

Fisica in Medicina

n. 3/2010
Luglio - Settembre

Periodico trimestrale di formazione,
informazione e aggiornamento della
Associazione Italiana di Fisica Medica



www.aifm.it

Associazione Italiana di Fisica Medica

Presidente:

G. Pedrolì (Milano)

Consiglieri:

P. Bregant (Trieste)

A. Del Guerra (Pisa)

S. Maggi (Ancona)

R. Moretti (Bergamo)

L. Moro (Pavia)

S. Piraneo (Agrigento)

R. Ropolo (Torino)

C. Traino (Pisa)

Segretario-Tesoriere:

L. Bianchi (Busto Arsizio)

Periodico

Fisica in Medicina

Direttore Onorario:

P. Tosi (Milano)

Direttore responsabile:

F. Levrero (Genova)

Segretario di Redazione:

N. Canevarollo (Genova)

Componenti del Comitato di Redazione:

G. Borasi (Reggio Emilia)

M.G. Brambilla (Milano)

M.C. Cantone (Milano)

C. Canzi (Milano)

R. Di Liberto (Pavia)

F. Di Martino (Pisa)

P. Isoardi (Torino)

P. Moresco (Pietra L.-SV)

L. Moro (Pavia)

L. Raffaele (Catania)

M. Reggio (Verona)

S. Squarcia (Genova)

F. Turrini (Varese)

Sommario

D.Lgs 187/2000 dieci anni di applicazione tra pregi e difetti *di G. Candini*147

Amiloidosi cardiaca: spazio per una radioterapia "Amyloid Debulking"?

di F. Bistolfi164

La Fisica nei "Gabinetti di Fisica" dell'Ottocento:

il caso dell'Università di Genova A cura di *P. Robotti*167

IV European Conference of Medical Physics on Advances in High Field

Magnetic Resonance Imaging a cura di *S. Agostinelli*186

Il tubo di Crookes e le lampade dell'antico Egitto *di M. Reggio*189

L'angolo del gioco a cura di *N. Romeo*193

Codifica delle attività afferenti alle strutture di fisica sanitaria

di E. Zucchi, N. Canevarollo, F. Foppiano, F. Levrero, A. Rivolta194

Test esame d'ammissione A.A. 2009/2010 Milano219

Point/Counterpoint: rubrica di Medical Physics a cura di *F. Levrero*229

Stampato nel mese di Ottobre 2010

Trimestrale dell'Associazione Italiana di Fisica Medica - autoriz. n. 24 del 18/11/94 Trib. di Genova Omicron Editrice - 16143 Genova, Via Imperiale 43/1 - tel. 010.510251/501341 - fax 010.514330 - e-mail: omicred@tin.it - www.omicred.com - Abbonamento annuo per i non iscritti euro 40,00 (I.V.A. assolta dall'editore - art. 74 lett. c) D.P.R. 26/10/72 n. 633 e D.M. 28/12/72 - compresa nel prezzo dell'abbonamento). Tariffa **R.O.C.** - Poste Italiane S.p.A. Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 comma 1, DCB Genova

In copertina: Renzo Piano: Sfera

NOTIZIARIO DI MEDICINA NUCLEARE ED IMAGING MOLECOLARE

Anno VI, n. 3-4 - 2010



PERIODICO ELETTRONICO BIMESTRALE D'INFORMAZIONE IN MEDICINA NUCLEARE

A CURA DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA DI MEDICINA NUCLEARE ED IMAGING MOLECOLARE

Iscritto al n. 813/05 del registro stampa del Tribunale di Milano, con ordinanza del 24.10.2005 dello stesso Tribunale

Direttore Responsabile: Luigi Mansi, luigi.mansi@unina2.it

Segretario Editoriale: Vincenzo Cuccurullo, vincenzo.cuccurullo@unina2.it

A Sorrento, a Sorrento!

Luigi Mansi

La carenza di ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$: il punto di vista del radiochimico

Marco Chinol

La carenza di ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$: il punto di vista del medico nucleare

Nicola Mazzuca e Claudio Rosetti

Il "Lifetime attributable risk" (LAR): nota pratica

Guido Galli

A proposito di glicemia, insulina e FDG

Marcello Rodari

Riflessioni e proposte sulla "Medicina Nucleare interventistica"

Franco Dalla Pozza

Young Investigator Meeting (YIM) 2010: una grande emozione

Laura Evangelista

III Incontro Nazionale degli Specializzandi di Medicina Nucleare

Gli specializzandi di Messina

III Incontro Nazionale degli Specializzandi di Medicina Nucleare

Valentina De Cristofaro - Chiara Peterle

Nuclei Familiari: i bisnonni dei kit tecneziati

In memoriam

News

Vincenzo Cuccurullo



D.Lgs.187/2000

dieci anni di applicazione tra pregi e difetti

Giancarlo Candini

Introduzione

Quando, alle soglie del Ferragosto, il collega Levrero mi chiese di provare a scrivere un articolo sui primi “dieci anni di applicazione del D.Lgs. 187”, mentre pensavo se era il caso o meno di assumere questo ulteriore impegno in aggiunta ai già tanti impegni di lavoro, mi sono tornate alla mente le vicende travagliate che hanno caratterizzato il periodo che ha preceduto la pubblicazione del testo definitivo della Legge, l’impegno che alcuni di noi hanno profuso per cercare di ottenere un testo che fosse rispettoso delle nostre competenze e del nostro ruolo e le pesanti delusioni nel constatare la chiusura nei confronti della nostra figura professionale nonostante la pluriennale attività svolta a favore della qualità delle prestazioni radiologiche e della sicurezza dei pazienti.

Probabilmente, il collega si rivolgeva a me per questo incarico ben sapendo che a quel tempo ho cercato in ogni modo di cogliere l’occasione offerta dalla Direttiva 97/43 per ottenere una legge che colmasse il vuoto normativo che ha da sempre caratterizzato la figura professionale del Fisico che opera nella Sanità. Negli anni che hanno seguito la pubblicazione del Decreto, ho in più occasioni ribadito pubblicamente quelli che ritengo fossero i difetti di fondo della normativa, anche in contrapposizione con buona parte dei colleghi che, tuttora, la considerano sufficientemente tutelante per la nostra professione.

Per questi motivi, ho ritenuto doveroso aderire alla richiesta del Direttore del nostro Periodico e cercherò di fare del mio meglio per chiarire il mio pensiero e cercare, nel contempo, di offrire una documentazione degli eventi che hanno preceduto e seguito la pubblicazione della normativa nei suoi primi dieci anni di applicazione.

.....

Come si usa dire, “correva l’anno 1999” e una sera di fine Novembre il collega Leopoldo Conte, allora Presidente dell’AIFM, improvvisò una riunione nel salone di un hotel di Chicago tra i Fisici che erano presenti all’RSNA. Era l’ora dell’aperitivo, dopo una giornata trascorsa tra gli stand del McCormick Place per prendere visione delle ultime novità del mercato radiologico, ma dopo che Conte ci comunicò che era stato individuato dall’allora Ministro della Sanità Rosi Bindi un gruppo di lavoro per la stesura della Legge di recepimento della Direttiva sulla radioprotezione del paziente, fummo subito consapevoli dell’importanza della cosa e discutemmo volentieri a lungo su quanto era opportuno fare per offrire il nostro contributo, seppur non richiesto.

Era, infatti, già da subito evidente la volontà di non sentire preventivamente le Associazioni e, come si dimostrò alla fine del percorso, di non ascoltarne le proposte; tuttavia, eravamo convinti che qualcosa bisognava fare e ci mettemmo subito al lavoro per commentare un testo che ci era pervenuto, non ricordo più attraverso quali canali.

Il testo ci apparve da subito contenere elementi che, a nostro parere, potevano arrecare seri pregiudizi per una corretta applicazione di un efficace sistema di radioprotezione del paziente e pertanto, come prima iniziativa, si pensò di scrivere una lettera, a firma del Presidente AIFM, ad alcuni parlamentari che ricoprivano incarichi nel settore della Sanità.

In sintesi, il testo evidenziava i seguenti punti :

1) *l’esperto in fisica medica citato nella Direttiva deve essere, come è attualmente, un laureato in fisica che , dopo la laurea ha conseguito la specializzazione in fisica sanitaria presso una delle Scuole di Specializzazione istituite nelle nostre Università oppure che abbia svolto, per almeno 5 anni, attività nella disciplina di fisica sanitaria; questa figura*

professionale è quella che attualmente viene denominata "fisico specialista";

2) l'attività del fisico specialista riguarda tutti gli aspetti connessi alla radioprotezione del paziente e a tutto ciò che si riferisce alla dosimetria del paziente, allo sviluppo di tecniche complesse, all'ottimizzazione, alla assicurazione della qualità e ai controlli di qualità;

3) il ruolo professionale del fisico specialista non deve assolutamente essere confuso con quello del medico specialista o del professionista che in Italia va sotto il nome di "esperto qualificato" (le cui attribuzioni di Legge ricadono sotto la competenza del Ministero del Lavoro e non della Sanità), tanto meno con quello del tecnico di radiologia o di qualunque altra figura professionale; tutti sanno che la confusione dei ruoli è spesso causa di disfunzioni, inefficienze e anche rischi per i pazienti;

4) il fisico specialista deve essere coinvolto in tutte le attività con impiego di radiazioni ionizzanti che si svolgono all'interno delle unità operative o dipartimenti medici e in particolare in radioterapia, medicina nucleare e radiologia;

5) in radioterapia il coinvolgimento del fisico specialista va inteso in senso stretto; ciò significa che il fisico deve essere quotidianamente presente, per lo svolgimento dei propri compiti, negli ambienti in cui si effettuano i trattamenti radioterapici e collaborare con il radioterapista nella preparazione dei piani di cura e nella loro esecuzione;

6) in medicina nucleare deve essere disponibile il fisico specialista per i problemi riguardanti le apparecchiature e le procedure in misura dipendente dall'impegno richiesto;

7) in radiodiagnostica il coinvolgimento del fisico deve essere dimensionato alla complessità delle pratiche e della tecnologia utilizzata nonché alla possibilità di dosi elevate al paziente;

8) le modalità tecniche di esecuzione e l'esecuzione dei controlli di qualità sono compito precipuo dell'esperto in fisica medica e quindi del fisico specialista; l'esecuzione di alcuni controlli che hanno carattere ripetitivo può essere affidata dal fisico specialista al tecnico di radiologia che abbia seguito corsi di formazione e un periodo di tirocinio di uno o due anni presso una struttura accreditata sotto la responsabilità di un fisico specialista.

La lettera, che concludeva dichiarando la disponibilità dell'Associazione a fornire ogni supporto e collaborazione al fine di "garantire che, con il recepimento della Direttiva Euratom 97/43, non solo vengano mantenuti gli standard attuali in materia di radioprotezione del paziente e qualità delle prestazioni diagnostiche e terapeutiche ma si pongano le basi per ulteriori miglioramenti" aveva, volutamente, un carattere molto "soft" e non conteneva elementi di polemica sul testo che ci era pervenuto e ciò al fine di proporci come interlocutori per il ruolo specifico che il Fisico svolgeva nelle attività oggetto della Direttiva.

Nello stesso periodo, una lettera analoga, ma arricchita con alcune analisi dettagliate, era stata inviata anche al Sottosegretario alla Sanità facendo riferimento al testo trasmesso alla Conferenza Stato Regioni.

Nella lettera erano evidenziati i seguenti punti :

Dalla lettura del testo, recentemente presentato alla Conferenza Stato-Regioni, appare evidente la presenza di un esasperato accentramento di responsabilità decisionale e discrezionalità operativa del medico specialista, introducendo forzatamente nelle definizioni, rispetto a quanto contenuto nella direttiva, le figure dell'Esercente e del Responsabile di impianto radiologico in sostituzione dell'unica definizione di Titolare.

La figura del Titolare, in quanto persona fisica o giuridica con responsabilità legale e capacità economica, coincide con quella del Datore di Lavoro o del Titolare dell'Ente che eroga le prestazioni e che pertanto risponde, nei confronti dei cittadini utenti, delle modalità e dei mezzi utilizzati nonché della professionalità degli operatori impiegati per la erogazione delle stesse.

Un'altra evidente alterazione dei contenuti della Direttiva è costituita dalla riscrittura dell'art.6 p.3 nella quale la frase "Negli interventi di radioterapia è rigorosamente associato un esperto in Fisica Medica" è stata cambiata in "Nelle procedure inerenti la radioterapia lo specialista deve avvalersi di un esperto in Fisica Medica".

Lo stesso dicasi per la frase successiva "Nelle pratiche terapeutiche normalizzate di medicina nucleare e nelle attività diagnostiche di medicina nucleare deve essere disponibile un esperto in Fisica Medica" che è stata

modificata in “ Per le attività di medicina nucleare in vivo deve essere possibile consultare un esperto in Fisica Medica” modificando quello che era un obbligo di disponibilità e quindi di presenza effettiva con una vaga possibilità di consultazione ed eliminando di fatto il contributo richiesto nelle attività di diagnostica in vivo.

È da evidenziarsi il fatto che anche la Regione Lombardia aveva avanzato alcune richieste di modifica che furono respinte e aveva espresso la necessità di un approfondito confronto tecnico, in assenza del quale avrebbe espresso un parere negativo.

A questo punto, come Associazione, si è decise di rivolgerci direttamente al Ministro (Rosi Bindi) con una lettera inviata il 1° Marzo del 2000.

Tutti i nostri tentativi si dimostrarono vani e, in via informale, venimmo a sapere che il motivo del mancato accoglimento delle nostre richieste fu dovuto ad una presa di posizione delle Associazioni Mediche dell'Area Radiologica le quali, senza mezzi termini, chiesero di non accettare gli emendamenti proposti dalla nostra Associazione. Per tale motivo, l'AIFM scrisse ai Presidenti della SIRM, AIMN e AIRO una lettera per invitarli ad “*un confronto allo scopo di trovare soluzioni che consentano a tutti di poter operare nelle condizioni migliori per la realizzazione degli obiettivi della direttiva*”.

A questa lettera, come del resto anche alle altre, non mi risulta che sia stata data risposta.

Lo stesso dicasi per quanto riguarda la lettera del Sindacato SNABI inviata, su mia richiesta, in data 14 Marzo 2000 al Ministro della Sanità e al Presidente della Conferenza Stato Regioni..

La pubblicazione del Decreto era ormai prossima e la totale noncuranza dei nostri interlocutori era il segnale evidente che le nostre richieste non avrebbero trovato riscontro. Vi è da dire che, anche in questa occasione, la comunità dei Fisici Sanitari non seppe dimostrare quella compattezza che le altre categorie interessate avevano opposto di fronte alle nostre richieste. In sostanza, al di là degli interventi che ho citato, non vi furono attività significative di supporto e, anzi, la sensazione che si provava era quella di una scarsa condivisione delle nostre posizioni anche all'interno della nostra stessa

Associazione.

Nonostante ciò, tentammo anche di giocare la carta della Comunità Europea, inviando una nota per segnalare le discrepanze tra la normativa, ormai approvata, dal nostro Paese e le indicazioni contenute nella Direttiva. Il componente della Commissione Europea a cui era stata inviata la nota ci rispose che, secondo lui, non sarebbe stato facile ottenere un provvedimento nei confronti del nostro Paese e, pertanto, desistemmo da questa iniziativa.

A questo punto, il Decreto Legislativo 187 era ormai pubblicato ma, dato che era difficile rassegnarsi al fatto che una categoria come la nostra, di Dirigenti del Servizio Sanitario Nazionale, non fosse riuscita ad ottenere la giusta considerazione su un tema che ritenevamo essere di nostra pertinenza, feci un ultimo tentativo inviando dei quesiti specifici al consulente legale del nostro Sindacato per verificare la fattibilità di un ricorso per possibili incompatibilità tra il D.Lgs 187 e il D.Lgs. 502 .

Purtroppo, la risposta del consulente legale, trasmessa l'11 Ottobre 2000, esaurì definitivamente la speranza di potere ottenere il benché minimo risultato.

E qui termina la cronistoria dei fatti che hanno caratterizzato il percorso di emanazione della Legge; al lettore può sembrare una descrizione esageratamente dettagliata ma, considerato che un buon numero di colleghi giovani si è inserito nella professione solamente negli ultimi anni, ho ritenuto utile che potessero rendersi conto dello sforzo compiuto per tentare di assicurare la giusta considerazione nei confronti di una figura, come quella del Fisico medico, che riveste, nei fatti, un ruolo determinante per la radioprotezione del paziente.

Nel contempo, mi è anche sembrato utile che i colleghi prendano atto degli atteggiamenti e delle posizioni tenute dalle altre categorie nei confronti della nostra professione perché, se è fuor di dubbio che nella maggior parte dei casi l'attività quotidiana è caratterizzata da buoni rapporti di collaborazione, è anche vero che nel momento in cui si è cercato di ottenere un riconoscimento formale del nostro ruolo e della nostra responsabilità sono riemersi i preconcetti e le difese di un principio di “centralità” che spesso sottintende quello di “gerarchia” nei rapporti multi

professionali.

Ma, a questo punto, può sorgere il dubbio di essere andato "fuori tema" rispetto al titolo che mi è stato assegnato poiché avrei dovuto parlare più a lungo di questi primi dieci anni di applicazione del Decreto e non tanto del periodo che ha preceduto la sua emanazione. In realtà, mi è apparso difficile pensare che fosse comprensibile ciò che si è verificato durante il periodo di applicazione della Legge se non fosse stato chiaro il percorso che l'aveva preceduta.

Infatti, tutta una serie di problemi che si sono succeduti nel tempo hanno dimostrato la validità delle nostre valutazioni, determinando la necessità di numerosi interventi per fronteggiare pretese di competenze aggiunti-

ve, e a volte esclusive, da parte di altre figure professionali.

Consultando il mio archivio trovo tutta una serie di documenti relativi alle azioni che abbiamo dovuto intraprendere e mi rendo conto che non è facile fare una sintesi di tutto ciò. Pertanto, credo sia più opportuno che il lettore che abbia compreso, attraverso la cronistoria, i punti critici della normativa potrà, se ne prova interesse, trovare nei documenti che seguono la conferma delle conseguenze che i limiti della normativa hanno comportato.



SINDACATO DIRIGENTI SANITARI SSN e ARPA

Egr. Dott. Giuseppe Ruocco
Direttore dell'Ufficio VII
Dip. Tutela salute umana, salute pubblica
e rapporti internazionali
Dir. Gen.le della Prevenzione
Ministero della Salute
Piazzale Marconi,25 – 00144 ROMA

Ferrara 9 Maggio 2002

Egregio Dottore,

avendo avuto occasione di leggere la Sua nota, indirizzata all'Associazione Nazionale Dentisti Italiani, e apprezzando la chiarezza con cui ha indicato la corretta interpretazione delle norme relative alla radioprotezione del paziente, ho ritenuto che il Suo Ufficio fosse il più indicato per risolvere la situazione di forte disagio generata nell'applicazione del D.L.vo n.187 a causa della lettura di parte, e spesso speculativa, che determina serie difficoltà nell'esercizio dell'attività professionale dei Fisici, Dirigenti Sanitari, che rappresentano in qualità di Segretario Nazionale Aggiunto del Sindacato SNABI-SDS.

Mi riferisco ai ruoli e alle relative responsabilità delle diverse figure professionali coinvolte nel processo di Assicurazione della Qualità e, nello specifico, dei Controlli di Qualità.

Come Lei certamente saprà, i Fisici Dirigenti del Servizio Sanitario Nazionale sono circa 500 ed operano nei Servizi di Fisica Sanitaria collocati negli ospedali sede di reparti di Medicina Nucleare e di Radioterapia, dove il problema radioprotezionistico è maggiormente presente.

Per la loro qualifica e formazione professionale specifica, pur operando in un ambito di competenze più vasto, sono definiti dal D.L.vo 187 Esperti in Fisica Medica e quindi tenuti ad esercitare le relative funzioni dirette alla radioprotezione del paziente. Tuttavia, l'esercizio della loro attività in questo delicato settore è spesso sottoposta a condizionamenti per la pressione esercitata, da un lato, dai Radiologi che interpretano le norme di Legge così da proclamarsi unici responsabili dell'intero processo di Assicurazione della Qualità, compreso il Controllo di Qualità degli impianti, e dall'altro dai Tecnici Sanitari di Radiologia Medica che reclamano, attraverso i propri Collegi, la competenza esclusiva nella esecuzione delle procedure di Controllo di Qualità.

Nella pratica, ciò si traduce in una notevole confusione di ruoli e in una seria difficoltà operativa, se si considera che i Fisici dei Servizi di Fisica Sanitaria si sono, da almeno 20 anni a questa parte, avvalsi della collaborazione del proprio personale, in prevalenza Periti Fisici, per la effettuazione dei controlli sugli impianti radiologici; questa prassi era stata giustamente legittimata dal p.2, art.3 del Decreto 14/2/97 del Ministero della Sanità che, a detta degli interessati, sarebbe stato soppresso ma che, nella Sua nota, non sembrerebbe tale.

In sintesi, gli aspetti normativi sui quali la nostra Organizzazione necessiterebbe di un autorevole chiarimento interpretativo da parte del Suo Ufficio possono essere così riassunti :

1) I Decreti del Ministero della Sanità emanati in applicazione del D.L.vo 230 sono da ritenersi interamente soppressi ?

2) Gli “aspetti pratici” delegabili al Tecnico Sanitario di Radiologia Medica da parte dello Specialista, di cui al p.3 art.5 D.L.vo 187, comprendono il Controllo di Qualità sugli impianti oppure, come sembrerebbe chiaro dalla lettura della definizione a) dell’art.2, sono limitati alle procedure necessarie alla esecuzione delle indagini radiologiche e dei trattamenti radioterapici sul paziente ?

3) Il p.5 dell’art.7 del D.L.vo 187, in cui si afferma che “Le attività dell’Esperto in Fisica Medica sono quelle dirette prevalentemente alla valutazione preventiva, ottimizzazione e verifica delle dosi impartite nelle esposizioni mediche, nonché ai controlli di qualità degli impianti radiologici.” comporta la responsabilità professionale dell’Esperto in Fisica Medica di tali attività oppure ogni responsabilità è a carico dello Specialista responsabile dell’impianto ?

4) L’affermazione contenuta nel p.6 dell’art.7 dello stesso Decreto, ovvero “Il controllo di qualità di cui all’art.8, c.2, l.a) può essere svolto dal Tecnico Sanitario di Radiologia Medica.” implica :

- a) una competenza esclusiva del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica nelle procedure di controllo di qualità.
- b) Il divieto di avvalersi, sotto la responsabilità dell’Esperto in Fisica Medica, di personale adeguatamente preparato ed addestrato (quali ad es. i Periti Fisici) come era contemplato dall’art.3 del D.M. 14/2/97, che non abbia la qualifica di Tecnico Sanitario di Radiologia Medica.
- c) La responsabilità e la piena autonomia professionale delle procedure di controllo di qualità da parte del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica e non semplicemente la responsabilità dei propri atti nell’espletamento delle manovre necessarie alla esecuzione dei controlli previsti dai protocolli.

o si tratta di interpretazioni arbitrarie delle categorie professionali in questione ?

5) Il p.2 dell’art.8 dello stesso Decreto attribuisce al responsabile dell’impianto la responsabilità del Controllo di Qualità e delle prove di accettazione o semplicemente quella di “provvedere affinché vengano effettuate” ?

Dall’analisi dei quesiti posti, comprenderà certamente la criticità ed il clima venutosi a creare nell’applicazione della normativa in questione che, per le continue sollecitazioni che mi pervengono dai Fisici che rappresento, mi hanno indotto ad inoltrare la presente richiesta.

In attesa del Suo autorevole riscontro, mi ritenga a disposizione per ogni eventuale necessità di approfondimento anche mediante uno specifico incontro nel caso lo ritenga necessario.

I più distinti saluti

Dr. Giancarlo Candini

.....



Ministero della Salute

Dip. Tutela salute umana, salute pubblica
Veterinaria e rapporti internazionali
Dir. Gen.le della Prevenzione - Uff. VII

N° 104/3.1.184/2002/898
Risposta al Foglio del
N°

Roma 20 MAG. 2002

Dott. Giancarlo Candini
Sindacato Dirigenti Sanitari SSN e ARPA

Servizio di Fisica Sanitaria
Az. Ospedaliera S. Anna
C.so Giovecca, 203
44100 FERRARA

OGGETTO: D. L.vo 187/2000. Quesiti

In relazione alle sue richieste su punti specifici della citata norma, e perquanto di comperenza di questo Ufficio, si segnala quanto segue (per comodità di riferimento, verrà seguita la numerazione da Lei adottata):

- 1) non tutti i decreti applicativi del D. L.vo 230195 sono attualmente in vigore. In particolare - per quanto attiene alla tematica dei controlli di qualità - sono sospesi, per effetto del successivo Decreto ministeriale Sanità. 30 agosto 2000 i decreti 14/2/1997 e 29/12/1997, concernenti "Determinazione del tipo, modalità e periodicità del controllo di qualità da parte del fisico specialista o dell'esperto qualificato delle apparecchiature radiologiche e di medicina nucleare", e "Determinazione dei criteri minimi di accettabilità delle apparecchiature radiologiche ad uso medico ed odontoiatrico nonché di quelle di medicina nucleare, emanati in attuazione degli articolo 13, comma 2, e 112 comma 3 del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230";
- 2) gli aspetti pratici delegabili sono quelli di cui all'articolo 2, comma 1, Lettera a) del D. l.vo 187/2000. Relativamente al controllo di qualità si veda il successivo punto 4);
- 3) si veda in proposito il successivo punto 5);
- 4) a - la possibilità di esecuzione del controllo di qualità (così come definito all'articolo 4. comma 1, lettera d) da parte del tecnico sanitario di radiologia medica, stabilita dal comma 6 dell'articolo 7, non implica - a parere dello scrivente - una esclusività di tale esecuzione da parte dello stesso ("può essere svolto")
b - vale quanto detto al precedente punto 1);
c - vale quanto detto al precedente punto 4)a);
- 6) appare non corretto, ai fini dell'interpretazione della normativa, estrapolare l'alinea del comma 2 dell'articolo 8 dal contesto dell'intero decreto (si veda in proposito la definizione di "responsabile di impianto radiologico" di cui all'articolo 2, comma 2 lettera b). Ciò è vero, quindi, a maggior ragione in riferimento ai commi 2 lettera b) e 3 dello stesso articolo 8 che, in relazione alle prove di accettazione ed a quelle di funzionamento, nonché al protocollo di esecuzione, delle prove, mettono in capo al responsabile dell'impianto, l'espressione di giudizi di idoneità. Quanto sopra non esclude, peraltro, a parere dello scrivente, l'esistenza di responsabilità professionali di altre figure, la cui analisi sul piano giuridico, comunque, esula dalle competenze di questo Ufficio.

Il Direttore dell'Ufficio VII
(dott. Giuseppe Ruocco)

Roma, 30 luglio 2003

Racc. a.r.

Gent. ma Dott. ssa Vincenza Viti
Direttore Reparto Fisica Biomedica
ISTITUTO SUPERIORE SANITA'
Viale Regina Elena, 299
00161 ROMA

Gentile Dottoressa Viti,

scrivo in nome e per conto del Sindacato Nazionale della Dirigenza Sanitaria (SNABI-SDS).

È pervenuta notizia al Sindacato che rappresento che il Presidente della Federazione Nazionale dei Collegi Professionali dei tecnici sanitari di radiologia medica (d'ora in avanti TSRM), avrebbe inviato al Laboratorio di fisica dell'Istituto Superiore di Sanità (d'ora innanzi ISS), tramite l'avv. Piccioli di Firenze, una lettera al fine di *"tutelare gli interessi della categoria e vigilare sul corretto esercizio della professione"* e per evitare una *"deresponsabilizzazione"* dei TSRM.

Con la stessa, sarebbero state formulate alcune osservazioni in relazione al documento *"Garanzia della qualità in radioterapia"* (Linee guida in relazione agli aspetti clinici e tecnologici, rapporti Istisan 02/2002), ritenendolo criticabile sotto vari aspetti ed in contrasto con la normativa di settore.

Ed in particolare si sarebbe rilevato che:

1. nell'ambito del controllo di qualità (d'ora in avanti CQ) i TSRM e gli esperti in fisica medica sarebbero dotati di pari competenze, in relazione alle scelte preventivamente indicate dal responsabile dell'impianto radiologico che potrebbe avvalersi indifferentemente dell'uno o dell'altro;
2. sarebbe illegittima qualunque distinzione in tema e, certamente, quella diretta a devolvere alla competenza esclusiva dell'esperto in fisica medica i controlli di qualità afferenti alle prestazioni maggiormente complesse;
3. erroneamente appare ipotizzabile una gerarchia di funzioni fra TSRM ed esperto in fisica medica; il TSRM non è tenuto a svolgere attività di supporto ai fisici;
4. non appare corretta l'indicazione per cui l'esperto in fisica medica abbia competenze in merito alla verifica del corretto funzionamento delle apparecchiature dopo ogni intervento di manutenzione o riparazione, prima della riconsegna per l'uso clinico;
5. non è sostenibile che l'esperto in fisica medica possa essere indicato come responsabile del programma continuativo CQ delle apparecchiature.

La conclusione dei TSRM starebbe tutta nell'affermazione che, per i rilievi indicati e per la ratio normativa, non potrebbero essere introdotte differenze ragionevoli tra le competenze dei fisici e quelle dei TSRM in ordine ai controlli di qualità e che, ove si volesse accettare una differenziazione, sarebbe inaccettabile quella proposta nello stesso documento dell'ISS.

Tali interpretazioni non sono per nulla conformi al dettato normativo e sono, per di più, lesive della professionalità del Fisico dirigente delle strutture di Fisica Sanitaria.

Va infatti premesso che la normativa in materia è estremamente chiara, e questa è essenzialmente composta dal D.M. 26/9/1994 n. 746 e dal D.lgs. 26/5/2000 n. 187

Quanto alle questioni sollevate dai TSRM, sopra riportate ai numeri 1, 2, 4, se cioè questi ultimi siano dotati di pari competenze rispetto ai fisici medici in ordine al CQ, va detto immediatamente che l'interpretazione fornita nella lettera indirizzata all'ISS non appare per nulla condivisibile.

Ed infatti non è corretto il rimando agli artt. 7 e 8 del D.lgs. 187/00 per affermare che il responsabile dell'impianto radiologico per l'effettuazione dei CQ, può avvalersi - indifferentemente - del tecnico sanitario di radiologia medica o dell'esperto in fisica medica.

All'art. 8 comma 2 lett.a del D.lgs 187/00 si legge chiaramente, invece, che *"il responsabile dell'impianto radiologico, avvalendosi dell'esperto in fisica medica, provvede a che siano intrapresi adeguati programmi di garanzia della qualità, compreso il CQ"*.

La lettera di questo articolo va collegata a quanto contenuto nell'art 2 comma 2 lett i dello stesso decreto

nella parte in cui si legge, ai fini della individuazione della figura di esperto in fisica medica, che allo stesso è attribuita facoltà di agire, o consigliare, anche in tema di garanzia di qualità, compreso il controllo di qualità stesso.

E nella descrizione delle attività dell'esperto in fisica medica, di cui al successivo art 7 comma 5, vi si ritrova espressamente il CQ degli impianti radiologici.

Il successivo comma 6 statuisce, invece che *“il controllo di qualità può essere svolto dal tecnico sanitario di radiologia medica”*.

