

SENATO DELLA REPUBBLICA

————— XIV LEGISLATURA —————

COMMISSIONE PARLAMENTARE D'INCHIESTA

COMMISSIONE PARLAMENTARE D'INCHIESTA SUI CASI DI MORTE E GRAVI MALATTIE CHE HANNO COLPITO IL PERSONALE MILITARE ITALIANO IMPIEGATO NELLE MISSIONI INTERNAZIONALI DI PACE, SULLE CONDIZIONI DELLA CONSERVAZIONE E SULL'EVENTUALE UTILIZZO DI URANIO IMPOVERITO NELLE ESERCITAZIONI MILITARI SUL TERRITORIO NAZIONALE

—————
Seduta n. 16

13° Resoconto stenografico

SEDUTA DI MERCOLEDÌ 12 OTTOBRE 2005

—————

**Presidenza del vice presidente FORCIERI
indi del presidente Paolo FRANCO**

INDICE

**Audizione del Direttore generale dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente
e per i servizi tecnici (APAT)**

PRESIDENTE	Pag. 3, 7, 13	CESARI	Pag. 4, 7, 8 e <i>passim</i>
MALABARBA (<i>Misto-RC</i>)	7, 13, 15 e <i>passim</i>	SGRILLI	8, 14, 15 e <i>passim</i>
FORCIERI (<i>DS-U</i>)	14, 18, 19		

Sigle dei Gruppi parlamentari: Alleanza Nazionale: AN; Democratici di Sinistra-l'Ulivo: DS-U; Forza Italia: FI; Lega Padana: LP; Margherita-DL-l'Ulivo: Mar-DL-U; Per le Autonomie: Aut; Unione Democratica e di Centro: UDC; Verdi-l'Unione: Verdi-Un; Misto: Misto; Misto-il Cantiere: Misto-Cant; Misto-Comunisti Italiani: Misto-Com; Misto-Democrazia Cristiana per le Autonomie: Misto-DC-Aut; Misto-Italia dei Valori: Misto-IdV; Misto-La Casa delle Libertà: Misto-CdL; Misto-Lega per l'Autonomia lombarda: Misto-LAL; Misto-MIS (Movimento Idea Sociale): Misto-MIS; Misto-Nuovo PSI: Misto-NPSI; Misto-Partito Repubblicano Italiano: Misto-PRI; Misto-Rifondazione Comunista: Misto-RC; Misto-Socialisti democratici Italiani-Unità Socialista: Misto-SDI-US; Misto Popolari-Udeur: Misto-Pop-Udeur.

Intervengono, in rappresentanza dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), il Direttore generale, ingegner Giorgio Cesari, accompagnato dall'ingegner Enrico Sgrilli, responsabile del Servizio di radioprotezione, e dall'ingegner Luciano Bologna, del medesimo Servizio.

Presidenza del vice presidente FORCIERI

I lavori hanno inizio alle ore 14,05.

PRESIDENTE. Se non vi sono osservazioni, il processo verbale della seduta del 29 settembre scorso si intende approvato.

SULLA PUBBLICITÀ DEI LAVORI

PRESIDENTE. Propongo, ai sensi dell'articolo 13, comma 1, del Regolamento interno della Commissione, che i lavori si tengano in forma pubblica.

Non facendosi osservazioni, così resta stabilito.

Avverto che sarà redatto e pubblicato il Resoconto stenografico della seduta odierna.

Vorrei precisare che abbiamo dovuto ricorrere all'uso di quest'aula, che non è provvista di impianto audiovisivo, perché le altre aule sono occupate tutte dalle Commissioni permanenti riunite per l'esame dei documenti di bilancio. Come già stabilito nella seduta precedente, le prossime sedute avranno luogo in un'aula in cui sarà possibile attivare il circuito interno, permettendo così alla stampa di assistere ai lavori.

Audizione del Direttore generale dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT)

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca l'audizione del Direttore generale dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), ingegner Giorgio Cesari. L'ingegner Cesari è accompagnato dall'ingegner Enrico Sgrilli, responsabile del Servizio di radioprotezione, e dall'ingegner Luciano Bologna, del medesimo Servizio, che ringrazio per la disponibilità manifestata nei confronti della nostra Commissione.

Vi invito a prendere la parola nell'ordine che riterrete opportuno; dopo il vostro intervento seguiranno le domande dei colleghi, a cui potrete successivamente rispondere.

CESARI. Signor Presidente, ringrazio innanzitutto la Commissione per l'invito che ci è stato rivolto. Abbiamo pensato di far precedere la discussione da una presentazione che fa uso di diapositive, che sarà nostra cura lasciare agli atti della Commissione insieme al testo. Risponderemo poi alle domande che i commissari vorranno rivolgerci. A tale riguardo gli ingegneri Sgrilli e Bologna sono senz'altro le persone più competenti sugli argomenti di cui ci occuperemo.

L'APAT è l'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, nata nell'ottobre 2002 a seguito della trasformazione della precedente Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA) e della confluenza del Dipartimento dei Servizi tecnici (Servizio geologico, idrografico e mareografico e Servizio bibliotecario e museale).

Una premessa che si sembra doverosa riguarda la competenza dell'Agenzia. L'APAT non ha competenza su aspetti inerenti a impieghi delle radiazioni ionizzanti in ambito militare, che competono invece, *ex* articolo 162 del decreto legislativo n. 230 del 1995, e successive modifiche, all'Autorità militare. Tuttavia, su richiesta delle autorità di Governo, l'APAT (allora ANPA) ha nel passato svolto attività in ordine a taluni aspetti dell'impiego di munizionamento ad uranio impoverito in teatri interessati da eventi bellici nei Balcani.

La Commissione ci perdonerà se diamo una breve, ulteriore indicazione su che cosa sia l'uranio impoverito, costituito da una miscela dei tre isotopi dell'uranio (U-238, U-235, U-234), la quale è considerevolmente meno radioattiva della miscela di radioisotopi che costituiscono l'uranio naturale. L'uranio impoverito (altrimenti detto depleto), come è ben noto, è usato nella costruzione di proiettili ad elevata penetrazione, avendo una densità (circa 19 g/cm³) pressoché uguale a quella del tungsteno ed oltre 1,5 volte quella del piombo. Non è usato come esplosivo ma come materia inerte, proprio per la sua capacità di penetrare nella corazza dei carri armati.

A seguito degli eventi bellici, piuttosto recenti, nella vicina area balcanica, l'Agenzia, nel febbraio 2000, su richiesta del Ministero dell'ambiente, ha svolto un'indagine e ha compilato un rapporto preliminare contenente le stime dei rischi derivanti dall'utilizzo, in Bosnia e Kosovo, di munizioni contenenti un penetratore ad uranio impoverito da parte di aerei A-10 della NATO. Si tratta di un aereo anticarro che ha, appunto, in dotazione questo tipo di proiettili.

