02 58039021
campoverde@campoverde-group.com
www.campoverde-group.com

Comunicazioni

INFO ANPEQ - CAMBIO IBAN ANPEQ

si comunica a tutti gli interessati che a partire dal 27 maggio 2019, a seguito dell'accorpamento di Banca Prossima all'interno del gruppo Intesa San Paolo, l'IBAN di ANPEQ diventa il seguente:

IT 09 E030 6909 6061 0000 0076 709

INFO ANPEQ - Adeguamento Europeo UE 2016/679

Si comunica che ANPEQ ha eseguito l'adeguamento relativo all'INFORMATIVA SUL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI ai sensi dell'art. 13 del Regolamento n.2016/679/UE (c.d. GDPR). I soci interessati a revocare il consenso in merito alle attività di marketing, pubblicazione delle proprie foto sui social e pubblicazione dei propri dati nell'elenco pubblico dei soci presente sul sito possono rispondere alla mail con la dicitura "revoco il consenso" o in altra formula.

XXI Congresso Nazionale ANPEQ

(a cura di Gabriella GUARINO)

All'ombra della Mole Antonelliana, nella meravigliosa cornice della città di Torino, il 28-29 e 30 Marzo si è svolto il XXI Congresso Nazionale ANPEQ.

Grazie alla preziosa collaborazione dei colleghi del Deposito Avogadro (FCA), l'evento ha avuto luogo in una location d'eccezione: il Centro Congressi Lingotto, con la partecipazione di numerosi sponsor del settore.

La prima giornata è stata dedicata interamente al congresso vero e proprio con la presentazione di lavori sulla RMN a cura del Dott. Campanella dell'INAIL, sulla dosimetria CEM da parte della Dott.ssa Ferrero oltre che con un intervento dell'Ing. D'Avanzo e del Dott. Contessa che hanno fornito interessanti indicazioni per la progettazione di ambienti quali MN, Ciclotroni, PET.

Nel pomeriggio si è svolta l'assemblea dei Soci che, tra i vari argomenti, si è focalizzata sulla questione del neo istituito Ordine dei Fisici e dei Chimici con l'intervento chiarificatore dell'Avv. Colonnelli e sulla convenzione siglata da ANPEQ con il gruppo assicurativo Bonsignore & Partners.

Il congresso si è chiuso nella mattinata della seconda giornata di lavori durante la quale si è svolta la tavola rotonda sul tema del recepimento della nuova (o quasi!) Direttiva Europea 59/2013: gli interventi del Dott. Paolo Rossi dell'ISS, del Dott. Stefano De Crescenzo e dell'Ing. Ghani Ahmad del Ministero del Lavoro, purtroppo, non hanno fornito particolari novità a causa della stagnazione dei lavori di recepimento da parte dell'Italia. Pertanto, continuiamo ad attendere speranzosi!

Per finire, sono stati descritti alcuni dei lavori presentati sui poster (esposti nella sala congressi per tutto la durata dell'evento). Particolarmente interessante il lavoro

della ASL di Asti inerente alla verifica di integrità e di efficacia schermante dei DPI anti-X, a seguito della pubblicazione da parte dell'INAIL delle proposte di procedure per lo svolgimento di tali verifiche ("Proposte di procedura per la gestione dei dispositivi di protezione individuale dalla radiazione X per uso medico – diagnostico: camici e collari per la protezione del lavoratore", INAIL, 2016).

Durante il pomeriggio della seconda giornata e la mattinata della terza giornata di lavori si è svolto il corso di aggiornamento quinquennale ai sensi del D.Lgs. 187/2001 che, a differenza delle sessioni passate, ha visto anche la partecipazione di numerosi "giovani EQ" che, con il recepimento della Direttiva sperano di potersi ritagliare uno spazio nel mondo dei Controlli di Qualità. A riguardo, il corso ha dato degli ottimi spunti di aggiornamento in tutti i settori sanitari: dalle ultime novità sui CdQ per mammografi con tomosintesi, per gli endorali e per le CBCT agli algoritmi di riduzione della dose in TC, dal nuovo obbligo di informazione della dose al paziente sui referti radiologici al tema dei LDR in radiologia diagnostica.