E l'art 1, comma 3 lett.c, del D.M. 26/9/1994 n. 746 letteralmente recita che *“ il TSRM è responsabile degli atti di sua competenza, in particolare controllando il corretto funzionamento delle apparecchiature al lui affidate e attuando programmi di verifica e controllo a garanzia della qualità secondo indicatori e standard predefiniti”* (mai si parla anche di interpretazione dei risultati, predisposizione delle procedure o dei livelli di riferimento per stabilirne la effettiva funzionalità).

Pertanto, sembra pacifico che in questo ambito le due figure non siano esattamente dotate di pari competenza in quanto, se è vero che il TSRM si vede riconosciuta la possibilità di eseguire materialmente il controllo di qualità, l'esperto in fisica medica si vede riconosciuta una competenza in generale su tali controlli.

I fisici saranno deputati alla programmazione dei CQ, e se del caso della loro stessa esecuzione; i TSRM avranno, invece, la mera facoltà di attuare gli stessi, secondo gli indicatori e standard predefiniti dai fisici.

Tutto quanto sopra affermato, porta ad una risposta consequenziale al n 3 delle questioni sopra indicate perchè appare legittimo ipotizzare la subordinazione del TSRM, che opera nei Servizi di fisica sanitaria, all'esperto in fisica medica che sia dirigente della struttura stessa (a maggior ragione il TSRM sarà subordinato all'esperto fisico nell'attuazione dei CQ, secondo le direttive che il primo gli impartirà).

Il che è coerente con quanto disposto dall'art. 15 comma 6 del D.lgs 30/12/1992 n.502, così come modificato dal D.lgs 19/6/1999 n.229, nella parte in cui attribuisce ai dirigenti con incarico di struttura la facoltà *“di emanare direttive a tutto il personale operante nella stessa”*.

Tutto ciò senza che ne derivi una deresponsabilizzazione o uno svuotamento di competenze dei TSRM che si vedono riservata l'esecuzione materiale dei CQ, i cui aspetti organizzativi e di successiva interpretazione saranno di competenza del fisico sanitario.

Per contraddire il n. 5 delle affermazioni dei TSRM, sembra opportuno richiamare la normativa (erroneamente) citata nella loro lettera.

L'art. 5, comma 3, del D.lgs 187/00 dice che *“gli aspetti pratici per l'esecuzione della procedura (di esposizione medica) o di parte di essa possono essere delegati dallo specialista al tecnico sanitario di radiologia medica o all'infermiere o all'infermiere pediatrico, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze professionali”*.

Ed al successivo art 8, comma 2, si legge che il responsabile dell'impianto, avvalendosi dell'esperto in fisica medica, provvede *“ad intraprendere programmi di garanzia della qualità, di valutazione della dose o dell'attività somministrata al paziente; a che siano effettuate prove delle attrezzature radiologiche a intervalli regolari e dopo ogni intervento di manutenzione, esprimendo il giudizio di idoneità all'uso clinico delle stesse”*.

Da nessuna possibile interpretazione delle stesse pare sia possibile evincere che responsabile del controllo di qualità debba necessariamente essere il medico specialista in radiodiagnostica, radioterapia o medicina nucleare.

Si legge che l'esercente ha il solo obbligo di individuare il responsabile dell'impianto radiologico il quale, a sua volta, e in assoluta autonomia (se non avvalendosi dell'esperto in fisica medica), provvederà a intraprendere gli adeguati controlli ed a esprimere il proprio giudizio di idoneità.

Si fa, quindi, confusione nel coordinamento delle norme, stante che l'art.2, comma 2, lett.b, parla di quelle specializzazioni mediche (radiodiagnostica, radioterapia o medicina nucleare) come le uniche autorizzate a ricoprire l'incarico di responsabile dell'impianto radiologico e mai del CQ.

Concludendo:

1. I fisici sanitari e i TSRM non hanno le stesse identiche competenze in materia di controlli qualità; i primi hanno in merito una competenza generale ben più ampia di quella dei secondi che si esplica in compiti meramente esecutivi.

2. I fisici medici, ove siano a capo di una struttura, avranno facoltà di impartire direttive a tutti i loro subordinati, compresi anche i TSRM.

3. Non è vero che responsabile del CQ debba essere necessariamente un medico specialista in radiodiagnostica, radioterapia o medicina nucleare stante che la normativa in materia non fornisce alcuna statuizione in proposito.

Si confida nel fatto che codesto Istituto Sanitario Nazionale voglia aderire all'interpretazione appena fornita e, soprattutto, voglia evitare qualsivoglia interpretazione di parte che possa arrecare gravi pregiudizi alla categoria dei Fisici che rappresento.

Resto a disposizione per ogni altro eventuale chiarimento in proposito.

Con la massima considerazione.

Avv. Giovanni C. Sciacca

.....

Roma, 30 luglio 2003

Racc. a.r.

Egr. Dott. Carlo Antonio Gobbato
Responsabile S.C.P.P.
Az. Ospedaliera "Ospedali Riuniti"
via Farneto, 3
34142 TRIESTE

Egregio Dottor Gobbato,
ho avuto incarico da parte del Sindacato Nazionale della Dirigenza Sanitaria (SNABI-SDS) di rappresentarLe quanto segue.

Con nota del 23 maggio 2003, indirizzata al Direttore della Struttura complessa di fisica sanitaria, Dottor Fabio De Guarini, avente ad oggetto "Concorso ed avviso pubblico per un posto di assistente tecnico", la S.V. ha ritenuto che i controlli di qualità (d'ora in avanti CQ) possono essere svolti esclusivamente dai fisici sanitari e dai tecnici sanitari di radiologia medica (d'ora in avanti TSRM).

La nota prosegue dicendo che *"altre figure professionali non sembrano legittimate ad effettuare i CQ"*, che *"non appaiono estrinsecarsi in compiti meramente esecutivi, ma sono invece espressione di esercizio di professione sanitaria che può essere svolta unicamente da figure sanitarie, nell'ambito delle quali, ovviamente, non rientra l'assistente tecnico (perito)"*.

Conclude, la S.V., facendo notare l'opportunità di revocare il concorso per assistente tecnico (il cui bando è contenuto nelle delibere 200 e 201 del 19 marzo 2003, a firma del Direttore Generale di Codesta Azienda) stante l'impossibilità di attribuire a questa figura professionale lo svolgimento dei CQ.

In alternativa, si legge, il concorso potrebbe proseguire il suo iter ma, in questo caso, *"al neo assunto non potranno essere assegnate funzioni che la vigente normativa demanda ad altre figure professionali"*.

È evidente che la S.V. ha fatto propria la diffida del 14 aprile u.s. che il Collegio Professionale Interprovinciale TSRM ha inviato alla Sua struttura, per il tramite dell'avv. Piccioli di Firenze.

Con essa, si diffida dal dare seguito alle delibere 200 e 201 del 2003 che contengono i bandi di concorso per il reclutamento di un assistente tecnico, nella considerazione che tale figura professionale non avrebbe alcuna competenza sui CQ (che spetterebbe, invece, ai TSRM).

Seconda tale diffida, inoltre, risulterebbe che *presso il servizio di fisica sanitaria dell'Azienda l'attività "propria dei TSRM" sia svolta da periti industriali, in violazione della vigente normativa*.

Più nel dettaglio, sembra opportuno distinguere due aspetti della questione ed esattamente:

1. Il primo riguarda la possibilità che i TSRM siano responsabili dell'esecuzione dei controlli di qualità (con le stesse identiche competenze dei Fisici Sanitari).
2. Il secondo investe la possibilità che gli assistenti tecnici possano o meno esercitare funzioni relative ai controlli di qualità.

Su questi due punti, il Sindacato Nazionale della Dirigenza Sanitaria ritiene opportuno fornire qualche chiarimento.

Va premesso che la normativa in materia è estremamente chiara ed è essenzialmente composta dal D.M. 26/9/1994 n. 746 e dal D.lgs. 26/5/2000 n. 187.

ad 1) Quanto alla prima delle due questioni, se cioè i TSRM possano essere responsabili dei CQ, va detto immediatamente che l'interpretazione fornita dalla S.V. al Direttore della struttura Complessa di Fisica sanitaria non appare per nulla condivisibile.

Ed infatti non è corretto il rimando agli artt. 7 e 8 del D.lgs. 187/00 per affermare che il responsabile dell'impianto radiologico per l'effettuazione dei CQ può avvalersi indifferentemente del tecnico sanitario di radiologia medica o dell'esperto in fisica medica.

All'art. 8, comma 2 lett.a, del D.lgs 187/00 si legge, invece, chiaramente, che *“il responsabile dell'impianto radiologico, avvalendosi dell'esperto in fisica medica, provvede a che siano intrapresi adeguati programmi di garanzia della qualità, compreso il CQ”*.

La lettera di questo articolo va collegata a quanto contenuto nell'art 2, comma 2 lett i, dello stesso decreto nella parte in cui si legge, ai fini della individuazione della figura di esperto in fisica medica, che allo stesso è attribuita facoltà di agire, o consigliare, anche in tema di garanzia di qualità, compreso il controllo di qualità stesso.

E nella descrizione delle attività dell'esperto in fisica medica, di cui al successivo art 7, comma 5, vi si ritrova espressamente il CQ degli impianti radiologici.

Il successivo comma 6 statuisce, invece che *“il controllo di qualità può essere svolto dal tecnico sanitario di radiologia medica”*.

E l'art 1, comma 3 lett.c, del D.M. 26/9/1994 n. 746 letteralmente recita che *“il TSRM è responsabile degli atti di sua competenza, in particolare controllando il corretto funzionamento delle apparecchiature al lui affidate e attuando programmi di verifica e controllo a garanzia della qualità secondo indicatori e standard predefiniti”* (mai si parla anche di interpretazione dei risultati, predisposizione delle procedure o dei livelli di riferimento per stabilirne la effettiva funzionalità).

Pertanto, sembra pacifico che in questo ambito le due figure non siano esattamente dotate di pari competenza in quanto, se è vero che il TSRM si vede riconosciuta la possibilità di eseguire materialmente il controllo di qualità, l'esperto in fisica medica si vede riconosciuta una competenza in generale sugli stessi.

I fisici saranno deputati alla programmazione dei CQ, e se del caso della loro stessa esecuzione; i TSRM avranno, invece, la mera facoltà di attuare gli stessi, secondo gli indicatori e standard predefiniti dai loro superiori.

Tutto ciò senza che ne derivi una deresponsabilizzazione o uno svuotamento di competenze dei TSRM che si vedono riservata l'esecuzione materiale dei CQ, i cui aspetti organizzativi e di successiva interpretazione saranno di competenza del fisico sanitario.

ad 2) Quanto, invece, alla seconda delle due questioni, se cioè gli assistenti tecnici abbiano la possibilità di effettuare i controlli di qualità, vi è subito da fare una precisazione sui compiti e sui poteri che sono attribuiti ai Fisici Sanitari che siano a capo di una struttura autonoma.

Ed infatti, l'art. 15, comma 6, del D.lgs 30/12/1992 n.502, così come modificato dal D.lgs 19/6/1999 n.229, attribuisce ai dirigenti con incarico di struttura la facoltà *“di emanare direttive a tutto il personale operante nella stessa”*.

Sembra ovvio, allora, ritenere che il Dirigente di Struttura esperto in Fisica Medica abbia la facoltà di avvalersi del contributo tecnico di altre figure professionali, diverse dai TSRM, nello svolgimento dei CQ, sempre che ovviamente non vi sia alcuna interazione diretta sui pazienti.

Questo non può certo portare ad affermare che gli assistenti tecnici (periti) abbiano la possibilità di svolgere autonomamente i controlli di qualità, o che ne possano svolgere fasi in cui vi sia un contatto diretto con i pazienti; potranno solo eseguire le direttive che il dirigente voglia eventualmente indirizzare loro.

Certamente, mai si potrà esulare dal rispetto del mansionario contrattuale che costituisce la *lex specialis* del rapporto di lavoro.

Concludendo:

1. I fisici sanitari e i TSRM non hanno le stesse identiche competenze in materia di controlli qualità: i primi

hanno in merito una competenza generale ben più ampia di quella dei secondi che si esplica in compiti meramente esecutivi.

2. I fisici medici, ove siano a capo di una struttura, avranno facoltà di impartire direttive a tutti i loro subordinati, compresi anche i TSRM.

3. I Fisici Medici Dirigenti di Struttura potranno avvalersi dell'ausilio di altre figure tecniche nell'esercizio di tutte quelle attività che non comportino una interazione diretta sui pazienti; tutto questo nel pieno rispetto del mansionario contrattuale.

Si auspica che quanto sopra affermato possa trovare concorde codesta Struttura Complessa Politiche del Personale, al fine di evitare ogni conseguenza dannosa che potrebbe derivare a ciascuna delle categorie professionali in questione.

Con la massima considerazione.

Avv. Giovanni C. Sciacca

.....

Ferrara 22 Dicembre 2006

AI PRESIDENTE DELL'ISPELS

Prof. Antonio Moccaldi

Via Urbana 167

00184 ROMA

Oggetto: Richiesta di parere.

Ill.mo Sig. Presidente,

pervengono a questa Associazione numerose segnalazioni che presso Aziende del Servizio Sanitario Nazionale operano professionisti consulenti con incarico di Esperto Qualificato per la radioprotezione degli operatori e della popolazione i quali svolgono, di fatto, anche le funzioni proprie dell'Esperto in Fisica Medica senza possedere i titoli previsti dalla Legge.

In realtà, gli Esperti Qualificati, già iscritti nel relativo elenco all'entrata in vigore del D.L.vo 187 del 26 Maggio 2000, dovrebbero essere abilitati semplicemente a continuare l'attività di controllo di qualità (art.7 p.13). Ma il problema al quale si fa riferimento è relativo a coloro che, essendo titolari di un contratto di collaborazione continuativa per la sorveglianza fisica della radioprotezione da più di cinque anni, avrebbero la pretesa di rientrare nei casi previsti dall'ultimo capoverso del p.5 dello stesso art.7.

La norma transitoria prevede infatti che l'esercizio (delle attività proprie dell'esperto in Fisica Medica) è consentito, altresì, ai laureati in Fisica, Chimica ed Ingegneria, privi di specializzazione, che, alla data di entrata in vigore del presente decreto, abbiano svolto, in strutture del servizio sanitario nazionale o in strutture accreditate, cinque anni di servizio nella disciplina di fisica sanitaria o nelle discipline equipollenti così come definiti nel citato decreto 30 Gennaio 1998.

Ora, vi è da notare che il decreto citato è stato emanato in applicazione del DPR 10 Dicembre 1997 n.484 (norme concorsuali) che stabilisce i requisiti per l'accesso al secondo livello dirigenziale del ruolo sanitario (a nulla rileva il fatto che il secondo livello dirigenziale sia stato abolito poichè i requisiti per l'accesso alla selezione pubblica per l'incarico di direttore di Struttura complessa sono rimasti invariati).

La pretesa nascerebbe da una interpretazione data dall'Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati (ANPEQ) secondo la quale i "contratti di collaborazione continuativa" sono da ritenersi equivalenti al "servizio" senza considerare che tale servizio, a parere di questa Associazione, deve essere prestato nella relativa posizione funzionale del personale di ruolo che, nel nostro caso, è quella di Dirigente Fisico del ruolo sanitario.

Infatti, ai fini della valutazione dell'attività di servizio, il p.5 dell'art.10 dello stesso DPR 484/97 stabilisce che "nei certificati di servizio devono essere indicate le posizioni funzionali o le qualifiche attribuite, le discipline nelle quali i servizi sono stati prestati, nonché le date iniziali e terminali dei relativi periodi di attività."

Appare pertanto evidente che la posizione funzionale del servizio prestato da un Esperto Qualificato, le cui attribuzioni sono definite dall'art.79 del D.L.vo 230/95, non coincide con quella di Dirigente Sanitario è pertanto non può essere considerata valida per consentire l'attività propria dell'Esperto in Fisica Medica.

Considerato che l'attività dell'Esperto in Fisica Medica viene esercitata nell'ambito della diagnostica radiologica e della Radioterapia e richiede una cultura di base nella Fisica Medica ed una particolare esperienza nella pratica clinica che solo il percorso formativo dei laureati in Fisica con il titolo di specialista in Fisica Sanitaria o Fisica Medica possiedono, tanto che tali requisiti sono imposti dalle norme concorsuali vigenti, questa Associazione chiede che Codesto Istituto si esprima in merito alla corretta interpretazione della normativa richiamata e che valuti l'opportunità che venga diramata un'apposita circolare per invitare le Aziende del Servizio Sanitario Nazionale ad attenersi con scrupolo all'osservanza di detta normativa.

Nel ringraziarLa per la cortese attenzione, porgo i più distinti saluti

Dr. Giancarlo Candini
Presidente AIFM

.....

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Laboratorio RINI

Prot. n. AOO-04/000 /07

Alla Associazione Italiana di Fisica Medica
Azienda Ospedaliera S.Anna
Servizio di Fisica Sanitaria
Corso Giovecca 203
44100 Ferrara

OGGETTO: richiesta parere – vs. nota del 22 dicembre 2006

Con riferimento a quanto in oggetto rappresentato, ed in particolare al parere riguardante l'opportunità che presso Aziende del Servizio Sanitario Nazionale possano operare professionisti con incarico di Esperto Qualificato per la radioprotezione degli operatori e della popolazione che di fatto svolgono – non avendone titolo - anche le funzioni dell'Esperto in Fisica Medica, si rappresenta quanto segue.

L'articolo 7.13 del D.Lgs. 187/2000 stabilisce che solo gli esperti qualificati già iscritti nel relativo elenco all'entrata in vigore del decreto medesimo (26 maggio 2000) possono continuare l'attività di controllo di qualità, e che solo coloro tra di essi che rispettano le condizioni rappresentate al secondo capoverso dell'articolo 7.5 del decreto possono di fatto essere equiparati all'esperto in fisica medica e quindi esercitarne pienamente tutte le funzioni ivi previste. Più precisamente, ai fini di tale equiparazione, i laureati in fisica, chimica ed ingegneria, privi di specializzazione, devono aver svolto, alla data di entrata in vigore del decreto, almeno cinque anni di servizio presso strutture del servizio sanitario nazionale o in strutture accreditate, nella disciplina della fisica sanitaria o in discipline equipollenti così come definiti nel decreto ministeriale del 30 gennaio 1998, applicativo del DPR n.484 (norme concorsuali) del 10 dicembre 1997.

Ritenendo opportuno rappresentare come non sia competenza di questo Istituto stabilire se i contratti di collaborazione continuativa siano da ritenersi equivalenti al servizio, o se tale attività debba essere prestata nella relativa posizione funzionale del personale di ruolo, così come sembrerebbe evidenziarsi nella “ratio” dello stesso DPR 484/97, preme comunque evidenziare quanto segue.

La disciplina della radioprotezione ha di per sé connotazioni completamente diverse da quelle presenti nelle attività proprie dell’esperto in fisica medica, al quale si richiede una competenza specifica nell’applicazione della Fisica nella Medicina, ovvero una particolare esperienza nella pratica clinica che appare essere la caratteristica peculiare di coloro il cui percorso formativo è culminato nell’ottenimento del diploma di laurea in fisica seguito da quello del titolo di specialista di Fisica Sanitaria o in Fisica Medica. Nella prassi, molti di coloro che con contratti di collaborazione continuativa svolgono le mansioni di esperto qualificato presso strutture del servizio sanitario nazionale maturano esperienze ed acquisiscono competenze in alcuni settori specifici della fisica sanitaria e, nel momento in cui il sistema normativo lo consentisse, potrebbero con ragionevolezza ambire al riconoscimento di un’equiparazione che possa, solo nello specifico ambito in cui quella esperienza e quella competenza si sono configurate, decretare una sorta di effettiva equipollenza. Lo scenario sopra rappresentato, che questo Istituto vedrebbe come un effettivo passo in avanti nel senso della garanzia del riconoscimento di competenze professionali specifiche, ovvero dell’esistenza di criteri di valutazione che non vengano solamente stabiliti “ope legis”, presupporrebbe però meccanismi di verifica e criteri di equiparazione ad oggi non presenti e neanche in prospettiva previsti dal panorama legislativo nazionale.

In conclusione, quindi, fatto salvo quanto sopra rappresentato, nonché quanto sancito dalla normativa vigente, si ritiene che al momento la lettura delle norme relative alla possibile equiparazione professionale dell’Esperto in Fisica Medica e dell’Esperto Qualificato fatta da codesta Associazione, e rappresentata nella nota inviata a questo Istituto in data 22 dicembre u.s., sia la più verosimilmente corretta, anche se sarebbe del tutto auspicabile che il Ministero della Salute si pronunciasse al riguardo, se del caso tramite una circolare esplicativa che permetta una giusta attuazione di quanto previsto dal secondo capoverso dell’articolo 7.5 del D.Lgs. 187/00.

IL PRESIDENTE DELL’ISPESL
(Prof. Antonio Moccaldi)

.....

MODULARIO
SALUTE 18

18/03/07

Amministrativo

Mod. 19



Ministero della Salute
DIREZIONE GENERALE PREVENZIONE E DELLA COMUNICAZIONE
DIREZIONE GENERALE Prevenzione Sanitaria
Ufficio II°

N. DG PREVI-6078/P/E-1-A-9

Risposta al Foglio del
N.°

Roma 01 MAR. 2007

Alla Regione Lombardia
Direzione Generale di Sanità
(Prevenzione, Tutela Sanitaria
Sanitaria e Veterinaria)
Via Pola, 9 e 11
20124 Milano

Epc. Alla Direzione Generale delle Risorse
Umane e Professioni Sanitarie
Ufficio IV - Sede

OGGETTO:

Dlgs. 187/2000, art 7- comma 5 "...esercizio dell'attività di Esperto in Fisica Medica";
richiesta parere interpretativo sui cinque anni di servizio nella disciplina in fisica sanitaria od equipollenti,
per i laureati in fisica, chimica ed ingegneria privi di specializzazione (risposta nota fax 9 febbraio 2007 -
prot. H12006. 0043762).

Con riferimento al parere richiesto si rappresenta che:

- letteralmente l'art 7- com. 5- III capov. / Dlgs 187/2000, per l'attività di Esperto in Fisica Sanitaria, richiede ai laureati in chimica, fisica ed ingegneria, privi della specializzazione nella disciplina alla data di entrata in vigore del Decreto, il possesso di cinque anni di servizio in fisica sanitaria o nelle discipline equipollenti, come definiti nel DM 30 gennaio 1998 (attuazione dell'art 10-comma 3 del DPR 484/97);

- al riguardo l'orientamento dello scrivente Ufficio è di ritenere che, per i laureati in chimica, fisica ed ingegneria, sprovvisti della richiesta specializzazione, la valutazione dei cinque anni di servizio nell'Area di Fisica Sanitaria, presso strutture del servizio sanitario o in strutture accreditate, necessari quale titolo equivalente per esercitare l'attività di Esperto in Fisica Sanitaria, deve poter risultare del tutto equivalente all'impegno di lavoro ordinario previsto dalla normativa, per i dipendenti del SSN di tale area funzionale, per la valutazione di ogni singolo anno di servizio.

Con l'occasione si ritiene utile osservare che, la problematica su modalità e criteri di valutazione dei cinque anni di servizio di cui all'art 7- comm. 5 del Dlgs. 187/2000, potrebbe essere utilmente affrontata e risolta inequivocabilmente con apposito atto d'indirizzo tecnico in sede di Conferenza Stato Regioni, come già avvenuto in passato per problematiche interpretative simili, inerenti professioni sanitarie.

STAMPATO IN ITALIA - PRESENTAZIONE IN ITALIA - 19/03/2007

Redzi

IL DIRETTORE DELL'UFFICIO I	
(Dott. Giancarlo Marano)	
RICEVUTA	
19/03/2007 11.01	
Il Dirigente F. Corbelli	
Regione Lombardia - Giunta	
Sanità	
19/03/2007 14.52	
Arriva 19/03/2007 11.01	
H1.2007.0012018	

Ferrara 14 Aprile 2007

Al Direttore dell'Ufficio II
Dipartimento della Prevenzione e della Comunicazione
Direzione Generale Prevenzione Sanitaria
Ministero della Salute
Dott. Giancarlo Marano
Via della Civiltà Romana, 7
00144 ROMA

Oggetto: Richiesta di parere.

Ill.mo Sig. Direttore,

pervengono a questa Associazione numerose segnalazioni che presso Aziende del Servizio Sanitario Nazionale operano professionisti consulenti con incarico di Esperto Qualificato per la radioprotezione degli operatori e della popolazione i quali svolgono, di fatto, anche le funzioni proprie dell'Esperto in Fisica Medica senza possedere i titoli previsti dalla Legge.

In realtà, gli Esperti Qualificati, già iscritti nel relativo elenco all'entrata in vigore del D.L.vo 187 del 26 Maggio 2000, dovrebbero essere abilitati semplicemente a continuare l'attività di controllo di qualità (art.7 p.13). Ma il problema al quale si fa riferimento è relativo a coloro che, essendo titolari di un contratto di collaborazione continuativa per la sorveglianza fisica della radioprotezione da più di cinque anni, avrebbero la pretesa di rientrare nei casi previsti dall'ultimo capoverso del p.5 dello stesso art.7.

La norma transitoria prevede infatti che l'esercizio (delle attività proprie dell'esperto in Fisica Medica) è consentito, altresì, ai laureati in Fisica, Chimica ed Ingegneria, privi di specializzazione, che, alla data di entrata in vigore del presente decreto, abbiano svolto, in strutture del servizio sanitario nazionale o in strutture accreditate, cinque anni di servizio nella disciplina di fisica sanitaria o nelle discipline equipollenti così come definiti nel citato decreto 30 Gennaio 1998.

Ora, vi è da notare che il decreto citato è stato emanato in applicazione del DPR 10 Dicembre 1997 n.484 (norme concorsuali) che stabilisce i requisiti per l'accesso al secondo livello dirigenziale del ruolo sanitario (a nulla rileva il fatto che il secondo livello dirigenziale sia stato abolito poichè i requisiti per l'accesso alla selezione pubblica per l'incarico di direttore di Struttura complessa sono rimasti invariati).

La pretesa nascerebbe da una interpretazione data dall'Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati (ANPEQ) secondo la quale i "contratti di collaborazione continuativa" sono da ritenersi equivalenti al "servizio" senza considerare che tale servizio, a parere di questa Associazione, deve essere prestato nella relativa posizione funzionale del personale di ruolo che, nel nostro caso, è quella di Dirigente Fisico del ruolo sanitario. Infatti, ai fini della valutazione dell'attività di servizio, il p.5 dell'art.10 dello stesso DPR 484/97 stabilisce che "nei certificati di servizio devono essere indicate le posizioni funzionali o le qualifiche attribuite, le discipline nelle quali i servizi sono stati prestati, nonché le date iniziali e terminali dei relativi periodi di attività."

Appare pertanto evidente che la posizione funzionale del servizio prestato da un Esperto Qualificato, le cui attribuzioni sono definite dall'art.79 del D.L.vo 230/95, non coincide con quella di Dirigente Sanitario è pertanto non può essere considerata valida per consentire l'attività propria dell'Esperto in Fisica Medica.

Considerato che l'attività dell'Esperto in Fisica Medica viene esercitata nell'ambito della diagnostica radiologica e della Radioterapia e richiede una cultura di base nella Fisica Medica ed una particolare esperienza nella pratica clinica che solo il percorso formativo dei laureati in Fisica con il titolo di specialista in Fisica Sanitaria o Fisica Medica possiedono, tanto che tali requisiti sono imposti dalle norme concorsuali vigenti, questa Associazione chiede che Codesto Ufficio si esprima in merito alla corretta interpretazione della normativa richiamata e che valuti l'opportunità che venga diramata un'apposita circolare per invitare le Aziende del Servizio Sanitario Nazionale ad attenersi con scrupolo all'osservanza di detta normativa.

Nel ringraziarLa per la cortese attenzione, porgo i più distinti saluti

Dr. Giancarlo Candini
Presidente AIFM



Roma 19 LUG. 2007

Ministero della Salute

DIPARTIMENTO DELLA PREVENZIONE E COMUNICAZIONE
Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria
Ufficio II

N. ~~68 PR~~ II 19530 11/7.1.2.2
Risposta al Foglio del.....
N.....

Presidente dell'AIFM
Dr. Giancarlo Candini
Servizio di Fisica Sanitaria
Azienda Ospedaliera S. Anna
C.so Giovecca 203
44100 Ferrara

OGGETTO: Richiesta di parere. D.lgs. 187/00 - Attribuzioni del Fisico medico e dell'Esperto qualificato. Nota AIFM del 14 aprile 2007.

In merito a quanto richiesto nella Vs. lettera del 14 aprile 2007, nell'ambito delle competenze dello scrivente Ufficio, si fa presente quanto segue.

L'articolo 7 comma 5 del D.lgs. 187/2000 definisce il ruolo dell'esperto in fisica medica: *"Le attività dell'esperto in fisica medica sono quelle dirette prevalentemente alla valutazione preventiva, ottimizzazione e verifica delle dosi impartite nelle esposizioni mediche, nonché ai controlli di qualità degli impianti radiologici. L'esercizio di tali attività è consentito ai laureati in fisica in possesso del diploma di specializzazione in fisica sanitaria o ad esso equipollente ai sensi del citato decreto 30 gennaio 1998. L'esercizio è consentito, altresì, ai laureati in fisica, chimica ed ingegneria, privi di specializzazione, che, alla data di entrata in vigore del presente decreto, abbiano svolto, in strutture del servizio sanitario nazionale o in strutture accreditate, cinque anni di servizio nella disciplina di fisica sanitaria o nelle discipline equipollenti così come definiti nel citato decreto 30 gennaio 1998"*.

L'articolo 8 comma 2 stabilisce peraltro che: *"Il responsabile dell'impianto radiologico, avvalendosi dell'esperto in fisica medica, provvede:*

- a) a che siano intrapresi adeguati programmi di garanzia della qualità, compreso il controllo della qualità, nonché di valutazione della dose o dell'attività somministrata ai pazienti;
- b) a che siano effettuate prove di accettazione prima dell'entrata in uso delle attrezzature radiologiche e quindi prove di funzionamento sia a intervalli regolari che dopo ogni intervento rilevante di manutenzione. In base ai risultati delle prove il responsabile di impianto esprime il giudizio di idoneità all'uso clinico delle attrezzature.

L'articolo 7 comma 13 stabilisce inoltre: *"Colui che al momento della pubblicazione del presente decreto è in possesso di una delle abilitazioni prescritte dall'articolo 78 del D.lgs. 17 marzo 1995 n. 230, e iscritto nell'elenco di cui allo stesso articolo può continuare ad esercitare l'attività di controllo di qualità delle apparecchiature radiologiche ed è soggetto a quanto prescritto dai commi 8 e 9."*

La disposizione normativa, sostanzialmente, nell'introdurre la nuova figura professionale dell'esperto in fisica medica e le sue attribuzioni e competenze, introduce una clausola di

cedevolezza al fine di salvaguardare la situazione pregressa, ammettendo l'esercizio delle pertinenti attività (dell'esperto in fisica medica) *ai laureati in fisica, chimica ed ingegneria, privi di specializzazione, che, alla data di entrata in vigore del decreto, abbiano svolto, in strutture del servizio sanitario nazionale o in strutture accreditate, cinque anni di servizio nella disciplina di fisica sanitaria o nelle discipline equipollenti.* Ulteriore clausola di cedevolezza è riferita all'ambito specifico dei controlli di qualità, la continuazione del cui esercizio è ammessa per *colui che al momento della pubblicazione del decreto è in possesso di una delle abilitazioni prescritte dall'articolo 78 del D.lgs. 17 marzo 1995 n. 230, e iscritto nell'elenco di cui allo stesso articolo,* vale a dire gli esperti qualificati in radioprotezione.