Sono state impiegate le informazioni allora disponibili, ma non erano tuttavia note quelle necessarie per procedere a stime, il più possibile realistiche, dell'impatto radiologico derivante dall'impiego di penetratori ad uranio impoverito. Sono stati assunti parametri oltremodo severi. In particolare, la letteratura esaminata forniva dati piuttosto ampi e diversi su un aspetto cruciale: la formazione di aerosol durante l'impatto del muniziona-

mento sui bersagli, la sua granulometria, la diffusione in atmosfera e i fenomeni di risospensione. In assenza di informazioni relative al caso reale, le valutazioni sono state effettuate assumendo uno scenario di diffusione di 10 chilogrammi di aerosol interamente respirabile di uranio impoverito (un elemento ulteriormente severo nell'ambito delle scelte compiute) in un'area di 1.000 metri quadrati. Questi scenari, senz'altro severi, hanno fatto però escludere degli effetti acuti.

Venendo all'attività propria del personale dell'Agenzia, va ricordata innanzi tutto la partecipazione di un nostro tecnico al gruppo degli esperti costituito *ex* articolo 31 del Trattato EURATOM, che nel marzo 2001, circa un anno dopo l'indagine da noi compiuta su richiesta del Ministero dell'ambiente, su richiesta della Commissione europea, ha fornito un parere sugli effetti di tali armamenti. Le conclusioni del gruppo indicano che l'esposizione a uranio impoverito, negli scenari di dose realisticamente ipotizzabili, non è suscettibile di produrre effetti sanitari discernibili rispetto al rischio di incidenza tumorale di base (cosiddetto *base line risk*).

L'APAT ha inoltre partecipato, con proprio personale e con le strutture di laboratorio dell'Agenzia, a tre campagne di rilevazioni radiometriche, con prelievi e successive analisi di campioni, condotte dall'UNEP (*United Nations Environment Programme*) nel 2000-2002 su siti in Kosovo, Serbia e Bosnia interessati dall'impiego del predetto munizionamento con uranio impoverito, in uno sforzo congiunto con la IAEA (*International Atomic Energy Agency*) delle Nazioni Unite e con qualificati organismi europei e statunitensi.

A seguito di queste campagne non sono stati riscontrati motivi di preoccupazione a breve termine, mentre si raccomandava di continuare a monitorare il possibile impatto ambientale a medio e a lungo termine. Va ricordato peraltro che lo studio UNEP non aveva rilevato una contaminazione diffusa nel suolo ma là dove esisteva una reale prossimità alla localizzazione dei punti di impatto dei penetratori; l'UNEP inoltre ha rilevato la presenza di uranio impoverito in due campioni d'acqua (un campione è di acqua potabile) in una installazione di riparazione di mezzi corazzati, dove è stato fatto uso anche di questo tipo di penetratore, contaminazione che tuttavia l'UNEP stessa ha ritenuto non tale da comportare dei rischi significativi o comunque da aggravare rischi eventualmente presenti. In ogni caso, tutte le valutazioni scientifiche svolte da o per l'UNEP indicano rischi di radioprotezione estremamente bassi, molto contenuti in relazione agli scenari realisticamente ipotizzabili per la popolazione civile.

Esperti APAT di radioprotezione hanno, inoltre, fornito collaborazione tecnica alla Commissione istituita dal Ministro della difesa e presieduta dal professor Mandelli. Nell'ambito di una convenzione sottoscritta tra il Ministero della difesa e l'ANPA, è stata affidata all'ENEA l'effettuazione di una serie di analisi radiometriche su un campione di militari, scelti dall'Amministrazione della difesa, appartenenti a contingenti militari italiani in missione nei Balcani. L'obiettivo delle analisi era l'effettuazione di uno *screening* per accertare, in tempi brevi, eventuali esposizioni interne, in particolare all'uranio impoverito.

La Commissione Mandelli, l'Amministrazione militare, l'ANPA e l'ENEA hanno concordato di effettuare una prima analisi sulle urine e sul corpo intero (*Whole Body Counter* - WBC), che ritroveremo in una successiva diapositiva, ad alta e a bassa energia, relativamente a 25 militari con missioni multiple in area balcanica e, in tempi successivi, di effettuare le analisi su 75 militari alla prima missione in Kosovo e in Bosnia.

Complessivamente sono state eseguite 70 misure WBC ad alta energia e 70 misure a bassa energia relative a 70 soggetti alla fine della missione, nonché 25 misure WBC ad alta energia e 25 WBC a bassa energia per 25 soggetti con missioni precedenti, in modo da avere un ventaglio discretamente ampio tra i soggetti che avevano partecipato alle missioni nei Balcani. Sulle 70 unità che sono state oggetto di questa indagine è possibile definire un'ulteriore suddivisione fra 40 operativi e 30 individui non operativi nei teatri di battaglia.

Nel dettaglio, sono complessivamente disponibili i risultati di 171 misure di concentrazione di uranio nelle urine per 25 militari con missioni precedenti, per 40 militari prima dell'invio in missione in Kosovo, per 35 militari prima dell'invio in missione in Bosnia e ancora per 33 e 37 militari, rispettivamente, di ritorno dalla missione in Bosnia e dal Kosovo, oltre ad un militare destinato in Kosovo ma non inviato in teatro operativo, per il quale risulta comunque effettuato il prelievo e l'analisi dopo tre mesi.

Va precisato che la presenza ubiquitaria nell'ambiente delle serie naturali di radioisotopi, e in particolare dell'uranio, comporta l'introduzione di uranio per inalazione e ingestione in valori molto variabili a seconda dei luoghi e della dieta. Sono infatti ben note le difficoltà che si presentano nell'interpretazione di dati di escrezione per quanto concerne l'uranio: detti dati sono infatti soggetti a fluttuazioni inter ed intrasoggettive, dovute a fattori naturali, quali età, costituzione individuale, alimentazione, zona di permanenza eccetera, come d'altra parte testimonia l'esperienza delle indagini sulle urine dei militari del contingente tedesco in Kosovo.

Le valutazioni dei dati di concentrazione di uranio nei campioni di urina, effettuate, per un migliore riscontro, sia dall'APAT che dall'ENEA, non hanno evidenziato alcuna differenza significativa né tra i gruppi (differenza di mansioni, operativi/non operativi), né a confronto con i dati dei gruppi di controllo interni ed esterni, con l'eccezione del gruppo alla prima missione in partenza per la Bosnia. Per quest'ultimo gruppo, infatti, si evidenzia già dalla partenza una maggiore concentrazione media statisticamente significativa rispetto agli altri gruppi.

È opportuno ricordare che nel gennaio 2001 sono stati pubblicati i risultati delle analisi radiometriche effettuate dall'Istituto di radioprotezione del Centro nazionale di ricerca per l'ambiente e la salute tedesco (*Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit-GSF*) per conto del Ministero della difesa su un campione di 122 appartenenti a contingenti militari tedeschi impiegati nei Balcani in aree interessate da mitragliamenti con armamenti ad uranio impoverito. In sintesi, dallo studio del GSF si

evincesse che i risultati delle analisi radiometriche effettuate non hanno rilevato incorporazioni di uranio impoverito da parte dei militari oggetto dello *screening*.