I partecipanti sono stati più di 120, con un parziale ricambio tra le giornate dedicate al congresso e quelle dedicate al corso quinquennale. L'organizzazione dell'evento ha permesso di far conoscere ai colleghi provenienti da fuori regione alcune eccellenze del territorio, sia attraverso la scelta del servizio catering che, ha servito alcuni piatti tipici piemontesi, sia attraverso le attività serali.

Un plauso è d'obbligo per la scelta del "Fritto misto alla Piemontese" per la prima cena, degustato in uno dei più famosi locali della collina torinese (ristorante Da Esterina a Baldissero T.se, per i colleghi che si sono persi queste prelibatezze); ma anche per la visita guidata alla Reggia di Venaria, aperta esclusivamente per ANPEQ, la sera del 29 Marzo: stupende la Galleria Diana e la chiesa di Sant'Uberto in una delle più belle residenze Sabaude. La serata si è conclusa con la cena sociale presso il ristorante "Il Bergamotto" di Venaria Reale.

Il XXI Congresso è stato senza dubbio un importante momento di aggiornamento dei soci sui temi più attuali, ma anche un'ottima occasione per vedere riuniti i maggiori fornitori di strumentazione e servizi nel campo della radioprotezione (MIT Ambiente ha colto l'occasione per distribuire le prime copie del libro "Argomenti di Radioprotezione Operativa, AA.VV., nato dalla volontà del Direttore di questo Notiziario, Franco Cioce).

Il tutto alternato a bei momenti di convivialità.

Giornata di Studio - LA CONTABILITA' NUCLEARE

(a cura di Cristina Elena GHIGNONE)

Martedì 28 maggio scorso si è svolta presso la sede di Roma del Consiglio Nazionale delle Ricerche, nel mirabile contesto artistico dell'Aula Marconi, una giornata di studio su "LA CONTABILITA' NUCLEARE".

Buona parte della mattinata è stata dedicata a un'analisi puntuale della normativa di riferimento (Legge 1860/62, D.Lgs. 230/95, D.M. 28/09/2011) e del Regolamento Euratom 302/05 da parte, rispettivamente, di Giuseppe Sedda [ISIN] e Monia Kraiem [EURATOM], i quali hanno avuto la grande capacità di illustrare con chiarezza ai discenti argomenti che "di chiaro" hanno davvero poco; a completamento della teoria entrambi i docenti hanno poi illustrato, nel pomeriggio, la parte operativa di gestione della contabilità, guidando con opportuna attenzione l'uditorio nei "vicoli bui" di comunicazioni e registri da aggiornare: attività questa che, per "buona legge", raddoppia dicotomicamente nei riguardi di ISIN ed EURATOM, salvo deroghe ...da richiedere ed ottenere!

Non si è parlato, tuttavia, solo di modalità di gestione della contabilità: se gli interventi principali, da parte dei rappresentanti dei due istituti, hanno impegnato la maggior parte della giornata, è vero anche che gli organizzatori dell'evento hanno pensato di arricchire la materia di studio con interessanti interventi sulla gestione dei trasporti e sulla caratterizzazione di materiale radioattivo e nucleare: il primo per voce di Franco Cioce [Consulente ADR, JRC Ispra] prezioso punto di riferimento sull'argomento ed il secondo da parte di Nadia Cherubini [ENEA] sempre disponibile a condividere la sua esperienza di laboratorio e ricerca.

Infine gli esempi applicativi: la presentazione da parte di Pietro Ragni [CNR] ed Eleonora Ragno [CNR] dell'impegnativo lavoro di censimento svolto sulle sedi CNR di tutto il territorio nazionale e la comunicazione di due Case Study, uno sull'acetato di uranile e l'altro sulla gestione della contabilità per i gestori di impianti nucleari da parte, rispettivamente, di Lorenzo Visca [Università di Torino] e di Alessandro Dodaro [ENEA].