In merito allo specifico parere richiesto, si fa in primo luogo presente che la norma ammette le clausole di cedevolezza esclusivamente per coloro che si trovano nelle citate condizioni di cui all'articolo 7 (terzo periodo del comma 5 e comma 13), rispettivamente alla data di entrata in vigore del D.lgs. 187/00 (1 gennaio 2001) e alla sua data di pubblicazione (7 luglio 2000). Servizi resi successivamente a tali date non possono in alcun modo essere considerati utili ai fini dell'eventuale esercizio "per cedevolezza" di attività proprie dell'esperto di fisica medica, da parte di soggetti non in possesso di laurea in fisica e diploma di specializzazione in fisica sanitaria.

E' peraltro avviso dello scrivente Ufficio che il richiamo al decreto 30 gennaio 1998 (all'interno dell'articolo 7 comma 5 del D.lgs. 187/00) sia da ritenersi funzionale all'individuazione delle discipline equipollenti all'interno dell'area di fisica sanitaria (Tabella A), e non possa essere interpretato a vantaggio dei soli Dirigenti Fisici del ruolo sanitario.

Si ritiene altresì che la valutazione dei cinque anni di servizio presso strutture del servizio sanitario nazionale o in strutture accreditate, per i laureati in fisica, chimica ed ingegneria privi di specializzazione, debba essere basata su opportuni riscontri che documentino sia durata e continuità del servizio prestato, che la sua regolare attinenza alla disciplina della fisica sanitaria.

Anche nel caso di eventuali "contratti di collaborazione continuativa", la mera continuità del rapporto di collaborazione non può certo essere considerata criterio sufficiente. Opportuni ulteriori riscontri dovranno documentare la continuità e regolare attinenza alla fisica sanitaria della specifica attività professionale prestata, che dovrà risultare del tutto equivalente all'impegno di lavoro ordinario previsto dalla normativa per i dipendenti del SSN dell'area funzionale in questione per ogni singolo anno di servizio dei cinque considerati.

lari

Il Direttore dell'Ufficio II
(Dott. G. Marano)

AMILOIDOSI CARDIACA: SPAZIO PER UNA RADIOTERAPIA “AMYLOID DEBULKING”?

Franco Bistolfi

Primario Emerito di Radioterapia degli Ospedali Galliera

Introduzione

Al 5° Forum Nazionale di Medicina Interna, recentemente svoltosi a Genova, una lettura di ampio respiro del prof. Stefano Perlini, cattedratico di Medicina Interna all'Università di Pavia, sullo “Scompenso cardiaco da amiloidosi⁽¹⁾” suscitava il mio vivo interesse di radioterapista.

Già in precedenti lavori^(2,3) avevo preso in considerazione l'amiloidosi cerebrale, che caratterizza sul piano anatomopatologico la malattia di Alzheimer, come possibile bersaglio terapeutico di una radioterapia a bassa dose e molto frazionata. Quella proposta operativa, sintetizzata nella mia prima pubblicazione su **The Neuroradiology Journal**⁽²⁾ come ““The rationale for weekly long-term, low- dose amyloid-based fractionated radiotherapy”” si fondava su diverse premesse radiobiologiche, discusse anche nel lavoro su **Fisica in Medicina**⁽³⁾ e qui di seguito brevemente richiamate.

1) Una serie di lavori internazionali fra il 1998 e il 2007^(4,5,6,7) aveva dimostrato con esami TC e broncoscopici che la radioterapia con fasci X di 6 MV risultava efficace nel ridurre - dopo una latenza di alcuni mesi - i fenomeni compressivi ed ostruttivi legati all'**amiloidosi tracheo-bronchiale** (ATB), malattia caratterizzata da depositi endo- e peribronchiali di fibrille beta-amiloidi, con aspetti talvolta tumorisimili.

2) Il protocollo radioterapico utilizzato in quegli studi consisteva in 10 sedute di 2 Gy (20 Gy in due settimane) attraverso due campi contrapposti personalizzati, al fine di risparmiare al meglio i due polmoni. Ciononostante, il regime dose/tempo adottato si accompagnava a reazioni infiammatorie acute-subacute a livello esofageo e polmonare, pienamente giustificate dalla stessa **cronodose** di 2 Gy in 2 settimane, pari a 1 CDE, vale a dire a una **biodose** già

capace di indurre nei tessuti superficiali e profondi quelle alterazioni vasculitiche che rappresentano il momento iniziale di ogni reazione infiammatoria (in 8, pag. 3-13).

3) Per proporre una radioterapia “amyloid based” nell'Alzheimer era quindi necessario modificare radicalmente quel protocollo dose/tempo potenzialmente flogogeno, puntando su di un frazionamento molto grande ma sempre a bassa dose. Decisione che si basava sul fatto di avere individuato due possibili meccanismi d'azione delle radiazioni ionizzanti sulla sostanza amiloide, entrambi **puramente biofisici e DNA-indipendenti**: la facile depolimerizzazione dei glucoaminoglicani (GAG), sempre presenti nell'amiloido, e la rottura dei legami idrogeno intramolecolari responsabili del particolare assemblaggio dei foglietti beta nelle fibrille amiloidi^(9,10).

4) La natura DNA-indipendente dei suddetti meccanismi d'azione, riduceva di molto l'importanza del rapporto dose/tempo, consentendo di proporre un grande frazionamento della dose (che restava comunque bassa), al fine di non incidere sulla vitalità dei tessuti sani a segnatamente di un cervello già alterato dalla malattia di Alzheimer.

5) Il grande frazionamento della dose era anche suggerito dalla estremamente lenta riduzione volumetrica postirradiatoria dei depositi amiloidosici tracheo-bronchiali, decorso costantemente descritto dai vari autori^(4,5,6,7).

Concludevo pertanto^(1,2) proponendo lo schema di **una sola dose alla settimana** (50-100 cGy), **ripetuta per molti mesi** fino a un totale di 2000-3000 cGy (20-30 Gy), avendone ben valutato, dopo un'ampio esame

della letteratura (in 8, pag. 161-180; in *ff* pag. 365-389), la bassissima probabilità di effetti lesivi sul tessuto nervoso.

L'amiloidosi cardiaca

Dalla lettura del prof. Perlini, citata più sopra, ricaviamo un insieme di dati che suggeriscono la grande importanza di un qualsiasi trattamento capace di ridurre i depositi di amiloide nel miocardio; in particolare, l'importanza di una eventuale radioterapia "amyloid debulking", già dimostratasi efficace nell'amiloidosi tracheo-bronchiale (v. Introduzione).

L'amiloidosi cardiaca porta a una cardiopatia restrittiva con insufficienza cardiaca prevalentemente destra ed associati edemi periferici. Aggregati di fibrille beta-amiloidi si depositano in quasi tutti gli organi ma specialmente nel cuore, nei reni e nel fegato, inducendovi non solo danni da compressione ma anche di natura citotossica, questi ultimi sperimentalmente dimostrati. Nel cuore, pertanto, i cardiomiociti, separati dall'infiltrazione amiloidosica, ne subiscono un danno meccanico e citotossico.

Il cuore è interessato in oltre il 60% dei pazienti amiloidosici e la mortalità per amiloidosi è dovuta nei 3/4 dei casi alla cardiomiopatia. Fra i mezzi diagnostici emerge per importanza pratica l'ecografia, capace di dimostrare l'ispessimento delle pareti cardiache e dei setti, reperti che acquistano un maggior significato di specificità se accompagnati da bassi voltaggi elettrocardiografici periferici. Annotazione di particolare interesse, in quanto l'ECO può dimostrare anche altri tipi di cardiomiopatia ipertrofica **non** amiloidosica. Pertanto, l'ECO deve essere valutata in rapporto con l'ECG, tanto che "un basso rapporto fra massa elettrica e massa ECO è senz'altro da ritenersi un dato indicativo di amiloidosi cardiaca", da convalidarsi mediante biopsia del grasso periombelicale.

Si è anche accennato alla possibilità di dimostrare i depositi di amiloide mediante scintigrafia e Risonanza Magnetica; ricordiamo a questo proposito che anche nel cervello dei pazienti di Alzheimer le infiltrazioni di amiloide sono state dimostrate con esami a RM per mezzo di sostanze amiloidofle marcate con ^{19}F e iniettate in vena⁽¹²⁾, nonché mediante la PET, utilizzan-

do un composto beta-amiloidofilo marcato con ^{14}C ⁽¹³⁾.

La gravità clinica dell'amiloidosi cardiaca e il suo alto tasso di mortalità nei primi 2 anni di malattia giustificano i numerosi tentativi terapeutici (antiinfiammatori, chemioterapici, trapianti d'organo) e la diffusione sul territorio nazionale di numerosi Centri facenti capo alla Società Italiana per l'Amiloidosi.

Trova altresì giustificazione, a giudizio di chi scrive, la proposta di un trattamento fisico non tossico e potenzialmente efficace come quello considerato in questa nota.

Proposta di una radioterapia dell'amiloidosi cardiaca "amyloid debulking" molto frazionata e a bassa dose.

Nel proporre una radioterapia dell'amiloidosi cardiaca a bassa dose e molto frazionata, guidata dalle stesse considerazioni radiobiologiche che ci avevano spinto alla proposta di una radioterapia dell'amiloidosi encefalica (malattia di Alzheimer) (v. Introduzione), siamo anche in questo caso avvantaggiati dalla discreta radioresistenza dell'organo bersaglio.

Dal trattato del Biagini⁽¹¹⁾ si evince che il miocardio è molto radioresistente, più radiosensibili rivelandosi l'epicardio e il pericardio. Sul piano radioterapico clinico si conoscono due ordini di manifestazioni radiopatologiche: le modificazioni elettrocardiografiche e la cosiddetta "Radiation Induced Heart Disease". I disturbi della conduzione non accompagnati da sintomi clinici e la pericardite essudativa sono più comuni, mentre molto più rara è la patologia miocardica.

Va sottolineato che i rischi aumentano se alle radiazioni ionizzanti si associano chemioterapici antitumorali cardiotossici, quali l'Adriamicina.

Quanto alle dosi di radiazioni coinvolte nell'induzione del danno cardiaco, una associazione di pericardite e malattia miocardica è stata osservata nel 6-7% dei pazienti trattati sul mediastino con 40-50 Gy, percentuale che aumenta considerevolmente quando la dose al cuore superi i 60 Gy. Siamo quindi molto lontani dal protocollo **20 Gy in 2 settimane** che nella radioterapia dell'ATB si è rivelato efficace, tut-

tavia non privo di effetti collaterali flogistici.

Effetti che ci avevano spinto a proporre, per l'Alzheimer, un trattamento molto meno flogogeno, frazionando la dose in alcuni mesi, grazie al fatto che la dissoluzione postradioterapica dell'amiloide avveniva in alcuni mesi e che i meccanismi ipotizzati per questo effetto erano di natura biofisica e DNA-indipendente.

Si ritiene pertanto di poter proporre - in linea di massima - anche per il trattamento dell'amiloidosi cardiaca una irradiazione con linac di 4-6 MV strettamente limitata al cuore (collimatore multilamellare) e frazionata secondo alcuni possibili schemi:

- 1 frazione di 100 cGy/settimana
x 15-20 settimane (15-20 Gy)
- 2 frazioni di 100 cGy/settimana
x 10 settimane (20 Gy)
- 3 frazioni di 100 cGy/settimana
x 8 settimane (24 Gy)

Poichè l'infiltrazione amiloidotica del miocardio si accompagna a bassi voltaggi periferici nell'ECG, un attento controllo periodico dell'ECG potrebbe forse indicare un effetto positivo del trattamento prima ancora di evidenti risposte iconografiche all'ECO o alla RM.

Sembra ovvio concludere, ricordando che si tratterebbe sempre di un trattamento sperimentale, passibile di modifiche, e da concordarsi fra il clinico e il radioterapista, previo l'espletamento delle consuete doverose procedure: valutazione del comitato etico dell'Ente interessato e consenso informato del paziente.

Bibliografia (dei soli lavori citati)

1. Perlino S. Scompenso cardiaco da amiloidosi. Lettura al 5° Forum Nazionale di Medicina interna. Genova, Palazzo Ducale, 8-9 ottobre 2010
2. Bistolfi F. Localized amyloidosis and Alzheimer's disease: the rationale for weekly long term low dose amyloid-based fractionated radiotherapy. *The Neuroradiology Journal*, 21: 683-692, 2008
3. Bistolfi F. La radioterapia dell'amiloidosi tracheo-bronchiale suggerisce nuove vie nella cura della malattia di Alzheimer. *Fisica in Medicina*. 1/2009: 45-50
4. Kurrus JA, Hayes JK, Hoidal JR et al. Radiation therapy for tracheo-bronchial amyloidosis. *Chest*, 114(5): 1489-1492, 1998
5. Kaira S, Utz JP, Edell ES et al. External beam radiation therapy in the treatment of diffuse tracheo-bronchial amyloidosis. *Mayo Clinic Proceedings*, 76(8): 853-856, 2001
6. Monroe AT, Walia It, Zlotecki RA et al. Tracheo-bronchio amyloidosis: a case report of successful treatment with external beam radiation therapy. *Chest*, 125(2): 784-789, 2004
7. Neben-Wittick MA, Foote RL, Kaira S. External beam radiation therapy for tracheo-bronchial amyloidosis. *Chest*, 132(1): 262-267, 2007
8. Bistolfi F. Radioterapia Oncologica. Tavole Dose Tempo, Atlante Clinico, Condotta Terapeutica. Edizioni Minerva Medica, Torino 1997 p. 3-13 e 151-180
9. Mitchell JS. Effetti delle radiazioni sul metabolismo dei tessuti e dei tumori. In Zuppinger A (ed.) "Summa Radiologica, Radiobiologia". Piccin Editore, Padova 1972, vol. II parte I, pag. 385-388
10. Alexander F. Alterazioni macromolecolari prodotte dalle radiazioni ionizzanti. In Zuppinger A (ed.) "Summa Radiologica, Radiobiologia". Piccin Editore, Padova 1972, vol. II, parte I, pag. 178-211
11. Biagini C. Radiobiologia e Radioprotezione. Piccin, Padova 1999, pag. 365-389 e 265-268
12. Higuchi M, Iwata N, Matsuba Y et al. ¹⁹F and ¹H MRT detection of amyloid beta plaques, in vivo. *Nature Neuroscience*, 8(4): 527-533, 2005
13. Giacobini E. Una spia per l'Alzheimer. La Stampa. 18 settembre 2002. Rubrica tSt, tutto-Scienze-tecnologia.

Si ringraziano Direttore Responsabile ed Editore de “Il Giornale di Fisica” per l’autorizzazione alla riproduzione

GIORNALE DI FISICA
DOI 10.1393/gdf/i2009-10106-9

VOL. L, N. 3

Luglio-Settembre 2009

La Fisica nei “Gabinetti di Fisica” dell'Ottocento: il caso dell'Università di Genova

M. Leone, A. Paoletti e N. Robotti

Dipartimento di Fisica, Università di Genova

Riassunto. In questo lavoro, dopo una breve ricostruzione della storia dei Gabinetti di Fisica e della loro funzione nell'Italia dell'Ottocento, ci si sofferma sul Gabinetto di Fisica dell'Università di Genova. In particolare, a partire da uno strumento ottocentesco conservato presso questo Gabinetto, che in origine era parte costituente di un apparato sperimentale a sé stante, si ricostruisce la via che portò alla scoperta, a Genova, del diamagnetismo dei gas ad opera di Michele Alberto Bancalari. Tale scoperta, avvenuta nel 1847, era sfuggita a Faraday e, sulla base di essa, lo stesso Faraday fondò la sua nuova classificazione dei corpi in “magnetici” e “diamagnetici”. Questa analisi vuole perciò essere un esempio concreto di come lo studio della strumentazione scientifica rappresenti un mezzo formidabile per la ricostruzione della ricerca in fisica nel passato.

Abstract. In this paper we reconstruct the history and the role of physics cabinets in Italy in the nineteenth century, with particular emphasis on the University of Genoa's cabinet. Starting from a 1800s instrument, that formerly was a constituent part of a different experimental device, we follow the path leading Michele Alberto Bancalari to discover in Genoa the diamagnetism of gases. This discovery, which occurred in 1847, was missed by Faraday who eventually incorporated it in his own classification of “magnetic” and “diamagnetic” bodies. Thus, our analysis is a concrete example of how the study of scientific instruments might be a formidable way to reconstruct the past researches in physics.

Le collezioni di strumenti scientifici, quali quelle attualmente presenti presso gli odierni Musei Universitari, rivestono una importante funzione di custodia e salvaguardia della memoria storica nei suoi aspetti più concreti. Le recenti attività di recupero e catalogazione, promosse prima dal CNR e attualmente dalla Commissione CRUI per i Musei Universitari permettono di vedere sotto una nuova luce macchine e apparati che solo fino a qualche anno prima erano accantonati in modo disordinato in armadi o in scantinati, senza un ordine e senza una storia. Questa strumentazione, una volta rimessa a nuovo e studiata, ha inoltre un'importante validità culturale, mostrando cosa significava concretamente, ad esempio, osservare un fenomeno di scarica nei gas rarefatti alla fine dell'Ottocento, oppure quale era il livello dell'insegnamento che veniva impartito nelle varie Università durante l'Ottocento.

Comunque, come cercheremo di mostrare nel seguito, le collezioni di strumenti scientifici rivestono anche un'altra, fondamentale, funzione conoscitiva. Infatti, proprio partendo da uno studio di questa strumentazione, è possibile giungere a una conoscenza delle varie attività scientifiche che durante tutto l'Ot-

to cento furono portate avanti presso i vari Gabinetti di Fisica, a cui questa strumentazione faceva capo e che rappresentavano i corrispettivi dei nostri attuali laboratori di ricerca. Solo attraverso questo tipo di studi è possibile, a nostro avviso, verificare se davvero, come viene comunemente ritenuto, nel periodo che va da Volta a Fermi, in Italia, la ricerca in fisica è stata praticamente inesistente, o se invece, proprio all'interno dei vari Gabinetti di Fisica questa ricerca continuò a proliferare, portando anche a risultati significativi.

In questo lavoro, prima ricostruiremo in breve la storia dei Gabinetti di Fisica e la loro funzione nell'Italia dell'Ottocento, e in particolare di quello dell'Università di Genova; poi, partendo da uno strumento ottocentesco conservato presso questo Gabinetto, per altro originariamente facente parte di un apparato sperimentale a sé stante, ricostruiremo la via che portò alla scoperta a Genova, nel 1847, da parte di Padre Bancalari, del diamagnetismo dei gas, scoperta che Faraday non era riuscito a fare e sulla quale lo stesso Faraday fondò la sua nuova classificazione dei corpi in "magnetici" e "diamagnetici".

Questa nostra analisi vuole essere un esempio concreto di come lo studio della strumentazione scientifica rappresenti un mezzo formidabile per la ricostruzione della ricerca in fisica nel passato e ci suggerisce anche che, se saremo capaci di far parlare gli strumenti che sono a noi giunti e che ritroviamo nelle varie collezioni scientifiche, lo studio della storia della fisica nell'Italia dell'Ottocento potrà ancora serbare delle interessanti sorprese.

1. Origine e sviluppo dei Gabinetti di Fisica in Italia

A partire dal XVII secolo, con la nascita della Fisica Sperimentale, nuovi strumenti scientifici fecero la loro comparsa. Tali strumenti si differenziavano radicalmente dalla grande maggioranza degli strumenti antichi, giacché questi ultimi avevano scopi essenzialmente pratici, quali la navigazione o l'agrimensura. Strumenti come ad esempio termometri, barometri, pompe a vuoto e così via, erano invece autentiche "macchine fisiche" atte a consentire l'osservazione dei fenomeni naturali e la dimostrazione delle leggi fisiche secondo il metodo sperimentale. Gradualmente, tra la fine del XVII secolo e l'inizio del XVIII secolo, le "macchine fisiche" trovarono uno specifico luogo di raccolta, sovente denominato "Gabinetto di Fisica".

La fine del XVII secolo segna anche l'esordio di una nuova modalità di insegnamento della fisica in ambito accademico, e in particolare, come per prima accadde presso le Università di Oxford, Cambridge, Londra, Leida, quello della dimostrazione con macchine fisiche. Tra i più abili dimostratori si ricorda la figura dell'abate Jean-Antoine Nollet, il cui trattato *Leçons de physique expérimentale* (pubblicato a Parigi tra il 1743 e il 1748) presenta oltre 350 esperimenti [1]. Molto spesso le macchine fisiche erano finalizzate all'intrattenimento della colta nobiltà dell'epoca, e talvolta gli apparati si trovavano anche all'interno delle case di facoltosi personaggi e principi. Notevole fama ebbero alcuni Gabinetti di Fisica privati quali quello dello zar Pietro il Grande, di lord Cowper a Firenze e di Laura Bassi a Bologna, tutti attivi intorno

alla metà del Settecento. Altrettanto significativo fu il Gabinetto di Fisica del re Ferdinando II di Borbone a Napoli, attivo nel secolo successivo.

Nelle università le macchine fisiche furono dapprima di proprietà dello stesso insegnante di fisica sperimentale che spesso faceva "lezioni private", cioè lezioni pagate dall'università tenute dal professore spesso in "sua propria casa". Queste "macchine" furono poi acquistate dalle università stesse e confluirono, assieme a donazioni provenienti da collezioni private, nei Gabinetti di Fisica, generalmente istituiti con delibera delle università [2]. Tra il secolo XVIII e il XIX nacquero così in Italia importanti Gabinetti di Fisica. Uno dei primi fu quello di Torino, le cui origini risalgono probabilmente al 1721 [3]. Altri importanti Gabinetti sorsero a Padova (col *Teatro di Filosofia Sperimentale* di Giovanni Poleni risalente al 1740) [4], Bologna (al cui sviluppo, risalente al 1745 contribuì Papa Benedetto XIV con importanti donazioni) [5], Roma (*Teatro fisico della Sapienza*, 1748) [6], Perugia (fondato da Luca Antonio Pellicciari nel 1759) [7], Pavia (1771) [8], Modena (risalente al 1772, data nella quale Francesco III chiamò ufficialmente ad insegnare la "Fisica generale" Fra Mariano Morini di Parma) [9], Genova (1784) [10], Napoli (Gabinetto Fisico del re Ferdinando II di Borbone, 1813) [11], Urbino (1832) [12].

Fondi particolari erano stanziati anche a scopo di compenso del "macchinista", un abile artigiano addetto alla manutenzione delle "macchine" e che eseguiva materialmente esperienze dimostrative di quanto spiegato dal "Professore". Questo personaggio, "spesso uomo di scienza, era un abilissimo artigiano, capace inoltre di realizzare nuove apparecchiature su richiesta del docente. Il macchinista aveva anche l'incarico di migliorare, adattare strumenti acquistati da costruttori italiani, francesi, inglesi, tedeschi oppure oggetto di lasciti. A volte lo stesso professore era costruttore ed ideatore di strumenti o ne seguiva da vicino la realizzazione" [2].

Sebbene i Gabinetti di Fisica universitari fossero nati da esigenze di insegnamento e di studio, anche l'aspetto della divulgazione della nuova scienza sperimentale era considerato importante. Ad esempio, a Roma, durante il pontificato di Pio VI (1775-1799), l'insegnamento della fisica venne regolamentato, stabilendo anche che nel periodo di vacanza, per quindici giorni, il professore doveva tenere presso il Teatro fisico altrettante lezioni pubbliche con esperimenti eseguiti dal macchinista [6].

2. I Gabinetti di Fisica e i congressi degli scienziati italiani

L'attività dei Gabinetti di Fisica, in particolare nell'Ottocento, non si limitava tuttavia alla dimostrazione di leggi della fisica o alla ripetizione di misure particolarmente significative a scopo didattico o a scopo divulgativo. Un aspetto importante, ma sino ad ora largamente trascurato dalle analisi storiche, era quello della ricerca in fisica che in essi veniva sviluppata. Ne sono una testimonianza significativa i contributi scientifici presentati nel corso dei dodici Congressi degli Scienziati Italiani,

tenutisi annualmente tra il 1839 e il 1847, (rispettivamente a Pisa ⁽¹⁾, Torino, Firenze, Padova, Lucca, Milano, Napoli, Genova, Venezia), e successivamente nel 1862 (a Siena), nel 1863 (a Palermo) e nel 1875 (a Roma), e in cui venivano annunciati i risultati sperimentali via a via raggiunti per la maggior parte nei vari Gabinetti di Fisica dislocati in Italia [13].

I Gabinetti di Fisica, inoltre, in quanto ritenuti, a ragione, strutture strumentalmente e scientificamente ben attrezzate, giocavano un ruolo determinante nello svolgimento stesso di questi Congressi degli Scienziati Italiani. A quel tempo, tanto grande era l'interesse e l'attenzione verso l'aspetto sperimentale della Fisica che di fronte alla comunicazione di una qualche nuova scoperta sperimentale, era consuetudine che i Presidenti delle Sezioni di Fisica chiedessero a una Commissione appositamente nominata, oppure allo stesso presunto scopritore, di ripetere in pubblico l'esperimento che stava alla base di detta scoperta. Ciò poteva esser fatto grazie alla presenza del locale Gabinetto di Fisica, che metteva a disposizione la strumentazione necessaria. È questo il caso, come vedremo, di due comunicazioni presentate rispettivamente al Congresso di Genova (1846) e a quello di Venezia (1847) in cui venivano annunciati due nuovi fenomeni riguardanti rispettivamente il comportamento magnetico della luce e quello di una fiamma.

3. Il Gabinetto di Fisica dell'Università di Genova

La Fisica entrò a far parte degli interessi culturali in Liguria già agli inizi del Seicento attraverso la figura di Giovan Battista Baliani (1582-1666), del quale è ben noto il carteggio con Galileo Galilei; comunque una sua nascita vera e propria deve farsi risalire agli ultimi due decenni del Settecento, quando, a seguito della soppressione della Compagnia di Gesù, che fino al 1773 aveva detenuto il monopolio dell'istruzione superiore nella Repubblica di Genova, il Senato della Repubblica, attraverso una "Deputazione", all'uopo istituita e composta da patrizi genovesi, fondò un'università pubblica.

Prima operazione della neonata Deputazione, dal momento che nel 1773 cessavano le scuole gesuitiche, fu la "scelta e nomina de' nuovi maestri" ([14], p. 4). Laddove in precedenza si aveva un'unica scuola di "filosofia", la Deputazione istituì due nuove scuole di filosofia, "una di logica e metafisica" e un'altra "di fisica". Per la "Scuola di Fisica" venne nominato "professore di filosofia" padre Glicerio Sanxay (1736-1806) delle Scuole Pie, uno scolopio nato da genitori inglesi a Genova. Successivamente la Deputazione, per adeguare l'Università di Genova a quanto stava avvenendo da tempo

⁽¹⁾ Il primo congresso si svolse a Pisa, per iniziativa di un gruppo di intellettuali toscani (tra i quali Vincenzo Antinori, direttore del Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze, Giovan Battista Amici, astronomo del Granduca di Toscana Leopoldo II, e Gaetano Giorgini, provveditore generale dell'Università di Pisa e antico allievo dell'École Polytechnique) che, sulla scia di una riunione di scienziati e naturalisti tedeschi svoltosi nel 1839, proposero di tenere anche in Italia, a partire dallo stesso anno, periodiche riunioni "alla maniera di quelle che si ammirano principalmente in Inghilterra e in Germania" ([13], p. iv).

in altre comunità scientifiche, istituì, nel 1784, la cattedra di Fisica sperimentale, con l'annesso Gabinetto di fisica sperimentale ([14], p. 33), e su di essa si trasferì Sanxay. Sanxay divenne rapidamente un esperto dimostratore ed un conoscitore di apparecchi. Dopo insistenti richieste alla Deputazione, Sanxay riuscì ad ottenere, nel 1785, la somma, a quel tempo cospicua, di Lire 8000, ritenuta necessaria per attrezzare adeguatamente il Gabinetto di fisica. Come si può vedere dal "cattalogo delle macchine" presentato da Sanxay, furono acquistati diversi pregevoli apparecchi, tutti a scopo dimostrativo e per la maggior parte di produzione inglese ⁽²⁾. Gran parte di questa antica strumentazione è a noi giunta ed è conservata nel Museo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova.

Una delle più encomiabili iniziative di Sanxay, che svolgeva le sue lezioni ancora in latino, fu di convincere la Deputazione a "tenere tutti i giovedì alle 11 di mattina nel così detto teatro fisico dell'Università una sessione pubblica di fisici esperimenti [in lingua italiana] acciò che il pubblico potesse ammirare ed essere posto al corrente dei grandi progressi fatti in quella scienza" ([16], p. 21). Sanxay aveva anche armato di parafulmini la Lanterna. Egli può ritenersi il primo promotore a Genova delle dimostrazioni fisiche e delle applicazioni pratiche della fisica e della meteorologia.

Sanxay si ritirò da ogni carica nel 1799, senza aver dato contributi specifici in campo scientifico, e senza aver lasciato dietro di sé nessuna pubblicazione, se non la trascrizione da parte di un suo studente (Giuseppe Mojon) delle lezioni da lui tenute.

A Sanxay succedettero Domenico Scribanis (nel 1803) e Antonio Pagano (dal 1804 al 1827), dei quali poco si conosce. Comunque i primi trent'anni dell'Ottocento, periodo in cui essi operarono, furono anni bui per l'Università di Genova, prima a causa dell'occupazione napoleonica, che portò alla soppressione della Repubblica di Genova, e poi a causa della restaurazione post-napoleonica, che portò all'annessione dei territori della Repubblica ligure al Regno di Sardegna. In questo periodo l'Università fu declassata e, in seguito, fu ridotta di fatto alla condizione di succursale dell'ateneo torinese. Non solo, i moti studenteschi del 1821 portarono addirittura alla sua chiusura per un biennio. Di fatto, l'Università di Genova incominciò a rifiorire soltanto alla fine degli anni '30 dell'Ottocento e con essa le attività in fisica, grazie anche alla nomina a professore sulla cattedra di Fisica Sperimentale del sacerdote Giacomo Garibaldi (1796-1846), uomo di notevole cultura e di spiccato interesse nei riguardi dell'insegnamento e della sperimentazione. Garibaldi aggiornò e modernizzò il Gabinetto di Fisica, acquistando, per lo più in Francia, apparecchiature di notevoli prestazioni tecniche e facendo fabbricare strumenti per la ripetizione di esperimenti di attualità e fondò, nel 1833, l'Osservatorio Meteorologico, associandolo al Gabinetto di Fisica. Le lezioni di Garibaldi erano tenute in italiano; i calendari scolastici a noi pervenuti, ne riportano un conciso sunto. Sono stati reperiti anche alcuni appunti autografi su "proposizioni estratte dal corso di fisica", ad uso degli esami svolti dagli studenti; è notevole la chiarezza e la pertinenza degli argomenti proposti. Gli esperimenti in aula con la partecipazione degli studenti facevano parte integrante dei corsi

⁽²⁾ Sui primi sviluppi del Gabinetto di Fisica dell'Università di Genova si rimanda a [15].

impartiti. Il marchese Marcello Durazzo, presidente della Deputazione agli studi dal 1832 al 1836, incoraggiò G. Garibaldi nella sua opera e donò al Gabinetto di Fisica alcuni preziosi strumenti.

Garibaldi morì improvvisamente nel 1846 e gli succedette il padre scolio Michele Alberto Bancalari (1805-1864), anch'egli esperto didatta ed abile sperimentatore. Come vedremo, dal punto di vista della ricerca scientifica, Bancalari costituisce sicuramente la figura più interessante tra i fisici genovesi dell'Ottocento ([17], p. 102).