Un esperto APAT ha inoltre partecipato a un *workshop* scientifico tra specialisti di 11 nazioni occidentali, indetto dal GSF nel giugno 2001 a Bad Honnef nella Repubblica Federale di Germania, sugli effetti dell'impiego degli armamenti con uranio impoverito in Kosovo. Nel corso del *workshop* sono stati discussi i risultati di migliaia di analisi delle urine su militari NATO dislocati in Kosovo: tali analisi non hanno rivelato introduzioni di uranio impoverito. Inoltre, nel corso dell'incontro scientifico si è appreso da esperti della *Bundeswehr* che non si era manifestato alcun aumento di leucemie in più di 50.000 soldati impiegati in Bosnia e Kosovo.

Terminato questo primo inquadramento della problematica e delle indagini svolte dall'APAT, siamo disponibili a rispondere alle domande che la Commissione vorrà rivolgerci.

PRESIDENTE. Ingegnere Cesari, la prego di lasciare agli atti della Commissione una copia del rapporto redatto dalla vostra Agenzia nel febbraio 2000.

CESARI. Ne lascio senz'altro una copia.

MALABARBA (*Misto-RC*). Desidero, innanzitutto, ringraziare i rappresentanti dell'APAT per la loro esposizione e per il contributo apportato all'attività della Commissione.

Per quanto riguarda il rapporto tecnico del 2000 sull'utilizzo delle armi ad uranio impoverito nei Balcani da parte degli aerei A-10, lei ha parlato di una mancata evidenza di fenomeni acuti. Vorrei che specificasse cosa s'intende per fenomeno acuto e che chiarisse meglio gli aspetti di cronicità, anche se, com'è ovvio, molti concetti potranno essere chiariti meglio, come sottolineato anche dal Presidente, una volta acquisito il testo del rapporto.

Mi pare altresì di aver capito che, relativamente alla presenza di uranio impoverito nelle urine del campione dei militari individuati, il gruppo da inviare in Bosnia avesse, già al momento della partenza, delle evidenze nelle urine. Si tratta di personale che proveniva da altre missioni oppure di personale inviato in missione per la prima volta? Sappiamo che il personale viene addestrato prima di partire, quindi potrebbe esservi stata una contaminazione in seguito all'attività nei poligoni di tiro nel nostro o in altri Paesi. Conoscere la provenienza di questi militari, ai fini del nostro ragionamento, può essere un elemento utile.

Per quanto riguarda la composizione dei proiettili, premesso che essi sono sottoposti ad una lavorazione atomica dell'uranio naturale, come avete ricordato anche voi e come ci era stato illustrato in più occasioni dalle autorità militari, è possibile sapere quanto plutonio contiene ogni proiettile? Ritengo, infatti, che proprio questo sia l'aspetto più pericoloso.

Da ultimo, l'APAT ha studiato solo i rischi legati alla radioprotezione oppure ha informazioni appropriate per escludere anche il rischio tossico dovuto alla produzione di nanoparticelle post-esplosione, quelle che producono l'aerosol che ci avete indicato?

CESARI. Se il Presidente permette, dato il numero delle domande, sarebbe opportuno che l'ingegner Sgrilli cominciasse a fornire delle risposte.

Voglio precisare che le uniche domande alle quali non potremo rispondere sono quelle riguardanti informazioni di tipo militare, che chiaramente non rientrano nella nostra competenza.

SGRILLI. Il senatore Malabarba ha chiesto cosa significhi la frase contenuta nell'esposizione del direttore generale: il rapporto ha «tuttavia escluso effetti acuti».

Facendo un *flashback*, nel 2000 venne chiesto all'Agenzia di effettuare un'indagine perché si erano manifestati taluni episodi morbosi e si voleva analizzare quale potesse essere l'impatto dell'utilizzo di uranio impoverito in ipotesi estremamente severe. I nostri calcoli hanno espresso delle valutazioni di dose tali da escludere effetti acuti. Cosa significa «effetti acuti»? Probabilmente già lo sapete, ma debbo ripetere che gli effetti delle radiazioni ionizzanti si possono classificare in molti modi. I cosiddetti effetti somatici (quelli sulle persone) sono di due tipi. In primo luogo vi sono gli effetti acuti, che si producono pochissimo tempo dopo l'esposizione in caso di assorbimento di soglie piuttosto elevate di radiazioni, a seconda dei tipi di effetti che si possono manifestare. Alle radiazioni ionizzanti sono anche ascritti effetti tardivi cosiddetti stocastici, cioè di natura probabilistica e non deterministica; in altre parole, si ammette che ad una esposizione – poi vedremo di quale tipo – a radiazioni ionizzanti possa conseguire la probabilità di un effetto grave, anche se non è detto che l'effetto si verifichi.

Occorre ora fare un altro passo indietro: mi dispiace per il tecnicismo, ma l'argomento è estremamente complesso. La conoscenza umana degli effetti delle radiazioni ionizzanti data dai primi anni del secolo scorso, da quando Röntgen inventò i raggi X. Il patrimonio conoscitivo si è ovviamente molto ampliato nel corso del secolo e vi sono state parecchie coorti di esposti che sono state seguite nel tempo. Parlerò di una delle principali di queste coorti, che è quella dei sopravvissuti ai bombardamenti di Hiroshima e Nagasaki. Questi hanno visto ricostruire la propria esposizione attraverso gli sforzi compiuti da uno studio scientifico che li segue nel corso della loro vita, il cosiddetto *Life Span Study*, che studia appunto cosa succede a questi sopravvissuti nel corso dell'intera vita.

Gli organismi scientifici internazionali – ne citerò soprattutto due, il Comitato delle Nazioni Unite sugli effetti delle radiazioni ionizzanti (United Nations Scientific Committee on the Effects of Ionizing Radiation-UNSCEAR) e la Commissione internazionale per la protezione radiologica (International Commission on Radiological Protection-ICRP) – e una serie di organismi scientifici nazionali di indubbia autorevolezza, come l'Acca-

demia nazionale delle scienze degli Stati Uniti, hanno studiato l'evidenza accumulata in questa coorte di sopravvissuti e in altre coorti di esposti. Gli studi hanno evidenziato che alle alte dosi indubbiamente si riscontra un aumento dell'incidenza tumorale rispetto all'incidenza tumorale di base della relativa popolazione di confronto, mentre alle basse dosi, cioè a valori di dose inferiori a circa 100-200 millisievert, questi effetti non sono evidenziabili. In buona sostanza, detto in modo rozzo e atecnico, alle basse dosi non si riscontrano effetti epidemiologicamente rilevabili. Tuttavia si ipotizza che, se anche gli effetti non si vedono, essi vi possano essere; più precisamente, si ipotizza una relazione lineare tra dose ed effetto senza soglia. Per ragioni evidenti di precauzione si ipotizza cioè che a qualsiasi esposizione a radiazioni ionizzanti, anche di basso livello, possa essere associata una probabilità, sia pure piccola, di sviluppare effetti avversi, ma non di tipo acuto, che non si distinguono rispetto all'evidenza epidemiologica per quella particolare forma morbosa che si riscontra nella comune popolazione. Ecco perché, sotto ipotesi estremamente severe come quella che abbiamo utilizzato nel rapporto, noi diciamo che le dosi valutate sono tali che questi effetti acuti non si vedono.