Volendo chiudere con un bilancio sulla giornata di studio ritengo di potermi davvero complimentare con il Comitato Scientifico che promuovendo l'organizzazione di un evento su questo tema ha offerto la possibilità agli interessati di approfondire la conoscenza di un argomento che, a mio giudizio, è molto trascurato. Personalmente, ma non credo di sbagliare se dico che molti tra gli uditori possano pensarla come la sottoscritta, sono giunta in aula con poche e confuse idee sulla gestione della contabilità nucleare e l'esito della giornata di studio è stata la consapevolezza che la confusione non è dettata tanto da una scarsa conoscenza della materia quanto più dalla mancanza totale di "semplicità" nel corpo legislativo che, invece di armonizzarsi con il Regolamento Euratom, corre su un binario parallelo. Auspico quindi che gli incontri su questo tema possano ripetersi e coinvolgere un maggior numero di persone, ma soprattutto che le discussioni nate in aula non muoiano in aula, bensì siano uno stimolo da parte dei soci affinché Anpeq e gli Istituti coinvolti si facciano portavoce nei confronti dei Ministeri della necessità di una revisione alla normativa di riferimento.

Letti per voi.

In questa nuova rubrica presentiamo delle recensioni di libri che, a diverso titolo, coinvolgono la professione dell'esperto qualificato.

Generalmente non si tratta di commenti a libri tecnici ma a testi divulgativi, romanziati o didattici che hanno suscitato il nostro interesse e che brevemente riassumiamo per voi segnalandovi, a nostro giudizio, le parti che più hanno attirato la nostra attenzione.

La nostra collega Cristina Elena Ghignone inaugura questa rubrica:

SETTE BREVI LEZIONI DI FISICA

Carlo Rovelli

ed. Adelphi, Milano

Piccola Biblioteca Adelphi, 666

2014, 30ª ediz., pp. 88

isbn: 9788845929250

Temi: Fisica



Avete mai provato a spiegare la fisica ad un ragazzino? ...immaginate poi di dovergli parlare della teoria della relatività e della meccanica quantistica: un'impresa disperata, ci viene da pensare; eppure è in quell'età in cui si trascorre il tempo a "bighellonare oziosamente" che "si diventa scienziati sul serio".

Con questa premessa Carlo Rovelli introduce le sue 'brevi lezioni' che, più di un trattato scientifico, hanno il carattere di piacevoli dissertazioni sulla fisica del XX secolo. Sette sono i capitoli e sette gli argomenti trattati: si parla di relatività generale, di meccanica quantistica, del cosmo, delle particelle elementari, della gravità quantistica, dei buchi neri ed in ultimo di noi stessi, del posto che occupiamo "in questo grande affresco del mondo che offre la fisica contemporanea". In modo lieve e un po' romanzato, non senza spunti di carattere personale, l'autore ci conduce alla riscoperta di queste teorie, ai più di noi note, e ci permette di riassaporarle nella loro semplicità, lasciandoci infine fluttuare nel pensiero di "quanto vasto sia ciò che ancora non sappiamo".

Altro non vi svelo, salvo dirvi che l'ho trovata una lettura piacevole, priva della pretesa di voler insegnare qualcosa di nuovo ad alcuno, ma con l'abile capacità di rendere trasparenti argomenti ostici a molti.

Lettere al Direttore.

Egregio signor direttore, un mio amico è vostro socio e mi ha prestato una copia della vostra rivista: ho bisogno di un vostro spassionato consiglio.

Vorrei anch'io diventare Esperto Qualificato e ho già fatto un tentativo che è miseramente fallito.

Tenterò nuovamente di sostenere gli esami ma i miei dubbi sono ovviamente rivolti al mio futuro professionale.

Sento spesso il mio amico lamentarsi del poco lavoro disponibile in zona (abitiamo in un piccolo paese di provincia) e della spietata concorrenza che serpeggia tra i vostri colleghi.

Così, non so se proseguire nei miei intenti oppure desistere per cercare un lavoro remunerativo garantito.

Ho 26 anni e vorrei capire che prospettive ho.

Grazie per una sua risposta.

Marco Tamboni

Risponde il Direttore Responsabile del Notiziario

Caro Marco, il suo amletico dubbio è in realtà il dubbio di diverse generazioni di giovani: cosa fare da grande.

Lei non lo dice ma presumo arrivi da studi scientifici e questo è già un indirizzo che, salvo deviazione dell'ultimo momento o dell'ultima opportunità, segnerà la sua strada.