4. La scoperta del diamagnetismo nei gas a Genova

Fino alla sua nomina a Professore di Fisica della Regia Università di Genova, Bancalari aveva insegnato a Roma presso le Scuole Pie, acquistandosi fama di uomo colto e di efficace didatta, ma non aveva svolto attività di ricerca, ufficialmente nota. Subito dopo la sua nomina, nel settembre del 1846, ebbe luogo a Genova l'Ottavo Congresso degli Scienziati Italiani. Questo congresso, cui parteciparono oltre un migliaio di persone, offrì a Bancalari un'opportunità formidabile: quella di giungere, nel giro di un anno, alla scoperta del magnetismo dei gas ⁽³⁾.

Durante il congresso, al termine della seduta del 25 settembre, Luigi Coddè ⁽⁴⁾, fisico di Mantova e membro dell'Accademia di Ferrara ([19], p. 31), annunciava la scoperta di un "nuovo fenomeno di relazione fra il magnetismo e la luce, che si può produrre mediante uno sperimento semplicissimo".

L'esperimento consisteva in questo, con le parole di Coddè:

se si approssima una calamita a ferro di cavallo alla fiamma d'una candela, questa aumenta in lunghezza ed intensità di luce, ed il fenomeno è tanto più sensibile se il polo prossimo alla fiamma è l'australe ([19], p. 299).

Anche un altro partecipante al Congresso, il fisico di Bordeaux Jean-Alexandre Duran ⁽⁵⁾ dichiarò, senza ulteriori dettagli, di "aver egli già fatta una osservazione analoga". Al termine della seduta, Il Presidente della Sezione, Giovan Battista Amici invitò Coddè "a voler ripetere l'esperimento [...] al cospetto della sezione", nella tornata di Fisica che si sarebbe svolta il giorno successivo ([19], p. 299). "Appena sciolta l'anzidetta riunione", Amici, come egli stesso dichiarò nella seduta del 26 settembre, si recò "nell'attiguo Gabinetto di fisica" (cioè il Gabinetto di Fisica dell'Università di Genova che faceva capo proprio a Bancalari) "per produrre il fenomeno [...] seguendo le norme" da Coddè stesso indicate, senza però ottenere "l'effetto dichiarato".

⁽³⁾ Nell'ambito delle attività congressuali, Bancalari ebbe l'incarico di assistere alla ripetizione delle esperienze di Majocchi relative all'origine dell'elettricità voltaica, che si sarebbero svolte, come consuetudine di questi congressi, presso il Gabinetto di Fisica dell'Università di Genova e fu nominato membro di una commissione incaricata dell'istituzione di un nuovo corso di fisica, come rappresentante, assieme a Giovanni Battista Botto, degli Stati Sardi.

⁽⁴⁾ Oltre ad alcuni articoli e monografie dedicate essenzialmente all'omeopatia, Coddè pubblicò, pochi anni dopo il congresso di Genova, un lavoro sul "magnetismo animale" [18].

⁽⁵⁾ Citato negli atti come "Durand Gio. Alessandro di Bordò" ([20], p. 36).

"Invitato pochi istanti dopo — così proseguiva Amici — lo stesso sig. Coddè, che per avventura si trovò reperibile, a riprodurre l'esperimento, non conseguì egli stesso più di ciò che il Presidente aveva ottenuto" ([19], p. 300).

Non sappiamo quale magnete del Gabinetto di Fisica fosse stato messo a disposizione di Amici e di Coddè. Certamente non venne fatto uso del cosiddetto "elettromagnete di Bancalari", con cui Bancalari scoprì, a distanza di un anno, il diamagnetismo nei gas, giacché, come vedremo, questo elettromagnete all'epoca non esisteva ancora in quanto tale ma era parte integrante di un apparato in possesso del Gabinetto di Fisica.

Rimane il fatto che, in mancanza di una verifica sperimentale, il presunto effetto del campo magnetico sulla luce segnalato da Coddè fu subito escluso e dichiarato "una illusione ottica" ([19], p. 300), per usare l'espressione utilizzata da un altro partecipante alla sessione, Francesco Orioli (Rettore della facoltà filosofica dell'Università Ionia). Come vedremo, tuttavia, l'idea di Coddè di avvicinare una fiamma a un campo magnetico si trasformò, nelle mani di Bancalari, in un'importante scoperta sperimentale. Tale scoperta era il frutto della preparazione e attenzione di Bancalari verso le ricerche portate avanti da Michael Faraday, in quegli stessi anni, sul rapporto tra magnetismo e materia e in particolare sul comportamento magnetico dei gas ⁽⁶⁾.

4.1. Faraday e il diamagnetismo

All'epoca del convegno di Genova (1846), il nome di Faraday era da tempo di grande prestigio internazionale, grazie ai fondamentali risultati ottenuti nel campo dell'elettromagnetismo, in particolare per la scoperta dell'induzione elettromagnetica (1831). Un anno prima del convegno, Faraday, dopo una pausa di alcuni anni, si era nuovamente interessato al rapporto tra magnetismo e materia, intraprendendo una nuova serie di esperimenti in cui veniva utilizzato un elettromagnete con espansioni opportunamente allungate e alimentato da pile di Grove, in grado di fornire un campo magnetico disomogeneo e relativamente potente ⁽⁷⁾. Sospendendo una sbarretta di "vetro pesante" (borosilicato di piombo), Faraday aveva osservato che questa, a differenza di quanto aveva fino ad allora constatato nel caso di corpi "magnetici" quali il ferro, non si allineava tra il polo Nord e quello Sud ma si poneva "in modo trasversale" ⁽⁸⁾, per poi tornare regolarmente nella posizione iniziale, quando veniva interrotta la corrente. Definendo "direzione assiale" quella che va da polo a polo, e "direzione equatoriale" quella perpendicolare alla prima (fig. 1) Faraday concluse che

⁽⁶⁾ Questo argomento è stato studiato per la prima volta in [21].

⁽⁷⁾ Il nuovo elettromagnete di Faraday era costituito da un'asta di ferro sagomata a ferro di cavallo (donata da un impresario navale), di lunghezza 115 cm, diametro 9,5 cm, e distanza tra le estremità 15 cm. L'avvolgimento in rame oltrepassava i 150 m di lunghezza. Secondo stime successive, l'apparato di Faraday era in grado di generare un campo magnetico tra le espansioni polari non lontano da 1 T ([22], p. 881).

⁽⁸⁾ Si rimanda al par. 7902 dei suoi diari [23], così come riportato in ([22], p. 874).

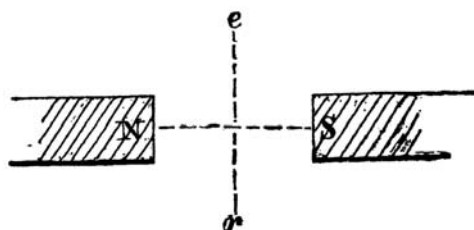


Fig. 1. – “Direzione assiale” (N-S) e “direzione equatoriale” (e-r) in una raffigurazione di Faraday ([24], par. 2252).

attivando l'elettromagnete, in conseguenza di “una proprietà magnetica nuova” ([24], par. 2274) ⁽⁹⁾, la sbarretta si disponeva sempre in direzione equatoriale.

Faraday ripeté gli esperimenti con altre sostanze, trasparenti e non, cristalline o amorfe, liquide (in tubi di vetro sottile) ed anche organiche, prendendo nota in ogni caso dell'orientamento che i campioni assumevano. Egli giunse così a stilare una prima lista di corpi che si ponevano nella direzione equatoriale, da lui chiamati “diamagnetici” ([24], par. 2270). Faraday osservò incuriosito che la lista di corpi diamagnetici comprendeva anche sostanze come il legno, la carne di manzo o le mele, e aggiunse che “se un uomo potesse essere sospeso con sufficiente delicatezza [...] e posizionato nel campo magnetico, egli si orienterebbe in direzione equatoriale, poiché tutte le sostanze di cui è costituito, sangue incluso, posseggono questa proprietà” ([24], par. 2281).

Successivamente, Faraday si concentrò sui metalli, arrivando a stabilire che alcuni di essi presentavano un comportamento diamagnetico ([24], par. 2291), e che in generale potevano essere ordinati “in relazione alla forza magnetica”. Separando le varie sostanze in magnetiche e diamagnetiche (fig. 2a), Faraday definì “il grado zero, o punto mediano” come quella condizione nella quale un metallo o una sostanza è “indifferente alla forza magnetica rispetto ad attrazione o repulsione in aria o nello spazio” ([24], par. 2399).

Continuando nelle sue ricerche, Faraday esaminò l'azione dell'elettromagnete su aria e gas. Collocando l'aria in un tubicino di vetro ermeticamente chiuso, egli notò una debole tendenza del tubo a disporsi in posizione equatoriale, che attribuì al vetro nel quale l'aria era racchiusa. Il medesimo risultato veniva ottenuto rarefacendo l'aria all'interno del tubo o collocando il tubo medesimo in un gas di diversa densità quale idrogeno o acido carbonico. Faraday osservò che “non sembrano esservi sensibili differenze tra aria densa o rarefatta, o tra un gas o vapore e l'altro” ([24], par. 2404). In conclusione, “in tutte le prove [...] i gas e i vapori occupano una posizione mediana tra la classe magnetica e quella diamagnetica”. Inoltre, “le sostanze contrassegnate

⁽⁹⁾ Osservando che l'effetto si ripeteva con sbarrette di varie dimensioni, Faraday concluse che “abbiamo qui una repulsione magnetica senza polarità, ovvero senza riferimento a un particolare polo del magnete, poiché ciascun polo respingerà la sostanza, ed entrambi i poli la respingeranno prontamente” ([24], par. 2274).

	Diamagnetic.	Iron.
	Bismuth.	Nickel.
	Antimony.	Cobalt.
	Zinc.	Manganese.
	Tin.	Palladium.
	Cadmium.	Crown-glass.
	Sodium.	Platinum.
	Mercury.	Osmium.
	Lead.	0° Air and vacuum.
	Silver.	Arsenic.
	Copper.	Æther.
	Gold.	Alcohol.
	Arsenic.	Gold.
	Uranium.	Water.
	Rhodium.	Mercury.
	Iridium.	Flint-glass.
	Tungsten.	Tin.
		Heavy-glass.
		Antimony.
		Phosphorus.
		Bismuth.
Magnetic.		
Iron.		
Nickel.		
Cobalt.		
Manganese.		
Chromium.		
Cerium.		
Titanium.		
Palladium.		
Platinum.		
Osmium.		
	0°	

Fig. 2. – Classificazione di Faraday di una sequenza di metalli (a) e di varie sostanze (b) ordinate relativamente al loro comportamento in un campo magnetico ([24], par. 2399).

come diamagnetiche sembrano perdere immediatamente tutte le tracce di questo carattere non appena passano allo stato di vapore” ([24], par. 2416). Conseguentemente, Faraday collocò l'aria, e i gas, nel *grado zero*, intermedio tra le sostanze magnetiche e quelle diamagnetiche (fig. 2b) ([24], par. 2424), ovvero nel punto in cui le sostanze sembrano essere sprovviste di proprietà magnetiche.

Alla fine del 1845, dunque, le esperienze portate avanti da Faraday avevano mostrato che i gas e il vuoto si collocavano nell'ideale punto mediano di un elenco di sostanze ordinate in base alla sensibilità alla forza magnetica, cioè non erano né magnetiche, né diamagnetiche. Nel medesimo stato di “assenza di una condizione magnetica” sembravano trovarsi anche quelle sostanze che assumevano lo stato di vapore ([24], par. 2434). Di questo risultato, comunque, Faraday non era completamente convinto. Scriveva Faraday:

Comprendere se i risultati negativi ottenuti con l'uso di gas o vapori dipendano dall'inferiore quantità di materia in un dato volume, oppure se questa sia una diretta conseguenza delle alterate condizioni fisiche della sostanza è un punto di grande importanza per la teoria del magnetismo ([24], par. 2435).

A posteriori, è possibile dire che i risultati negativi di Faraday — come lui aveva in parte intuito — erano proprio dovuti alla bassa densità dei gas negli esperimenti da lui progettati.

4.2. Bancalari e il diamagnetismo nei gas

Tutto porta a ritenere che Bancalari fosse perfettamente al corrente di queste ricerche di Faraday. Dopo il Congresso di Genova, infatti, a seguito della relazione

di Coddè, Bancalari individuò nell'esperimento non riuscito del fisico mantovano una possibile strada per approfondire in un modo nuovo, e completamente diverso da quello usato da Faraday, quello, che come abbiamo appena visto, era un punto cruciale delle analisi di Faraday e cioè il comportamento magnetico dei gas. Nella fiamma della candela, dove Coddè aveva "visto" un fenomeno luminoso su cui studiare l'effetto del "magnetismo" (e che pertanto aveva posto tra le espansioni polari di un magnete), Bancalari vide invece un gas incandescente, e di conseguenza l'esperimento di Coddè diventò per Bancalari, un possibile esperimento con cui studiare il comportamento magnetico di un gas.

Bancalari era ben conscio che più il campo magnetico è disomogeneo, più l'effetto di un eventuale diamagnetismo è pronunciato. E ovviamente sapeva che, al fine di procedere allo studio del comportamento magnetico dei gas, aveva l'assoluta necessità di dotarsi di un elettromagnete sufficientemente potente. Fu a questo punto che Bancalari cercò un aiuto nella dotazione strumentale del Gabinetto di Fisica dell'Università di Genova, a costo anche di sacrificare qualche apparato (come di fatto fece).

Tra gli strumenti di più recente acquisto vi era un esemplare di un assai diffuso apparato magneto-elettrico, denominato "macchina di Pixii". Tale dispositivo, progettato e costruito nel 1832 dal costruttore parigino Antoine-Hyppolite Pixii (1808-1835), con l'aiuto di André-Marie Ampère (1775-1836), era un precursore dei generatori di corrente elettrica alternata e si basava sul principio dell'induzione magnetica. Nello strumento di Pixii (si veda fig. 3) tramite un sistema di ingranaggi azionati da una manovella, era possibile far ruotare una grossa calamita posta sotto una coppia di bobine montate su un nucleo di ferro a forma di ferro di cavallo, che fungevano da induttore. Il movimento della calamita produceva nelle bobine una corrente indotta alternata ⁽¹⁰⁾. Bancalari ebbe l'idea che la porzione superiore della macchina di Pixii, cioè la coppia di bobine montate sul nucleo a ferro di cavallo, poteva diventare proprio il potente elettromagnete di cui aveva bisogno per poter studiare il comportamento magnetico della fiamma di una candela.

Con una certa spregiudicatezza, quindi, Bancalari non esitò a smontare dalla macchina di Pixii la parte superiore, a capovolgerla e a modificarla in modo opportuno. In particolare fissò alle due estremità del nucleo a ferro di cavallo due espansioni polari di ferro dolce in modo da creare un campo magnetico disomogeneo e collegò le due bobine a una batteria di 10 pile Bunsen (recentemente inventate) ⁽¹¹⁾. In fig. 3 è riportata un'immagine d'epoca dell'apparato magneto-elettrico di Pixii, affiancata dalla fotografia di un esemplare, anch'esso d'epoca, conservato presso l'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze. In fig. 4 è invece riportata un'immagine dell'apparato realizzato da Bancalari, così come lo si può ammirare oggi presso il Museo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova. L'operazione di Bancalari (che

⁽¹⁰⁾ Per una simulazione del funzionamento dell'apparato di Pixii si rimanda all'animazione visualizzabile presso il sito dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze: <http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=500081>.

⁽¹¹⁾ Nota anche come pila a carbone, la pila Bunsen non era altro che la precedente pila di Grove, utilizzata da Faraday, nella quale la foglia di platino è sostituita da un cilindro di carbone.

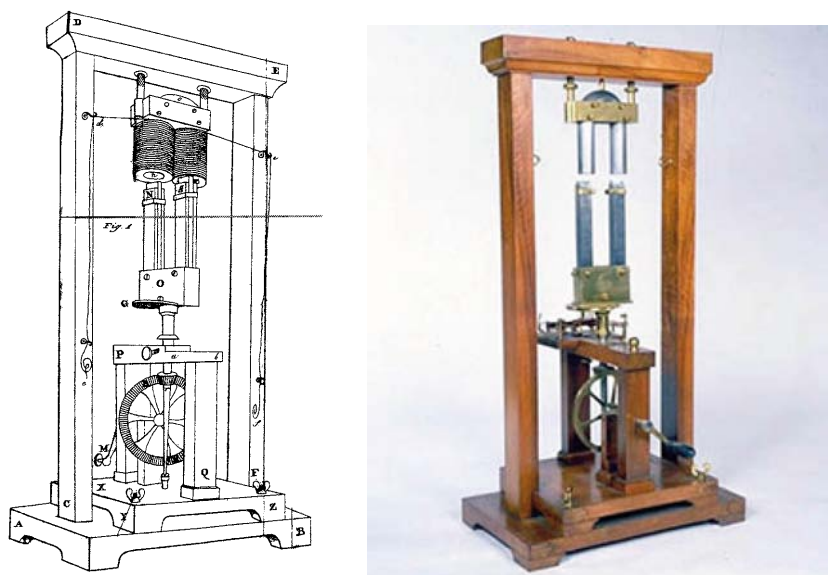


Fig. 3. – A sinistra un disegno della macchina di Pixii tratto dal volume di L. Nobili, *Memorie ed osservazioni edite ed inedite* (Passigli, Firenze) 1834, tav. 11. A destra, un esemplare del medesimo dispositivo conservato presso l'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze (Fotografia di Franca Principe - IMSS, Firenze, riprodotta per gentile concessione dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze). Da notare che nell'esemplare fiorentino, dell'apparato induttore resta solo il nucleo, senza le bobine.



Fig. 4. – L'apparato di Bancalari, custodito presso il Museo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova. Si può osservare, capovolta, la firma del costruttore (originariamente si trovava, dritta, nella parte superiore della macchina magneto-elettrica di Pixii).

potremmo definire, con un neologismo, di “cannibalismo strumentale”) è confermata anche dall’incisione sulla lamina in ottone alla base dell’apparato, che riporta *capo-volta* la firma del costruttore (“Pixii – Rue du Jardinnet 2 – à Paris”) ⁽¹²⁾. Purtroppo non è rimasta traccia dell’altra parte dell’apparato di Pixii (circa i tre quarti) che non è stata utilizzata da Bancalari.

Una volta costruito l’elettromagnete, Bancalari pose tra le due espansioni polari una fiamma di candela, con l’obiettivo preciso di studiare il comportamento magnetico del gas da essa sprigionato. Il risultato fu la dimostrazione di un’inequivocabile “azione del magnetismo temporario sulla fiamma” ([20], p. 122), nel senso che, non appena veniva accesa la corrente, la fiamma veniva respinta dal campo magnetico e si poneva in posizione trasversale rispetto al campo, per poi ritornare nella sua posizione originale quando la corrente veniva spenta.

L’annuncio della scoperta fu fatto per la prima volta da Bancalari il 21 settembre del 1847 alla sezione di Matematica e Fisica del IX Congresso degli Scienziati Italiani, svoltosi (a distanza di un anno da quello di Genova) a Venezia tra il 14 e il 26 settembre 1847. La discussione della comunicazione di Bancalari fu rimandata al giorno seguente; durante questa discussione venne sottolineato, ad esempio da Francesco Cattaneo, professore di matematica e meccanica presso l’“Imperiale Reale Liceo di Como”, che Faraday non aveva osservato nessun effetto del campo magnetico sui gas e vennero sollevati dubbi, ad esempio da Giuseppe Belli, Professore di fisica dell’Università di Pavia, sul fatto che un elettromagnete potesse “influenzare forma e luminosità della fiamma”. Da notare, al riguardo, l’alta preparazione dei fisici italiani intervenuti al Congresso di Venezia rispetto ai recenti sviluppi dell’elettromagnetismo.

Al termine della discussione, venne nominato dal Presidente della sessione, il fisico Luigi Magrini (già collaboratore di Leopoldo Nobili nello studio dei fenomeni elettromagnetici), un Comitato presieduto proprio da Belli, con lo scopo di ripetere ed esaminare, entro la conclusione dei lavori, l’esperimento di Bancalari.

Come riportato nel Diario del congresso, a distanza di tre giorni, l’esperimento fu ripetuto con successo nei locali del “segretariato della sezione di fisico-matematica”, utilizzando strumenti forniti dal triestino Bernhard von Wüllerstorff, Direttore della Specola e Professore di Astronomia nell’“Imperial Regio Collegio di Marina in Venezia” ⁽¹³⁾. Alla dimostrazione assistettero Belli, Cattaneo e Perego, quali membri del Comitato, e diversi altri scienziati, tra cui il Presidente e i due Vicepresidenti della sessione.

Secondo il rapporto pubblicato nel Diario, “tutti con piena soddisfazione e in una maniera evidentissima vedemmo, che ogni volta che veniva messa in giro la corrente la fiamma mostrava di sentire dai due pezzi di ferro, un’azione ripulsiva, venendo respinta

⁽¹²⁾ I laboratori di Pixii, nonché del padre, Nicolas Constant Pixii-Dumotiez, anch’egli costruttore di strumenti, furono in effetti situati in rue du Jardinnet dal 1819 al 1839.

⁽¹³⁾ Il barone Bernhard von Wüllerstorff divenne in seguito celebre per la circumnavigazione del globo con una spedizione scientifica, al comando della fregata “Novara” della i.r. marina austriaca nel periodo 1857-1859; divenne vice-ammiraglio e fu ministro del commercio dell’impero asburgico ([25], pp. 214-215).

alcun poco all'infuori, e che quest'azione cessava immediatamente al ritogliersi della corrente" ([20], p. 122).

Il Comitato, dopo aver ricordato "per amor del vero che la possibilità di un'azione del magnetismo sulla fiamma non è pensiero nuovo, essendo stato esternato da uno dei membri intervenuti al congresso di Genova, il sig. Coddè", e dopo aver ribadito che gli esperimenti di Coddè, comunque, "non si credettero bastevoli a concludere", il Comitato così terminava il proprio rapporto:

Laonde ci sembra che l'esperienza del signor Bancalari sia la prima la quale ponga fuori di dubbio questo importante fatto che apre un nuovo campo alla scienza, e stabilisce quasi certa l'azione del magnetismo sui fluidi aeriformi, azione già negata dal grande Faraday, che aveva pure tentato su ciò un gran numero d'esperienze ([20], p. 123).

Stranamente Bancalari non pubblicò mai i risultati annunciati al congresso di Venezia, a parte una breve comunicazione sul primo numero della rivista "*Corrispondenza scientifica*" ⁽¹⁴⁾, fondata proprio nel 1847. Da questa comunicazione, comunque apprendiamo che Bancalari aveva esteso le sue indagini anche ai vapori dell'acqua e dell'alcool in ebollizione, mostrando che "sottoposti all'azione dell'elettro-magnetismo presentano i medesimi moti di ripulsione della fiamma e del fumo". Riguardo all'apparato utilizzato, "perché nulla in esso è fuori dall'ordinario", Bancalari si limitava a specificare che "la corrente era somministrata da una pila alla Bunsen di 10 coppie mediocrementemente cariche; la distanza tra le ancore era di quattro a cinque millimetri" [26].

Subito dopo la comunicazione al congresso di Venezia, la scoperta di Bancalari del diamagnetismo dei gas fu ripresa da Francesco Zantedeschi, professore di fisica presso il Liceo i.r. di Venezia. Interessato da lungo tempo ai fenomeni elettromagnetici, e lui stesso autore di un articolo di rassegna basato sui lavori di Faraday sul diamagnetismo nella materia [27], Zantedeschi, dopo aver tentato di rifare l'esperimento di Bancalari presso il proprio Liceo a Venezia, senza tuttavia osservare "l'asserito fenomeno", riuscì in seguito ad osservarlo presso il Gabinetto di Fisica dell'Università di Torino, con l'aiuto dei macchinisti Jest, padre (Enrico Federico) e figlio (Carlo) [28]. In particolare, Zantedeschi ebbe modo di constatare che l'effetto del magnetismo sulla fiamma si osservava sia mediante l'utilizzo di espansioni polari cave, come quelle presenti nell'apparato di Bancalari, sia con espansioni piene ⁽¹⁵⁾. L'articolo di Zante-

⁽¹⁴⁾ Fondata nel 1847 da Caterina Scarpellini, nipote dell'Abate Feliciano Scarpellini (già Direttore dell'Osservatorio dell'Università di Roma "La Sapienza" e professore di "fisica sacra" e di astronomia all'Università), e dal marito Erasmo Fabri, la rivista aveva come scopo quello di diffondere lavori scientifici e tecnici prodotti in Italia e all'estero. L'attività dei coniugi Scarpellini (il marito assunse il cognome della moglie) rappresentò un importante tentativo di coordinamento tra le istituzioni scientifiche presenti nell'Italia contemporanea.

⁽¹⁵⁾ Zantedeschi apprese di questa caratteristica delle espansioni polari utilizzate da Bancalari attraverso il macchinista Cobres, che si era occupato dell'esperimento organizzato a Venezia. "Conobbi — scrisse Zantedeschi — che i due pezzi di ferro dolce, che costituivano l'ancora interrotta,

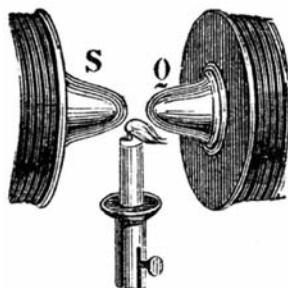


Fig. 5. – Tavola in cui viene riprodotto un esperimento per studiare il comportamento magnetico dei gas. (GANOT A., *Trattato elementare di fisica* (Pagnoni, Milano) 1864, p. 670).

deschi, scritto a metà ottobre del 1847, fu inviato a vari scienziati, in Italia e all'estero, tra i quali Faraday. Fu così che il fisico inglese apprese della scoperta di Bancalari e dei successivi esperimenti di Zantedeschi ([29], p. 401). Per decisione di Faraday, l'articolo di Zantedeschi fu tradotto in inglese e pubblicato sul fascicolo di dicembre del prestigioso *Philosophical Magazine* [30]. Nel frattempo, il 26 novembre, Zantedeschi tentò di limitare il ruolo di Bancalari nella scoperta del diamagnetismo dei gas facendo leva sul fatto che Bancalari non pubblicò mai una vera e propria memoria scientifica e che Coddè ebbe per primo l'idea di un possibile effetto del magnetismo sulla fiamma [31]. Tali rimostranze non ebbero, tuttavia, alcun effetto. La priorità scientifica di Bancalari fu affermata dallo stesso Faraday in un lavoro appositamente dedicato al diamagnetismo nella fiamma e nei gas pubblicato contemporaneamente alla traduzione dell'articolo di Zantedeschi. Come scrisse Faraday, “felicitemente, la scoperta di P. Bancalari è ora riuscita a dirimere in modo totalmente soddisfacente la questione [del diamagnetismo nei gas]” [29, p. 420].



Fig. 6. – Immagine della targa, scritta in francese, apposta sul supporto in legno dell'apparato di Bancalari.

erano nella direzione assiale forati” ([28], *Raccolta*, p. 98). Inizialmente, Zantedeschi fu indotto a ritenere che l'effetto osservato da Bancalari fosse spurio in quanto dovuto a correnti d'aria uscenti dai fori.

Faraday immediatamente fece proprio il metodo utilizzato da Bancalari per studiare il comportamento magnetico dei gas, perfezionandolo ulteriormente e dimostrando che molti gas comuni sono sempre diamagnetici, escluso l'ossigeno che lo è solo ad alte temperature. In conclusione, nel giro di pochi anni la strategia di Bancalari di studiare il comportamento magnetico dei gas attraverso la fiamma divenne di uso comune ed entrò nei manuali di fisica (fig. 5). Dopo la scoperta del diamagnetismo dei gas, Bancalari si interessò alla fisica molecolare, dando anche in questo settore notevoli contributi. Morì improvvisamente nel 1864 ⁽¹⁶⁾.

4.3. Garibaldi e l'Esposizione Internazionale di Parigi

Dopo la scomparsa di Bancalari, venne nominato professore di Fisica Generale e Sperimentale Pietro Maria Garibaldi (1823-1902). Laureato in medicina e già assistente di Bancalari, Garibaldi era uno studioso vivamente interessato alle scienze sperimentali e in particolare alla Fisica dell'Atmosfera e del Sole. Fu membro di diverse accademie scientifiche e acquistò una certa fama internazionale per alcuni lavori, sulle radiazioni oscure provenienti dal sole e dai metalli incandescenti (pubblicati sugli Atti della R. Accademia dei Lincei e citati da fisici solari, quali padre Angelo Secchi), e per gli studi sulle variazioni declinometriche diurne del campo magnetico terrestre in relazione all'attività solare. P.M. Garibaldi arricchì ulteriormente il Gabinetto di Fisica, acquistando strumenti scientifici e apparecchi per dimostrazioni in aula, alcuni di pregio, come risulta dal registro acquisti del Gabinetto, risalente al 1883.

Quando nel 1881 venne organizzata a Parigi la prima *Exposition Internationale d'Electricité* (dal 1° agosto al 15 novembre), Garibaldi, consapevole dell'importanza della scoperta di Bancalari, decise di iscrivere all'Esposizione il Gabinetto di Fisica dell'Università di Genova, facendolo partecipare proprio con l'apparato di Bancalari, nonostante che, come si è prima detto, fosse in realtà un pezzo modificato di una macchina preesistente. A testimonianza di questa partecipazione, troviamo ora, sul supporto di legno su cui è appoggiato l'apparato di Bancalari, una didascalia scritta in tre lingue diverse (italiano, francese, inglese), come si conviene a un'esposizione internazionale, e con la data (1881) corrispondente a quella dell'Esposizione (fig. 6).

Dal testo si apprende che Bancalari fu assistito, nelle sue esperienze sul diamagnetismo dei gas, dallo stesso Garibaldi, all'epoca ancora suo studente. Il testo italiano della didascalia è il seguente:

R. Università di Genova, Gabinetto di Fisica
Apparato col quale il Prof. M. Bancalari nel 1847 assistito dal sottoscritto dimostrava per il primo il diamagnetismo dei gas.
Genova, Luglio 1881 - Prof. P.M. Garibaldi

⁽¹⁶⁾ In relazione ai successivi contributi di Bancalari alla fisica molecolare è in corso un'analisi storica da parte degli autori.

ed al rinnovamento in senso moderno dell'insegnamento della fisica. Egli tuttavia, forse per la breve permanenza, forse per difficoltà incontrate nell'ambiente ligure, non riuscì a rendere Genova un centro di eccellenza per la ricerca, ciò che invece realizzò nel 1913 quando si trasferì a Firenze.

Nel 1911 Garbasso costituì l'Istituto di Fisica dell'Università, che prese il posto dell'ormai superato Gabinetto di Fisica. Con lui si chiuse il travagliato periodo di fondazione della fisica sperimentale genovese. Esattamente ottant'anni dopo, nel 1991, veniva inaugurato il Museo del Dipartimento di Fisica (DIFI). Realizzato nei locali del DIFI in seguito al trasferimento dalla vecchia sede di Viale Benedetto XV, nel quartiere di S. Martino, al nuovo edificio dipartimentale sito in Valletta Puggia, il Museo veniva istituito per iniziativa di Giovanni Boato, Professore di Fisica dell'ateneo genovese. Il Museo di Fisica conserva una collezione che, ad oggi, comprende 621 esemplari catalogati, tra strumenti ed apparati scientifici. Di questi, 276 strumenti provengono dal vecchio Gabinetto di Fisica, e costituiscono la parte più antica della collezione scientifica conservata dal Museo. La restante strumentazione proviene in massima parte dall'ex Istituto di Fisica Sperimentale, mentre altri strumenti, i più recenti, sono pervenuti dall'ex Istituto di Scienze Fisiche (attivo fino al 1983) e dai laboratori degli Enti pubblici di ricerca operanti all'interno del Dipartimento di Fisica di Genova.