Ricordiamo che attorno al 2000 c'era molta preoccupazione nel nostro Paese per le vicende di alcuni militari italiani in missione nei Balcani che avevano sviluppato talune forme morbose. Siamo stati quindi costretti ad usare ipotesi estremamente cautelative in assenza di una conoscenza di quanto era avvenuto sul terreno. Quando redigemmo il rapporto non si sapeva – e lo scoprimmo da Internet – se era stato veramente utilizzato uranio impoverito.

Con questo credo di aver dato una prima spiegazione di cosa intendiamo per «effetti acuti».

La seconda domanda riguardava il contingente in partenza per la Bosnia. Il direttore generale Cesari ha già precisato che relativamente alle esperienze fatte da questi militari bisognerà rivolgersi al Ministero della difesa. Noi possiamo dire che dalle analisi statistiche effettuate sulle escrezioni urinarie di uranio dei militari facenti parte del contingente inviato in Bosnia non risultano differenze tra prima e dopo la partenza. Ciò significa che nelle urine dei soldati inviati in Bosnia prima della partenza e di quelle dopo il ritorno dalla missione non si riscontra una differenza statisticamente significativa.

La differenza statisticamente significativa si ha quando, con l'analisi della varianza, poi successivamente approfondita con un altro metodo statistico, si confronta il gruppo «bianco» sviluppato dall'ENEA, il gruppo uno (militari con missioni multiple), il gruppo due (Kosovo) e il gruppo tre (Bosnia), sia prima dell'invio in missione che dopo (per i gruppi due e tre). Quando si confrontano questi tre gruppi, con termine statistico definiti «trattamenti», si vede che c'è una differenza, e precisamente tra il terzo gruppo (Bosnia) e gli altri. Il terzo gruppo però, lo ripeto, sia prima dell'invio in missione che dopo non presenta variazioni statisticamente significative.

Riguardo al plutonio, siamo stati i primi in Europa a pronunciarci, ma semplicemente perché abbiamo letto la documentazione militare americana. Un rapporto del 1995 della AEPI (istituzione militare americana che si occupa di protezione) sosteneva che nella composizione dell'uranio impoverito c'era, oltre ai tre isotopi che normalmente si trovano, anche l'U-236, che in natura non si trova ed è presente nell'uranio impoverito solo a seguito del riprocessamento del combustibile nucleare esaurito. La nostra unità dell'epoca cominciò allora a cercare quanto plutonio potesse esserci al fine di compiere delle valutazioni, perché ovviamente il plutonio è assai più radiotossico dell'uranio. Nel corso della nostra attività di ricerca su Internet, che è una vera miniera di informazioni, trovammo una lettera del Dipartimento della difesa americano, il quale informava un'associazione di *Concerned Citizens* statunitense della possibile presenza di una percentuale di plutonio pari a 11 parti per miliardo. E noi con quella percentuale abbiamo fatto i conti, precisamente li ha fatti l'ingegner Bologna. Dico subito il numero con cui abbiamo calcolato la dose perché è interessante e facilmente confrontabile: abbiamo fatto i conti di dose con 25,3 becquerel di Pu-239 per grammo di uranio impoverito come composizione del proiettile e naturalmente abbiamo incluso nel calcolo gli isotopi dell'uranio e i «figli» a breve vita dell'U-238. Domando scusa se mi lascio trasportare dalla tecnica. In estrema sintesi, il Pu-239 a questa concentrazione non pesa affatto dal punto di vista dose. Si aggiunga che gli studi effettuati a seguito delle campagne UNEP (*United Nations Environment Programme*) in Bosnia, Kosovo e Serbia hanno dimostrato che il contenuto di plutonio per grammo di uranio impoverito era assai inferiore a quello della nostra ipotesi. Noi abbiamo fatto i conti con 25,3 becquerel di plutonio per grammo di uranio impoverito: ebbene, il valore più alto di plutonio rilevato nei penetratori in Kosovo è stato di 12,9 becquerel per chilo – non per grammo – un valore cioè all'incirca 2.000 volte più piccolo rispetto alla nostra ipotesi. Qualcosa di più è stato trovato in due penetratori in Bosnia, dove si sono trovati 87 becquerel di plutonio, sempre per chilo e non per grammo. Quindi, se stando alle nostre valutazioni il plutonio non pesa, a maggior ragione non peserà sulla base dei dati registrati a seguito delle indagini sul campo.

Le conclusioni che oggi vi stiamo esponendo sono peraltro state condivise da tutte le organizzazioni che hanno partecipato alla campagna dell'UNEP. Le misurazioni del plutonio, tanto per dirne una, sono state fatte dal laboratorio svizzero di Spiez, che ha poi redatto un rapporto per il Parlamento europeo, in cui è contenuta la stessa valutazione globale, secondo la quale, in base ad ipotesi concepibili, sembra difficile ci siano effetti quantificabili dell'uranio impoverito rispetto al *base line risk*.

L'ultima domanda del senatore Malabarba riguardava le nanoparticelle ed è estremamente suggestiva. Chiedo ancora una volta scusa se approfitto della pazienza della Commissione, ma per noi che ci occupiamo di radioprotezione ormai da molto tempo i temi dibattuti in questa sede sono estremamente interessanti.

Il tema delle nanoparticelle è, tutto sommato, comparativamente nuovo e quindi mi aspetto specifiche domande al riguardo. Tutta la conoscenza sugli effetti delle radiazioni ionizzanti, che sinteticamente ho cercato di descrivere all'inizio del mio intervento, deriva in primo luogo dall'epidemiologia, ossia dallo studio degli effetti avversi nelle coorti di esposti. Dove questo studio non mostra evidenze, in quanto non riscontrabili al di sotto di certe soglie di dose, sono stati fatti esperimenti su animali e su colture cellulari, che tuttavia non sono facilmente estendibili all'uomo.

Come dicevo prima relativamente agli effetti alle basse dosi, il Rapporto 2000 dell'UNSCEAR dice chiaramente nel secondo volume – nell'*Annex I* (entrambi i volumi sono estremamente interessanti) – che l'epidemiologia non potrà fornire una risposta, perché quando le dosi sono molto piccole occorrerebbero dei numeri molto grandi nelle coorti di esposti. La potenza statistica degli studi associati sarebbe estremamente bassa. Il dilemma di fondo è sempre quello: individuare l'origine della patologia tumorale, ricordando, anche se chi vi parla è un ingegnere e non un medico, che la patologia tumorale da radiazioni è aspecifica.