I miei genitori erano convinti e cercavano di convincermi, che molti professionisti svolgevano il loro lavoro solo per “missione”: Il medico, l'avvocato, il politico.... Ma era una “romantica” convinzione. I più di queste e molte altre professioni erano guidati dalla avidità di potere e di denaro; anche tra gli esperti qualificati esistono questi problemi, ma anche tra noi, tra molti di noi, è acceso il sacro fuoco della passione.

Una passione che ci porta ad affrontare problematiche nuove, complicate, arzigogolate e col principale scopo di aiutare il “cliente” che si rivolge a noi appunto per trovare una soluzione.

Ma bisogna essere realistici: si sceglie un perito per far valutare il livello energetico della nostra abitazione, perché siamo obbligati a farlo. Se vogliamo vendere la casa abbiamo bisogno di una verifica che dobbiamo richiedere a chi può farlo. Lo stesso principio vale per chi vuole detenere o utilizzare sorgenti di radiazioni: deve nominare un Esperto Qualificato. E solo nei telefilm, si sceglie il più bravo. Nel mondo reale i clienti cercano quello che costa meno: è legge di mercato.

Certamente, a parità di prezzo o quasi, i clienti si orientano verso l'esperienza ma questa richiede tempo e nel frattempo occorrerà barcamenarsi in questo “mondo

di lupi” assolutamente identico a quello di tutte le altre professioni, dall'architetto al panettiere passando attraverso gli animatori dei villaggi turistici.

Quindi, vorrei consigliarle di osservare con attenzione e seguire, nei limiti del possibile, la passionalità che guida tanti nostri colleghi. In qualsiasi caso, quando anche lei diventerà Esperto Qualificato, dovrà confrontarsi con molti di noi: chi è più esperto o “navigato” in un certo argomento piuttosto che in un altro, dalla radio-protezione in odontoiatria alla radioprotezione con gli acceleratori lineari.

Ecco, caro Marco, faccia attenzione a questo! Anche nel nostro mestiere la passione non si misura con la tariffa oraria ma in competenza, disponibilità ad aiutare i nuovi entrati, umiltà, capacità comunicativa. Se lei è alla ricerca di un lavoro che la arricchisca, allora risparmi soldi per l'iscrizione al prossimo esame: di colleghi che mortificano la nostra professione applicando tariffe da raccoglitori di patate ce ne sono già a sufficienza al punto da chiedersi se il lavoro lo fanno davvero, togliendo così le opportunità di crescita a chiunque.

Se invece la curiosità verso il “mestiere” dell'Esperto Qualificato è più forte della tentazione di aspirare in breve tempo ad acquistare una fuoristrada, allora la aspettiamo con gioia nella nostra comunità.

Cominci a rubare con gli occhi i trucchi del mestiere di molti nostri colleghi che in tante pubblicazioni hanno reso disponibili metodi, difficoltà e soluzioni, del *mare magnum* del nostro lavoro: non si svenda abbassando vergognosamente e prezzi delle prestazioni che andrà a fare e tenga sempre conto che dietro i suoi scritti, rivolti a chi glieli chiede, non ci sono solo i suoi studi e i suoi sacrifici ma anche la responsabilità penale che spesso chiederà i suoi sforzi professionali ed economici per difendere una vasta zona grigia tra gli estremi bianco e nero: una zona soggetta ad interpretazione e con la quale si rischia di doversi confrontare.

Si faccia guidare dalla passione e non dall'avidità.

La aspettiamo tra noi.



PROTEX ITALIA

www.protexgroup.com



CI METTIAMO
LA **FACCIA**,
MA ANCHE
LE **BRACCIA**.

PERCHÈ L'**ESPERIENZA**
E L'**ECCELLENZA** SI
COSTRUISCONO
SOLO SUL CAMPO.



PROTEX ITALIA S.R.L.