Attualmente il Museo collabora attivamente con l'Assessorato alla Cultura della Regione Liguria nel recupero e nella catalogazione delle collezioni di strumenti scientifici giacenti presso scuole ed altre istituzioni presenti nella regione. Si può dire che sinora il risultato più significativo di questo impegno è la realizzazione di due musei scientifici, il Museo Scientifico “Sanguineti – Leonardini” dell'Osservatorio Meteoro-Sismologico del Seminario di Chiavari ed il Museo Scientifico del Gabinetto di Fisica del Liceo Classico “Cassini” di San Remo, all'interno dei quali è custodita ed è fatta emergere la storia scientifica di queste due importanti istituzioni liguri.

6. Conclusioni

La ricerca in fisica, che si è svolta in Italia durante l'Ottocento, come è noto, è stata oggetto di valutazioni fortemente critiche da parte degli studiosi. Valga a titolo di esempio quella formulata dal premio Nobel per la fisica Emilio Segrè, esattamente trent'anni fa proprio sulle pagine del *Giornale di Fisica*:

La fisica italiana ha avuto oscillazioni di grande ampiezza. I massimi antichi risalgono ai tempi di Galileo e Volta. Nei minimi si è quasi estinta. Le ragioni sono molte e non è qui il luogo di analizzarle. Influi certo, oltre ad altre cause, lo scarso numero di fisici e dei centri di fisica, che ha impedito il formarsi di una solida scuola che tenesse viva la fiaccola nei periodi in cui mancava un grande luminare [...]. Dopo il periodo splendido di Volta e Avogadro si entra in un periodo di magra. Non che non ci siano stati dei fisici importanti: per citarne i principali, Leopoldo Nobili [...], Macedonio Melloni [...], Giovan Battista Amici [...]. Ottavio Mossotti [...] tuttavia i loro contemporanei erano in Inghilterra Faraday, W. Thomson e Maxwell; in Francia: Ampère,

Fresnel, Carnot; in Germania: Ohm, Fraunhofer, Clausius e Helmholtz. Un paragone sarebbe inutile e odioso ([34], p. 163).

Avventurarsi in paragoni simili sarebbe sicuramente azzardato. Tuttavia l'analisi storiografica sin qui condotta sembra dimostrarci che la valutazione di Segrè, pur contenendo elementi di verità, non rappresenta tutta la verità. Se è vero che, nell'Ottocento, ricercatori della statura di Faraday non hanno operato nel nostro paese, è altrettanto vero che anche meno conosciuti fisici italiani hanno contribuito allo sviluppo della fisica, come dimostrato dall'episodio di Bancalari. Se è vero che in termini quantitativi, anche il numero di fisici e di centri di ricerca presenti era carente rispetto al quadro internazionale, rimane il fatto che, almeno a partire dagli anni '30 dell'Ottocento, i Congressi degli scienziati italiani hanno rappresentato una vivace rete di interscambio di informazioni, strettamente collegata con i Gabinetti di Fisica esistenti, ponendosi come un valido punto di riferimento per la comunità scientifica nazionale e anche internazionale.

Comunque questi sono temi ancora tutti da approfondire. Un mezzo per far questo, a nostro avviso, è proprio lo studio della strumentazione che ci è stata tramandata dai vecchi Gabinetti di Fisica, uno studio non mirato semplicemente ad approfondirne le caratteristiche tecnico-costruttive ma che faccia emergere quelle che sono state le eventuali ricerche portate avanti con detta strumentazione. Senza uno studio del genere, sicuramente, la storia della scoperta di Bancalari del diamagnetismo nei gas sarebbe rimasta sconosciuta.

* * *

Si ringrazia FRANCESCO GUERRA (Sapienza Università di Roma) per utili suggerimenti. Si ringrazia altresì l'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze per l'immagine riprodotta in fig. 3.

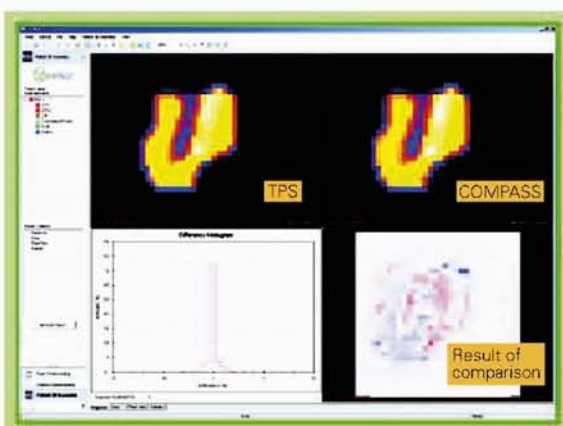
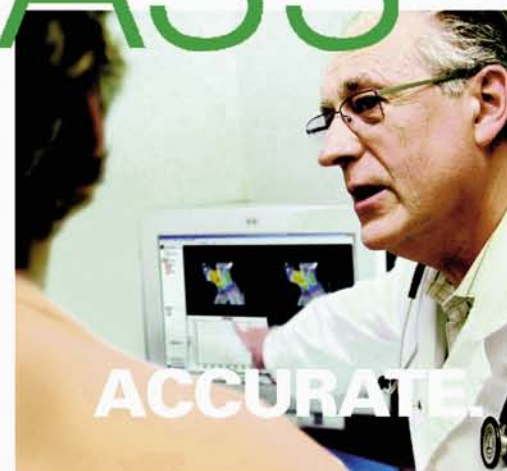
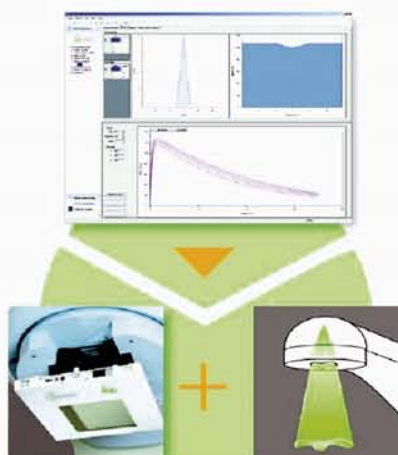
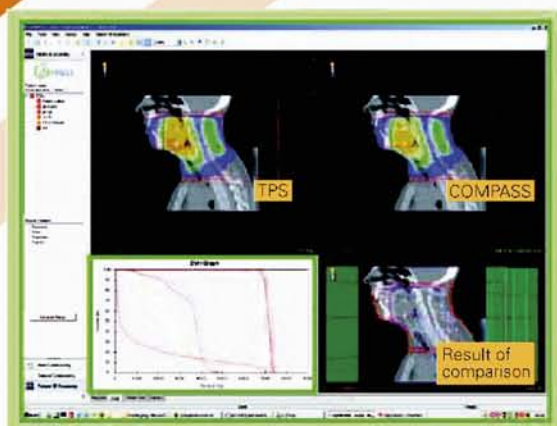
Bibliografia

- [1] BRENNI P., "Strumenti di meccanica", in MINIATI M. (a cura di), *Museo di Storia della Scienza: catalogo* (Giunti, Firenze) 1991.
- [2] ZINI G., "La fisica sperimentale e il Gabinetto di fisica dell'ateneo ferrarese tra la fine del secolo XVIII e l'inizio del XX", *Annali di Storia delle Università Italiane*, **8** (2004).
- [3] ROERO C. S., "Il 'Gabinetto di Fisica' nel settecento", in GIACOBINI G. (a cura di), *La memoria della scienza. Musei e collezioni dell'Università di Torino* (Università degli Studi e Fondazione CRT, Torino) 2003, pp. 53-58.
- [4] SALANDIN G. A. e PANCINO M., *Il "teatro" di filosofia sperimentale di Giovanni Poleni* (Lint, Trieste) 1987.
- [5] DRAGONI G., "La ricostituzione del Museo dell'Istituto di fisica dell'Università di Bologna", in TAROZZI G. (a cura di), *Gli strumenti nella storia e nella filosofia della scienza* (Istituto per i beni artistici e culturali della Regione Emilia Romagna, Bologna) 1982, p. 63; DRAGONI G. (a cura di), *Instrumenta. Il patrimonio scientifico Italiano* (Grafis, Bologna) 1991.
- [6] IANNIELLO M. G., *La storia dell'Istituto di Fisica della Sapienza attraverso le sue collezioni di strumenti* ([s.n.], Roma) 2003.
- [7] LEVI F. A., "Il teatro di Fisica sperimentale di Perugia del XVIII secolo", *L'Università* (Novembre 1989).

- [8] FERRARESI A., "Il Gabinetto pavese di fisica sperimentale nella seconda metà del secolo XVIII", *Annali di storia delle università italiane*, **7** (2003) 91-110.
- [9] CADOPPI G., "Gabinetti scientifici e strumentaria nel Ducato di Modena", in TAROZZI G. (a cura di), *La scienza degli strumenti* (Accademia Nazionale di Scienze Lettere e Arti – Modena, Bologna) 1989, pp. 27-48.
- [10] BOATO G. e BRUZZANITI G., *Strumenti nella Fisica dell'Ottocento* (Sagep, Genova) 1993; PAOLETTI A. (a cura di), *Museo di Fisica. Physics Museum* (Microart, Recco, Genova).
- [11] SCHETTINO E., *Le collezioni strumentarie del Museo di Fisica* (Dipartimento di Scienze Fisiche, Napoli) in stampa.
- [12] VETRANO F. (a cura di), *Il Gabinetto di fisica dell'Università di Urbino: la sua storia, il suo museo* (Istituto poligrafico e Zecca dello Stato, Libreria dello Stato, Roma) 1996.
- [13] CORRIDI F., Relazione, *Atti della prima riunione degli scienziati italiani tenuta in Pisa nell'ottobre del 1839* (Nistri, Pisa) 1840.
- [14] ISNARDI P. L., *Storia dell'Università di Genova* (Tipografia sordo-muti, Genova) 1867, Parte Seconda.
- [15] ROBOTTI N. e LEONE M., "La Fisica tra teorie ed esperimenti", *Erudizione e storiografia settecentesche in Liguria* (Accademia Ligure di Scienze e Lettere, Genova) 2004, pp. 656-666.
- [16] PICANYOL L., *Gli Scolopi nell'Università di Genova* ([s.n.], Roma) 1940.
- [17] CELESIA E., *Storia della Università di Genova dal 1814 fino a' di nostri* (Tipografia sordo-muti, Genova) 1867.
- [18] CODDÈ L., *Il magnetismo animale svelato, ossia teoria e pratica dell'antropo-elettromagnetismo in armonia colle leggi di fisica, chimica e psicologia ed una nuova meccanica delle sostanze* (Tip. Corrado, Casale) 1851.
- [19] *Atti della ottava riunione degli scienziati italiani tenuta in Genova dal 14 al 29 settembre 1846* (Ferrando, Genova) 1847.
- [20] *Diario del IX Congresso degli scienziati italiani* (Venezia, 1848), pp. 122-123. Si veda anche BRIGNARDELLO G.B., in *Giornale Ligustico di Archeologia, Storia e Belle Arti (Sezione di Storia)* (1874) 52-66.
- [21] BOATO G. e MORO N., "Bancalari's role in Faraday's discovery of diamagnetism and the successive progress in the understanding of magnetic properties of matter", *Ann. Sci.*, **51** (1994) 391-412.
- [22] CAVICCHI E., "Experimenting with magnetism: Ways of learning of Joann and Faraday", *Am. J. Phys.*, **65** (1997) 867-882.
- [23] FARADAY M. e MARTIN T. (ED.), *Faraday's Diary, Being the Various Philosophical Notes of Experimental Investigation*, Vol. 1-7 (Bell, London) 1932-1936.
- [24] FARADAY M., *Experimental researches in electricity*. Reprinted from the *Philosophical Transactions* of 1846-1852 with other electrical papers from the *Proceedings of the Royal Institution and Philosophical Magazine*, Vol. III (Taylor and Francis, London) 1855.
- [25] VON WÜRZBACH C., *Biografisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich* (k.k. Hof und Staatsdruckerei, Wien) 1889.
- [26] BANCALARI M. A., "Dell'azione dell'elettro-magnetismo sui vapori dell'acqua e dell'alcool", *Corrispondenza Scientifica (Roma)*, **1** (1848) 81.
- [27] ZANTEDESCHI F., "Dell'azione dell'elettro-magnetico sopra i corpi ponderabili", *Raccolta fisico-chimica Italiana* (Antonelli, Venezia) 1848, pp. 67-95.
- [28] ZANTEDESCHI F., "Dei movimenti che presenta la fiamma sottoposta all'influenza elettromagnetica", *Gazzetta Piemontese*, **242** (1847); *Corrispondenza Scientifica (Roma)*, **1** (1848) 51-52. *Raccolta fisico-chimica Italiana*, cit., pp. 97-100.
- [29] FARADAY M., "On the diamagnetic conditions of flame and gases", *Philos. Mag.*, **91** (1847) 401-421.
- [30] ZANTEDESCHI F., "On the motions presented by flame when under the electro-magnetic influence", *Philos. Mag.*, **91** (1847) 421-424.
- [31] ZANTEDESCHI F., "Sopra alcuni fatti di elettro-magnetismo indicati nella nota del prof. Bancalari", *Corrispondenza Scientifica (Roma)*, **1** (1848); *Raccolta fisico-chimica Italiana*, cit., pp. 105-109.
- [32] MINISTÈRE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES, *Exposition Internationale d'Electricité. Paris 1881. Catalogue Général Officiel* (Lahure, Paris) 1881, p. 116.
- [33] EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ, "La distribution des récompenses", *La Lumière Electrique*, **3**, no. 60 (1881) 144; *L'Électricien*, **1** (1881-82) 107.
- [34] SEGRÈ E., "Per il settantesimo compleanno di Edoardo Amaldi", *G. Fis.*, **20** (1979) 163-183.

COMPASS

Your guide to next generation monitoring and verification



- Determinazione della distribuzione di dose durante il trattamento radioterapico del paziente (misura della mappa di fluenza e calcolo della distribuzione spaziale di dose).
- Visualizzazione della distribuzione di dose 3D sull'anatomia del paziente (immagini TAC).
- Comparazione tra la distribuzione di dose misurata e quella pianificata.



EL.SE. s.r.l.
Via Pier della Francesca, 26
20090 - Trezzano s/N (MI) - Italy

www.el-se.com
info@el-se.com



**We work with Energy
In Radiation Technology**

IV European Conference of Medical Physics on Advances in High Field Magnetic Resonance Imaging

Udine, 23-25 Settembre 2010

Resoconto a cura di Stefano Agostinelli
S.C. Fisica Medica
Istituto Nazionale per la Ricerca sul Cancro, Genova

Nella magnifica cornice del Congress Centre Hypobank di Udine si è svolta dal 23 al 25 settembre 2010 la IV European Conference of Medical Physics. Quest'anno la conferenza, organizzata dalla S.C. Fisica Sanitaria dell'Azienda Ospedaliero Universitaria S. Maria della Misericordia di Udine con il contributo di EFOMP, AIFM e ESMRMB (European Society of Magnetic Resonance in Medicine and Biology), è stata focalizzata sullo stato dell'arte nell'imaging di risonanza magnetica ad alto campo. All'interno della conferenza è stato inoltre ritagliato il Refresh Course "Advanced Techniques in Magnetic Resonance" organizzato dalla Scuola "Caldirola" dell'AIFM e dal ESMRMB. Sia la Conferenza, sia il Refresh Course hanno fornito crediti formativi europei (CPD) e sono stati entrambi accreditati ECM.

La conferenza è stata aperta da due sessioni di altissimo livello che hanno fatto il punto sugli ultimi sviluppi tecnologici che troveranno applicazione negli scanner High-Field (HF 3-4 T) e Ultra-High-Field (UHF ≥ 7 T). È chiaramente emerso come a livello europeo ed internazionale la tecnologia 3T sia ormai una realtà ben consolidata, per cui emerge sempre più forte l'interesse verso l'UHF, sebbene tuttora sussistano alcuni problemi principalmente legati all'omogeneità del campo di eccitazione e al SAR indotto nel paziente. A questo riguardo sono state proposte numerose migliorie che investono un po' tutti i settori della catena dell'imaging: eccitazione con traveling wave o con sistemi multi-transmit ottimizzati sul paziente, sequenze di tipo VERSE (variable rate selective excitation) e hyper-TSE, sistemi di tipo parallel imaging per velocizzare la fase di acquisizione. Alcune di queste soluzioni sono già state adottate dall'industria e stanno apportando notevoli benefici, anche a livello di High-Field, in termini di qualità immagine e ottimizzazione di SAR.

Le successive sessioni hanno trattato le applicazioni MRI HF e UHF. È stato dimostrato come ad alto campo l'incremento del SNR comporti un notevole miglioramento della qualità immagine soprattutto a livello cerebrale: a questo riguardo le immagini ad altissima risoluzione di anatomia con neuroimaging a 7 T sono state particolarmente impressionanti. Altrettanto chiaramente è emerso il fatto che, a causa dell'aumento del tempo di rilassamento T1, della diminuzione del tempo T2/T2* e dell'aumento del fat-water shift, le sequenze vanno riottimizzate per l'alto campo e l'osservatore deve

prendere confidenza con le nuove caratteristiche di contrasto. L'alto campo rende inoltre possibili applicazioni prima impensabili come il sodium imaging ed il T2 mapping delle cartilagini.

A livello di fMRI, Diffusion Weighted (DWI) e Diffusion Tensor Imaging (DTI) sono state presentate numerose applicazioni, soprattutto nel campo delle Neuroscienze, le quali hanno dimostrato come l'alto campo produce risultati con maggiore risoluzione e maggiormente consistenti. Particolare interesse hanno suscitato le tecniche di Susceptibility Weighted Imaging (SWI) in cui l'immagine di fase viene sfruttata per ricostruire una mappa della suscettività utilizzata per esaltare il contrasto delle immagini di tipo morfologico.

Le ultime tre sessioni hanno infine presentato alcune novità inerenti al Quality Assurance, alle problematiche di sicurezza e di educazione degli operatori. Riguardo alla sicurezza di particolare interesse sono stati gli interventi del Dott. P. Vecchia dell'ISS di Roma che ha presentato le nuove raccomandazioni del ICNIRP e del Dott. S. Keevil del St. Thomas' Hospital di Londra che ha presentato una review sulle raccomandazioni a livello europeo e ha fatto il punto sulla situazione della direttiva che la Comunità Europea sta elaborando al riguardo.

Il Refresh Course è stato opportunamente organizzato utilizzando spazi liberi della conferenza dando quindi modo a tutti di seguire entrambi gli eventi. Il corso è partito dai principi fisici del segnale di risonanza e dalle caratteristiche del contrasto, per poi addentrarsi negli argomenti più avanzati come la costruzione delle bobine di trasmissione/ricezione, le tecniche di correzione delle distorsioni geometriche e l'elaborazione delle immagini di fase per ottenere immagini SW.

In conclusione possiamo dire che, grazie alla qualità degli interventi scientifici presentati dai maggiori centri di eccellenza europei, la IV European Conference of Medical Physics ha centrato in pieno il suo obiettivo di presentare le novità sulla evoluzione del MRI ad alto campo. Il Refresh Course è stato molto utile per tutti i partecipanti in quanto pianificato in modo da renderlo complementare ai contenuti della conferenza. Un ringraziamento agli organizzatori dell'evento anche per la logistica, molto confortevole e di facile accesso. La 5th European Conference on Medical Physics si terrà dal 1 al 3 settembre 2011 al Trinity College di Dublino in collaborazione con l'Institute of Physics and Engineering in Medicine (IPEM).



Sistema di frazionamento automatico

Mod. NMC-μ

Il sistema di frazionamento automatico Mod. NMC-μ è un sistema schermato a flusso laminare verticale progettato appositamente per la preparazione automatica di dosi per la diagnostica PET e per il frazionamento di dosi di radioisotopi della medicina nucleare convenzionale, in accordo con le procedure cGMP.

Il sistema di frazionamento automatico Mod. NMC-μ risulta una soluzione economica, versatile e tecnologicamente avanzata, per qualsiasi necessità nella dispensazione di prodotti radiofarmaceutici in PET e in medicina nucleare. Questo sistema è composto da:

► Cella di manipolazione Med. Nucleare e PET Mod. NMC 30/DDS-VF (foto 1)

Schermatura

Versione "Light"

- Schermatura Pb su tutti i lati: 30 mm Pb
- Finestra: 30 mm Pb Eq
- Area calibratore: 50 mm Pb
- Peso totale: 3000 Kg

Versione "Heavy"

- Schermatura Pb su tutti i lati: 50 mm Pb
- Finestra: 50 mm Pb Eq
- Area calibratore: 50 mm Pb
- Peso totale: 4000 Kg

Certificazioni

- U.S. Federal Standard 209E Classe 100 (M 3.5) (contaminazione particellare dell'aria)
- EEC GMP III ED. Classe "A" (contaminazione particellare dell'aria)
- ISO 14644-3 e NSF 49 (flusso laminare)

Dimensioni

Esterne: Larghezza: 1000 mm / Profondità: 850 mm / Altezza: 2480 mm
Interne (utili): Larghezza: 740 mm / Profondità: 585 mm / Altezza: 730 mm

► Nuova unità di frazionamento automatico delle dosi microDDS-A (patent pending) (foto 2)

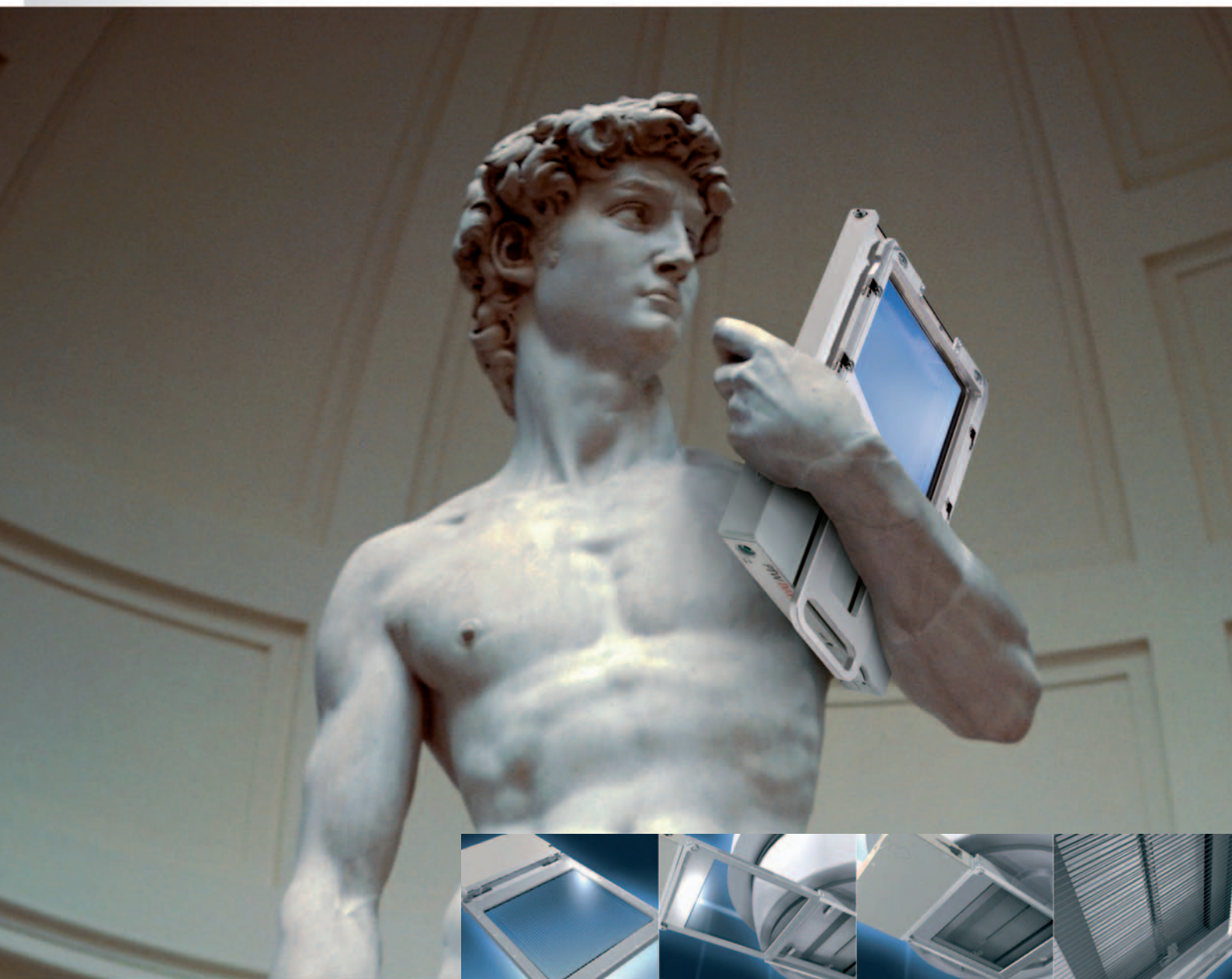
- Accuratezza in volume: $\sigma < 8 \mu\text{l}$
- Tempo medio di preparazione (per siringa): < 60 sec.

Esempi di accuratezza sull'attività in condizioni operative tipiche di una Radiofarmacia
(Fine della sintesi: 120 mCi/mL - Siringa da 10 mCi e 30 mCi/mL - Siringa da 10 mCi):

Concentrazione EOS	120	mCi/mL
Attività richiesta in siringa	10	mCi (i.e. 0,083 mL)
Accuratezza	9,6	%
Concentrazione EOS	30	mCi/mL
Attività richiesta in siringa	10	mCi (i.e. 0,33 mL)
Accuratezza	2,4	%

- Conformità all'FDA 21 CFR part.11
- Moduli: database pazienti, gestione calibratore di dose, misura residuo, statistiche, veloce e facile inserimento dati del paziente, archivio database delle dosi facilmente scaricabile on-line.





Tema Sinergie e PTW, protagonisti in Radioterapia presentano

PTW DAVID verifiche dosimetriche IMRT in vivo

- ▶ **Monitoraggio della dose** erogata al paziente (in accordo a EURATOM 97/43) e verifica del MLC durante il trattamento IMRT (step & shoot oppure dinamico);
- ▶ **registrazione, analisi e documentazione** completa di ciascuna seduta di trattamento, senza aumentarne la durata;
- ▶ **tecnologia wireless** (Bluetooth per la trasmissione dati, alimentazione tramite accumulatori Ni-MH ricaricabili);
- ▶ **innovativa tecnologia MLC** (Multiwire Ion Chamber technology) e disponibilità totale del campo luminoso anche quando PTW DAVID è inserito nell'accessory tray (camera otticamente trasparente);
- ▶ **specifico per ciascun modello** MLC ELEKTA, SIEMENS, VARIAN in commercio.

Per maggiori informazioni, il personale specializzato TEMA SINERGIE è a Vostra disposizione.

IL TUBO DI CROOKES E LE LAMPADE DELL'ANTICO EGITTO

Mario Reggio

Premessa: la fulminea diffusione della scoperta dei raggi X

Wilhelm Conrad Röntgen annunciò alla Società di Fisica Medica di Würzburg il 28 dicembre 1895 che l'8 novembre aveva scoperto un nuovo tipo di raggi, e subito dopo, il giorno di capodanno, inviò una relazione scritta anche all'estero, a numerosi colleghi. Il 5 gennaio la notizia della scoperta uscì su un giornale di Vienna, il "Neue Freie Presse"; di qui, tramite telegrafo, la notizia fece subito il giro del mondo. La prima pubblicazione ufficiale di Röntgen uscì il 28 gennaio, ma già un fermento febbrile e tumultuoso aveva percorso il mondo intero, e non solo nei laboratori di Fisica.

Prima ancora della pubblicazione dell'articolo di Röntgen, sull'incalzare di queste notizie che avevano diffuso grande eccitazione in tutto il mondo scientifico, all'università di Padova si erano realizzate alcune radiografie, considerate all'epoca delle autentiche meraviglie, al punto di venire datate (16 – 18 gennaio 1896) e firmate dall'autore (Giuseppe Vicentini)⁽¹⁾. Addirittura ci fu chi si vantò di aver prodotto radiografie prima ancora della scoperta dei raggi X: Arthur W. Goodspeed, dell'Università di Pennsylvania, Philadelphia, si ricordò che nel 1890 aveva trovato delle strane ombre a forma di disco su una lastra fotografica ancora vergine che si trovava su un tavolo su cui stava effettuando esperimenti mediante tubi a scarica nel vuoto. Goodspeed ripeté le condizioni sperimentali con cui aveva osservato il fenomeno delle ombre circolari e finalmente il fatto, dapprima così misterioso, trovò una spiegazione alla luce della nuova scoperta. La priorità quindi della prima radiografia ufficialmente documentata, addirittura sei anni prima della scoperta dei raggi X, spetta a Goodspeed, anche se all'inizio nessuno era stato in grado di spiegare il fenomeno⁽²⁾.

Un protagonista: Il tubo di Crookes.

Tutto questo immediato fervore di prove ed esperimenti con i nuovi raggi fu reso possibile da un dispositivo che in quel tempo aveva trovato subito grande diffusione nei laboratori di fisica di tutto il mondo, oltre che nel laboratorio di Röntgen: il tubo di Crookes, che, in sostanza, fu il primo tipo di "acceleratore di particelle" facilmente disponibile per esperimenti e ricerche di Fisica. Fu per esempio grazie ad un tubo di Crookes che, nel 1897, Thomson poté dimostrare che l'atomo non era una unità elementare, indivisibile, ma che si componeva, oltre che di una parte carica positivamente, anche di particelle dotate di carica negativa, delle quali riuscì a calcolare con buona precisione, sempre grazie al tubo di Crookes opportunamente modificato, il rapporto tra carica elettrica e massa.

William Crookes realizzò il dispositivo, che da lui prenderà il nome, tra il 1869 e il 1875. Esso è costituito essenzialmente da un involucro in vetro in cui è fatto un vuoto solo relativamente spinto (tra poco meno di 10^{-3} e poco più di 10^{-5} torr), per cui è denominato anche "tubo a bassa pressione residua". In effetti, senza questa pressione residua il



Fig.1: **Tubo di Crookes con anodo a forma di croce di Malta.**
Sullo sfondo il rocchetto di Ruhmkorff che lo alimenta.
(Immagine tratta da Wikipedia, alla voce "Crookes tube")

dispositivo non potrebbe funzionare. All'interno dell'involucro sono situati due elettrodi tra i quali viene applicata una tensione relativamente elevata (tipicamente da qualche kV a 100kV). In realtà il tubo di Crookes derivava da un altro dispositivo, il tubo di Geissler (inventato da Heinrich Geissler nel 1857): quest'ultimo però funzionava a pressioni relativamente più elevate. Il percorso degli elettroni al suo interno era troppo breve per poter produrre radiazioni X e l'effetto risultante era di una diffusa luminosità per fluorescenza.

L'alta tensione necessaria al funzionamento di entrambi i dispositivi era generalmente ottenuta mediante rocchetti di Ruhmkorff e talvolta mediante macchine elettrostatiche.

Il mistero: il tempio di Hathor a Dendera.

Dendera è una località egiziana tra Menfi e Tebe in cui sorge isolato il grandioso complesso del tempio di Hathor. Sebbene alcuni indizi facciano risalire la sua costruzione iniziale al terzo millennio a.C., o anche ad epoche molto più antiche, addirittura antecedenti la nascita della civiltà egizia, esso fu più volte ampliato e ristrutturato fino in epoca romana, con iscrizioni recanti i nomi di Tiberio, Nerone, Claudio e Domiziano (V. Wikipedia, alla voce "Tempio di Dendera").