Ritornando alle nanoparticelle, l'attuale sistema di protezione deriva da una messe di studi che si cerca di condensare in grandezze che si sono via via complicate in cinquant'anni di radioprotezione; in 35 anni ho visto il sistema divenire sempre più complesso, sino a diventare uno strumento veramente difficile da padroneggiare nella sua interezza.

Partiamo, ad esempio, dalle esposizioni esterne di Hiroshima e Nagasaki, con l'avvertenza che i sopravvissuti ad Hiroshima e Nagasaki non sono stati esposti solo a radiazioni esterne, perché a seguito delle esplosioni c'è stata indiscutibilmente una emissione di radionuclidi prodotti dalla fissione e di radionuclidi transuranici ed una pioggia di fango e queste persone certamente hanno inalato ed ingerito radionuclidi. Avendo fatto parte fino all'anno scorso del *Radiation Safety Standards Committee* dell'IAEA, di cui adesso è membro l'ingegner Bologna, ho domandato al segretario scientifico dell'UNSCEAR come mai non avessero considerato che questa circostanza (inalazioni e ingestioni dei sopravvissuti giapponesi) alzava notevolmente la dose rispetto agli effetti. Infatti, anche se la dose interna (da inalazione e ingestione) non è ricevuta istantaneamente come nell'esposizione esterna, tale dose interna di radiazioni è assorbita dal corpo umano gradualmente nel tempo. La risposta è stata che è difficilissimo quantificare la dose interna, mentre si riesce a ricostruire la dose esterna dovuta all'esplosione. Due dosimetrie di dose esterna ai sopravvissuti sono state elaborate (ora ce n'è una terza che non abbiamo ancora studiato): la prima risale al 1965 e la seconda al 1986; esse hanno stabilito la dose esterna in base alla ricostruzione del luogo in cui si trovavano i sopravvissuti al momento dell'esplosione. Non è mai stata tentata una dosimetria per la dose interna, ma è una domanda che noi dobbiamo sempre porci perché i sopravvissuti ad Hiroshima e Nagasaki non hanno solo ricevuto esposizioni esterne ma hanno inalato e ingerito i radionuclidi, il fango che ricadeva; alcuni hanno incorporato radionuclidi tramite le ferite

perché erano ustionati. Questi radionuclidi introdotti nel corpo, anche tramite il fango, devono aver avuto l'effetto di aumentare le dosi. Questo contributo alla dose, e quindi al rapporto tra dosi ed effetti, però è posto uguale a zero.

Quindi ci si ferma solo alle esposizioni esterne nelle valutazioni UNSCEAR. A parte il fatto che questo non è esattamente vero, perché sono state considerate altre coorti di persone esposte alle radiazioni interne, cosa fa il sistema di protezione per tenere conto del fatto che la maggior parte dei dati è legata ad esposizioni esterne di Hiroshima e Nagasaki di tipo gamma? Si basa sui risultati, che certamente si possono sempre approfondire, su cavie e colture di cellule. Se è pari a 1 l'efficacia biologica ai fini dell'induzione tumorale della radiazione gamma esterna, per le alfa, se l'uranio viene ingerito o inalato e quindi si assume una dose interna di radiazioni alfa, l'efficacia biologica è 20 volte superiore. Il sistema di protezione cerca di tenere conto della differenza, ai fini dell'induzione di un effetto grave, del ricevere dose da una radiazione esterna gamma molto penetrante su una larga massa di tessuto, rispetto a radiazioni come quelle dell'uranio, e dell'uranio impoverito, che danno invece una dose in una zona estremamente circoscritta all'interno del corpo. La radiazione alfa nella materia molle, nel corpo umano in genere, ha pochi micron (al massimo arriva a 80-100 micron), in quanto è poco penetrante e si scherma con un foglio di carta, come si insegna in tutti i corsi di radioprotezione.

Devo peraltro aggiungere che, siccome la radioprotezione è in continua evoluzione, tutto il sistema di radioprotezione internazionale in questo momento è in fase di revisione da parte della Commissione internazionale per la protezione radiologica. Si stanno considerando i dati comparsi sul Rapporto UNSCEAR 2000 e si sta aspettando un rapporto di cui esistono delle anticipazioni ma che non è ancora definitivo, il cosiddetto BEIR (*Biological Effects of Ionizing Radiation*), edito periodicamente dall'Accademia nazionale delle scienze degli Stati Uniti.

A proposito delle valutazioni degli effetti delle dosi, è bene sottolineare che nel 1990, quando la Commissione internazionale per la protezione radiologica ha edito le raccomandazioni che sono il fondamento della regolazione europea (e quindi italiana), ma anche di quella internazionale (mi riferisco alla regolamentazione IAEA), disponeva delle indicazioni del Rapporto UNSCEAR del 1988 e del coevo rapporto BEIR V (*Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation*, National Academy of Sciences, Washington DC, 1990). Le valutazioni di rischio di questi due rapporti sono praticamente sovrapponibili; non dico identiche perché in materie così complesse una valutazione scientifica non può essere esattamente uguale a un'altra. Partendo da ipotesi diverse, l'UNSCEAR – che studia sostanzialmente Hiroshima e Nagasaki, anche se tiene conto anche di altre coorti di esposti (per esempio, coloro che hanno utilizzato il thorotrast, cioè il diossido di torio) – e l'Accademia nazionale delle scienze americana (BEIR V) – che ha tenuto conto anche dei neutroni ed è partita da un'ipotesi di assunzione di 10 millisievert – giun-

gono a risultati estremamente simili. Per fornire delle cifre, se 10 dà l'UNSCEAR il rapporto scientifico americano dà circa 8,9.

Per tornare alle nanoparticelle, in sede internazionale attualmente si sta insistendo per cercare di integrare nel sistema di radioprotezione anche i nuovi risultati scientifici che sono via via emersi, perché una delle critiche che si muovono è che ci si basa sulle esposizioni esterne gamma (Hiroshima e Nagasaki) senza tener conto dell'esposizione interna ad alfa, che è diversa. È una critica che personalmente trovo un po' ingenerosa, perché in realtà le coorti di esposti a radiazioni interne ci sono e al riguardo è ancora in corso un dibattito internazionale molto serrato. Stiamo aspettando di vedere quale sarà la posizione che prenderanno l'ICRP e l'IAEA, nonché ovviamente l'Unione europea.

Qui bisogna pure considerare un aspetto importante. Vengo rimproverato per un orientamento di difesa della ICRP, ma la questione è molto semplice. Ad esempio, noi dobbiamo affrontare il problema dell'uranio impoverito. Abbiamo un sistema internazionale di radioprotezione validato, che finora ha funzionato: se non avessimo il sistema internazionale di protezione con le sue grandezze, le sue unità di misura, non sapremmo neanche dove cominciare per studiare il problema dell'uranio impoverito. Poi, tutto è perfezionabile. Per esempio, sappiamo che un grammo di uranio impoverito è molto, ma molto meno radioattivo di un grammo di uranio naturale con 14 «figli» a seguito. Dire però che è radioattivo dice ancora poco, perché «radioattivo» significa quante particelle emette, ma quanto pesa radiologicamente è il sistema di protezione internazionale a dircelo. Poi – ripeto – tutto è migliorabile, ma senza il sistema di radioprotezione saremmo nella nebbia più completa.