Via Cartesio, 30 - 47122 Forlì (FC) - Tel. +39 0543 724747 - protex@protexgroup.com

Eventi

Il ruolo dell'Esperto Responsabile per sicurezza e qualità in Risonanza Magnetica alla luce della nuova normativa in vigore



Accademia di Radioprotezione ANPEQ

ASSOCIAZIONE NAZIONALE PROFESSIONALE ESPERTI QUALIFICATI IN RADIOPROTEZIONE

National Professional Association of Italian Qualified Experts in Radiation Protection

L'Accademia di Radioprotezione ANPEQ, in collaborazione con le Commissioni permanenti ANPEQ "Radiazioni non ionizzanti" e "Aspetti tecnici di radioprotezione-Sanità", e sotto la Direzione della Prof. Biazzì ha organizzato il Corso "Il ruolo dell'Esperto Responsabile per sicurezza e qualità in Risonanza Magnetica alla luce della nuova normativa in vigore" che si terrà a Roma nei giorni 25-26 settembre 2019 e 10-11-12 ottobre 2019 in Via delle Calasanziane, 25.

Il corso (massimo 50 posti) è rivolto a tutti i soci ANPEQ in regola con la quota 2019 con priorità ai soci in possesso di laurea in fisica o ingegneria ai sensi del D.M. 10.8.18.

Il recepimento della nuova Direttiva, salvo piacevoli sorprese, sembra ad oggi escludere gli EQ che non sono anche Fisici Medici (ai sensi del D. Lgs. 187/00), da poter operare in campo sanitario ai fini dei controlli di qualità sulle apparecchiature.

Questo corso è quindi rivolto in particolare, oltre che ai fisici, ai giovani ingegneri che possono trovare uno sbocco professionale in sanità come Esperto Responsabile in RM.

Il Corso di 40 ore effettive vuole quindi rappresentare un'iniziativa concreta che permetta ai professionisti del settore di potersi formare e/o aggiornare secondo le linee di indirizzo dettate dalla normativa vigente e circostanziata specificante nella linea guida INAIL 2015 e nel nuovo decreto, in particolare per quanto riguarda la figura dell'ESPERTO RESPONSABILE cui sono oggi attribuite dalla normativa compiti e responsabilità importanti.

Per poter adempiere ai crediti formativi annuali per Fisici e Ingegneri sono stati richiesti i crediti ECM per la figura professionale di "FISICO" e i crediti CFP per ingegneri.

Daniele Nucci - Direttore Accademia ANPEQ

Radon in ambiente sotterraneo e radioattività nelle acque potabili

23-25 settembre 2019

Il Picciolo Etna Golf Resort - Castiglione di Sicilia – Catania



*Giornate Siciliane
di Radioprotezione*

Programma scientifico

Segreteria Scientifica

Santi Spartà (AIRP)

Comitato di programma

L. Garlati (Politecnico di Milano)

M. Magnoni (ARPA Piemonte)

R. Moccaldi (CNR)

S. Procopio (ARPA Calabria)

R. Trevisi (INAIL – DiMEILA)

Segreteria Scientifica

Santi Spartà (AIRP)

Comitato di programma

L. Garlati (Politecnico di Milano)

M. Magnoni (ARPA Piemonte)

R. Moccaldi (CNR)

S. Procopio (ARPA Calabria)

R. Trevisi (INAIL – DiMEILA)

Comitato organizzativo

S. Bellia (Istituto Ramazzini)

J. Immè (Università di Catania)

Segreteria Organizzativa

Anna Prandstatter

info@airp-asso.it

Segreteria Organizzativa

Anna Prandstatter

info@airp-asso.it

Tel. 0125-645328

Comitato organizzativo

S. Bellia (Istituto Ramazzini)

J. Immè (Università di Catania)

23 settembre, lunedì pomeriggio

14:00 Presentazione del workshop

14:15 Attività nel campo della radioattività ambientale in Sicilia
(A.Sansone Santamaria)

14:45 Introduzione alle radiazioni naturali (M. Magnoni)

15:30 Aspetti sanitari e rischi per la salute (R. Moccaldi)

16:40 Radon : La normativa per la protezione dei lavoratori e della popolazione (R. Trevisi)

17:15 Il controllo della radioattività nelle acque destinate al consumo umano: stato di attuazione in Italia e prospettive (S. Bucci)

18:00 Programma sociale (facoltativo e a pagamento)

24 settembre, martedì mattina

Radioattività nelle acque potabili

9:00 Procedure di misura e validazione delle tecniche (M. Forte)