Nel 1857 l'archeologo Francese Auguste Mariette scoprì delle ampie cripte nascoste dalla sabbia sotto il tempio con le pareti ricoperte da numerosi, quanto misteriosi, bassorilievi in pietra, probabilmente risalenti al XV secolo a.C.⁽³⁾.

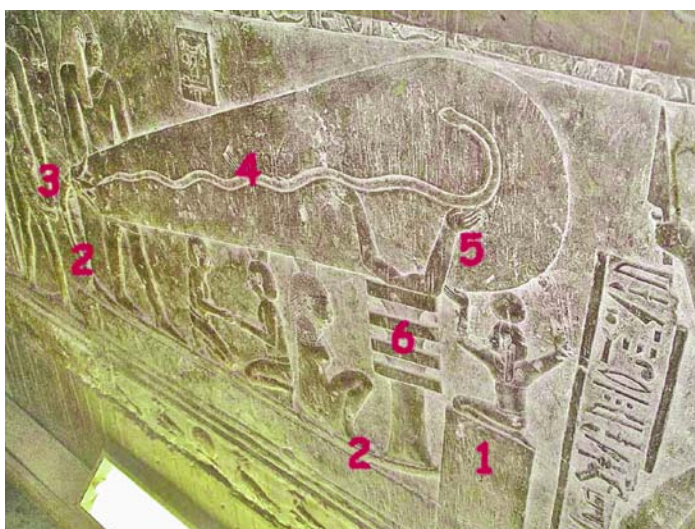
Inizialmente le figure rappresentate furono interpretate come sacerdoti officianti attorno ad un simbolico fiore di loto, ma nel 1894 Joseph Norman Lockyer, il fondatore e primo editore della prestigiosa rivista "Nature", ipotizzò che si trattasse di lampade a fluorescenza, analoghe ai tubi di Crookes, utilizzate dagli antichi egizi come fonte di luce per i lavori all'interno delle piramidi, in particolare durante la pittura degli affreschi nelle camere interne, prive di fonti naturali di luce, nelle quali il fumo delle torce avrebbe potuto rovinare i dipinti.

Esaminando in particolare uno di questi bassorilievi (V. fig.2), su cui si sono scatenate le più ardite ipotesi di numerosi autori di fanta-archeologia (per farsi un'idea basta cercare un po' su internet), risultano in effetti dei dettagli alquanto sorprendenti (V. didascalia). Particolarmente suggestiva appare la forma di questi ipotetici "fiori di loto", che per la verità ricordano in modo stupefacente la forma dei primi tubi di Crookes.

Fig.2: Bassorilievo del tempio di Hathor.

Quella che viene normalmente descritta come una raffigurazione di un fiore di loto con un serpente all'interno (comunque di difficile interpretazione), viene considerata da alcuni autori come la rappresentazione di un tubo a scarica di gas residuo (tipo tubo di Crookes).

I singoli dettagli andrebbero così interpretati: 1) Generatore di alta tensione; 2) Cavo conduttore; 3) Catodo; 4) Il guizzare della scarica elettrica viene efficacemente rappresentato mediante un serpente (si noti in effetti che il serpente viene raffigurato al centro del bulbo, e non alla base come sarebbe più naturale se si trattasse effettivamente di un serpente); 5) Anodo a forma di braccia aperte (l'equivalente della croce di Malta del tubo di Crookes?) che sembrano effettivamente richiamare il serpente scaturito dalla base del bulbo; 6) Isolatore per l'alta tensione. (Immagine da Wikipedia, alla voce "Tempio di Dendera").



Si potrebbe insinuare il dubbio che i bassorilievi siano semplicemente un falso, simile a quanto fu fatto per certe famose sculture attribuite qualche tempo fa a Modigliani e rivelatesi uno scherzo tanto riuscito quanto clamoroso: in realtà nessuno ha mai messo in dubbio la loro autenticità, e inoltre furono scoperti più di dieci anni prima che Crookes realizzasse il suo famoso tubo.

Potrebbe quindi non essere infondata l'ipotesi che Crookes si sia ispirato a questi bassorilievi per dare forma al suo dispositivo. Ci sarebbero almeno due indizi che potrebbero avvalorare questa che, naturalmente, è solo una supposizione: 1) la forma a pera allungata compare solo nei primi tubi di Crookes, per poi cedere il passo ad altre forme, tra cui risulterà dominante la forma a pallone; 2) è noto che Crookes era attratto dalle scienze occulte e dai fenomeni paranormali, lo spiritismo in particolare (V. Wikipedia alla voce "William Crookes"), ed è altrettanto noto come gli appassionati di questi fenomeni siano spesso affascinati dalla cultura dell'antico Egitto. Può quindi darsi che Crookes fosse rimasto particolarmente impressionato dalla scoperta dei misteriosi bassorilievi del tempio di Hathor, al punto di riprodurre la forma di quegli oggetti sconosciuti nei dispositivi per i suoi esperimenti. Vale forse la pena di ricordare che proprio nel periodo in cui Crookes realizzò i suoi primi tubi a pressione residua (1879 – 1875, V. sopra) fu coinvolto in una vicenda poco chiara (1873 – 1875) con una medium alquanto discussa e chiacchierata, Florence Cook (V. una descrizione molto dettagliata sul sito <http://www.prairieghosts.com/florence.html>). E alquanto chiacchierata risultò anche la posizione di Crookes che, forse innamoratosi della medium, si prestò ad avallare con modalità discutibili le prestazioni spiritistiche della Cook, irritando non poco la comunità scientifica. Tuttavia questa vicenda non impedì che nel 1897, a riconoscimento del suo profilo di studioso⁽⁴⁾, venisse nominato baronetto; tra le altre numerose attestazioni che ricevette per la sua intensa attività scientifica, va ricordata la croce al merito, della quale fu insignito nel 1910.

Conclusioni?

Lungi da me proporre qualsiasi tipo di conclusione. Le "lampade dei faraoni" sono e resteranno a lungo un mistero: le lampade di Dendera hanno fatto scorrere fiumi di inchiostro e GB di pagine internet, sia da parte dei sostenitori più accaniti (e spesso di assai dubbia credibilità) sia da parte dei detrattori. Tra questi ultimi, tanto per fare un esempio, si potrebbe citare il sito http://doernenburg.alien.de/alternativ/dendera/dend03_e.php#fn3. In realtà anche questo articolo, che pure pretenderebbe di presentarsi con i sacri crismi della scientificità, manifesta punti deboli. Per esempio l'autore spreca un po' di calcoli per dimostrare come al tempo dei faraoni non fosse possibile realizzare un bulbo in vetro della lunghezza di 2,5m, come risulta dalle proporzioni con le figure degli dei in forma umana. Naturalmente significa che, in alternativa, considera attendibili dei fiori di loto lunghi 2,5m! È ovvio che nelle rappresentazioni simboliche spesso la proporzione dimensionale ha solo un significato legato all'importanza del soggetto raffigurato. Basti considerare i molti dipinti votivi di epoca medioevale, nei quali l'altezza delle figure o degli oggetti può venire enfatizzata o sminuita a seconda della loro rispettiva rilevanza simbolica.

Tra le altre affermazioni avanzate contro l'ipotesi delle "lampade", vi sono quelle di chi sostiene l'impossibilità di realizzare fili conduttori all'epoca del tempio di Hathor: in realtà nella tomba di Tutankamon (XIV sec. a.C.) sono stati trovati km di fili d'oro nelle decorazioni!

Il punto più difficile da accettare nelle tesi dei sostenitori dell'ipotesi delle "lampade dei faraoni" riguarda la fonte di energia. Alcuni autori (contro le cui tesi si veda il sito http://www.world-mysteries.com/sar_lights_fd1.htm) citano come possibili candidate a questo scopo quelle che sono note come "batterie di Baghdad".

Nel 1936, durante gli scavi tra le rovine di un antico villaggio vicino a Baghdad, fu scoperto un piccolo vaso di terracotta. Il vaso, alto circa 15 cm e datato duemila anni, conteneva un cilindro cavo di rame lungo circa 12cm e del diametro di circa 4cm. Il bordo del cilindro di rame era saldato con una lega di piombo-stagno nelle proporzioni 60-40, del tutto analoga alle leghe per saldatura attuali. Il fondo del cilindro era chiuso da un disco di rame fissato ad incastro e sigillato con bitume. Un altro strato di bitume sigillava la sommità del cilindro e teneva in posizione una barra di ferro al centro del cilindro in rame. La barra presentava segni evidenti di cor-

rosione da agenti acidi. Vari ricercatori hanno prodotto delle repliche di quella che fu battezzata la "batteria di Baghdad", e, riempiendo il piccolo recipiente di sostanze acide, tra cui fu provato con successo anche il succo di limone, ottennero tensioni tra 0,5 e 2 volts. Tra le ipotesi di impiego di queste batterie la più accreditata è quella che venissero utilizzate per procedimenti galvanici, sia di doratura e argentatura, sia di tipo medico, analogamente all'agopuntura. Esistono in effetti reperti che testimoniano la capacità di elettrodeporre metalli preziosi, anche nell'antico Egitto (http://www.world-mysteries.com/sar_11.htm).

In realtà viste le tensioni ottenute nelle ricostruzioni di queste batterie, per alimentare le lampade a scarica nel gas ne sarebbero state necessarie centinaia, e comunque di queste presunte fonti energetiche non si è trovata traccia in tutto l'Egitto.

Senza volermi troppo sbilanciare avrei però anch'io una ipotesi da proporre (tanto per dire...). Osserviamo nella fig.2 l'elemento contrassegnato con il n.6, considerato dalla maggior parte dei sostenitori della teoria delle "lampade" come un isolatore per l'alta tensione, vista l'analogia con simili manufatti odierni. In realtà questo oggetto risulta molto spesso raffigurato nei geroglifici e nei bassorilievi egiziani, ed è stato trovato anche come manufatto: si tratta del cosiddetto "pilastro Djed" o Zed (<http://www.pyramidofman.com/Djed>), simbolo della stabilità e interpretato come la colonna vertebrale del dio Osiride (V. Wikipedia alla voce "Djed"). Secondo alcuni autori (http://www.world-mysteries.com/alignments/sar_djed.htm) potrebbe trattarsi (ma naturalmente si tratta di una delle tante ipotesi) di una sorta di verricello utilizzata nella costruzione delle piramidi (V. fig.3).

E se ... E se (sempre supponendo valida l'ipotesi del verricello) durante l'uso, nello sfregamento delle corde con il pilastro si fossero osservate delle scariche elettrostatiche? E se alcuni sacerdoti avessero pensato di catturare queste scariche riproducendole all'interno di qualche speciale bottiglia per dimostrare il loro potere sulle forze della natura? Ecco nel pilastro Djed una prima macchina elettrostatica in grado di riprodurre a volontà i fulmini anche all'interno del tempio ad uso e consumo dei loro culti. Non dimentichiamo che anche i primi apparecchi a raggi X, generalmente alimentati con l'alta tensione generata da rocchetti di Ruhmkorf, in alcuni casi venivano fatti funzionare tramite generatori elettrostatici di Wimshurst⁽²⁾.

C'è da dire comunque che per vari motivi riterrei poco credibile l'ipotesi dell'uso del pilastro di Djed come verricello, e nessuna teoria sul suo uso funzionale ha trovato alcun riscontro concreto che ne chiarisse l'uso eventuale: l'ipotesi più accreditata tra gli studiosi di egittologia è quella di una rappresentazione puramente simbolica, realizzata talvolta in forma di amuleto a tutto tondo, per esempio, in avorio. Ciò a conferma che l'oggetto rappresentato nei bassorilievi e nei geroglifici era effettivamente un pilastro e non un'icona bidimensionale.

L'unica cosa certa è il senso di mistero che permane nell'osservare le antiche ed enigmatiche figure di Dendera e la loro incredibile somiglianza con un dispositivo realizzato a qualche millennio di distanza, agli albori del progresso scientifico attuale.

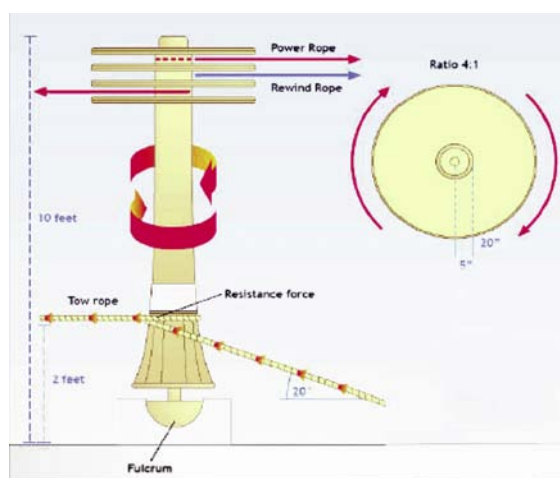


Fig.3: principio di funzionamento del pilastro Djed

Note e bibliografia aggiuntive

- 1) Si vedano alcuni esempi di queste radiografie nella sezione <http://bagliorinelvuoto.scienze.unipd.it/bagliori/bagliori6.html> del Museo di Storia della Fisica dell'Università di Padova.
- 2) R.F. Mould, "A Century of X-Rays and Radioactivity in Medicine", London, Institute of Physics Publishing, 1993.
- 3) Negli anni settanta gran parte dei bassorilievi fu asportata da ignoti, e di questi bassorilievi da allora si sono perse le tracce.
- 4) Nel corso dei suoi studi di spettrometria Crookes scoprì anche il Tallio, cui dette questo nome dal greco Thallos (virgulto verde) con riferimento al colore verde intenso della riga spettrale.

Post Scriptum: Come si è visto, ho in più punti attinto alle informazioni trovate su Wikipedia (<http://wikimediafoundation.org>). Esprimo apertamente il mio apprezzamento per questa iniziativa editoriale su internet, anche se sono convinto che debba essere consultata solo con molta prudenza e l'attendibilità dei suoi contenuti vagliata con cura: inviterei comunque a sostenerla seguendo l'appello del suo co-fondatore Jimmy Wales.

L'angolo del gioco

a cura di Nando Romeo – A. S. P. – Taormina

IL TECNICO SMART

Un cavo telefonico contenente 120 fili è stato sotterrato fra due cabine di scambio che si trovano distanti 1km. Sfortunatamente, solo dopo, si è scoperto che la tipologia del cavo non è quella corretta in quanto i singoli fili non sono etichettati e non vi è alcun modo visivo per capire quale capo da un lato abbia il corrispondente capo dall'altro lato. Il direttore dei lavori chiede al tecnico di porre le 120 etichette ai fili da entrambi i lati fornendo esclusivamente una batteria ed una lampada per testare la continuità (ed ovviamente penna ed etichette autoadesive).

Quale è la minima distanza che il tecnico deve percorrere per identificare correttamente tutti i fili alle due cabine di scambio?



SOLUZIONE AL GIOCO "IL RE MATTO"

(Pubblicato sul Notiziario N. 2-2010, pag. 119)

La soluzione proposta consente di salvare con certezza 99 uomini saggi.

Il primo saggio interrogato conta tutti i capelli rossi (R) che è in grado di vedere e risponde "rosso" se R è pari altrimenti risponde "blu". Ciascun saggio seguente tiene il conto del numero di capelli rossi che sono stati chiamati da dietro (X) e conta il numero di capelli rossi che si trovano davanti (Y).

Se R è pari e X e Y sono entrambi pari o entrambi dispari il saggio risponde "blu", altrimenti il saggio risponde "rosso".

Se R è dispari e X e Y sono entrambi pari o entrambi dispari il saggio risponde "rosso". Altrimenti il saggio risponde "blu".

CODIFICA DELLE ATTIVITÀ AFFERENTI ALLE STRUTTURE DI FISICA SANITARIA

(1)Elisabetta ZUCCHI, (2)Nuccia CANEVAROLLO, (3)Franca FOPPIANO
(4)Fabrizio LEVRERO, (5)Antonella RIVOLTA

(1)ASL 1 Imperiese, (2)ASL 3 Genovese, (3)ASL 5 Spezzino,
(4)Az. Osp. Univ. San Martino, (5)ASL 4 Chiavarese

Premessa

La scelta di svolgere questo lavoro è scaturita essenzialmente da un duplice disagio avvertito dai componenti del gruppo allorquando, il primo giorno di corso, si è reso necessario esercitare l'opzione di scelta tra gli argomenti indicati come possibili project work.

Da una parte, il timore che l'inserimento in gruppi di lavoro funzionalmente disomogenei avrebbe potuto determinare contesti di sviluppo progettuale essenzialmente occasionali, dall'altra la constatazione di quanto la figura ed il ruolo del fisico sanitario siano ancora poco conosciuti in quanto professione sanitaria dalla quasi generalità degli operatori della salute.

Tali considerazioni hanno pertanto indotto i partecipanti al corso appartenenti al profilo professionale di fisico sanitario a formare il gruppo di lavoro, consapevoli del fatto che esso potesse costituire una opportunità per il miglioramento della comunicazione intersoggettiva, oltre che strumento per acquisire e perfezionare le proprie competenze in ambito gestionale.

Il gruppo è formato da fisici dirigenti che ricoprono tipologie diverse di incarichi di responsabilità e/o direzione nelle Strutture di Fisica Sanitaria di quattro Aziende Sanitarie Locali e di una Azienda Ospedaliera della Regione Liguria.

La consistenza delle strutture direttamente coinvolte, unita al confronto appositamente stimolato con quelle non rappresentate, fa sì che i risultati di questo studio, per quanto preliminari, possano essere considerati rappresentativi per l'intera realtà regionale.

RAZIONALE

A partire dall'inizio degli anni '60 del secolo scorso, quando solo poche unità operavano nelle strutture ospedaliere, principalmente inserite nei Servizi di Radiologia con il compito limitato alla attivazione e al funzionamento delle unità di cobaltoterapia ma prive di uno

specifico ruolo professionale, la presenza dei fisici all'interno delle strutture sanitarie ha visto aumentare la propria consistenza parallelamente allo sviluppo della complessità delle applicazioni tecnologiche in medicina e all'attenzione crescente alle problematiche della sicurezza connesse al loro utilizzo.

Il ruolo professionale del fisico in ambito sanitario raggiunge il riconoscimento con il DPR 128/69 relativo all'ordinamento interno dei servizi ospedalieri. L'art. 34 del citato decreto, alla sezione II del Capo III avente per oggetto i Servizi speciali di diagnosi e cura, individua nei Servizi di Fisica Sanitaria le strutture deputate alla risoluzione dei problemi di fisica nelle applicazioni dell'elettronica, nell'impiego di isotopi radioattivi e di sorgenti di radiazioni per la terapia, la diagnostica e la ricerca e nella sorveglianza fisica per la protezione contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti.

Consequente al riconoscimento del ruolo professionale e con l'attuazione del DPR 761/79, è seguita la definizione dello stato giuridico del personale fisico operante nelle unità sanitarie locali, prevedendone l'inserimento nel ruolo sanitario in quanto figure che esplicano in modo diretto attività inerenti alla tutela della salute.

Parallelamente, a partire dal 1960, è stato definito il corpus normativo concernente la regolamentazione degli aspetti della sicurezza connessi all'utilizzo pacifico dell'energia atomica, che vede nell'impiego sanitario una quota sempre più significativa, tanto che ad oggi gli organismi internazionali e regionali hanno predisposto direttive specifiche in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse o meno ad esposizioni mediche.

Nel nostro paese, il recepimento di tali direttive ha determinato l'emanazione di Decreti Legislativi distinti, in particolare il D.Lgs 230/95 e s.m.i. relativo alla protezione

dei lavoratori e della popolazione ed il D.Lgs 187/00 relativo alla protezione dei pazienti.

Inoltre, l'introduzione in ambito sanitario delle tecnologie basate sull'impiego dei campi elettromagnetici, ha portato all'emanazione di normative specifiche, a partire dal Decreto Ministeriale del 29-11-1985, concernente la disciplina dell'autorizzazione ed uso delle apparecchiature diagnostiche RM, fino al D.Lgs 81/08 e s.m.i che prevede azioni specifiche in relazione ad ulteriori sorgenti di radiazioni non ionizzanti quali laser, sorgenti ottiche, apparecchiature per terapia fisica.

All'ampliamento degli ambiti di competenza, si è accompagnata l'evoluzione dell'iter formativo previsto per la figura del fisico.

La partecipazione ai corsi della Scuola di Specializzazione post laurea in Fisica Medica, originariamente denominata Scuola di Specializzazione in Fisica Sanitaria, da inizialmente volontaria si è trasformata in obbligatoria, in quanto il possesso del relativo diploma è diventato requisito specifico per l'accesso al Servizio Sanitario Nazionale.

L'ordinamento e l'armonizzazione didattica-professionale definiti nel 1997 dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica modificano la durata del corso di Specializzazione da biennale a quadriennale, includendo l'obbligo del tirocinio professionalizzante da svolgere presso le Strutture di Fisica Sanitaria delle Aziende Sanitarie ed Ospedaliere del Servizio Sanitario Nazionale.

A completamento dell'iter di armonizzazione e a seguito del riordino risalente al 2005, la Scuola di Specializzazione in Fisica Medica è stata ricompresa nella classe "Fisica Sanitaria" dell'area dei "Servizi Clinici" delle Scuole di Specializzazione di Area Sanitaria.

Ritenendo superflue, ai fini del presente elaborato, considerazioni sulla evoluzione tecnologica che a partire dall'ultimo decennio ha contraddistinto il rinnovamento delle metodiche di diagnosi e cura, in quanto fenomeno condiviso da una platea sempre più ampia se non addirittura entrato a buon diritto nel senso comune, appare significativo invece analizzare il testo unificato relativo ai principi fondamentali in materia di governo delle attività cliniche per una maggiore efficienza e funzionalità del Servizio Sanitario Nazionale, testo che modifica in alcune sue parti la legge 502/92 di riordino della disciplina in materia sanitaria.

Sebbene l'iter legislativo del testo unico sia

stato e continui ad essere ad oggi tormentato, in aula e in commissione affari sociali si è nei fatti verificata la convergenza sul fatto che la programmazione e la gestione delle tecnologie sanitarie rappresenti uno dei fattori che influenzano significativamente il governo delle attività cliniche.

Nell'art. 11 del testo unificato, concernente la programmazione e la gestione delle tecnologie sanitarie, si specifica che *"omissis.....in particolare le grandi apparecchiature e i relativi impianti devono essere sottoposti a procedure di accettazione ivi compreso il collaudo, nonché di manutenzione preventiva e correttiva e a verifiche periodiche di sicurezza, di funzionalità e di qualità"*.

Tale formulazione richiama quanto prescritto dal D.Lgs 187/00 in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche.

Infatti all'art. 8 comma 2, si legge che *"il responsabile dell'impianto, avvalendosi dell'esperto in fisica medica, provvede a) a che siano intrapresi adeguati programmi di garanzia della qualità, compreso il controllo di qualità, nonché di valutazione della dose o della attività somministrata ai pazienti; b) a che siano effettuate prove di accettazione prima dell'entrata in uso delle attrezzature e quindi prove di funzionamento sia a intervalli regolari che dopo ogni intervento rilevante di manutenzione"*.

Nel campo dell'impiego delle apparecchiature di diagnostica a risonanza magnetica, si riscontra un uguale richiamo. Nell'Allegato 3 del D.M. 2 agosto 1991 sono indicate le attribuzioni dei Responsabili della Sicurezza, incarico ricoperto dai fisici sanitari a partire dalle prime installazioni di tali impianti: *"validazione del progetto esecutivo; stesura delle regole da seguire in casi di emergenza nel sito; controllo della corretta installazione dei diversi dispositivi di sicurezza; controllo dei diversi collaudi effettuati dalla Ditta incaricata dell'installazione delle apparecchiature; verifica della corretta esecuzione del progetto ad installazione avvenuta; verifica periodica del perdurare delle caratteristiche tecniche dell'impianto; stesura, conoscenza e rispetto delle norme interne di sicurezza e della esecuzione dei controlli di qualità (in collaborazione col medico responsabile); sorveglianza fisica dell'ambiente; segnalazione degli incidenti di tipo tecnico"*.

L'analisi del contesto in cui si è chiamati ad

operare alla luce delle tendenze attuali, con particolare riferimento all'evoluzione delle risposte necessarie alle mutate condizioni sociali, tecnologiche ed economiche, ha convinto i componenti del gruppo di lavoro della necessità di esplicitare e codificare analiticamente l'attività delle Strutture di Fisica Sanitaria, al fine di determinare i costi delle prestazioni e di individuare, in relazione alle specificità delle stesse, eventuali indicatori di performance condivisibili a livello regionale.

L'inserimento delle prestazioni così codificate nel nomenclatore regionale delle prestazioni specialistiche, consentirebbe inoltre il superamento della metodologia principalmente qualitativa per la predisposizione dei budget, quale quella fino ad ora adottata per le Strutture di Fisica Sanitaria.

I componenti del gruppo di lavoro inoltre ritengono importante evidenziare come il raggiungimento dell'obiettivo individuato sia stato possibile grazie al lavoro collettivo dei componenti, grazie al quale le specifiche competenze hanno potuto essere valorizzate, creando in tal modo le condizioni per lo sviluppo di questa iniziale e fruttuosa collaborazione.

OBIETTIVO SPECIFICO

Il Project Work denominato "Valutazione dei costi e della performance della propria struttura_Codifica delle attività afferenti alle Strutture di Fisica Sanitaria" è finalizzato alla individuazione delle prestazioni, dei costi e di possibili indicatori di performance condivisibili a livello regionale, riferiti alle attività delle Strutture di Fisica Sanitaria, attualmente non oggetto di sistematica codifica.

Lo schema di lavoro adottato ha comportato le seguenti fasi:

1. definizione delle aree di riferimento
2. definizione delle aree di competenza
3. individuazione del settore di attività
4. individuazione del tipo di prestazione
5. individuazione della prestazione

6. costruzione di un codice univoco di classificazione
7. definizione dei criteri per la valutazione del costo delle prestazioni
8. individuazione di possibili indicatori di performance condivisibili a livello regionale.

CODICE DI CLASSIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ

Al fine di consentire il reporting delle prestazioni individuate, è stato creato un sistema dicodifica standardizzato in modo che ciascuna prestazione possa essere individuata in maniera univoca e che le interconnessioni fra gli aspetti propri delle differenti prestazioni siano all'occorrenza evidenziati.

Oltre agli aspetti legati alla standardizzazione si è ritenuto opportuno che il sistema di codici avesse anche caratteristiche di scalabilità in modo da poter variare di volta in volta la lettura dei dati dal generale al particolare e viceversa.

Si è pertanto creato un codice di tipo multidimensionale, e pertanto dinamico, composto da 5 elementi in grado ciascuno di fornire informazioni sui vari livelli concernenti le singole prestazioni (Tab. 3, Tab. 4, Tab. 5).

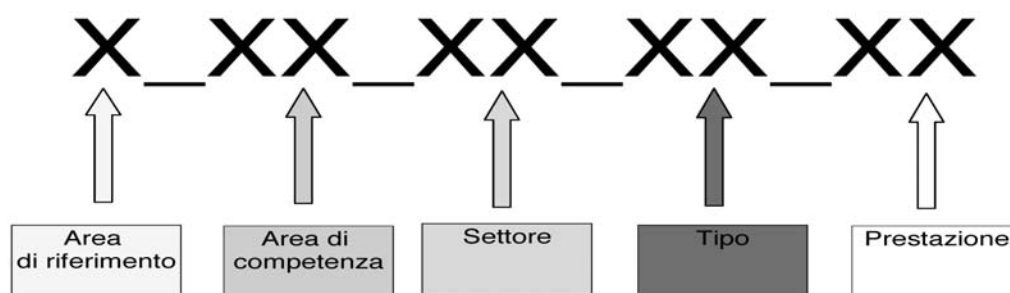
Elementi del codice

Il codice è costituito da 5 elementi identificati da caratteri alfabetici.

L'utilizzo di lettere o gruppi di lettere è stato dettato dalla necessità di disporre, in questa fase iniziale, di un richiamo di tipo intuitivo alla corrispondente descrizione.

Tuttavia, poiché i codici individuati hanno identica estensione, è facilmente realizzabile la conversione da caratteri alfabetici a caratteri numerici, coerentemente con il sistema adottato nel nomenclatore regionale delle prestazioni specialistiche.

Il codice relativo a ciascuna delle prestazioni individuate è rappresentabile secondo lo schema di seguito indicato:



- Area di riferimento: il primo elemento, composto da un carattere alfabetico, individua il “soggetto” per conto del quale viene erogata la prestazione;
- Area di competenza: il secondo elemento, composto da due caratteri alfabetici, individua l’area di competenza specialistica cui si riferisce la prestazione;
- Settore: il terzo elemento, composto da due caratteri alfabetici, individua il settore di attività all’interno delle aree di competenza;
- Tipo: il quarto elemento, formato da due caratteri alfabetici, individua la tipologia specifica della prestazione;
- Prestazione: il quinto elemento, formato da due due caratteri alfabetici, individua la prestazione vera e propria (es. tipologia di apparecchiatura su cui viene effettuata la prestazione).

Descrizione degli elementi del codici

AREA DI RIFERIMENTO: il primo campo assume 2 valori in quanto tutte le prestazioni codificate vengono effettuate o per conto del Datore di Lavoro o per conto dei Servizi, generalmente afferenti l’area radiologica.

AREA DI RIFERIMENTO	
Cod.	Descrizione
D	datore di lavoro
S	servizi

AREA DI COMPETENZA: il secondo campo assume 7 valori; individua le aree di competenza specialistica. Ciascuna area comprende l’insieme dei settori, a partire dall’iniziale processo di valutazione del rischio alla formalizzazione della pratica, incluse le applicazioni cliniche relative.

AREA DI COMPETENZA	
Cod.	Descrizione
GE	gestionale
MN	medicina nucleare
MT	metrologia
NI	non ionizzanti
RM	risonanza magnetica
RT	radioterapia
RX	radiodiagnostica

SETTORE: il terzo campo assume 5 valori; individua il settore di attività all’interno delle aree di competenza.

AREA DI COMPETENZA	
Cod.	Descrizione
CL	applicazioni cliniche
GQ	garanzia della qualità
ID	interdipartimentale
RP	radioprotezione
SI	sicurezza

TIPO: il quarto campo assume 25 valori; indica la specifica tipologia di prestazione.

TIPO			
Cod.	Descrizione	Cod.	Descrizione
CL	collaudi	RR	gestione rifiuti radioattivi
CC	classificazione del personale	SD	studio dosimetrico
CO	commissioning	SI	procedure di sicurezza
CP	controlli periodici	SS	sorgenti sigillate
CQ	controllo di qualità	ST	strumentazione
DO	verifiche dosimetriche	SV	supervisione realizzazione impianti
DP	dosimetria personale	SW	software clinici
LR	Livelli Diagnostici di Riferimento	TD	ricostruzione 3 D
MA	manutenzione	TP	tecniche particolari
PA	pratiche autorizzative	VD	valutazione di dose
PF	produzione radiofarmaci	VR	valutazione dei rischi
PR	progettazione	VA	varie
RA	determinazioni radiometriche		

PRESTAZIONE: il quinto campo assume 88 valori; individua analiticamente la prestazione (es: l'apparecchiatura relativa alla prestazione erogata).