Chiedo scusa alla Commissione se sono stato eccessivamente proliquo.

PRESIDENTE. La ringrazio, ingegner Sgrilli.

Nel frattempo ci ha raggiunto il presidente Franco, a cui cedo subito la presidenza.

Presidenza del presidente Paolo FRANCO

MALABARBA (*Misto-RC*). Signor Presidente, desidero fare un paio di considerazioni ulteriori e avanzare qualche richiesta di precisazioni, scusandomi per la mia scarsa competenza in materia.

Durante i lavori di questa Commissione – ricordo, ad esempio, l'audizione del dottor Benedetti del CISAM – ci è stato detto che le informazioni sui bombardamenti da parte degli aerei A-10 della NATO erano ufficiali; perlomeno – stando sempre alle conferme forniteci dal dottor Benedetti – le informazioni sui nostri militari date al nostro Stato maggiore

sono del novembre 1999, quando erano già state introdotte alcune misure di protezione. La questione tuttavia era già abbastanza nota (ricordo la conferenza di Bagnoli del luglio 1995). Per tale motivo mi risulta piuttosto strano che l'ANPA non sia stata messa a conoscenza di tali informazioni, visto che la ricerca che è stata compiuta è del 2000. Avrei pensato, anzi, che l'intervento dell'ANPA era stato chiesto proprio perché c'era stata una conferma dei bombardamenti da parte della NATO. Evidentemente qualcosa non è chiaro, non torna in questi dati.

Fatta questa considerazione, la domanda che vorrei rivolgere è ancora una volta relativa alla provenienza operativa dei militari esaminati. Come ha osservato in precedenza il direttore generale dell'APAT, occorre chiedere al Ministero della difesa – su questo non c'è dubbio – la provenienza dei militari allo scopo di comprendere con maggiore precisione i criteri adottati per il monitoraggio. Chiarendo meglio il concetto di «bianco», si darebbe un contributo importante ai lavori della Commissione e di coloro che esamineranno il testo di questa audizione. Se non si comprendono i criteri utilizzati, anche le conclusioni diventano di difficile discernimento.

FORCIERI (*DS-U*). Se ho ben compreso la precedente esposizione, avete calcolato che, per ogni proiettile, ci può essere un'emissione di 10 chili di uranio impoverito. Può precisarmi questo aspetto?

SGRILLI. Non si sapeva dove e quanti proiettili fossero stati sparati. Studiando quanto era reperibile tra i documenti militari americani, abbiamo appurato che gli aerei A-10 erano dotati, all'epoca in cui ci siamo occupati di questa vicenda, di una mitragliatrice Gatling, che può sparare due tipi di cariche. Abbiamo deciso di trascurare il numero dei proiettili sparati e di quelli che hanno raggiunto il bersaglio; successivamente abbiamo ipotizzato – tagliando il nodo gordiano – che 10 chili di uranio impoverito interamente respirabili (un'ipotesi veramente severa) e «vaporizzati» in aria, se mi si consente un'espressione non molto corretta, si siano ripartiti uniformemente su 1.000 metri quadri di terreno. Sottolineo che l'ipotesi prevedeva che i 10 chili di uranio fossero tutti respirabili: questa è una assunzione estremamente severa.

FORCIERI (*DS-U*). Mi scusi se la interrompo, ingegnere. Voi sapete quali tipi di proiettili sono stati sparati e sapete quanto pesano. Quanto uranio impoverito c'è in ogni proiettile?

SGRILLI. 300 grammi.

FORCIERI (*DS-U*). Mi pare che la NATO abbia detto che sono stati sparati 31.000 proiettili di quel tipo. Moltiplicando il numero dei proiettili per 300 grammi otteniamo un'informazione precisa. Questo dato è più alto o più basso rispetto allo schema che avete ipotizzato?

SGRILLI. Uno dei motivi per cui abbiamo fatto l'ipotesi di 10 chili di uranio impoverito distribuiti su 1.000 metri quadri di terreno (tra l'altro è un numero facilmente riconducibile in scala) – e arrivo subito alla risposta – sta nel fatto che sapevamo che era stato usato un certo numero di proiettili di 300 grammi ciascuno, ma non sapevamo dove. Del tutto diversa è l'ipotesi di considerare che tutti i proiettili siano caduti in una stessa località: una supposizione fantascientifica, come ha dimostrato l'esperienza dell'UNEP. Se sparo questi proiettili a distanza di 10 chilometri l'uno dall'altro la situazione cambia.

In una installazione tipicamente oggetto delle azioni belliche degli aerei NATO (mi riferisco alla «*Hadzici Tank Repair Facility*», un'installazione militare serba in cui si riparavano i carri armati) ci sono state alcune azioni di mitragliamento che l'UNEP ha potuto verificare sul campo, ma in altri 11 siti segnalati come tali i proiettili non sono stati trovati: sono andati giù nel terreno, anche perché l'UNEP ha condotto le ricerche nei siti in cui la NATO aveva comunicato di aver usato i proiettili ad uranio impoverito. I proiettili nel terreno, tuttavia, non creano effetti ai fini della risospensione e dell'inalazione, che è un aspetto da valutare con grande attenzione quando si parla di uranio. Nelle nostre valutazioni, infatti, abbiamo considerato l'inalazione dell'uranio nella forma di ossido, ipotizzando quindi che il penetratore si fosse ossidato durante l'attacco; ricordo che si è trattato di una supposizione, noi non sapevamo che cosa fosse successo. Ricordo che il nostro rapporto risale al febbraio 2000, mentre la conferma dell'uso di tale munizionamento l'abbiamo avuta, attraverso la rete, da un conferenza stampa del Pentagono.

Aggiungo che, nella seconda metà del 2000, l'ingegner Bologna (su richiesta del Ministero dell'ambiente) si recò alla sede dell'UNEP, a Ginevra, ed ottenne la lista dei siti in cui erano stati impiegati proiettili ad uranio impoverito. Era ottobre e quindi erano passati otto mesi dalla redazione del nostro rapporto.

Se dovessimo rifare delle valutazioni adesso, sulla base delle verifiche effettuate dall'UNEP, avremmo dati più dettagliati. Non disponendo allora di quelle informazioni, abbiamo deciso di partire da un'ipotesi molto severa: abbiamo trascurato l'esatto numero di proiettili ad uranio impoverito esplosi dalla mitragliatrice Gatling e abbiamo preferito supporre la presenza di 10 chili di uranio impoverito interamente respirabili (quindi in forma di aerosol) su 1.000 metri quadri di terreno.

MALABARBA (Misto-RC). Considerato che stiamo andando verso la conclusione dell'audizione, sarebbe utile una risposta complessiva. Ho sollevato la questione della provenienza operativa dei militari per capire i criteri che sono stati adottati, non conoscendo il concetto di «bianco».