9:45 Esperienze acquisite negli autocontrolli aziendali (G. Zambelli)

10:30 I controlli interni: l'esperienza di Smat Torino (B. Coloru)

11:45 Il ruolo degli Enti di controllo. L'esperienza di ARPA Calabria (S. Procopio)

12:30 Discussione

24 settembre, martedì pomeriggio

Esercitazioni e stand informativi

14:30 Cambiamenti climatici, sviluppo sostenibile e risorse idriche: l'impegno della SIDRA (P. Raffa, M. Strazzeri)

25 settembre, mercoledì mattina

Radon in ambiente sotterraneo

9:00 Esempio di valutazione della esposizione dei lavoratori al radon (S. Spartà)
9:45 Misure di radon in aria: indicazioni e linee guida (L. Garlati)
10:30 Qualità delle misure (E. Chiaberto)
11:45 Etna: un laboratorio naturale per le misure di radon (M. Neri)
12:30 La radioattività nelle acque potabili della Sicilia: applicazione del D. Lgs. 28/2016 (A. Conti)
13:15 **Tavola rotonda:** Strategie e risorse per il risanamento di ambienti ad elevata concentrazione di radon: salvaguardia della salute e oneri per le aziende MODERATORE : R. TREVISI
PARTECIPANO : C. Giovani, M. Magnoni, E. Rosi, D. Triaca, A. Conti, M. Ferrante.

Relatori

Silvia Bucci, Dirigente ARPA Toscana - Unità Operativa Radioattività e Amianto

Maurizio Forte, Dirigente ARPA Lombardia Centro Regionale di Radioprotezione

Concettina Giovani, Fisico dirigente Responsabile Centro Regionale per la Radioprotezione, ARPA Friuli Venezia Giulia

Roberto Moccaldi, Coordinatore Medicina del Lavoro e Radioprotezione Medica CNR – SPP. Presidente AIRM

Salvatore Procopio, ARPA Calabria

Antonio Sansone Santamaria, Dirigente Fisico ARPA Sicilia

Rosabianca Trevisi, INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale

Beatrice Coloru, Centro Ricerche SMAT Torino

Antonio Conti, Responsabile U.O.S. Agenti Fisici Arpa Sicilia

Enrico Chiaberto, Dipartimento Rischi fisici e tecnologici ARPA Piemonte

Luisella Garlati, Responsabile Settore radon del laboratorio di radioprotezione Politecnico di Milano

Mauro Magnoni, Dipartimento Rischi fisici e tecnologici ARPA Piemonte. Presidente AIRP

Marco Neri, Primo Ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Etneo

Pietro Raffa, Melania Strazzeri, SIDRA Catania

Santi Spartà, Fisico Esperto Qualificato, Radiation And Robotic

Giacomo Zambelli, Responsabile Tecnico Divisione Nucleare e Laboratorio di Fisica e Radiochimica – Protex Italia spa

Enrico Rosi, Diego Triaca, Responsabili Servizio Sicurezza CREVAL

Margherita Ferrante, Direttore Laboratorio di Igiene Ambientale e degli Alimenti, Università degli Studi di Catania.

43° Corso per Esperti Qualificati in Radioprotezione

Protex Italia Srl e Lavoro e Ambiente Srl sono liete di comunicare di fare parte degli sponsor del 43° corso della **“Scuola preparatoria per l’abilitazione degli Esperti Qualificati nella Sorveglianza Fisica di Radioprotezione”** che si terrà secondo il seguente calendario:

- dal 7 al 9 ottobre 2019 per il 1° e 2° grado

- dal 10 al 11 ottobre 2019 per il 3° grado

presso **Area della ricerca C.N.R. - Via P. Gobetti n. 101 - BOLOGNA.**

Gli Esperti Qualificati sono iscritti in un apposito elenco nazionale, distinto per gradi, al quale si accede previo superamento di una prova di esame presso il Ministero del Lavoro a Roma.

La Scuola preparatoria è diretta dal Prof. Ing. Giorgio Cucchi, Segretario Generale Onorario dell'ANPEQ (Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati in Radioprotezione), e i docenti del corso sono esperti tra i più validi del settore.

ANPEQ SUL WEB

www.anpeq.it