PRESTAZIONE			
Cod.	Descrizione	Cod.	Descrizione
AL	altro	EN	endorale
AN	angiografo	ES	estremità
AT	acceptance test linac	FA	analogico fisso
BI	brachiterapia interstiziale	FC	funzionalità cerebrale
BR	brachiterapia	FD	digitale diretto fisso
BS	brachiterapia superficiale	GA	garanzia affidabilità
BT	TBI con Tomotherapy	GC	gamma camera
CA	campioni ambientali	GR	paziente in gravidanza
CB	campioni biologici	IL	Linac (per punti)
CD	calibratore di dose	IM	IMRT
CI	ciclotrone	IN	infissioni
CL	carichi di lavoro	IO	IORT
CM	commissioni tecniche	IP	IORT pre-trattamento
CN	sistema di conteggio	LA	laboratorio analisi RIA
CP	capitolati	LI	Linac
CR	sistema CR	LS	laser
CS	compilazione schede	MD	ecografia modalità dinamica
CT	TC > 16 slice	MM	mammografo
DD	didattica	MN	medicina nucleare
DI	debito informativo	MO	mineralometria ossea

PRESTAZIONE			
Cod.	Descrizione	Cod.	Descrizione
DP	diffusione perfusione	MS	ecografia modalità statica
DV	dosimetria in vivo	MT	terapia radiometabolica
MV	spettroscopia metabolica in vivo	SR	strumenti di radioprotezione
OC	organismi di controllo	SS	stereotassi
PA	procedure affidabilità	ST	RM settoriale
PO	portatile	SV	sviluppo
PP	pazienti pediatrici	TB	corpo intero
PS	pratiche speciali	TC	TC < 16 slice
PT	PET	TE	tenuta elenchi
PZ	pazienti portatori di isotopi	TF	terapia fisica
RB	brachiterapia (per punti)	TI	TBI con Linac
RF	radiofarmacia	TP	TPS
RI	rapporti istituzioni	TS	TSI con Linac
RL	rifiuti liquidi	TT	tomotherapy
RM	risonanza magnetica	TV	tecnica volumetrica
RP	radioprotezione	VA	validazione
RS	rifiuti solidi	VD	valutazione dose
RV	sistema RV	VI	sistema visualizzazione immagine
RX	apparecchiatura radiologica	VM	valutazione materiale
SA	strumenti ambientali	VP	valutazione personalizzata
SC	schermatura personalizzata	VR	tecnica VIMAT/RAPIDARC
SI	sonda intraoperatoria	VS	valutazione standard
SM	screening mammografico	VT	sorgenti non sigillate in vitro
SP	sistema posizionamento	VV	sorgenti non sigillate in vivo

Elemento aggiuntivo del codice

Si ritiene indispensabile inoltre l'inserimento di un sesto campo di tipo binario (I- E) da aggiungere alle voci codificate, per differenziare le prestazioni svolte presso la propria sede di lavoro (I = interna) da quelle svolte in sedi territoriali differenti (E = esterna).

È stato infatti valutato che le prestazioni svolte in sedi territoriali distaccate necessitino di tempi di esecuzione incrementati di almeno il 20% del valore relativo alle prestazioni svolte nella propria sede di lavoro con conseguente rivalutazione dei costi relativi.

Per evitare appesantimenti nella trattazione, è stata pertanto omessa la duplicazione dell'elenco delle prestazioni con codifica a sei campi, riportando solamente quello relativo alle prestazioni effettuate presso la propria sede di lavoro.

Criteri per la valutazione del costo delle prestazioni

Il costo delle prestazioni deriva dalla valutazione dei seguenti contributi ed è riportato analiticamente nelle tabelle da 6 a 10.

1. costo personale
2. costo materiale di consumo
3. costo ammortamento della strumentazione
4. costo gestione dell'attività
5. costi generali

Costo personale

Nelle Strutture di Fisica Sanitaria operano le seguenti figure professionali: dirigenti fisici, personale sanitario e/o tecnico, personale amministrativo.

Per ciascuna di esse, in funzione delle relative competenze e mansioni e per ciascuna prestazione individuata, è stato individuato quale indicatore il tempo, espresso in minuti, necessario per l'esecuzione della prestazione.

Poiché le Strutture di Fisica Sanitaria che operano nella Regione Liguria, a fronte di una sostanziale equivalenza nel volume di attività (tabella 1), presentano forti disomogeneità in relazione alle dotazioni organiche (tabella 2), l'individuazione dei tempi necessari allo svolgimento delle prestazioni deriva dall'analisi dell'impegno orario empiricamente rilevato nel corso della attività corrente, attribuito a tutte le figure professionali per le frazioni di competenza, a prescindere dal fatto che siano o meno presenti nelle piante organiche delle Strutture.

Il tempo impiegato per l'esecuzione della prestazione è funzione della frequenza con cui la stessa deve essere eseguita, definita in base ai protocolli derivanti dalle linee guida adottate. In caso di prestazioni ad intervento multiplo, il tempo indicato è quello totale annuale.

Utilizzando come riferimento il costo lordo del personale amministrativo in quanto quello di minore impatto economico ed introducendo opportuni pesi per modulare il costo del restante personale in relazione ad esso, è stato determinato il contributo al costo totale di ogni singola prestazione dovuto al costo del personale.

$$(t_{\text{fisico}} * 2,6 + t_{\text{sanitario e/o tecnico}} * 1,6 + t_{\text{amministrativo}} * 1) * \text{costo personale amministrativo/min}$$

Costo materiale di consumo

Il costo del materiale di consumo, usualmente distinto in materiale sanitario e materiale non sanitario, corrisponde alla media dei dati storici rilevati dalle schede di budget dell'ultimo quinquennio. Per ogni singola prestazione, esso è espresso quale percentuale del corrispondente costo del personale ed è risultato essere pari al 3 %.

Costo per ammortamento strumentazione

L'attività delle Strutture di Fisica Sanitaria comporta necessariamente l'utilizzo di strumentazione dedicata. Da tempo la dotazione strumentale necessaria per le prestazioni di Fisica Sanitaria viene reperita dalle Aziende Sanitarie ed Ospedaliere, tramite l'inserimento della stessa nei capitoli di gara predisposti in occasione dell'acquisto di apparecchiature ad alta tecnologia.

Il reperimento sintetico delle informazioni necessarie alla definizione di tale costo risulta quindi particolarmente indaginoso, e pertanto, in base alla mera conoscenza dei prezzi di mercato attualmente praticati, si ritiene realistico individuare quale costo per l'ammortamento della strumentazione per singola prestazione la percentuale pari al 5% del corrispondente costo del personale.

Costo per gestione attività e costi generali

La presenza delle voci relative al costo per la gestione della attività e ai costi generali all'interno delle schede di budget delle Strutture cui appartengono i componenti del gruppo di lavoro, è fortemente dipendente dalla modalità di attribuzione dei costi adottata dalle singole Aziende.

Per ogni singola prestazione, tuttavia, è stato giudicato realistico attribuire ad entrambe le tipologie di costo la percentuale pari al 5% del corrispondente costo del personale.

Possibili indicatori di performance condivisibili a livello regionale

La costruzione di un sistema di indicatori di performance non può prescindere dall'analisi del contesto cui esso si riferisce.

È necessario quindi sottolineare una serie di aspetti specifici che differenziano la performance delle Strutture di Fisica Sanitaria da quella di altre Strutture dell'area sanitaria.

Essa non può essere funzione del volume di prestazioni erogate poiché strettamente dipendente dalla consistenza della dotazione tecnologica aziendale e dal numero di operatori preposti al suo impiego.

Inoltre, a parità di dotazione tecnologica aziendale e numero di operatori preposti, il volume di prestazioni erogabili è predeterminato dai protocolli derivanti dalle linee guida adottate.

Sono ipotizzabili indicatori di performance condivisibili a livello regionale la cui significatività deriva però da una serie di requisiti metodologici di base.

Un primo requisito concerne la armonizzazione a livello regionale dei protocolli adottati, essendo essi alla base del volume delle prestazioni erogabili.

Un secondo requisito prevede che le dotazioni organiche delle Strutture di Fisica Sanitaria siano confrontabili in relazione alla consistenza, alla complessità e alla distribuzione territoriale degli impianti tecnologici aziendali.

Infine, un peso non trascurabile riveste la tipologia di strumentazione utilizzata e la disponibilità di adeguati supporti tecnologici.

Assumendo soddisfatte tali condizioni, è possibile definire, a titolo di esempio, indicatori di performance condivisibili a livello regionale, sia riferiti al processo che al prodotto.

Esempio n° 1

DEFINIZIONE	ADEGUATEZZA NUMERICA DELLO STAFF FISICO IN RELAZIONE AL NUMERO E ALLA TIPOLOGIA DI IMPIANTI
Numeratore	n° personale fisico
Denominatore	n° totale di impianti (riferiti alle specifiche tipologie)
Soglia	empirica
Conformità	documenti nazionali ed internazionali
Fonte	aziendale
Significato	indicatore di processo (quantitativo)

Esempio n° 2

DEFINIZIONE	ADEGUATEZZA DELLA STRUMENTAZIONE IN DOTAZIONE ALLA STRUTTURA DI FISICA SANITARIA
Definizione dei termini	definizione della minima dotazione strumentale indispensabile (riferita alle aree di competenza)
Conformità	disponibilità della dotazione strumentale minima definita
Fonte	aziendale
Significato	indicatore di processo (qualitativo)

Esempio n° 3

DEFINIZIONE	PERCENTUALE DI PIANI DI TRATTAMENTO IMRT
Numeratore	n° studi fisici-dosimetrici IMRT
Denominatore	n° totale studi fisici-dosimetrici 3D (esclusi palliativi)
Fonte	Struttura Fisica Sanitaria e/o Radioterapia
Significato	indicatore di prodotto (quantitativo)

Esempio n° 4

DEFINIZIONE	PERCENTUALE DI CONTROLLI DI RADIOPROTEZIONE
Numeratore	n° controlli periodici art. 79 D.Lgs 230/95
Denominatore	n° impianti da controllare
Fonte	Struttura Fisica Sanitaria
Significato	indicatore di prodotto (quantitativo)

Conclusioni

Al termine del percorso che ha prodotto l'elaborazione del Project Work, non si può non rilevare quanto esso in realtà, nonostante la molteplicità delle informazioni prodotte e l'elevato grado di analisi ad esse associato, rappresenti il punto di partenza per il lavoro di standardizzazione delle prestazioni proprie delle Strutture di Fisica Sanitaria.

I componenti del gruppo di lavoro si impegnano in tal senso ad effettuare la verifica della omogeneità dei protocolli utilizzati nelle diverse aree di competenza al fine di quantificare la variabilità associata all'indicatore "tempo" da cui deriva la valutazione del costo delle prestazioni.

Auspiciando che nel breve periodo, compatibilmente con le attuali politiche economiche nazionali, si possa addivenire all'adeguamento delle dotazioni organiche dei Servizi di Fisica Sanitaria in funzione delle dotazioni tecnologiche aziendali, o quanto meno alla diminuzione del divario tra esse esistente, l'elaborato prodotto costituisce la base per la sperimentazione regionale allargata all'insieme delle Strutture di Fisica Sanitaria.

Bibliografia

- DPR 128/69
- DPR 761/79
- D. Lgs 230/95. *Attuazione delle direttive Euratom 89/618, 90/641, 92/3,96/29 in materia di radiazioni ionizzanti.*
- D. Lgs 187/00. *Attuazione della direttiva 97/43 Euratom in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche.*
- D. M. 29-11-1985. *Disciplina dell'autorizzazione ed uso delle apparecchiature diagnostiche RMN.*
- D.M. 02-08-1991. *Autorizzazione all'installazione ed uso di apparecchiature diagnostiche a RM.*
- D.L.gs 81/08
- D. M. 07-05-1997. *Modificazioni all'ordinamento didattico universitario relativamente alle scuole di specializzazione del settore "fisica sanitaria".*
- D. M. 01-08-2005. *Riassetto delle scuole di specializzazione di area sanitaria.*
- Legge 502/92.
- *Nomenclatore Prestazioni Specialistico, Regione Liguria.*
- Rapporti ISTISAN 02/2. *"Selezione e definizione di indicatori di autovalutazione per radioterapia".*
- IAEA, TRS 398_2000. *Absorbed dose determination in external beam radiotherapy: an international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water.*
- Report AIFM n.1 (2004). *Protocollo italiano per il controllo di qualità dei spetti fisici e tecnici in mammografia.*
- Report AIFM n.2 (2004). *Raccomandazioni per l'assicurazione di qualità in Risonanza magnetica.*
- Report AIFM n.3 (2006). *Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT): dosimetric computational aspect.*
- Report AIFM n.4 (2007). *Tomografia Computerizzata: descrizione e misura dei parametri caratteristici.*
- Report AIFM n.5 (2009). *Laser medicali: tipologie, analisi dei rischi, procedure di sicurezza, controlli.*
- Report AIFM n.6 (2009). *Linea Guida per i Controlli di Qualità – Apparecchi di Radiografia Digitale Diretta.*
- Linee Guida AIFM – AIMN per il Controllo di Qualità dei Tomografi PET e PET/CT

Ta ella 1 Impianti presenti nelle Aziende Sanitarie, Ospedaliere e IRCCS della Regione Liguria ed in cui sono presenti Strutture di Fisica Sanitaria (al 30-06-2010)

n impianti	asl 1	asl 2	asl	asl	asl	Galliera	S. artino	S
LINAC	2	2	-	-	1	3	-	3
Tomotherapy	-	-	-	-	-	-	-	1
RT intraoperatoria	-	-	-	-	-	-	-	1
brachiterapia	-	1	-	-	1	1	-	1
TPS	2	2	-	-	2	2	-	4
RM settoriale	1	1	2	1	1	1	3	-
RM ≤ 2 T	2	5	3	1	2	2	3	1
RM > 2 T	-	-	-	-	-	-	-	1
PET/TC	-	1	-	-	1	1	1	-
produzione radiofarmaci	-	-	-	-	-	-	1	-
servizi dosimetria personale	-	-	-	-	-	-	1 (1400 dos/mese)	-
gamma camere	-	2	3	-	2	2	3	-
sonde intraoperatorie	1	3	3	-	2	1	1	2
Rx endorali	5	4	7	4	4	5	5	-
Rx convenzionali fissi digitale diretta	5	10	3	2	3	4	3	1
Rx convenzionali fissi (analogici_CR)	8	18	63	15	42	1	22	-
Rx portatili	18	25	30	12	16	12	33	1
angiografi	2	4	5	1	3	3	8	-
MOC	2	3	3	1	2	1	3	-
mammografi	4	5	9	4	6	1	3	2
TC ≤ 16 slice	1	4	5	2	4	1	5	1
TC > 16 slice	2	4	-	1	-	2	1	1
lettori laser per CR	9	13	10	11	14	2	21	1
dispositivi per visualizzazione immagini	22	66	60	20	42	18	55	13
ecografi	62	90	*	49	76	*	50	6
laser (classe ≥ 3)	5	21	*	9	8	*	21	2
impianti terapia fisica	2	2	*	*	64	*	23	-
n° lavoratori esposti	318	822	632	224	382	320	723	200

* non pervenuto

Tabella 2: Dotazione organica delle Strutture di Fisica Sanitaria liguri (al 30-06-2010)

	Fisici dirigenti	Personale tecnico	Personale amministr.
S 1	2	-	1 (part time)
S 2	5	3	1
S	2	4 (di cui 2 part time)	-
S	1	1 (part time)	1 (part time)
S	3	2 (di cui 1 part time)	-
Ente Osp.Osp. Galliera	5	3	1
z. Osp. niv. S. Martino	5	6	2 (di cui 1 part time)
ST	6	3	-

Tabella 3: Interdipendenza tra Area di Riferimento e Area di Competenza

AREA DI RIFERIMENTO (1° campo)		AREA DI COMPETENZA (2° campo)						
Cod.	DESCRIZIONE	GE	MN	MT	NI	RM	RT	RX
D	Datore di Lavoro							
S	Servizi							

Tabella 4: Interdipendenza tra Settore e Area di Competenza

SETTORE (3° campo)		AREA DI COMPETENZA (2° campo)						
Cod.	DESCRIZIONE	GE	MN	MT	NI	RM	RT	RX
CL	Applicazioni cliniche							
GQ	Garanzia di qualità							
ID	Interdipartimentale							
RP	Radioprotezione							
SI	Sicurezza							

Tabella 5: Interdipendenza tra Tipo e Area di Competenza

TIPO (4° campo)		AREA DI COMPETENZA (2° campo)							
Cod.	DESCRIZIONE	GE	MN	MT	NI	RM	RT	RX	
CL	Collaudi								
CC	Classificazione del personale								
CO	Commissioning								
CP	Controlli periodici								
CQ	Controllo di qualità								
DO	Verifiche dosimetriche								
DP	Dosimetria personale								
LR	Livelli diagnostici di riferimento								
MA	Manutenzione								
PA	Pratiche autorizzative								
PF	Produzione radiofarmaci								
PR	Progettazione								
RA	Determinazioni radiometriche								
RR	Gestione rifiuti radiattivi								
SD	Studio dosimetrico								
SI	Procedure di sicurezza								
SS	Sorgenti sigillate								
ST	Strumentazione								
SV	Supervisione realizzazione impianti								
SW	Software Clinici								
TD	Ricostruzione 3 D								
TP	Tecniche particolari								
VD	Valutazione di dose								
VR	Valutazione rischi								
VA	Varie								

Tabella 6. Prestazioni radiodiagnostica

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	D										
AREA DI COMPETENZA	RX										
SETTORE	RADIOPROTEZIONE (RP)										
TIPO	PROGETTAZIONE (PR)										
D_RX_RP_PR_RX	progettazione impianto RX		300			296	1,03	1,05	1,05	1,05	353
TIPO	VALUTAZIONE RISCHI (VR)										
D_RX_RP_VR_RX	valutazione rischi art.61 D.Lgs 230/95 smi su RX		300			296	1,03	1,05	1,05	1,05	353
TIPO	PRATICHE AUTORIZZATIVE (PA)										
D_RX_RP_PA_RX	pratiche autorizzative impianto RX		120	60		141	1,03	1,05	1,05	1,05	169
TIPO	CONTROLLI PERIODICI (CP)										
D_RX_RP_CP_RX	controlli art.79 D.Lgs 230/95	annuale	240	300		420	1,03	1,05	1,05	1,05	500
AREA DI RIFERIMENTO	D										
AREA DI COMPETENZA	RM										
SETTORE	SICUREZZA (SI)										
TIPO	PROGETTAZIONE (PR)										
D_RM_SI_PR_RM	progettazione impianto RM		2400			2371	1,03	1,05	1,05	1,05	2827
TIPO	VALUTAZIONE RISCHI (VR)										
D_RM_SI_VR_RM	valutazione rischi impianto RM		2400			2371	1,03	1,05	1,05	1,05	2827
TIPO	PRATICHE AUTORIZZATIVE (PA)										
D_RM_SI_PA_RM	pratiche autorizzative impianto RM		500	240		585	1,03	1,05	1,05	1,05	698
TIPO	COMMISSIONING (CO)										
D_RM_SI_CO_RM	procedure di commissioning impianto RM		960	450		1222	1,03	1,05	1,05	1,05	1457

Tabella 6. Prestazioni radiodiagnostica

CODIFICA	PRESTAZIONE		FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
TIPO	CONTROLLI PERIODICI (CP)											
D_RM_SL_CP_RM	controlli periodici di sicurezza impianto RM		semestrale	360	360		575	1,03	1,05	1,05	1,05	685
AREA DI RIFERIMENTO	S											
AREA DI COMPETENZA	RX											
SETTORE	GARANZIA DELLA QUALITA' (GQ)											
TIPO	CONTROLLO DI QUALITA' (CQ)											
S_RX_GQ_CQ_EN	impianti radiografia endorale		annuale	240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283
S_RX_GQ_CQ_FA	impianti rx analogici fissi		annuale	300	360		515	1,03	1,05	1,05	1,05	614
S_RX_GQ_CQ_FD	impianti rx digitale diretta fissi		annuale	480	360		693	1,03	1,05	1,05	1,05	826
S_RX_GQ_CQ_PO	impianti rx portatili		annuale	300	360		515	1,03	1,05	1,05	1,05	614
S_RX_GQ_CQ_AN	angiografi		annuale	420	360		634	1,03	1,05	1,05	1,05	756
S_RX_GQ_CQ_MO	impianti mineralometria ossea		annuale	180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RX_GQ_CQ_MM	mammografi		annuale, semestrale, trimestrale, giornaliero	800	500		1094	1,03	1,05	1,05	1,05	1305
S_RX_GQ_CQ_TC	TAC (fino a 16 slice)		semestrale	480	360		693	1,03	1,05	1,05	1,05	826
S_RX_GQ_CQ_CT	TAC (oltre 16 slice)		semestrale	600	480		885	1,03	1,05	1,05	1,05	1055
S_RX_GQ_CQ_CR	sistemi di rilevazione immagine CR (1 lettore+15 plate)		annuale	2280	720		2690	1,03	1,05	1,05	1,05	3208
S_RX_GQ_CQ_VI	sistemi di visualizzazione immagine		annuale	240	240		383	1,03	1,05	1,05	1,05	457

Tabella 6. Prestazioni radiodiagnostica

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
TIPO	LIVELLI DIAGNOSTICI DI RIFERIMENTO (LR)										
S_RX_GQ_LR_RX	Livelli Diagnostici di Riferimento (per impianto radiologico)	biennale	180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RX_GQ_LR_TC	Livelli Diagnostici di Riferimento (TAC)	biennale	420			415	1,03	1,05	1,05	1,05	495
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	RM										
SETTORE	GARANZIA DELLA QUALITA' (GQ)										
TIPO	CONTROLLO DI QUALITA' (CQ)										
S_RM_GQ_CQ_ST	RM settoriale	semestrale	180	90		233	1,03	1,05	1,05	1,05	277
S_RM_GQ_CQ_TB	RM TB (fino a 2 T)	semestrale	240	240		383	1,03	1,05	1,05	1,05	457
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	RX										
SETTORE	APPLICAZIONI CLINICHE (CL)										
TIPO	VALUTAZIONE DI DOSE (VD)										
S_RX_CL_VD_GR	studio fisico dosimetrico per pazienti in stato di gravidanza e per embrione		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RX_CL_VD_PS	studio fisico dosimetrico per pazienti soggetti a pratiche speciali (TC, angiografie)		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RX_CL_VD_SM	studio fisico dosimetrico per pazienti sottoposte a screening mammografico		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RX_CL_VD_PP	studio fisico dosimetrico per pazienti in età pediatrica		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212

Tabella 7. Prestazioni medicina nucleare

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	D										
AREA DI COMPETENZA	MN										
SETTORE	RADIOPROTEZIONE (RP)										
TIPO	PROGETTAZIONE (PR)										
D_MN_RP_PR_VV	progettazione sorgenti non sigillate in vivo (per isotopo)		360			356	1,03	1,05	1,05	1,05	424
D_MN_RP_PR_VT	progettazione sorgenti non sigillate in vitro (per isotopo)		360			356	1,03	1,05	1,05	1,05	424
D_MN_RP_PR_MT	progettazione terapia radiometabolica in regime protetto		2400			2371	1,03	1,05	1,05	1,05	2827
TIPO	VALUTAZIONE RISCHI (VR)										
D_MN_RP_VR_VV	valutazione rischi sorgenti non sigillate in vivo (per isotopo)		120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141
D_MN_RP_VR_VT	valutazione rischi sorgenti non sigillate in vitro (per isotopo)		120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141
D_MN_RP_VR_MT	valutazione rischi terapia radiometabolica in regime protetto		4800			4742	1,03	1,05	1,05	1,05	5655
TIPO	PRATICHE AUTORIZZATIVE (PA)										
D_MN_RP_PA_VV	pratiche autorizzative sorgenti non sigillate in vivo (per isotopo)		120		60	141	1,03	1,05	1,05	1,05	169
D_MN_RP_PA_VT	pratiche autorizzative sorgenti non sigillate in vitro (per isotopo)		120		60	141	1,03	1,05	1,05	1,05	169
D_MN_RP_PA_MT	pratiche autorizzative terapia radiometabolica in regime protetto		480		60	497	1,03	1,05	1,05	1,05	593
TIPO	CONTROLLI PERIODICI (CP)										
D_MN_RP_CP_VV	controlli periodici sorgenti non sigillate in vivo (per isotopo)	mensile	120	60		155	1,03	1,05	1,05	1,05	185
D_MN_RP_CP_VT	controlli periodici sorgenti non sigillate in vitro (per isotopo)	mensile	120	60		155	1,03	1,05	1,05	1,05	185
D_MN_RP_CP_MT	controlli periodici terapia radiometabolica in regime protetto (per isotopo)	mensile	480	240		620	1,03	1,05	1,05	1,05	739

Tabella 7. Prestazioni medicina nucleare

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE (FISCO) (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
TIPO	GESTIONE RIFIUTI RADIOATTIVI (RR)										
D_MN_RP_RR_RS	medicina nucleare – solidi (a fusto)	giornaliera		12		7	1,03	1,05	1,05	1,05	9
D_MN_RP_RR_RL	medicina nucleare – liquidi (a impianto)	annuale	2880	12000		10141	1,03	1,05	1,05	1,05	12092
D_MN_RP_RR_LA	laboratori analisi RIA (a fusto)	semestrale		12		7	1,03	1,05	1,05	1,05	9
D_MN_RP_RR_PZ	gestione rifiuti pz portatori di radioisotopi (no med nucl)		120	180		228	1,03	1,05	1,05	1,05	272
TIPO	DETERMINAZIONE RADIOMETRICA (per isotopo) (RA)										
D_MN_RP_RA_CB	campioni biologici	mensile	20	20		32	1,03	1,05	1,05	1,05	38
D_MN_RP_RA_CA	campioni ambientali (incluso taratura sistema di misura)	mensile	20	20		32	1,03	1,05	1,05	1,05	38
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	MN										
SETTORE	GARANZIA DELLA QUALITA' (GQ)										
TIPO	CONTROLLO DI QUALITA' (CQ)										
S_MN_GQ_CQ_PT	PET/TC (solo parte PET)	annuale, semestrale, mensile, giornaliera	2100	2100		3352	1,03	1,05	1,05	1,05	3996
S_MN_GQ_CQ_GC	gamma-camera	annuale, mensile, settimanale	6600	3300		8527	1,03	1,05	1,05	1,05	10167
S_MN_GQ_CQ_CD	calibratore di dose	annuale, semestrale, mensile	900	900		1436	1,03	1,05	1,05	1,05	1713
S_MN_GQ_CQ_SI	sonda intraoperatoria	annuale	500	500		798	1,03	1,05	1,05	1,05	951
S_MN_GQ_CQ_CN	sistemi di conteggio	mensile	60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71

Tabella 7. Prestazioni medicina nucleare

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
TIPO	LIVELLI DIAGNOSTICI DI RIFERIMENTO (LR)										
S_MN_GQ_LR_MN	Livelli Diagnostici di Riferimento (per indagine)	biennale	240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	MN										
SETTORE	APPLICAZIONI CLINICHE (CL)										
TIPO	VALUTAZIONE DI DOSE (VD)										
S_MN_CL_VD_VS	valutazione standard della dose agli organi in terapia radiometabolica		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
S_MN_CL_VD_VP	valutazione personalizzata della dose agli organi in terapia radiometabolica		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_MN_CL_VD_GR	studio fisico dosimetrico per pazienti in stato di gravidanza e per embrione		240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283
S_MN_CL_VD_PP	studio fisico dosimetrico per pazienti in età pediatrica		240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283

Tabella 8. Prestazioni radioterapia

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	D										
AREA DI COMPETENZA	RT										
SETTORE	RADIOPROTEZIONE (RP)										
TIPO	PROGETTAZIONE (PR)										
D_RT_RP_PR_LI	progettazione Linac		2000			1976	1,03	1,05	1,05	1,05	2356
D_RT_RP_PR_BR	progettazione brachiterapia		300			296	1,03	1,05	1,05	1,05	353
D_RT_RP_PR_IO	progettazione IORT		1000			988	1,03	1,05	1,05	1,05	1178
D_RT_RP_PR_IN	progettazione infissioni		300			296	1,03	1,05	1,05	1,05	353
TIPO	VALUTAZIONE RISCHI (VR)										
D_RT_RP_VR_LI	valutazione rischi Linac		240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283
D_RT_RP_VR_BR	valutazione rischi brachiterapia		240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283
D_RT_RP_VR_IO	valutazione rischi IORT		240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283
D_RT_RP_VR_IN	valutazione rischi infissioni		240			237	1,03	1,05	1,05	1,05	283
TIPO	PRATICHE AUTORIZZATIVE (PA)										
D_RT_RP_PA_LI	pratiche autorizzative Linac		600		60	616	1,03	1,05	1,05	1,05	734
D_RT_RP_PA_BR	pratiche autorizzative brachiterapia		180		60	201	1,03	1,05	1,05	1,05	239
D_RT_RP_PA_IO	pratiche autorizzative IORT		600			593	1,03	1,05	1,05	1,05	707
D_RT_RP_PA_IN	pratiche autorizzative infissioni		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
TIPO	CONTROLLI PERIODICI (CP)										
D_RT_RP_CP_LI	controlli periodici Linac (per impianto)	semestrale	120	120		192	1,03	1,05	1,05	1,05	228
D_RT_RP_CP_BR	controlli periodici (per sorgente) brachiterapia	semestrale	120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141
D_RT_RP_CP_IO	controlli periodici IORT (per impianto)	semestrale	120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141
D_RT_RP_CP_IN	controlli periodici (per sorgente) infissioni	per applicazione	120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141

Tabella 8. Prestazioni radioterapia

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	RT										
SETTORE	GARANZIA DELLA QUALITA' (GQ)										
TIPO	COMMISSIONING (CO)										
S_RT_GQ_CO_AT	acceptance test Linac		2400			2371	1,03	1,05	1,05	1,05	2827
S_RT_GQ_CO_LI	commissioning Linac (per fascio)		4800			4742	1,03	1,05	1,05	1,05	5655
S_RT_GQ_CO_TT	commissioning Tomotherapy		2400			2371	1,03	1,05	1,05	1,05	2827
S_RT_GQ_CO_IO	commissioning IORT (per macchina)		7200			7114	1,03	1,05	1,05	1,05	8482
S_RT_GQ_CO_BR	commissioning brachiterapia (per sorgente)		480			474	1,03	1,05	1,05	1,05	565
S_RT_GQ_CO_RV	commissioning sistemi RV		960			948	1,03	1,05	1,05	1,05	1131
S_RT_GQ_CO_TP	commissioning TPS (per fascio)		2400			2371	1,03	1,05	1,05	1,05	2827
S_RT_GQ_CO_SP	commissioning sistemi posizionamento e controllo set up		480			474	1,03	1,05	1,05	1,05	565
TIPO	CONTROLLO DI QUALITA' (CQ)										
S_RT_GQ_CQ_LI	controlli periodici Linac (per fascio)	giornaliera, settimanale, mensile, annuale	4800			4742	1,03	1,05	1,05	1,05	5655
S_RT_GQ_CQ_IP	controlli periodici IORT (pre-trattamento)	pre-trattamento	60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
S_RT_GQ_CQ_IO	controlli periodici IORT (per impianto)	annuale	1920			1897	1,03	1,05	1,05	1,05	2262
S_RT_GQ_CQ_TT	controlli periodici Tomotherapy (per impianto)	giornaliera, mensile pre-trattamento, mensile	9360			9248	1,03	1,05	1,05	1,05	11027
S_RT_GQ_CQ_BR	controlli periodici brachiterapia (per impianto)		2160			2134	1,03	1,05	1,05	1,05	2545