Aggiungo anche qualche altra domanda, a cui potrà rispondere in questa sede oppure tramite una risposta scritta. Lei ha parlato di differenze non significative nel monitoraggio che è stato compiuto. Qual è il valore di questa differenza?

Successivamente ha parlato di studio epidemiologico: secondo lei, qual è lo studio che esclude gli effetti a lungo termine? Quali effetti a lungo termine sono stati studiati tra quelli immunologici, ormonali, neurologici, respiratori, malformazioni? Questo per capire meglio la portata degli effetti.

L'ultima domanda è di carattere più generale: ritiene utile che vengano eseguite da ricercatori indipendenti indagini epidemiologiche sulla popolazione dei soldati, dei volontari e dei civili? Vorrei avere un'opinione al riguardo.

SGRILLI. Per quanto riguarda il «bianco», avevamo a disposizione un gruppo individuato tra i dipendenti dell'ENEA non esposti ad azioni belliche e all'uranio impoverito, che ha una sua configurazione, un numero determinato di maschi e femmine e che ha ovviamente un valore medio di escrezione urinaria di uranio.

Insieme all'ENEA, sia pur con metodiche diverse, abbiamo confrontato statisticamente le escrezioni urinarie di uranio di questo campione con i risultati emersi dall'analisi delle urine dei campioni dei militari. Si è appurato che i valori del gruppo «bianco» non differiscono statisticamente rispetto al gruppo due (militari prima dell'invio in missione in Kosovo e di ritorno dal Kosovo) e non differiscono rispetto al gruppo uno, 25 militari con missioni precedenti nei Balcani. Il punto da rilevare è che il gruppo tre, composto di militari che dovevano andare e poi sono effettivamente andati e tornati dalla Bosnia, differisce da tutti gli altri gruppi, sia prima che dopo.

Per quanto riguarda la provenienza, senatore Malabarba, non possiamo rispondere, bisogna chiederla all'Amministrazione della difesa.

Per il gruppo «bianco», il gruppo uno (i 25 militari che erano già stati nei Balcani), e il gruppo due (militari in partenza per il Kosovo e di ritorno), esaminati i dati come si vuole (noi abbiamo fatto otto confronti statistici, l'ENEA ne ha fatti altri) e combinati in tutti i modi possibili, non abbiamo mai riscontrato differenze statisticamente significative, tranne che per il gruppo tre, che doveva ancora andare in Bosnia e in cui una differenza statisticamente significativa è stata trovata sia prima della partenza sia anche al ritorno da quel Paese. Ma il gruppo tre, prima e dopo la permanenza in Bosnia, non è statisticamente diverso, cioè i risultati delle analisi delle urine prima di andare in Bosnia sono in media non statisticamente diversi da quelli al ritorno dalla Bosnia. Tuttavia, prima di partire il gruppo tre era già statisticamente diverso da tutti gli altri, analizzati i dati in vari modi.

MALABARBA (Misto-RC). Qual è il valore della differenza?

SGRILLI. I valori delle escrezioni urinarie sono riportati nel rapporto dell'ENEA, che ha compiuto una propria valutazione. In seguito, sulla base dei valori misurati dal laboratorio di quell'ente e che sono riportati nel rapporto, abbiamo compiuto le nostre valutazioni del tutto indipen-

denti, che poi siamo andati a riscontrare con le valutazioni ENEA. Anche l'ENEA ha rilevato che il gruppo tre già prima di partire era diverso dagli altri gruppi.

Il direttore generale ha riferito che abbiamo compiuto ricerche con il *Whole Body Counter*, un'analisi a cui i nostri dipendenti esposti a radiazioni si sottopongono periodicamente per accertare se abbiano incorporato radionuclidi nella loro attività di vigilanza. Questa analisi viene fatta in un'installazione schermata, in modo da evitare l'influsso delle radiazioni esterne, in cui tutti noi siamo immersi, per accertare se nel corpo umano siano depositati radionuclidi.

Uno dei dubbi emersi quando si è deciso di compiere questo *screening* rapido, durato pochissimi mesi (il 31 gennaio 2001 si è svolta una riunione presso l'APAT in cui sono stati decisi i criteri, a giugno-luglio le analisi erano già finite: i tedeschi hanno impiegato un anno e mezzo per esaminare 122 persone), era se per caso non si trattasse di uranio depleto, ma, per esempio, di qualche sorgente dispersa ad alta intensità gamma che era stata incorporata e che si poteva rivelare. Si è voluto fugare anche questo dubbio tramite il *total body* ad alta energia, mentre come *total body* a bassa energia si è voluto riscontrare se ci fosse un carico di radionuclidi emittenti a bassissima energia, però tale da essere visibile (a parte il fatto che l'architrate dell'indagine era indubbiamente l'analisi delle urine). Per questi motivi abbiamo condotto l'indagine *total body*.

Oltre al rapporto dell'ENEA, abbiamo fatto nostre valutazioni statistiche che all'epoca abbiamo trasmesso all'Amministrazione militare e che sono state utilizzate dalla commissione Mandelli, perché le abbiamo trovate citate nei lavori di quell'organo.

Per quanto riguarda le ricerche epidemiologiche, ho detto prima e ripeto che bisogna stare molto attenti, perché con i numeri piccoli – piccoli campioni e piccole dosi – l'epidemiologia non è in grado di dare risposte. Per valutare piccole dosi occorrono campioni enormi, parlo di milioni e milioni di persone. Faccio un esempio. L'UNSCEAR valuta che in media un abitante della Terra riceve una certa dose annua di radiazioni dalle sorgenti naturali, che sono ubiquitarie; 2,4 millisievert all'anno è l'entità di tale dose. Ci sono zone, come in India (Kerala) e in Brasile, dove si arriva a 100 millisievert all'anno; ci sono zone dell'Iran dove si assumono dosi che vanno da 10 a 100 millisievert all'anno e fino adesso, per quel che sappiamo, non si riscontrano differenze epidemiologiche. Si potrà obiettare che forse in quelle zone sono meno attenti di noi al fenomeno; può anche essere così, però esiste un problema statistico dovuto alla necessità di avere un campione numericamente significativo. Le dosi devono essere alte, perché a basse dosi i fenomeni non sono valutabili. La coorte dei sopravvissuti di Hiroshima e Nagasaki, che sono stati seguiti dagli anni Cinquanta in poi, è composta da più di 97.000 persone. Anche per quei sopravvissuti, analizzati a basse dosi, ci sono dei dubbi scientifici. Qualcuno sosteneva che a 50 millisievert si riscontravano dei fenomeni, ma gli stessi

autori, tra cui Preston, uno scienziato molto noto, avvertivano che probabilmente esisteva qualche falla metodologica.