Tabella 8. Prestazioni radioterapia

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	RT										
SETTORE	APPLICAZIONI CLINICHE (CL)										
TIPO	STUDIO DOSIMETRICO (SD)										
S_RT_CL_SD_LI	studio fisico-dosimetrico con elaboratore su scansioni CT per linac		120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141
S_RT_CL_SD_IL	studio fisico-dosimetrico con calcolo della dose in punti per linac		15			15	1,03	1,05	1,05	1,05	18
S_RT_CL_SD_BR	studio fisico-dosimetrico con elaboratore su scansioni CT per brachiterapia endocavitaria		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
S_RT_CL_SD_RB	studio fisico-dosimetrico con calcolo della dose in punti per brachiterapia endocavitaria		45			44	1,03	1,05	1,05	1,05	53
S_RT_CL_SD_IM	studio dosimetrico IMRT		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RT_CL_SD_VR	studio dosimetrico per tecniche VMAT/RAPIDARC		120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141
S_RT_CL_SD_SS	studio fisico dosimetrico per tecniche stereotassiche		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RT_CL_SD_IO	studio dosimetrico per IORT		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
S_RT_CL_SD_TT	studio dosimetrico per Tomotherapy		180			178	1,03	1,05	1,05	1,05	212
S_RT_CL_SD_BI	ottimizzazione distribuzione dosimetrica per brachiterapia interstiziale		120			119	1,03	1,05	1,05	1,05	141
S_RT_CL_SD_BS	calcolo dose in punti per brachiterapia superficiale		15			15	1,03	1,05	1,05	1,05	18
TIPO	RICOSTRUZIONE TRIDIMENSIONALE (TD)										
S_RT_CL_TD_RM	ricostruzione tridimensionale RM		30			30	1,03	1,05	1,05	1,05	35
S_RT_CL_TD_TC	ricostruzione tridimensionale PET/TC		30			30	1,03	1,05	1,05	1,05	35

Tabella 9. Prestazioni connesse a impianti a diffusione limitata

CODIFICA	PRESTAZIONE			FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	D												
AREA DI COMPETENZA	MT												
SETTORE	RADIOPROTEZIONE (RP)												
TIPO	DOSIMETRIA PERSONALE (DP)												
D_MT_RP_DP_TB	dosimetria personale - corpo intero (per dosimetro)			mensile	1	10		7	1,03	1,05	1,05	1,05	8
D_MT_RP_DP_ES	dosimetria personale - estremità (per dosimetro)			mensile	1	12		8	1,03	1,05	1,05	1,05	10
D_MT_RP_DP_GA	procedure garanzia affidabilità servizio dosimetrico			mensile	240	240		383	1,03	1,05	1,05	1,05	457
TIPO	STRUMENTAZIONE (ST)												
D_MT_RP_ST_SR	gestione strumenti dosimetrici radioprotezione lavoratori (100 dosimetri)			mensile		450	200	350	1,03	1,05	1,05	1,05	417
D_MT_RP_ST_SA	gestione strumenti dosimetrici radioprotezione ambientali (per strumento)			annuale	60	60		96	1,03	1,05	1,05	1,05	114
D_MT_RP_ST_CI	gestione strumenti dosimetrici ciclotrone			giornaliera, mensile, annuale	900	300		1072	1,03	1,05	1,05	1,05	1278
D_MT_RP_ST_RF	gestione strumenti dosimetrici radiofarmacia			giornaliera, mensile, annuale	900	300		1072	1,03	1,05	1,05	1,05	1278
TIPO	SORGENTI SIGILLATE (SS)												
D_MT_RP_SS_RP	radioprotezione sorgenti sigillate ad alta attività (per sorgente)			trimestrale	90	90		144	1,03	1,05	1,05	1,05	171
AREA DI RIFERIMENTO	D												
AREA DI COMPETENZA	NI												
SETTORE	SICUREZZA (SI)												
TIPO	PROCEDURE SICUREZZA (SI)												
D_NI_SI_SL_LS	laser			annuale	90	90		144	1,03	1,05	1,05	1,05	171
D_NI_SI_SL_TF	impianti terapia fisica			annuale	90	90		144	1,03	1,05	1,05	1,05	171
D_NI_SI_SL_AL	altro			annuale	90	90		144	1,03	1,05	1,05	1,05	171

Tabella 9. Prestazioni connesse a impianti a diffusione limitata

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	NI										
SETTORE	GARANZIA DELLA QUALITA' (GQ)										
TIPO	CONTROLLO DI QUALITA' (CQ)										
S_NI_GQ_CQ_MS	apparecchiature ecografiche per studi statici (per sonda)	annuale	300			296	1,03	1,05	1,05	1,05	353
S_NI_GQ_CQ_MD	apparecchiature ecografiche per studi dinamici (per sonda)	annuale	600			593	1,03	1,05	1,05	1,05	707
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	RM										
SETTORE	APPLICAZIONI CLINICHE (CL)										
TIPO	TECNICHE PARTICOLARI (TP)										
S_RM_CL_TP_MV	spettroscopia metabolica in vivo tramite esame RM		100			99	1,03	1,05	1,05	1,05	118
S_RM_CL_TP_FC	studio di funzionalità cerebrale tramite esame RM		130			128	1,03	1,05	1,05	1,05	153
S_RM_CL_TP_DP	studio di diffusione e perfusione		100			99	1,03	1,05	1,05	1,05	118
AREA DI RIFERIMENTO	D										
AREA DI COMPETENZA	MN										
SETTORE	RADIOPROTEZIONE (RP)										
TIPO	PROGETTAZIONE (PR)										
D_MN_RP_PR_CI	progettazione impianto ciclotrone		4500			4446	1,03	1,05	1,05	1,05	5301
D_MN_RP_PR_RF	progettazione impianto radiofarmacia		4500			4446	1,03	1,05	1,05	1,05	5301
TIPO	VALUTAZIONE RISCHI (VR)										
D_MN_RP_VR_CI	valutazione rischi art.61 D.Lgs 230/95 smi ciclotrone		4500			4446	1,03	1,05	1,05	1,05	5301
D_MN_RP_VR_RF	valutazione rischi art.61 D.Lgs 230/95 smi radiofarmacia		2250			2223	1,03	1,05	1,05	1,05	2651

Tabella 9. Prestazioni connesse a impianti a diffusione limitata

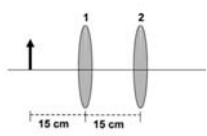
CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE FISICO (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	S										
AREA DI COMPETENZA	MN										
SETTORE	GARANZIA DELLA QUALITA' (GQ)										
TIPO	COMMISSIONING (CO)										
S_MN_GQ_CO_RF	commissioning e collaudo radiofarmacia		4500			4446	1,03	1,05	1,05	1,05	5301
S_MN_GQ_CO_CI	commissioning e collaudo ciclotrone		4500			4446	1,03	1,05	1,05	1,05	5301
TIPO	CONTROLLO DI QUALITA' (CQ)					0					
S_MN_GQ_CQ_CI	ciclotrone: garanzia corretto funzionamento	annuale	7200			7114	1,03	1,05	1,05	1,05	8482
TIPO	MANUTENZIONE (MA)										
S_MN_GQ_MA_CI	ciclotrone: attività autonoma e di supporto di manutenzione programmata e/o straordinaria	giornaliera, settimanale, mensile	14000			13832	1,03	1,05	1,05	1,05	16493
SETTORE	APPLICAZIONI CLINICHE (CL)										
TIPO	PRODUZIONE RADIOFARMACI (PF)										
S_MN_CL_PF_CI	ciclotrone: produzione radiofarmaci	giornaliera	300			296	1,03	1,05	1,05	1,05	353
TIPO	SOFTWARE CLINICI (SW)										
S_MN_CL_SW_SV	sviluppo/integrazione software applicativi (orario)		60			32	1,03	1,05	1,05	1,05	38
S_MN_CL_SW_VA	validazione software applicativi (orario)		60			33	1,03	1,05	1,05	1,05	39

Tabella 10. Prestazioni area gestionale

CODIFICA	PRESTAZIONE	FREQUENZA	TEMPO DIRIGENTE (min)	TEMPO PERS. TECNICO (min)	TEMPO PERS. AMMINISTR. (min)	COSTO PERSONALE	COSTO MATERIALE DI CONSUMO	AMMORTAMENTO STRUMENTAZIONE	COSTO GESTIONE ATTIVITA'	COSTI GENERALI	COSTO PRESTAZIONE*
AREA DI RIFERIMENTO	D										
AREA DI COMPETENZA	GE										
SETTORE	RADIOPROTEZIONE (RP)										
TIPO	DOSIMETRIA PERSONALE (DP)										
D_GE_RP_DP_VD	valutazione dosi personali e comunicazione M.A./M.C. (per esposto)	semestrale	15			15	1,03	1,05	1,05	1,05	18
D_GE_RP_DP_CS	compilazione schede dosimetriche personali	semestrale			20	8	2,03	2,05	2,05	2,05	133
TIPO	CLASSIFICAZIONE DEL PERSONALE (CC)										
D_GE_RP_CC_CL	analisi carichi di lavoro per classificazione personale esposto (per soggetto)	semestrale	15		45	32	1,03	1,05	1,05	1,05	38
SETTORE	INTERDIPARTIMENTALE (ID)										
TIPO	VARIE (VA)										
A_GE_ID_VA_TE	tenuta elenchi sorgenti IR	annuale	60	120		132	1,03	1,05	1,05	1,05	158
A_GE_ID_VA_PA	procedure aggiornamento premi assicurativi INAIL	annuale	60		60	82	1,03	1,05	1,05	1,05	98
A_GE_ID_VA_DI	debito informativo regionale		2280			2253	1,03	1,05	1,05	1,05	2686
A_GE_ID_VA_CM	partecipazione a commissioni tecniche/organizzative (orario)		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
A_GE_ID_VA_CP	valutazione schede tecniche per capitoli (orario)		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
A_GE_ID_VA_VM	valutazione materiale oggetto di gara (orario)		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
A_GE_ID_VA_OC	partecipazione a commissioni di organismi di controllo (orario)		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
A_GE_ID_VA_DD	Didattica in corsi di formazione e aggiornamento (orario)		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71
A_GE_ID_VA_AL	prestazione non codificata		60			59	1,03	1,05	1,05	1,05	71

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO - A.A. 2009/2010
ESAME DI AMMISSIONE ALLA SCUOLA
DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- 1) Il periodo di oscillazione di un pendolo costituito da un filo di lunghezza 35 m è:
 A) 0.2 minuti
 B) 1.2 minuti
 C) 0.02 minuti
 D) 2 minuti
- 2) La velocità di propagazione di un'onda armonica in una corda
 A) dipende dalla tensione e dalla massa per unità di lunghezza della corda
 B) è direttamente proporzionale alla lunghezza della corda
 C) è la stessa per tutte le onde armoniche e tutte le corde
 D) non dipende dalla tensione della corda
- 3) Un rubinetto si trova sul fondo di una cisterna che sopra è aperta. Il livello di acqua nella cisterna è 5 m e il getto che esce dal rubinetto è verticale. In assenza di attrito la velocità di uscita dell'acqua dal rubinetto è:
 A) 10 m/s
 B) 19.6 m/s
 C) 5 m/s
 D) 98 m/s
- 4) Un punto materiale P è in movimento e la sua energia cinetica è costante nel tempo. Quale delle seguenti affermazioni è necessariamente vera.
 A) Il lavoro complessivo delle forze agenti su P è nullo
 B) Il moto di P è rettilineo uniforme
 C) La risultante delle forze agenti su P è nulla
 D) Il moto di P è circolare uniforme
- 5) Un solenoide di lunghezza 20 cm ha 1000 spire ed è orientato con asse parallelo al vettore di campo magnetico terrestre in un punto in cui questo vale 2.5×10^{-5} T. Quale corrente nel solenoide annulla in campo magnetico all'interno del solenoide.
 A) 4 mA
 B) 0.4 mA
 C) 0.04 mA
 D) 40 mA
- 6) Una palla di massa m urta contro un muro con velocità v con una direzione di incidenza di 45° rispetto al muro e rimbalza elasticamente a 45° . La variazione di quantità di moto in modulo è:
 A) $\sqrt{2}$ mv
 B) 2 mv
 C) zero
 D) - mv
- 7) Il serbatoio A contiene 1 g di ossigeno a 0°C e il serbatoio B, identico ad A, contiene 1 g di idrogeno a 0°C . Si può affermare che:
 A) La pressione è maggiore nel contenitore B
 B) L'energia molecolare media è maggiore nel contenitore A
 C) La velocità media delle molecole è la stessa nei due serbatoi
 D) La pressione e l'energia molecolare media sono le stesse nei due contenitori
- 8) Il momento di dipolo per KCl, stimato usando la distanza interatomica $r = 2.79$ Å, è dell'ordine di:
 A) 10^{-29} Cm
 B) 10^{-27} Cm
 C) 10^{-25} Cm
 D) 10^{-23} Cm
- 9) Nelle sue ricerche Henry Moseley misurò le lunghezze d'onda dello spettro X caratteristico per un gran numero di elementi. La legge di Moseley mette in relazione l'energia dell'emissione X caratteristica con il numero atomico Z. Tale legge si può esprimere in termini di:
 A) lunghezza d'onda λ , come $\lambda \propto \frac{1}{Z^2} \propto \nu$
 B) frequenza ν , come $\nu \propto \frac{1}{Z^2}$
 C) energia E, come $E \propto \frac{1}{Z}$
 D) energia E, come $E \propto Z$
- 10) Una particella carica che si muove in un campo uniforme può descrivere sola-

- mente traiettorie:
- Rettilinee, circolari, elicoidali
 - Circolari
 - Rettilinee, circolari
 - Elicoidali, rettilinee
- 11) Il lavoro necessario per caricare un conduttore sferico di raggio R con una carica Q è:
- $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 R}$
 - $\frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R}$
 - $\frac{Q R}{8\pi\epsilon_0}$
 - $\frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R^2}$
- 12) Volendo collegare 3 lampadine ad un'unica forza elettromotrice in modo da avere la maggiore illuminazione :
- si dispongono le lampadine in parallelo
 - si dispongono le lampadine in serie
 - si dispongono indifferentemente le lampadine in serie o in parallelo
 - si dispongono le lampadine in serie fra loro aggiungendo di seguito una piccola resistenza
- 13) Un'urna contiene 5 palline blu e 4 palline bianche. Si estraggono due palline in successione senza rimettere la prima nell'urna. Se la seconda pallina estratta è bianca, qual è la probabilità che anche la prima fosse bianca ?
- $3/8$
 - $4/9$
 - $1/4$
 - $7/9$
- 14) Per un'onda elettromagnetica il modulo di $\vec{E}$ e il modulo di $\vec{B}$ sono legati dalla relazione:
- $E = c B$ dove c è la velocità di propagazione dell'onda
 - $E = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} B$ dove ϵ_0 è la costante dielettrica del vuoto e μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto
 - $E = w B$ dove w è la pulsazione dell'onda
 - $E = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0} B$ dove ϵ_0 è la costante
- dietetica del vuoto e μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto
- 15) La frazione di energia luminosa riflessa su una superficie di separazione fra due mezzi dipende dall'angolo di incidenza e dalla velocità relativa della luce nel primo e nel secondo mezzo. Nel caso particolare dell'incidenza normale su una superficie di separazione aria-vetro, detta I_0 l'intensità incidente, l'intensità riflessa è: [indice di rifrazione vetro, $n_{\text{vetro}} = 1.5$]
- $0.04 I_0$
 - $0.25 I_0$
 - $0.50 I_0$
 - $0.36 I_0$
- 16) Due lenti sottili aventi ciascuna una distanza focale di 10 cm, distano fra loro 15 cm. Un oggetto si trova alla distanza di 15 cm dalla prima lente, come in figura. Trovare di quanto l'immagine finale di questo oggetto dista dalla seconda lente.
- 
- 6 cm
 - 30 cm
 - 15 cm
 - 2 cm
- 17) Quanto lavoro si deve compiere per trasformare in ghiaccio un litro di acqua, che si trova alla temperatura di 10°C , utilizzando una macchina frigorifera con coefficiente di effetto frigorifero pari a 5. [Calore latente di fusione per acqua = 333.5 J/g]
- $75 \times 10^3 \text{ J}$
 - $375 \times 10^3 \text{ J}$
 - $66.7 \times 10^3 \text{ J}$
 - $1667.5 \times 10^3 \text{ J}$
- 18) Nei diagrammi di fase o diagrammi di stato il punto triplo è il punto in cui le 3 fasi di aggregazione (gassosa, liquida, solida di una sostanza) possono coesistere in equilibrio. Si può affermare che:
- temperature e pressioni inferiori al punto triplo la fase liquida non può esistere
 - temperature e pressioni inferiori al punto triplo la fase gassosa non può esistere

- C) il punto triplo per una sostanza è definito in funzione della pressione ed è indipendente dalla temperatura
- D) il punto triplo per una sostanza è definito in funzione della temperatura ed è indipendente dalla pressione
- 19) Una sfera omogenea di raggio $R = 10$ cm e massa $m = 20$ kg rotola senza strisciare su una superficie piana orizzontale alla velocità di 2 m/s. Calcolare il lavoro che si deve compiere per fermare la sfera. [momento di inerzia della sfera $I_{CM} = \frac{2}{5} m R^2$]
- A) 56 J
- B) 40 J
- C) 800 J
- D) 3.4 J
- 20) In riferimento al coefficiente di dilatazione termica di volume è corretto affermare che:
- A) tale coefficiente è definito come il rapporto fra la variazione relativa di volume e la variazione di temperatura, a pressione costante
- B) la sua unità di misura nel Sistema Internazionale è K/m^3
- C) tale coefficiente è definito come il rapporto fra la variazione relativa di temperatura e la variazione di volume, a pressione costante
- D) la sua unità di misura nel Sistema Internazionale è m^3/K
- 21) $\int \sin^3 x \, dx =$
- A) $\frac{1}{3} \cos^3 x - c$
- B) $-\frac{1}{3} \cos^2 + c$
- C) $\frac{3}{2} \cos x + c$
- D) $-\frac{1}{3} \cos^2 x - \frac{1}{2} x + c$
- 22) Il tetraedro è una figura geometrica solida formato da quattro triangoli equilateri. Indicando con l il lato dei triangoli, il volume V del tetraedro è:
- A) $V = \frac{l^3 \sqrt{2}}{12}$
- B) $V = \frac{3l^3 \sqrt{2}}{2}$
- C) $V = \frac{l^3 \sqrt{3}}{6}$
- D) $V = \frac{l^3 \sqrt{3}}{3}$
- 23) In quanti modi si può scegliere un comitato di 5 persone avendo a disposizione 12 persone
- A) 792
- B) 33264
- C) 19
- D) 3962
- 24) Trovare la derivata della funzione $f(x) = \cos 2x (e^{x^2-1})$
- A) $2e^{x^2-1} (x \cos 2x - \sin 2x)$
- B) $-2 \sin x (e^{x^2-1})$
- C) $-2 \sin 2x (e^{x^2-1})$
- D) $2x e^{x^2-1} (\cos 2x - 1)$
- 25) Lo iodio ^{131}I usato per trattamento di disfunzioni della tiroide, ha un tempo di dimezzamento di 8 giorni. Se un paziente ingerisce una attività di 10 MBq di ^{131}I , che non viene escreta dal corpo, quale attività rimane rispettivamente dopo 16 giorni e 24 giorni?
- A) 2.5 MBq, 1.25 MBq
- B) 5 MBq, 2.5 MBq
- C) 2.8 MBq, 1.875 MBq
- D) 4.5 MBq, 2.5 MBq
- 26) Un radiofarmaco che si trova nell'organismo viene eliminato per via fisica ed escreto per via biologica. Se per un certo radiofarmaco il tempo di dimezzamento fisico è di 3 giorni e il tempo di dimezzamento biologico è di 100 giorni, si avrà un tempo di dimezzamento effettivo:
- A) di poco minore di 3 giorni
- B) dell'ordine di 100 giorni
- C) di poco maggiore di 3 giorni
- D) di 103 giorni
- 27) Una lastra di piombo di 4 mm schermo una apparecchiatura a raggi γ , riducendo l'intensità della radiazione alla metà dell'intensità incidente. Quale spessore di piombo è in grado di ridurre di 16 volte l'intensità della stessa radiazione γ ?
- A) 16 mm
- B) 8 mm

- C) 12 mm
D) 10 mm
- 28)** In un gas di fermioni, a temperature T , maggiore dello zero assoluto, l'energia di Fermi è definita come quell'energia in corrispondenza della quale la probabilità che uno stato sia occupato è:
A) $1/2$
B) $1/e^{kT}$ dove k è la costante di Boltzmann
C) compresa fra $1/3$ e $1/2$
D) minore di $1/3$
- 29)** I livelli energetici di una molecola rotante sono dati dalla relazione $E = I(I+1) E_{or}$ dove I è il numero quantico di rotazionale e E_{or} è l'energia rotazionale caratteristica di una particolare molecola. Indicando con I il momento d'inerzia della molecola, E_{or} è dato da:
[h = costante di Planck, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$]
A) $E_{or} = \frac{\hbar^2}{2I}$
B) $E_{or} = \frac{2I}{I}$
C) $E_{or} = \frac{1\hbar}{2}$
D) $E_{or} = \frac{\hbar}{I}$
- 30)** Un reticolo di diffrazione possiede 4000 fenditure sottili per centimetro. Se questo reticolo viene illuminato da una luce di $\lambda = 600$ nm, i massimi di primo e secondo ordine si formano rispettivamente agli angoli:
A) 14° 29°
B) 2.5° 7°
C) 0.24° 0.48°
D) 12° 46°
- 31)** Gli elettroni Auger sono emessi a seguito del processo:
A) conversione atomica interna
B) fotoelettrico
C) produzione di coppie
D) Bremsstrahlung
- 32)** Calcolare in chilowattora l'energia liberata nella fissione di 1 g di ^{235}U supponendo che ad ogni fissione venga liberata una energia di 200 MeV.
A) $2.3 \cdot 10^4$ kW h
B) 2.3 kW h
C) $2.3 \cdot 10^2$ kW h
D) $2.3 \cdot 10^8$ kW h
- 33)** Un protone e un antiprotone che sono in quiete si annichilano. Calcolare la lunghezza d'onda λ dei fotoni prodotti secondo la reazione
$$p^+ + p^- \rightarrow \gamma + \gamma$$

[massa a riposo del protone 938 MeV]
A) $\lambda \cdot 1.3 \cdot 10^{-15}$ m
B) $\lambda \cdot 1.3 \cdot 10^{-17}$ m
C) $\lambda \cdot 9.8 \cdot 10^{-13}$ m
D) $\lambda \cdot 9.8 \cdot 10^{-19}$ m
- 34)** Trovare la lunghezza d'onda di De Broglie per una particella di massa 10^{-9} g che si muove di velocità 10^{-6} m/s.
A) $6.6 \cdot 10^{-16}$ m
B) $6.6 \cdot 10^{-25}$ m
C) $6.6 \cdot 10^{-19}$ m
D) $6.6 \cdot 10^{-21}$ m
- 35)** Indicare l'affermazione corretta.
A) Gli adroni sono particelle che interagiscono mediante interazione forte
B) Gli adroni si distinguono in due specie: leptoni e bosoni
C) Gli adroni comprendono: protone, neutrone, elettrone e particella alfa
D) Gli adroni sono particelle formate da 4 quark

La risposta corretta è sempre la A

Point/Counterpoint: rubrica di Medical Physics

Rassegna a cura di Fabrizio Levrero

Servizio di Fisica Sanitaria

Azienda Ospedaliera Universitaria S. Martino – Genova

Le pellicole radiocromiche sono superiori ai sistemi a matrice di camere a ionizzazione per i controlli di qualità in IMRT

Med. Phys. 37 (3), Marzo 2010

Uno dei controlli principali riguardanti i trattamenti di Radioterapia a Modulazione di Intensità (acronimo anglosassone IMRT) è quello teso a verificare la corretta distribuzione di intensità nel campo. I metodi utilizzati possono essere essenzialmente due: una matrice di camere a ionizzazione o le pellicole radiocromiche; la fama di superiorità di queste ultime costituisce il tema del dibattito.

Per questa opinione interviene S Devic, del dipartimento di *Radiation Oncology* al *SMBD Jewish General Hospital – McGill University* di Montreal. Al passaggio tra il vecchio e il nuovo millennio la radioterapia a fasci esterni ha visto un'evoluzione fondamentale: da una modalità di somministrazione della dose basata su campi omogenei nello spazio si è passati a una nuova modalità in cui i campi variano la propria intensità essendo composti fasci elementari che possono essere controllati in varia maniera. In questo contesto è necessario mettere in atto un sistema efficiente di controllo della fluenza nei campi impiegati. I primi controlli sono stati effettuati con pellicole radiografiche, che hanno una lunga storia di utilizzo in radioterapia, tuttavia il rapido passaggio ai rivelatori digitali e la conseguente scomparsa delle sviluppatrici a umido negli ospedali ha comportato la necessità di impiegare pellicole radiocromiche che non necessitano di un processo di sviluppo e che mantengono tutti i vantaggi legati alla dosimetria a film: bi-dimensionalità, elevata risoluzione spaziale, spessore ridotto, permanenza della registrazione. Le matrici di rivelatori, anche quelle che sono basate su camere a ionizzazione, possono introdurre incertezze incontrollabili nella misura di dose, specie in presenza di fasci elementari particolarmente numerosi che originano effetti di penombra.

Per l'opinione contraria scrive invece MR McEwen, *Senior Research Scientist* all'*Institute for National Measurement Standards* a Ottawa. I controlli di qualità in IMRT coprono un numero impressionante di esigenze, ma quella principale resta la verifica della dose assoluta. Da

questo punto di vista la camera a ionizzazione è indiscutibilmente il *gold standard*: le camere a ionizzazione sono stabili, affidabili, facili da calibrare e si basano su un principio fisico semplice e ben compreso. Le matrici di camere a ionizzazione sono semplici da installare, richiedono poco addestramento al personale che le usa e possono essere trasferite da un acceleratore a un altro. La risoluzione spaziale di un sistema di questo tipo raggiunge attualmente i 3 mm, e con tecniche di movimentazione della matrice si possono raggiungere risoluzioni spaziali di 1 mm. Non dobbiamo dimenticare infine che le matrici di camere a ionizzazione possono essere utilizzate anche per altre finalità legate alla radioterapia che non siano la verifica dei campi IMRT quale, per esempio, la calibrazione dei collimatori multi-lamellari.

I Fisici che si occupano di Radioterapia sono diventati tecnici altamente specializzati piuttosto che scienziati clinici

Med. Phys. 37 (4), Aprile 2010

Con l'evolversi dei requisiti di accreditamento e la costituzione del Dottorato in Fisica Medica, si è concretizzata la preoccupazione che i Fisici che si occupano di Radioterapia vengano considerati dei professionisti specializzati piuttosto che degli scienziati.

Di questa idea è HI Amols, capo del Servizio di Fisica Clinica al *Memorial Sloan Kettering Cancer Center* di New York. Egli premette che siamo di fronte a una discussione di natura semantica e quindi comincia la sua dissertazione citando le definizioni comunemente accettate dei termini introdotti: scienziato è colui che svolge un'attività che persegue la conoscenza avvalendosi del metodo scientifico; tecnico è invece una persona che ha appreso pienamente una particolare abilità senza necessariamente avere una completa padronanza della teoria generale da cui discende. Il fatto di distinguere nel percorso formativo le persone che devono impadronirsi di una tecnica mediante un percorso di accreditamento fatto essenzialmente di un tirocinio pratico, da quelle che devono avere un ruolo scientifico e devono ottenere un PhD specifico, si inserisce in questa logica. La conclusione dell'autore è netta: calibrare una macchina radiogena, mettere a punto e applica-

re programmi di assicurazione della qualità sono attività di tutto rispetto ma non sono scienza. Concatenando ciò che dice il colonnello Saito al colonnello Nicholson ne "Il ponte sul fiume Kwai" a quanto raccomanda Polonio a Laerte nell'"Amleto": *sii felice del tuo lavoro - per essere fedele a te stesso*.

A controbattere è F Van den Heuvel, Professore alla *Katholieke Universiteit* e Direttore del Servizio di Fisica Medica nel Dipartimento di Radioterapia Sperimentale dell'Ospedale Universitario *Gasthuisberg* a Leuven (Belgio). Egli ammette che c'è un sacco di lavoro routinario nell'attività di un Fisico in Radioterapia: controlli di qualità mensili, calibrazioni, calcolo e controllo dei piani di trattamento; tutte queste attività sono regolate da una serie di linee guida che costituiscono delle ottime ricette di cucina, per cui può sorgere la domanda se serva aver studiato Meccanica Quantistica per svolgere questo lavoro. L'autore a questo punto si domanda cosa succede se quanto fatto seguendo le istruzioni operative non ottiene i risultati attesi: a questo punto serve qualcuno che padroneggi realmente la teoria che sottende a quanto fatto, qualcuno che sappia prevedere cosa possa discendere da quanto misurato. L'autore ricorda che la tecnologia in Radioterapia evolve molto rapidamente per cui occorrono professionisti con un adeguato background scientifico per riuscire a stare al passo; un esempio calzante è quello dei sistemi di calcolo dei piani di trattamento: i Fisici più anziani hanno sviluppato loro stessi dei programmi, adesso c'è un'ampia offerta da parte delle aziende ma non sempre tutto funziona come nelle dimostrazioni dei prodotti: per riuscire a scoprire che il re è nudo non basta un mero esecutore di una linea guida.

La maggior parte dei programmi di tirocinio per Fisici che lavorano in Radioterapia non riflette l'importanza consolidata delle tecniche di immagini

Med. Phys. 37 (5), Maggio

Con la diffusione delle tecniche altamente conformazionali, l'*imaging* ha assunto un ruolo

fondamentale in Radioterapia, sia nella fase di pianificazione che in quella di trattamento. I Fisici che lavorano in Radioterapia si trovano spesso nella condizione di dover utilizzare le immagini cliniche senza una conoscenza approfondita al riguardo.

Per questa tesi interviene XR Zhu, Professore di *Radiation Physics* all'Università del Texas e Direttore del *Radiation Oncology Physics Residency Program* all'*Anderson Cancer Center*. Egli comincia il suo intervento dicendo che le moderne tecniche di immagini cliniche (RM, PET, TC) giocano un ruolo fondamentale nella fase di pianificazione del trattamento, specialmente nelle modalità IMRT. Ma il ruolo delle immagini diventa ancora più importante nella Radioterapia Guidata da Immagini (IGRT), che permette la localizzazione del bersaglio contestualmente al trattamento e comprende immagini portali elettroniche, tecniche a ultrasuoni, immagini radiologiche, sistemi integrati acceleratore/TC, tomoterapia con TC a energia del MV, *cone-beam CT* sia a energie del kV, sia del MV. I programmi accreditati relativi ai tirocinii dei Fisici che lavoreranno in Radioterapia non comprendono esplicitamente modalità di produzione di immagini che non siano di tipo radiografico/radioscopico o CT, per cui, a meno che i tirocinanti non abbiano competenze pregresse legate alla radiodiagnostica moderna, i futuri professionisti non avranno occasione di formarsi su questi argomenti di importanza strategica per la loro attività.

Per l'opinione contraria scrive RK Das, Professore e Direttore del *Radiation Oncology Physics Residency Program* al Dipartimento di *Human Oncology* all'Università del Wisconsin di Madison. Egli concorda con quanto detto dal collega circa la presenza delle immagini cliniche in Radioterapia, ma considera il fisico che vi lavora quale utilizzatore finale e dissente sulla necessità che egli debba possedere competenze specifiche e approfondite sulle modalità di produzione delle immagini stesse. Il programma dei tirocinii permette una comprensione pratica delle informazioni che derivano dalle immagini cliniche prodotte dalle varie modalità e risulta aderente alle reali necessità.