Dunque, bisogna stare molto attenti nel compiere le ricerche epidemiologiche. Non sono un epidemiologo «professante», né lo è il mio collega, siamo due ingegneri, però chiunque si occupa di radioprotezione come noi da molto tempo, anche per curiosità scientifica, deve capire il linguaggio che si utilizza. Ad esempio, per quanto riguarda i *cluster* si riscontrano dei fenomeni stranissimi: villaggi in cui si registrano episodi di leucemia e villaggi posti a pochi chilometri di distanza che non registrano casi analoghi. Si tratta di fenomeni che gli epidemiologi non sanno spiegare se si tratta di dosi estremamente basse.

Bisogna stare molto attenti nelle ricerche epidemiologiche, dato che sulle riviste scientifiche e sui rapporti, nel corso della mia vita professionale, ho visto criticare parecchi studi. È vero che più teste sgombre da preconcezioni ragionano e meglio è, perché quando si fanno queste analisi tutto è possibile, però devo dire con tutta onestà che è assai difficile valutare il fenomeno.

Il rapporto dell'OMS e il rapporto della *Royal Society* del 2001, che in verità ha studiato condizioni da campo di battaglia, usano il linguaggio assai prudente dei tecnici quando sono chiamati ad esprimersi su qualcosa di molto complicato; a tale proposito ricordo anche le conclusioni del gruppo degli esperti istituito ai sensi dell'articolo 31 del Trattato EURATOM: è assai difficile che con questi livelli di dose si riscontrino effetti discernibili rispetto al cosiddetto *base line risk* della popolazione.

Ricordo che una delle questioni affrontate dalla Commissione Mandelli, di cui faceva parte un membro dell'APAT, da noi supportato per quanto era nelle nostre possibilità, riguardò la radioinduzione del linfoma di Hodgkin. Fu un'ipotesi tormentata e fino ad oggi non ancora dimostrata; gli studi a questo riguardo si trovano nel rapporto 2000 dell'UNSCEAR.

FORCIERI (*DS-U*). Signor Presidente, desidero porre due brevi domande. La prima concerne ancora una volta l'ipotesi da voi formulata di 10 chili di uranio rilasciato su 1.000 metri quadrati. Voi l'avete considerata un'ipotesi molto severa, ma se prendiamo in considerazione le mitragliatrici installate sugli A-10, che sono in grado di sparare centinaia di proiettili ad altissima velocità, considerando 100 proiettili di 300 grammi l'uno, risulteranno 30 chili di uranio, tre volte la quantità ipotizzata. Avete detto che al momento dell'estensione del rapporto non conoscevate né il tipo di aerei, né il tipo di mitragliatrici, né il tipo di proiettili, né la quantità che veniva usata. Desidero ulteriori precisazioni al riguardo.

La seconda domanda riguarda la vostra partecipazione, insieme all'ENEA e al CNR, alla predisposizione di una scheda contenente le precauzioni e le modalità di comportamento da usare in caso di ritrovamento di un proiettile all'uranio impoverito (non tenere vicino al corpo il proiettile, evitare di fumare, di sollevare polvere, di mangiare, di bere eccetera). Relativamente al campione dei 175 militari analizzato, avete informazione

se essi abbiano adottato le precauzioni indicate o se a detti militari siano state fornite protezioni da utilizzare in caso di ritrovamento di proiettili all'uranio impoverito o di operazioni in zone in cui tali proiettili erano stati sparati? Infatti, un conto è esaminare un militare che adotta una misura di protezione, un altro è esaminare un militare che tale protezione non la ha.

CESARI. Signor Presidente, rispondo alla domanda fatta dal senatore Malabarba sulla possibilità che un'indagine sia fatta da altri soggetti indipendenti. Vorrei ricordare che l'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente è dotata di autonomia finanziaria ed amministrativa, è vigilata dal Ministero dell'ambiente, ma è indipendente dal punto di vista tecnico e scientifico. Spero di avere risposto.

SGRILLI. Senatore Forcieri, lei dice giustamente che sono stati sparati centinaia di proiettili. Il problema è il destino dei proiettili. Non tutti i proiettili colpiscono il mezzo corazzato: una parte può andare dentro il mezzo, una parte può andare fuori. In assenza di informazioni precise al riguardo abbiamo ipotizzato – e questa è un'assunzione severissima – 10 chili di aerosol. Se i proiettili cadono nel terreno il rischio non è tanto la risospensione, e quindi l'inalazione (sulla risospensione dirò poi un'altra cosa), quanto l'inquinamento delle falde acquifere. Adesso chiaramente disponiamo di maggiori informazioni grazie alle campagne dell'UNEP sul posto. Ripeto però che, per quello che riguardava il rischio di inalazione, noi abbiamo supposto 10 chili di uranio inalabile, pur sapendo che non era affatto sicuro che l'uranio impoverito andasse in aria e venisse inalato. Mediamente si assume che la polverosità sia 50-100 microgrammi per centimetro cubo. Noi abbiamo usato il metodo del *dust loading factor* (fattore di carico di polvere) e abbiamo assunto 5 milligrammi per centimetro cubo; abbiamo assunto cioè che un individuo stia per otto ore al giorno, tutto l'anno, a respirare 5 milligrammi per centimetro cubo. È un'ipotesi piuttosto dura.

FORCIERI (DS-U). È anche duro che tale individuo sia alla fine assolutamente sano come quando è entrato lì dentro.

SGRILLI. Guardi, non sono dosi drammatiche dal punto di vista radiologico.

FORCIERI (DS-U). Il problema è che voi avete esaminato il rischio solo dal punto di vista radiologico e non, come ha detto il senatore Malabarba, dal punto di vista delle nanoparticelle e degli effetti tossicologici.

SGRILLI. Io ho risposto dal punto di vista della radioprotezione, per il resto non ho competenza.

La seconda domanda che lei ha posto riguarda le misure di protezione. È vero, come lei ricorda, che durante una riunione al Ministero del-

l'ambiente fu chiesto al gruppo di lavoro di cui facevano parte l'APAT, l'ENEA, il CNR e l'Istituto superiore di sanità di redigere delle linee guida sui comportamenti da tenere in caso di ritrovamento di uno di questi proiettili, a cominciare dalla consegna alle nostre unità di difesa NBC (nucleare, batteriologica, chimica), comunque precauzioni molto semplici.

Mi ricorda l'ingegner Bologna, che faceva parte con me di quel gruppo di lavoro, che le linee guida erano rivolte ai volontari delle organizzazioni non governative presenti allora in Kosovo. Essi erano invitati, in caso di ritrovamento di un oggetto del genere, facilmente identificabile, a non prenderlo in mano e a non metterlo a contatto con il corpo.

PRESIDENTE. Ringrazio il direttore generale dell'APAT, ingegner Cesari, e i suoi collaboratori, gli ingegneri Sgrilli e Bologna, per il contributo offerto alla nostra Commissione. Mi scuso per non aver potuto seguire dall'inizio la loro audizione, il cui testo leggerò senz'altro in seguito, ma sono stato degnamente sostituito dal collega, senatore Forcieri.

Dichiaro conclusa l'audizione.

I lavori terminano alle ore 15,25.